

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

AÑO 9 N°13

AI 13 SEPTIEMBRE DE 2023

Programa Presupuestal por Resultados N° 068:

“Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”

Producto: Estudios para la estimación del riesgo de desastres

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

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

Conformación de la Comisión Multisectorial

Presidente:

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

Vice-Presidente:

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

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

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

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

Dr. Juan Carlos Requejo Alemán
Presidente Ejecutivo (e), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

José Carlos Montero Chirito
Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Grupo de Trabajo Científico-Técnico

COORDINACIÓN: Kobi Mosquera (IGP)

IMARPE: Dimitri Gutiérrez, Marilú Bouchón, 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, José Bustamante Albújar

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°13, septiembre de 2023, 64 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: xx de septiembre de 2023



Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú al 13 de septiembre 2023

Índice

<u>I.</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	6
<u>II.</u>	<u>MÉTODOS</u>	6
2.1.	<u>Variables</u>	6
	<u>Temperatura Superficial del Mar (TSM)</u>	7
2.2.	<u>Índices</u>	7
	<u>Índice Costero El Niño (ICEN)</u>	7
	<u>Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés)</u>	8
	<u>Índices reproductivos de anchoveta</u>	8
2.3.	<u>Modelos y Pronósticos</u>	8
	<u>Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)</u>	8
	<u>Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia</u>	8
	<u>Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)</u>	9
	<u>Modelos Climáticos de Agencias Internacionales</u>	9
	<u>Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto</u>	9
<u>III.</u>	<u>CONDICIONES OBSERVADAS AL 13 SETIEMBRE DE 2023</u>	10
3.1.	<u>Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical</u>	10
3.2.	<u>Condiciones oceánicas y atmosféricas locales</u>	18
3.3.	<u>Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras</u>	32
3.4.	<u>Condiciones hidrológicas</u>	42
3.5.	<u>Condiciones agrometeorológicas</u>	44
<u>IV.</u>	<u>PERSPECTIVAS</u>	45
<u>V.</u>	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	51
<u>VI.</u>	<u>REFERENCIAS</u>	52
<u>VII.</u>	<u>ANEXO</u>	54

I. INTRODUCCIÓN

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

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

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

II. MÉTODOS

2.1. Variables

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

Temperatura Superficial del Mar (TSM)

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

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

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

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

2.2. Índices

Índice Costero El Niño (ICEN)

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

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

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

Índices reproductivos de anchoveta

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

2.3. Modelos y Pronósticos

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)

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

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia

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

(2017). El análisis de la OKE se realiza con los modos baroclínicos modo 1 y modo 2, los que se propagan a diferentes velocidades; y a la vez se considera la suma de ambos modos, para una mayor contribución en la anomalía del nivel del mar.

Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)

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

Modelos Climáticos de Agencias Internacionales

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

Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto

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

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

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

III. CONDICIONES OBSERVADAS AL 13 DE SEPTIEMBRE DE 2023

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

La TSM y su anomalía ha disminuido ligeramente en el Pacífico ecuatorial oriental, específicamente frente a la costa de Sudamérica, entre la última semana de agosto y la primera de setiembre; en tanto que, en la región occidental-central se mantienen las anomalías similares a las de agosto (**Figura 1, Figura 2**). Según los datos de ERSSTv5, en agosto se registró el mayor calentamiento en la región Niño 3 con una anomalía de 1,97°C, asimismo, como los datos de OISST, se observó la anomalía más alta, hasta el momento, en la primera semana de setiembre con el valor de 2.2°C. Por otro lado, frente a la costa de Sudamérica (región Niño 1+2) la anomalía semanal fue de 3,32 y 2,9°C en la última semana de agosto y primera semana de setiembre, respectivamente (ver **Tabla 1** y **Tabla 2**).

En general, entre fines de agosto y los primeros días de setiembre, en promedio, en la región Niño 3.4 las condiciones cálidas moderada se mantiene, mientras que en la región Niño 1+2 entre cálida extraordinaria y cálidas fuertes (**Tabla 1** y **Tabla 2**).

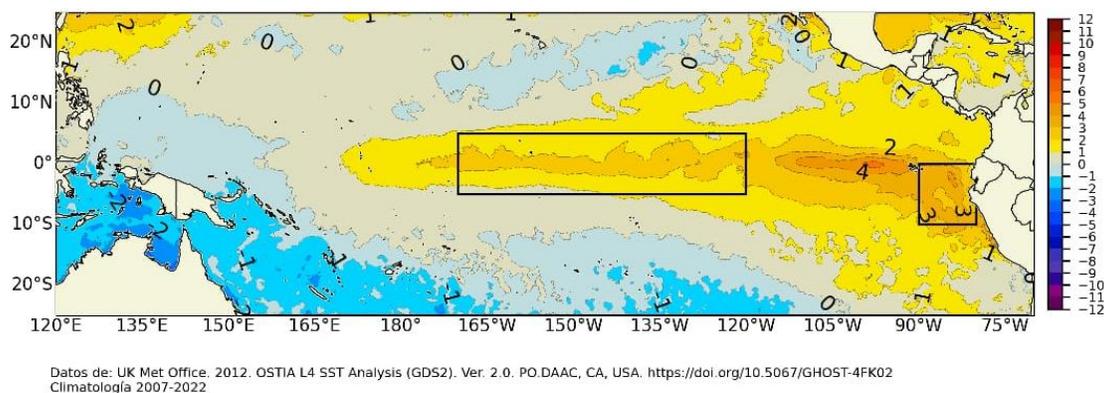


Figura 1. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico tropical del 20 al 31 de agosto de 2023. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV.

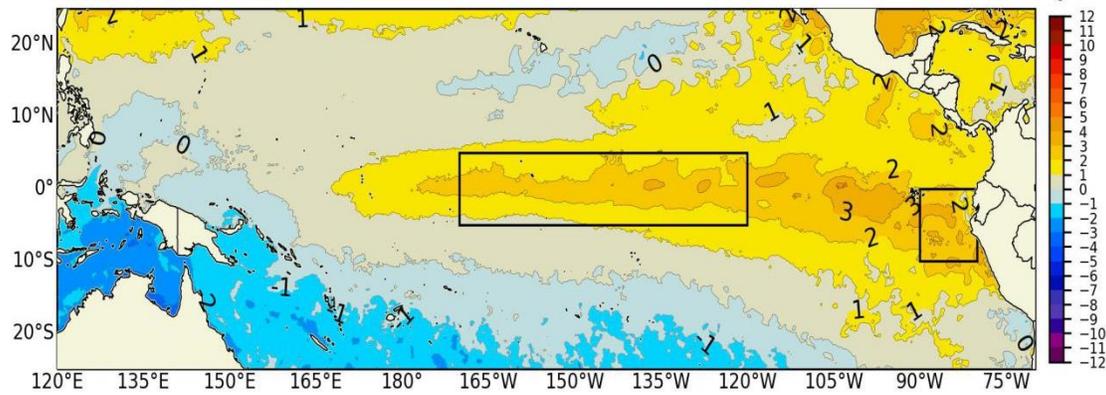


Figura 2. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico del 01 al 10 de setiembre de 2023. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV.

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	
Mar.23	27.97	1.48	27.50	0.30	27.18	-0.11	28.06	-0.26
Abr.	28.15	2.62	28.06	0.47	27.96	0.14	28.75	0.12
May.	26.63	2.21	28.10	0.85	28.40	0.46	29.21	0.30
Jun.	25.62	2.50	27.88	1.26	28.57	0.84	29.54	0.57
Jul.	24.94	2.98	27.41	1.61	28.32	1.03	29.59	0.69
Ago. 23	24.33	3.32	27.09	1.97	28.16	1.31	29.69	0.90

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

TSM – ATSM Semanal 2022 (OISST.v2)								
R. Niño	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
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
30-Ago-23	24.0	3.2	27.2	2.3	28.3	1.6	29.8	1.1
06-Set-23	23.6	2.9	27.0	2.2	28.3	1.6	29.7	1.1

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de julio y el ICEN temporal (ICENtmp) de agosto se ubican dentro de la condición cálidas fuertes. Por otro lado, los valores del ONI de julio y el temporal (ONItmp) de agosto corresponden a las condiciones cálidas moderadas (**Tabla 3**).

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

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
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
Jul-23	2,94	Cálida Fuerte	1,06	Cálida Moderada
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
ago-23	2,98	Cálida Fuerte	1,32	Cálida Moderada

Fuente: IGP

Según la información *in situ* y remota de la zona ecuatorial, durante agosto se observaron ondas de Kelvin frías y cálidas. En setiembre se observa que la señal de la onda de Kelvin cálida ya habría iniciado su arribo al extremo del Pacífico ecuatorial (**Figura 3**). Por otro lado, aparentemente, se observa en la profundidad de la termoclina una onda de Kelvin fría débil alrededor de 160°W. A la fecha, en el nivel del mar, no se observan señales de ondas de Rossby cálidas intensas que puedan reflejarse como ondas de Kelvin en la zona occidental en el siguiente mes. Sin embargo, en la zona central, continúa el desplazamiento de una onda de Rossby cálida (**Figura 4**).

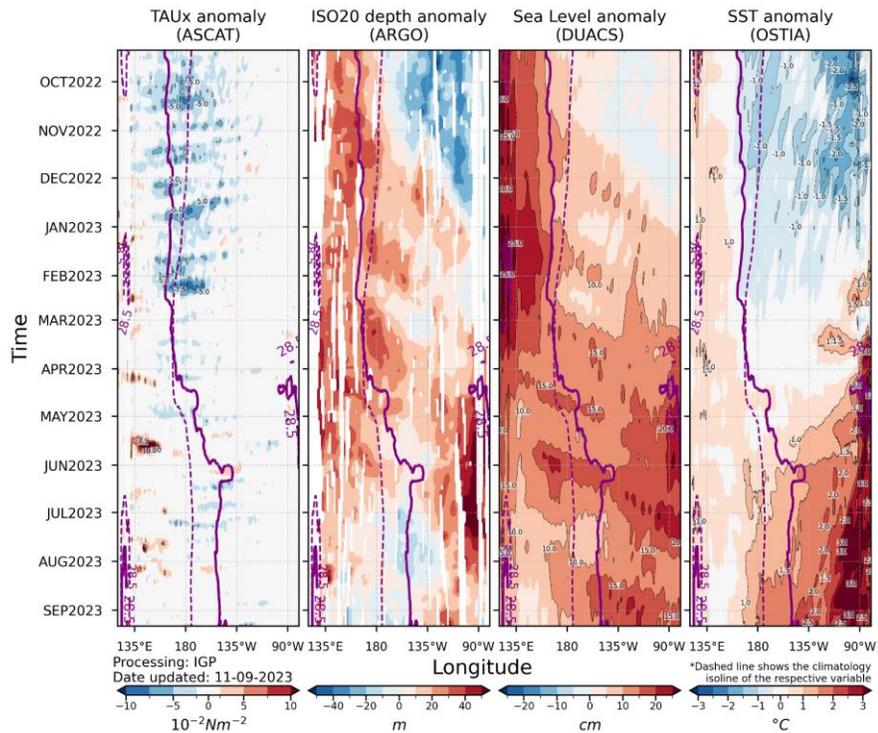


Figura 3. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento Fuente: ASCAT, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP

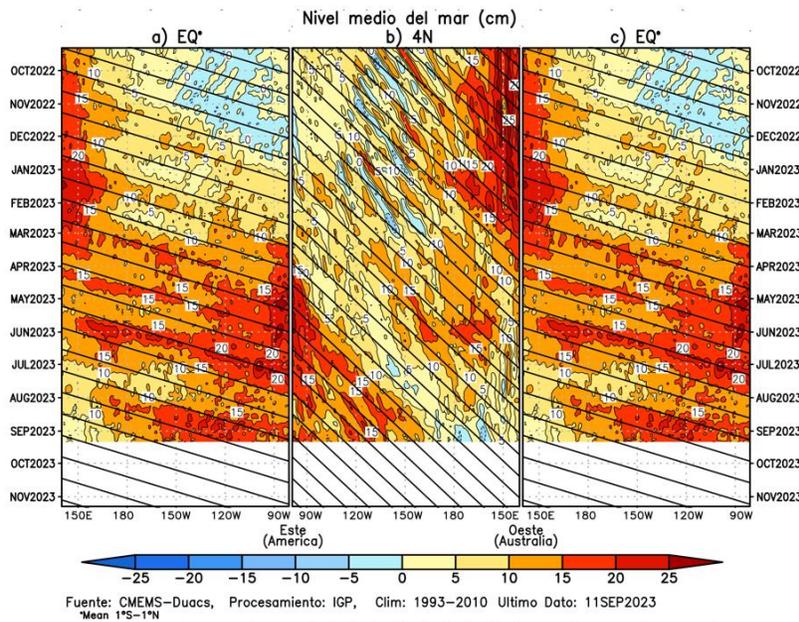


Figura 4. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS-Duacs a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°N (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras 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 promedio para agosto, se observaron anomalías negativas de la presión atmosférica en el Pacífico central y oriental, principalmente alrededor de los 30° S, y anomalías positivas sobre lo normal entre el océano Índico y en continente marítimo, mostrando un debilitamiento del gradiente de presión y una distribución característica de condiciones El Niño (**Figura 5d**). En agosto el Índice de Oscilación del Sur (SOI, por sus siglas en inglés) registró un valor negativo de -12.7³, mientras que la media móvil, al 10 de setiembre, alcanza los -12.0⁴, asociado a las condiciones de presión atmosférica descritas. Además, en agosto, la circulación de Walker mostró un ligero incremento de la subsidencia sobre el continente marítimo; esto último estaría también vinculado con la fase positiva del Dipolo del Océano Índico (IOD⁵, por sus siglas en inglés) que ha permanecido en dicha fase desde la tercera semana de agosto (**Figura 5c**).

En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa), se observaron, en promedio, anomalías débiles de vientos del oeste en gran parte del Pacífico tropical; no obstante, en la zona del Pacífico oriental las anomalías positivas de vientos del oeste estuvieron restringidas al norte del ecuador (**Figura 5b**); en niveles altos de la tropósfera (200 hPa) se observaron anomalías de vientos del este sobre gran parte del Pacífico central, con las mayores anomalías localizadas al sur del ecuador (**Figura 5a**). En lo que va de setiembre, la subsidencia se ha intensificado sobre el continente marítimo; asimismo, alrededor de los 100° W se intensificó la convección, la cual estaría asociada al desarrollo de ciclones en esa parte del Pacífico. Estos favorecieron, a su vez, la presencia de anomalías del oeste entre los 120 y 100°W de la franja ecuatorial. Finalmente, en 200 hPa se observaron anomalías débiles del oeste entre los 130° W y los 150° E, y anomalías del este desde los 120° W hasta la zona central de Sudamérica.

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

⁴ Southern Oscillation Index-30 day moving SOI: <http://www.bom.gov.au/climate/enso/#tabs=Pacific-Ocean&pacific=SOI>

⁵ Indian Ocean Dipole: <http://www.bom.gov.au/climate/enso/indices.shtml?bookmark=iod>

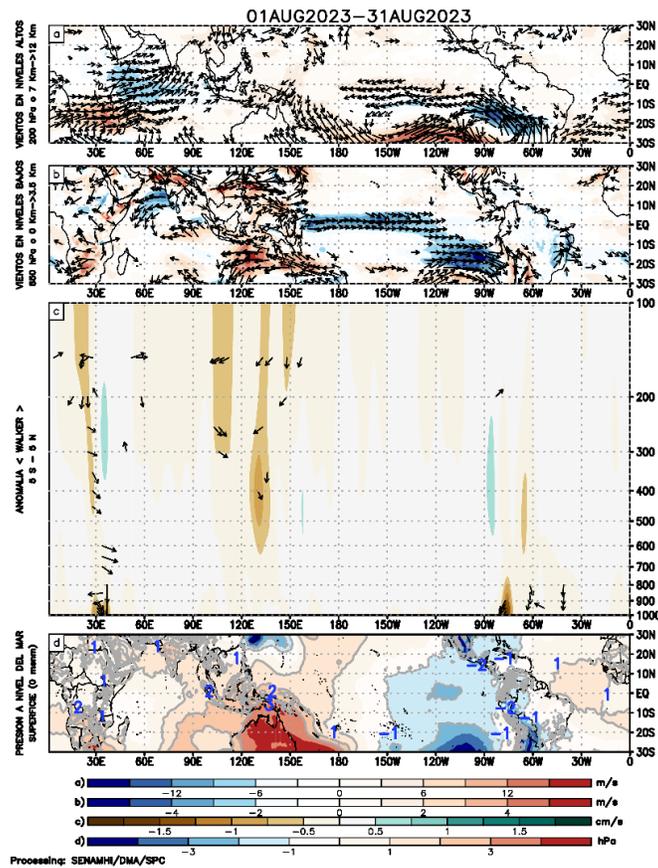


Figura 5. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) durante agosto de 2023, (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión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

Entre los últimos días de agosto y los primeros días de setiembre, en niveles bajos de la atmósfera (1000-850 hPa), se observó el fortalecimiento de los vientos alisios en el Pacífico centro-occidental; mientras que en el Pacífico oriental, alrededor de los 120°W, predominaron las anomalías del oeste asociadas al desarrollo del huracán Jova; no obstante, en la primera semana de setiembre se observó la intensificación de los alisios, principalmente frente a la costa de Sudamérica (**Figura 6 a y b**). De acuerdo con las proyecciones del modelo Global Forecast System (GFS) y al Climate Forecast System (CFS), los alisios se mantendrían fortalecidos en las siguientes dos semanas del pronóstico, principalmente entre los 120°W y Sudamérica. Asimismo, la fase divergente de la oscilación de Madden-Julian (MJO) retrasó su propagación y actualmente permanece alrededor de la línea de cambio de fecha; mientras que la fase divergente se posiciona entre los 120°W y el meridiano de Greenwich (**Figura 6c**). Tanto el pronóstico del GFS como el pronóstico extendido del CFS muestran la región convergente de la MJO sobre el Pacífico oriental y el Atlántico en los siguientes días; no obstante, la región divergente se propagaría sobre el Pacífico central y oriental entre la tercera y cuarta semana de setiembre (**Figura 6c**), incluso inicios de octubre, de acuerdo al CFS, aunque hacia dichas fechas las anomalías de la velocidad potencial no son claras.

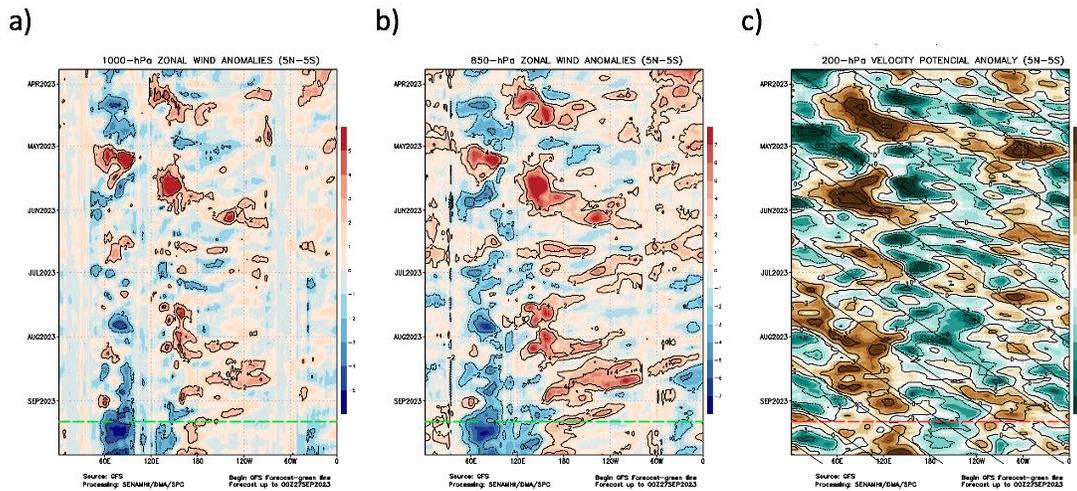


Figura 6. Anomalías promedio, ente los 5°N y 5°S de los (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) viento zonal en 850 hPa y (c) velocidad potencial en 200 hPa. La línea verde muestra el inicio del periodo de pronóstico. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio para agosto, mostró una configuración zonal, con un núcleo cercano al continente de hasta 1022 hPa. Se registraron anomalías negativas de hasta -7 hPa centradas entre 40°S y 117°W; asimismo, cerca al continente, las anomalías negativas fueron de hasta -1 hPa (**Figura 7**). A escala semanal, entre el 05 y el 11 de setiembre, el APS se ubicó al norte de su posición normal, con un núcleo, en promedio, de 1024 hPa (**Figura 8**). El acercamiento del APS al continente favoreció el fortalecimiento de los vientos del sur frente a la costa peruana, observándose anomalías del sureste de hasta 2 m/s, en el promedio pentadal. Actualmente, el APS se ubica alrededor de su posición normal con un núcleo más intenso de lo normal (1029 hPa); el pronóstico del GFS indica que permanecerá con dichas características, en promedio, en las siguientes semanas; no obstante, habría periodos en los cuales el APS estaría alejado o cerca al continente, influenciando así la alternancia entre el debilitamiento y el fortalecimiento de los vientos frente al continente (**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 el otoño y lo que va del invierno. Sin embargo, muestra una recuperación hacia valores positivos en los primeros días de setiembre.

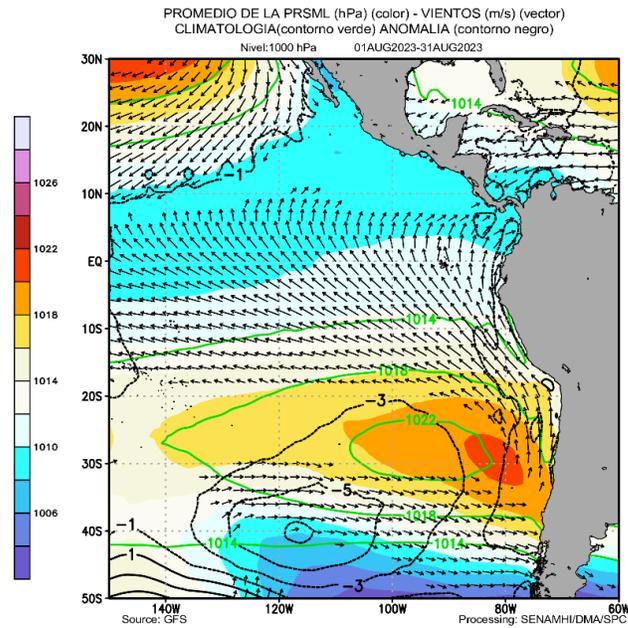


Figura 7. Promedio de la presión atmosférica a nivel del mar (sombreado) en agosto de 2023, anomalía de la presión atmosférica (líneas negras) y valor climatológico (líneas verdes). Viento en 1000 hPa superiores a los 2 m/s (vectores). Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

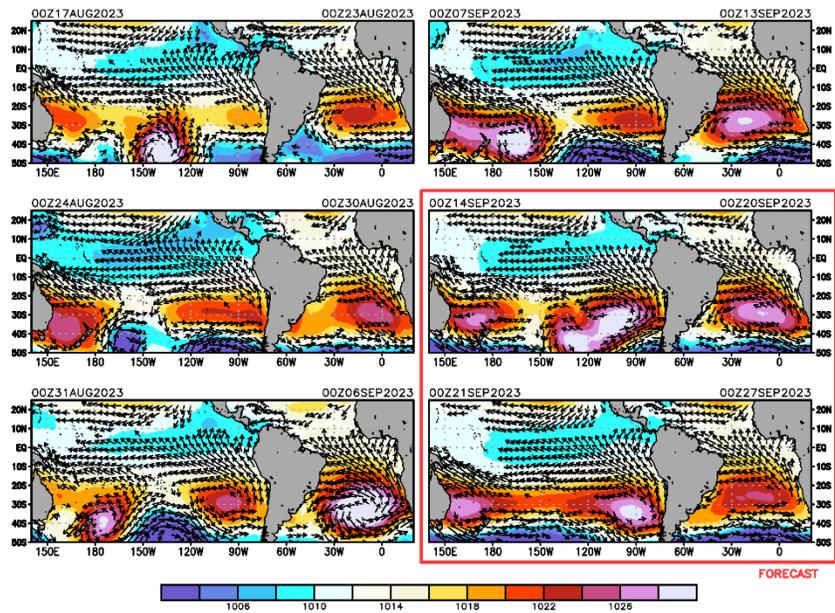


Figura 8. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: del 16 de agosto al 12 de setiembre de 2023. Pronóstico: del 13 al 26 de setiembre de 2023. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

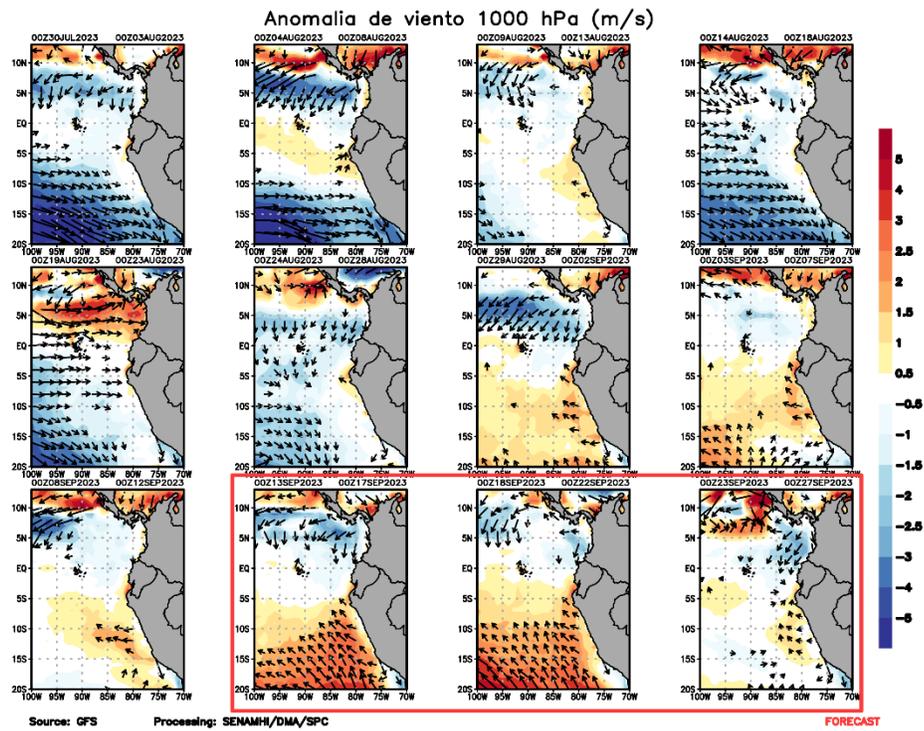


Figura 9. Anomalia pentadal del viento (m/s) a 10 m de altura frente a la costa noroccidental de Sudamérica y Centroamérica. Fuente: GFS. Análisis: del 29 de julio al 11 de setiembre de 2023. Pronóstico: del 12 al 26 de setiembre de 2023. Procesamiento: SENAMHI.

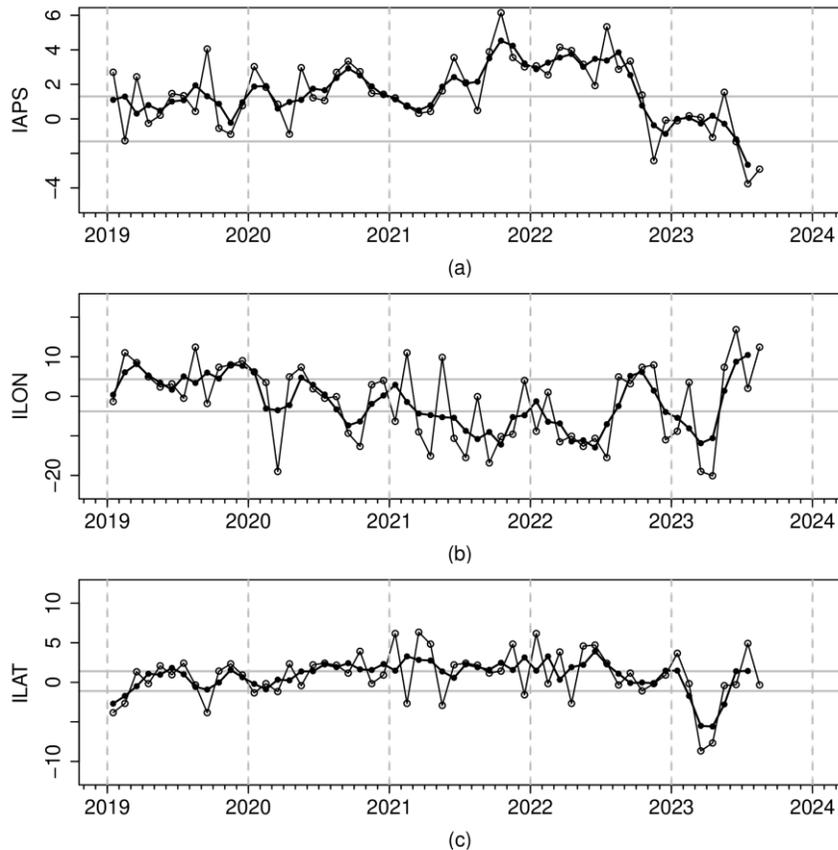


Figura 10. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre MJJ 2023 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2019 hasta AGOSTO 2023. Climatología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

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

A lo largo de la franja de los 40 km adyacentes a la costa peruana, en agosto y en lo que va de setiembre, se presentaron vientos moderados (entre $4,1$ a $6,8 \text{ m s}^{-1}$) a fuertes (mayores a $6,8 \text{ m s}^{-1}$), con el predominio de anomalías de velocidad del viento (VV) positivas (mayor a $+1,0 \text{ m s}^{-1}$), desde Talara hasta Huacho y desde Pisco hasta el extremo sur, particularmente desde la segunda quincena de agosto en adelante. La mayor intensidad de la VV se registró desde Pisco a San Juan de Marcona, entre el 16 a 20 de agosto y del 26 de agosto al 09 de setiembre (**Figura 11**). Las condiciones de viento se vieron fortalecidas desde la zona oceánica hacia la costera. El afloramiento costero exhibió en promedio una intensidad mayor a lo normal entre Talara y Chicama, así como entre Pisco y San Juan de Marcona, con pulsos que alcanzaron valores mayores a $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \times 100 \text{ m}$. El bombeo de Ekman presentó en promedio una mayor intensidad a lo normal, siendo esto sostenido a partir de la cuarta semana de agosto y en lo que va de setiembre, indicando una intensificación mayor del viento oceánico (**Figura 12**).

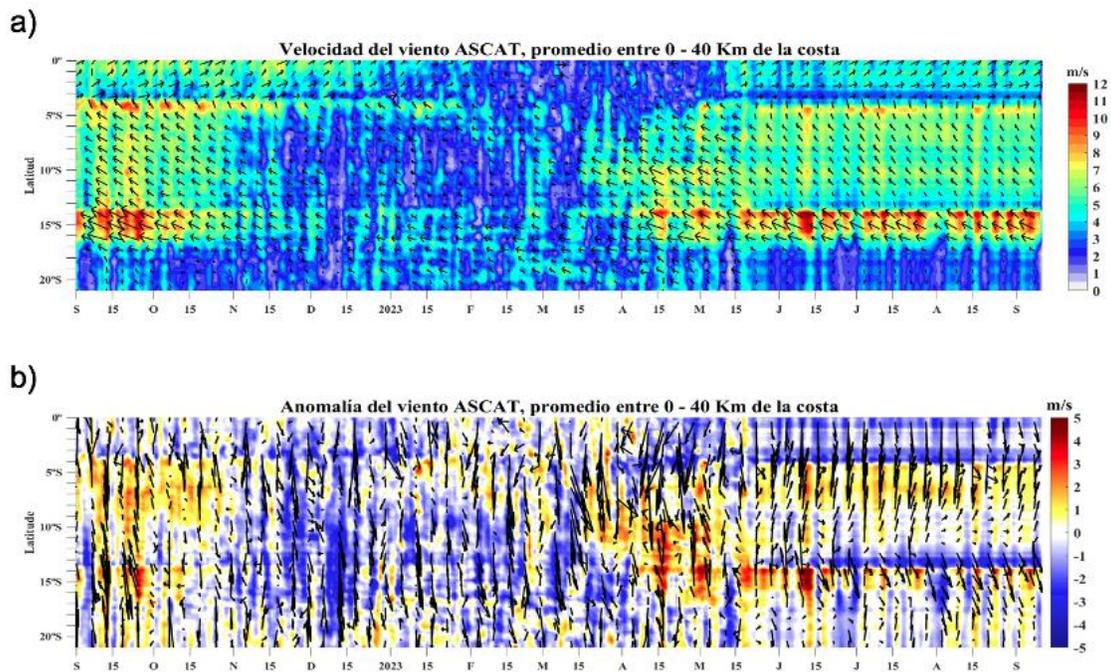


Figura 11. Viento Satelital (40 km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (m s^{-1}), b) Anomalia de la velocidad del viento (m s^{-1}) Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 11 de setiembre.

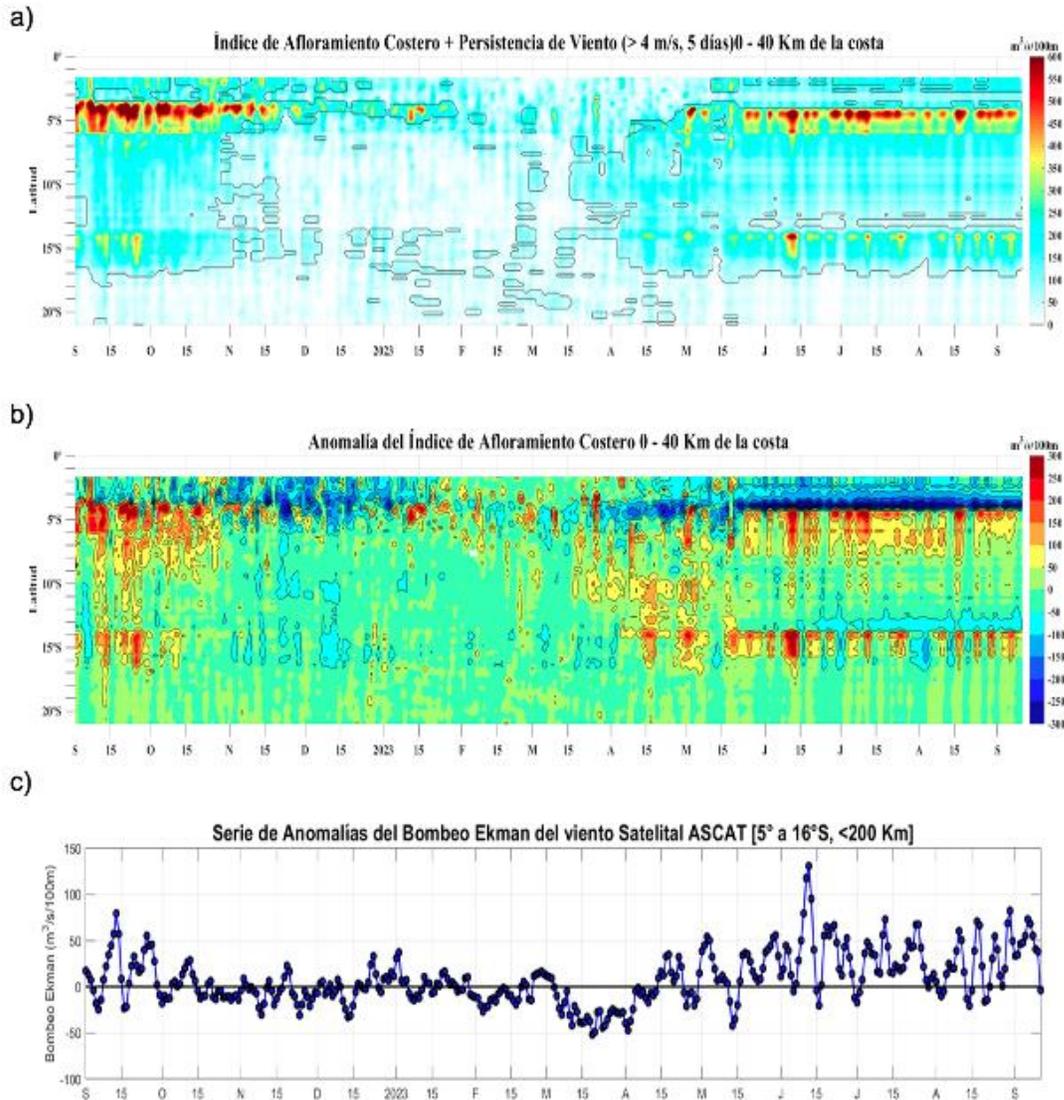


Figura 12. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 40 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$), b) Anomalia del IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman Costero dentro 200km ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 11 de setiembre.

Durante agosto, las temperaturas extremas del aire se mantuvieron más altas de lo normal a lo largo de la costa peruana. La temperatura máxima alcanzó anomalías, en promedio, de 3,6 °C, 4,4 °C y 3,4 °C en la costa norte, centro y sur, respectivamente; mientras que la temperatura mínima alcanzó anomalías de 3,2 °C, 3,4 °C y 1,9 °C en los mismos sectores. En lo que va de setiembre, las temperaturas diurnas y nocturnas del aire se mantienen más altas de lo normal, aunque con menores valores y anomalías, respecto a lo presentado en el pasado mes, influenciado por el incremento y la persistencia de los vientos del sur (**Figura 13**).

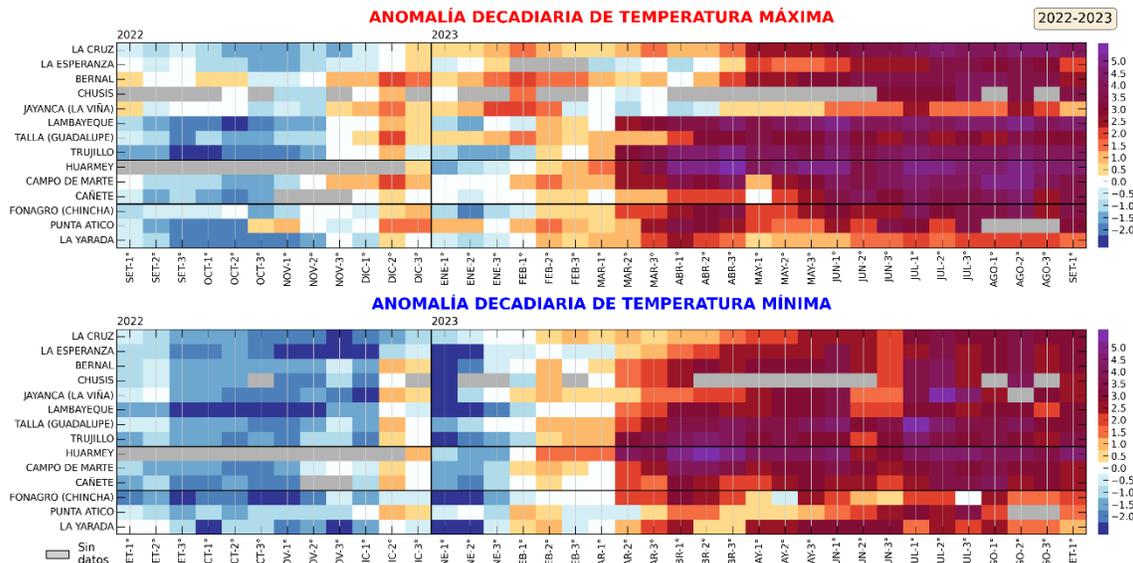


Figura 13. Anomalías decadales (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI.

En el litoral de Perú, se evidenció la tendencia descendente las las anomalías de la TSM, presentando valores de 2°C y 3°C frente al litoral norte y centro, respectivamente, para inicios de setiembre. Estas condiciones estarían asociadas al paso de la onda Kelvin fría que arribó por el norte en el mes de agosto. Por otra parte, frente al litoral sur se mantienen las anomalías de hasta 2°C desde la segunda quincena de agosto (**Figura 14**).

El Niño costero 2023 continuó su desarrollo como una ola de calor marina (OCM), con una duración de 196 días al 9 de septiembre (**Figura 15**). Entre la última semana de agosto y la primera semana de septiembre, la cobertura espacial de la OCM disminuyó ligeramente en el área entre los 2° S y 15° S y dentro de las 150 mn de la costa, pasando de $3,77 \times 10^5 \text{ km}^2$ a $3,49 \times 10^5 \text{ km}^2$. El área con anomalías de TSM $> + 4 \text{ }^\circ\text{C}$ mostró una expansión temporal a fines de agosto, para luego tender a desaparecer en los últimos días. La anomalía acumulada al 9 de septiembre alcanzó $693,22 \text{ }^\circ\text{C} \times \text{días}$, superando en más de un 130 % a lo registrado durante El Niño Costero 2017 (Pietri et al., 2021).

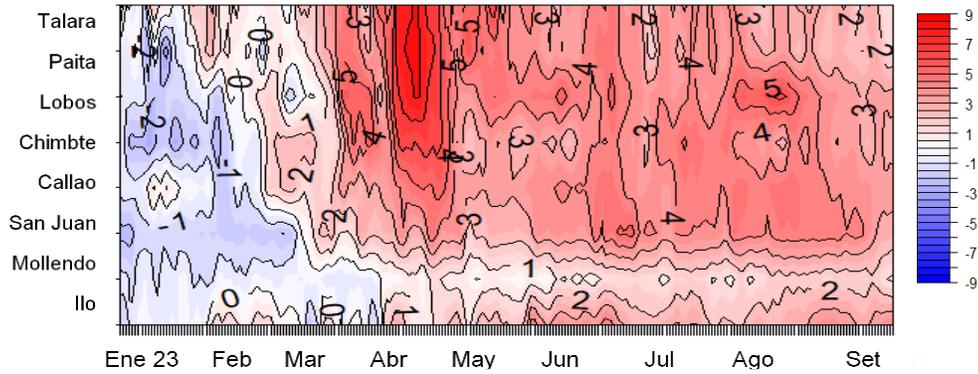


Figura 14. Diagrama Hovmöller de anomalía de TSM diaria en el litoral peruano del 1 de enero al 10 de setiembre 2023. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

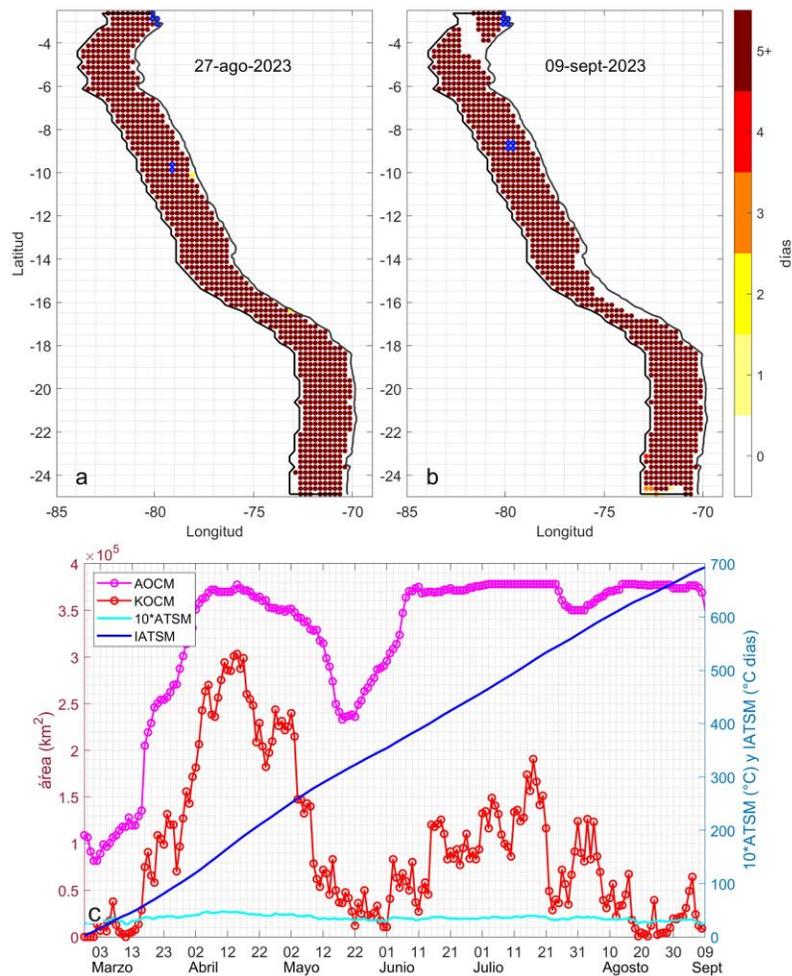
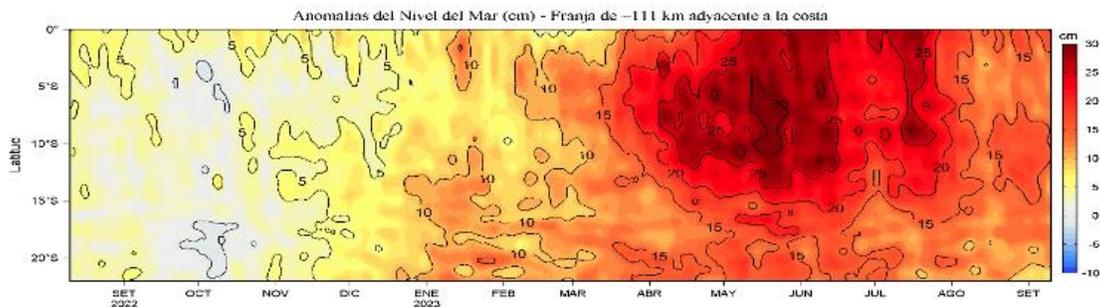


Figura 15. Extensión de la ola de calor marina (OCM) dentro de la franja de 150 millas frente a la costa el 27 de agosto (a) y el 9 de septiembre del 2023 (b); la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM superó el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando el período 1982-2011 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). Fuente: OISST 2.1; procesamiento: IMARPE

En la franja de 60 mn adyacentes a la costa, la anomalía del nivel del mar presentó un ligero incremento, desde la segunda quincena de agosto, a valores superiores a +15 cm, principalmente entre Chicama y Pisco. En los primeros 10 días de setiembre, las ANM disminuyeron en gran parte de la franja, alcanzando valores mínimos puntuales de aproximadamente +10 cm en el norte y al sur de Pisco. En la costa central persistieron valores de hasta +16 cm (**Figura 16**), posiblemente asociados a la presencia de un remolino anticiclónico cerca de la costa. En el litoral, el nivel del mar, al igual que la temperatura superficial del mar, evidenció la caída de sus anomalías en agosto y en lo que va de setiembre, relacionándose con el paso de la onda Kelvin fría que arribó en agosto en la zona norte del país, lo cual habría desarrollado anomalías cercanas a cero para fines de agosto e inicios de setiembre (**Figura 17**).

a)



b)

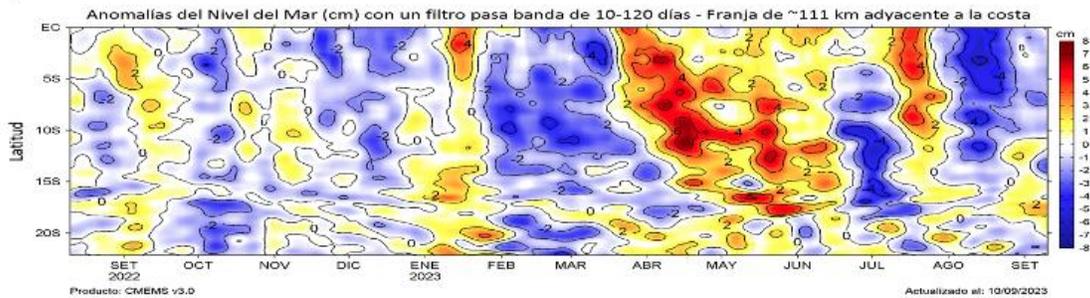


Figura 16. Evolución diaria de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos trece meses, al 27 de agosto 2023. Fuente: CMEMS v3.0.

Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

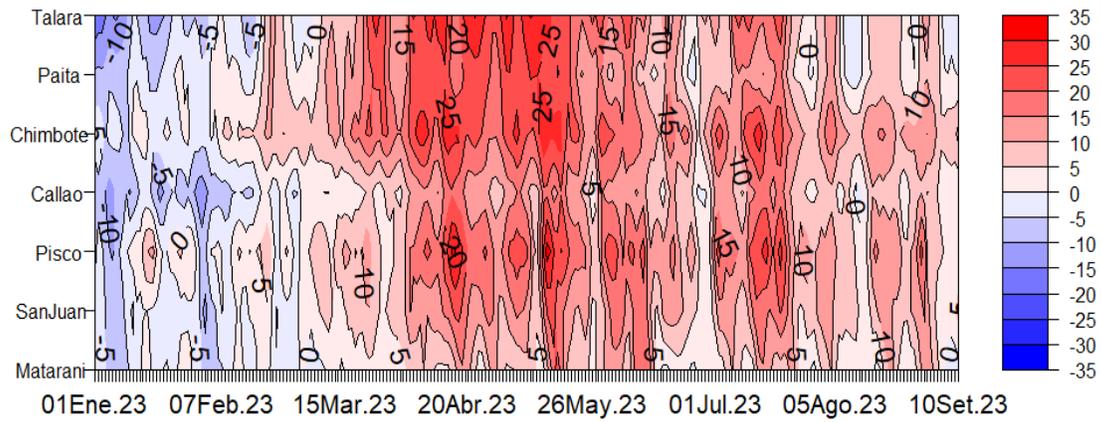


Figura 17. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM en el litoral de Perú (con filtro móvil anual) del 1 de enero al 10 de setiembre 2023, Climatología: 1991-2020. Procesamiento: DIHIDRONAV.

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015), basado en la media móvil de tres anomalías mensuales de la TSM registradas en los muelles ubicados desde Paita hasta Ilo, mostró un valor de $+3,46$ °C para el trimestre JJA y un valor temporal de $+3,41$ para JAS, correspondientes a condiciones cálidas muy fuertes. Por su parte, el índice ITCP (Quispe-Ccallauri et al., 2018), basado en las anomalías mensuales de TSM satelitales para la banda de 40 km adyacente a la costa, presentó un valor de $+2,3$ para JJA y su valor preliminar para JAS es $+2,1$ (**Figura 18**). Ambos índices muestran una estabilización en sus magnitudes desde AMJ.

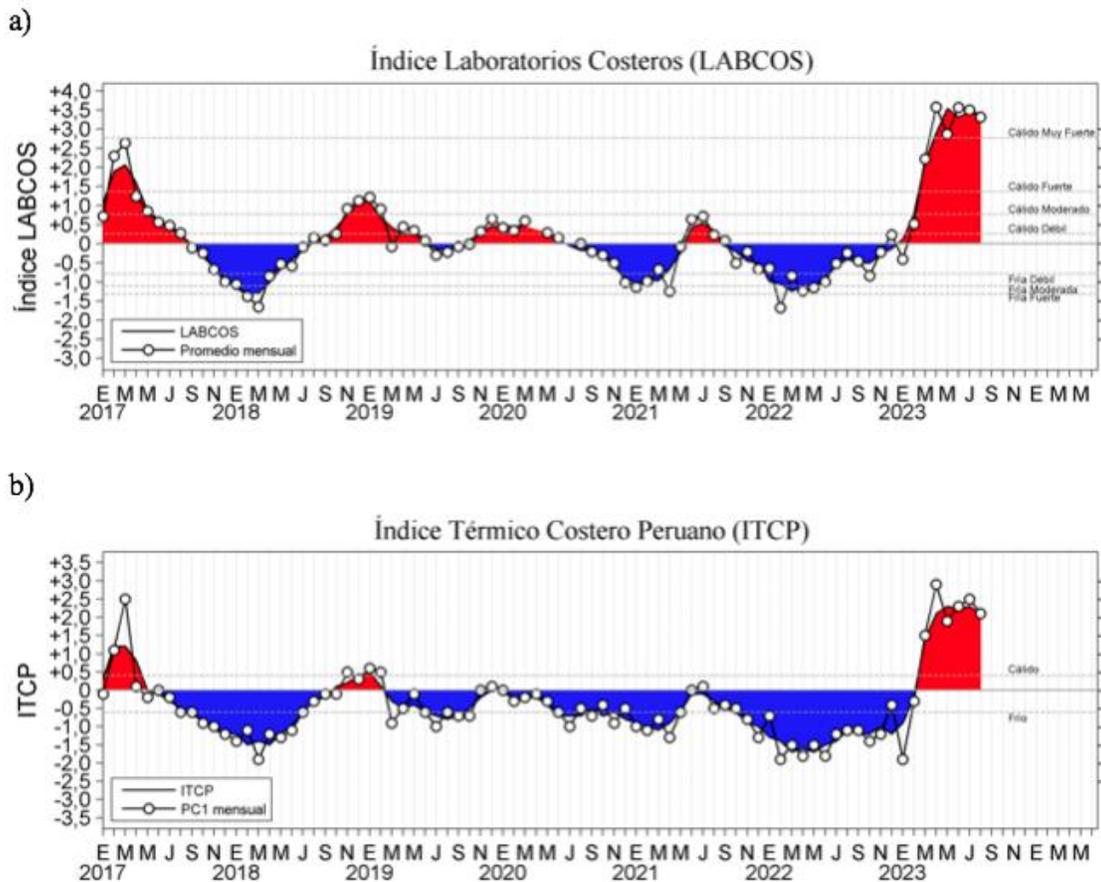


Figura 18. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) del año 2000 al 2023.

Respecto a la temperatura subsuperficial, entre la última semana de agosto y el 10 de septiembre, dentro de las 200 mn frente a la costa norte, entre Tumbes y Piura, se observó una atenuación de las anomalías positivas sobre los 70 m de profundidad, pasando de núcleos con anomalías de hasta +4 °C, en la última semana de agosto, a anomalías de +2 °C, en promedio, en la segunda semana de septiembre. En cambio, entre los 100 y 300 m de profundidad se observó una expansión vertical de las anomalías superiores a +0,5 °C (**Figura 19 y 20**).

Dicha expansión también se detectó fuera de las 70 mn frente a Chicama, entre la última semana de agosto y el 08 de setiembre (**Figura 21**), asociada a la profundización de la termoclina y de la oxiclina por debajo de su climatología (**Figura 22**). Asimismo, considerando los registros de boyas Argo frente a la costa norte, entre la última semana de agosto y el 10 de septiembre, la capa superior con anomalías térmicas mayores a +2 °C se expandió de 80 a 120 m. Todas estas observaciones sugieren el inicio del arribo de la onda Kelvin cálida en el norte del mar peruano (**Figura 23**).

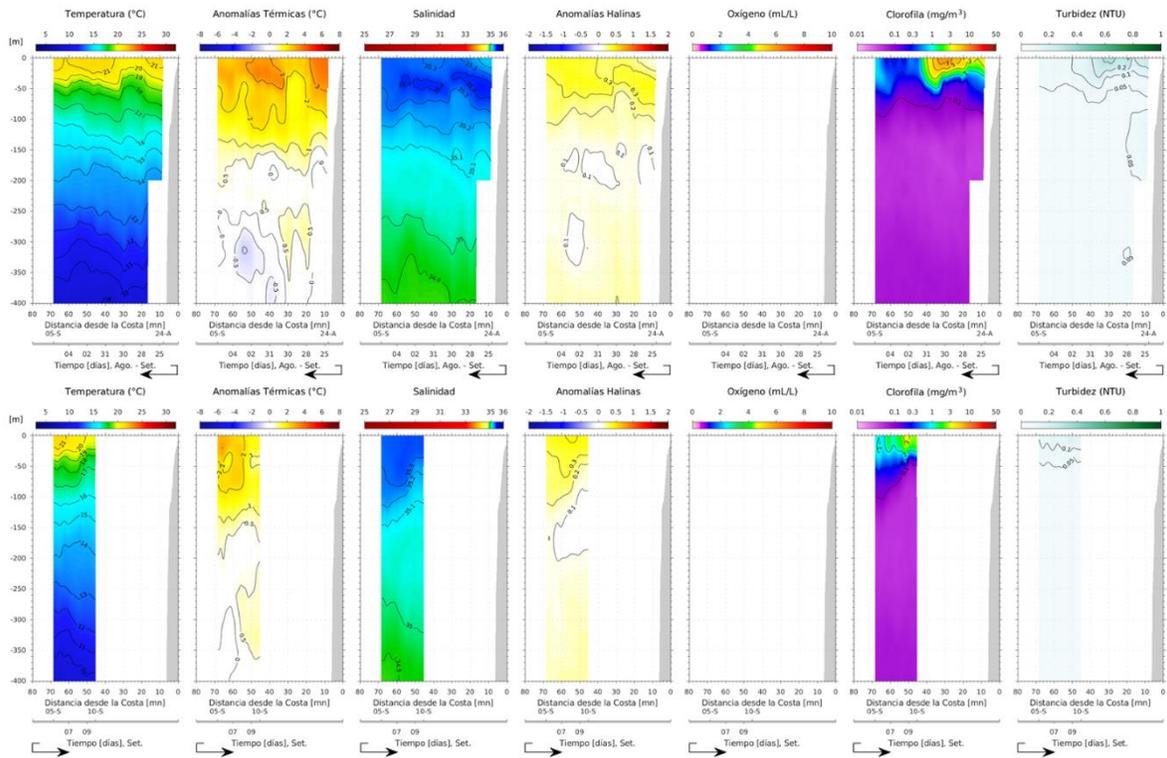


Figura 19. Sección vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas, oxígeno (mL L^{-1}), clorofila (mg m^{-3}) y turbidez (NTU); así como, (b) corrientes marinas (cm s^{-1}) integradas del glider Mochica en su recorrido frente a Negritos – Talara, registrados del 24 de agosto al 10 de septiembre.

Finalmente, frente a la costa central, entre finales de agosto e inicios de setiembre y dentro de los 400 km frente a la costa, las anomalías térmicas variaron entre $+1^{\circ}\text{C}$ y $+5^{\circ}\text{C}$, sobre los 150 m de profundidad principalmente, con las anomalías más intensas entre Punta Falsa y Punta Bermejo; mientras que por debajo de esta capa predominaron condiciones térmicas de acuerdo con su climatología (**Figuras 24 y 25**).

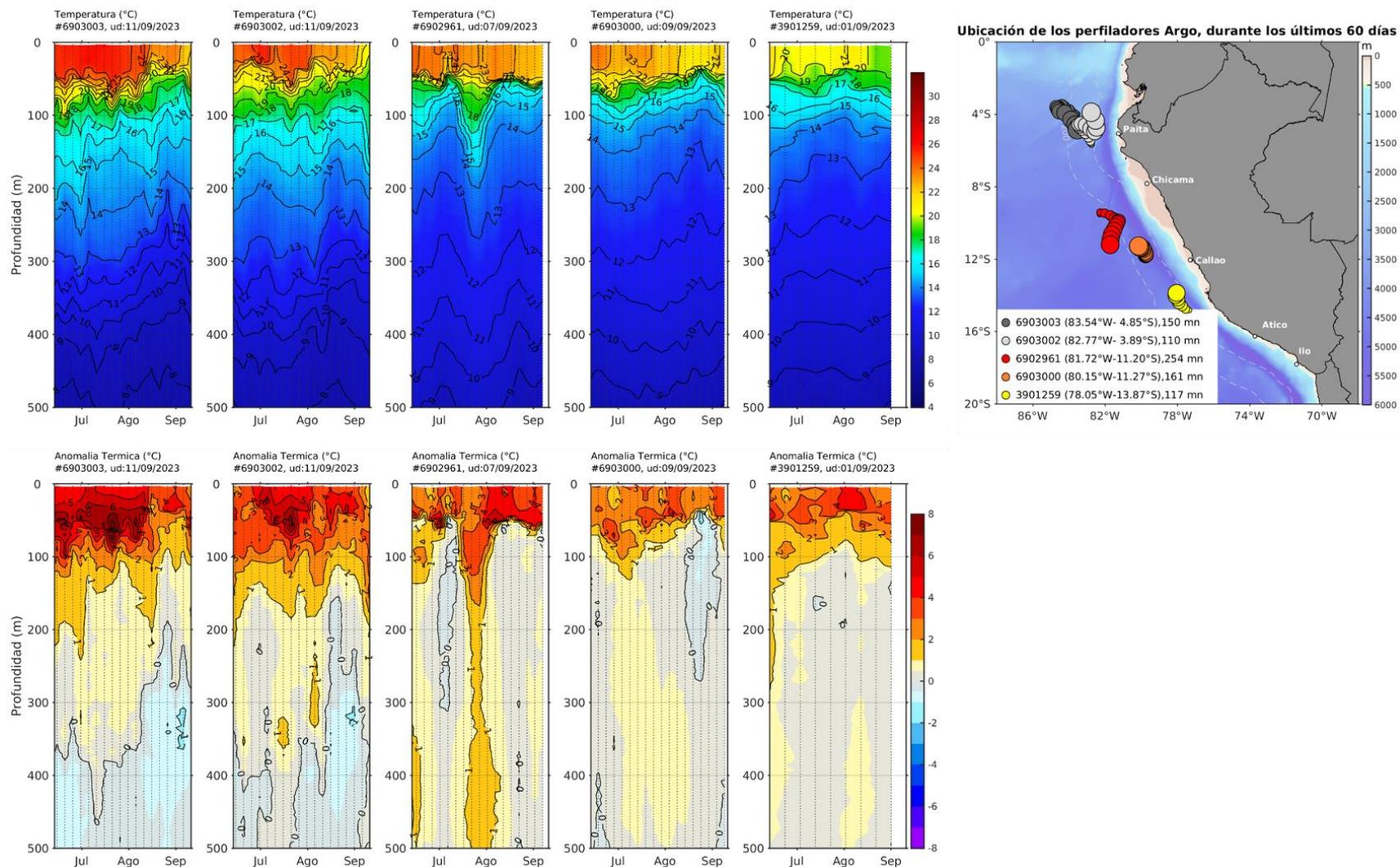
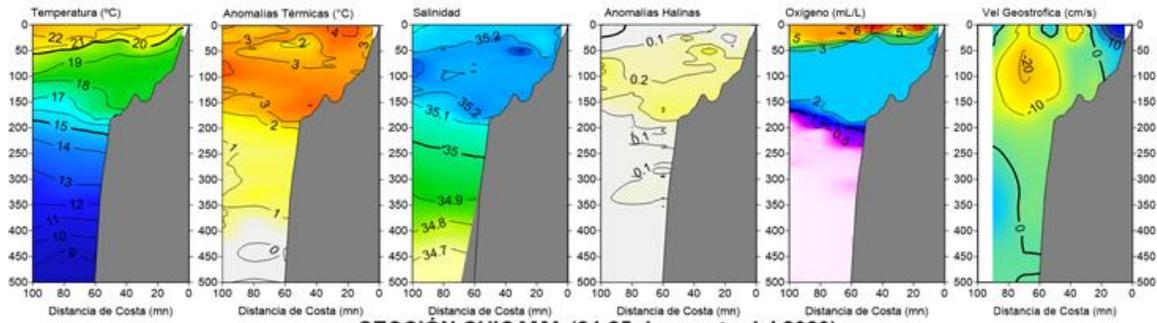
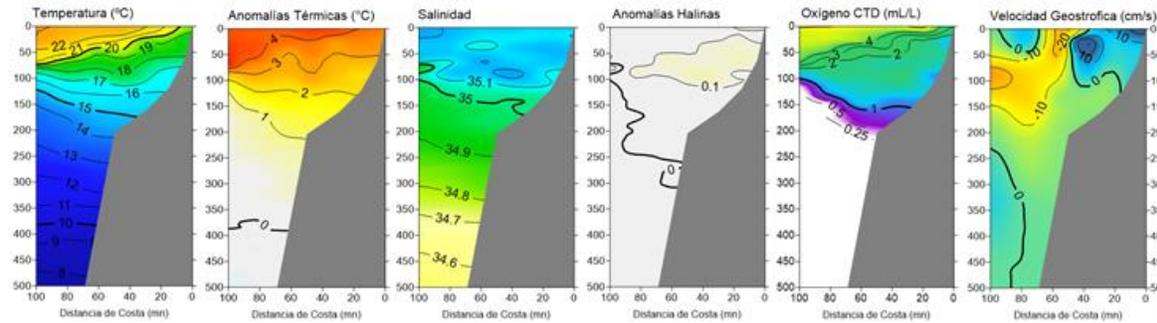


Figura 20. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (julio-agosto). Climatología: 1991-2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

SECCIÓN CHICAMA (19 de julio del 2023)



SECCIÓN CHICAMA (24-25 de agosto del 2023)



SECCIÓN CHICAMA (8 setiembre 2023 del 2023)

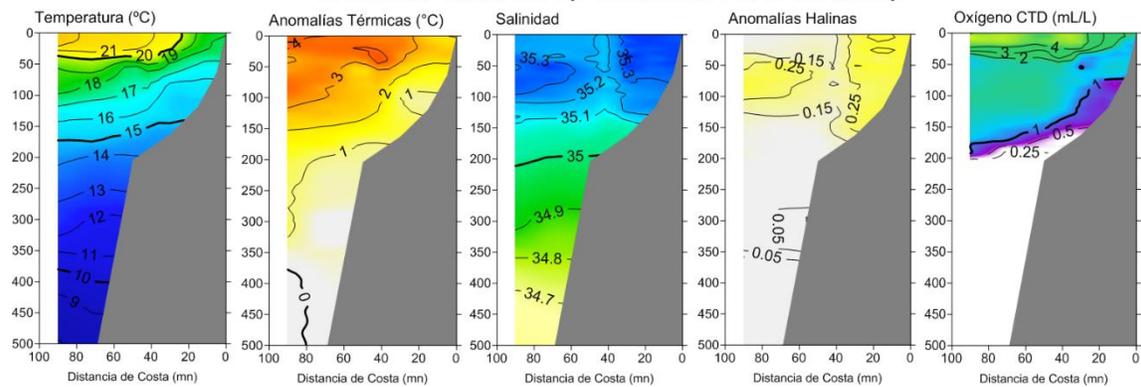


Figura 21. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Chicama entre el 19 de julio y el 08 de setiembre de 2023. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

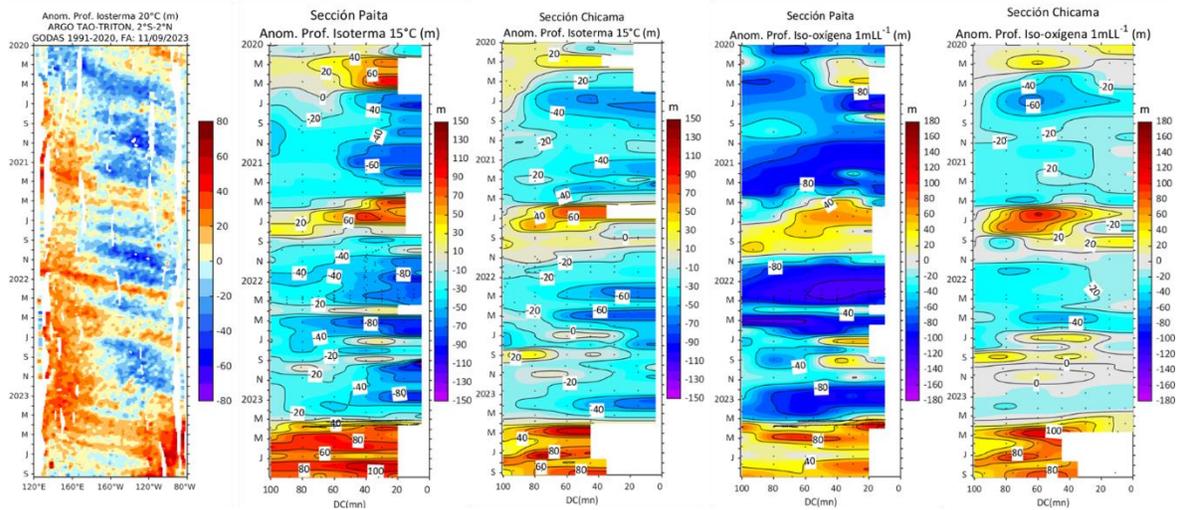


Figura 22. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 en el Pacífico ecuatorial (ARGO/ TAO Triton) y anomalías de la profundidad de la isoterma de 15 °C y de la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹, indicadores de la termoclina y de la oxiclina, respectivamente, frente a Paita y Chicama, estimadas en base a los monitoreos mensuales realizados por el IMARPE. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

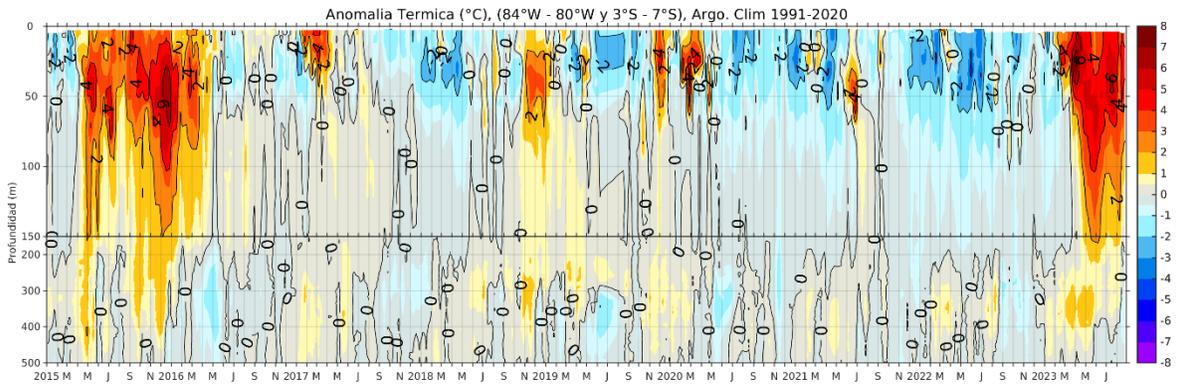
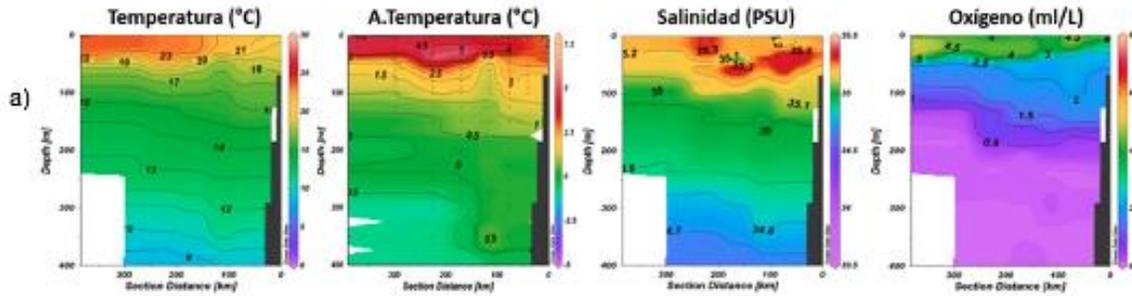
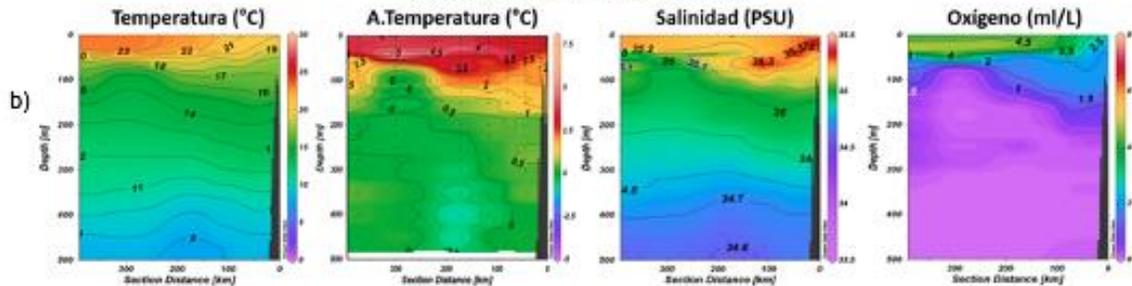


Figura 23. Anomalía térmica en base a los perfiladores ARGO, frente al zona norte; climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023).

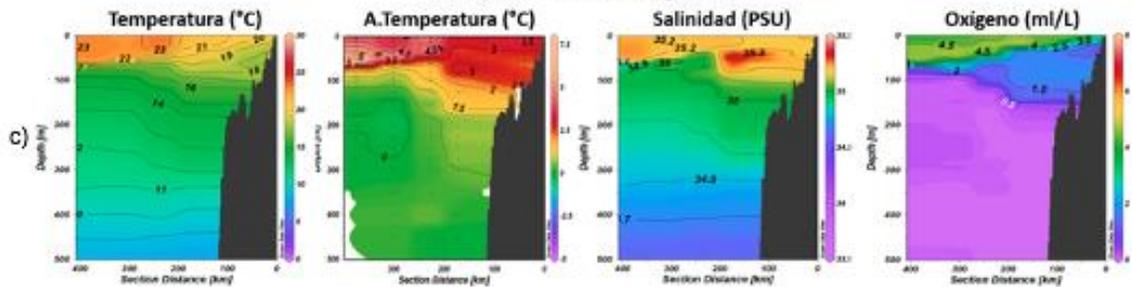
Paita 24-25 de agosto



Punta Falsa 27-28 de agosto



Chicama 29-30 de agosto



Chimbote 31 de agosto-01 de setiembre

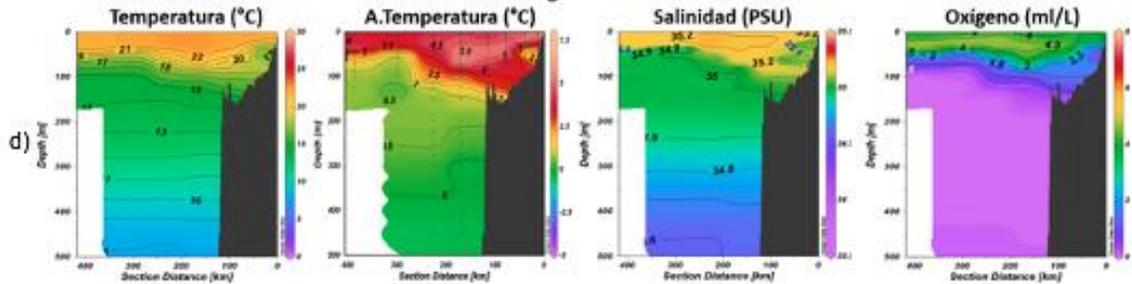


Figura 24. Perfiles de Temperatura, anomalía de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto registrados por el BAC CARRILLO durante el crucero oceanográfico de la marina de guerra del Perú "Cruc0823" Paita (24 agosto - 01 setiembre). Fuente y elaboración: DIHIDRONAV.

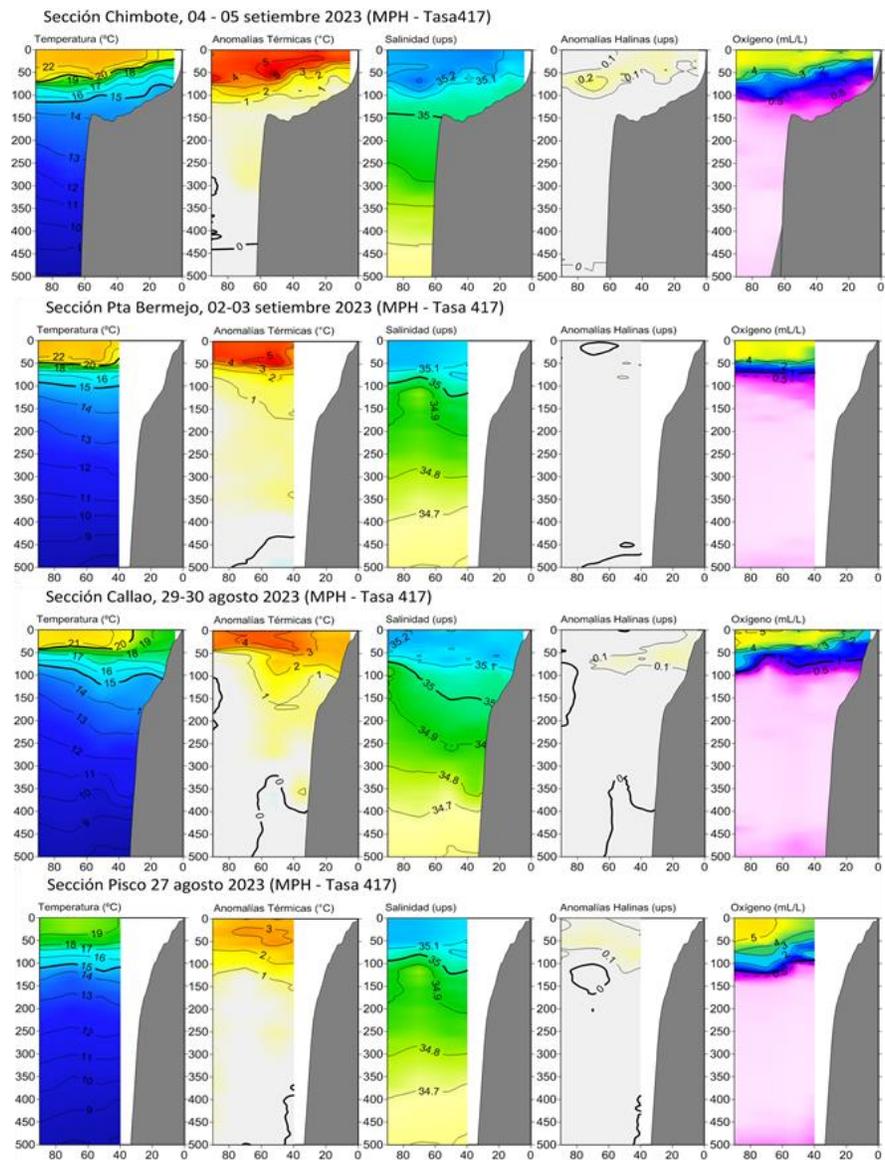


Figura 25. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Chimbote, Punta Bermejo, Callao y Pisco, dentro de las 80 mn, entre el 27 de agosto y 05 de setiembre de 2023. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

La salinidad superficial del mar (SSM) desde fines de agosto hasta setiembre, mostró la permanencia de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) en el extremo norte del litoral y de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) al norte de Punta Sal (**Figura 26 y 27**). Desde Talara hasta al menos Pisco, las Aguas Subtropicales Superficiales han mantenido su acercamiento a la costa, mostrando un predominio de concentraciones entre 35,2-35,4 (**Figura 28 y 26**) y que habrían alcanzado un espesor de 120 m (Negritos), 100 m (Chicama) y 90 m (Chimbote) (**Figura 19, 21 y 25**). Al sur de Atico, en setiembre, se observó una mayor presencia de las aguas costeras frías (ACF), según el modelo MERCATOR (**Figura 26**).

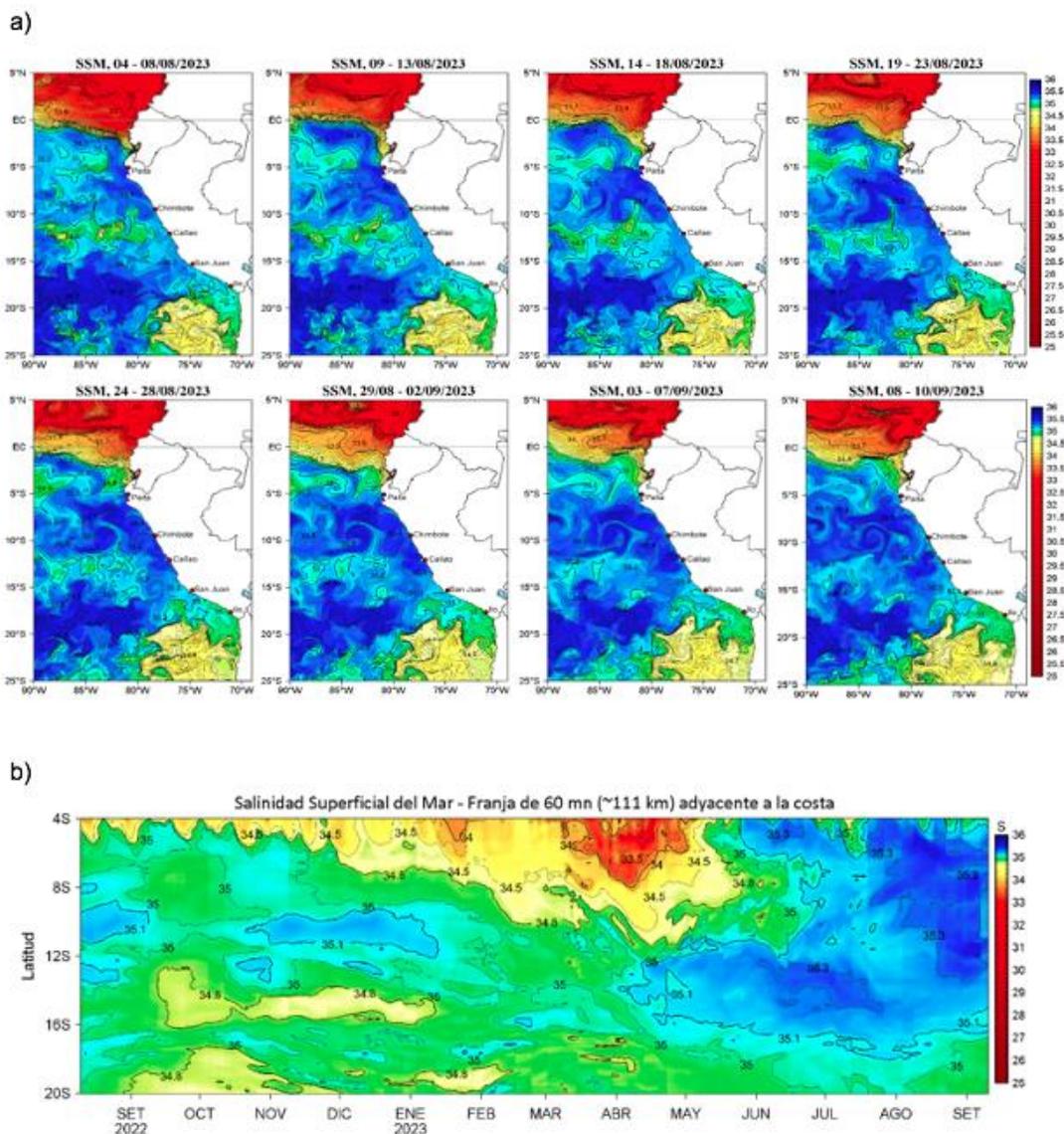


Figura 26. (a) Distribución quincenal de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el mes de abril y lo que va de mayo del 2023. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 27 de agosto de 2023. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, 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: LHFMAFIOF/DGIOCC/IMARPE.

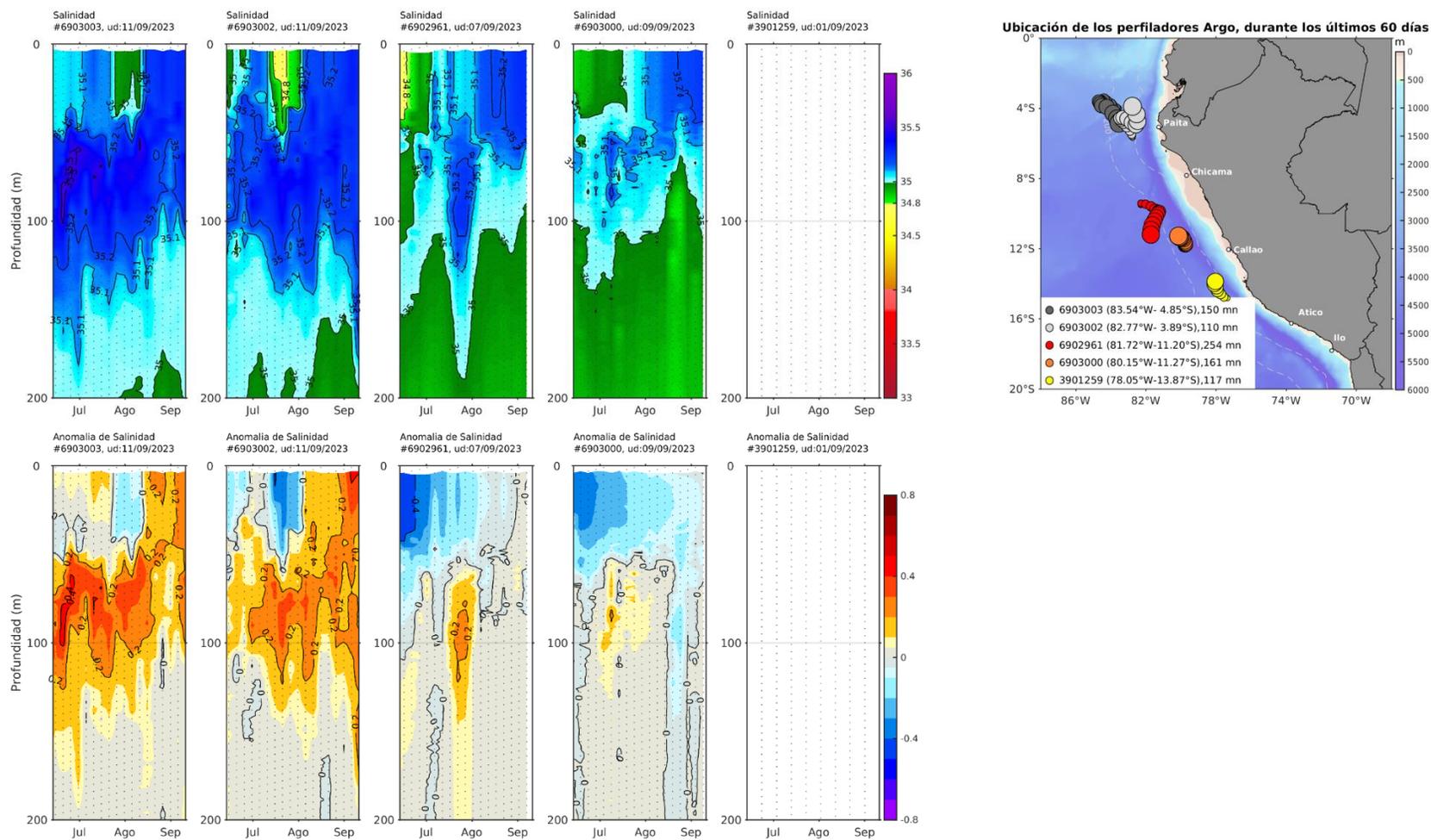


Figura 27. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE

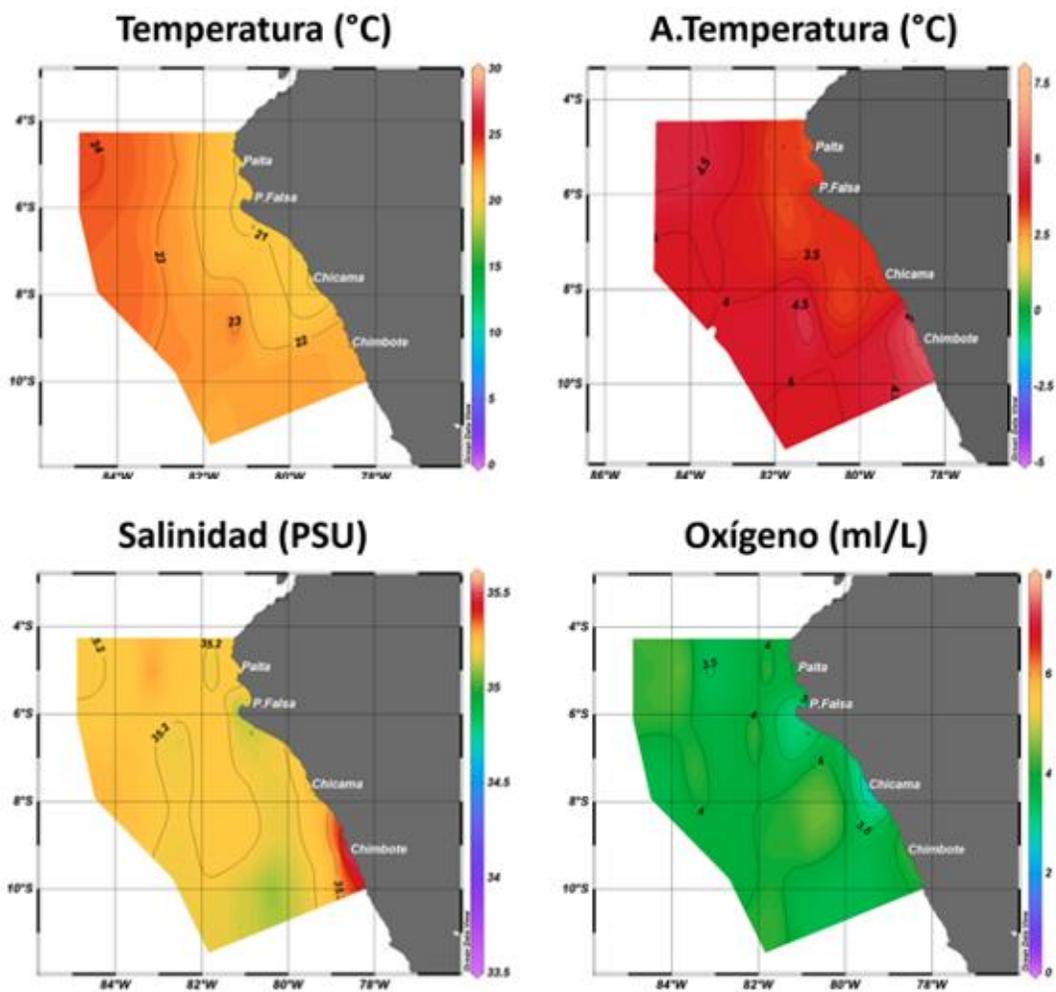


Figura 28. Temperatura superficial, anomalía de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto registrados por el BAC CARRILLO durante el crucero oceanográfico de la marina de guerra del Perú "Cruc0823" Paiza (24 agosto - 01 setiembre). Fuente y elaboración: DIHIDRONAV.

Las concentraciones de oxígeno disuelto (OD) entre Callao y Chicama presentaron valores entre 2 y 5 mL L⁻¹ por encima de los 50 m dentro de las 90 mn entre fines de agosto e inicios de septiembre. La profundidad del límite superior de la Zona de Mínima de Oxígeno (ZMO; OD < 0,5 mL/L) alcanzó los 200 m frente a Chicama y entre 80 y 100 m frente a Chimbote y Callao. Asimismo, se detectó el ascenso de las iso-oxígenas señalando procesos recientes de afloramiento costero (**Figura 22, 28 y 29**).

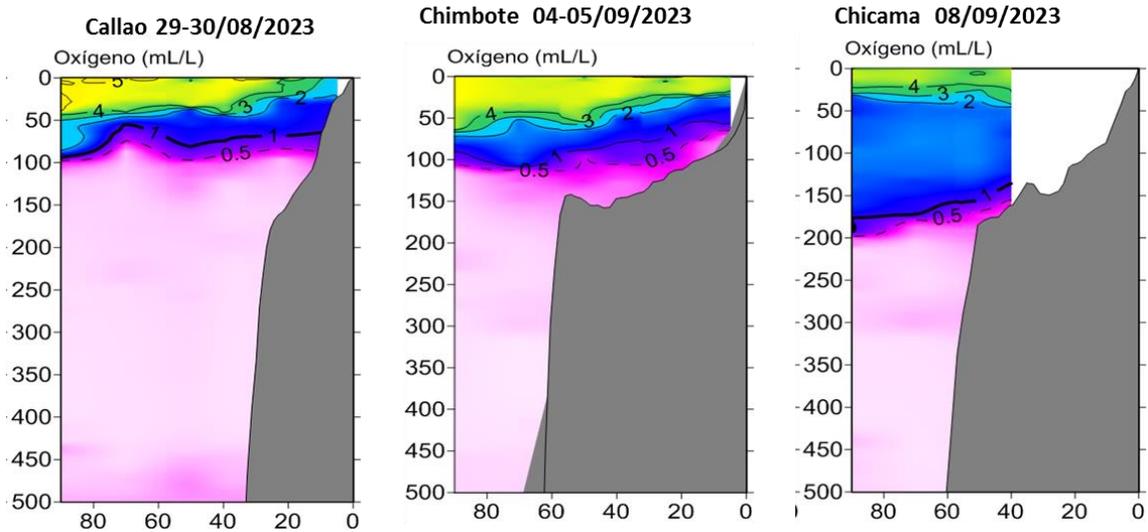


Figura 29. Distribución vertical de Oxígeno Disuelto (mL L⁻¹) en las secciones de Callao, Chimbote y Chicama, desarrolladas entre fines de agosto a inicios de septiembre 2023.

3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, presentó concentraciones de $1 \mu\text{g L}^{-1}$ al sur de Lambayeque, dentro de las 30 mn, y de $3 \mu\text{g L}^{-1}$ frente a Paita, dentro de las 60 mn. Frente a la costa central y sur predominaron anomalías ligeramente negativas ($-1 \mu\text{g L}^{-1}$) o condiciones neutras, mientras que frente a la costa norte se llegaron a detectar anomalías superiores a $+4 \mu\text{g L}^{-1}$ (**Figura 30 y 31**). El incremento de la productividad en el norte de la costa peruana también ha sido registrado por observaciones *in situ*, donde el glider frente a Negritos y la sección Paita hacia fines de agosto registraron valores mayores a $5 \mu\text{g L}^{-1}$ a 20-60 mn y por encima de los 20 m de profundidad (**Figura 19, 31 y 32**).

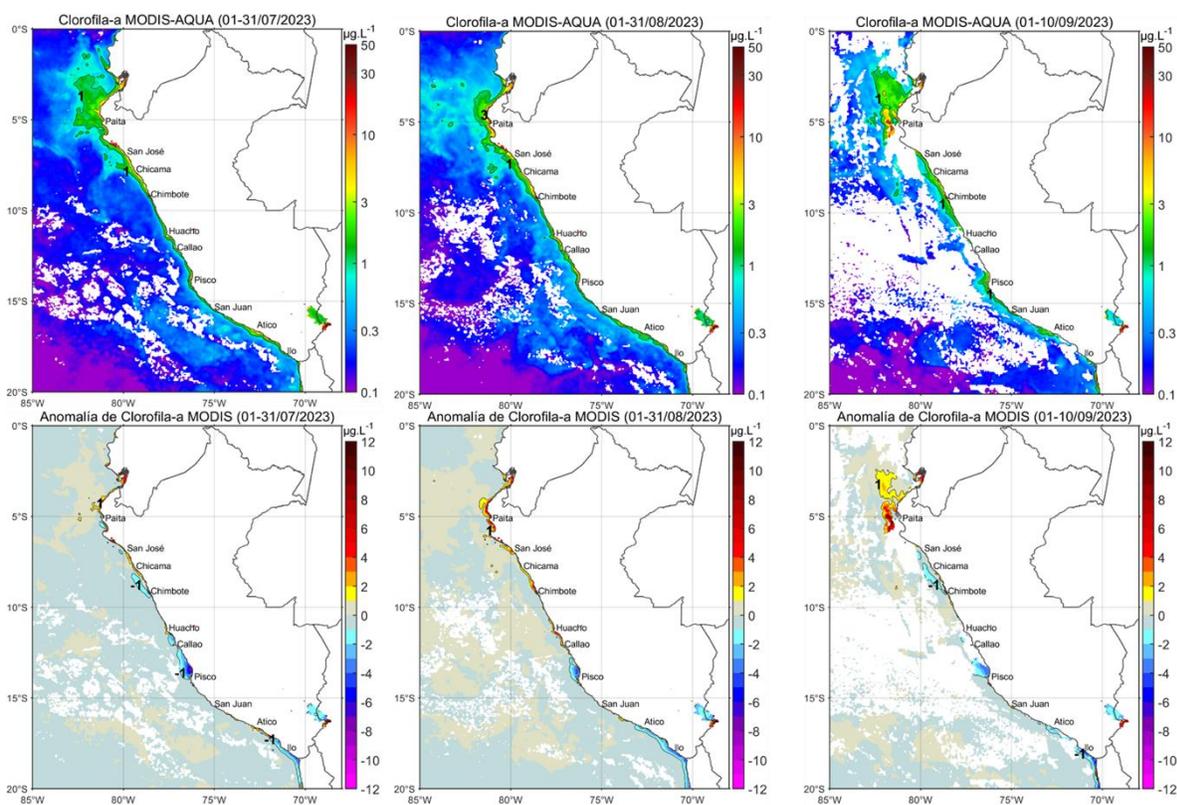


Figura 30. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel superior) y su anomalía ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel inferior), durante mayo, julio y lo que va de agosto de 2023 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

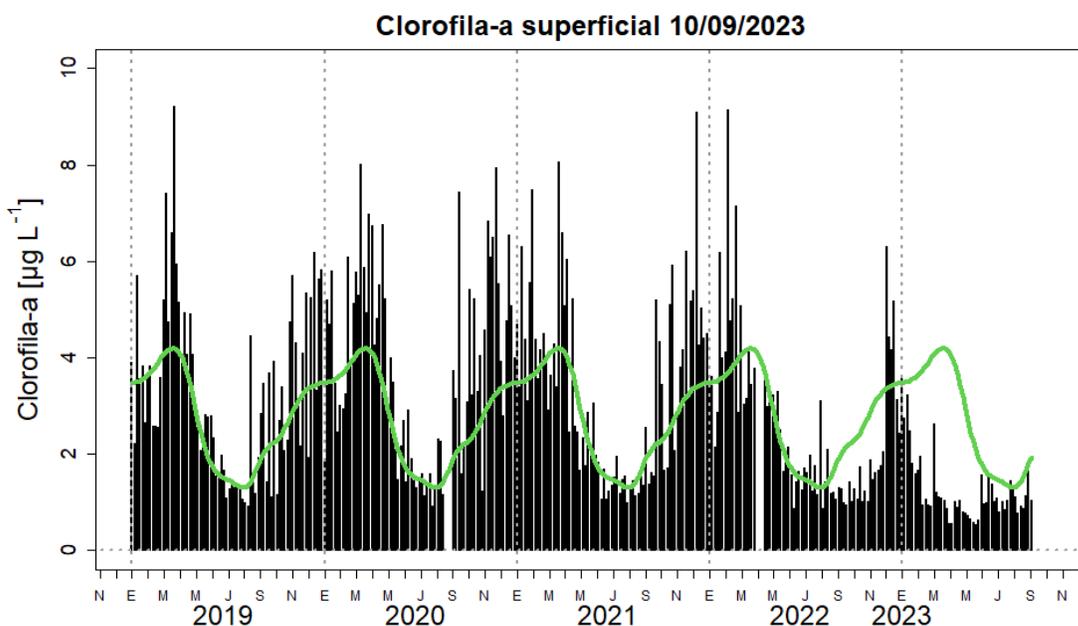


Figura 31. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre 4° S - 16° S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

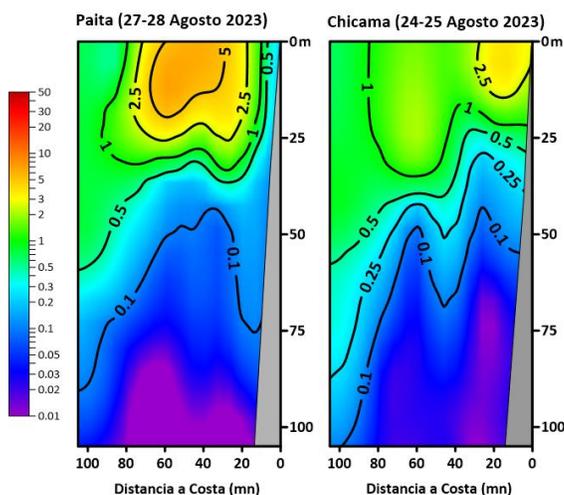


Figura 32. Distribución vertical de clorofila-a ($\mu\text{g L}^{-1}$) en la sección Paita y Chicama entre el 27 al 28 y entre el 24 al 25 de agosto del 2023.

Respecto a los recursos pelágicos pesqueros, en la región norte-centro, el monitoreo de la condición biológica y pesquera de la anchoveta (*Engraulis ringens*) indicó que los cardúmenes del recurso se mantuvieron dentro de las 40 mn costeras, con profundidad hasta los 140 m, ligeramente mayor al mes anterior, debido a la persistencia de anomalías térmicas entre $+1^{\circ}\text{ C}$ a $+4^{\circ}\text{ C}$ en los primeros 100 m de la columna de agua (**Figura 33**). Los indicadores reproductivos de anchoveta peruana del stock norte-centro mostraron procesos de maduración gonadal y desove correspondientes a su periodo de máxima intensidad de desove (**Figura 34**).

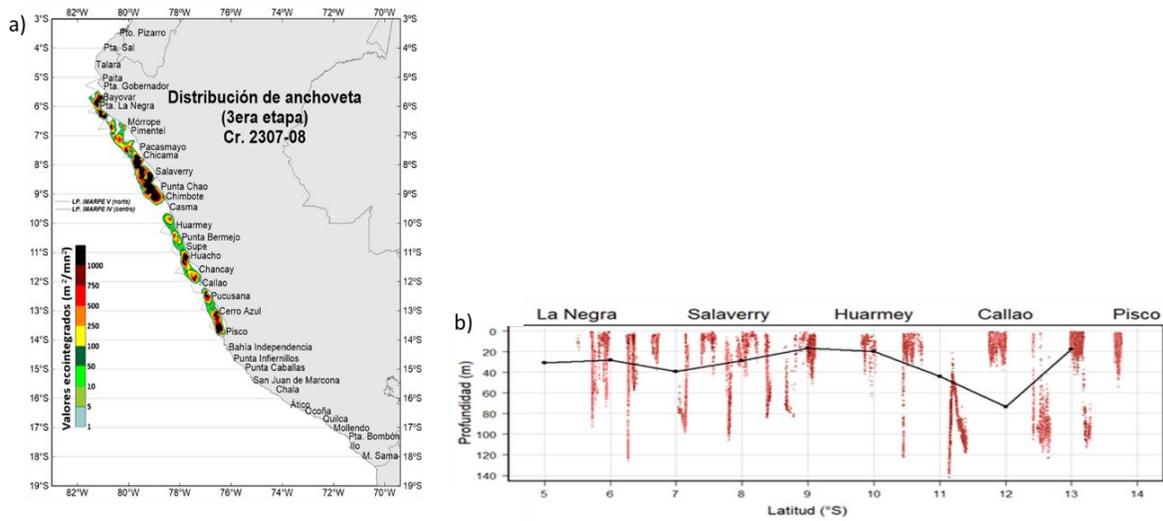


Figura 33. Distribución de anchoveta a) en superficie y b) en la columna vertical.

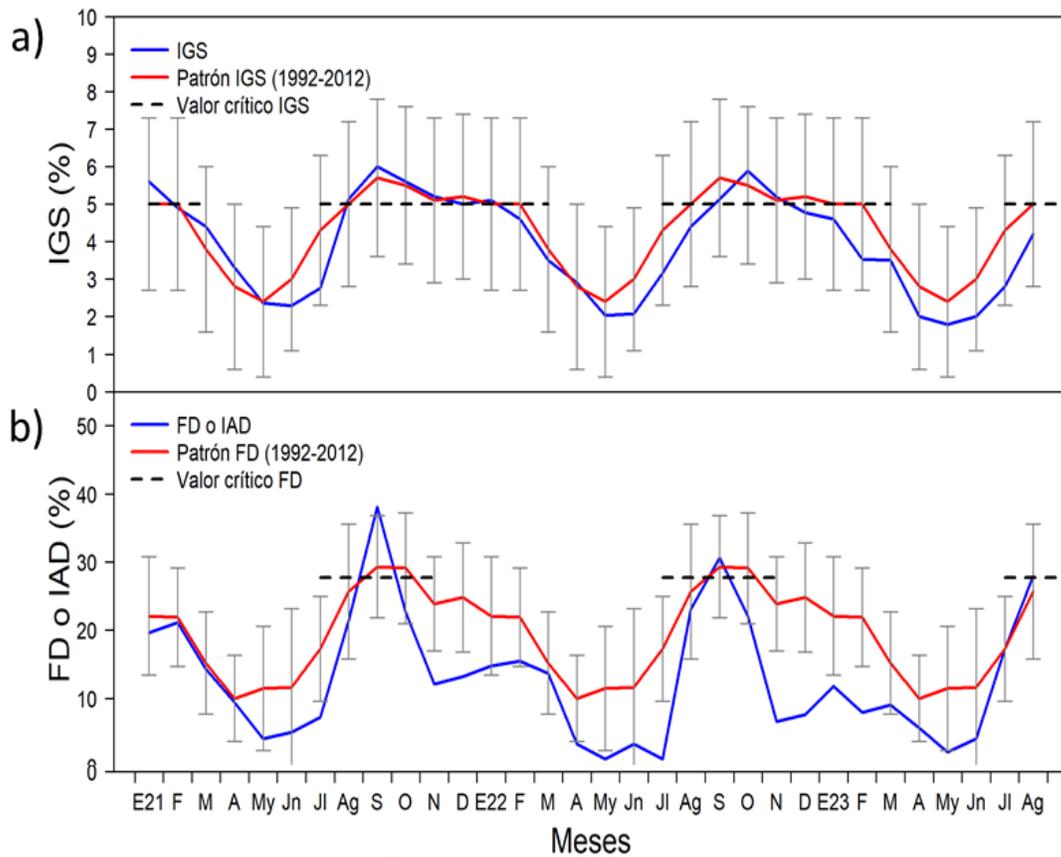


Figura 34. Indicadores reproductivos a) Índice gonadosomático y b) Fracción desovante de la anchoveta. Periodo enero del 2021 a agosto del 2023.

En el caso de las especies transzonales, estas fueron registradas en la zona costera del mar peruano dentro de las 30 mn desde fines de agosto y en los primeros días de setiembre. El bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) continuó presentando una cobertura desde Máncora (Piura) a Los Palos (Ilo), con una importante zona de concentración frente a Pimentel, zona donde las anomalías térmicas presentaron valores alrededor de +3 °C. La caballa (*Scomber japonicus peruanus*) se distribuyó desde Talara hasta Atico. La zona de mayor abundancia se registró de Talara a Sechura, donde las ASS se presentaron con mayor intensidad. El jurel (*Trachurus murphyi*) se registró principalmente en el sur, entre San Juan de Marcona y Los Palos, con condiciones térmicas de +1 °C y aguas de mezcla entre las aguas costeras frías (ACF) y ASS (Figura 35). En cuanto a la condición reproductiva, las especies transzonales presentaron mayores procesos de maduración gonadal y desove, de las cuales la caballa presentó un momento reproductivamente activo (Figura 36).

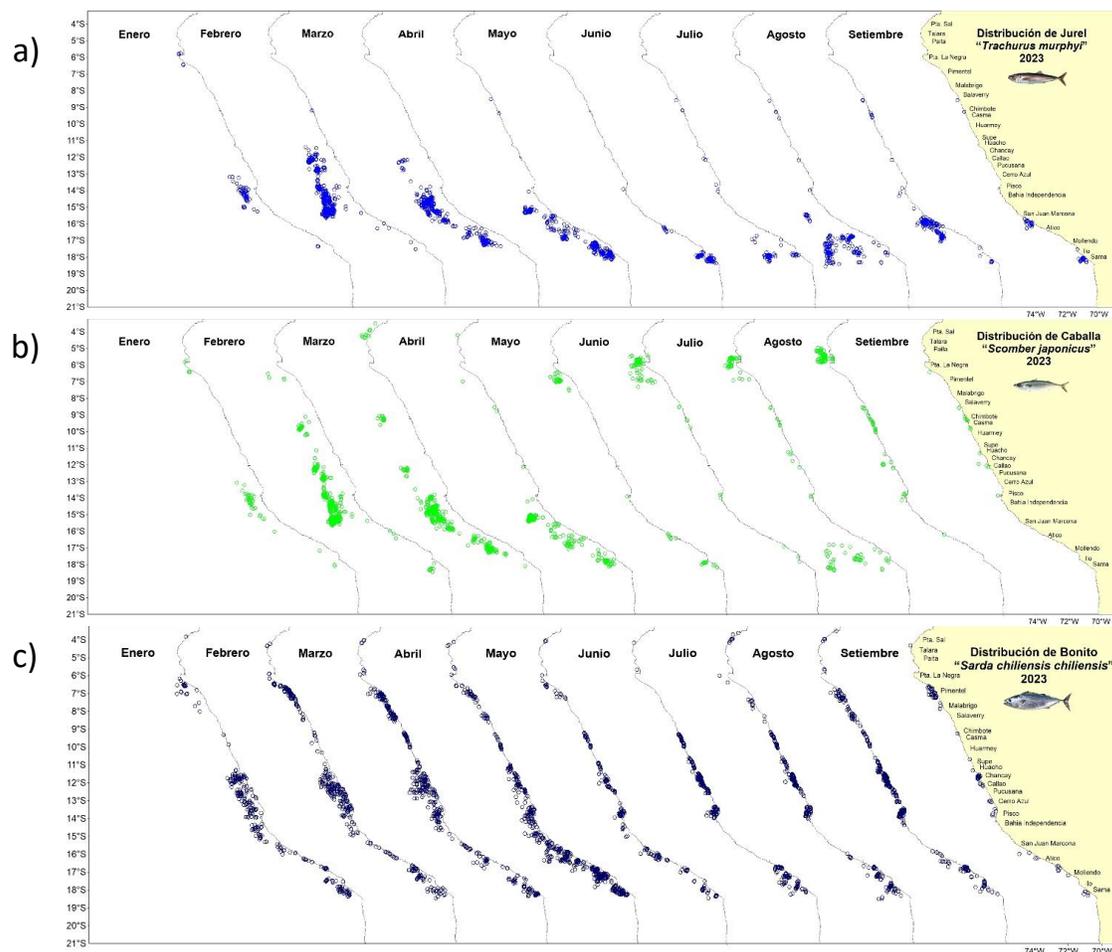


Figura 35. Distribución mensual de a) bonito, b) caballa y c) jurel durante enero – 08 setiembre 2023

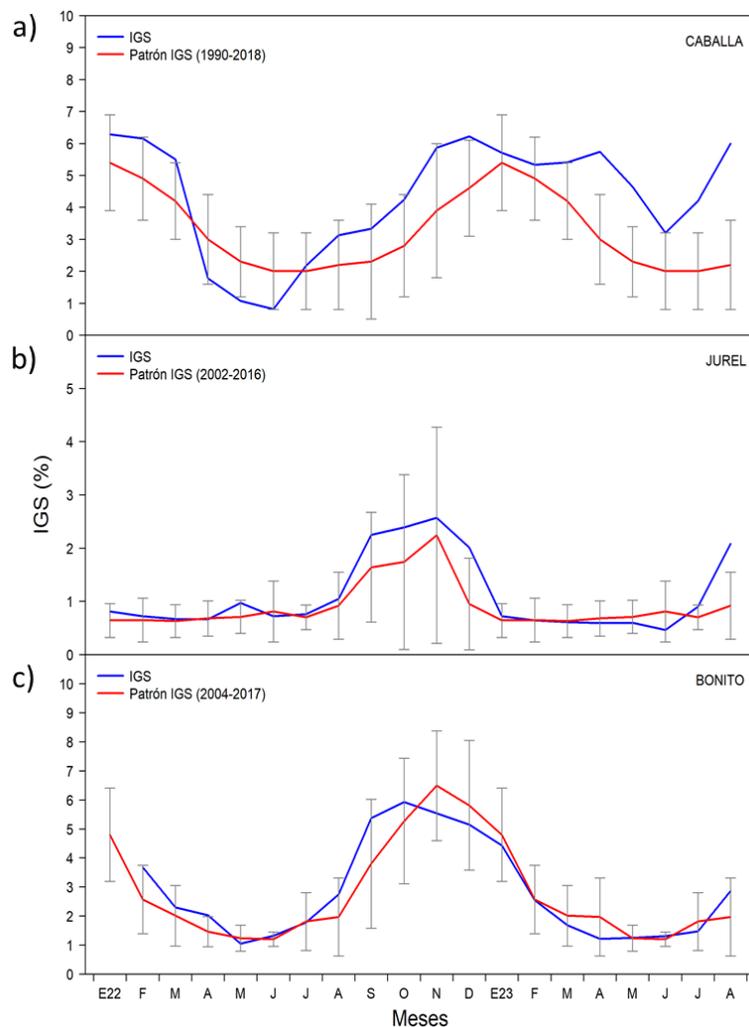


Figura 36. Índice gonadosomático de a) caballa, b) jurel y c) bonito. Periodo enero del 2022 a agosto del 2023.

Respecto a los recursos demersales, del 01 al 10 de setiembre, la actividad de la flota industrial arrastrera se desarrolló en el área comprendida desde el extremo norte del litoral peruano hasta Paita. 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 37**). 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 38**). Por otro lado, continúa el incremento de la abundancia de los individuos de menor tamaño, principalmente entre los 4° S y 6° S, observado en la quincena anterior (**Figura 39**).

Se observó una disminución de los desembarques de los recursos calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y langostino café (*Penaeus californiensis*), a diferencia de los recursos concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y pulpo (*Octopus mimus*), cuyos desembarques se incrementaron respecto al mes precedente. En cuanto al calamar común (*Doryteuthis gahi*) se reportaron desembarques a bajos niveles. El calamar gigante se encontró distribuido entre

Talara y Morro Sama, mostrando las mayores concentraciones en la zona norte, entre Paita y Punta La Negra (**Figura 40**).

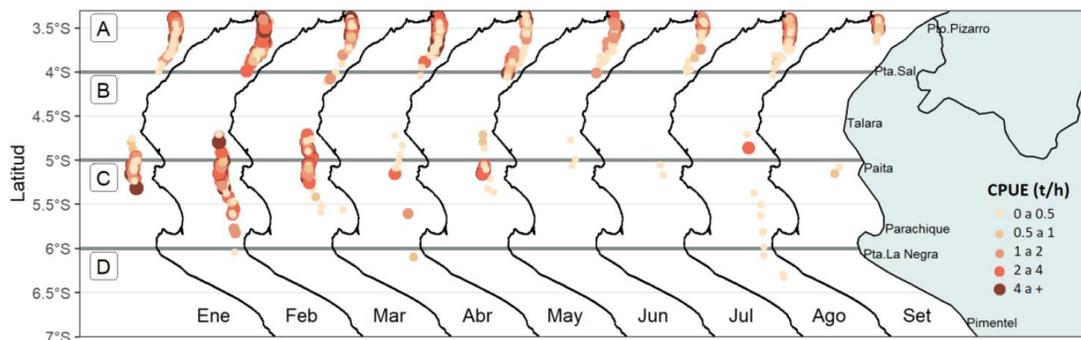


Figura 37. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en t/h) por lance de pesca entre los meses de enero a setiembre 2023 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza

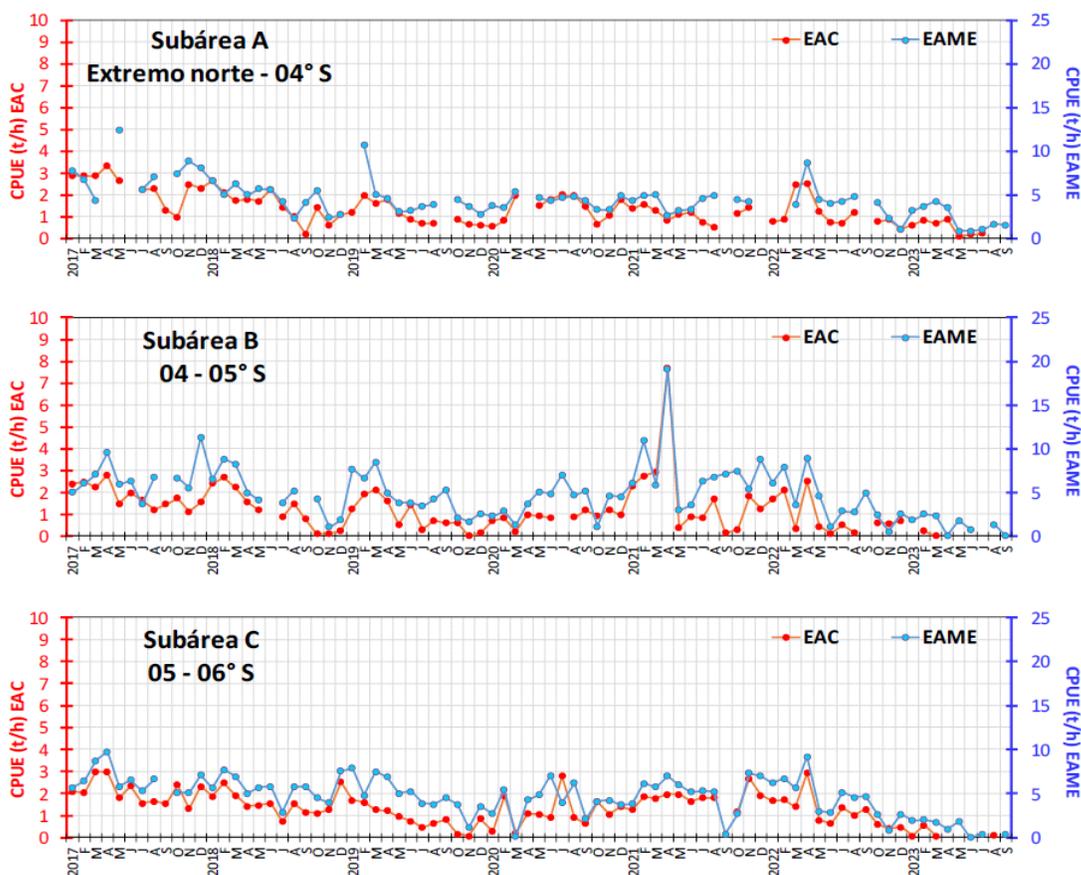


Figura 38. CPUE mensual (t/h) por subárea de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

3.4. Condiciones hidrológicas

Durante agosto y los primeros diez días de setiembre, los ríos de la costa norte, centro y sur continuaron reportando caudales entre lo normal a sobre lo normal. Contrariamente, en las vertientes de las Amazonas y del Titicaca se observaron caudales por debajo de lo normal a excepción de los ríos Pampas y Apurímac, los cuales estuvieron dentro de sus condiciones normales (**Tabla 4**).

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

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)								Promedio (m3/s)	Anomalía (%)
		Ago-23				Set-23					
Pacífico Norte	Tumbes	33.1	30.2	34.1	31.1	31.5	27.0	26.3	23.7	29.6	32.6
	Chira	43.7	35.7	42.8	47.9	39.1	30.3	28.6	56.7	40.6	32.9
	Piura	8.5	5.8	4.8	4.4	4.1	4.3	2.8	1.7	4.5	1000.0
	Motupe	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	36.9
	La Leche	0.8	0.8	0.9	1.2	0.8	0.6	0.5	0.4	0.8	-41.9
	Chancay Lambayeque	8.8	7.8	10.4	9.4	7.2	6.3	10.4	6.1	8.3	32.9
	Zaña	3.4	2.4	2.4	2.7	2.2	2.0	2.2	1.8	2.4	11.9
	Jequetepeque	3.6	2.9	2.7	3.6	2.7	2.6	2.3	2.3	2.8	22.6
	Chicama	10.8	10.3	9.0	6.8	6.7	6.3			8.3	229.6
Santa	47.4	46.6	46.6	45.9	44.8	45.8	47.9	44.6	46.2	8.8	
Pacífico Centro	Pativilca	11.9	11.2	11.2	11.3	11.5	11.3	11.4	11.1	11.4	-11.6
	Huaura	8.2	8.6	8.4	8.1	8.0	7.6	7.9	8.3	8.1	24.4
	Huaral	2.0	2.1	2.1	2.1	1.9	1.8	1.9	2.2	2.0	-52.4
	Chillon	2.0	1.8	1.8	1.7	1.5	1.4	1.6	1.9	1.7	-11.5
	Rímac	15.6	16.0	15.1	15.5	14.9	15.3	15.6	15.9	15.5	20.0
	Mala	1.6	1.6	1.5	1.6	1.5	1.7	2.3	1.8	1.7	17.0
	Cañete	21.4	21.4	19.2	18.0	16.0	13.9	13.7	12.7	17.0	55.4
	Pisco	3.1	4.8	4.8	4.8	6.9	6.8	5.6	7.1	5.5	179.3
Pacífico Sur	Acarí	0.9	0.9	0.9	0.8	0.6	0.6	0.5	0.5	0.7	-60.1
	Yauca	0.7	0.6	0.7	0.6	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	89.3
	Ocoña	36.8	36.4	35.8	34.8	34.1	33.7	33.7	32.4	34.7	-12.9
	Camana	30.2	30.0	29.0	25.2	25.5	24.3	23.4	22.6	26.3	-16.3
	Chili	7.2	7.3	7.3	7.0	7.4	7.3	7.1	7.5	7.3	-0.4
	Locumba	2.5	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.3	-14.2
	Sama	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8		0.8	-4.1
	Caplina	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	-11.7
Titicaca	Huancane	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0	0.9	0.9	1.1	-55.8
	Ramis	5.2	6.7	7.1	6.9	6.6	6.5	6.2	6.1	6.4	-39.5
	Ilave	5.9	5.9	5.6	5.4	5.4	5.3	5.3	5.2	5.1	-17.4
	Coata	4.5	3.2	2.8	2.3	2.4	2.4	2.2	1.9	2.7	-32.5
Marañón	Marañón (Coral Quemado)	113.9	111.4	115.4	114.7	109.7	109.2	109.1	109.3	111.6	-26.2
	Marañón (Cumba)	137.0	129.2	132.6	128.3	123.7	111.6	110.4	109.7	122.8	-16.5
	Crisnejas (Puente)	3.3	2.0	2.0	2.1	1.8	1.8	1.8	1.7	2.1	-50.8
	Crisnejas (Jesus Tunel)	0.2	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	-34.0
Huallaga	Huallaga (Huayabamba)	207.8	172.0	426.4	291.2	144.5	125.6	163.1	193.3	215.5	-27.2
	Sisa	7.7	6.2	11.9	8.7	6.3	7.4	7.8	9.3	8.1	-12.9
	Huallaga (Tingo Maria) Nivel m	0.6	0.6	0.8	0.6	0.5	0.4	0.6	0.7	0.6	-38.7
	Huallaga (Taruca)	16.2	15.7	16.8	16.5	14.4	14.2	14.9	15.4	15.5	-16.2
Mantaro	Mantaro (Pongor)	87.9	97.3	97.5	98.9	98.3	103.0	74.8	78.6	92.0	9.6
	Mantaro (La Mejorada)	94.5	88.4	85.2	78.7	77.6	74.7	73.8	73.0	80.7	-13.0
	Mantaro (Stuart)	42.6	37.1	35.2	32.1	31.6	29.2	28.2	29.4	33.2	-34.6
	Mantaro (Chulec)	44.8	36.5	34.2	29.9	27.5	25.9	24.0	26.6	31.2	-16.1
Pampas	Pampas	61.0	58.4	56.4	54.1	51.7	49.7	50.8	52.6	54.3	26.5
Apurímac	Apurímac	80.1	78.4	78.0	77.3	75.8	75.0	72.3	71.6	76.1	3.1
Urubamba	Urubamba (Km 105)	32.1	31.6	31.3	29.9	28.2	28.5	30.2	31.1	30.4	-11.7
	Paucartambo	5.7	5.4	5.3	4.4	5.0	7.4	8.6		6.0	-58.8
	Pisac	22.9	22.3	22.7	21.5	20.5	20.8	21.6		21.8	-17.3
Ríos Navegables	Madre de Dios	3013.8	2089.4	1472.8	1976.1	1085.0	1181.2	1509.5		1761.1	7.3
	Ucayali (msnm)	138.61	138.2922	138.1682	138.7546	138.2052	137.7315	137.6318	137.795	138.1	-0.5
	Amazonas (msnm)	111.7	111.3	110.4	109.9	110.2	110.2	109.7	109.5	110.4	-0.5

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

Los principales embalses del país, al 10 de setiembre, se encuentran al 64,9 % de la capacidad hidráulica nacional. Cabe mencionar que para la gran mayoría de los embalses se observa el descenso de las aguas almacenadas, disminuyendo así las reservas para afrontar el siguiente año hidrológico 2023-2024, a excepción del embalse Jarumas ubicada en la región de Tacna, que continúa con valores muy cercanos al 100% de su capacidad. Por otro lado, los embalses en la sierra centro y sierra sur continúan mostrando niveles mínimos históricos (**Tabla 5**).

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 10 setiembre del 2023

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	10-Set	Piura	445.5	365.9	82.1
	San Lorenzo	10-Set	Piura	195.6	149.0	76.2
	Tinajones	10-Set	Lambayeque	331.6	259.0	78.1
	Gallito Ciego	10-Set	La Libertad	366.1	304.0	83.0
	SUB TOTAL				1338.7	1077.9
Costa - Centro	Viconga	10-Set	Lima	30.0	12.8	42.7
	Sistema Rimac	31-Ago	Lima, Junin	282.4	167.5	59.3
	Choclococha	10-Set	Ica	131.1	111.5	85.1
	Ccaracocha	10-Set	Ica	40.0	21.5	53.7
	SUB TOTAL				483.5	313.3
Costa - Sur	Condorama	10-Set	Arequipa	259.0	167.2	64.6
	El Pañe	10-Set	Arequipa	99.6	57.4	57.7
	Dique Los Españoles	10-Set	Arequipa	9.1	3.3	36.6
	Pillones	10-Set	Arequipa	78.5	30.4	38.7
	El Frayle	10-Set	Arequipa	127.2	62.8	49.3
	Aguada Blanca	10-Set	Arequipa	30.4	14.1	46.3
	Chalhuanca	10-Set	Arequipa	25.0	23.5	93.8
	Bamputañe	10-Set	Arequipa	40.0	17.7	44.3
	Pasto Grande	10-Set	Moquegua	200.0	139.6	69.8
	Paucarani	10-Set	Tacna	10.5	3.3	31.7
	Laguna Aricota	10-Set	Tacna	280.0	190.3	68.0
	Jarumas	10-Set	Tacna	13.0	12.9	98.8
	SUB TOTAL				1172.4	722.3
Sierra - Centro	Cuchoquesera	10-Set	Ayacucho	80.0	44.8	56.0
	Lago Junin	10-Set	Junin	441.0	131.8	29.9
	SUB TOTAL				521.0	176.6
Sierra - Sur	Lagunillas	10-Set	Puno	585.1	410.0	70.1
	Sibinacocha	10-Set	Cusco	110.0	34.2	31.1
	SUB TOTAL				695.1	444.2
Situación Nacional				4,210.7	2,734.2	64.9

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos
Elaborado: ANA

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En el departamento de Piura, las plantaciones de mango Edward y Criollo continúan en la etapa de fructificación, favorecido por las temperaturas cálidas; mientras que en las zonas productoras de Lambayeque dichas temperaturas fueron desfavorables para la inducción floral del mango Kent. En la costa central, las plantaciones de fresa incrementaron ligeramente el porcentaje de floración y cuaja, debido a las temperaturas mínimas reportadas de los últimos días. En la costa sur, en la localidad La Yarada (Tacna), la floración del olivo continuó inferior con respecto a lo reportado durante la campaña pasada, debido a la prevalencia de temperaturas cálidas (**Figura 41**).

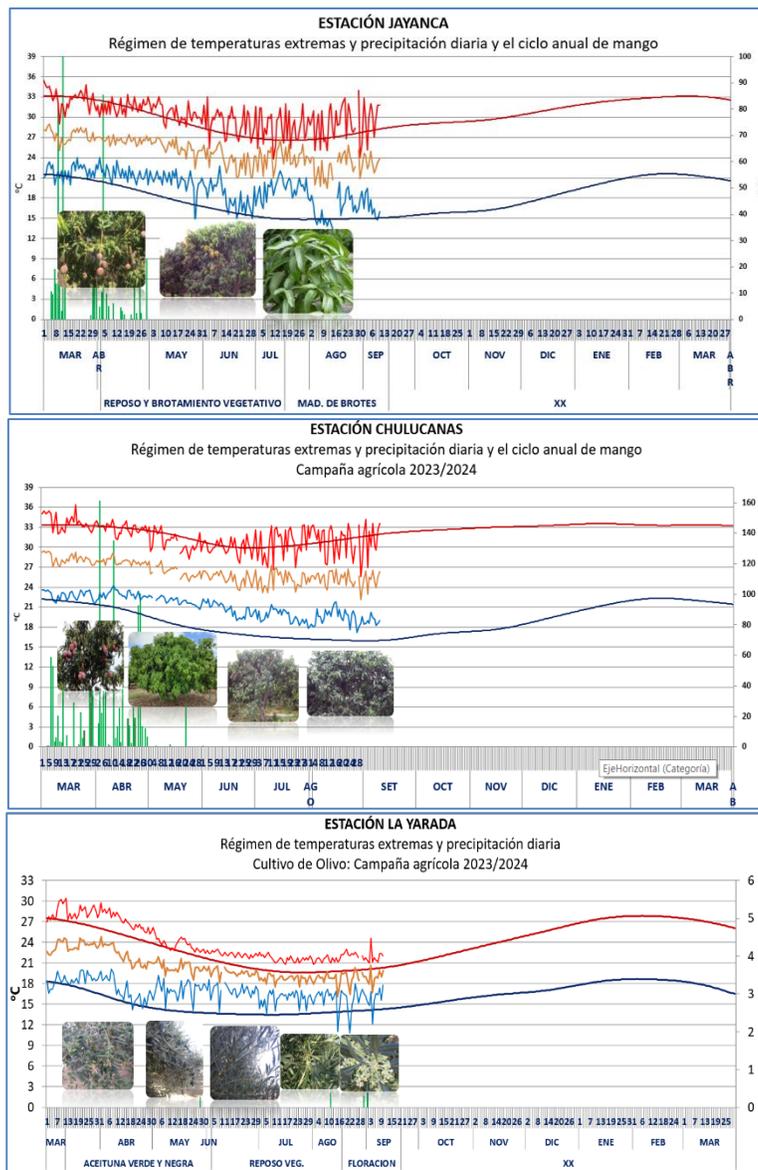


Figura 41. Monitoreo agrometeorológico del mango y el olivo campañas agrícolas 2023/2024 en las estaciones de Jayanca, Chulucanas y La Yarada. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

Los pronósticos de los modelos climáticos del NMME (CFSv2, CanCM4i-IC3, GEM5–NEMO, NASA–GEOSS2S, GFDL_SPEAR y COLA–RSMAS–CCSM4), con condiciones iniciales de setiembre de 2023, para el Pacífico central (Niño 3.4), indican en promedio la condición cálida fuerte hasta enero de 2024, entre febrero y abril de 2024 se esperarían condiciones de cálidas moderadas. Finalmente, de mayo a junio de 2024 se tendrían condiciones de cálidas débiles a neutras (**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	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
CFS2	1.99	2.14	2.05	1.84	1.65	1.48	1.25	0.93	-----	-----
CanCM4i	1.83	2.00	2.11	2.14	2.09	1.90	1.60	1.17	0.67	0.12
GEM5_NEMO	1.80	1.87	1.82	1.69	1.47	1.09	0.59	0.03	-0.41	-0.70
NASA	1.85	1.91	1.91	1.77	1.44	0.97	0.52	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	1.63	1.75	1.87	1.86	1.74	1.52	1.29	0.97	0.60	0.29
COLA	1.72	1.86	1.88	1.78	1.55	1.29	1.08	0.95	0.84	0.73
Promedio										
NMME	1.80	1.92	1.94	1.85	1.66	1.37	1.05	0.81	0.43	0.11

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME, indican en promedio, condiciones cálidas fuertes hasta noviembre, seguidas de cálidas moderadas de diciembre a marzo de 2024 y, finalmente, de condiciones cálidas débiles a condiciones neutras de abril a julio (**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	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
CFS2	1.59	1.55	1.68	1.71	1.63	1.42	1.24	0.93	-----	-----
CanCM4i	2.38	1.89	1.72	1.72	1.67	1.66	1.70	1.64	1.21	0.61
GEM5_NEMO	1.89	1.52	1.33	1.07	0.82	0.50	0.31	0.17	0.05	-0.10
NASA	2.54	2.05	1.61	1.11	0.59	0.25	0.08	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	2.17	1.80	1.56	1.27	1.06	1.01	1.03	0.94	0.68	0.44
COLA	2.19	1.89	1.74	1.59	1.38	1.14	0.94	0.78	0.59	0.41
Promedio										
NMME	2.13	1.78	1.61	1.41	1.19	1.00	0.88	0.89	0.63	0.34

Analizando las proyecciones basadas en los datos observados, se espera aún la presencia de la señal de la onda de Kelvin cálida en las siguientes semanas (**Figura 4**). De desarrollarse la onda

Kelvin fría que actualmente se observa en 160° W (**Figura 3**), esta arribaría a la costa peruana entre fines de octubre e inicios de noviembre, aunque su magnitud sería débil. Por otro lado, de mantenerse la energía de la onda de Rossby cálida, que se localiza actualmente en el Pacífico central (**Figura 4**), es probable que arribe al extremo occidental en diciembre y, de proyectarse como ondas de Kelvin cálidas y de mantener su energía, es también probable que arribe a la costa peruana en febrero de 2024.

El pronóstico del modelo de ondas, forzado para el diagnóstico con vientos de ASCAT y luego con vientos igual a cero para el pronóstico, muestra la presencia de ondas de Kelvin cálidas de magnitud “fuerte”, entre setiembre y octubre, y luego una onda de Kelvin cálida de magnitud débil para noviembre (**Figura 42**). Por otro lado, usando la misma configuración anterior, pero con vientos del *reanalysis* de NCEP, se esperaría la presencia de ondas de Kelvin frías hasta la quincena de setiembre y luego ondas de Kelvin cálidas en octubre y en noviembre, aunque de magnitud débil (**Figura 43**). Finalmente, usando la configuración anterior, pero con pronósticos del viento hasta 41 días del modelo atmosférico CFSv2, iniciado el 10 de setiembre, se espera que las ondas cálidas que llegarían en noviembre serían más intensas que las pronosticadas por las configuraciones previas (**Figura 44**). Sin embargo, hay que tener en cuenta que los pronósticos de vientos del modelo CFSv2 tienden a cambiar de patrón e intensidad conforme se generan cada día.

En la simulación del IMARPE forzada hasta el 08 de setiembre 2023, entre setiembre y octubre se observa la llegada de dos ondas Kelvin ecuatoriales cálidas. La primera onda (modo 1) ya habría iniciado su arribo frente al norte de la costa peruana, aunque debilitada, lo que se confirma en las observaciones de la columna de agua ya mencionadas. En octubre, se espera la llegada de la onda Kelvin cálida (modo 2), que habría sido generada por contribución conjunta de la reflexión de una onda Rossby cálida en el Pacífico ecuatorial occidental entre junio y julio y la persistencia de las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial occidental entre julio y agosto (**Figura 45**). Esta onda se detecta actualmente en 120°W (**Figura 46**).

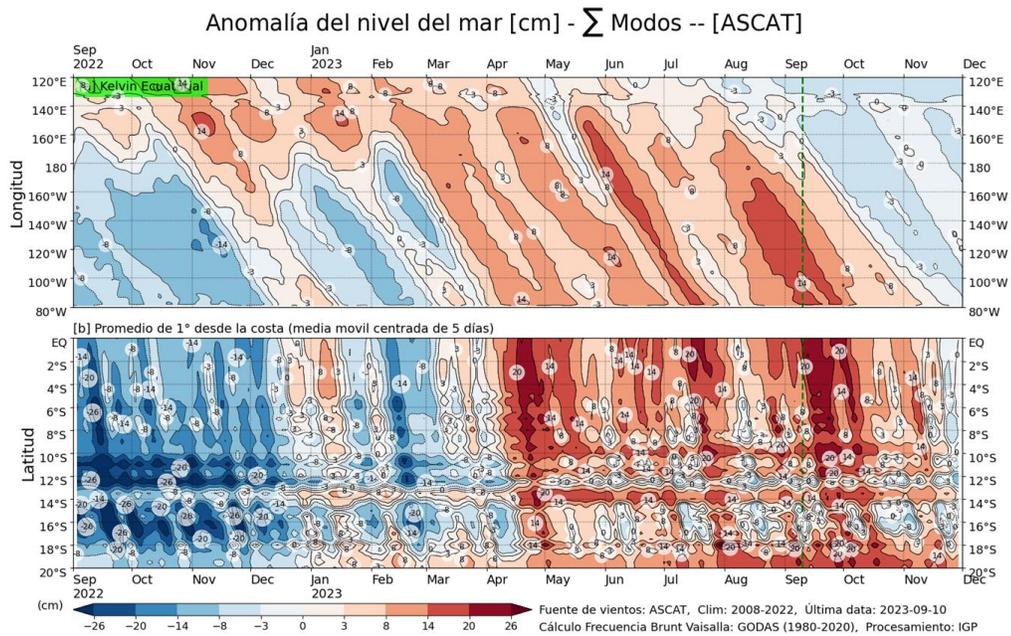


Figura 42. Anomalía del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), forzado con vientos de ASCAT. La línea verde representa el inicio del pronóstico con vientos igual a cero.
Fuente: IGP

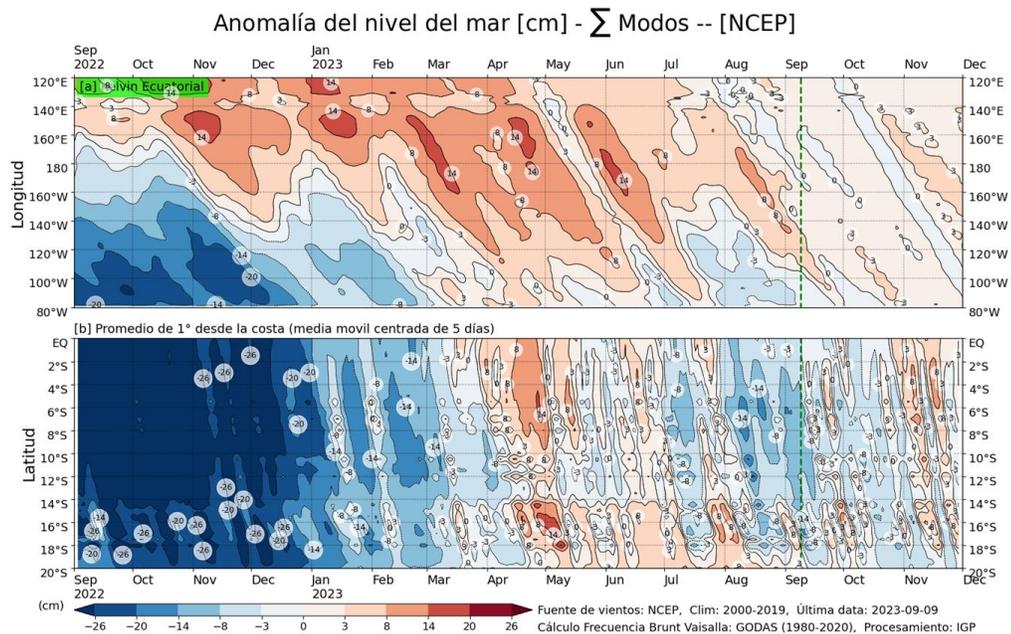


Figura 43. Igual que la Figura 42 pero para vientos del *reanalysis* de NCEP. Fuente: IGP

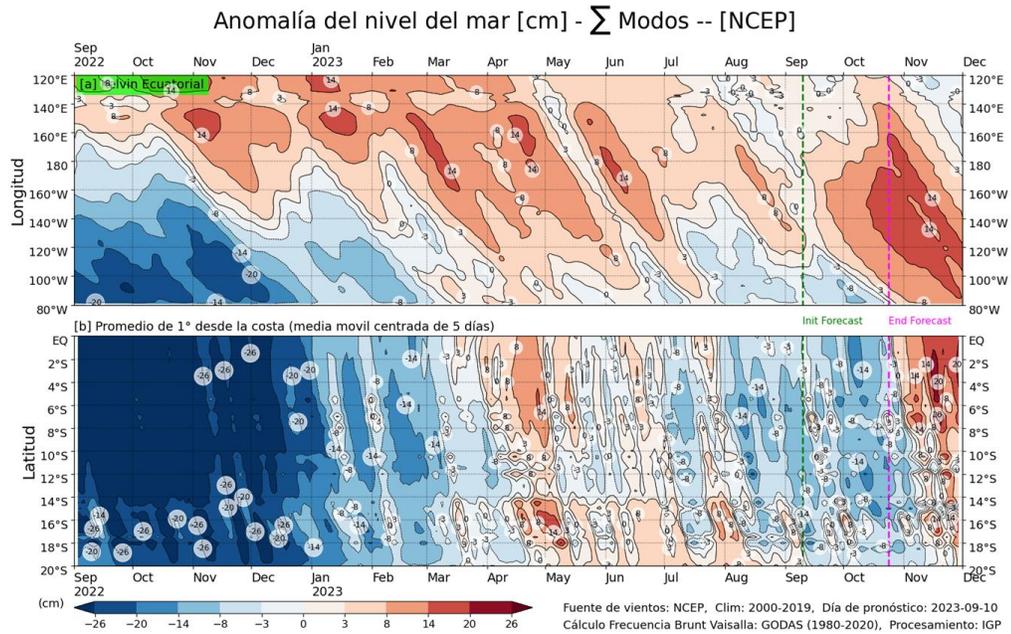


Figura 44. Igual que la Figura 43, pero para el pronóstico de los siguientes 41 días (entre la línea vertical verde y rosada) se usa la información de anomalías de vientos del modelo atmosférico CFSv2. Luego de la línea rosada, los vientos usados para el pronóstico fueron iguales a cero. Fuente: IGP.

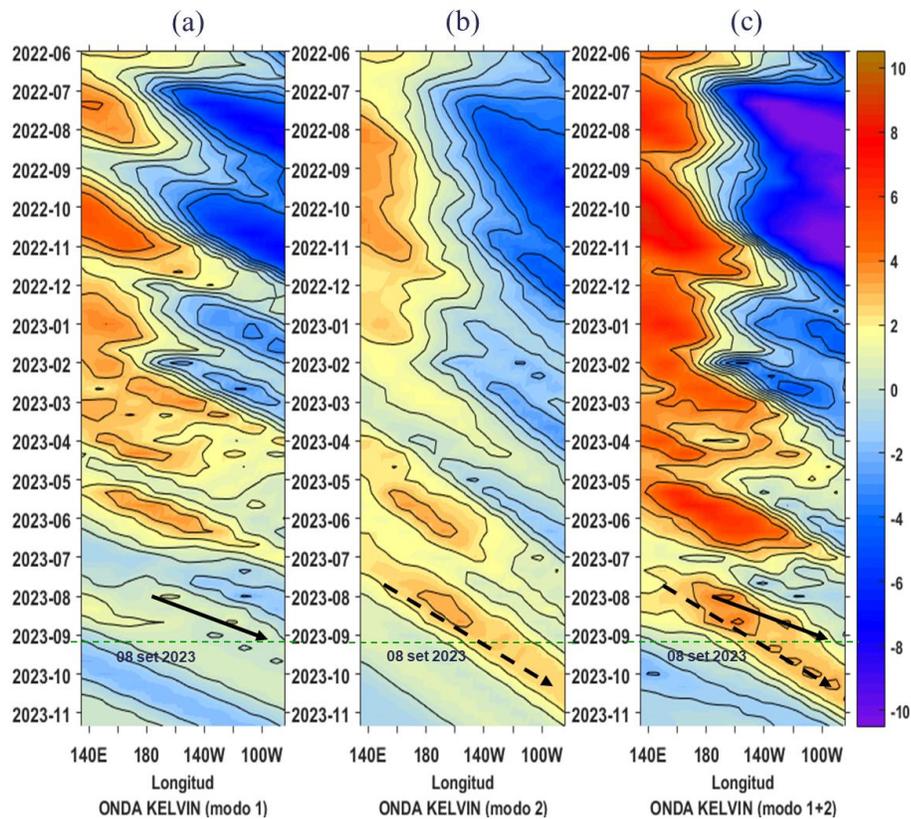


Figura 45. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “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.

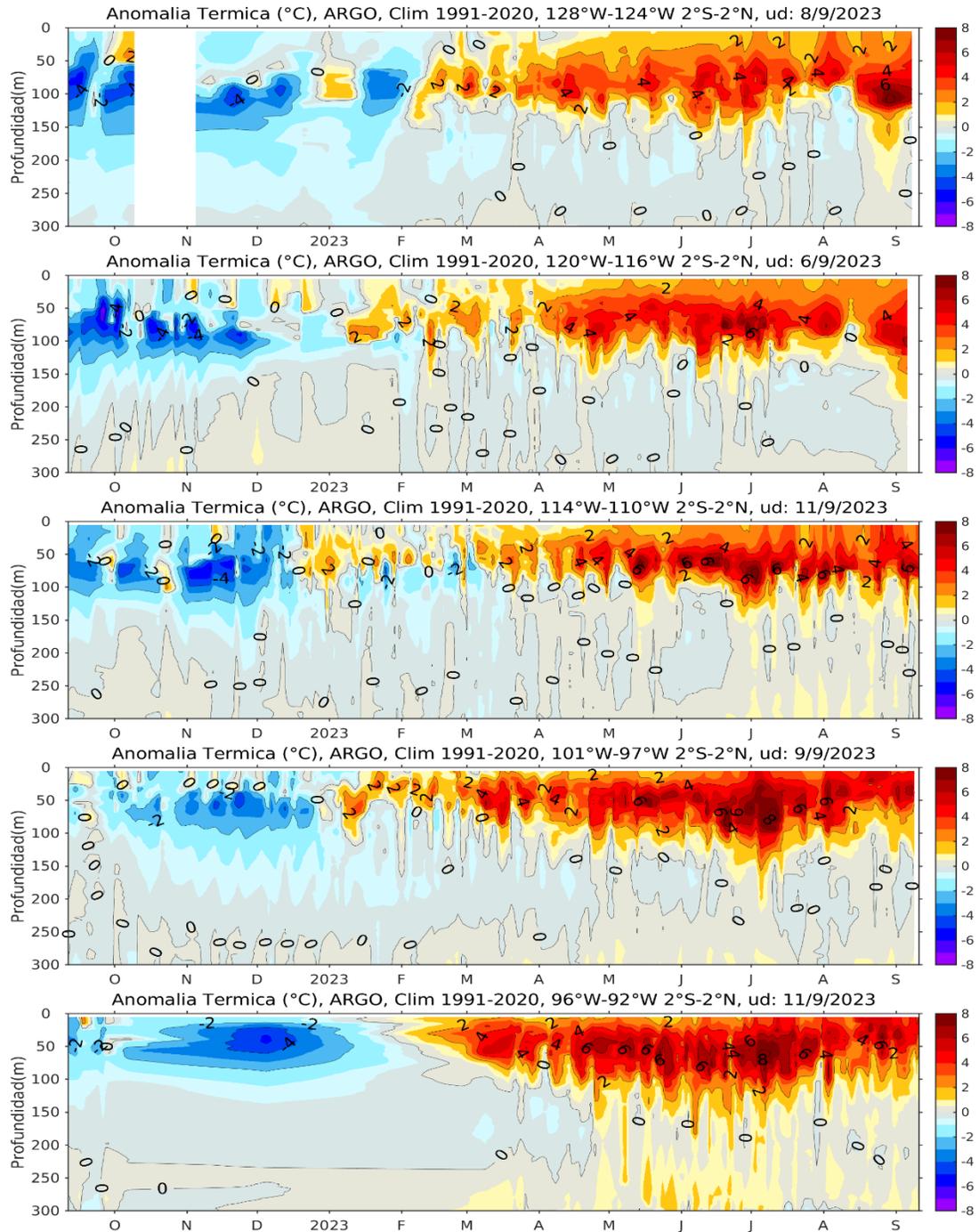


Figura 46. Evolución de las anomalías térmicas en la columna de agua en diferentes sectores en el Pacífico Ecuatorial Oriental, en base a los perfiladores Argo. Climatología 1991-2020 (GODAS).

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 febrero de 2024 (**Tabla 8 y Figura 47**). 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 3.4) entre setiembre y febrero 2024.

Pacífico central	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)
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	0	0	1
Cálida débil	3	4	5	6	8	10
Cálida moderado	72	65	61	58	60	65
Cálida fuerte	25	30	33	35	31	24
Cálida muy fuerte	0	1	1	1	1	0

Para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones cálidas fuertes hasta diciembre de 2023 (**Tabla 9 y Figura 51**). Finalmente, para el verano 2023-2024 la mayor probabilidad corresponde a El Niño costero 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 febrero 2024.

Pacífico oriental	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)
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	3	5
Cálida débil	0	0	1	7	11	15
Cálida moderado	11	10	18	32	44	49
Cálida fuerte	80	80	74	59	41	30
Cálida extraordinario	9	10	7	1	1	1

PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS

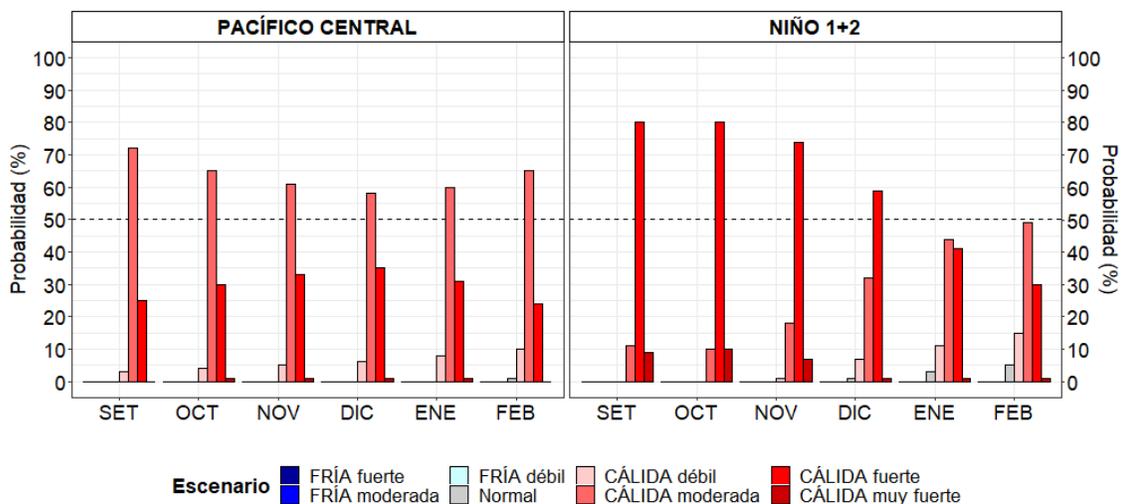


Figura 47. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre setiembre y febrero 2024.

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	0
El Niño Débil	16
El Niño Moderado	67
El Niño Fuerte	17
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	2
El Niño Débil	16
El Niño Moderado	56
El Niño Fuerte	25
El Niño Extraordinario	1

Para el trimestre setiembre-noviembre de 2023⁶, a lo largo de la costa se esperan temperaturas del aire por encima de lo normal. Además, se esperan lluvias por 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 en la costa y la sierra norte, sin descartar lluvias intensas especialmente en la costa norte. Por otro lado, considerando el escenario de El Niño en el Pacífico central es probable un escenario de lluvias bajo lo normal en la región andina, particularmente en la sierra sur⁷.

Entre setiembre y noviembre, los caudales y niveles de los principales ríos del país presentarían valores entre debajo de lo normal y normal; mientras que en la zona noroccidental se presentarían caudales por encima de lo normal hacia diciembre y enero. El nivel del lago Titicaca continuaría presentando una tendencia descendente; asimismo, los caudales de los principales ríos afluentes al lago presentarían un comportamiento por debajo de lo normal⁸. Para el verano de 2024⁹, podrían presentarse caudales por encima de lo normal en la zona noroccidental, principalmente. Por otro lado, es probable que continúen las condiciones hidrológicas por debajo de lo normal en la zona sur, especialmente en la región hidrográfica del Titicaca.

⁶ Pronóstico estacional setiembre-noviembre de 2023: <https://www.SENAMHI.gob.pe/load/file/02262SENA-38.pdf>

⁷ Escenario probabilístico de lluvias para el verano (enero-marzo) 2024: <https://www.SENAMHI.gob.pe/load/file/02261SENA-10.pdf>

⁸ Pronóstico hidrológico estacional a nivel nacional setiembre 2023-enero 2024: <https://www.SENAMHI.gob.pe/load/file/02694SENA-37.pdf>

⁹ Escenarios de las condiciones hidrológicas en un contexto de El Niño: <https://www.gob.pe/institucion/SENAMHI/informes-publicaciones/4553093-escenarios-de-las-condiciones-hidrologicas-en-un-contexto-de-el-nino>

En cuanto a los recursos pesqueros pelágicos, para las próximas semanas se espera que la anchoveta mantenga su mayor actividad reproductiva dentro de su período principal de desove (invierno-primavera). En cuanto al bonito, continuaría disponible y accesible, principalmente en la zona norte del litoral peruano. En el caso de los recursos demersales, para las próximas semanas, se prevé que la merluza mantenga el comportamiento observado en agosto, con valores bajos en los desembarques industriales y artesanales. Asimismo, es predecible que, de persistir las condiciones cálidas anómalas, disminuya levemente la disponibilidad del calamar gigante o pota. Por otro lado, continuaría 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 que se desarrolle 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 diciembre (Figura 2). Para el verano de 2024, en promedio, las magnitudes más probables de El Niño costero serían moderada (56 %) y fuerte (25 %).

Por otro lado, en el Pacífico central (región Niño 3.4) se espera que El Niño continúe su desarrollo hasta el verano de 2024. La magnitud más probable de este evento sería moderada, inclusive en el verano (ver Figura 2 y Tabla 2).

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 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 jueves 28 de setiembre 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)
- 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/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,

