COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL

ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO "EL NIÑO"

INFORME TÉCNICO ENFEN

AÑO 9 N°14 26 SETIEMBRE 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)

Ing. Gabriela Rosas Benancio
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 Yánez 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° 14 al 26 septiembre de 2023, 56 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: 29 de septiembre de 2023

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú al 26 de septiembre 2023

Índice

I. INTRODUCCIÓN 6
II. MÉTODOS 6
2.1. Variables 6
Temperatura Superficial del Mar (TSM) 7
2.2. Índices 7
Índice Costero El Niño (ICEN) 7
Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés) 8
Índices reproductivos de anchoveta 8
2.3. Modelos y Pronósticos 8
Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP) 8
Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia 8
Modelo Oceánico Multimodal (MOMM) 9
Modelos Climáticos de Agencias Internacionales 9
Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto 9
III. CONDICIONES OBSERVADAS AL 26 SETIEMBRE DE 2023 10
3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical 10
3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales 18
3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras 32
3.4. Condiciones hidrológicas 42
3.5. Condiciones agrometeorológicas 44
IV. PERSPECTIVAS 45
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 51
VI. REFERENCIAS 52
VII. ANEXO 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° x 0,05° (1/20°), 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° x 0,25° (1/4°).

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 cuadriculados en cada sensor. OSTIA utiliza datos satelitales proporcionados por el proyecto GHRSST 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°x 2°, 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°, así como las anomalías de la TSM a 1/4°.

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 3.4[1] y Niño 1+2[2], 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 26 DE SEPTIEMBRE DE 2023

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

La TSM y su anomalía, en lo que va de setiembre, continuó mostrando una ligera disminución en el Pacífico ecuatorial oriental, específicamente frente a la costa de Sudamérica, 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, con los datos de OISST, se observó una anomalía igualmente alta en la tercera semana de setiembre, con el valor de +2.1°C. Por otro lado, frente a la costa de Ecuador y norte del Perú (región Niño 1+2) la anomalía promedio fue de +3,32 °C en agosto (ERSST v5) y de +2,80 °C en la tercera de setiembre (OISST), respectivamente (ver **Tabla 1 y Tabla 2**). Finalmente, en la región Niño 3.4, las anomalías de la TSM fueron +1.31 ºC (ERSSTv5) y +1.70 ºC en la tercera semana de setiembre.

En promedio, hasta la tercera semana de setiembre, en la región Niño 3.4 la condición cálida fuerte se mantiene, mientras que en la región Niño 1+2 la condición ha variado de cálida extraordinaria a cálida fuerte (**Tabla 1 y Tabla 2**).

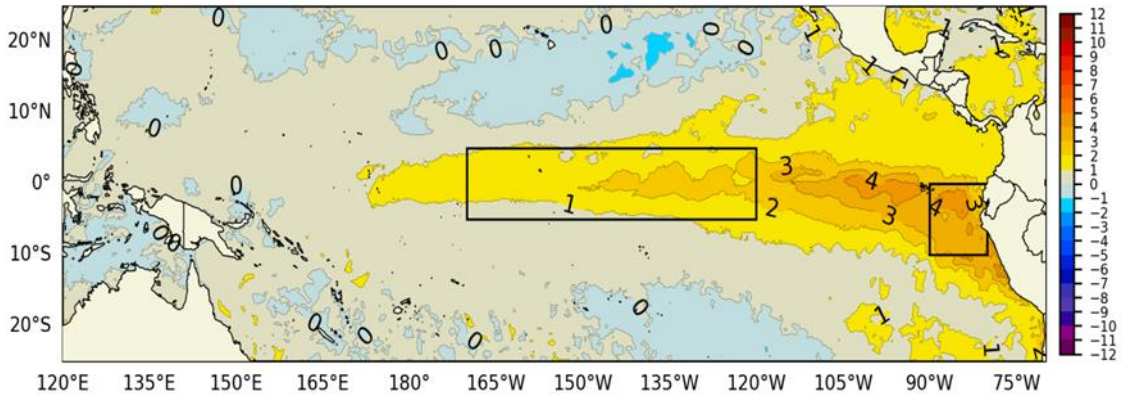


Figura 1. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico tropical del 27 de agosto al 10 de setiembre. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV.

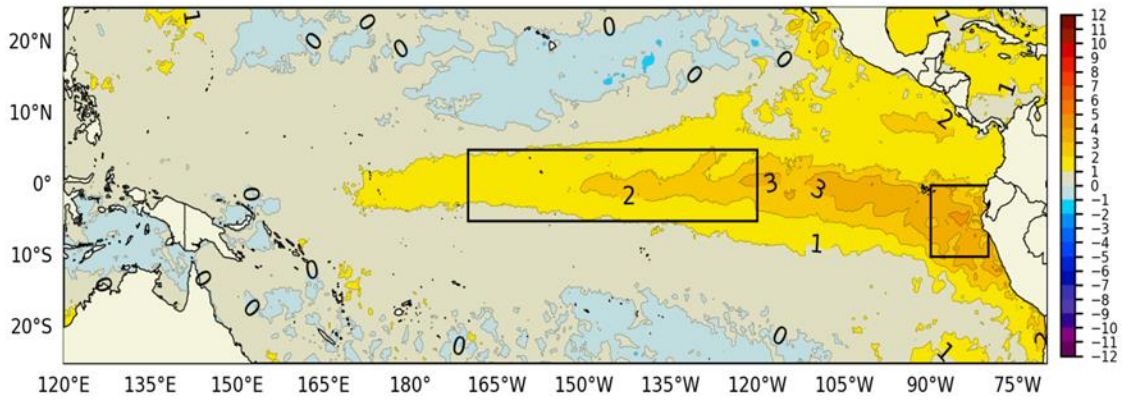


Figura 2. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico del 11 al 24 de setiembre de 2023. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV

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
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
13-Set-23	23.3 2.6	27.1 2.2	28.3 1.6	29.8 1.1
20-Set-23	23.5 2.8	27.0 2.1	28.3 1.7	29.9 1.2

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

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

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	2,99	Cálida Fuerte	1,32	Cálida Moderada

Según la información *in situ* y remota de la zona ecuatorial, en lo que va de setiembre se observaron ondas de Kelvin frías y cálidas. La señal de la onda de Kelvin cálida en el nivel del mar perdió intensidad conforme se aproximó a la costa americana, pero la señal de esta onda en la profundidad de la termoclina aún podría arribar a la costa peruana **(Figura 3)**. Por otro lado, en la profundidad de la termoclina se observa una onda de Kelvin fría que se localiza aproximadamente alrededor de 140°W. Finalmente, en los datos de nivel del mar y de la profundidad de la termoclina, se ve una señal de una posible onda de Kelvin cálida alrededor de la línea de cambio de fecha. Los modelos de ondas también lo indican. Esta onda debió formarse por los pulsos de viento del oeste de las últimas semanas. La onda de Rossby localizada en 150°W también habría disminuido en intensidad **(Figura 4)**.

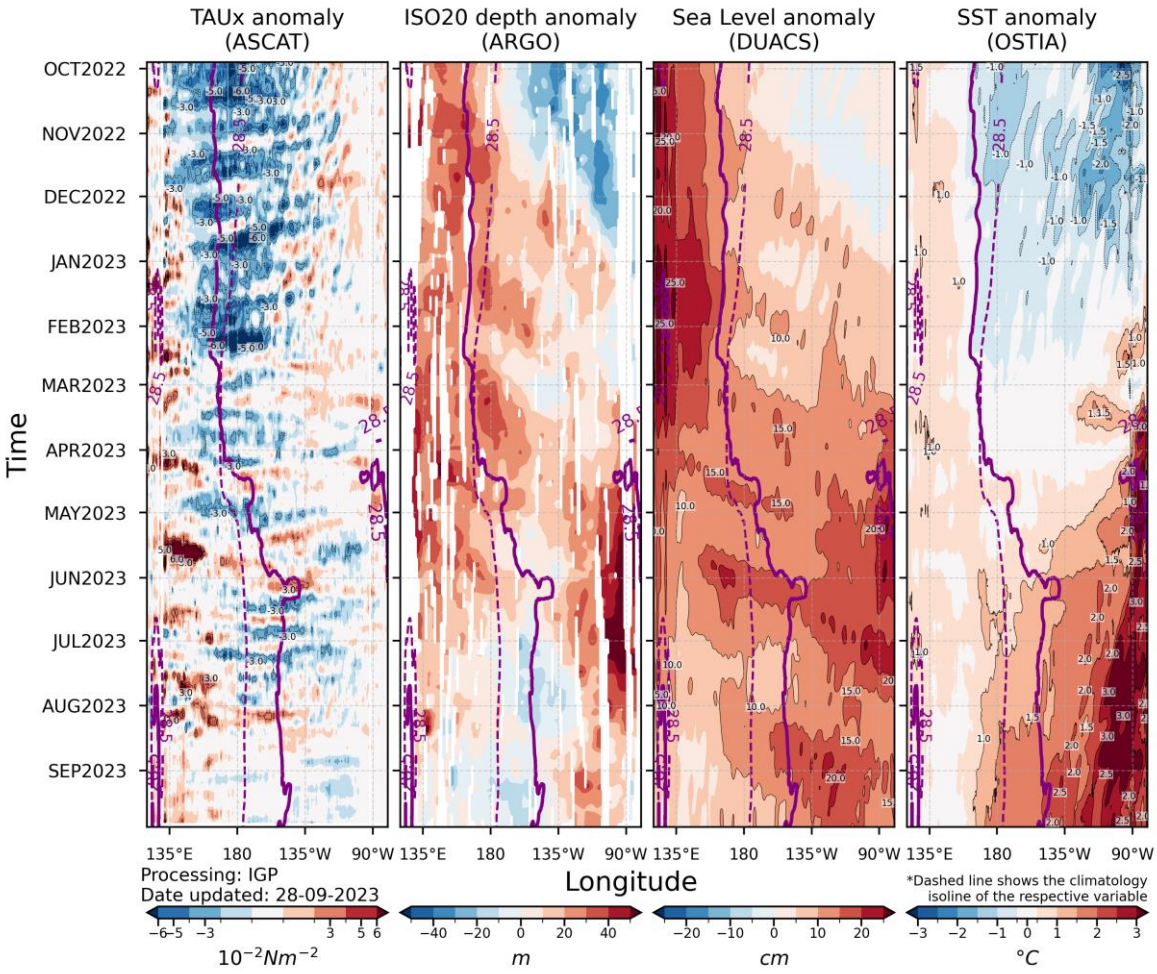


Figura 3. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento Fuente: ASCAT, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP

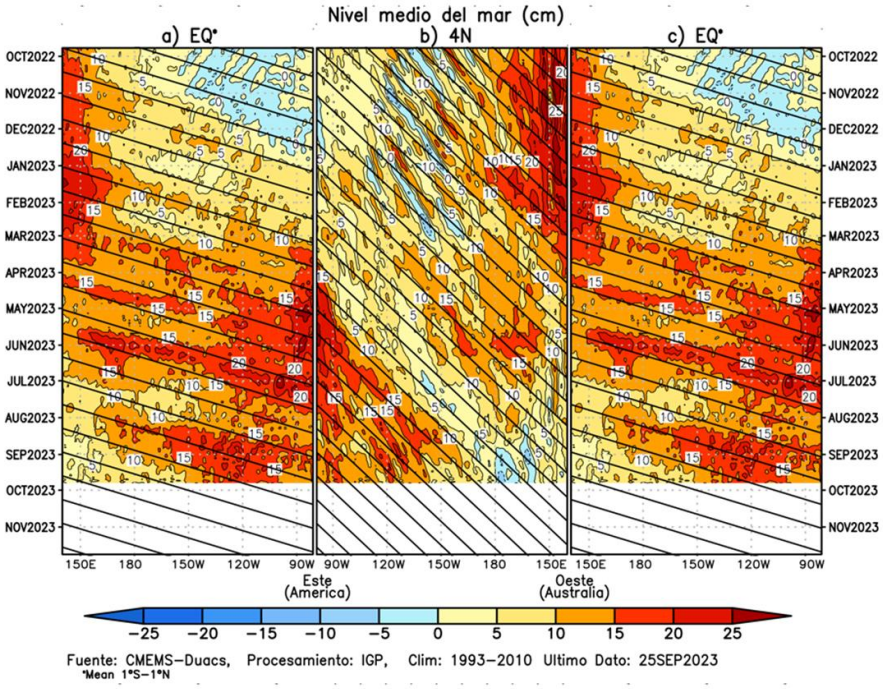


Figura 4. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS-Duac a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°N (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras este 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 lo que va de setiembre, continuaron observándose anomalías negativas de la presión atmosférica en el Pacífico central y oriental, y anomalías positivas sobre el continente marítimo y Australia, mostrando un debilitamiento del gradiente de presión horizontal y una distribución característica de condiciones El Niño **(Figura 5d).** La media móvil del Índice de Oscilación del Sur (SOI, por sus siglas en inglés) al 23 de setiembre, alcanza el valor de -16.5[3], asociado a las condiciones de presión atmosférica descritas. Además, el ramal subsidente de la circulación de Walker, sobre el continente marítimo, mostró un ligero incremento, respecto a lo observado en agosto, lo cual estaría también vinculado con la fase positiva del Dipolo del Océano Índico (IOD, por sus siglas en inglés) IOD[4] **(Figura 5c).**

En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa), se observaron, en promedio, anomalías negativas del oeste entre los 150°E y 150°W; no obstante, en la zona del Pacífico ecuatorial oriental se observaron condiciones normales, incluso una intensificación de los vientos alisios del noreste y frente a Sudamérica **(Figura 5b);** en niveles altos de la tropósfera se observaron anomalías de vientos del oeste sobre el Pacífico centro-oriental, y anomalías del este entre los 150°W y el este de la línea de cambio de fecha (**Figura 5a).**

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

[4] Indean Ocean Dipole: http://www.bom.gov.au/climate/enso/indices.shtml?bookmark=iod

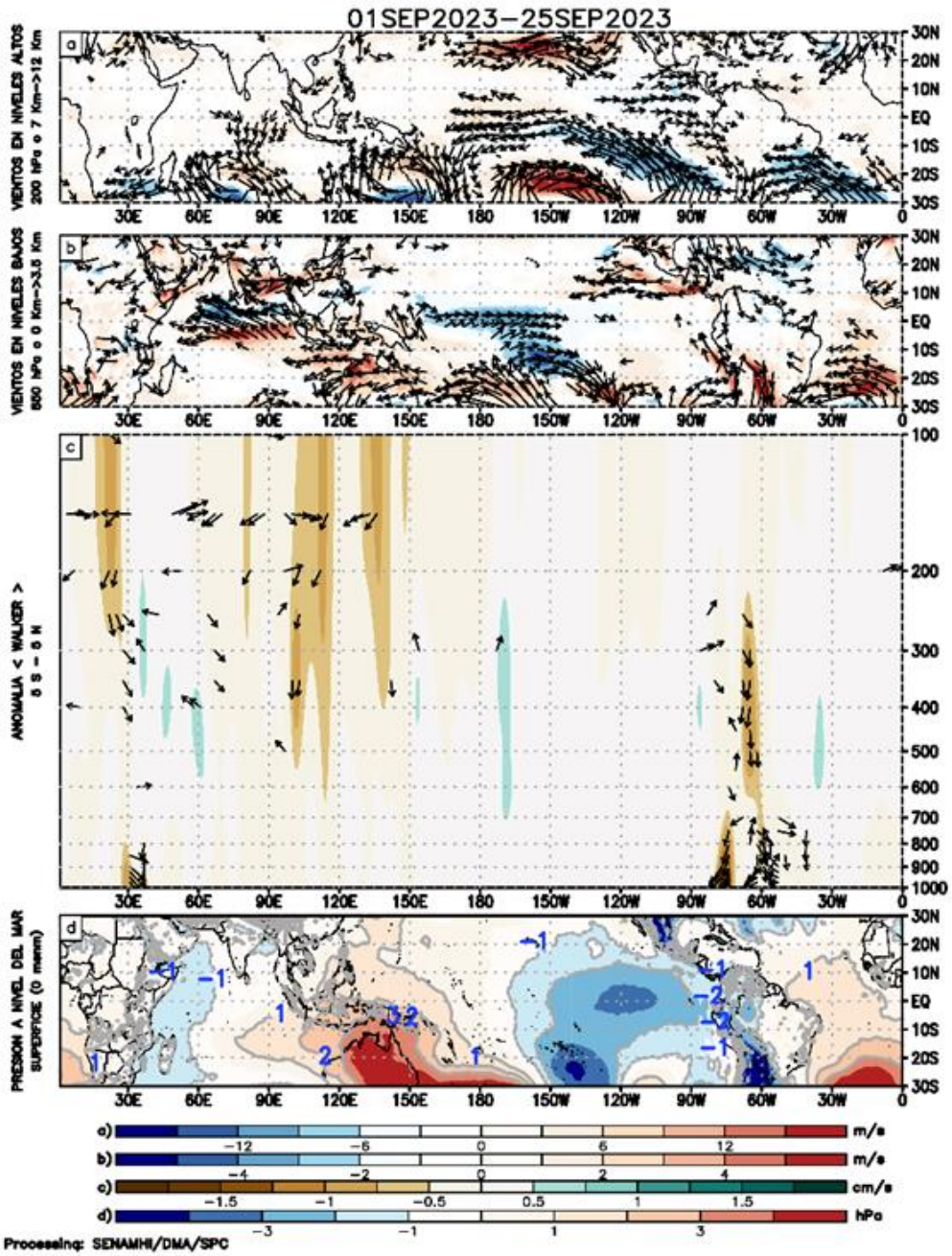


Figura 5. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) entre el 1-25 de setiembre de 2023, (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

En lo que va de setiembre, en niveles bajos de la atmósfera (1000-850 hPa), se observó anomalías del oeste en sectores del Pacífico centro-occidental; mientras que de forma frecuente predominaron las anomalías de vientos de este en el Pacífico oriental, al oeste de los 120°W, principalmente. Asimismo, sobre el océano Índico se observaron anomalías intensas del este, vinculado al patrón atmosférico de la fase positiva del IOD **(Figura 6 a y b)**.

De acuerdo a las proyecciones del modelo Global Forecast System (GFS) y al Climate Forecast System (CFS) se espera que los vientos alisios se mantengan fortalecidos en las siguientes dos semanas del pronóstico alrededor de los 120°W. Ambos modelos coinciden en mostrar un pulso del oeste de poca extensión hacia finales de setiembre; además, el pronóstico extendido del CFS indica la persistencia de los pulsos del oeste, de mayor intensidad a partir de la segunda semana de octubre, principalmente, la cual estaría vinculada a la oscilación de Madden-Julian (MJO). Asimismo, la fase divergente de la MJO retrasó su propagación hacia el este y actualmente permanece alrededor de la línea de cambio de fecha; mientras que la fase convergente se posiciona sobre Sudamérica **(Figura 6c).** Tanto el pronóstico del GFS como el pronóstico extendido del CFS muestra la región convergente de la MJO sobre Sudamérica en los próximos siete días seguida de una región divergente **(Figura 6c).** El pronóstico del CFS muestra, además, otra zona divergente entre la segunda y tercera semana de octubre.

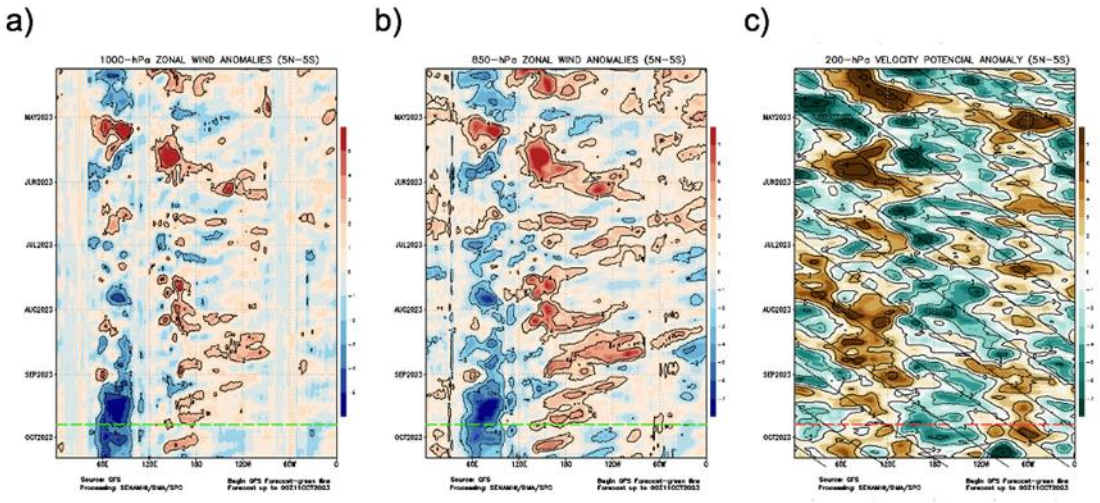


Figura 6. Anomalías promedio, ente los 5°N y 5°S de los (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) viento zonal en 850 hPa y (c) velocidad potencial en 200 hPa. La línea verde muestra el inicio del periodo de pronóstico. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio para setiembre, mostró una configuración zonal, con un núcleo de hasta 1026 hPa desplazado al oeste (30°S-105°W) de su posición normal **(Figura 7).** A escala semanal, el APS mantuvo un núcleo intenso, sobre los 1028 hPa y permaneciendo principalmente al suroeste de su posición habitual, influenciado por las circulaciones de la tropósfera media y alta; no obstante, la presencia de bajas presiones frente a Chile intensificó el gradiente de presión favoreciendo el fortalecimiento de vientos del sur frente a la costa peruana**.** El pronóstico del GFS indica que lo vientos alisios permanecerán con magnitudes más intensas de lo usual, en promedio, en las siguientes semanas, principalmente en los primeros días de octubre (**Figura 8 , Figura 9)**.

Los cambios del APS en su intensidad, posición (longitud y latitud), desde el 2019 hasta setiembre del presente año se muestran en la **Figura 10,** que evidenció una rápida tendencia negativa de la anomalía de la intensidad promedio del núcleo del APS entre el otoño y el invierno. Sin embargo, en lo que va de septiembre muestra una recuperación hacia valores positivos, consolidando su influencia en las condiciones estacionales (disminución de temperaturas del aire y saturación del ambiente en niveles bajos de la tropósfera contribución de humedad) para el dominio costero geográfico peruano (centro-sur).

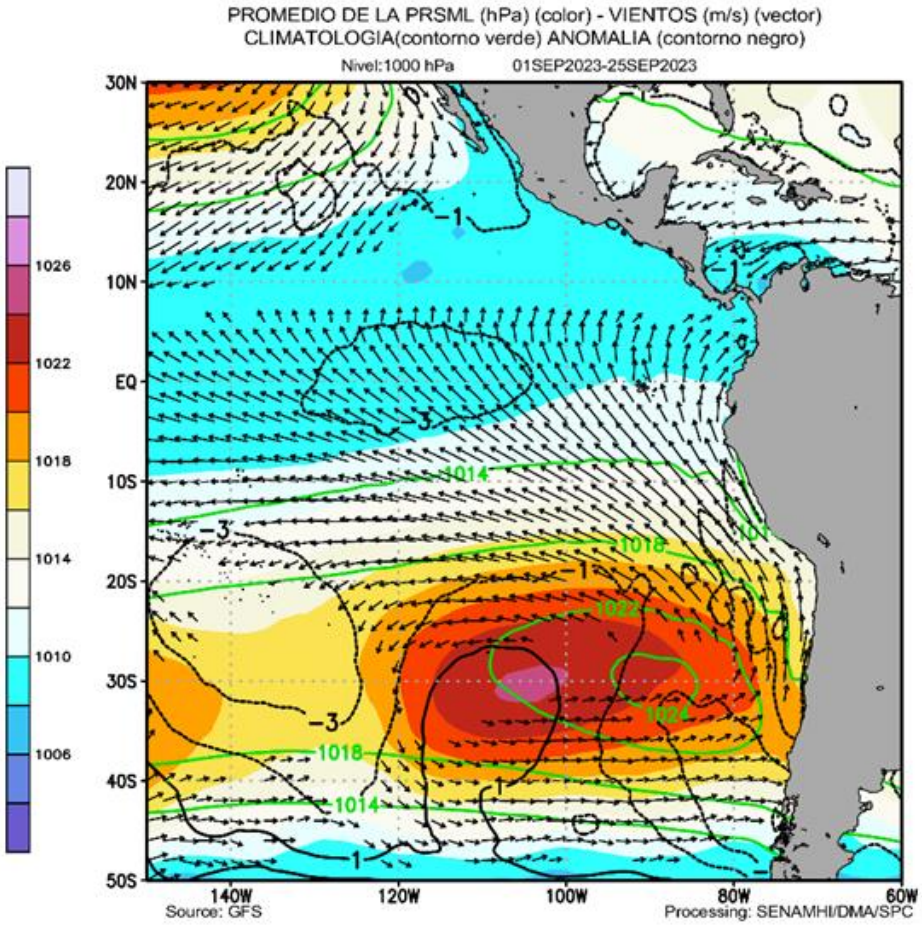


Figura 7. Promedio de la presión atmosférica a nivel del mar (sombreado) entre el 1-25 se setiembre del 2023, anomalía de la presión atmosférica (líneas negras) y valor climatológico (líneas verdes). Viento en 1000 hPa superiores a los 2 m/s (vectores). Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

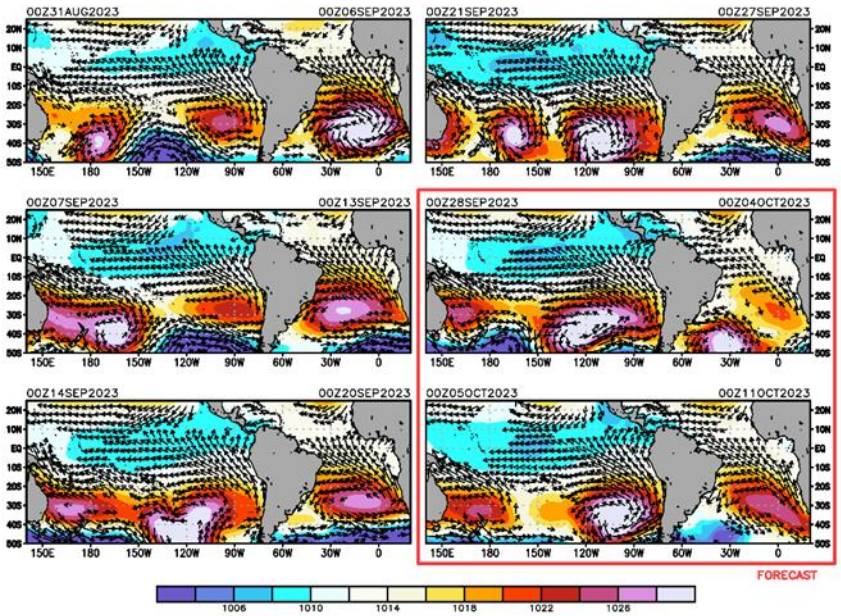


Figura 8. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: 30 de agosto al 26 de setiembre de 2023. Pronóstico: del 27 de setiembre al 10 de octubre de 2023. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

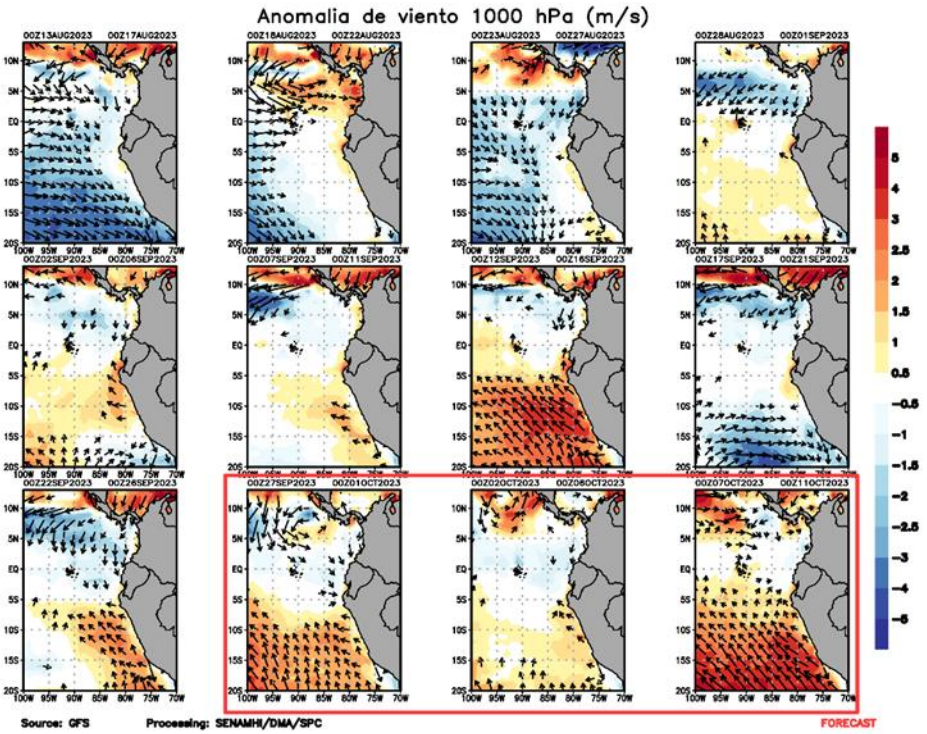


Figura 9. Anomalía pentadal del viento (m/s) a 10 m de altura frente a la costa noroccidental de Sudamérica y Centroamérica. Fuente: GFS. Análisis: 12 de agosto al 25 de setiembre de 2023. Pronóstico: del 26 de setiembre al 10 de octubre de 2023. Procesamiento: SENAMHI.

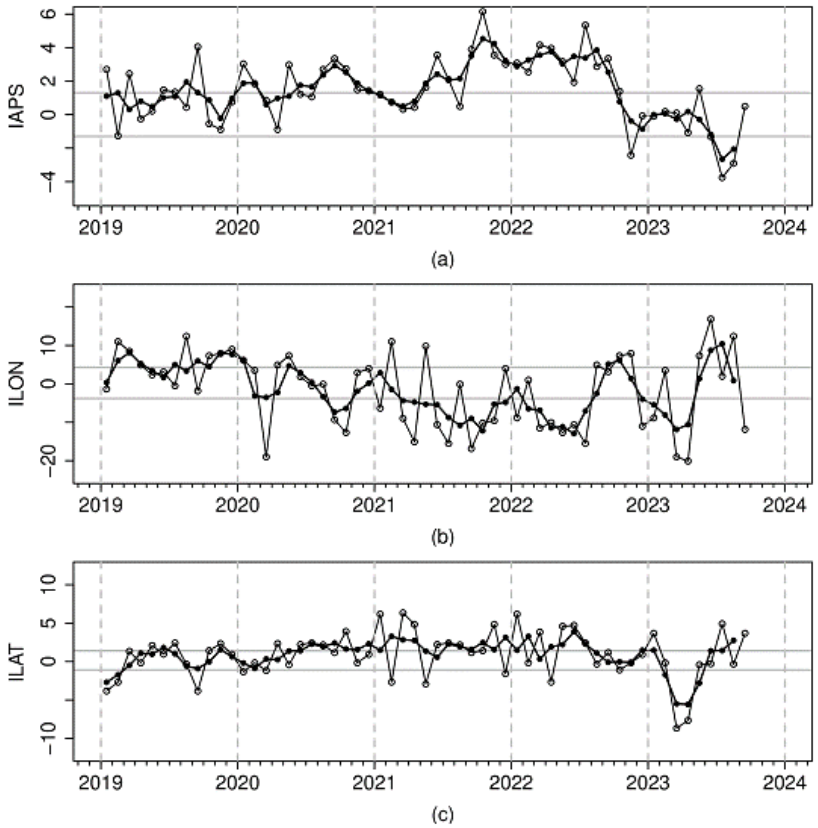


Figura 10. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre MJJ 2023 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2019 hasta setiembre 2023.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

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

A lo largo de la franja adyacente a la costa peruana, dentro de los 40 km predominaron vientos moderados (entre 4,1 a 6,8 m s^{-1}) a fuertes (mayores a 6,8 m s^{-1}), con anomalías de viento en el rango neutral a positivo (mayor a +1,0 m s^{-1}), condiciones que vienen siendo recurrentes desde mediados de junio, desde Talara (Piura) hasta San Juan de Marcona (Ica). La mayor intensidad del viento se registró entre Pisco a San Juan de Marcona, desde mediados de agosto hasta finales de la tercera semana de setiembre, a excepción del 16 al 20 de setiembre, en donde los vientos disminuyeron su intensidad a lo largo de la costa **(Figura 11)**. El afloramiento costero continuó presentando valores mayores a 100 m^3 s^{-1} x 100 m, exhibiendo pulsos superiores a mayores a 400 m^3 s^{-1} x 100 m frente a Talara y entre Pisco y San Juan de Marcona, los cuales generaron anomalías positivas. El bombeo de Ekman presentó la predominancia de anomalías positivas, salvo un breve lapso luego de la quincena del mes; sus máximos valores superaron a lo observado en julio y en agosto, señalando el mayor fortalecimiento de los vientos en la zona oceánica **(Figura 12).**

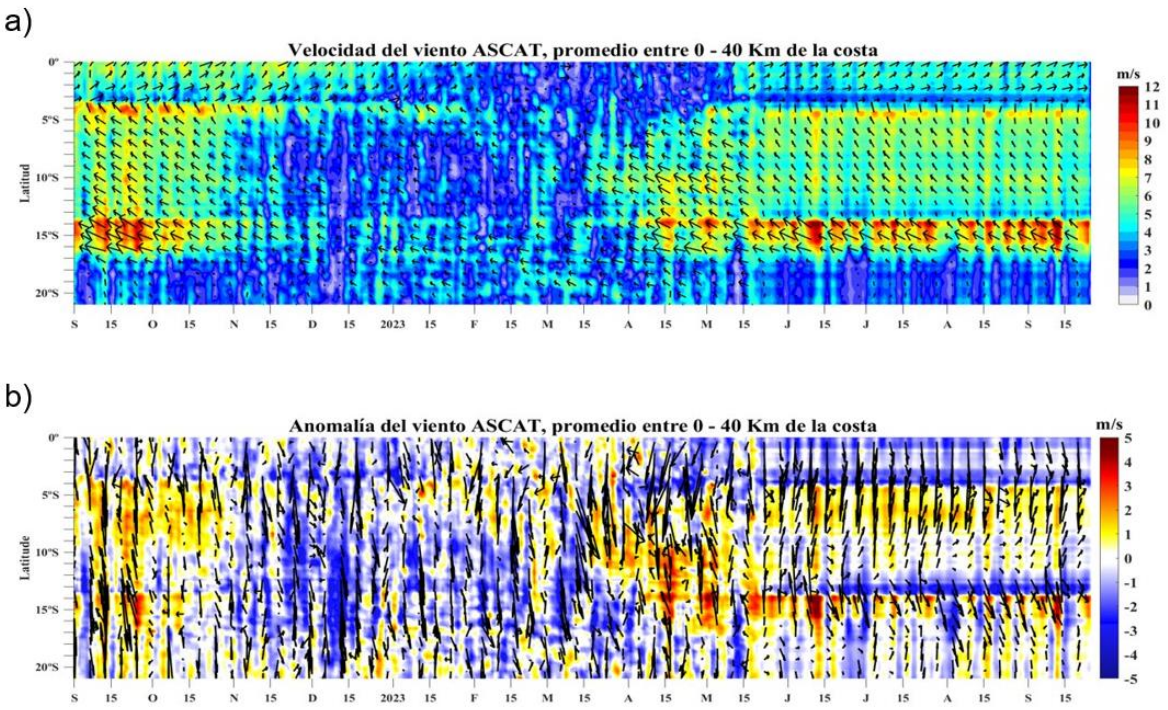


Figura 11. Viento Satelital (40 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (m s^{-1}), b) Anomalía de la velocidad del viento (m s^{-1}). Fuente: Satélite ASCAT + GFS (desde 21 de mayo), Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 11 de setiembre.

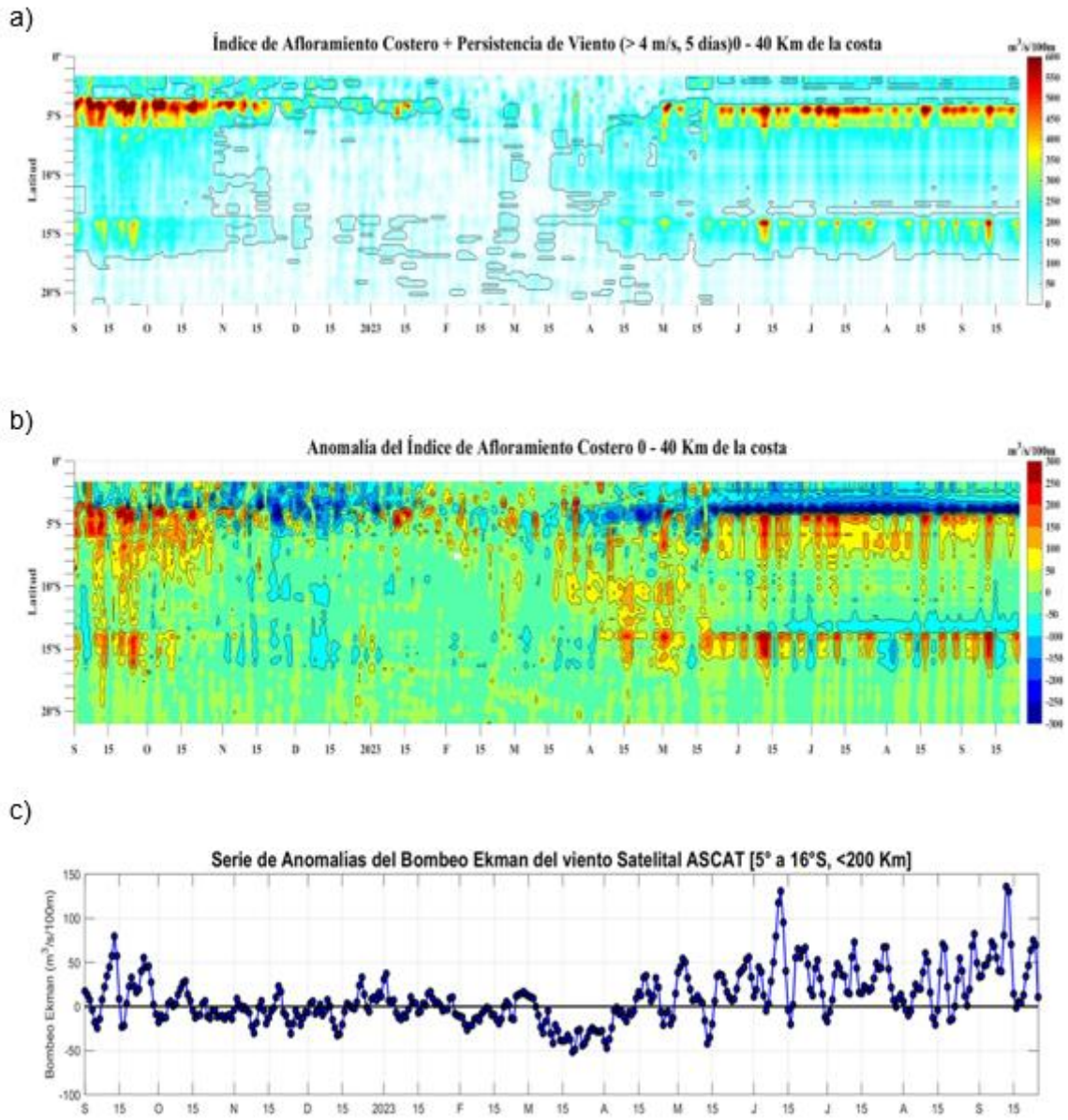


Figura 12. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 40 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC (m3 s-1 100 m-1), b) Anomalía del IAC ($m^3\ s^{-1}\ 100\ m^{-1}$) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman Costero dentro 200km ($m^3\ s^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 25 de setiembre.

En lo que va de setiembre las temperaturas extremas del aire se han mantenido más altas de lo normal a lo largo de la costa peruana. Entre el 11 y el 20 de setiembre la temperatura máxima alcanzó anomalías, en promedio, de 3,4 °C, 2,8 °C y 2,9 °C en la costa norte, centro y sur, respectivamente; mientras que la temperatura mínima alcanzó anomalías de 2,1 °C, 2 °C y 1,7 °C en los mismos sectores. Tanto las temperaturas diurnas y nocturnas del aire mantienen anomalías positivas, aunque con menores valores y anomalías, respecto a lo presentado en el pasado mes y semanas anteriores, influenciado por el incremento y la persistencia de los vientos del sur durante este mes **(Figura 13).**

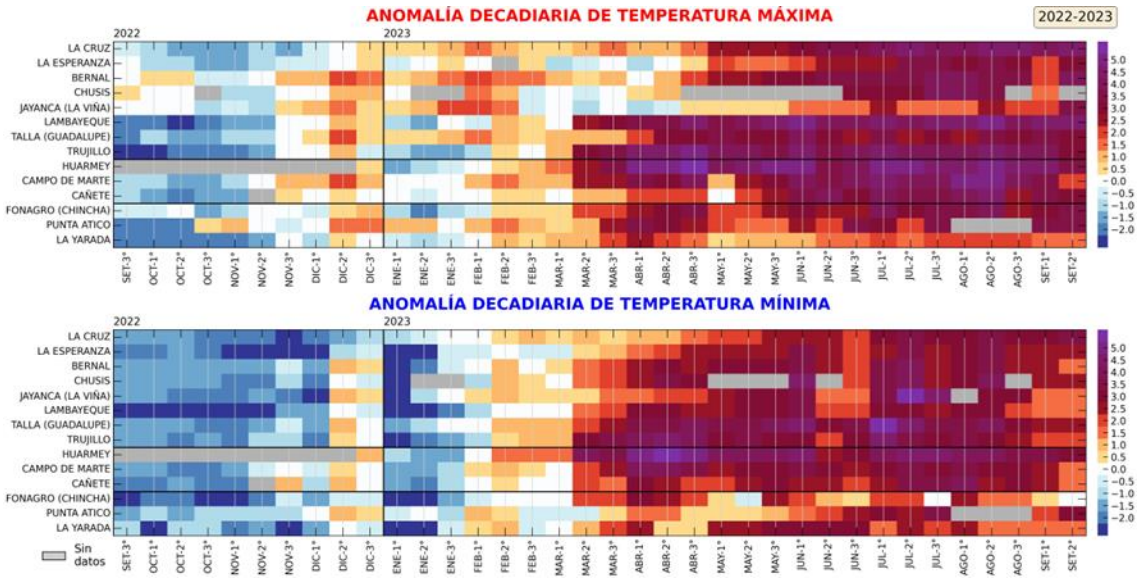


Figura 13. Anomalías decadales (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI.

La TSM en el mar peruano continuó disminuyendo frente a la costa norte y centro, presentando valores entre 17 °C y 25 °C y manteniendo una condición cálida por mas de 200mn frente a toda la costa **(Figura 14a)**. Se evidenció la tendencia descendente de las anomalías de la TSM, presentando valores de 2 °C y 3 °C frente al litoral norte y centro, respectivamente, en lo que va 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 alrededor de 2 °C desde la segunda quincena de agosto, disminuyendo para la tercera semana de setiembre **(Figura 14b)**

La ola de calor marina (OCM) continuó su desarrollo, con una duración de 212 días al 25 de septiembre **(Figura 15).** La cobertura espacial de la OCM disminuyó a mediados de mes recuperándose luego entre la tercera y cuarta semanas, ocupando casi la totalidad del área entre los 2°S y 15°S y dentro de las 150 mn de la costa ($3{,}52 \times 10^5$ km^2). Asimismo, la intensidad de la OCM evidenció un incremento en los últimos días al aparecer áreas puntuales con anomalías de TSM > + 4 °C. La anomalía acumulada al 25 de septiembre alcanzó 733,68 °C x días, superando en más de un 140 % a lo registrado durante El Niño Costero 2017 (Pietri et al., 2021).

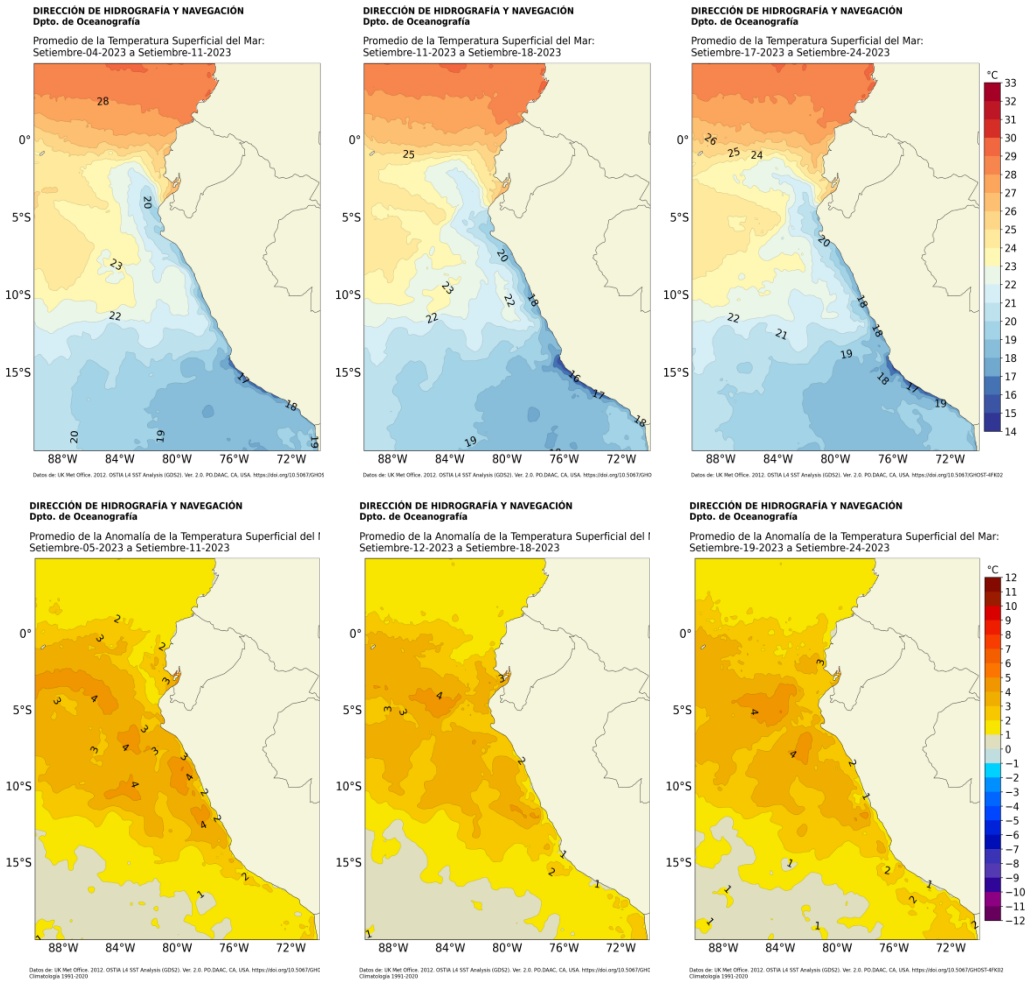


Figura 14a. Distribución superficial de la temperatura y su anomalía semanal del 01 al 24 setiembre 2023. Fuente: OSTIA, Climatología: 2007-2022. Elaboración: DIHIDRONAV.

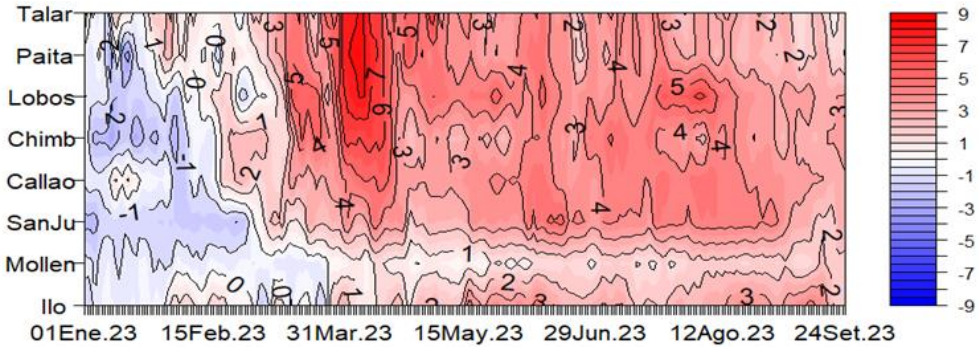


Figura 14b. Diagrama Hovmöller de anomalía de TSM diaria en el litoral peruano del 1 de enero al 24 de setiembre 2023. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

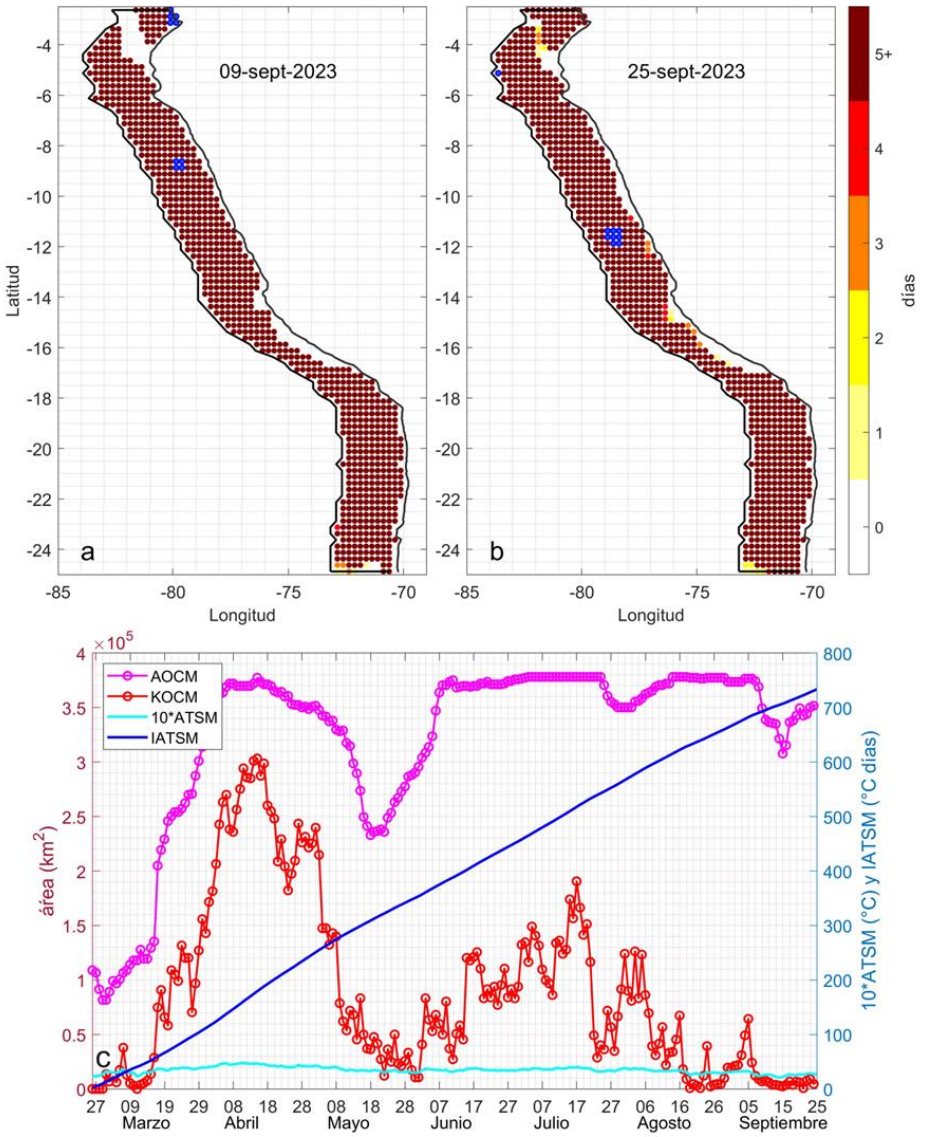


Figura 15. Extensión de la ola de calor marina (OCM) dentro de la franja de 150 millas frente a la costa el 9 de septiembre (a) y el 25 de septiembre del 2023 (b); la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM superó el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando el período 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

Las anomalías del nivel de mar (ANM) en la franja de 60 mn adyacentes a la costa, luego de la disminución evidenciada en los primeros diez días del mes, mostraron ligeras fluctuaciones. En los últimos días, se observó un ligero incremento de las ANM hasta +14,9 cm frente a Punta Falsa, lo cual podría estar relacionado al arribo de la onda Kelvin cálida con una intensidad debilitada **(Figura 16),** posiblemente asociados a la presencia de un remolino anticiclónico cerca de la costa o a pulsos de vientos favorables al afloramiento costero. En el litoral se registró una rápida disminución de nivel que alcanzó valores dentro de lo normal y hasta anomalías ligeramente negativas en la costa norte, inclusive. Sin embargo, a partir de la quincena de setiembre se desarrolló un ligero incremento de nivel que alcanzó valores alrededor de +10 cm frente a Chimbote, posiblemente sumado a remolinos anticiclónicos. **(Figura 17).**

a)

b)

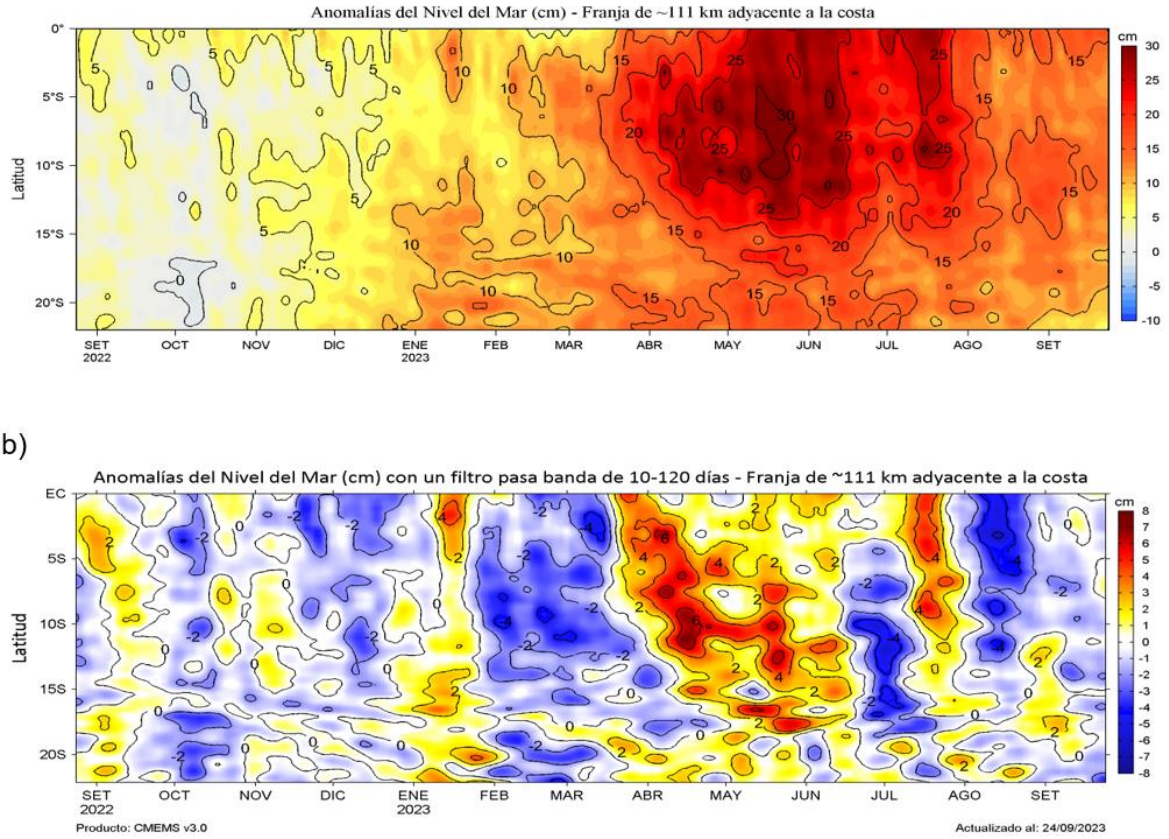


Figura 16. Evolución diaria de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos trece meses, al 24 de setiembre 2023. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

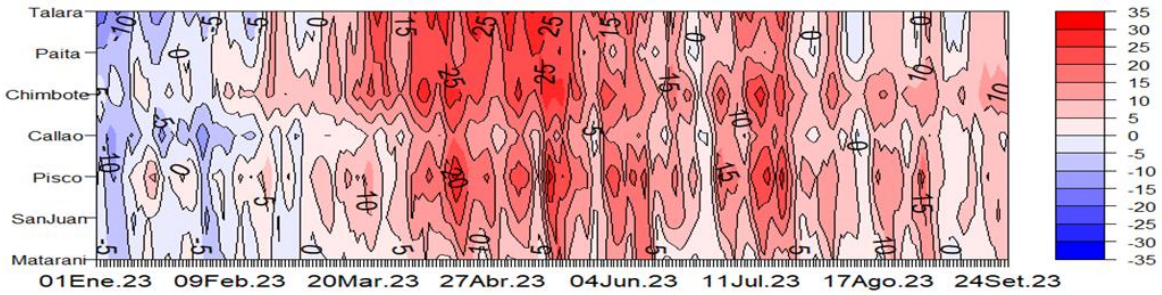


Figura 17. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM en el litoral de Perú (con filtro móvil anual) del 1 de enero al 24 de setiembre 2023, Climatología: 1991-2020. Procesamiento: DIHIDRONAV.

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015), basado en la media móvil de tres anomalías mensuales de TSM registradas en los muelles de IMARPE desde Paita hasta Ilo, mostró un valor un valor temporal de +3,41 °C para JAS, ligeramente inferior al de JJA, y correspondiente aún 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 preliminar para JAS de +2,1, también ligeramente inferior al de JJA **(Figura 18).**

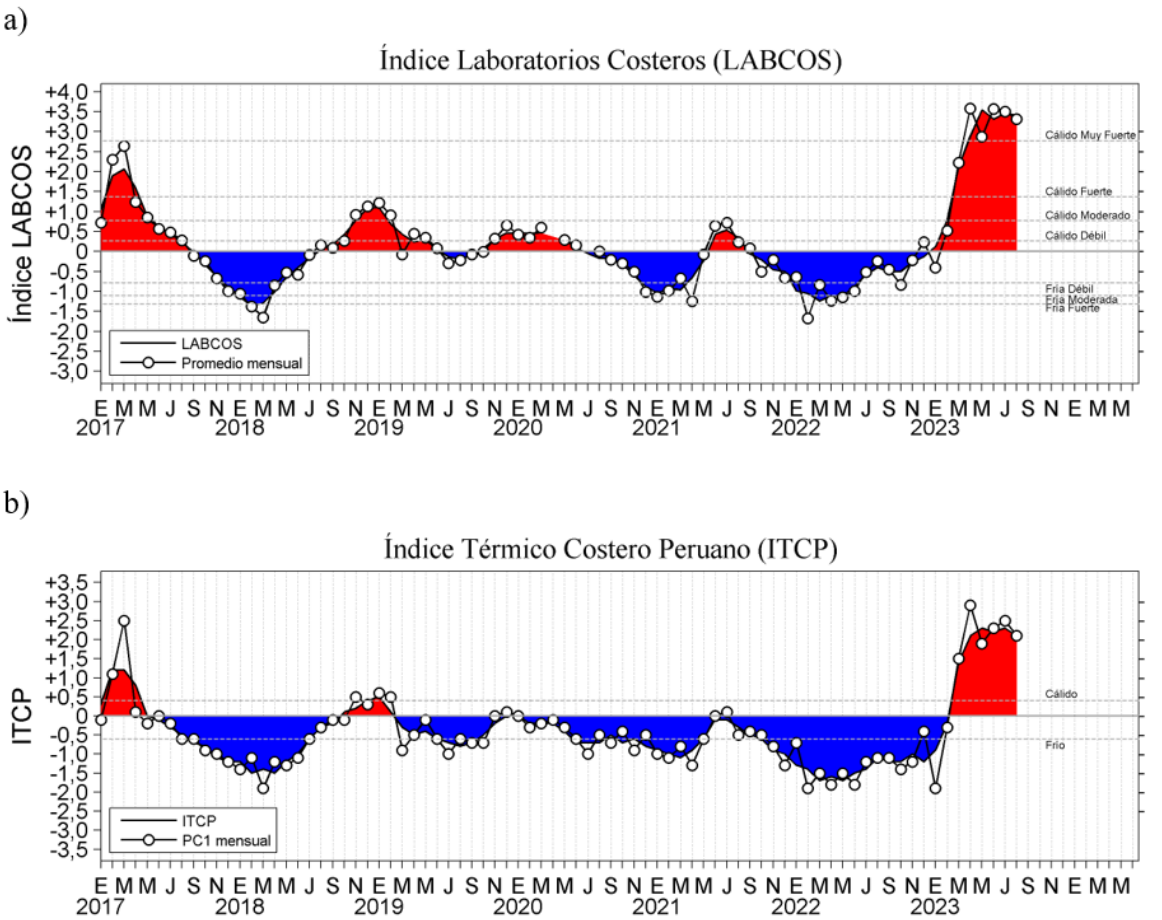


Figura 18. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) del año 2000 al 2023.

Respecto a la temperatura subsuperficial, durante septiembre, dentro de las 200 mn frente a la costa entre Puerto Pizarro y Chicama, se observó anomalías entre +1 °C y +3 °C sobre los 150 m de profundidad, principalmente, detectándose un debilitamiento de las anomalías positivas sobre los 70 m de profundidad respecto a agosto **(Figura 19, Figura 20, Figura 21, Figura 22).** Sin embargo, al mismo tiempo continuó observándose la expansión vertical de las anomalías positivas (+0,5 °C) hasta al menos los 400 m de profundidad dentro de las 100 mn de la costa. Frente a la costa central se detectaron anomalías térmicas entre +1 °C y +3 °C sobre los 100 m de profundidad, y por debajo de esta capa hasta los 500 m de profundidad se observaron temperaturas que tendieron a su climatología **(Figura 20).** Cabe indicar que, considerando los registros de boyas Argo frente a la costa norte en septiembre, las anomalías térmicas de +2 °C se concentraron sobre los 100 m de profundidad, indicando una reducción de la capa de anomalías positivas respecto al mes de agosto. Este tipo de variabilidad también se observó en el invierno de 2015, en la primera fase de El Niño 2015-2016 (**Figura 23).**

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 °C y +5 °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 **(Figura 24).**

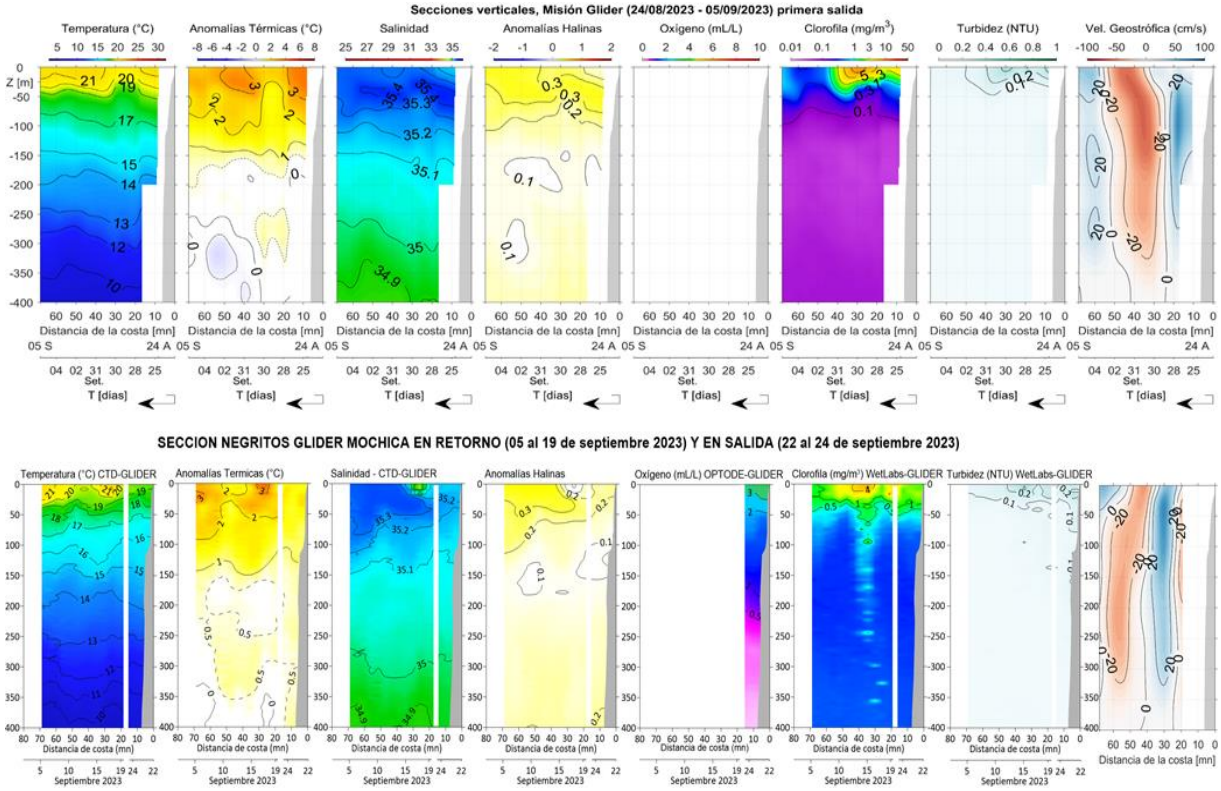


Figura 19. Secciones verticales de temperatura (°C), anomalías térmicas (°C), salinidad, anomalías halinas, oxígeno (mL L^{-1}), clorofila (mg m^{-3}, turbidez (NTU); y corrientes geostróficas (cm s^{-1}) determinadas a partir de la información registrada por el glider Mochica en su recorrido frente a Negritos – Talara, registrados del 14 de agosto al 05 de setiembre; y desde el 05 al 24 de septiembre.

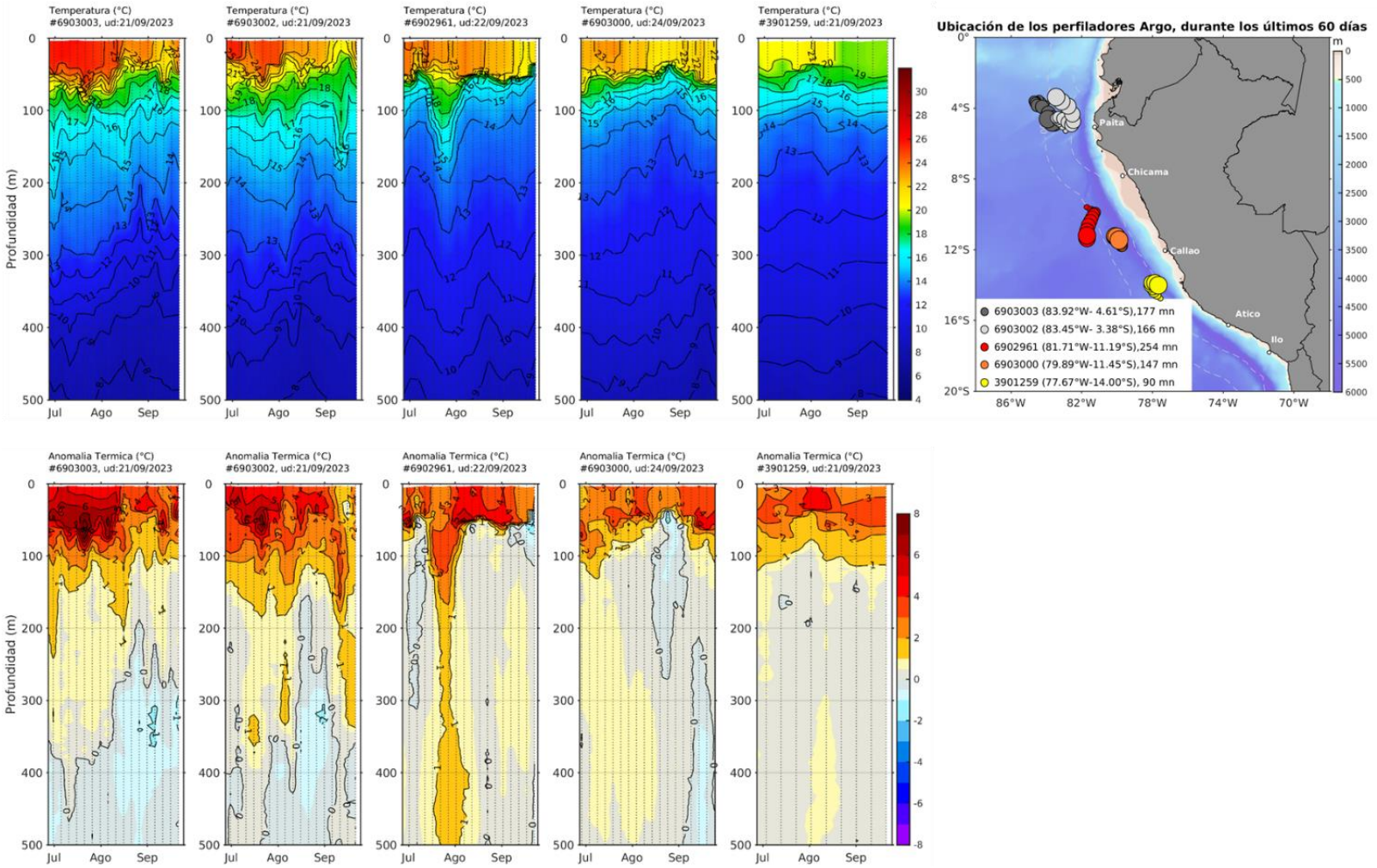


Figura 20. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (julio-agosto). Climatología: 1991-2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

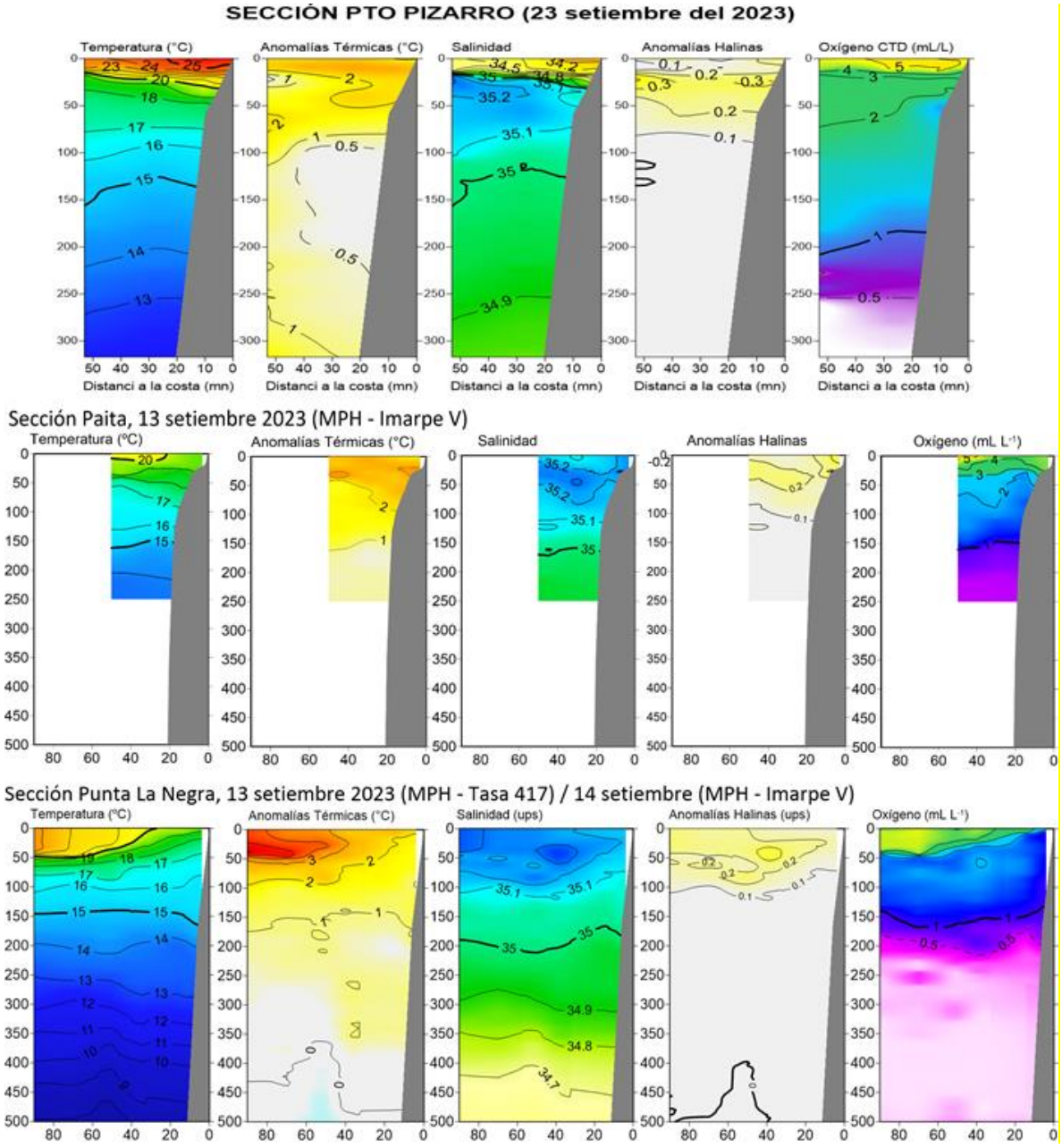


Figura 21. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Puerto Pizarro, Paita y Punta la Negra y Chicama, dentro de las 80 mn, entre el 13 y 23 de septiembre de 2023. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

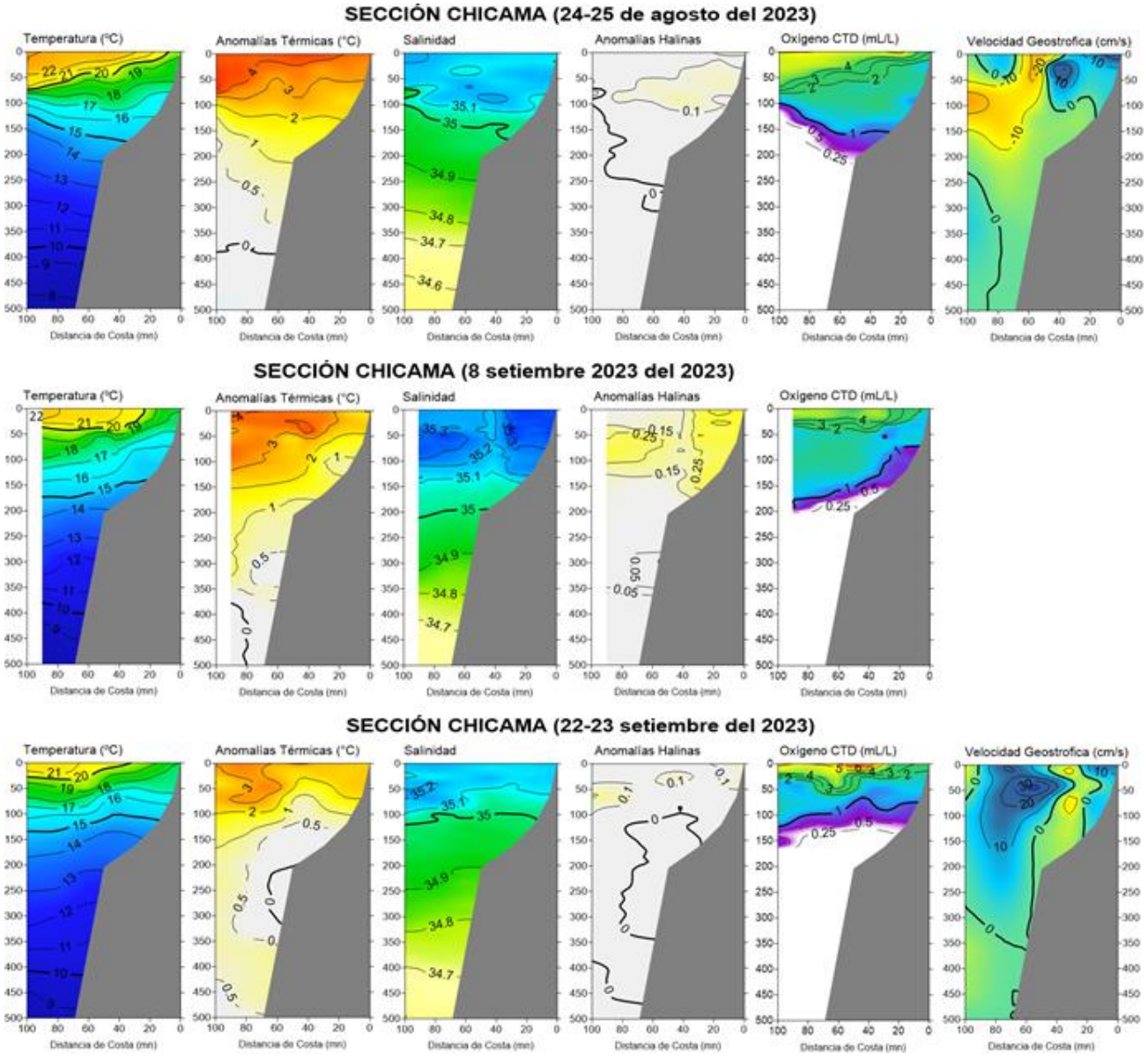


Figura 22. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, oxígeno disuelto y velocidad geostrófica frente a Chicama, dentro de las 100 mn, realizadas el 24-25 de agosto, el 8 de setiembre y el 22-23 de setiembre. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

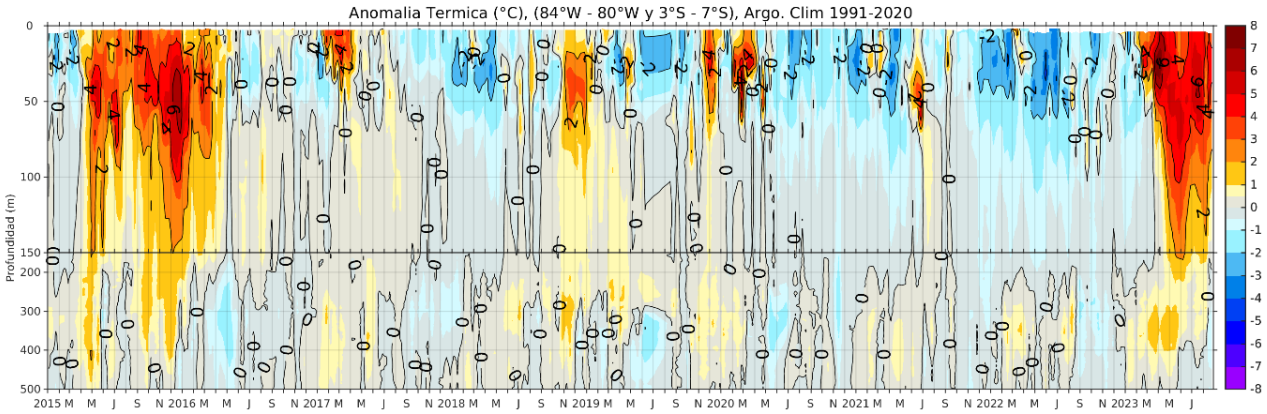
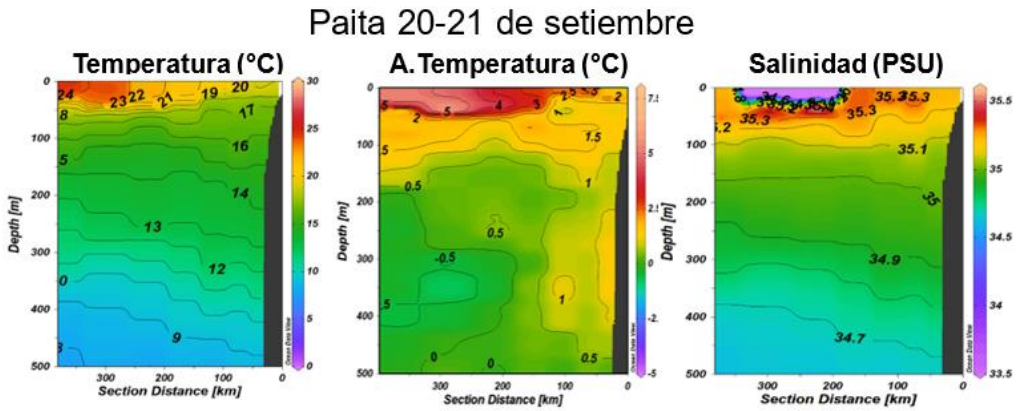


Figura 23. Anomalía térmica en base a los perfiladores ARGO, frente al zona norte; climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023).

a)



b)

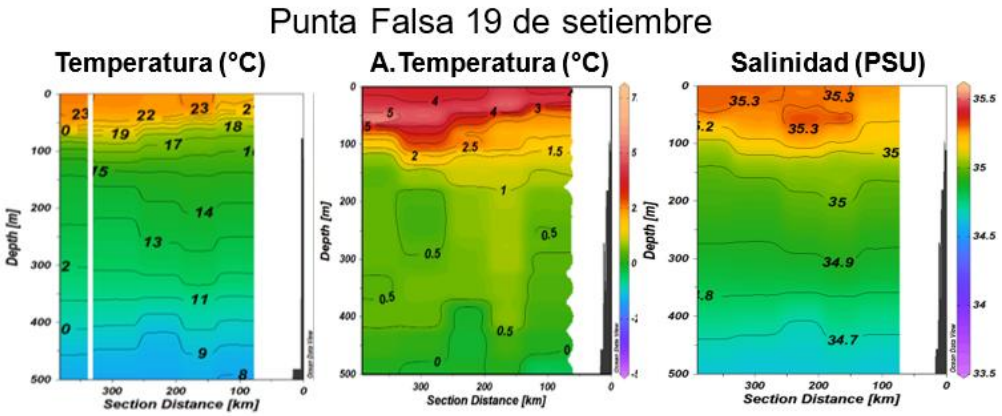


Figura 24. Perfiles de Temperatura, anomalía de temperatura y salinidad registrados por el BAC CARRASCO durante el crucero oceanográfico de la marina de guerra del Perú "Cruc0923" a) Paita (20-21 setiembre), b) Pnt. Falsa (19 setiembre). Fuente y elaboración: DIHIDRONAV

La salinidad superficial del mar (SSM) durante setiembre, mostró la influencia de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS, S < 33,8) en las 20 mn costeras de Puerto Pizarro y en las capas más someras, mientras que, las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES, S < 34,8) alcanzaron Punta Sal, formando un frente con las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS, S >35,1) **(Figura 21, Figura 25).** Al sur de ese punto, las ASS continuaron dominando las aguas del mar peruano. En la segunda quincena de setiembre, se registraron valores de salinidad de 35,2 dentro de las 80 mn frente a Negritos y hasta los 100 m (**Figura 19**). Asimismo, desde Paita hasta Chimbote y frente a Pisco, las ASS mantuvieron su acercamiento a la costa con valores de salinidad entre 35,1 y 35,2, ocupando la capa superior de 80 m de la columna de agua **(Figura 21, Figura 22, Figura 26, Figura 27).** Por otro lado, las aguas costeras (ACF) se presentan en la franja costera entre Chimbote y Callao, así como mantienen su predominio al sur de Atico hasta las 100 mn de la costa, según el modelo MERCATOR **(Figura 26).**

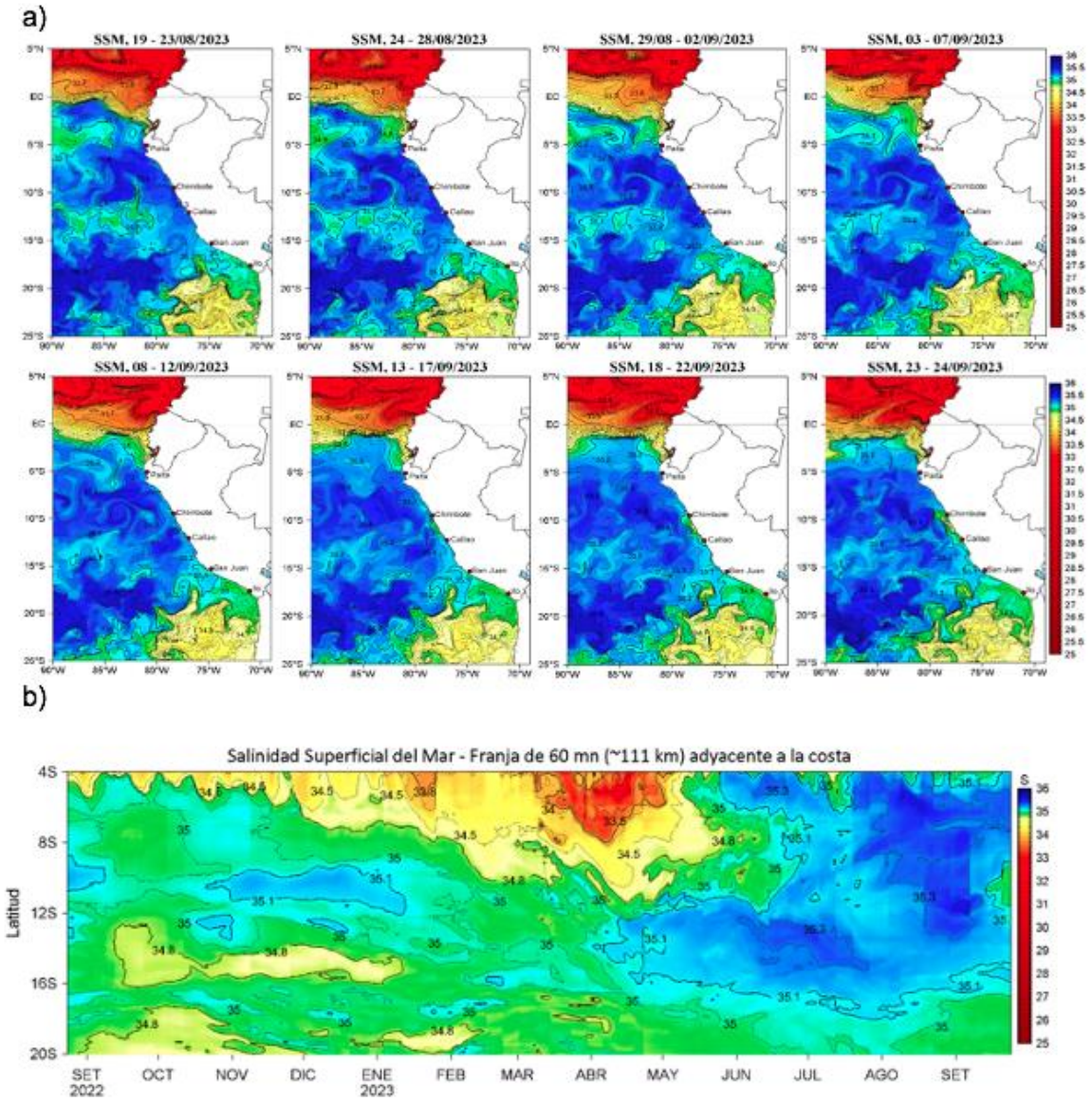


Figura 25. (a) Distribución quincenal de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el mes de 19 de agosto y 24 de setiembre del 2023. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 24 de setiembre de 2023. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

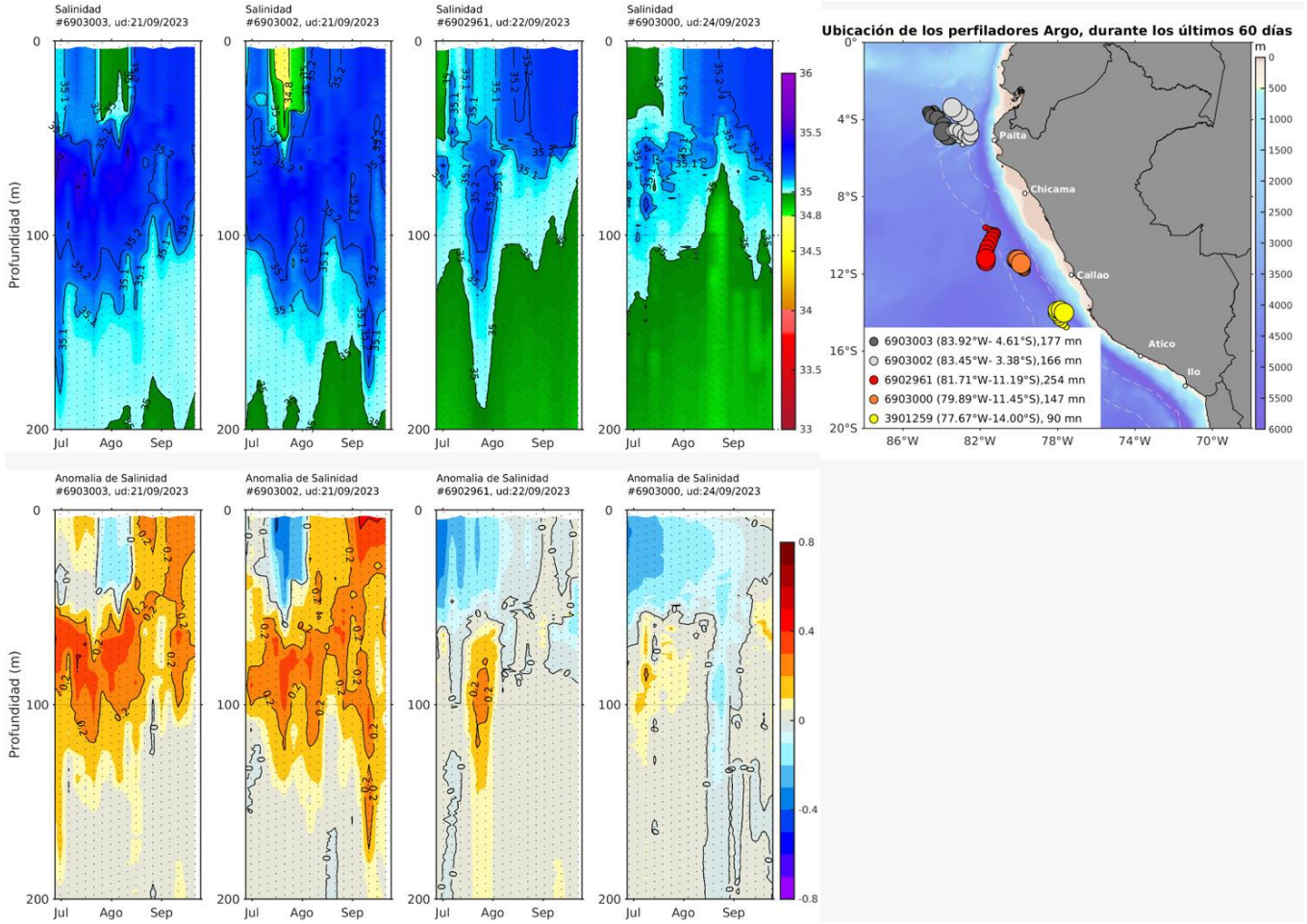


Figura 26. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE

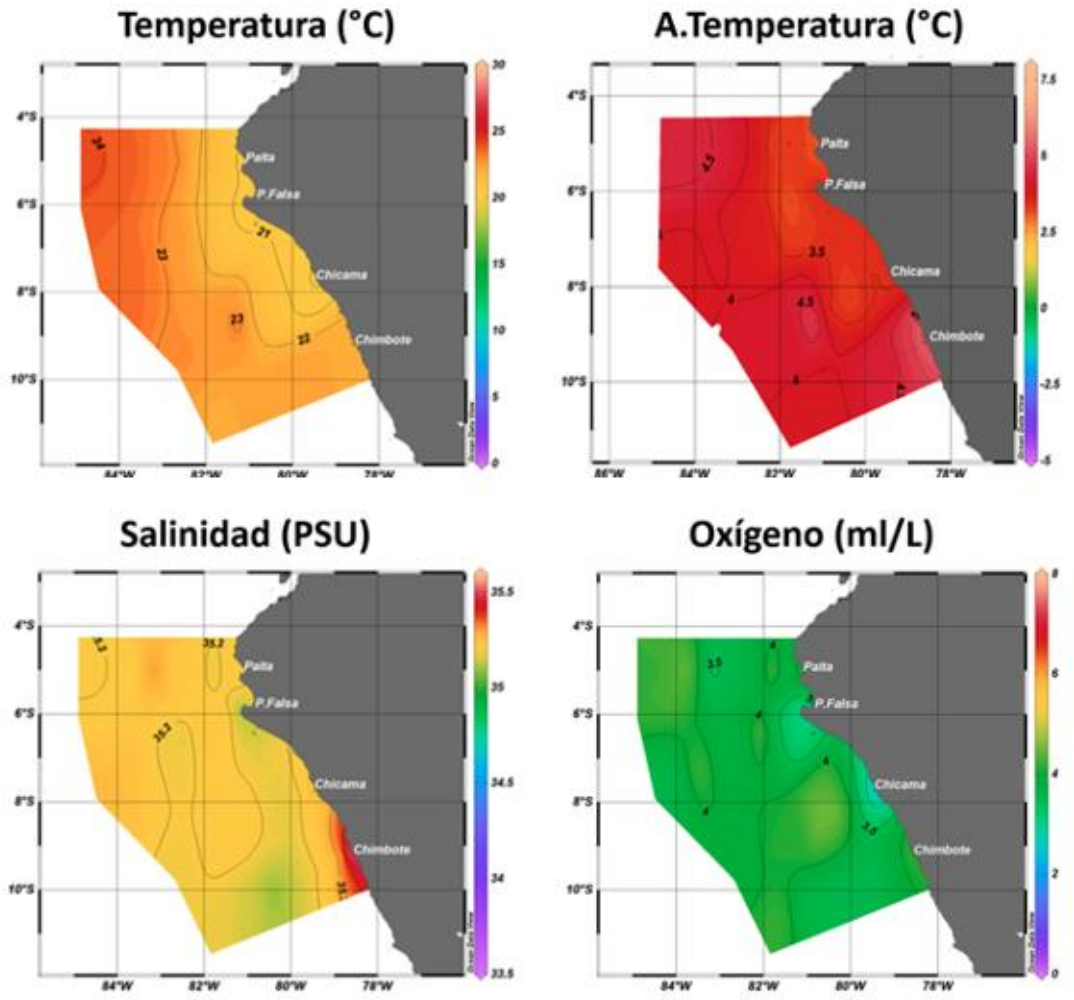


Figura 27. Temperatura superficial, anomalía de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto registrados por el BAC CARRILLO durante el crucero oceanográfico de la marina de guerra del Perú "Cruc0823" Paita (24 agosto - 01 setiembre). Fuente y elaboración: DIHIDRONAV.

En relación a las concentraciones de oxígeno disuelto (OD), frente a Chicama se observó un ascenso del límite superior de la Zona de Mínima de Oxígeno (ZMO, OD < 0,5 mL L^{-1}) entre la última semana de agosto y la cuarta semana de setiembre, pasando de una profundidad máxima de 200 m a 150 m, sobre la plataforma continental **(Figura 22).** El perfil en Chicama a 30 mn de la costa evidenció el ascenso de las isotermas de 16 °C a 20 °C dentro de la capa superior de 100 m. Dicho ascenso estuvo acompañado por la superficialización de la iso-oxígena de 2,0 mL L^{-1} de 100 a 30 m, así como por la aparición de concentraciones menores a 1,0 mL L^{-1} a 90 m de profundidad (**Figura 27 y Figura 28**).

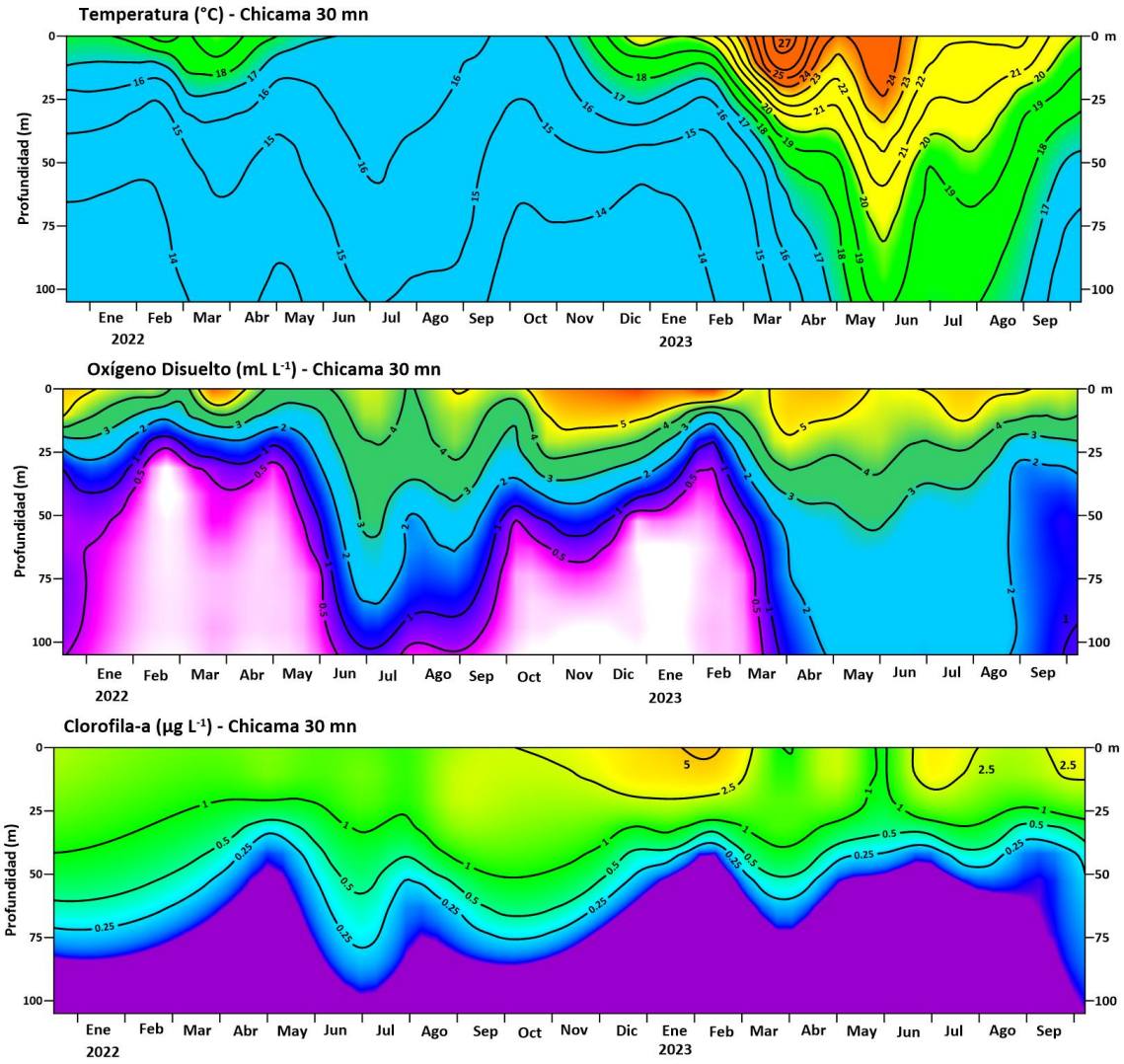


Figura 28. Distribución de Temperatura (°C), Oxígeno Disuelto (mL L^{-1}) y Clorofila-a (µg L^{-1}), a 30 mn de costa frente a Chicama entre enero 2022 y setiembre 2023.

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 µg L^{-1} dentro de las 50 mn a lo largo de la costa peruana y núcleos de 3 µg L^{-1} frente a Paita y San José dentro de las 20 mn (**Figura 29**). Esto significó un ligero aumento de la productividad respecto a agosto (**Figura 30**). En promedio, se observaron condiciones neutras, con ligeras anomalías positivas entre Paita y San José, así como ligeras anomalías negativas principalmente entre Chicama y Chimbote, y frente a Pisco e Ilo (**Figura 31**). Aunque en promedio a lo largo de la costa, las concentraciones de clorofila-a vienen recuperándose, frente a Chicama, los datos satelitales mostraron una ligera disminución, registrándose hacia fines de setiembre concentraciones entre 0,5 a 1,0 µg L^{-1} dentro de los 20 mn, menores respecto a julio y agosto. Sin embargo, de acuerdo a información *in situ*, entre las 30 a 60 mn, se observó un núcleo de 2,5 µg L^{-1} hasta los 20 m de profundidad (**Figura 29, Figura 31**).

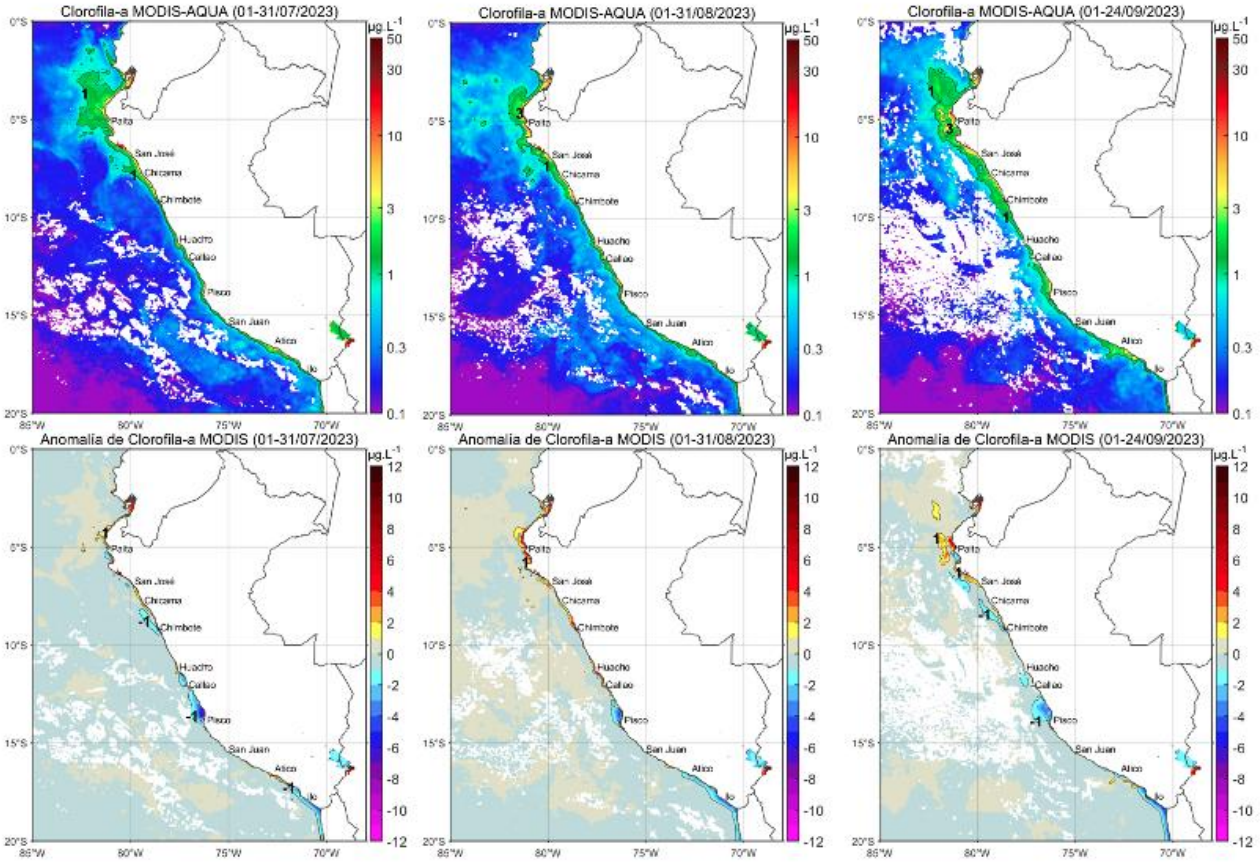


Figura 29. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital (µg L^{-1}, panel superior) y su anomalía (µg L^{-1}, panel inferior), durante mayo, julio y lo que va de setiembre de 2023 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

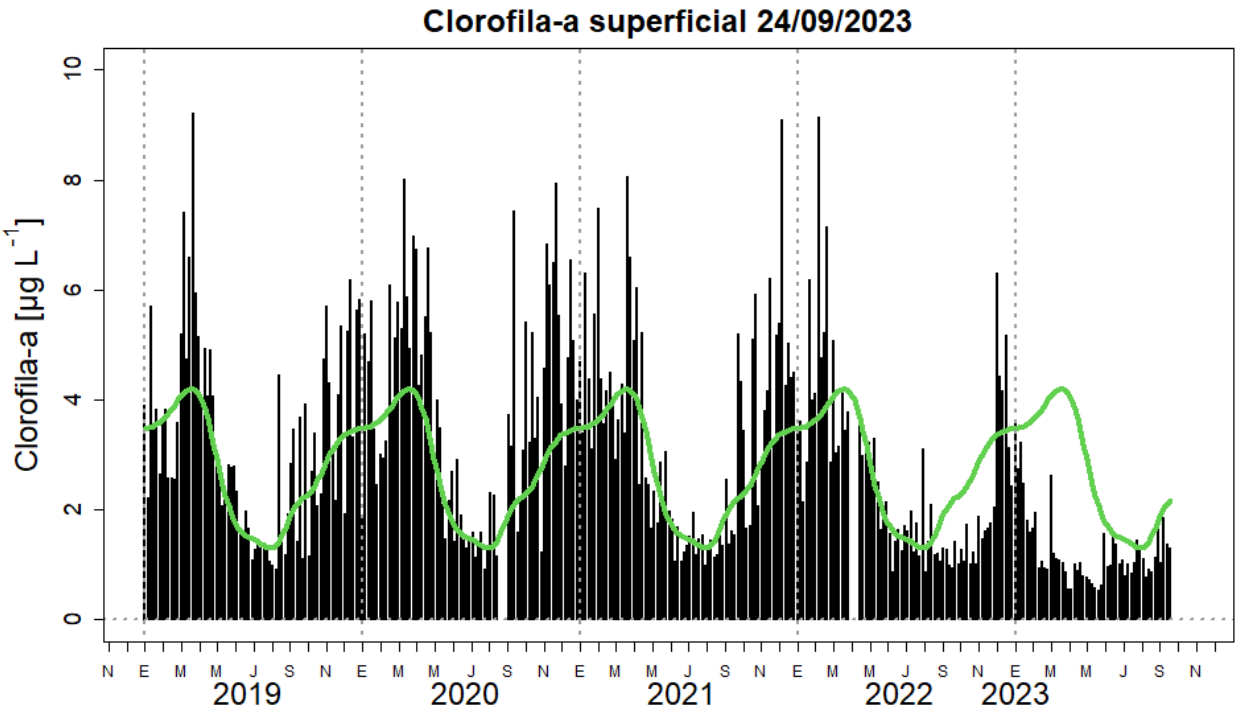


Figura 30. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS (µg L^{-1}) entre 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

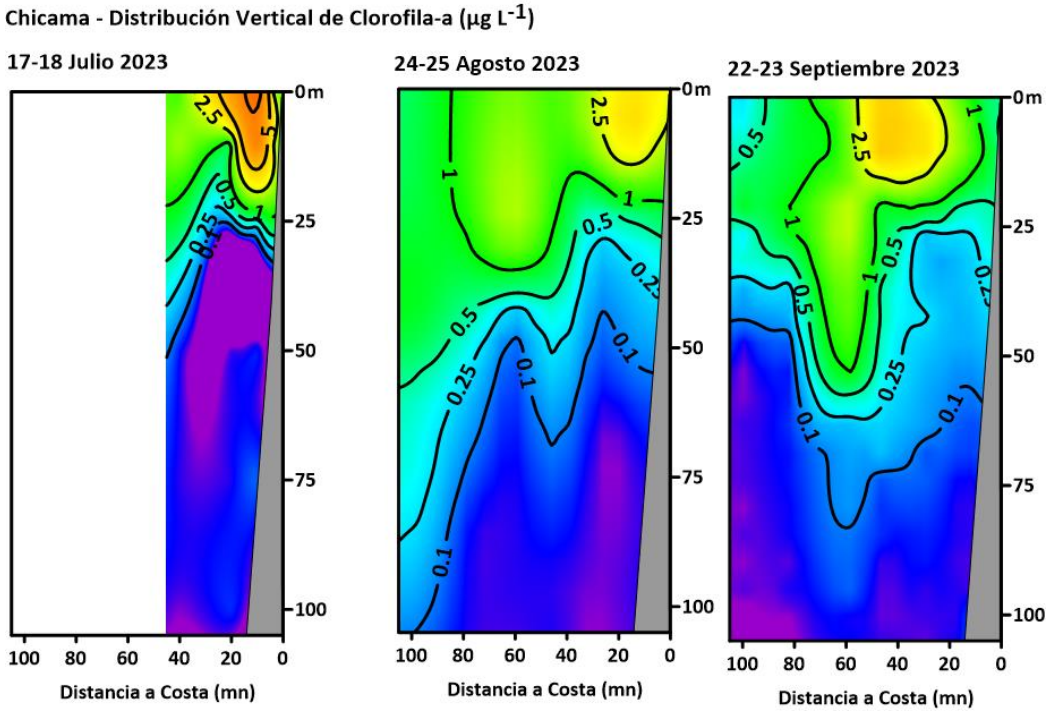


Figura 31. Distribución vertical de clorofila-a (µg L^{-1}) en la sección Chicama entre el 17-18 julio, 24 y 25 de agosto y entre el 22 al 23 de setiembre del 2023.

Respecto a los recursos pelágicos pesqueros, en la región norte-centro, la flota artesanal dirigida a la anchoveta (*Engraulis ringens*) registró cardúmenes dentro de las 10 mn, en zonas de refugio en Paita e Ica (zonas de bahía) y frente a Chimbote. Estas capturas se realizaron en condiciones de TSM de 17 °C y aguas de mezcla entre ASS y ACF. Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro, en setiembre, mostraron importantes procesos de maduración gonadal y desove, evidenciando que el recurso aún se encuentra en su principal periodo de desove (**Figura 32** y **Figura 33**).

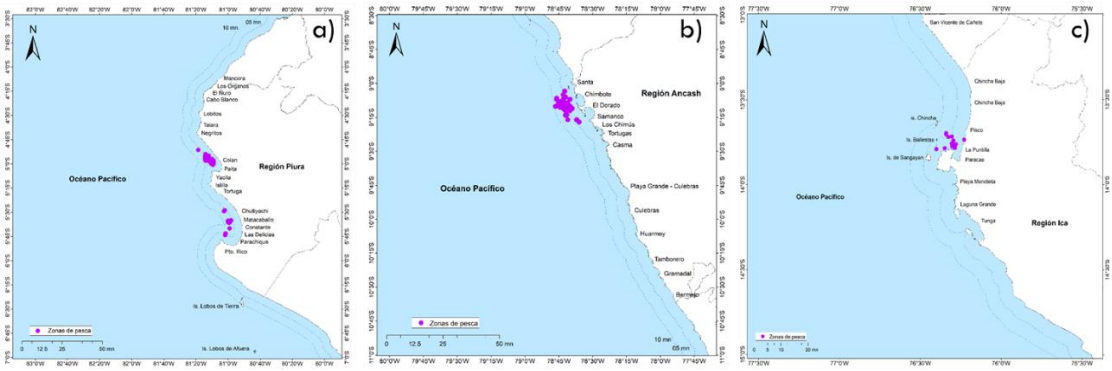


Figura 32. Distribución de la flota artesanal dirigida a la anchoveta en setiembre 2023.

En el caso de las especies transzonales, el bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) continuó presentando una mayor cobertura, desde Punta Sal (Piura) a Los Palos (Ilo) dentro de las 25 mn de costa, presentando zonas de mayor concentración en la región norte, entre Pimentel a Malbrigo, y en la zona sur entre Ilo y Morro Sama. donde las anomalías térmicas presentaron valores entre +1 °C y +3 °C. Se registraron ligeros cambios en la distribución de jurel y caballa con respecto al mes anterior. El jurel (*Trachurus murphyi*) registró un desplazamiento hacia el sur, con pesca dentro de las 100 mn entre Ilo y Morro Sama. La caballa (*Scomber japonicus peruanus*) mantuvo su distribución, pero con menor cobertura, encontrándose dentro de las 10 mn entre Paita y Sechura. En cuanto a la condición reproductiva, las especies transzonales presentaron mayores procesos de maduración gonadal y desove, principalmente el bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) (**Figura 34 y Figura 35**).

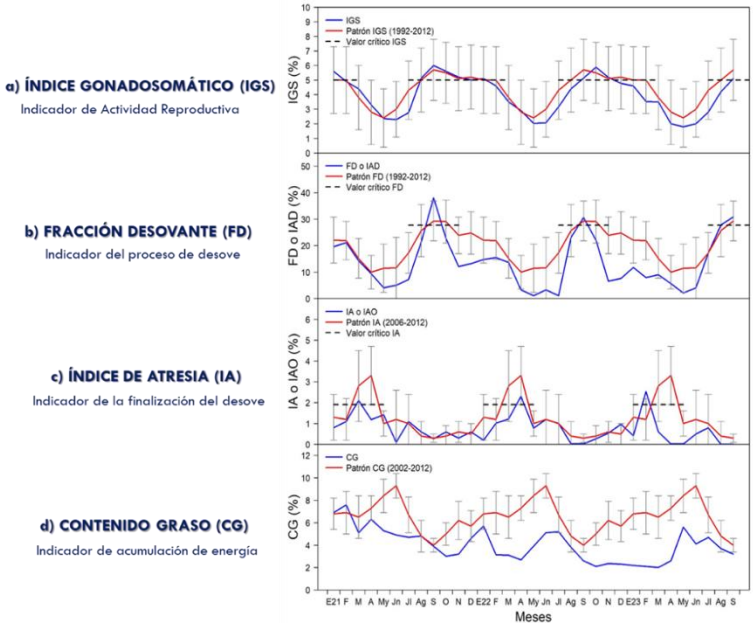


Figura 33. Indicadores reproductivos a) Índice gonadosomático, b) Fracción desovante, c) Índice de atresia e índice somático d) Contenido graso de la anchoveta. Periodo enero del 2021 a setiembre del 2023.

Respecto a los recursos demersales, del 01 al 24 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 36). Estos valores siguen considerándose bajos para esta pesquería, lo cual podría deberse a la profundización y cambios en la distribución del recurso, alejándose del alcance de la pesquería industrial (Figura 37). Por otro lado, se observó que se mantiene el incremento de los individuos de menor tamaño observado la quincena anterior, los cuales ahora se encuentran desde el extremo norte hasta los 6°S (Figura 38), señal que podría estar correspondiendo con el típico reclutamiento de primavera.

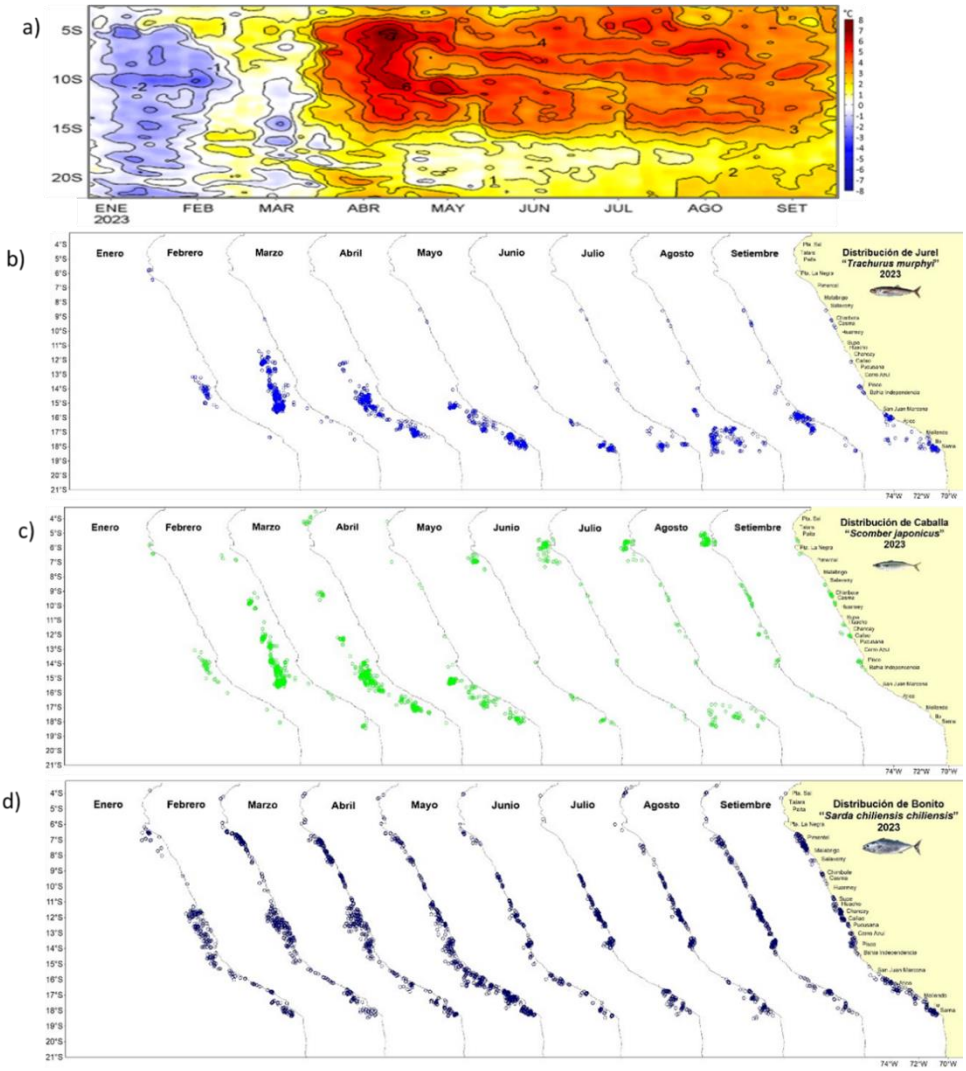


Figura 34. Distribución mensual de recursos transzonales con relación a las condiciones ambientales a) anomalías térmicas, b) jurel, b) caballa y c) bonito durante enero – 24 setiembre 2023

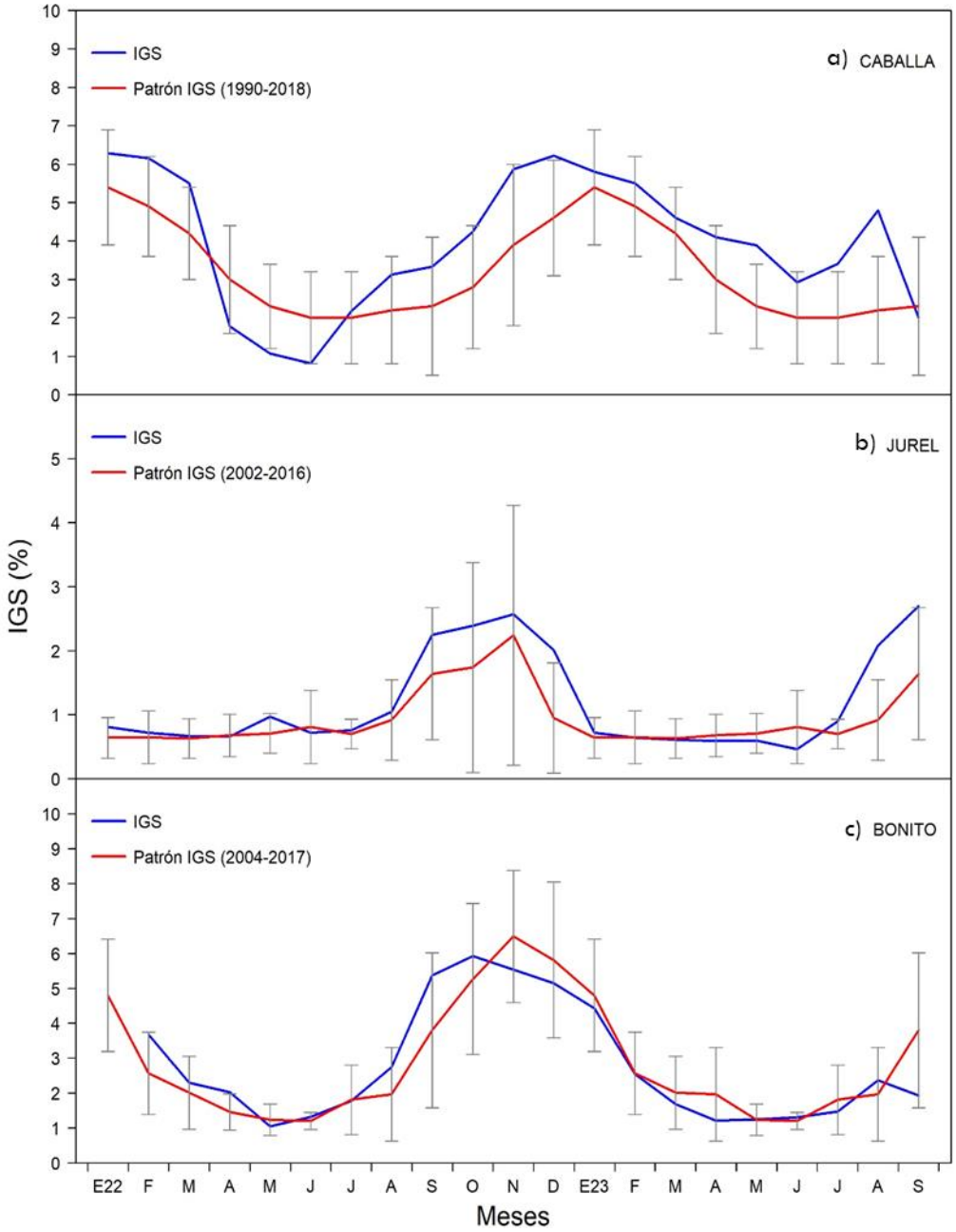


Figura 35. Índice gonadosomático de a) caballa, b) jurel y c) bonito. Periodo enero del 2022 a agosto del 2023.

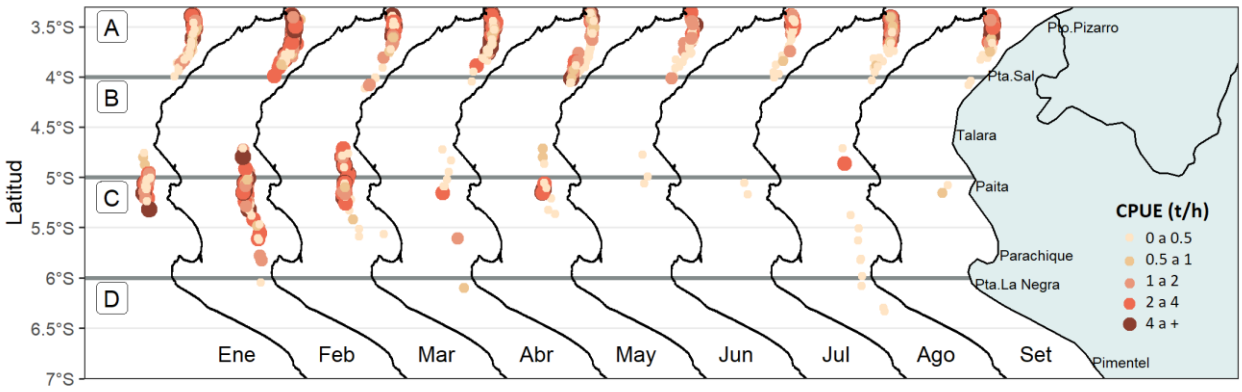


Figura 36. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en t/h) por lance de pesca entre los meses de enero a agosto y del 1 al 24 de setiembre 2023 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza.

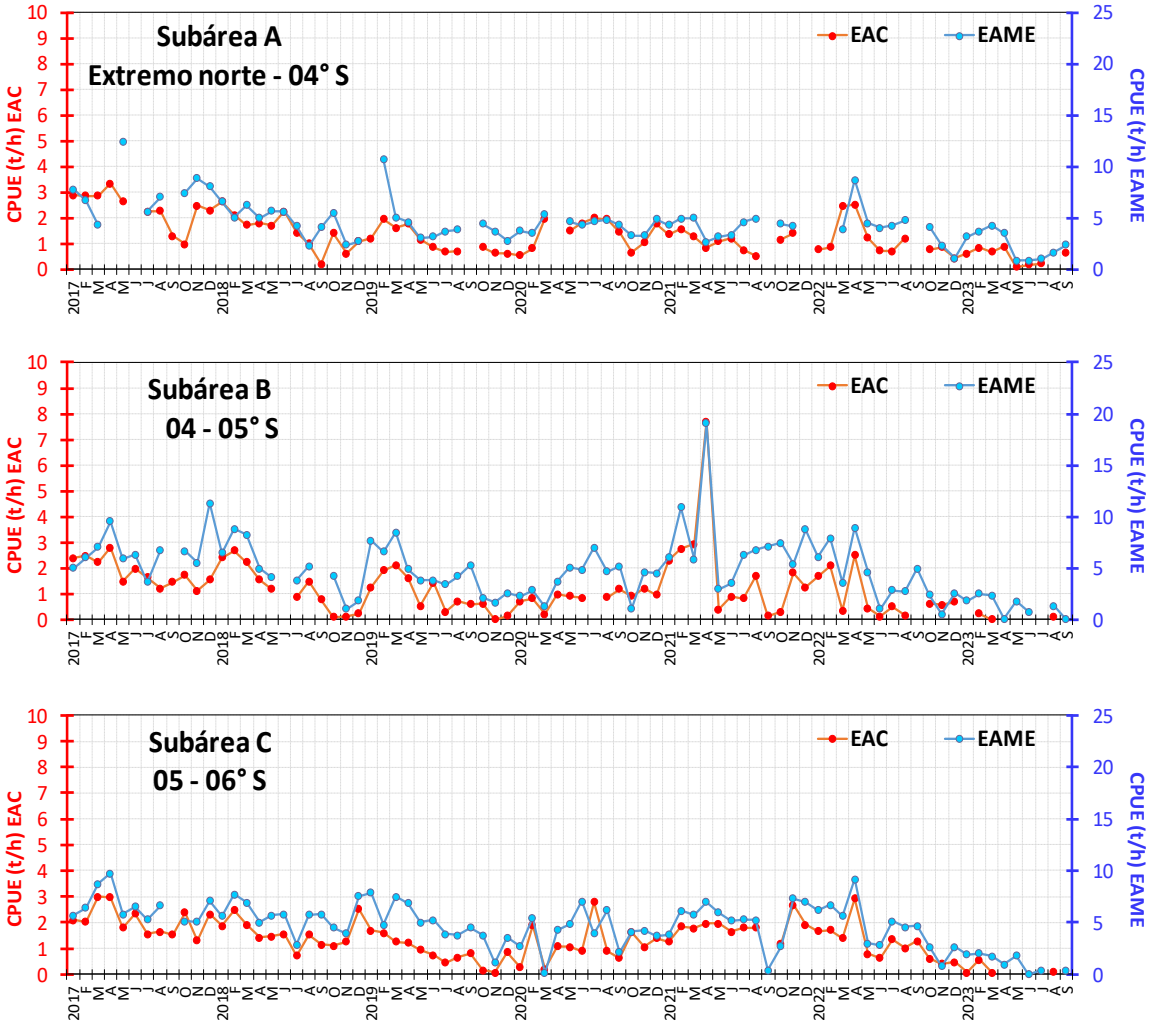


Figura 37. CPUE mensual (t/h) por sub-área de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

Se observó la disminución de los desembarques de los recursos calamar gigante (*Dosidicus gigas*), pulpo (*Octopus mimus*) y langostino café (*Penaeus californiensis*); a diferencia de los recursos concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y al calamar común (*Doryteuthis gahi*), cuyos desembarques se incrementaron. El calamar gigante se encontró distribuido entre Punta Sal y Morro Sama, mostrando las mayores concentraciones en la zona norte, entre Talara y Paita (Figura 39).

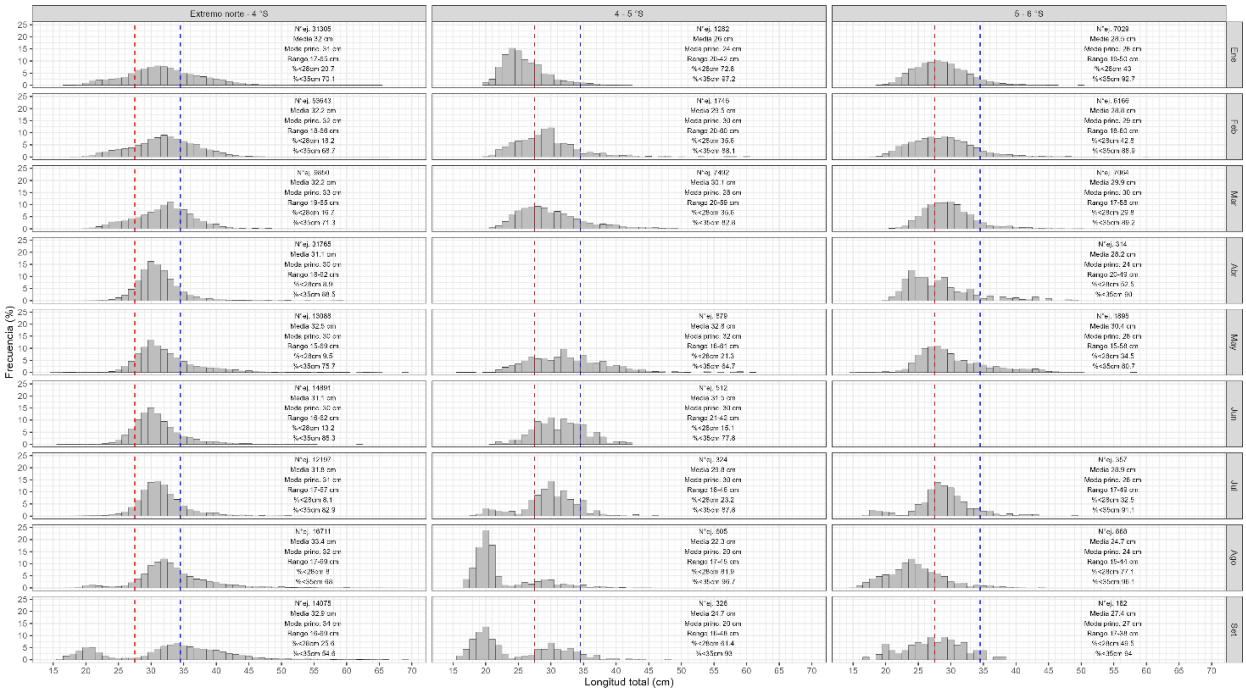


Figura 38. Distribución de tallas de merluza por subárea (latitud) entre los meses de enero a agosto y del 1 al 24 de setiembre 2023 (de izquierda a derecha), capturada por la flota industrial de arrastre.

Los varamientos de depredadores superiores han continuado, siendo registrados desde mayo hasta la actualidad. Los mayores varamientos corresponden a las aves en general (guaneras, endémicas y oceánicas). En setiembre se registró en Puerto Eten (Lambayeque) el varamiento de albatros de Galápagos (*Phoebastria irrirata*) y de lobo chusco (*Otaria byronia*) en Bayóvar (Piura).

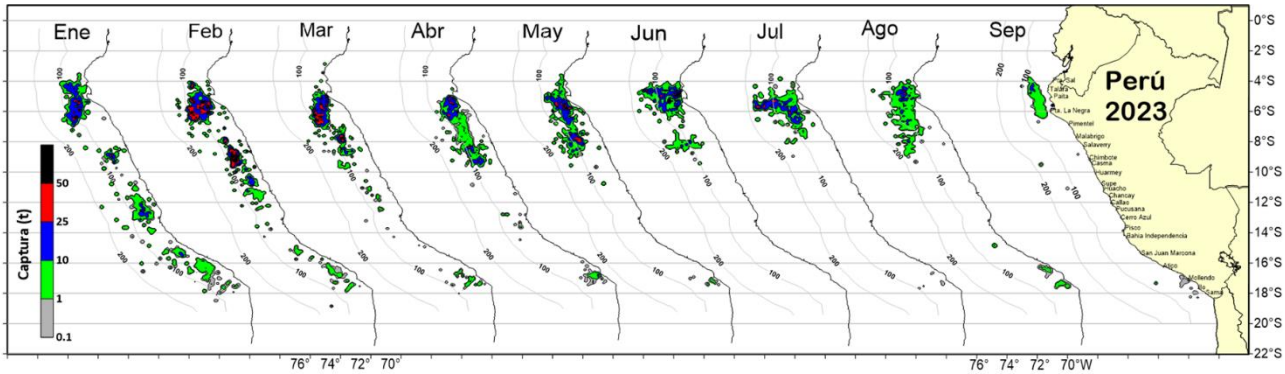


Figura 39. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, enero al 18 de setiembre 2023.

3.4. Condiciones hidrológicas

Durante setiembre, los ríos de la costa norte, centro y sur continuaron reportando caudales entre lo normal a ligeramente sobre lo normal. Los caudales de todos los ríos de la región Tacna están por debajo de lo normal. Asimismo, en las vertientes del 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, incluyendo los ríos navegables como el Madre de Dios, Ucayali y el Amazonas**(**Tabla 4**).**

Tabla 4. Caudales de los principales ríos del al 25 de setiembre del 2023

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)						Promedio (m3/s)	Anomalía (%)
		Set-23							
Pacifico Norte	Tumbes Cabo Inga	26.3	23.4	21.5	20.1	18.8		22.0	24.3
	Tumbes El Tigre	31.3	26.3	24.6	23.9	22.9		25.8	39.6
	Chira	28.6	44.4	26.4	28.2	8.1		27.2	14.4
	Piura	2.8	0.7	0.4	0.0	0.0		0.8	0.0
	Motupe	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4		0.5	22.7
	La Leche	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4		0.4	-69.5
	Chancay Lambayeque	7.6	5.4	5.4	4.8	4.7		5.6	-4.3
	Zaña	2.2	1.7	1.4	1.4	1.4		1.6	-24.5
	Jequetepeque	2.3	2.3	2.1	2.0	1.8		2.1	2.3
	Chicama	6.1	5.7	5.3	5.5	5.2		5.6	165.0
	Santa	47.9	44.2	45.9	46.0	47.1		46.2	4.7
Pacifico Centro	Pativilca	11.4	11.0	10.9	13.0	15.5		12.3	-1.2
	Huaura	7.9	8.3	7.5	8.5	9.8		8.4	12.1
	Huaral	1.9	2.1	1.9	2.0	2.7		2.1	-51.7
	Chillon	1.6	1.9	1.9	1.7	2.0		1.8	-2.7
	Rímac	15.6	16.0	15.7	15.4	15.4		15.6	2.0
	Lurin	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1		0.2	1.4
	Mala	2.2	1.8	1.8	2.3	1.5		1.9	41.6
	Cañete	13.7	12.3	13.6	12.5	12.5		12.9	28.9
	Pisco	5.6	6.5	5.3	4.4	2.8		4.9	170.1
Pacifico Sur	Acari	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4		0.5	-69.8
	Yauca	0.2	0.2	0.4	0.2	0.1		0.2	2.0
	Ocoña	33.7	32.4	31.8	31.4	30.8		32.0	-8.6
	Camana	23.4	22.4	21.5	20.6	20.8		21.7	-24.9
	Chili	7.1	7.5	7.7	7.7	7.4		7.5	-6.6
	Tambo	6.9	7.1	6.6	6.1	6.7		6.7	-12.8
	Huaracane	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2		0.2	-19.6
	Torata	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2		1.2	-13.6
	Tumilaca	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4		0.5	-7.4
	Locumba	1.1	1.1	1.2	1.1	1.3		1.2	-54.6
	Sama	0.8	0.8	0.8	0.7			0.8	-37.4
	Caplina	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4		0.4	-16.8
Titicaca	Huancane	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9		0.9	-60.0
	Ramis	6.2	6.1	6.0	5.9	5.9		6.0	-39.7
	Ilave	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0		5.1	-14.9
	Coata	2.2	1.9	1.8	1.6	1.6		1.8	-55.2
Marañón	Marañón (Coral Quemado	109.1	109.3	109.6	109.7	109.2		109.4	-22.2
	Marañón (Cumba)	110.4	109.6	103.3	99.2			105.6	-29.3
	Crisnejas (Puente)	1.8	1.5	1.2	1.2	1.2		1.4	-65.3
	Crisnejas (Jesús Tunel)	0.03	0.114	0.152	0.126	0.12		0.1	-28.2
Huallaga	Huallaga (Huayabamba)	163.1	183.9	170.4				172.5	-35.4
	Sisa	7.8	8.7	5.7	8.2	8.2		7.7	-25.2
	Tocache	245.5	253.9	180.0	334.0	265.9		255.9	-25.4
	Huallaga (Tingo Maria)	88.4	95.0	78.1	87.1	86.8		87.1	-33.1
	Huallaga (Taruca)	14.9	15.4	14.4	16.0	16.5		15.5	-16.4
Mantaro	Mantaro (Pongor)	74.8	78.5	74.8	84.0	92.0		80.8	-20.7
	Mantaro (La Mejorada)	73.8	73.5	74.7	75.8	80.1		75.6	-17.9
	Mantaro (Stuart)	28.2	31.3	30.4	32.1	32.8		31.0	-42.6
	Mantaro (Chulec)	24.0	28.0	27.5	30.1	40.5		30.0	-25.4
Pampas	Pampas	50.8	52.6	49.5	50.6	52.9		51.3	23.9
Apurímac	Apurímac	72.3	70.9	69.0	67.0	65.5		68.9	5.3
Urubamba	Urubamba (Km 105)	30.2	31.5	29.6	30.5	32.0		30.8	-11.3
	Paucartambo	9.0	6.9	7.4	9.2	10.3		8.6	-40.6
	Pisac	21.6	23.2	21.2	22.0	24.0		22.4	-9.8

	Madre de Dios	1509.5	1776.9	1338.3	1281.0	1387.1		1458.6	0.2
Ríos Navegables	Ucayali (msnm)	137.6318	138.0194	138.1148	138.1672	138.263		138.0	-0.5
	Amazonas (msnm)	109.7	109.4	109.4	109.2	109.4		109.4	-1.3

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

Los principales embalses del país, al 25 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 25 setiembre del 2023

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm^3)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	25-Set	Piura	445.5	311.3	69.9
	San Lorenzo	25-Set	Piura	195.6	125.0	63.9
	Tinajones	25-Set	Lambayeque	331.6	247.9	74.8
	Gallito Ciego	25-Set	La Libertad	366.1	286.6	78.3
	SUB TOTAL			1338.7	970.8	72.5
Costa - Centro	Viconga	25-Set	Lima	30.0	12.5	41.7
	Sistema Rímac	15-Set	Lima, Junin	282.4	156.4	55.4
	Choclococha	25-Set	Ica	131.1	100.1	76.4
	Ccaracocha	25-Set	Ica	40.0	21.0	52.6
	SUB TOTAL			483.5	290.0	60.0
Costa - Sur	Condoroma	25-Set	Arequipa	259.0	153.0	59.1
	El Pañe	25-Set	Arequipa	99.6	52.7	52.9
	Dique Los Españoles	25-Set	Arequipa	9.1	3.4	37.1
	Pillones	25-Set	Arequipa	78.5	26.5	33.7
	El Frayle	25-Set	Arequipa	127.2	60.0	47.2
	Aguada Blanca	25-Set	Arequipa	30.4	14.3	46.9
	Chalhuanca	25-Set	Arequipa	25.0	21.2	84.8
	Bamputañe	25-Set	Arequipa	40.0	14.7	36.7
	Pasto Grande	25-Set	Moquegua	200.0	134.4	67.2
	Paucarani	25-Set	Tacna	10.5	3.4	32.1
	Laguna Aricota	25-Set	Tacna	280.0	188.9	67.5
	Jarumas	25-Set	Tacna	13.0	12.6	97.2
	SUB TOTAL			1172.4	684.9	58.4
Sierra - Centro	Cuchoquesera	25-Set	Ayacucho	80.0	37.8	47.3
	Lago Junín	25-Set	Junin	441.0	119.9	27.2
	SUB TOTAL			521.0	157.7	30.3
Sierra - Sur	Lagunillas	25-Set	Puno	585.1	404.0	69.0
	Sibinacocha	25-Set	Cusco	110.0	30.6	27.8
	SUB TOTAL			695.1	434.6	62.5
Situación Nacional	**Situación Nacional**		**-**	**4,210.7**	**2,538.1**	**60.3**

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 promovieron nuevos brotamientos vegetativos y una baja respuesta para el inicio de floraciones del mango Kent. 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 40**).**

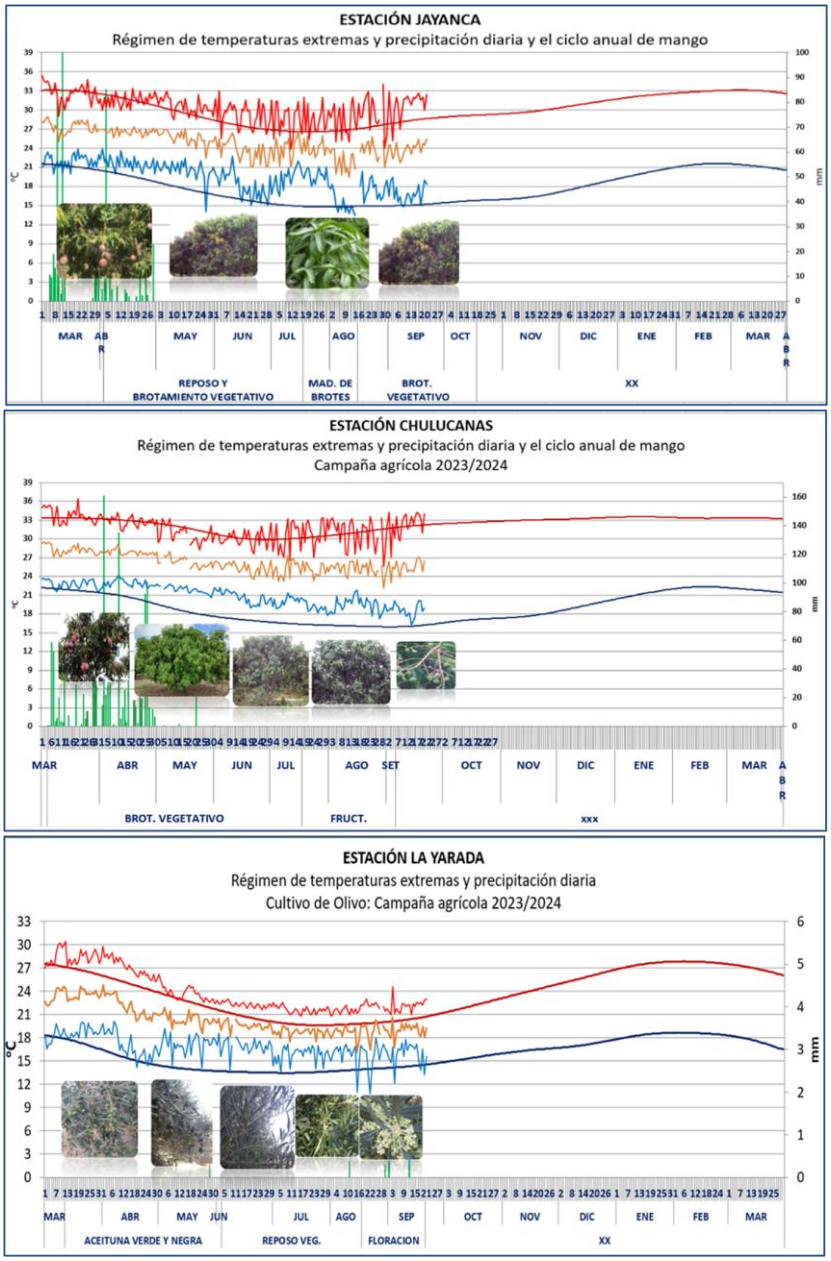


Figura 40. Monitoreo agrometeorológico del mango y el olivo campañas agrícolas 2023/2024 en las estaciones de Jayanca, Chulucanas y La Yarada. Fuente: SENAMHI.

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, mientras que entre febrero y abril de 2024 se esperarían condiciones 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

Según la reciente actualización del modelo CFSv2 (15-24 setiembre) habría, en promedio, condiciones cálidas moderadas para los meses de octubre y noviembre, cálidas fuertes para los meses de diciembre y enero de 2024, cálidas moderadas entre los meses de febrero y abril, y cálidas débiles en mayo (Figura 41).

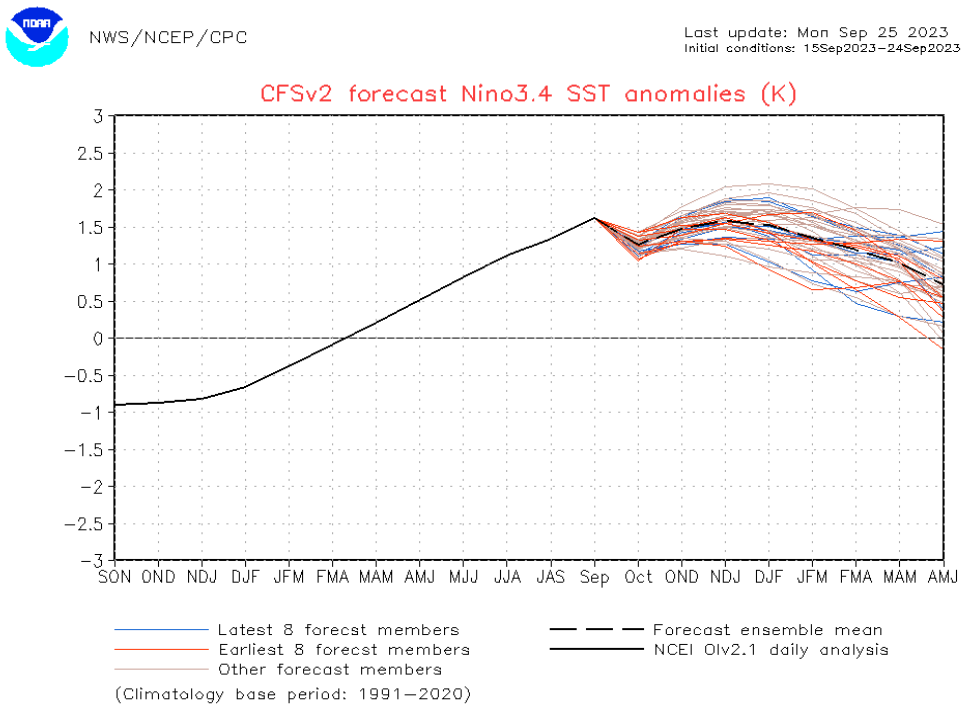


Figura 41. Pronóstico de la media móvil de la anomalía de TSM del modelo CFSv2, para la región Niño 3.4

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME, indican en promedio, condiciones cálidas fuertes hasta noviembre, 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

La reciente actualización del modelo CFSv2 (15-24 setiembre) indica, en promedio, condiciones

cálidas moderadas de octubre 2023 a febrero de 2024, condiciones cálidas débiles entre los meses de marzo y abril de 2024, y finalmente condiciones normales en el mes de mayo (Figura 42).

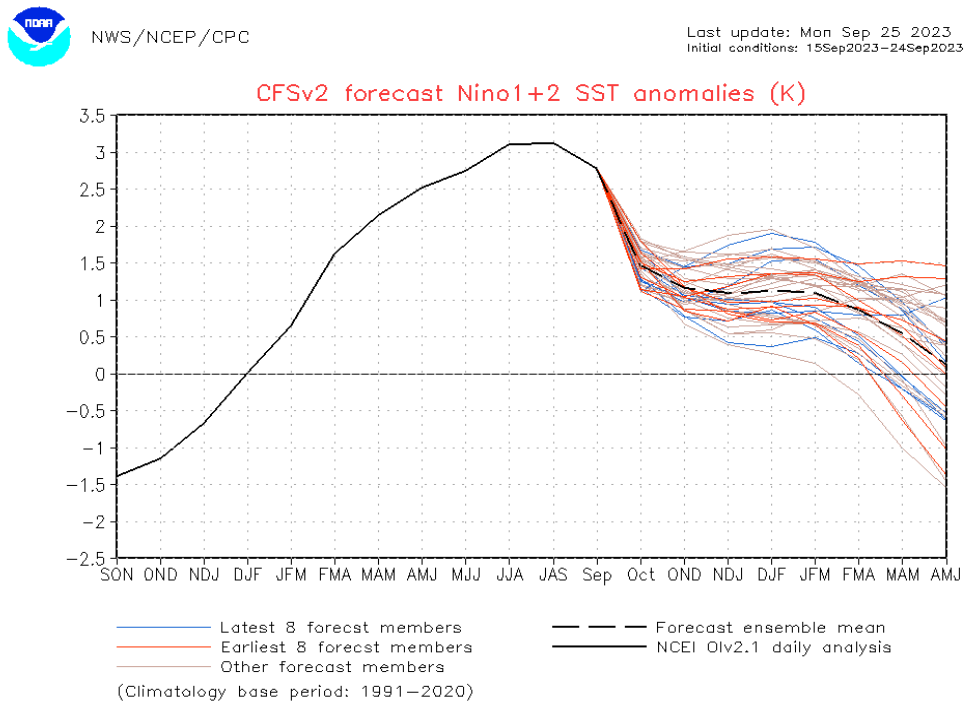


Figura 42. Pronóstico de la media móvil de la anomalía de TSM del modelo CFSv2, para la región Niño 1+2

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 y luego el arribo de una onda Kelvin fría en octubre (Figura 4). De desarrollarse la onda Kelvin cálida que actualmente se observa en 180° W (Figura 3), esta arribaría a la costa peruana a partir de noviembre, aunque su magnitud sería débil. Por otro lado, el modelo forzado con vientos de NCEP, y con vientos igual a cero para el pronóstico, muestra la presencia de ondas de Kelvin frías hasta fines de octubre y luego ondas de Kelvin cálidas débiles a partir de noviembre **(**Figura 4**)**.

Finalmente, el pronóstico del modelo de ondas forzado con vientos de NCEP para el diagnóstico, y vientos de CFSv2 para el pronóstico de hasta los 41 días, iniciado el 24 de setiembre, muestra ondas Kelvin frías hasta la quincena de noviembre y luego ondas de Kelvin cálidas fuertes, 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.

De acuerdo a la simulación del modelo de ondas Kelvin del IMARPE, forzada hasta el 20 de setiembre, se espera que continúe la propagación y arribo de dos ondas Kelvin cálidas, al extremo del Pacifico ecuatorial oriental entre octubre y noviembre, con intensidades posiblemente debilitadas. Así, en octubre, se espera la llegada del núcleo de la onda Kelvin cálida (modo 2), que fue generada en el Pacífico ecuatorial occidental debido a la contribución conjunta entre la reflexión de una onda Rossby cálida entre junio y julio y la persistencia de las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial occidental entre julio y agosto. Asimismo, entre octubre y noviembre, se espera la llegada de otra onda Kelvin cálida (modo 1), generada en el Pacífico ecuatorial central por las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial central en setiembre. De otra parte, entre noviembre y diciembre, se espera el arribo de una onda Kelvin fría (modo 1), formada por la reflexión de la onda Rossby fría en el Pacífico occidental **(Figura 45).**

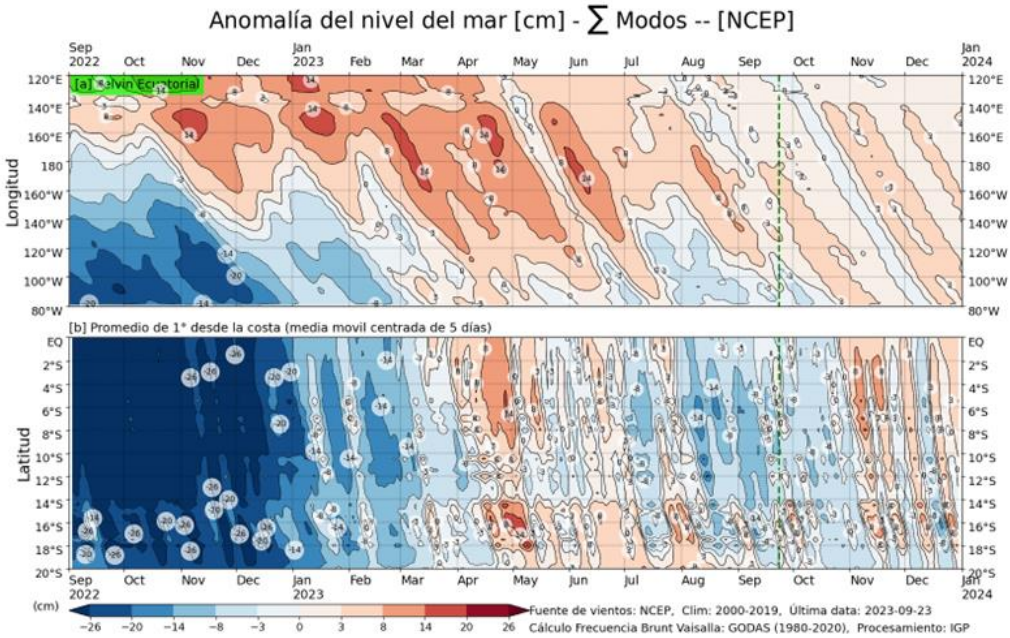


Figura 43. Anomalía del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), forzado con vientos de ASCAT. La línea verde representa el inicio del pronóstico con vientos igual a cero. Fuente: IGP

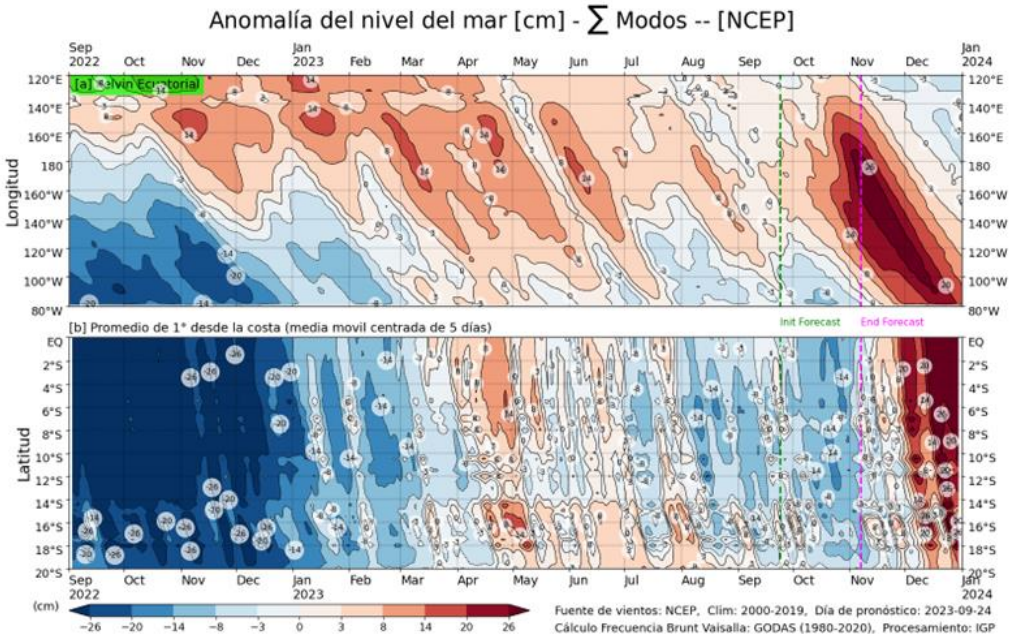


Figura 44. Igual que la Figura 44, pero para el pronóstico de los siguientes 41 días (entre la línea vertical verde y rosada) se usa la información de anomalías de vientos del modelo atmosférico CFSv2. Luego de la línea rosada, los vientos usados para el pronóstico fueron iguales a cero. Fuente: IGP.

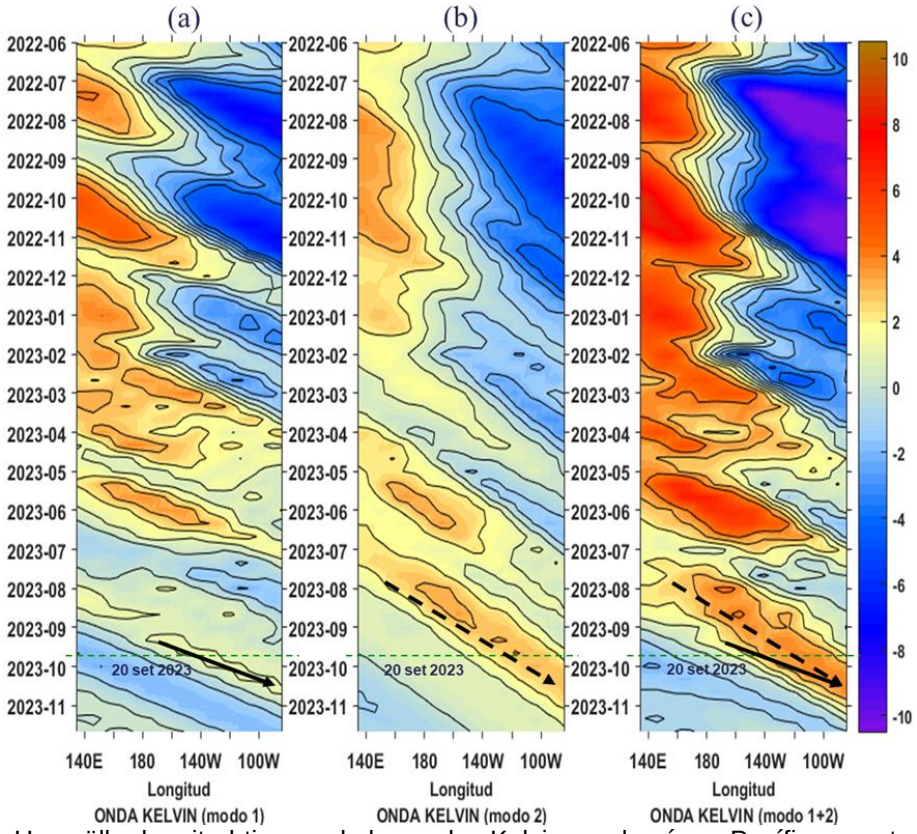


Figura 45. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento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

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, para el Pacífico central, se espera que El Niño continúe su desarrollo hasta el verano de 2024, alcanzando su máxima intensidad a fines de año. Las magnitudes más probables de este evento en el verano son moderadas (57 %) y fuerte (26 %) **(**Tabla 10**).**

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

Pacífico central	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	0
Fría débil	0	0	0	0	0
Neutro	0	0	0	0	1
Cálida débil	1	1	1	5	14
Cálida moderado	48	45	42	44	45
Cálida fuerte	50	53	55	50	38
Cálida muy fuerte	1	1	2	1	0

Para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones cálidas fuertes hasta noviembre de 2023 **(**Tabla 9 **y** Figura 46**).** Finalmente, para el verano 2023-2024 la mayor probabilidad corresponde a El Niño costero de magnitud moderada (51%), seguida de la probabilidad de magnitud fuerte (35%) **(**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	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	0
Fría débil	0	0	0	0	0
Neutro	0	0	1	2	4
Cálida débil	0	2	5	8	10
Cálida moderado	37	47	47	46	44
Cálida fuerte	62	50	46	43	41
Cálida extraordinario	1	1	1	1	1

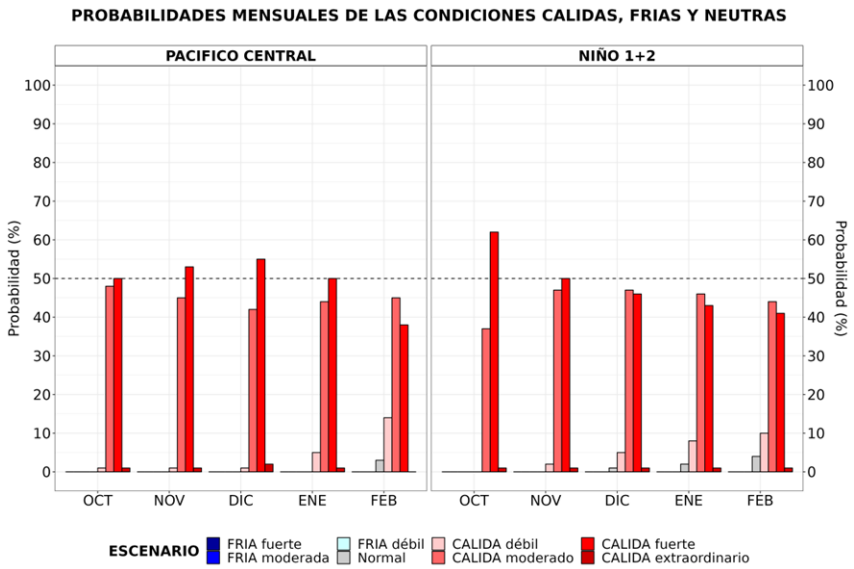


Figura 46. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre octubre y febrero 2024.

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	1
El Niño Débil	16
El Niño Moderado	57
El Niño Fuerte	26
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	3
El Niño Débil	10
El Niño Moderado	51
El Niño Fuerte	35
El Niño Extraordinario	1

Para el trimestre octubre-diciembre de 2023[5], a lo largo de la costa se esperan temperaturas del aire por encima de lo normal. Además, se prevé lluvias por encima de lo normal en la costa norte, costa centro 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 norte y la sierra norte, sin descartar lluvias intensas especialmente en la región noroccidental del país. 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 sur[6].

Entre octubre 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 del país se presentarían caudales por encima de lo normal hacia diciembre. 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 normal[7]. Para el verano de 2024[8], bajo el escenario de El Niño, podrían presentarse caudales por encima de lo normal, principalmente en la zona noroccidental del país. Por otro lado, se prevé que continúen las condiciones hidrológicas por debajo de lo normal en la zona sur, especialmente en la región hidrográfica del Titicaca.

[5] Pronóstico estacional octubre-diciembre de 2023: https://www.SENAMHI.gob.pe/load/file/02262SENA-39.pdf
[6] Escenario probabilístico de lluvias para el verano (enero-marzo) 2024: https://www.SENAMHI.gob.pe/load/file/02261SENA-11.pdf
[7] Pronóstico hidrológico estacional a nivel nacional setiembre 2023-enero 2024: https://www.SENAMHI.gob.pe/load/file/02694SENA-37.pdf
[8] 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 aún mantenga su mayor actividad reproductiva dentro de su período principal de desove (invierno-primavera). El bonito permanecería disponible y accesible a lo largo del litoral peruano. En cuanto a los recursos demersales, para las próximas semanas, se espera que la merluza mantenga el comportamiento observado desde agosto, con valores bajos en los desembarques industriales y artesanales, así como el aumento de la presencia de ejemplares menores a los 28 cm, propios del proceso de reclutamiento de primavera. Asimismo, de continuar la reciente tendencia al debilitamiento de las condiciones cálidas anómalas, el calamar gigante o pota mantendrá su disponibilidad actual.

VI. 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) se prolongue hasta el verano de 2024, como consecuencia de la alta probabilidad del desarrollo de El Niño en el Pacífico central.

Conforme al juicio experto del ENFEN, basado en los datos observados, así como de los pronósticos de los modelos climáticos internacionales que se tienen hasta la fecha, en la región Niño 1+2, pese a la reciente disminución de las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM), es más probable que las condiciones cálidas fuertes se mantengan hasta noviembre . Para el verano de 2024, en promedio, las magnitudes más probables de El Niño costero serían moderada (51 %) y fuerte (35 %).

Por otro lado, en el Pacífico central (región Niño 3.4) se espera que El Niño continúe su desarrollo hasta el verano de 2024, alcanzando su máxima intensidad a fines de año. Las magnitudes más probables de este evento en el verano son moderadas (57 %) y fuerte (26 %)

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 viernes 13 de octubre de 2023.

VII. REFERENCIAS

- Behringer, D., & Xue, Y. (2003). *EVALUATION OF THE GLOBAL OCEAN DATA ASSIMILATION SYSTEM AT NCEP: THE PACIFIC OCEAN*. https://www.semanticscholar.org/paper/EVALUATION-OF-THE-GLOBAL-OCEAN-DATA-ASSIMILATION-AT-Behringer-Xue/2824da5d850b9c12d20ec304919c311b508d909e

- Bentamy, A., Croize-Fillon, D., & Perigaud, C. (2008). Characterization of ASCAT measurements based on buoy and QuikSCAT wind vector observations. *Ocean Science*, *4*(4), 265–274. https://doi.org/10.5194/os-4-265-2008

- Boulanger, J.-P., & Menkes, C. (1995). Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *100*(C12), 25041–25059. https://doi.org/10.1029/95JC02956

- 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

- •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

- 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/s41598-021-00340-4Takahashi 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 océanico 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.

VIII. ANEXO

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

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

Corrientes Marinas		X																			IMARPE	*Disponible desde los 60s, Frecuencia mensual,
Oxígeno y Nutrientes		X	X	X																	IMARPE	*Cruceros disponibles desde los 60s, otras observaciones disponibles desde 2015, Periodo climatológico: 1981-2010,
Clorofila																		X			IMARPE	* Promedio mensual y pentadal corresponden a MODIS y SeaWIFS+MODIS corregido, respectivamente, *Cobertura nubosa de MODIS,
VARIABLES BIOLÓGICO-PESQUERAS																						
Desembarques pesqueros							X														IMARPE	*Disponible desde 1959 con frecuencia diaria y mensual,
Distribución espacial de recursos				X		X															IMARPE	*El muestreo del PBP representa 1% de los viajes de pesca de la flota de cerco de anchoveta peruana,
Biometría e indicadores				X		X															IMARPE	*Información par anchoveta disponible desde 1959 con frecuencia variable (diaria, mensual, semestral),
VARIABLES DE RECURSOS HÍDRICOS Y AGROMETEOROLÓGICAS																						
Caudal de ríos			X																		ANA	
Reservorios y embalses			X																		ANA	
Desarrollo de cultivos										X											SENAMHI	