

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 9 N°1

ENERO 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:

General de Brigada (r) Carlos Manuel Yáñez Lazo

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Miembros

Calm. Carlos Grover GUERRERO Malpartida

Director de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DIHIDRONAV)

Dr. Hernando Jhonny Tavera Huarache

Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Dr. Guillermo Antonio Baigorria Paz

Presidente Ejecutivo, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

José Carlo Montero Chirito

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Dr. Ernesto Fuentes Cole

Jefe del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED

Grupo de Trabajo Científico-Técnico

COORDINACIÓN: Tte. 1° Milagros Lizbeth Aliaga Vidal (DIHIDRONAV)

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

SENAMHI: Tania Ita, Yury Escajadillo, Andrés Rodríguez, 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), 2022.

Informe Técnico ENFEN. Año 9, N°1, enero de 2023, 42 p.

Los Informes Técnicos previos están disponibles en <http://enfen.gob.pe/> así como en las páginas web de las instituciones que conforman la Comisión Multisectorial. De tener inconveniente para acceder al informe, contacte a la Secretaría Técnica ENFEN a la dirección electrónica: st_enfen@imarpe.gob.pe.

Fecha de Publicación: 16 de febrero 2023



Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú

ENERO 2023

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	5
II.	MÉTODOS	5
2.1.	Variables.....	5
2.2.	Índices	6
2.3.	Modelos y Pronósticos	7
III.	CONDICIONES OBSERVADAS EN ENERO DE 2023	9
3.1.	Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical.....	9
3.2.	Condiciones oceánicas y atmosféricas locales.....	15
3.3.	Productividad marina y condiciones biológico pesqueras	25
3.4.	Condiciones hidrológicas	30
3.5.	Condiciones agrometeorológicas.....	32
IV.	PERSPECTIVAS.....	33
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
VI.	REFERENCIAS.....	38
VII.	ANEXO	41

I. INTRODUCCIÓN

Existen registros que El Niño - Oscilación Sur (ENOS) en sus dos fases, El Niño y La Niña tiene repercusiones distintas, y más intensas en algunas zonas del mundo. 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, propician lluvias intensas que generan impactos en los sectores socioeconómicos.

En ese sentido, 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, con mayor atención 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 los siguientes tipos: 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 mayor 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 (Paíta, 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 (A.O.A.C., 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 y 2014; Mosquera et al., 2011).

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-Ccalluari 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. 2004). 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 (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 EN ENERO DE 2023

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

Durante enero, la TSM en el Pacífico ecuatorial central y oriental se mantuvo con valores por debajo de lo normal (Figura 1 y 2). Entre diciembre 2022 y enero 2023, en la región Niño 4 la anomalía varió de $-0,84$ a $-0,67^{\circ}\text{C}$; en Niño 3.4, de $-0,85$ a $-0,75^{\circ}\text{C}$; en Niño 3, de $-0,81$ a $-0,62^{\circ}\text{C}$ y en Niño 1+2, de $-0,46$ a $-0,58^{\circ}\text{C}$ (Tabla 1).

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
Ago. 22	20.41 -0.60	24.45 -0.67	25.88 -0.98	27.70 -1.09
Set.	19.70 -1.02	23.94 -0.96	25.65 -1.07	27.59 -1.17
Oct.	19.23 -1.79	23.88 -1.10	25.73 -0.98	27.64 -1.12
Nov.	20.52 -1.13	24.16 -0.94	25.80 -0.90	27.71 -0.99
Dic.	22.35 -0.46	24.41 -0.81	25.75 -0.85	27.70 -0.84
Ene. 23	23.98 -0.58	25.04 -0.62	25.80 -0.75	27.65 -0.67

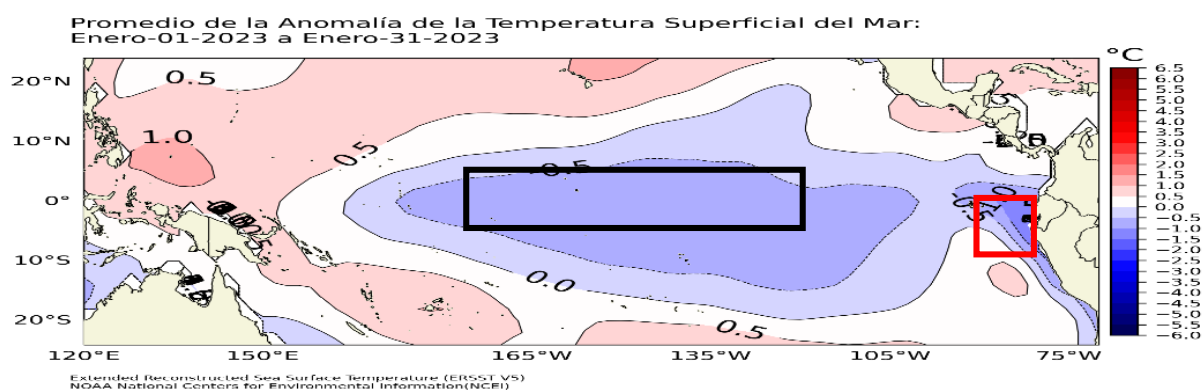


Figura 1: Promedio del mes de enero 2023 de las anomalías de la TSM en el Pacífico. La región Niño 3.4 está delimitada con el recuadro negro y la región Niño 1+2 está delimitada con el recuadro rojo. Fuente: ERSSTv5.0. Procesamiento: DIHIDRONAV.

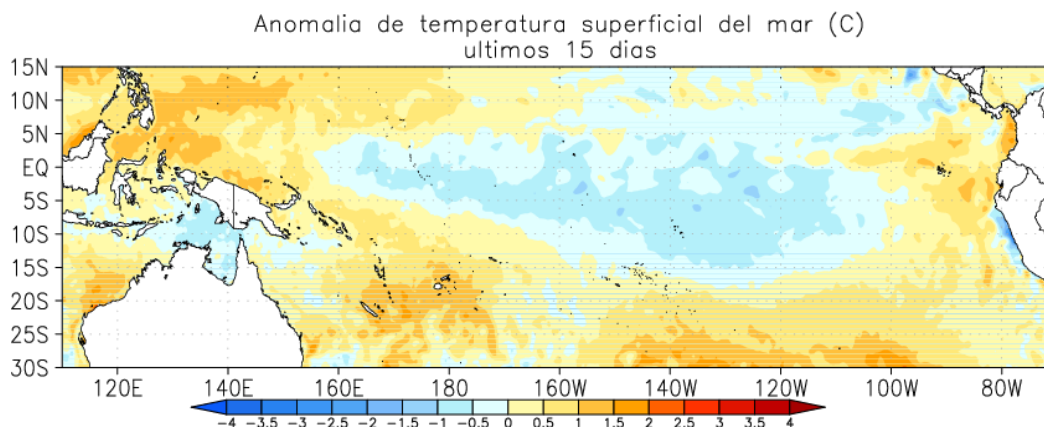


Figura 2: Promedio de las anomalías de TSM en el Pacífico de los últimos 15 días. Fuente: AVHRR. Elaboración: IGP.

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de diciembre y el ICEN temporal (ICENtmp) de enero de 2023 se ubican dentro de la condición neutra. Por otro lado, los valores del ONI de diciembre y el temporal de enero corresponden a una condición fría débil (Tabla 2).

Tabla 2: Valores del ONI e ICEN desde enero de 2022 hasta diciembre de 2022 y sus valores temporales de enero de 2023. Fuente IGP.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
ene-22	-1,43	Fría Fuerte	-0,97	Fría Débil
feb-22	-1,05	Fría Débil	-0,95	Fría Débil
mar-22	-1,10	Fría Débil	-1,00	Fría Moderada
abr-22	-1,10	Fría Débil	-1,08	Fría Moderada
may-22	-1,36	Fría Moderada	-1,00	Fría Moderada
jun-22	-1,36	Fría Moderada	-0,85	Fría Débil
jul-22	-1,03	Fría Débil	-0,81	Fría Débil
ago-22	-0,93	Neutro	-0,93	Fría Débil
set-22	-1,12	Fría Débil	-1,03	Fría Moderada
oct-22	-1,39	Fría Moderada	-1,00	Fría Moderada
nov-22	-1,24	Fría Moderada	-0,93	Fría Débil
dic-22	-0,81	Neutro	-0,83	Fría Débil
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
ene-23	-0,29	Neutro	-0,72	Fría Débil

En enero, en el Pacífico ecuatorial, se observó la presencia de la onda Kelvin cálida que arribó a la costa americana, mientras que la onda fría habría iniciado su arribo. La segunda onda Kelvin cálida continúa su desplazamiento hacia la costa americana y se encuentra, aproximadamente, en 120°W. Además, se observa el desarrollo de una anomalía negativa de la profundidad de la termoclina alrededor de la línea del cambio de fecha, la cual, según los modelos de ondas podría ser una onda Kelvin fría que se habría formado como consecuencia del pulso de viento del este en las primeras semanas de febrero. (Figura 3 y 31).

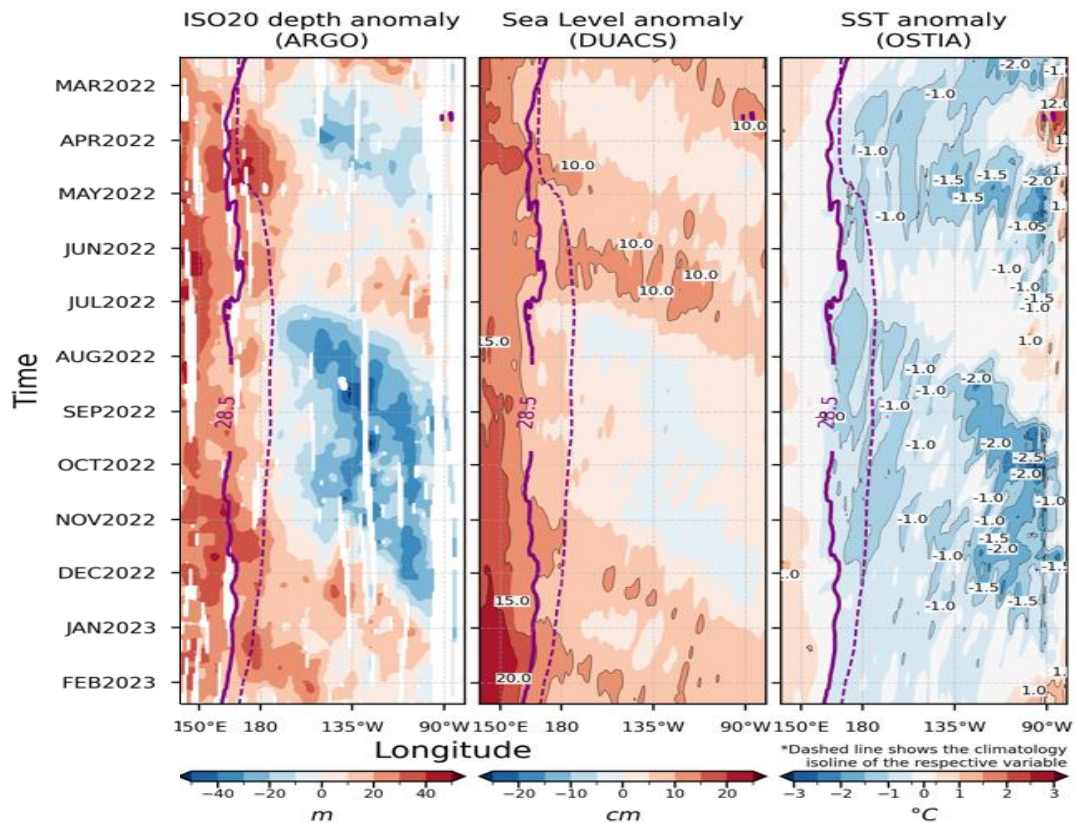


Figura 3: Diagrama Hovmöller: a) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO, b) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y c) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP.

En enero, sobre el Pacífico ecuatorial, con respecto al mes anterior, el patrón subsidente persistió y se intensificó al oeste de la línea de cambio de fecha; mientras que se presentaron anomalías divergentes al norte de Sudamérica, indicando un debilitamiento en este sector subsidente de la circulación Walker. En la baja tropósfera (850 hPa), sobre el Pacífico occidental, los vientos alisios continuaron intensos favoreciendo a la persistencia de condiciones frías de la TSM en dicha región; mientras que hacia la región del Pacífico oriental continuaron presentándose anomalías débiles de vientos del oeste. Por otro lado, en niveles altos de la tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico ecuatorial, se presentaron vientos anómalos del este intensos, favoreciendo a la ocurrencia de precipitaciones en la sierra norte del país, reflejando la ausencia de la circulación típica en altura de un evento La Niña (Figura 4).

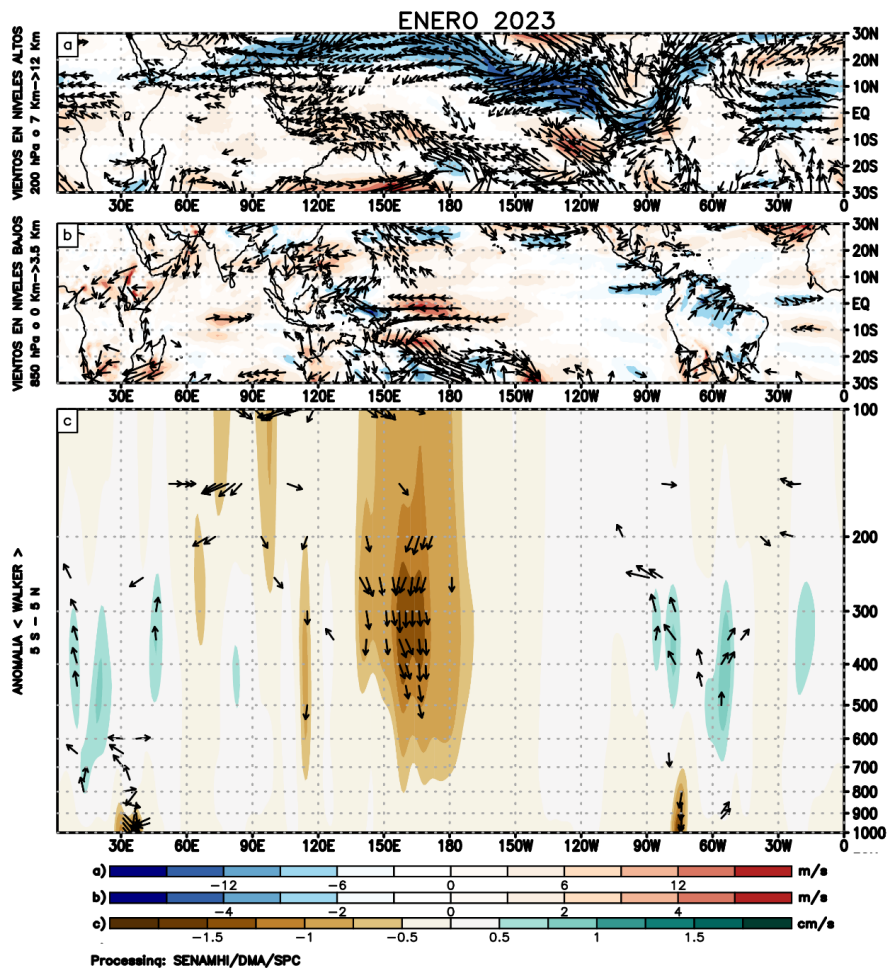


Figura 4: (a) Anomalías de los vientos respecto a su velocidad (colores) y dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) y (c) patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker). Periodo: enero 2023. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio para enero, mantuvo una configuración zonal y se ubicó ligeramente al sur de su posición normal con un núcleo debilitado en alrededor de -1 hPa respecto a su climatología (Figura 5). Esta configuración contribuyó, a la intensificación de los vientos alisios hacia el Pacífico centro-occidental y, por otro lado, a un debilitamiento de los vientos del sur frente a la costa peruana desde los 20°S hasta los 6°S aproximadamente; sin embargo, desde los 6°S hasta el ecuador, los vientos en la banda de 300 Km presentaron anomalías positivas (Figura 6), favoreciendo la persistencia de anomalías negativas de la TSM frente a la costa en enero. Fuera de los 300 Km, prevalecieron vientos más débiles de lo normal frente a la costa norte, particularmente desde la tercera semana de enero hasta la primera semana de febrero; asimismo se detectó la intensificación anómala de los vientos provenientes de Panamá en el mismo período (Figura 5a).

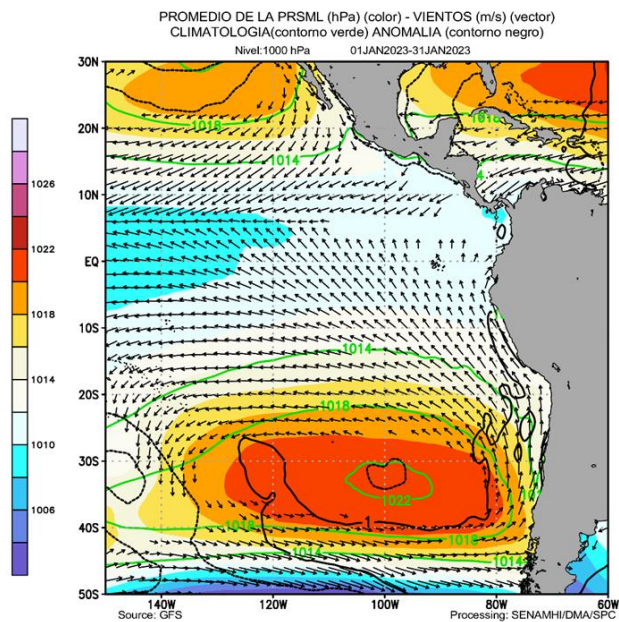


Figura 5. Promedio mensual de la presión reducida a nivel del mar (colores) con su climatología (línea verde), anomalía (línea negra) y vientos (flechas) para enero de 2023.

Procesamiento: SENAMHI.

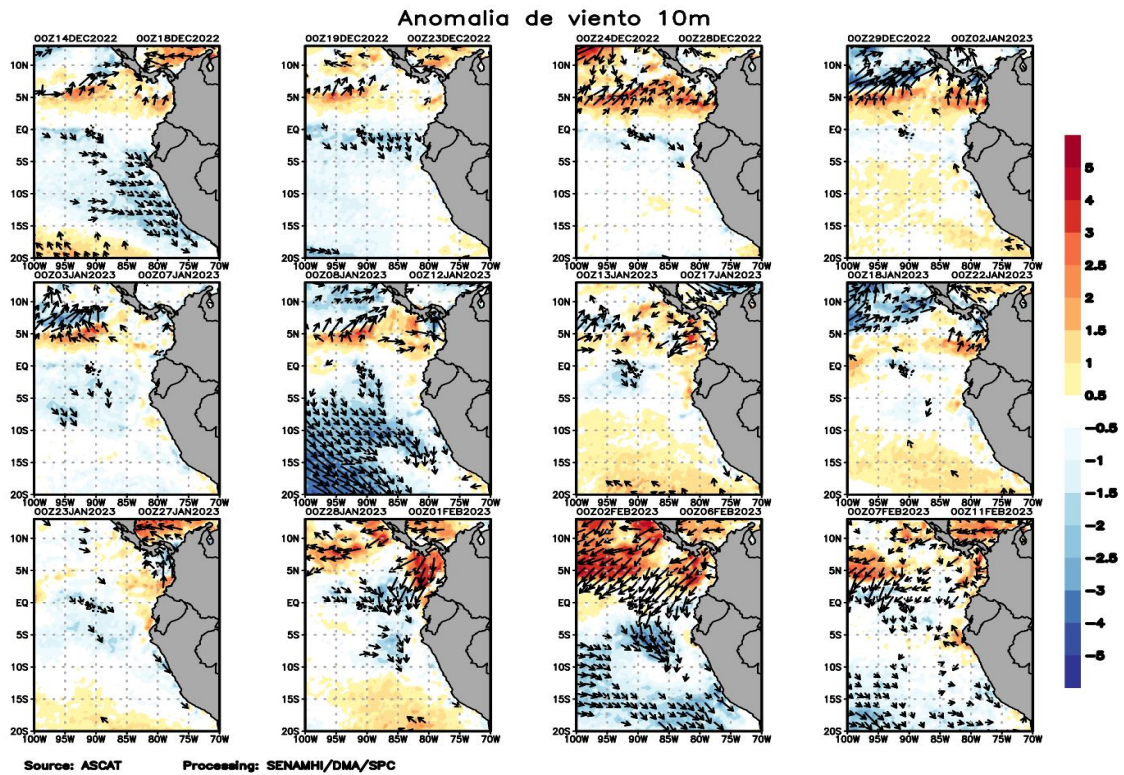


Figura 5a. Anomalia pentadal del viento(m/s) a 10 m de altura frente a la costa noroccidental de Sudamérica y Centroamérica. Fuente: ASCAT, Procesamiento: SENAMHI-SPC.

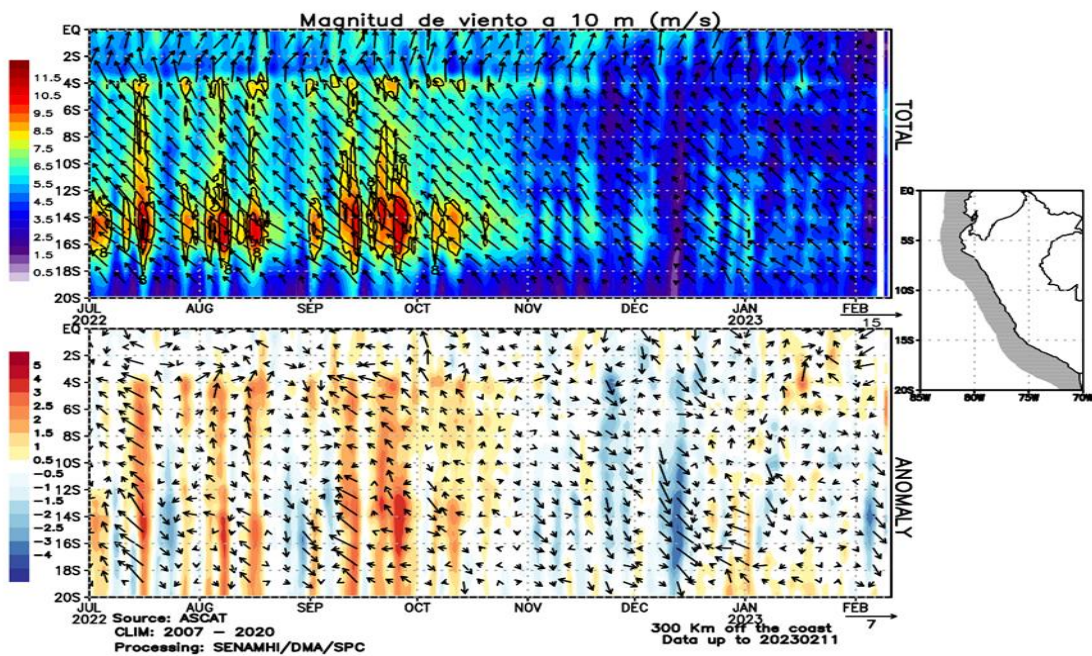


Figura 6. Diagrama Hovmöller de la velocidad y anomalía del viento (m/s) a 10 m de altura dentro de los 300 km frente a la costa, Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento frente a la costa de Perú. Fuente: ASCAT, Procesamiento: SENAMHI-SPC.

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

En enero, en la franja costera (40 Km) predominaron vientos del sureste más débiles de lo normal entre Paita y San Juan de Marcona. En lo que va de febrero se observó la intensificación del viento por encima de lo normal, desde el norte de Chimbote hasta Paita (Figura 7). En todo el período evaluado, el afloramiento costero presentó valores menores a $100 \text{ m}^3/\text{s} \times 100 \text{ m}$, desde Sechura hasta San Juan de Marcona; mientras que, frente a Paita y al sur de San Juan de Marcona se presentaron intensidades superiores a $100 \text{ m}^3/\text{s} \times 100 \text{ m}$ (Figura 8).

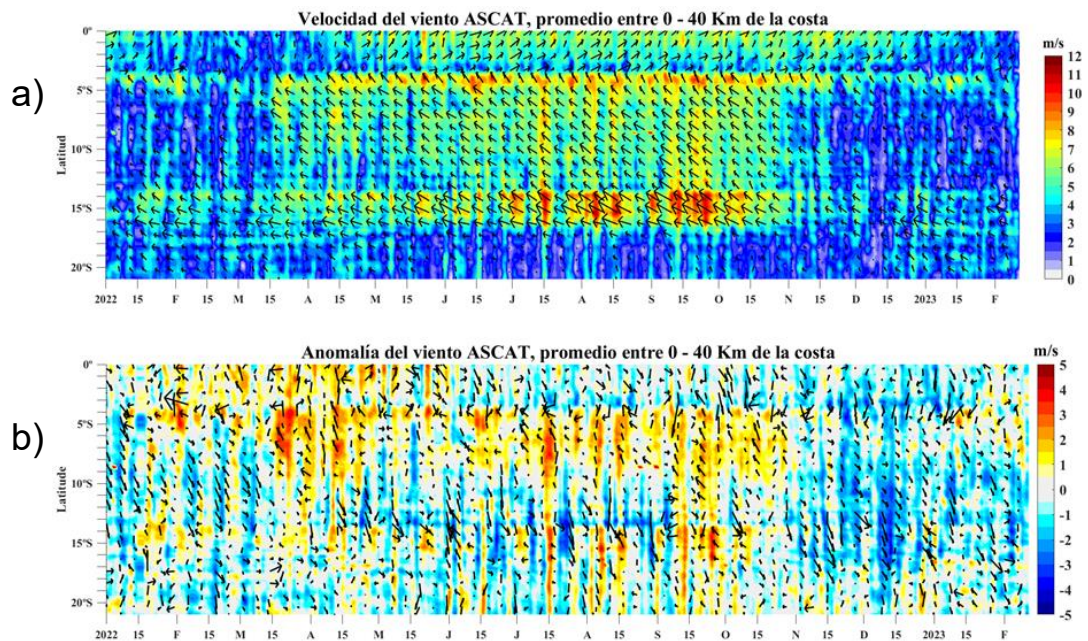


Figura 7. Viento a 40 km frente a la costa de Perú. a) Velocidad del viento (m/s), b) anomalía de la velocidad del viento (m/s). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: LSR/IMARPE.

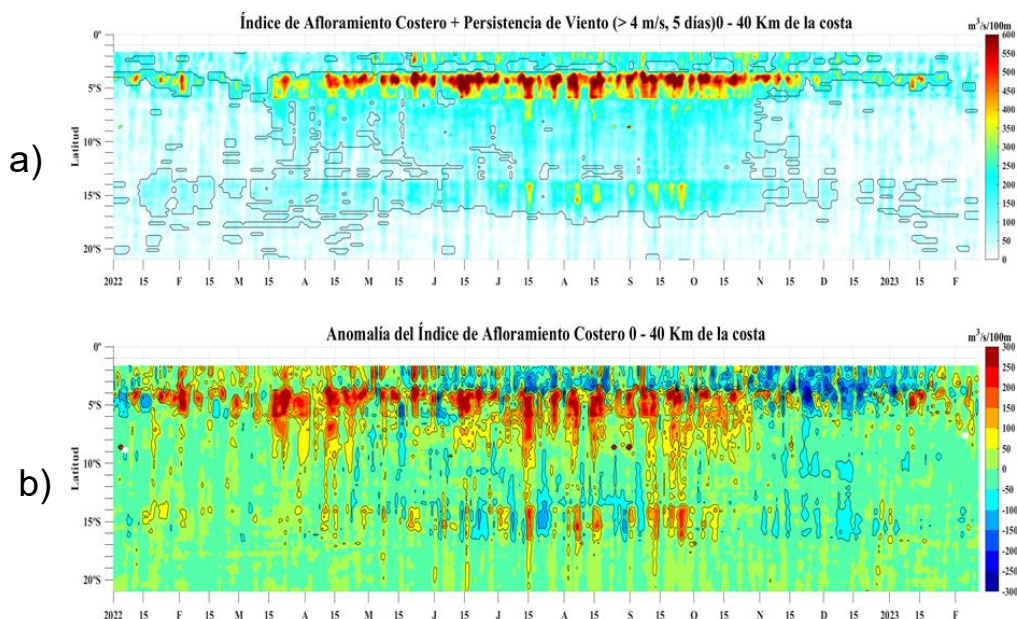


Figura 8. Índice de Afloramiento Costero. a) Índice de Afloramiento Costero (m^3/s), b) Anomalia del IAC (m^3/s). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: LSR/IMARPE.

Durante enero, la temperatura máxima del aire presentó, en promedio, condiciones normales a lo largo de la costa peruana; mientras que la temperatura mínima registró, en promedio, anomalías negativas, alcanzando los $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la costa centro y norte, y los $-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la costa sur. En lo que va de febrero, se registran anomalías positivas de la temperatura máxima, sobre $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la costa norte y condiciones normales en la costa central y sur; mientras que la temperatura mínima registra valores dentro de lo normal. El incremento de los valores de las temperaturas extremas del aire, principalmente en la costa norte en las últimas semanas, se asocian al incremento de las anomalías positivas de la TSM y al debilitamiento de los vientos del sur (Figura 9).

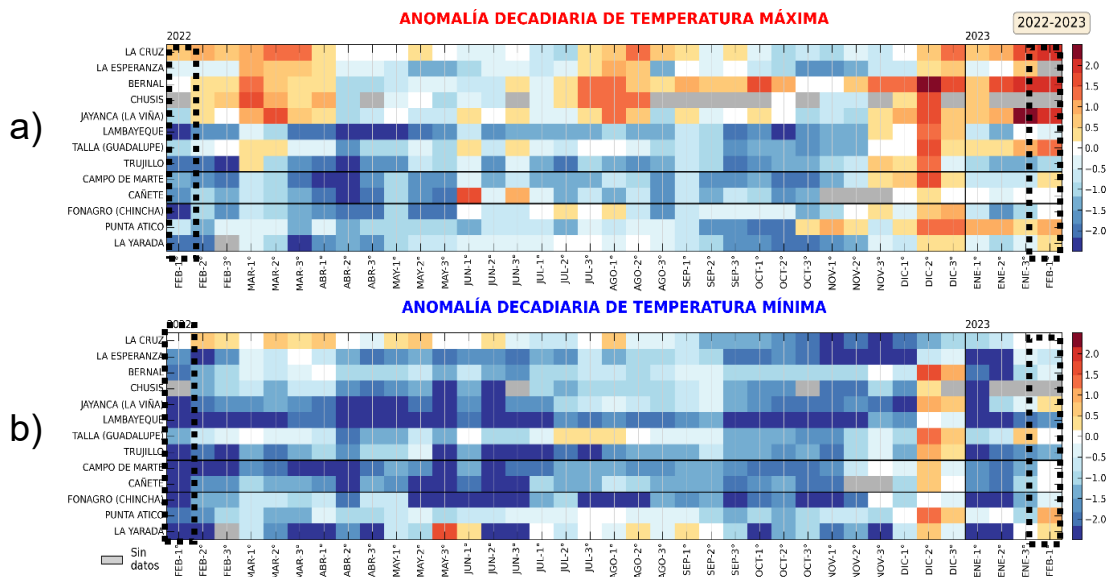


Figura 9. Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI de febrero de 2022 a febrero de 2023. Fuente: SENAMHI.

En enero, la TSM del mar peruano continúa incrementándose, presentando, en promedio, valores entre 18 °C y 25 °C; excepto al norte de los 4°S donde llegó hasta 26 °C. Las anomalías de TSM, mostraron condiciones frías en la franja costera, dentro de las 100 millas náuticas, en tanto que, por fuera predominaron condiciones entre normales y ligeramente cálidas (-0,5 °C). En lo que va de febrero, se observó el desarrollo de anomalías positivas en la zona norte hasta +2 °C -posiblemente asociadas a la llegada de la onda Kelvin cálida y la advección de aguas cálidas desde el norte impulsadas por la intensificación de los vientos provenientes de Panamá-, manteniéndose anomalías negativas entre Chimbote y Callao. Asimismo, en el litoral, las anomalías de TSM presentaron el mismo comportamiento presentando anomalías positivas en el norte y anomalías negativas diarias hasta -2 °C en el litoral centro y sur (Figuras 10 y 11).

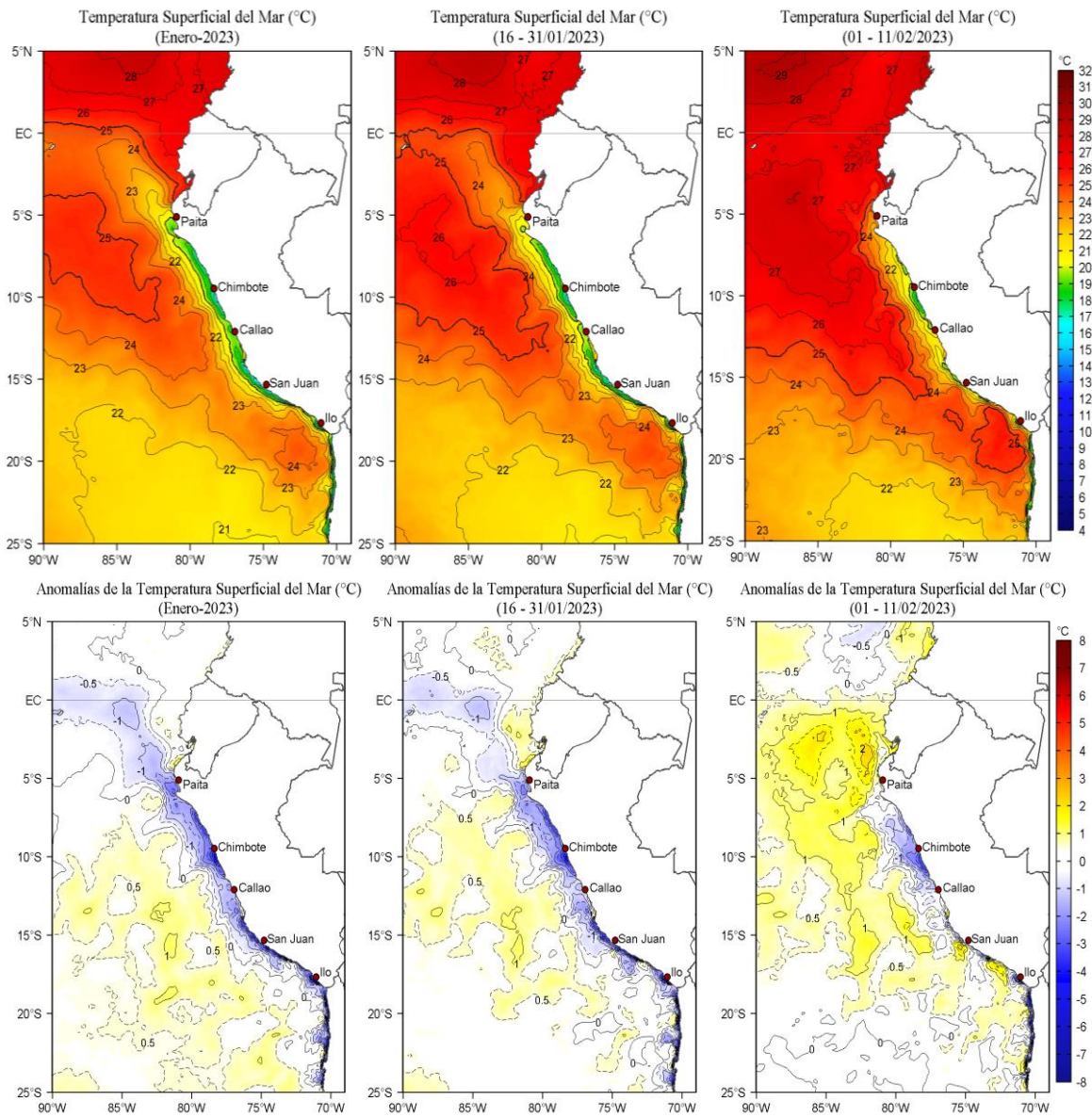


Figura 10. Distribución quincena de la temperatura superficial del mar y su anomalía del 1 de enero al 11 de febrero de 2023. Fuente: OSTIA, Climatología: 2007-2016. Elaboración: IMARPE.

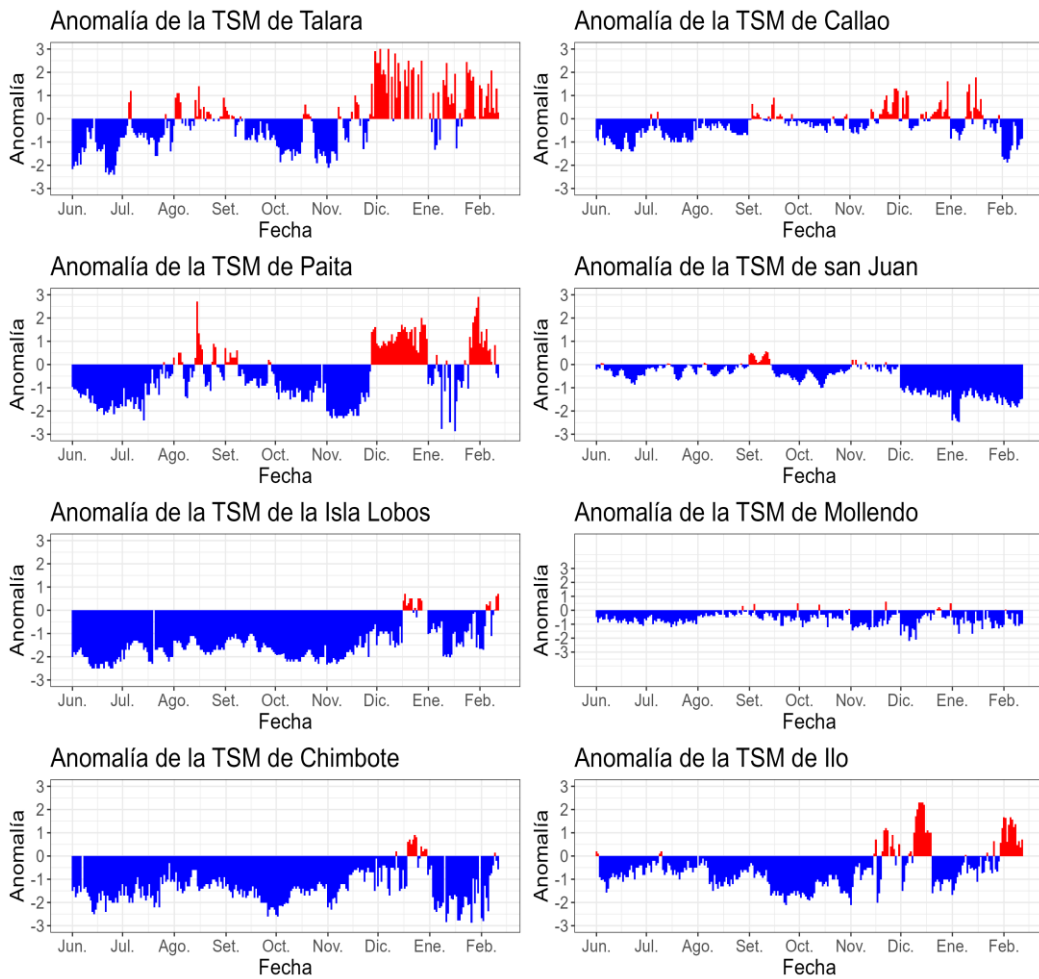


Figura 11. Anomalía de la TSM diaria a lo largo de la costa peruana de junio 2022 a febrero 2023. Fuente: DHN.

En todo el litoral, la anomalía del nivel del mar (ANM) para la segunda quincena de enero exhibió una tendencia ascendente asociado a la influencia de la onda Kelvin cálida, para luego disminuir ligeramente hasta fin de mes. En lo que va de febrero se observa un nuevo incremento de la ANM, pero con mayor intensidad al norte del Callao debido posiblemente al efecto de la dispersión de la onda Kelvin cálida, así como la contribución de la advección de aguas tropicales hasta Paita (Figura 12). En la franja de las 60 millas náuticas adyacentes a la costa peruana, las anomalías del nivel del mar (ANM) también mostraron estos dos pulsos (Figura 13).

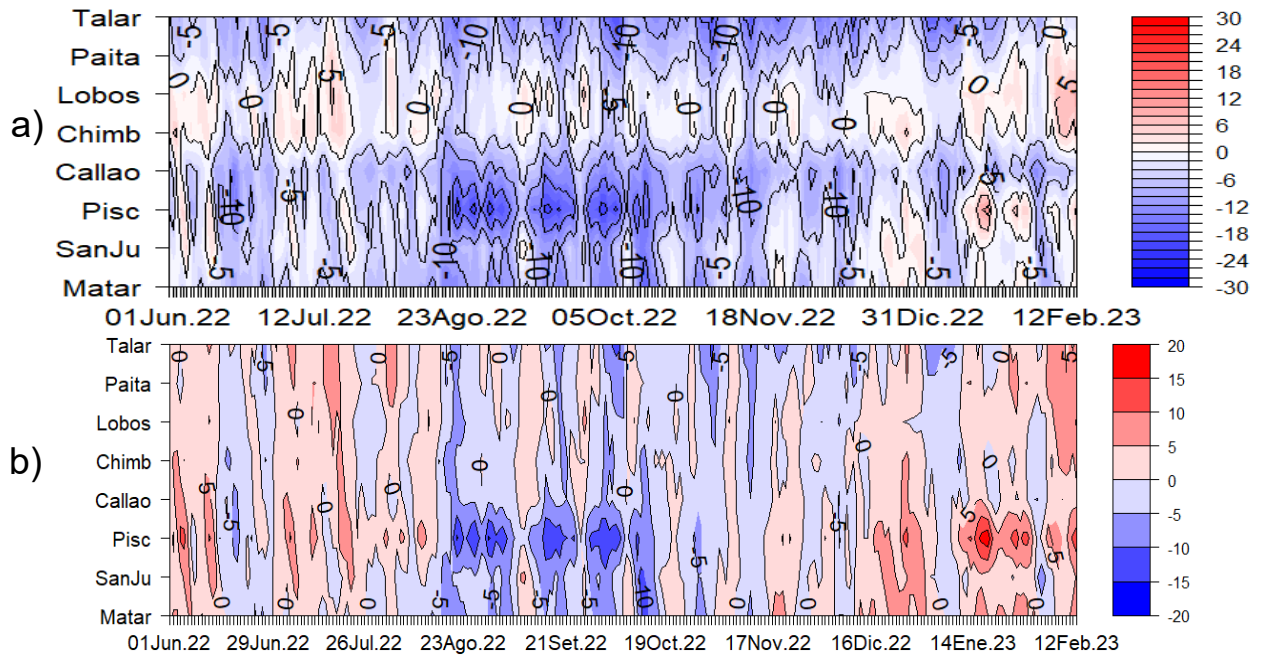


Figura 12. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM diaria en el litoral peruano a) sin filtro y b) con filtro móvil anual, del 01 de junio 2022 al 12 de febrero 2023, Climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

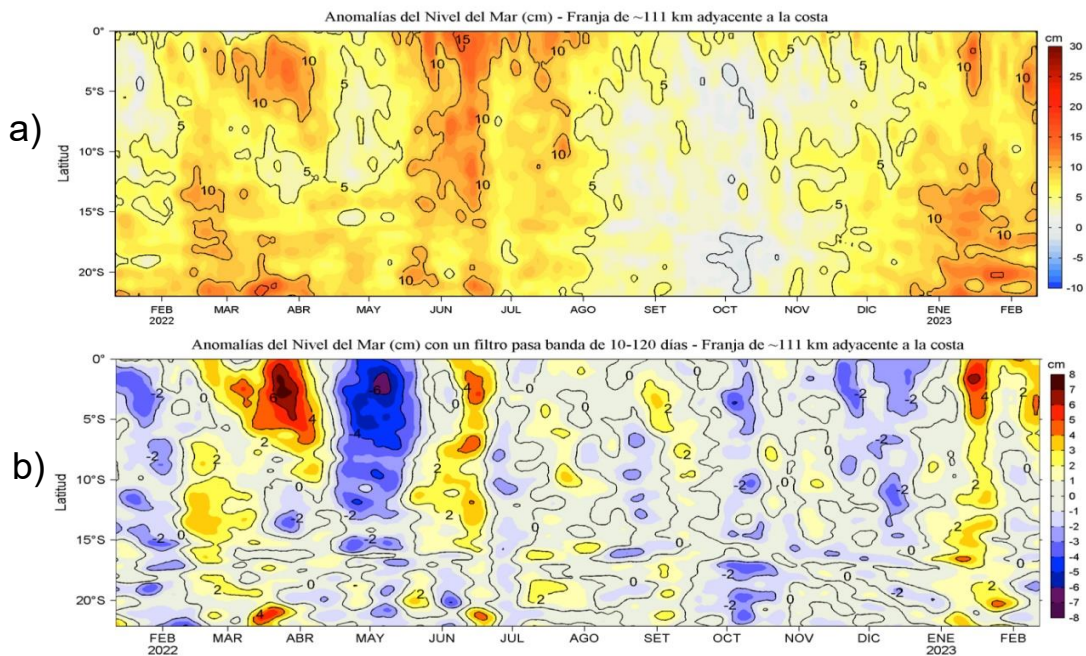


Figura 13. Diagrama Hovmöller de las a) anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 millas náuticas (~111km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses a inicios de febrero 2023. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

En la capa sub-superficial, dentro de las 100 mn frente a la costa norte (Negritos, Paita y Chicama), las temperaturas mostraron valores entre 17 °C y 25 °C sobre los 50 m de profundidad, detectándose anomalías entre +0,1 y +2,0 °C en los 30 m superiores y luego, anomalías de -1 °C hasta los 100 m de profundidad en las dos primeras áreas. Frente a Chicama, sin embargo, las anomalías negativas ocuparon los 60 m superiores. Dentro de las 60 mn y debajo de los 300 m se observó un núcleo cálido con anomalías de hasta +1 °C en las tres áreas (Figura 14 y 15). La profundidad de la isoterma de 15 °C, asociada a la termoclina, se mantuvo más somera que lo normal, especialmente en la zona costera frente a Chicama, en unos 60 m respecto a su posición habitual (Figura 15a).

A fines de enero e inicios de febrero, entre las 100 y 200 millas náuticas, frente a Piura, se detectaron anomalías de hasta +2 °C en los primeros 30 m y anomalías negativas de -1 °C, en promedio, entre los 30 y 80 m de profundidad. Por otro lado, alrededor de las 100 millas náuticas de Callao, se observó el predominio de anomalías positivas de +2 °C sobre los 40 m de profundidad, mientras que por debajo de esta capa las condiciones fueron neutras (Figura 14).

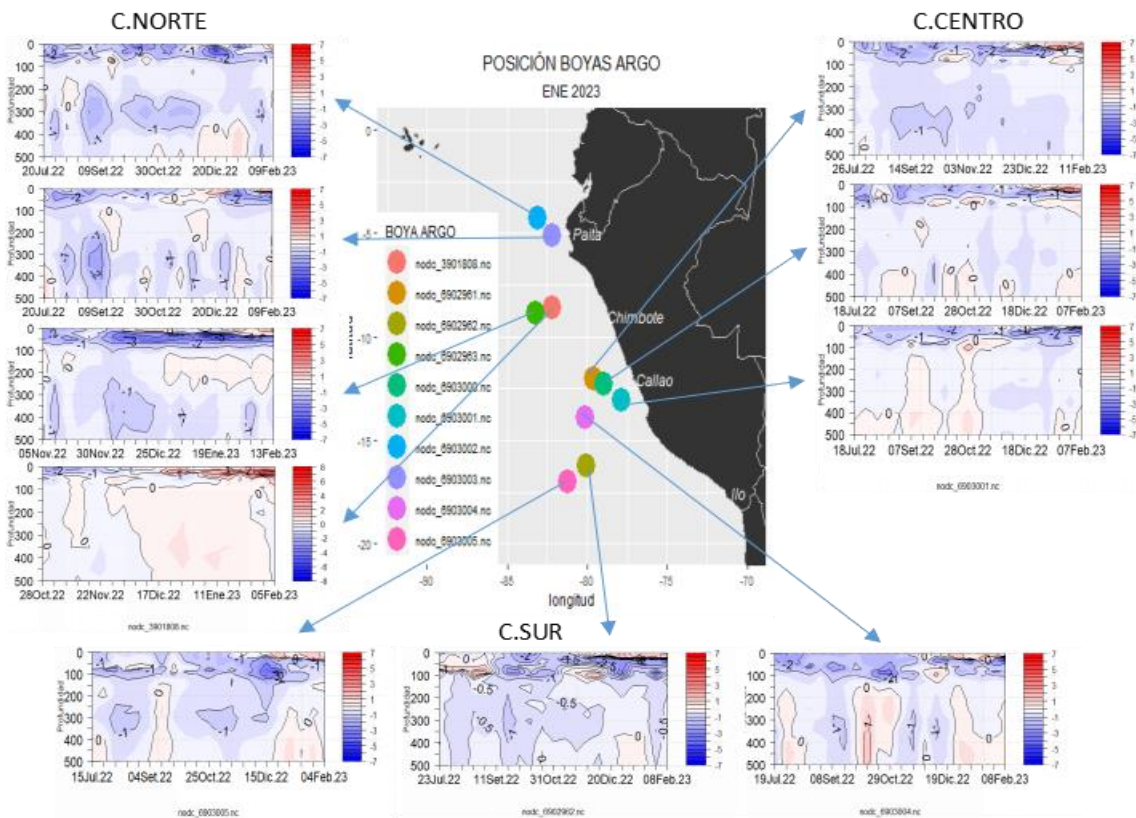


Figura 14. Secciones de anomalías de temperatura del mar de mayo a enero de 2023 hasta los 500 m de profundidad. Fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

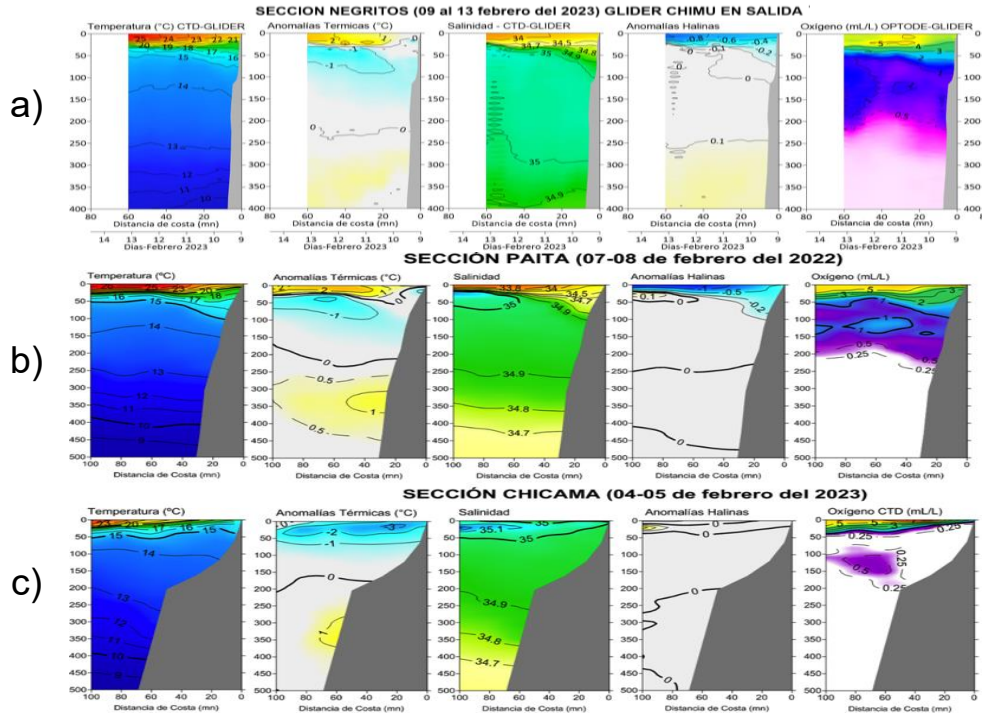


Figura 15. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas y oxígeno disuelto (mL L^{-1}) frente a a) negritos (9-13 febrero), b) Paita (7-8 febrero) y c) Chicama (4-5 febrero) de izquierda a derecha. Fuente: IMARPE.

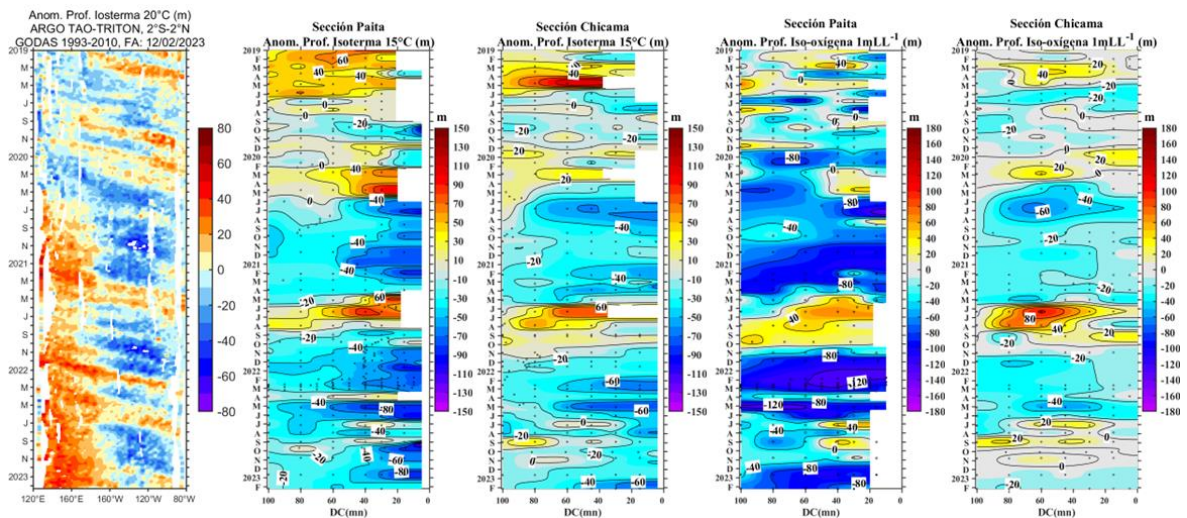


Figura 15a. Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20°C en el Pacífico ecuatorial (ARGO/TAO Triton) y anomalías de la profundidad de la isoterma de 15°C y de la iso-oxígeno de 1mL.L^{-1} , indicadores de la termoclina y de la oxiclina, respectivamente, frente a Paita y Chicama, estimadas en base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

Los datos observados de la salinidad superficial del mar (SSM) mostraron intromisiones de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) hacia el sur alcanzando la zona de Paita hasta las 200 millas náuticas en la quincena de enero, para luego replegarse ligeramente hacia el norte. Posteriormente se observó una nueva intromisión en lo que va de febrero, mientras que se mantuvo la influencia de las AES hasta Sechura (Figura 15 y 18). Al sur de Punta Falsa entre enero y febrero, habrían predominado las aguas costeras frías (ACF), alcanzando una amplia zona (~200 mn) al norte de Chimbote y entre Callao y San Juan de Marcona (Figura 18), con excepción de la zona entre Chimbote y Callao, y en el sur donde se observó mayor ingreso de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) generando aguas de mezcla con las Aguas Costeras Frías dentro de las 100 mn.

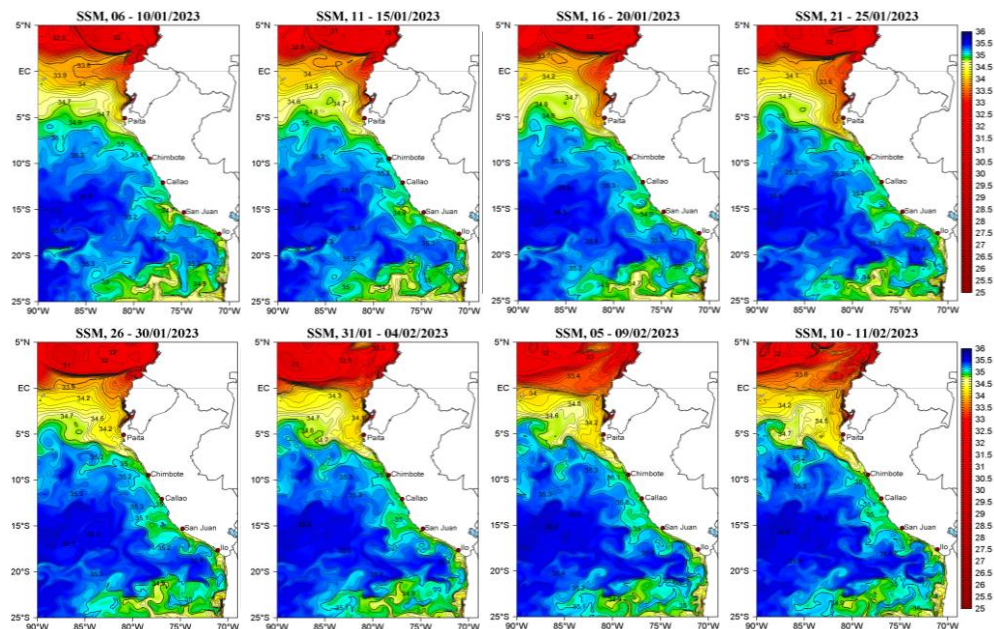


Figura 16. Distribución espacial promedio pentadal de la salinidad superficial en el océano Pacífico tropical oriental, de enero a febrero de 2023. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

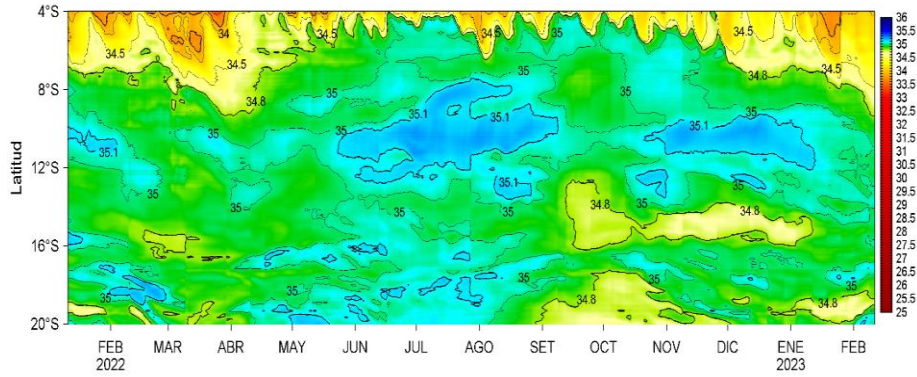


Figura 17. Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas, de enero 2022 al 11 de febrero 2023. Fuente: Global Analysis Forecast PHY 001_024. Procesamiento: IMARPE.

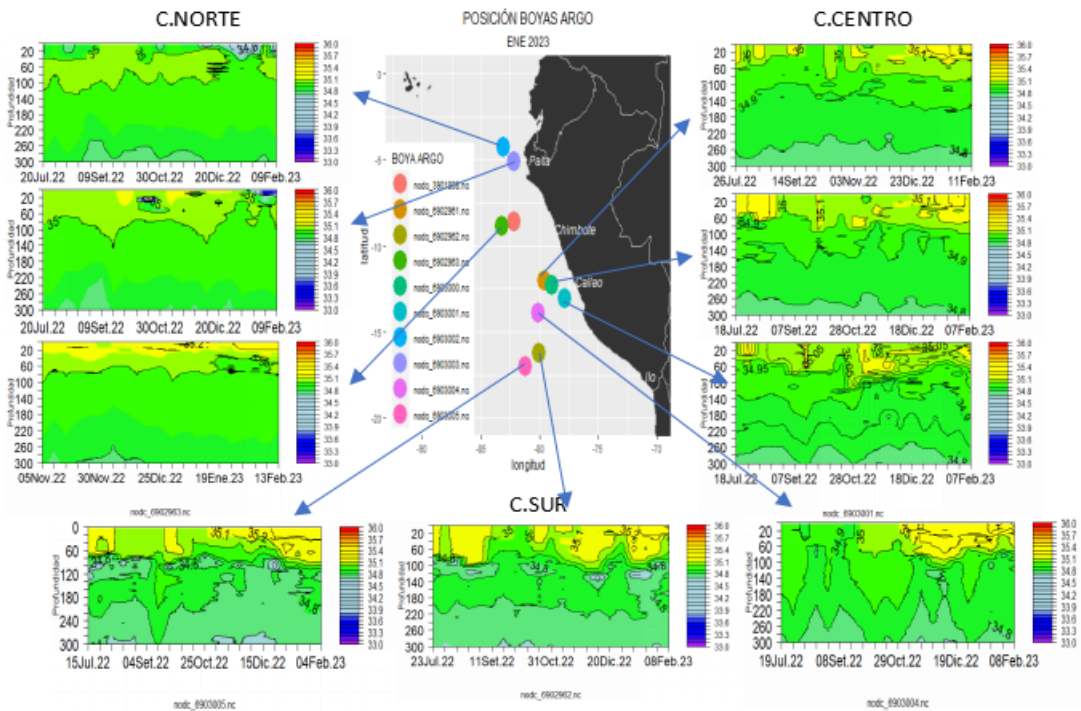


Figura 18. Sección de la salinidad del mar frente a la costa de Perú de julio 2022 a febrero 2023. Fuente: ARGO. Procesamiento: DIHIDRONAV.

El oxígeno disuelto (OD), para inicios de febrero, la iso-oxígena de 1,0 mL.L⁻¹, indicador de la oxiclina, se ubicó entre los 50 y 70 m frente a Paita y Negritos, observándose más superficial, especialmente frente a Paita con hasta 80 m respecto a su climatología. Frente a Chicama se localizó a menos de 50 m, ascendiendo cerca de la costa producto de un afloramiento. El borde superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO, OD < 0,5 mL.L⁻¹) se ubicó a 200 m de profundidad en el extremo norte, y a 50 m frente a Chicama (Figura 15).

3.3. Productividad marina y condiciones biológico pesqueras

De acuerdo a la información satelital, la clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, durante enero, en la franja de 60 millas náuticas adyacente a la costa peruana, presentó mayormente concentraciones entre 1,0 a 10,0 $\mu\text{g L}^{-1}$, con los mayores valores en las zonas frente a Huacho-Pisco y San Juan-Ilo. Las anomalías positivas predominaron en la zona central y a más de 60mn frente a Chicama y Chimbote. En lo que va de febrero la concentración de clorofila-a superficial disminuyó por el arribo de la onda Kelvin cálida, predominando anomalías negativas entre -1,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ y -3,0 $\mu\text{g L}^{-1}$, destacando las más bajas concentraciones al norte de Punta Falsa, posiblemente asociadas a la intromisión de las ATS (Figura 20).

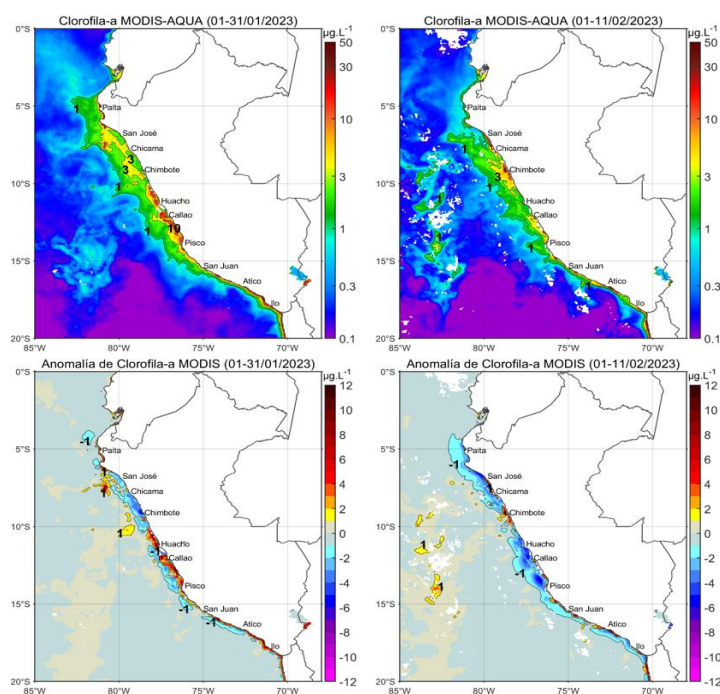


Figura 20. Distribución de la clorofila-a superficial ($\mu\text{g L}^{-1}$) (superior) y anomalía (inferior) de enero a febrero 2022 (de izquierda a derecha). Fuente: MODIS-AQUA. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, la flota cerquera industrial dirigida a la pesca de anchoveta, en la región norte-centro, mantuvo una amplia cobertura espacial, latitudinalmente desde Paita hasta Bahía Independencia y de Mollendo a Morro Sama en la región sur, asociada a ACF en la zona costera y aguas de mezcla (ACF y ASS con anomalías térmicas entre -2 °C y -1 °C) (Figura 21).

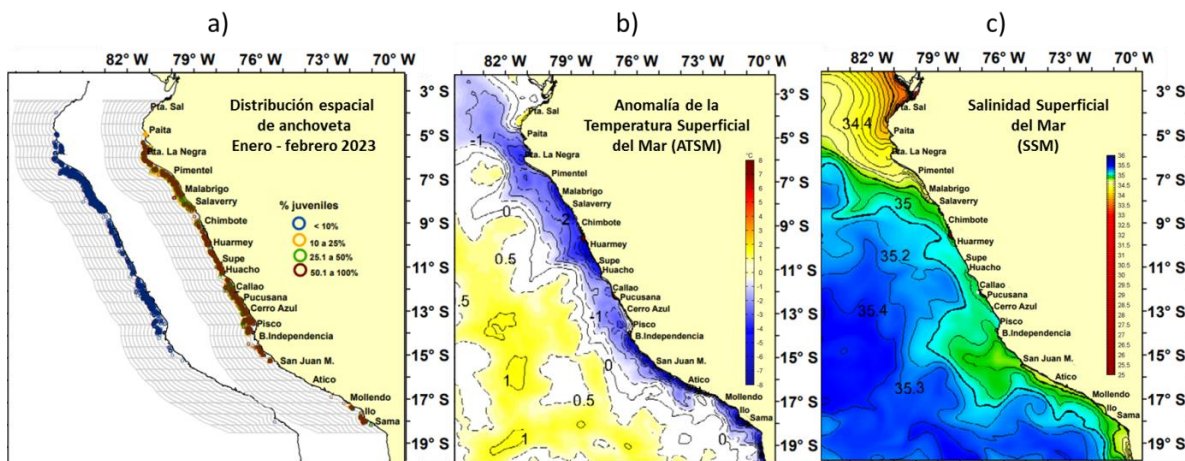


Figura 21. Distribución espacial de lances de a) la pesca artesanal de anchoveta durante enero 2022 con relación a: b) Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM) y c) Salinidad Superficial del Mar (SSM). Fuente: IMARPE.

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del *stock* norte-centro, muestran el incremento del desove, típico del desove de verano (Figura 22). En tanto que, se registró un porcentaje de juveniles de 18,91 % manteniendo una mayor proporción de adultos, mientras que en la región sur se registró una mayor abundancia de juveniles con 66,07% (Figura 23).

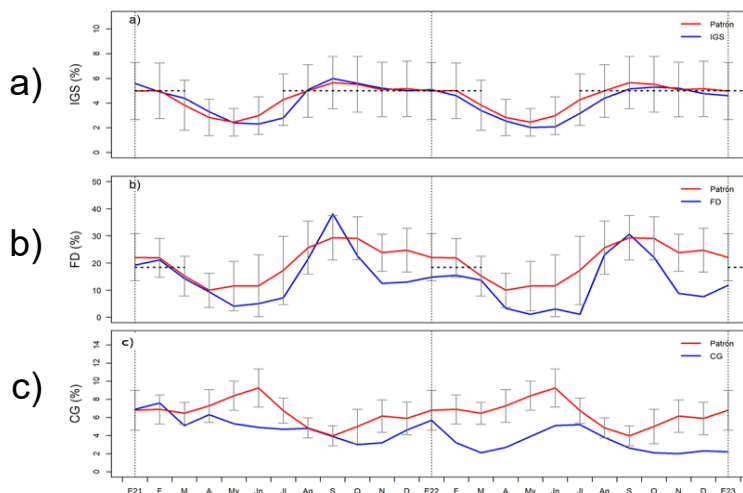


Figura 22. Serie mensual de los indicadores reproductivos (de arriba hacia abajo): a) Índice gonadosomático (IGS), b) Fracción desovante (FD) y c) contenido graso (CG), de la anchoveta peruana *Engraulis ringens*. Periodo: enero 2021 – enero 2023. Fuente: IMARPE.

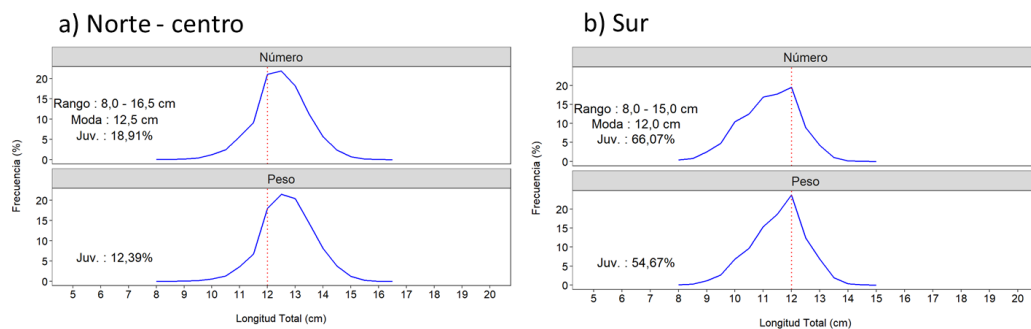


Figura 23. Estructura de tallas de la anchoveta en número y peso en la región a) Norte-centro durante la segunda temporada de pesca del norte - centro de 2022 y b) durante la primera de pesca del sur 2023. Fuente: IMARPE.

En cuanto a especies transzonales, las capturas de jurel, caballa y bonito se registraron desde la bahía de Sechura a Morro Sama, asociadas a aguas de mezcla entre AES, ASS y ACF en el norte y ASS y ACF en el sur (Figura 24).

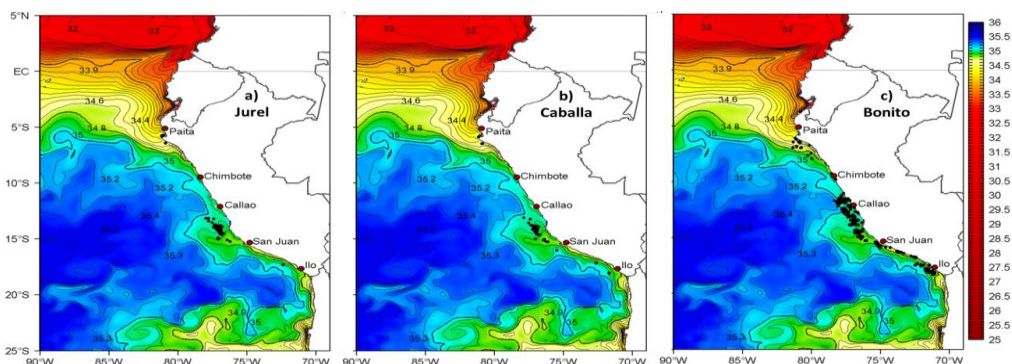


Figura 24. Distribución de lances, realizados por embarcaciones dirigidas a especies transzonales a) jurel, b) caballa y c) bonito en relación con la salinidad superficial del mar (SSM). Periodo: enero 2023. Fuente: IMARPE.

En cuanto a los valores de índice gonadosomático (IGS) de las especies transzonales, estos mostraron que la caballa mantuvo su proceso reproductivo. El bonito mostró una disminución de los procesos de maduración gonadal y desove, mientras que el jurel culminó de su periodo importante de reproducción (Figura 25).

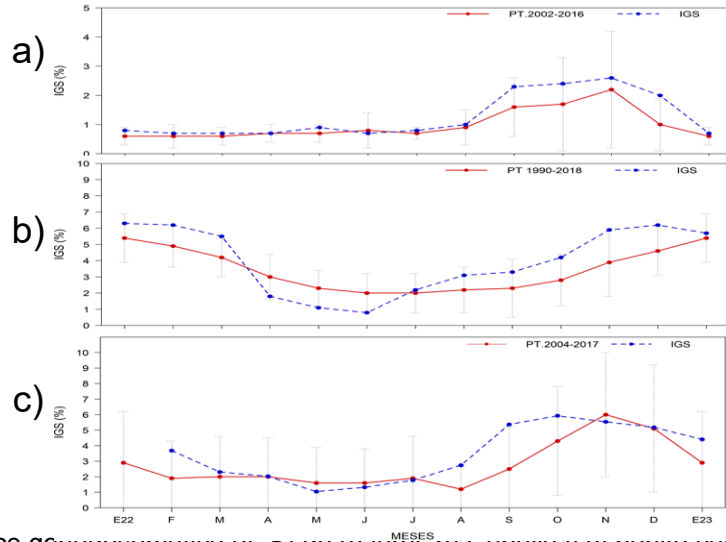


Figura 25. Índice gonadosomático (IGS) de a) julio, b) Caballa y c) bonito con sus patrones respectivos Periodo enero 2022 a enero 2023. Fuente: IMARPE.

Respecto a las especies demersales, la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) se distribuyó entre frente a Puerto Pizarro y Punta La Negra, registrándose las principales capturas al sur de Puerto Pizarro (Figura 26a). En cuanto a la estructura de tallas, el rango de la longitud total estuvo entre 17 y 65 cm, y la moda fue de 28 cm (Figura 26b).

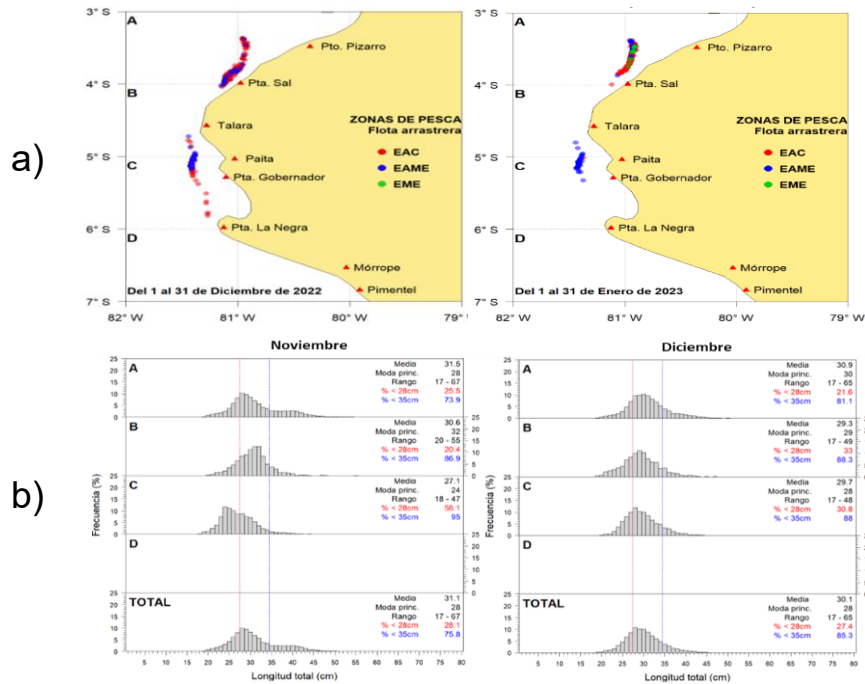


Figura 26. a) Distribución mensual de merluza de diciembre 2022 y enero 2023 y b) estructura de tallas de merluza. Fuente: IMARPE.

Los desembarques de calamar gigante, pulpo y concha de abanico mostraron una disminución de sus volúmenes, a diferencia del recurso calamar común que presentó un incremento respecto al mes anterior (figura 27). El calamar gigante estuvo distribuido entre Talara y Morro Sama, mostrando las mayores concentraciones en la zona norte (Figura 28).

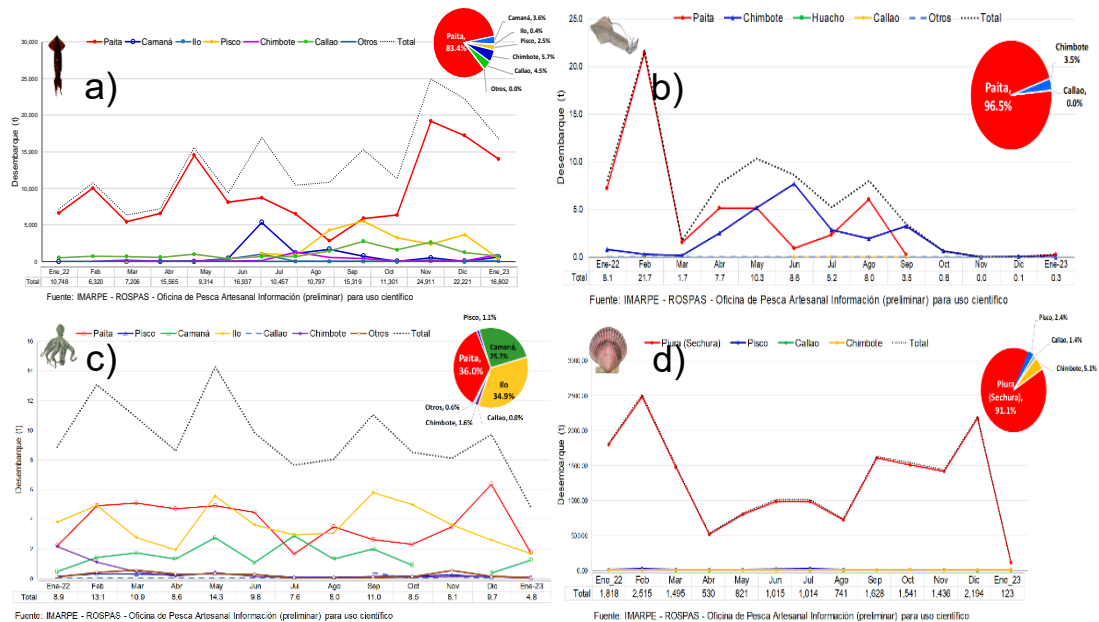


Figura 27. a) Desembarques entre enero 2022 a enero 2023 de a) calamar gigante *Dosidicus gigas*, b) calamar común *Doryteuthis gahi*, c) pulpo *Octopus mimus* y d) concha de abanico *Argopecten purpuratus*. Fuente: IMARPE.

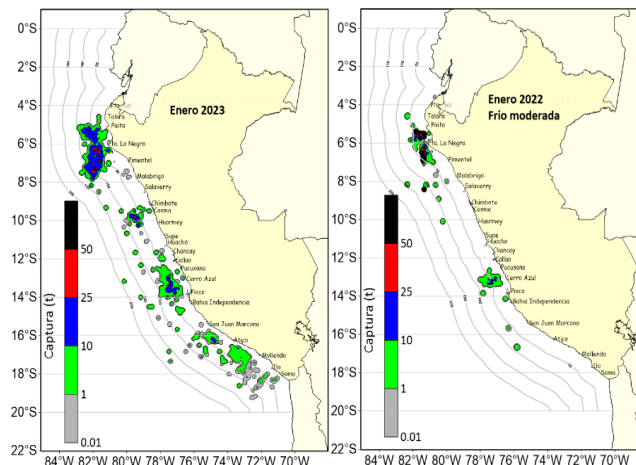


Figura 28. Distribución mensual de enero 2023 y enero 2022 del calamar gigante o pota. Fuente: IMARPE.

3.4. Condiciones hidrológicas

En enero, en los principales ríos del país se presentaron caudales sobre lo normal. Los ríos del centro y sur, en las dos primeras semanas de febrero presentan picos de avenidas muy notorios, con anomalías que superan el 100 % e incluso el 1000 % (estación Tingo Chico, en el río Chili). Mientras que, para los ríos de la vertiente del Titicaca, se observó también el aumento de sus caudales, de forma considerable, pero aun con valores por muy debajo de lo norma. Finalmente, los ríos de la vertiente del Amazonas continúan por debajo de lo normal (Tabla 3).

Tabla 3: Caudales de los principales ríos del país enero - febrero 2023

Zona	Rios	Pentadiarios (m3/s)								Promedio (m3/s)	Anomalia (%)
		Ene-23				Feb-23					
Pacífico Norte	Tumbes	86.8	58.3	70.6	102.1	164.1	107.1	116.1	83.0	98.5	25.6
	Chira	60.6	22.4	73.3	67.1	94.5	41.1	53.2	57.0	58.6	5.9
	Motupe	1.1	0.7	0.9	0.8	1.0	0.8	0.8	S/D	0.9	-23.6
	La Leche	3.6	0.9	5.7	2.3	6.5	4.4	2.1	S/D	3.6	-50.2
	Chancay Lambayeque	32.9	14.2	46.8	47.6	90.6	44.1	26.9	28.4	41.4	53.2
	Zaña	3.4	3.1	5.7	5.7	12.0	7.8	4.6	4.0	5.8	22.3
	Jequetepeque	9.8	4.1	37.1	34.8	41.0	25.9	20.1	15.4	23.5	-6.5
	Chicama	5.1	3.7	14.1	15.8	54.7	35.8	18.5	13.4	20.1	-12.4
Pacífico Centro	Santa	144.5	119.8	182.7	170.1	261.8	219.4	167.8	147.4	176.7	-1.8
	Pativilca	26.3	30.6	45.1	37.4	57.0	40.4	44.1	41.3	40.3	-29.3
	Huaral	16.7	15.9	18.3	19.9	23.4	22.5	33.5	36.1	23.3	21.8
	Chillon	4.3	4.5	4.0	3.6	4.4	4.4	6.9	8.1	5.0	-34.5
	Rímac	25.8	21.4	19.6	23.4	23.4	23.3	35.8	41.8	26.8	-26.2
	Mala	24.8	20.2	19.5	24.8	24.5	28.7	65.0	53.0	32.6	-15.1
	Cañete	65.8	47.6	38.0	38.0	52.2	82.0	136.4	143.0	75.4	-1.7
Pacífico Sur	Pisco	51.0	24.4	20.9	23.4	62.1	106.1	223.8	134.6	80.8	107.4
	Ica	6.2	6.1	5.8	9.5	23.2	46.4	99.0	37.2	29.2	205.5
	Ocoña	117.4	72.7	58.9	49.8	125.9	311.0	373.3	386.4	186.9	48.2
	Camaná	61.1	33.8	26.1	24.0	34.1	64.1	163.9	276.8	85.5	-29.7
	Chili	0.97	0.42	0.14	0.18	0.34	3.74	7.32	12.05	3.1	1277.0
	Tambo	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	65.3	104.9	85.1	36.1
	Locumba	1.9	1.9	1.9	1.9	2.1	2.3	2.4	2.5	2.1	-23.6
	Sama	1.4	0.9	0.5	0.7	0.7	5.3	9.0	7.8	3.3	83.2
Titicaca	Caplina	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.7	0.3	-46.1
	Huancane	6.3	3.4	2.2	2.1	1.9	2.1	4.4	17.7	5.0	-83.4
	Ramis	5.1	6.3	6.4	5.7	5.4	5.4	7.0	33.6	9.4	-93.4
	Coata	19.4	19.9	12.9	10.3	9.7	11.0	29.8	126.8	30.0	-65.8
Titicaca	Ilave	4.2	4.0	3.5	3.3	3.8	5.1	9.4	34.5	8.5	21.4

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

Los principales embalses del país se encuentran almacenando agua a un 38,6 % de la capacidad hidráulica nacional, cabe mencionar que para la misma fecha del año pasado se tenía un almacenamiento del 64,6 % de la capacidad nacional, de otro lado, la mayoría de los reservorios empiezan a aumentar lentamente sus volúmenes. -sin embargo, los reservorios de San Lorenzo, Tinajones y Gallito Ciego, que siguen disminuyendo su volumen hasta la fecha (Tabla 4).

Tabla 4: Estado situacional de los reservorios al 13 de febrero de 2023. Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos. Elaboración: ANA.

Zona	Reservorio	Fecha	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Util	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	13-Feb	Piura	445.50	122.50	27.50
Costa - Norte	San Lorenzo	13-Feb	Piura	195.60	37.50	19.17
Costa - Norte	Tinajones	13-Feb	Lambayeque	331.55	94.10	28.38
Costa - Norte	Gallito Ciego	13-Feb	La Libertad	366.09	35.40	9.67
Costa - Centro	Viconga	13-Ene	Lima	30.00	9.50	31.67
Costa - Centro	Sistema Rímac	31-Ene	Lima, Junín	282.35	112.35	39.79
Costa - Centro	Choclococha	13-Feb	Ica	131.10	57.20	43.63
Costa - Sur	Ccaracochoa	13-Ene	Ica	40.00	15.40	38.50
Costa - Sur	Condorama	13-Feb	Arequipa	259.00	78.30	30.23
Costa - Sur	El Pañe	13-Feb	Arequipa	99.61	56.30	56.52
Costa - Sur	Dique Los Españoles	13-Feb	Arequipa	9.09	6.70	73.71
Costa - Sur	Pillones	13-Feb	Arequipa	78.50	26.30	33.50
Costa - Sur	El Frayle	13-Feb	Arequipa	127.24	72.10	56.66
Costa - Sur	Aguada Blanca	13-Feb	Arequipa	30.43	26.60	87.41
Costa - Sur	Chalhuanca	13-Feb	Arequipa	25.00	9.90	39.60
Costa - Sur	Bamputañe	13-Feb	Arequipa	40.00	10.30	25.75
Costa - Sur	Pasto Grande	13-Feb	Moquegua	200.00	145.30	72.65
Costa - Sur	Paucarani	13-Feb	Tacna	10.50	3.60	34.29
Costa - Sur	Laguna Aricota	13-Feb	Tacna	280.00	191.60	68.43
Sierra - Centro	Jarumas	13-Feb	Tacna	13.00	11.90	91.54
Sierra - Centro	Cuchoquesera	13-Feb	Ayacucho	80.00	27.20	34.00
Sierra - Sur	Lago Junin	13-Feb	Junin	441.00	56.90	12.90
Sierra - Sur	Lagunillas	13-Feb	Puno	585.13	384.50	65.71
Sierra - Sur	Sibinacocha	13-Feb	Cusco	110.00	33.10	30.09
Situación Nacional				4210.69	1624.55	38.58

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En las zonas productoras de Lambayeque, las temperaturas diurnas entre ligeramente cálidas a cálidas promovieron la fructificación del mango; en tanto que, en los valles arroceros de la costa norte como Jequetepeque (La Libertad); Chancay-Lambayeque y Zaña (Lambayeque) dichas condiciones térmicas favorecieron el crecimiento vegetativo de arrozales. En la costa sur, La Yarada (Tacna) las temperaturas diurnas y nocturnas ligeramente frías fueron favorables para las plantaciones de olivo en fructificación. (Figura 29).

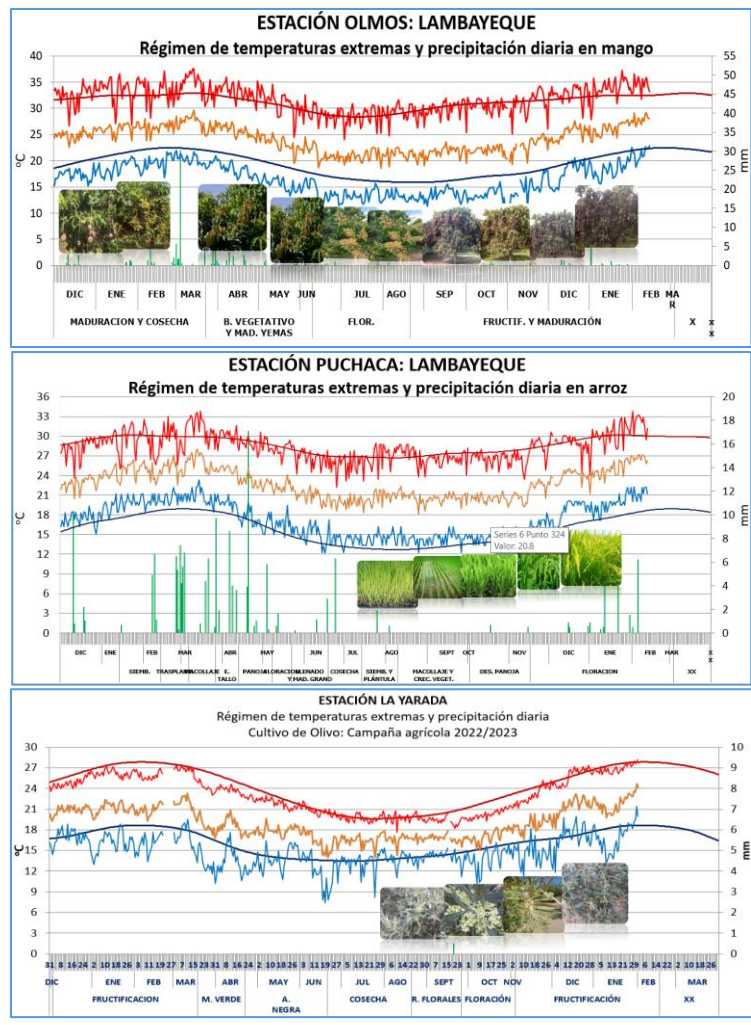


Figura 29. Monitoreo agrometeorológico del mango, arroz y olivo campañas agrícolas 2022/2023 en las estaciones de Olmos, Puchaca y La Yarada. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

El promedio de los pronósticos de los modelos climáticos del NMME continúan indicando la condición neutra en el Pacífico central (Niño 3.4) hasta mayo, mientras que, entre julio y setiembre se esperan condiciones cálidas débiles (Tabla 5).

Tabla 2: 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	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO
CFS2	-0.53	-0.29	-0.03	0.22	0.49	0.74	0.92	1.05
CanCM4i	-0.47	-0.24	0.00	0.27	0.56	0.77	0.79	0.65
GEM5_NEMO	-0.54	-0.32	-0.11	0.08	0.24	0.30	0.31	0.30
NASA	-0.36	-0.02	0.26	0.52	0.80	1.00	1.13	1.18
GFDL_SPEARE	-0.32	0.04	0.34	0.62	0.90	1.08	1.10	1.05
NCAR_CCISM4	-0.60	-0.43	-0.21	0.01	0.24	0.39	0.45	0.45
Promedio								
NMME	-0.47	-0.21	0.04	0.29	0.54	0.71	0.78	0.78

Con respecto a la región Niño 1+2, los pronósticos del ICEN de los modelos internacionales muestran condiciones neutras hasta febrero, mientras que, entre los meses de marzo y setiembre se esperarían condiciones de cálidas débiles a cálidas moderadas (Tabla 6).

Tabla 3: 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	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO
CFS2	-0.05	0.31	0.59	1.00	1.34	1.43	1.33	1.12
CanCM4i	0.02	0.35	0.57	0.90	1.21	1.22	1.06	0.80
GEM5_NEMO	-0.05	0.39	0.62	0.65	0.49	0.33	0.35	0.28
NASA	0.36	1.02	1.35	1.78	2.03	2.09	1.93	1.72
GFDL_SPEARE	0.12	0.69	1.07	1.50	1.73	1.84	1.82	1.73
NCAR_CCISM4	-0.35	-0.07	0.17	0.52	0.78	0.91	0.88	0.80
Promedio								
NMME	0.01	0.45	0.73	1.06	1.26	1.30	1.23	1.08

Analizando las proyecciones basadas en los datos observados y los resultados de los modelos de ondas, se prevé que la onda Kelvin fría afectaría la costa peruana hasta fines de febrero. Por otro lado, la segunda onda Kelvin cálida debe arribar a la costa peruana entre marzo y abril. El pulso de viento del este que se desarrolló en febrero en la zona occidental, según los modelos de ondas, se habría proyectado en una onda Kelvin fría que arribaría posteriormente en abril (Figura 31, 32 y 33).

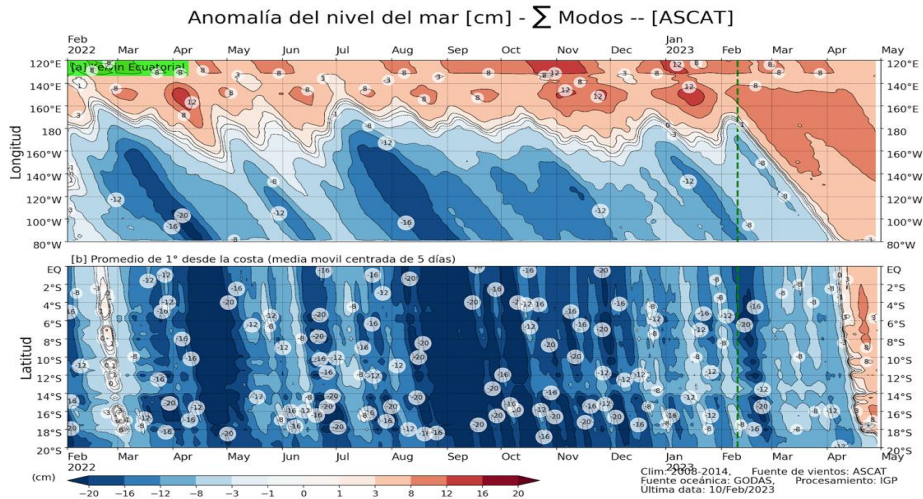


Figura 31. Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada ASCAT. Fuente: IGP.

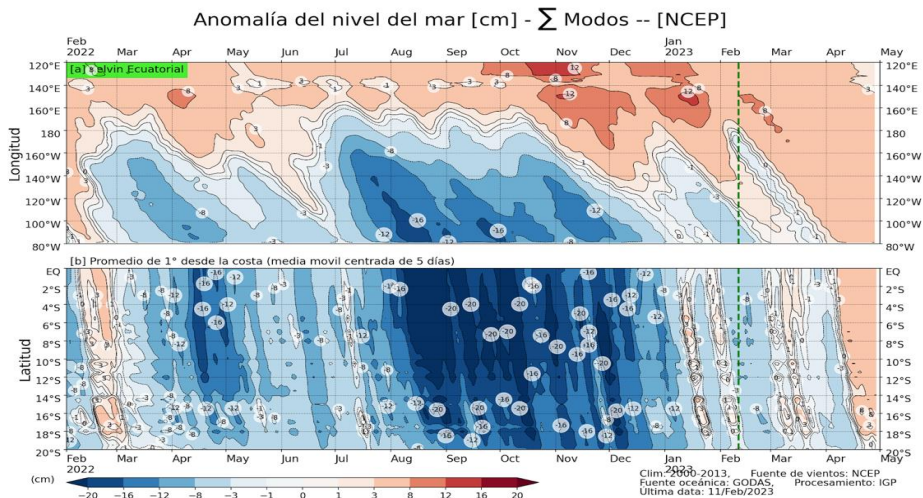


Figura 32. Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada NCEP. Fuente: IGP.

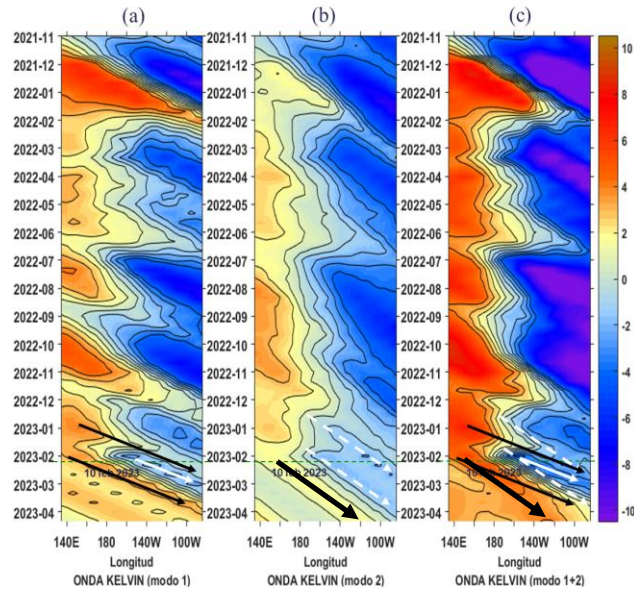


Figura 33. Diagrama Hovmöller (longitud-tiempo) de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “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.

En base 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 estima una mayor probabilidad a que en el Pacífico central se produzca la transición del evento La Niña a condiciones neutras en febrero de 2023 (Tabla 7 y Figura 34) (Tabla 9).

Tabla 4: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3,4) entre febrero y julio 2023.

Pacífico central	Febrero (%)	Marzo (%)	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)	Julio (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	0	0
Fría débil	51	35	10	1	1	1
Neutro	49	64	78	68	55	45
Cálida débil	0	1	12	30	39	43
Cálida moderado	0	0	0	1	5	10
Cálida fuerte	0	0	0	0	0	1
Cálida extremo	0	0	0	0	0	0

Para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones cálidas débiles a partir de febrero hasta abril, aunque estas no serían suficientes para que el ICEN supere el umbral de condiciones neutras por más de dos meses consecutivos (Tabla 8 y Figura 34). Cabe indicar que la probabilidad de las condiciones cálidas alcanzaría 54 % y 64 % en febrero y marzo, respectivamente.

Tabla 8: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) entre febrero y julio 2023.

Pacífico oriental	Febrero (%)	Marzo (%)	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)	Julio (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	0	0
Fría débil	0	0	0	1	1	1
Neutro	46	36	47	52	51	50
Cálida débil	53	52	48	46	47	48
Cálida moderado	1	12	5	1	1	1
Cálida fuerte	0	0	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0	0	0

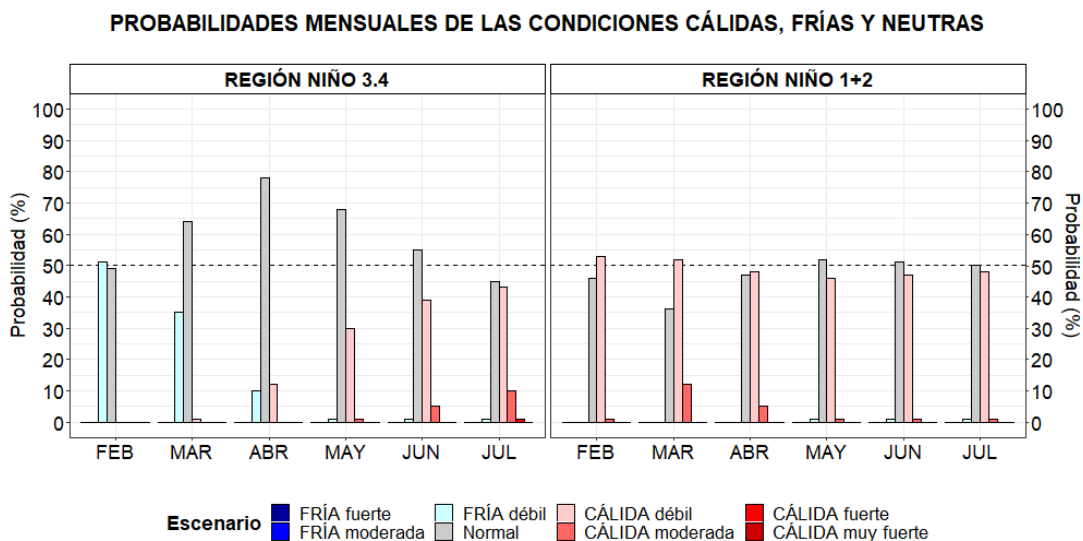


Figura 34. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre febrero y julio 2023.

En cuanto a las lluvias, de acuerdo con el pronóstico estacional vigente para el trimestre febrero-abril de 2023³, se prevén precipitaciones superiores a lo normal en la sierra centro-occidental y condiciones bajo lo normal en la sierra suroriental y selva sur; en el resto del país las condiciones, en promedio, serían normales. Sin embargo, no se descarta una mayor frecuencia de las lluvias de moderada a fuerte intensidad en la costa norte y en la sierra noroccidental del país.

En cuanto a los recursos biológico-pesquero, se prevé que el desove de verano de la anchoveta del *stock* norte-centro alcance su punto máximo en la segunda quincena de febrero de 2023. Por otro lado, los desembarques de merluza tenderán a incrementarse; y el calamar gigante mantendrá su mayor abundancia en la zona norte, conforme a su estacionalidad.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado del sistema de alerta “No Activo”, ya que es más probable que hasta julio de 2023 predominen valores del ICEN⁴ dentro del rango normal en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano. No obstante, con la información actual, existe una mayor probabilidad de condiciones cálidas débiles en esta región entre febrero y abril de 2023, aunque sin configurar el desarrollo de un evento El Niño Costero.

Por otro lado, en la región del Pacífico central, se espera que durante febrero ocurra la transición de La Niña hacia la condición neutra y que esta última se mantenga hasta junio. Si bien se estima un incremento gradual de la probabilidad de condiciones cálidas entre otoño e inicios del invierno, la incertidumbre sigue siendo alta debido a la barrera de predictibilidad, asociada a una menor exactitud de los pronósticos.

Se recomienda a los tomadores de decisiones tener en cuenta los posibles escenarios de riesgo de acuerdo con el pronóstico estacional vigente para fines de prevención y reducción del riesgo de desastres.

La Comisión Multisectorial del ENFEN continúa monitoreando e informando sobre la evolución de las condiciones oceánicas-atmosféricas y actualizando las perspectivas. En vista de las condiciones presentes, el ENFEN actualizará sus perspectivas dentro de los próximos 15 días.

³ Pronóstico estacional FMA 2023: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-31.pdf>

⁴ ICEN: Índice Costero El Niño. <http://met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>

VI. REFERENCIAS

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of analysis. 15 th Edition, USA.
- Behringer, D.W., and Y. Xue, 2004: Evaluation of the global ocean data assimilation system at NCEP: The Pacific Ocean. Eighth Symposium on Integrated Observing and Assimilation Systems for Atmosphere, Oceans, and Land Surface, AMS 84th Annual Meeting, Washington State Convention and Trade Center, Seattle, Washington, 11-15. Derber, J.C., and A. Rosati, 1989: A global oceanic data assimilation system. *J. Phys. Oceanogr.*, 19, 1333-1347.
- 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>
- Bentamy A. S. A.Grodko, A. Elyouncha, B. Chapron, F. Desbiolle, 2016. Homogenization of Scatterometer Wind Retrievals, *Int. J. Climatol.* doi:10.1002/joc.
- Boulangier, J.-P., & C. Menkes, 1995: Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño, *J. Geophys. Res.*, 100(C12), 25,041–25,059.
- Buitrón B., A. Perea, J. Mori, J. Sánchez, C. Roque. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Protocol for studies on the reproductive process of pelagic and demersal fishes. *Boletín Instituto del Mar Perú*, 38: 373-384
- Carton, J. A., and B. S. Giese (2008), A reanalysis of ocean climate using Simple Ocean Data Assimilation (SODA), *Mon. Weather Rev.*, 136, 2999– 3017.
- Dewitte B., D. Gushchina, Y. duPenhoat and S. Lakeev, 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. *Geoph. Res. Lett.*, vol. 29, no. 14, 1666, 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)
- Duan, W. and Wei, C. 2013. The ‘spring predictability barrier’ for ENSO predictions and its possible mechanism: results from a fully coupled model. *Int. J. Climatol.*, 33: 1280-1292. <https://doi.org/10.1002/joc.3513>
- ENFEN, 2012. Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN. 2 pp.

- ENFEN, 2015. Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. Nota Técnica ENFEN. 7 pp.
- Huang, B., Peter W. Thorne, et.al. 2017: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5), Upgrades, validations, and intercomparisons. *J. Climate*, doi: 10.1175/JCLI-D-16-0836.1
- Illig S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G.S. E. Lagerloef, 2004: Interannual Long Equatorial Waves in the Tropical Atlantic from a High Resolution OGCM Experiment in 1981-2000. *J. Geophys. Research*, 109, C02022, doi:10.1029/2003jc001771.
- Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne, and D. Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437–471.
- Kirtman BP, Min D, Infanti JM, Kinter JL, Paolino DA, Zhang Q, van den Dool H, Saha S, Peña M, Becker E, Peng P, Tripp P, Huang J, DeWitt DG, Tippett MK, Barnston AG, Li S, Rosati A, Schubert SD, Rienecker M, Suarez M, Li ZE, Marshak J, Lim YK, Tribbia J, Pegion K, Merryfield WJ, Denis B, Wood EF, 2014: The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 95, 585–601. doi: 10.1175/BAMS-D-12-00050.1
- Lavado-Casimiro, Waldo y Espinoza, Jhan Carlo. Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007). *Revista Brasileira de Meteorologia* [online]. 2014, v. 29, n. 2 [Accedido 1 Setiembre 2021], pp. 171-182. Disponible en: <<https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>>. Epub 04 Jul 2014. ISSN 1982-4351. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>.
- Mosquera, K., 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para optar el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos, 2011: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. *Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, 55 pp.
- Mosquera, K., 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, *Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos"*

- para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, enero, 1, 1, 4-7.
- Okumura, Y. M., DiNezio, P., & Deser, C. (2017). Evolving impacts of multiyear La Niña events on atmospheric circulation and U.S. drought. *Geophysical Research Letters*, 44, 11,614–11,623. <https://doi.org/10.1002/2017GL075034>
- Quispe-Ccalluari C, Tam J, Arellano C, Chamorro A, Espinoza-Morriberón D, Romero C y J Ramos. 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. *Inf Int. Mar Perú*, 44(1): 28-34.
- SENAMHI. 2021. INFORME TÉCNICO N°08-2021/SENAMHI-DMA-SPC. "ESCENARIO PROBABILÍSTICO DE LLUVIAS PARA EL VERANO 2022". Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02261SENA-2.pdf>
- Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.-C., Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W. (2018), Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. *Int. J. Climatol*, 38: 420-435. <https://doi.org/10.1002/joc.5185>
- Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo, 2014: El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, febrero, 1, 2, 8-9.
- Tokinaga, H., Richter, I., and Kosaka, Y. (2019). ENSO Influence on the Atlantic Niño, Revisited: Multi-Year versus Single-Year ENSO Events. *Journal of Climate* 32, 14, 4585-4600, available from: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0683.1>
- Urbina, B. y K. Mosquera, 2020. Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico. Boletín científico El Niño, Instituto Geofísico del Perú, Vol. 7 N° 01, pag. 13-20.
- Vazzoler A E.1982. Manual y métodos para estudios biológicos de poblaciones de Peixes. Reproducción y Crecimiento. CNP/PN2, 108 pp.
- Wentz, F.J., L.Ricciardulli, C.Gentemann, T. Meissner, K.A. Hilburn, J. Scott, 2013: Remote Sensing Systems Coriolis WindSat [indicate whether you used Daily, 3-Day, Weekly, or Monthly] Environmental Suite on 0.25 deg grid, Version 7.0.1, [indicate subset if used]. Remote Sensing Systems, Santa Rosa, CA. Available online at www.remss.com/missions/windsat.

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 (PABP)	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/variabciim/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, Período 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, Período climatológico: 1993-2012, Frecuencia diaria.
Salinidad		X	X	X															X		DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones

																				E	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	