

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 8 N° 08

AGOSTO DE 2022

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:

Ing, José de la Cruz Sotomayor

Presidente del Consejo Directivo, Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

Vice-Presidente:

Calm. César Emilio Zelada Levy

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

Dr. Hernando Jhonny Tavera Huarache

Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Dr. Guillermo Antonio Baigorria Paz

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

Ing. Alfonso Pablo Huerta Fernández

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

General de Brigada (r) Carlos Manuel Yáñez Lazo

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Calm. (r) Raúl Luis Esteban Vásquez Alvarado

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 Ramirez

IGP: Kobi Mosquera y Jorge Reupo

ANA: Sigfredo Fonseca, Lucio Vergara y Manuel Collas

INDECI: Jakie Rojas

CENEPRED: Ena Jaimés y Neil Alata

Año: 8

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 8, N° 08, agosto de 2022, 48 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: 15 de setiembre de 2022



Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú AGOSTO 2022

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 AGOSTO DE 2022	9
3.1.	Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical.....	9
3.2.	Condiciones oceánicas y atmosféricas locales.....	14
3.3.	Productividad marina y condiciones biológico pesqueras	26
3.4.	Condiciones hidrológicas	32
3.5.	Condiciones agrometeorológicas.....	34
IV.	PERSPECTIVAS.....	35
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
VI.	REFERENCIAS.....	44
VII.	ANEXO	47

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 (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 (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 AGOSTO DE 2022

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

Durante agosto y las dos primeras semanas de setiembre, la TSM en el Pacífico ecuatorial se mantuvo con anomalías negativas (Figura 1 y 2). Entre julio y agosto, en la región Niño 4 la anomalía varió de $-0,99$ a $-1,09$ °C; en Niño 3.4, de $-0,70$ a $-0,96$ °C y en Niño 3 de $-0,53$ a $-0,65$ °C. Mientras que, en la región Niño 1+2, la anomalía negativa de TSM disminuyó su intensidad de $-1,19$ a $-0,49$ °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
Mar. 22	25.75 -0.74	26.46 -0.74	26.30 -0.98	27.61 -0.71
Abr.	24.15 -1.38	26.65 -0.93	26.70 -1.12	27.78 -0.84
May.	22.77 -1.65	26.20 -1.06	26.81 -1.12	28.10 -0.81
Jun.	21.65 -1.48	25.81 -0.81	26.97 -0.76	28.25 -0.72
Jul.	20.77 -1.19	25.27 -0.53	26.59 -0.70	27.90 -0.99
Ago.	20.52 -0.49	24.47 -0.65	25.89 -0.96	27.70 -1.09

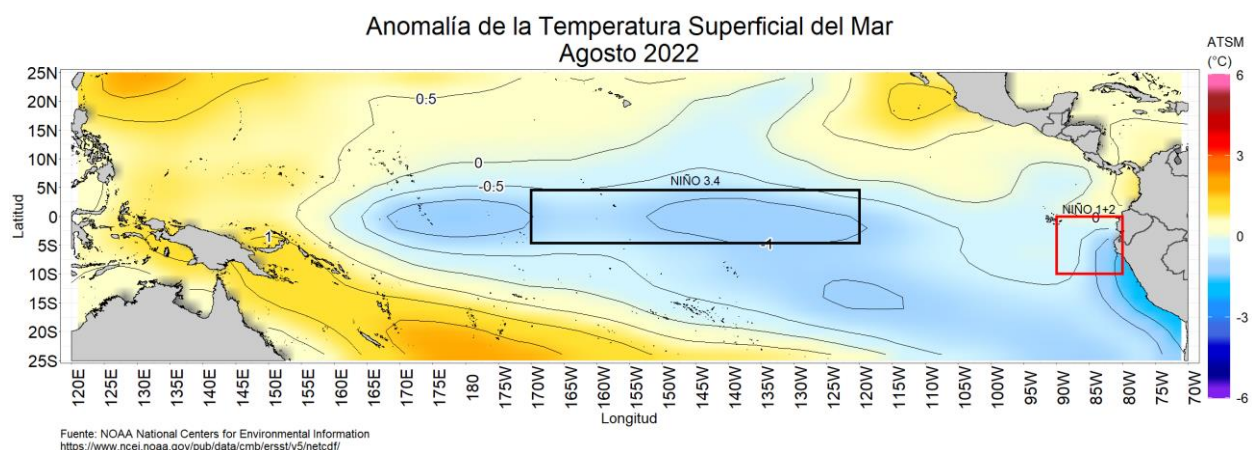
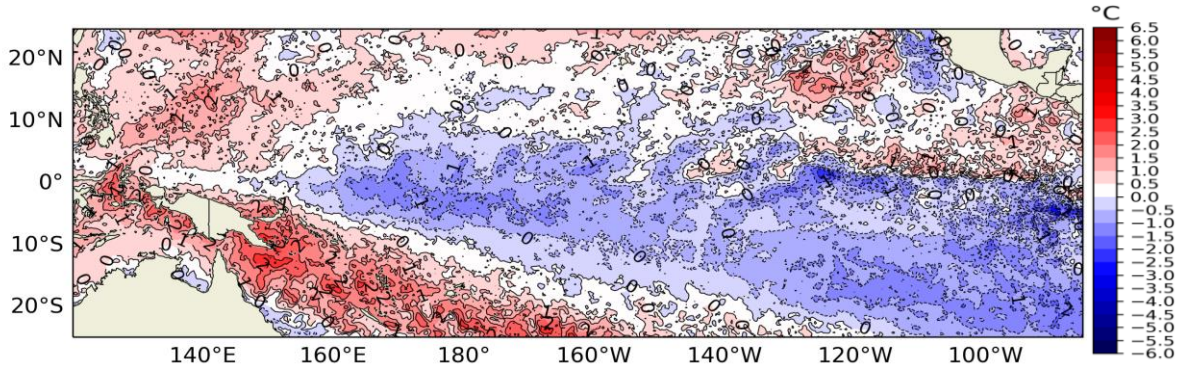


Figura 1: Promedio del mes de agosto 2022 de las anomalías de la TSM en el Pacífico. La región Niño 3.4 está delimitada con el recuadro negro y la región Niño 1+2 está delimitada con el recuadro rojo. Fuente: ERSSTv5.0. Procesamiento: DIHIDRONAV.



EU-CMEMS: Global SST & Sea Ice Anomaly
 L4 OSTIA, 0.25 deg daily
 (METOFFICE-GLO-SST-L4-NRT-OBS-ANOM-V2)

Figura 2: Promedio de las anomalías de TSM en el Pacífico del 1 al 11 de setiembre de 2022.
 Fuente: Ostia. Elaboración: DIHIDRONAV.

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de julio de 2022 se ubica dentro de la categoría fría débil; mientras que el ICEN temporal (ICEN-tmp) de agosto corresponde a la condición neutra. Por otra parte, los valores del ONI de julio y su temporal (ONItmp) de agosto corresponde a una condición fría débil. (Tabla 2).

Tabla 2: Valores del ONI e ICEN desde agosto de 2021 hasta julio de 2022 y sus valores temporales. Fuente IGP.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
ago-21	-0,36	Neutro	-0,46	Neutro
set-21	-0,59	Neutro	-0,67	Fría Débil
oct-21	-0,83	Neutro	-0,80	Fría Débil
nov-21	-1,18	Fría Débil	-0,98	Fría Débil
dic-21	-1,28	Fría Moderada	-0,99	Fría Débil
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
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
ago-22	-0,88	Neutro	-0,87	Fría Débil

Según la información observada, durante agosto el paquete de ondas de Kelvin frías inició su arribo a la costa americana. Sin embargo, la señal de estas ondas en la profundidad de la termoclina, ha mostrado una desaceleración conforme se acerca a la costa americana. Según la simulación numérica, los pulsos de viento desarrollados en agosto habrían generado un nuevo paquete de ondas Kelvin frías que se estarían uniendo al ya existente (Figura 3).

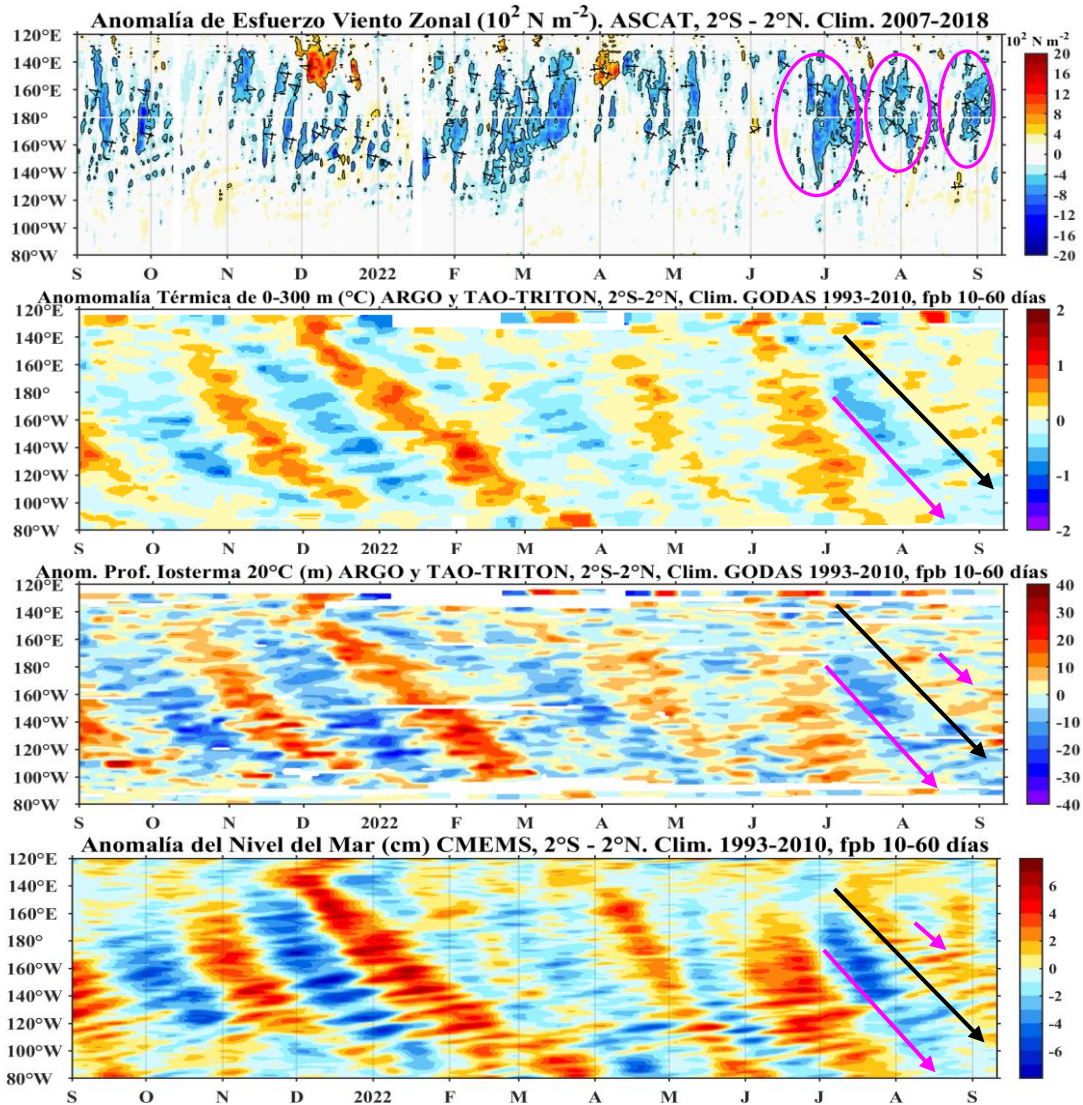


Figura 3: Diagrama Hovmöller: a) anomalía del esfuerzo de viento zonal (10^2 N m^{-2}), b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) con filtro pasa banda de 10 a 60 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, c) anomalía de temperatura de 0 a 300 m de profundidad ($^\circ \text{C}$) con filtro pasa banda de 10 a 60 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, d) anomalía del nivel del mar diario (cm) con un filtro pasa banda de 10 a 60 días, fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2010; en el Pacífico ecuatorial (120°E - 80°W y 2°N - 2°S). Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

En agosto, sobre el Pacífico ecuatorial el patrón subsidente al oeste de la línea de cambio de fecha se debilitó respecto al mes anterior; además, el patrón convectivo al noreste de Sudamérica se mantuvo reducido. En la baja tropósfera (850 hPa), sobre el Pacífico occidental, los vientos anómalos del este disminuyeron su intensidad y extensión. Del mismo modo, en niveles altos de la tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico ecuatorial, los vientos anómalos del oeste presentaron una disminución en su intensidad, reflejando un debilitamiento en el patrón de circulación típica de un evento La Niña (Figura 4).

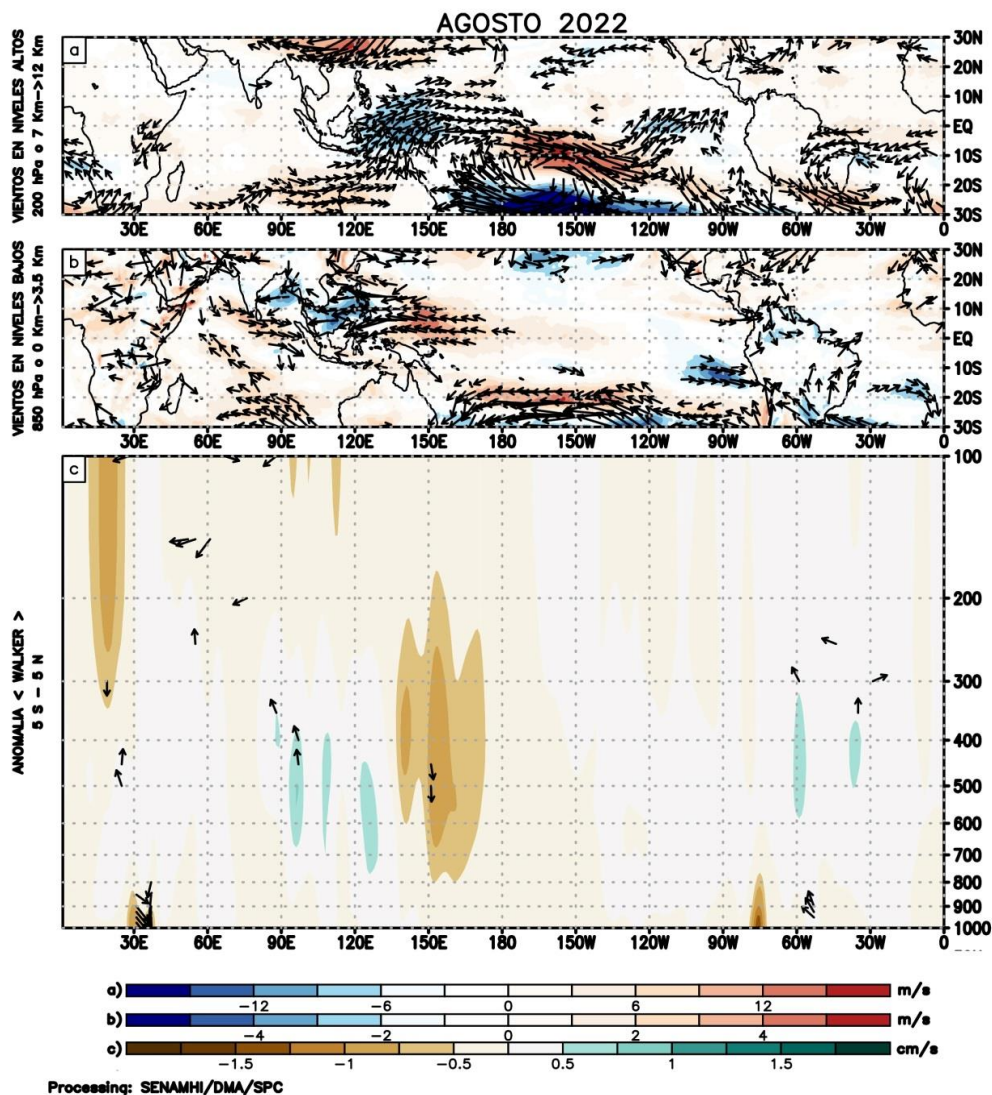


Figura 4: (a) Anomalías de los vientos respecto a su velocidad (colores) y dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) y (c) patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker)). Periodo: agosto de 2022. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio para agosto, presentó una configuración zonal y se ubicó al sureste de su posición normal, con un núcleo más intenso (+3 hPa) respecto a su climatología (Figura 5). Asimismo, otro anticiclón ubicado al oeste del APS se configuró de forma periódica, con un núcleo intensificado y ubicado al sur de los 30°S. Esta configuración favoreció la intensificación de los vientos alisios principalmente al sur de los 15°S sobre el Pacífico central-occidental. Además, la configuración de un anticiclón migratorio hacia la tercera semana de agosto favoreció el debilitamiento de los vientos frente a la costa peruana (Figura 6).

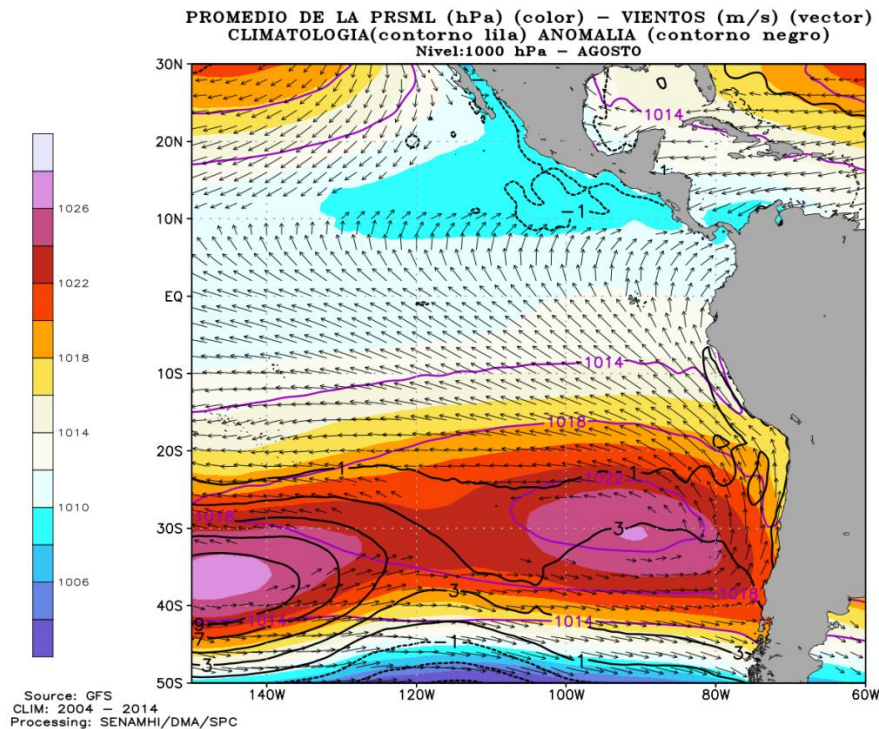


Figura 5. Promedio mensual de la presión reducida a nivel del mar (colores) con su climatología (línea lila), anomalía (línea negra) y vientos (flechas) para agosto de 2022.
 Procesamiento: SENAMHI.

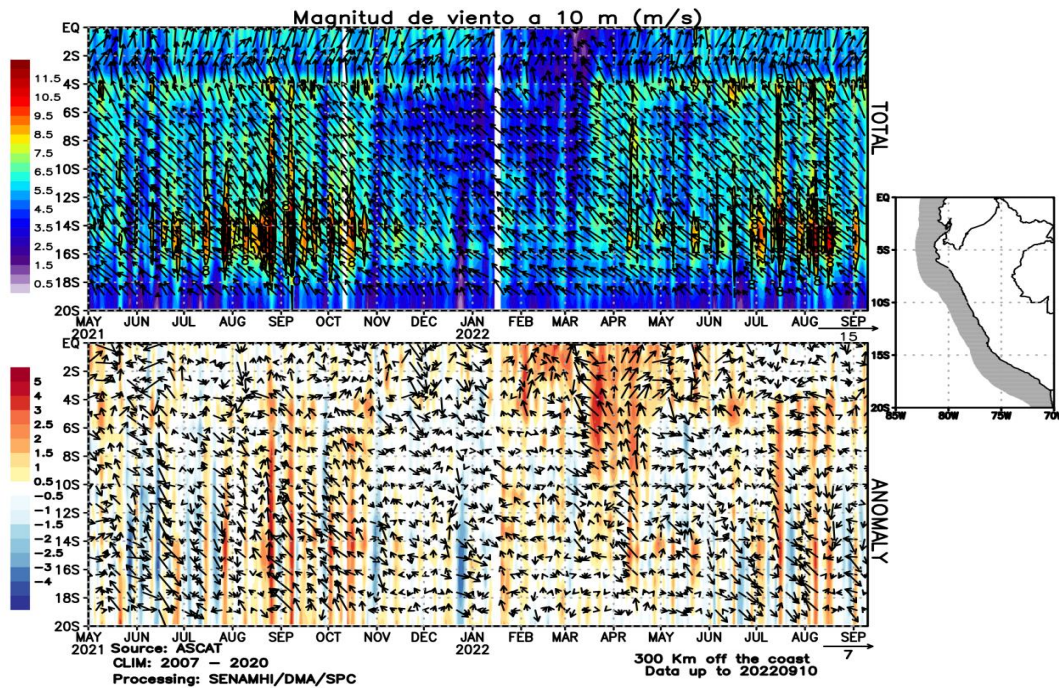


Figura 6. Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento dentro de los 300 km frente a la costa, Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento frente a la costa de Perú. Fuente: ASCAT, Procesamiento: SENAMHI-SPC.

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

Frente a la costa peruana, la velocidad de los vientos oceánicos superficiales alcanzó magnitudes fuertes, con anomalías positivas (+2,0 m/s), principalmente entre el 01 al 20 de agosto y del 31 de agosto al 10 de setiembre; mientras que, entre el 21 al 30 de agosto, predominaron vientos moderados, con anomalías en el rango neutral a negativo. Por otro lado, a lo largo de la franja adyacente a la costa y dentro de los 40 km, predominaron vientos moderados (> 4,1 m/s) a fuertes (> 6,8 m/s), registrando periodos de intensificación principalmente a inicios y mediados de agosto (Figura 7). El afloramiento costero peruano presentó intensidad superior a 200 m³/s x 100m, principalmente entre Talara a San Juan de Marcona, asociado a la presencia de vientos moderados a fuertes; mientras que, al sur de San Juan de Marcona el índice de afloramiento registró valores menores a 100 m³/s x 100m, como consecuencia de vientos moderados a débiles (Figura 8).

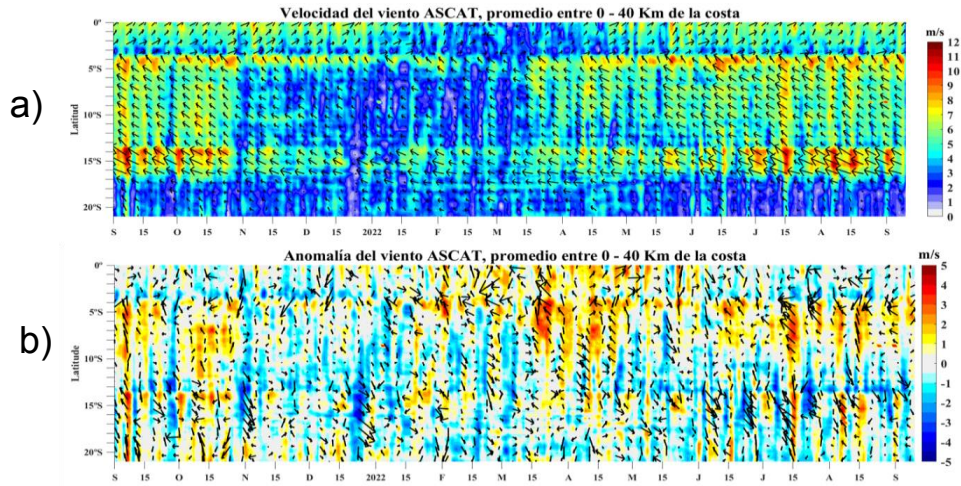


Figura 7. Viento a 40 km frente a la costa de Perú. a) Velocidad del viento ($m\ s^{-1}$), b) anomalía de la velocidad del viento ($m\ s^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: LSR/IMARPE.

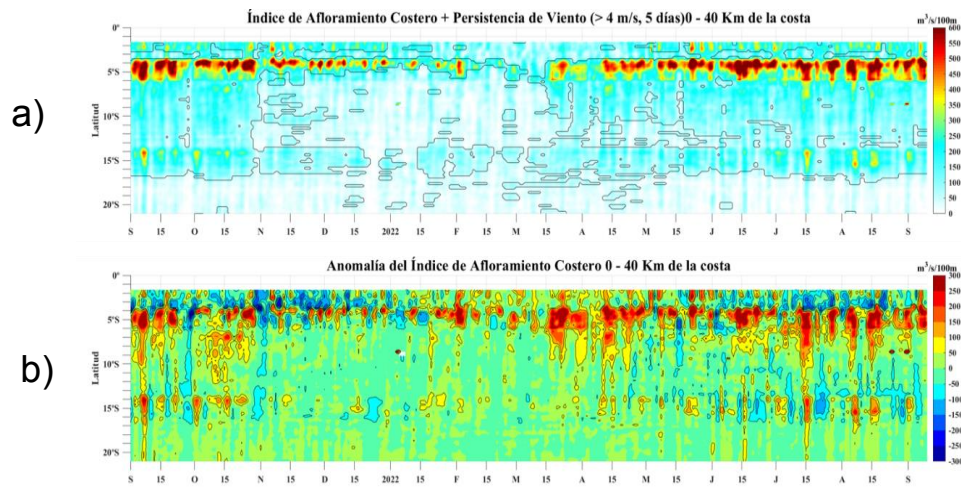


Figura 8. Índice de Afloramiento Costero. a) Índice de Afloramiento Costero ($m^3\ s^{-1}$), b) Anomalía del IAC ($m^3\ s^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: LSR/IMARPE.

Durante agosto, las temperaturas extremas del aire en la costa norte y sur presentaron valores dentro de su variabilidad climática normal ($\pm 1\ ^\circ C$); mientras que, en la costa centro presentaron en promedio anomalías negativas de $-1,1\ ^\circ C$ en la temperatura máxima y $-1,4\ ^\circ C$ en la temperatura mínima. En lo que va de setiembre, la temperatura máxima presenta valores dentro de su variabilidad climática, y la temperatura mínima se mantiene como el mes anterior, alcanzando una anomalía decadiaria (del 1 a 10 de setiembre) de $-1,4\ ^\circ C$ (Figura 9).

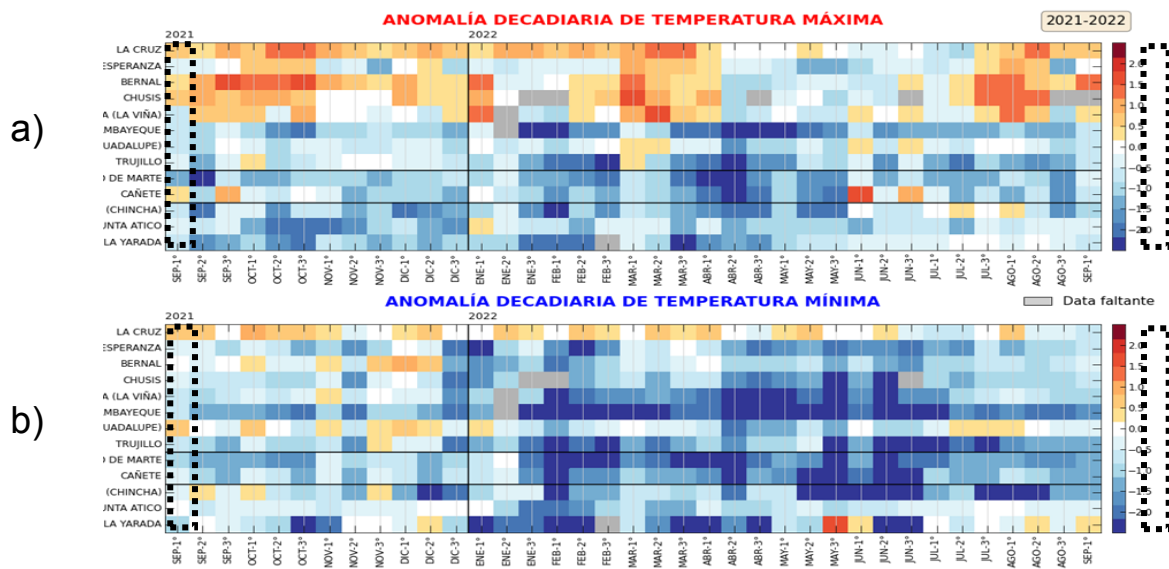


Figura 9. Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI de setiembre de 2021 a agosto de 2022. Fuente: SENAMHI.

En agosto, la TSM frente a la costa de Perú presentó en promedio valores entre 15 °C y 18 °C; excepto al norte de los 4°S donde la temperatura fue mayor, del orden de 20 °C a 23 °C. La anomalía de TSM muestra la continuidad de un escenario frío en todo el mar de Perú, pero con menor cobertura espacial e intensidad (-1,0 °C a -2,0 °C) respecto al mes anterior, entre los 5°S y 12°S. En lo que va de setiembre, las condiciones frías continúan, exceptuando frente al extremo norte donde se registra un calentamiento, con anomalías de hasta +2 °C. En el litoral, entre agosto y lo que va de setiembre, las anomalías de la TSM si bien continuaron mostrando un escenario frío, presentaron una tendencia ascendente o de normalización, principalmente en el litoral sur. (Figuras 10 y 11).

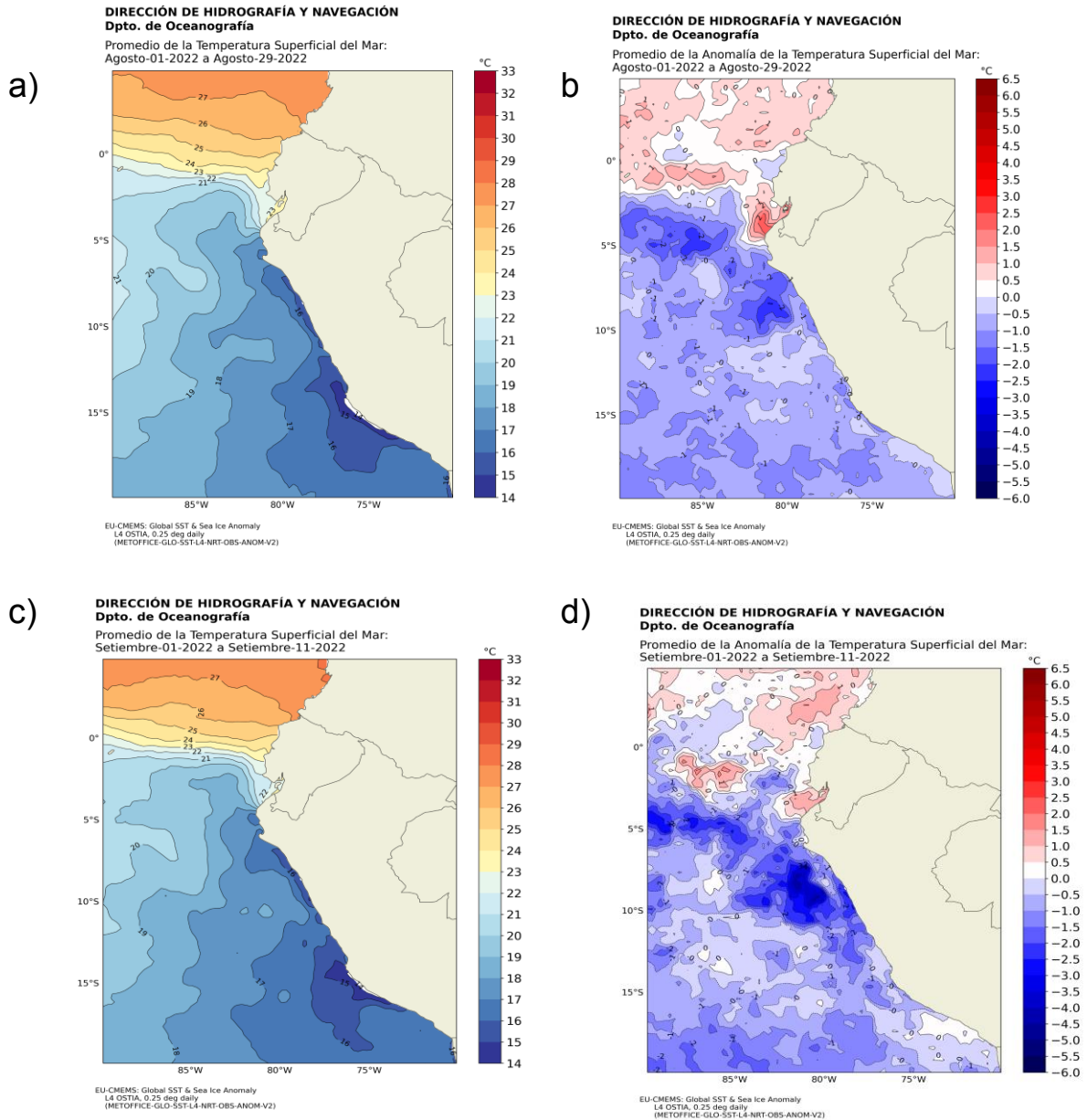


Figura 10. a) TSM promedio mensual (agosto de 2022); b) Anomalía de TSM promedio mensual (agosto 2022) y c) TSM promedio del 1-11 setiembre, d) Anomalía de TSM promedio del 1-11 de setiembre de 2022. Fuente: Ostia. Climatología 1981 – 2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

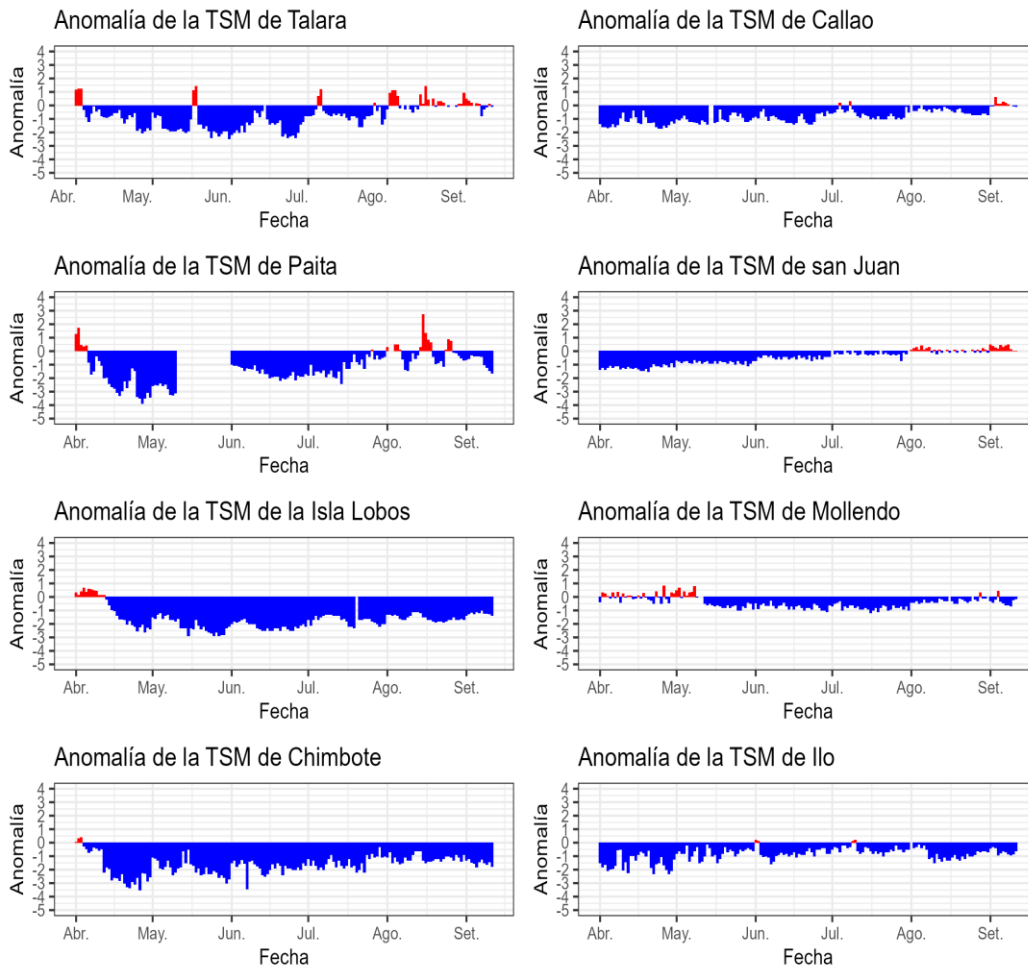


Figura 11. Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana de abril al 11 de setiembre de 2022. Fuente: DHN.

En todo el litoral, el nivel del mar (NM) ha disminuido hasta por debajo del nivel medio desde inicios de agosto, con mayor anomalía negativa en la segunda quincena del mismo mes, registrándose valores de hasta -15 cm. Este descenso rápido se asocia al paso de una onda Kelvin fría que fue prevista en el informe ENFEN N° 7. Posteriormente, a inicios de setiembre las anomalías aumentaron, registrándose valores negativos cercanos de cero (Figura 12). En promedio, dentro de las 60 millas náuticas el nivel del mar también presentó un descenso rápido, comportamiento similar a la del litoral (Figura 13).

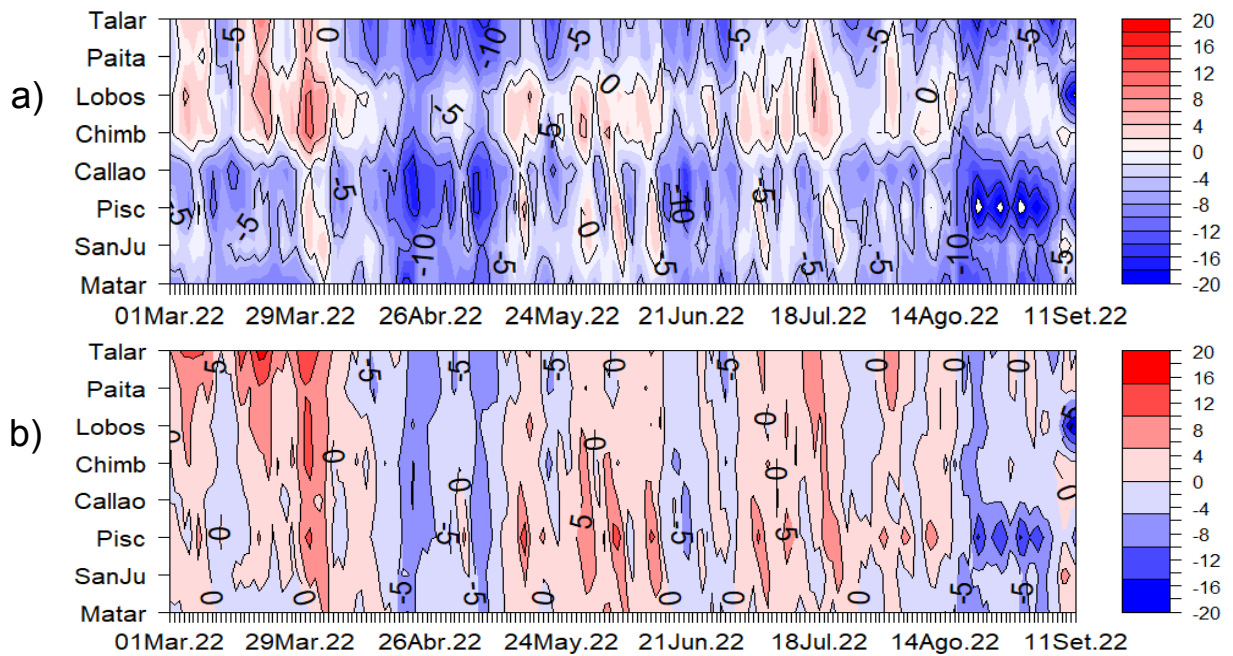


Figura 12. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM diaria en el litoral peruano a) sin filtro y b) con filtro móvil anual, del 01 de marzo al 11 de setiembre de 2022, Climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

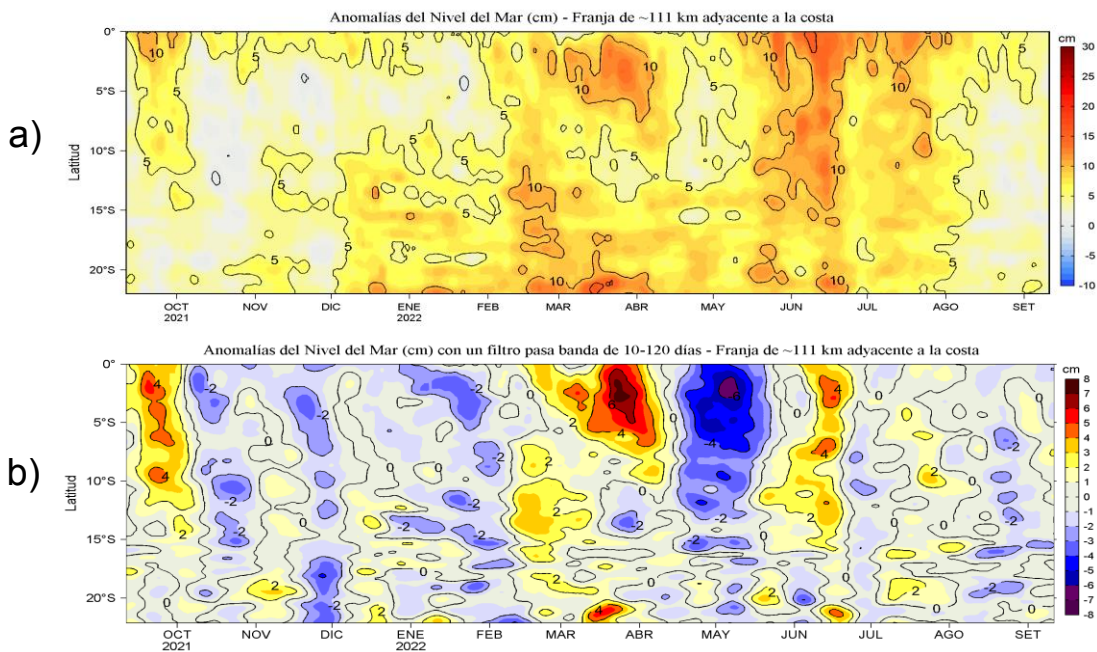


Figura 13. Diagrama Hovmöller de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 millas náuticas (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses a inicios de setiembre de 2022. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

Dentro de las 200 millas náuticas, frente a la costa norte y centro la temperatura subsuperficial mostró como promedio anomalías negativas de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 500 m de profundidad, durante la primera quincena de agosto; mientras que, durante la segunda quincena el enfriamiento se centró sobre los 100 m, con anomalías de hasta $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figuras 14 y 15). Sin embargo, dentro de las 80 millas frente a Talara y Negritos, se observó durante agosto la presencia de núcleos positivos de hasta $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 25 m de profundidad, asociados a vientos débiles y a las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) (Figura 16). La termoclina y oxiclina frente a Paita y Chicama, entre fines de agosto e inicios de septiembre, se ubicaron en una posición ligeramente más profunda a lo habitual (Figuras 17).

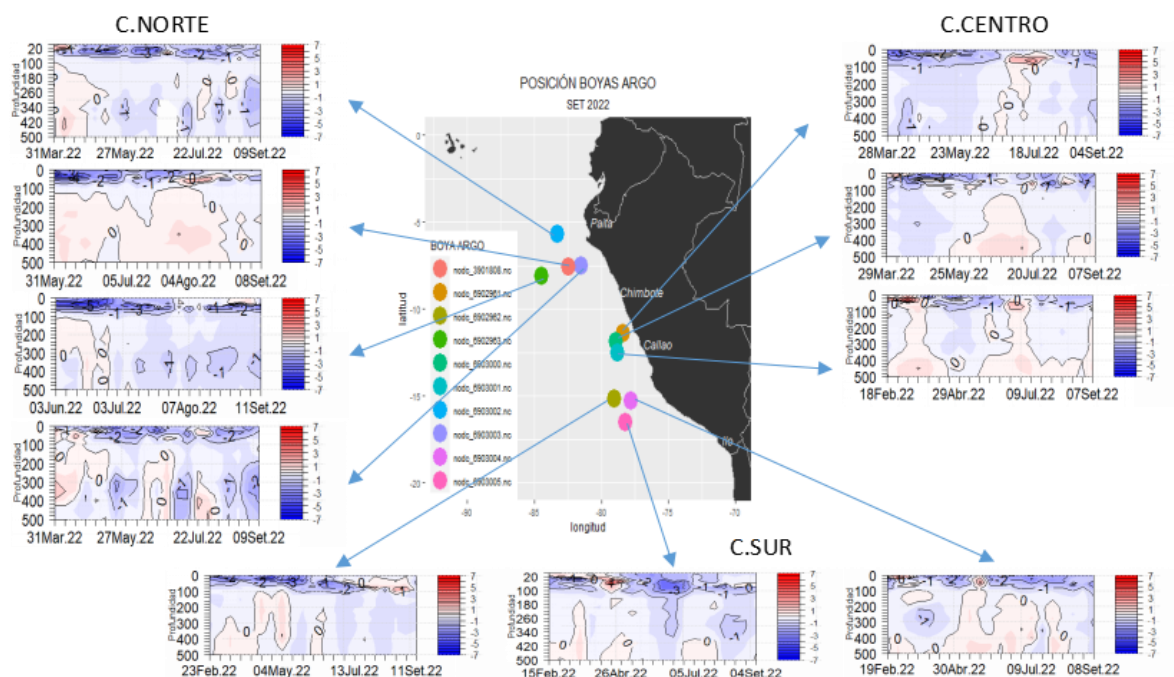


Figura 14. Secciones de anomalías de temperatura del mar de febrero a setiembre de 2022 hasta los 500 m de profundidad. Fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

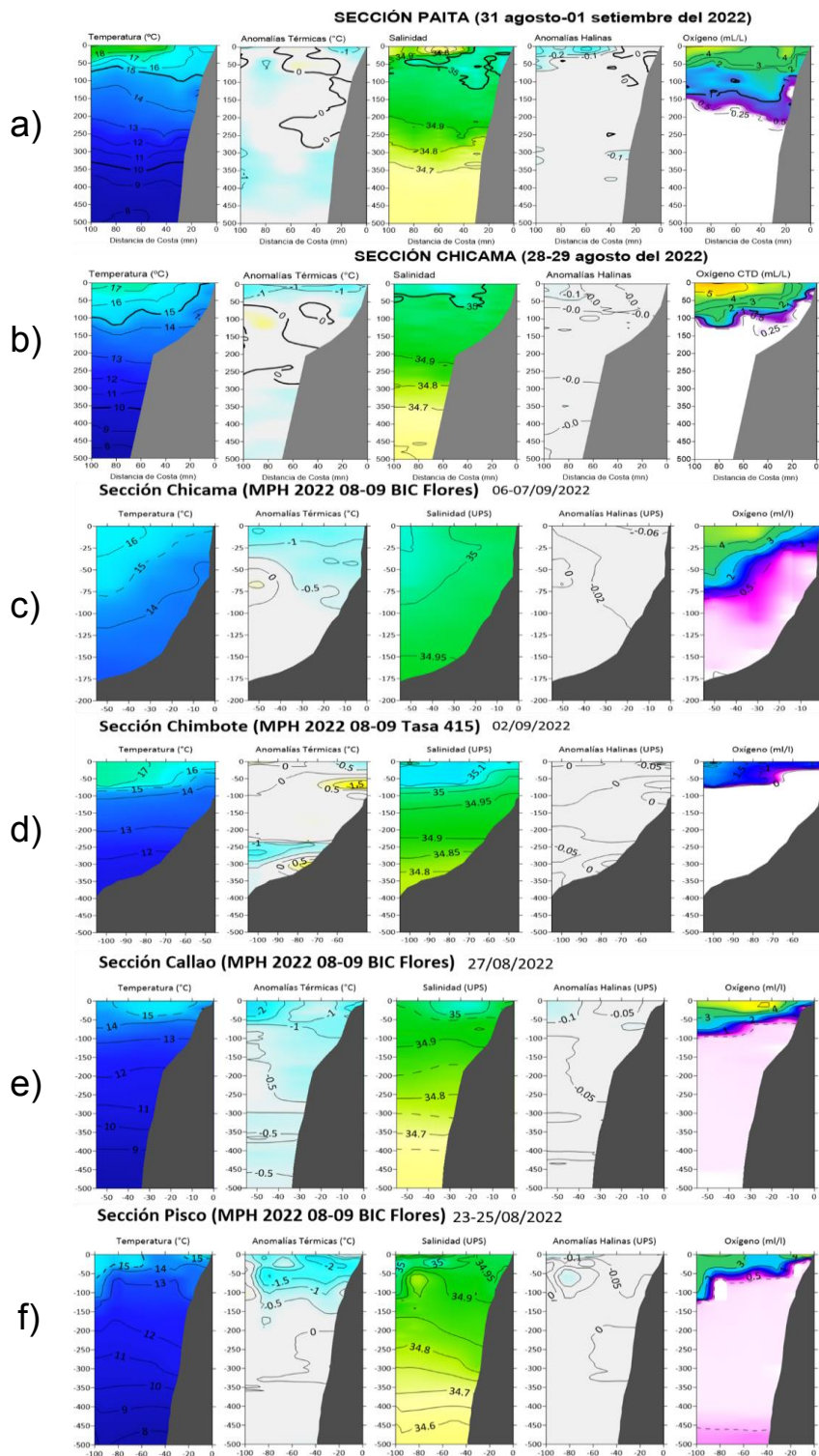


Figura 15. Secciones verticales de temperatura (°C), anomalías térmicas (°C), salinidad, anomalías halinas y oxígeno disuelto (mL L⁻¹) frente a a) Paíta (31 agosto-1 setiembre), b) Chicama (28-29 agosto), c) Chicama (6-7 setiembre), d) Chimbote (2 setiembre), e) Callao (27 agosto) y f) Pisco 23-25 agosto), de izquierda a derecha. Fuente: IMARPE.

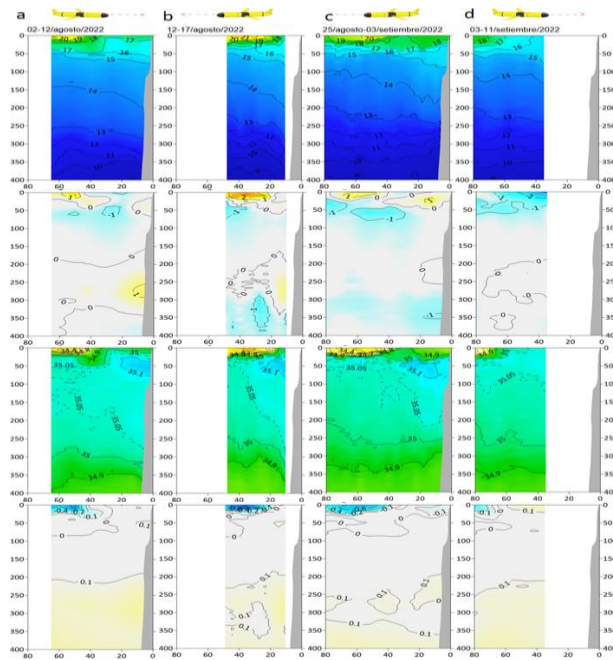


Figura 16. Sección vertical de temperatura (°C), anomalías térmicas (°C), salinidad y anomalías halinas, para a) 2-12 agosto, b) 12-17 agosto, c) 25 agosto-3 septiembre y d) 3-11 septiembre medido con el glider Mochica.

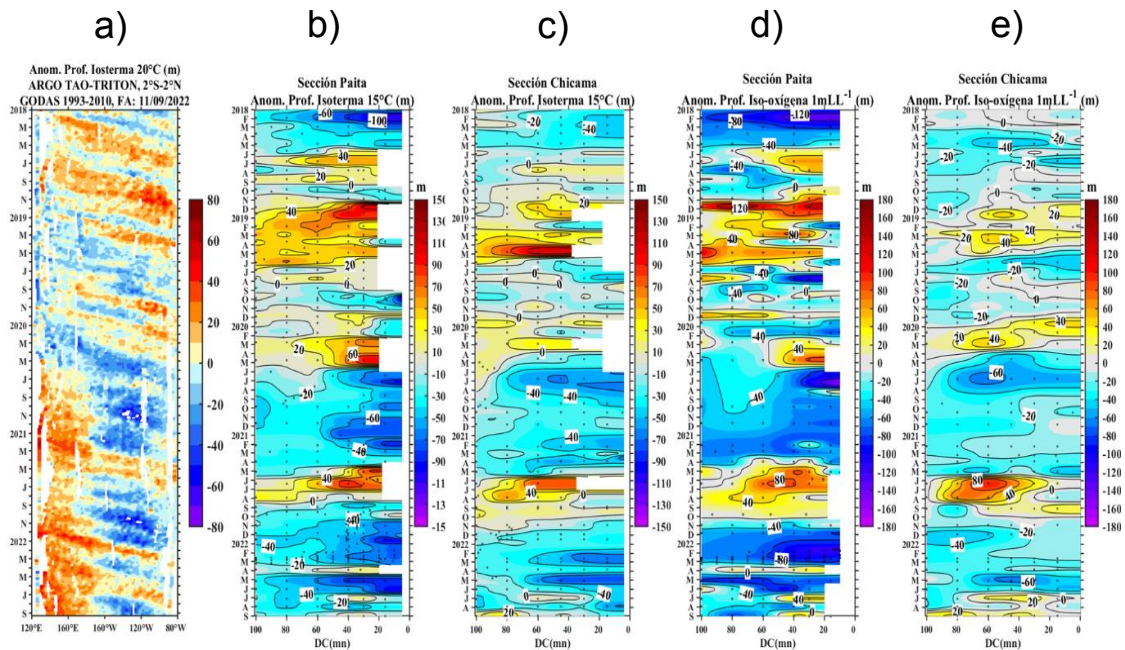


Figura 17. Diagrama Hovmöller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico ecuatorial (120°E – 80°W y 2°N – 2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C frente a Paita (0-100 mn), c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C frente a Chicama (0-100 mn), d) anomalía de la profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L⁻¹ frente a Paita (0-100 mn), y e) anomalía de la profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L⁻¹ frente a Chicama (0-100 mn). Climatología de 1981 a 2010. Procesamiento: IMARPE.

La salinidad superficial del mar (SSM) indicó la permanencia de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) hasta Punta Sal y de las AES al norte de Paita y por fuera de las 40 millas náuticas durante la segunda y cuarta semana de agosto, formándose un área de mezcla entre las ACF y AES al sur de Paita a partir de la segunda quincena del mes, mientras que una mezcla con las Aguas Subtropicales superficiales (ASS) por fuera de las 40 millas náuticas, debido al repliegue paulatino hacia el oeste de estas últimas (Figura 18, 19 y 20).

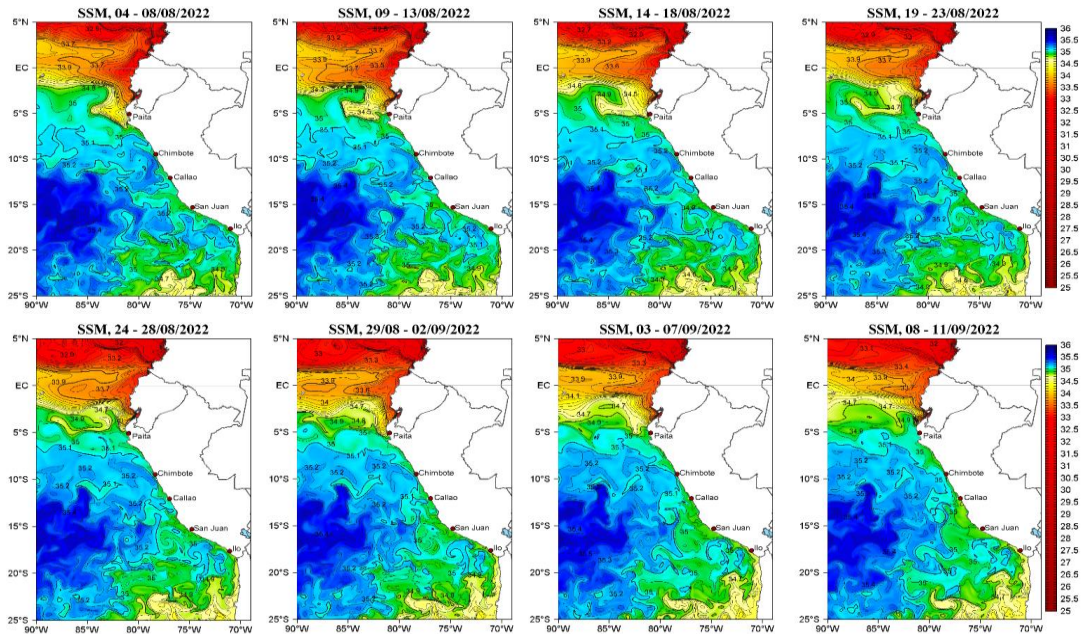


Figura 18. Distribución espacial promedio pentadal de la salinidad superficial en el océano Pacífico tropical oriental, de agosto a setiembre de 2022. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

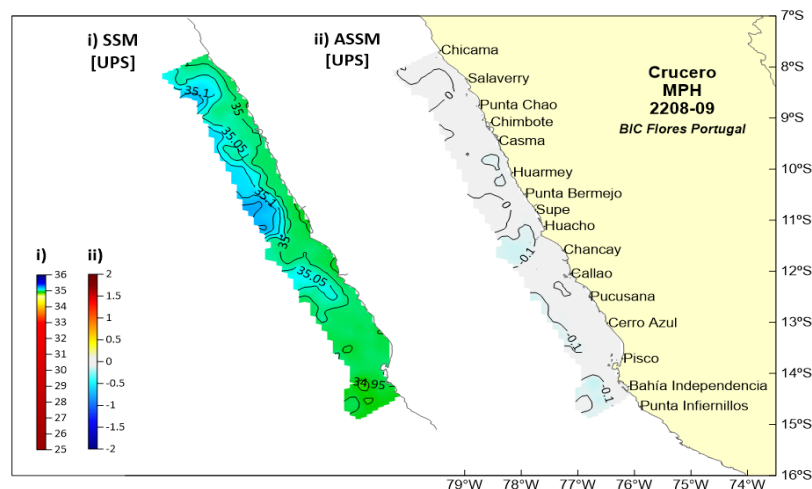


Figura 19. Salinidad del mar y sus anomalías en el crucero MPH 08-09. Procesamiento: IMARPE.

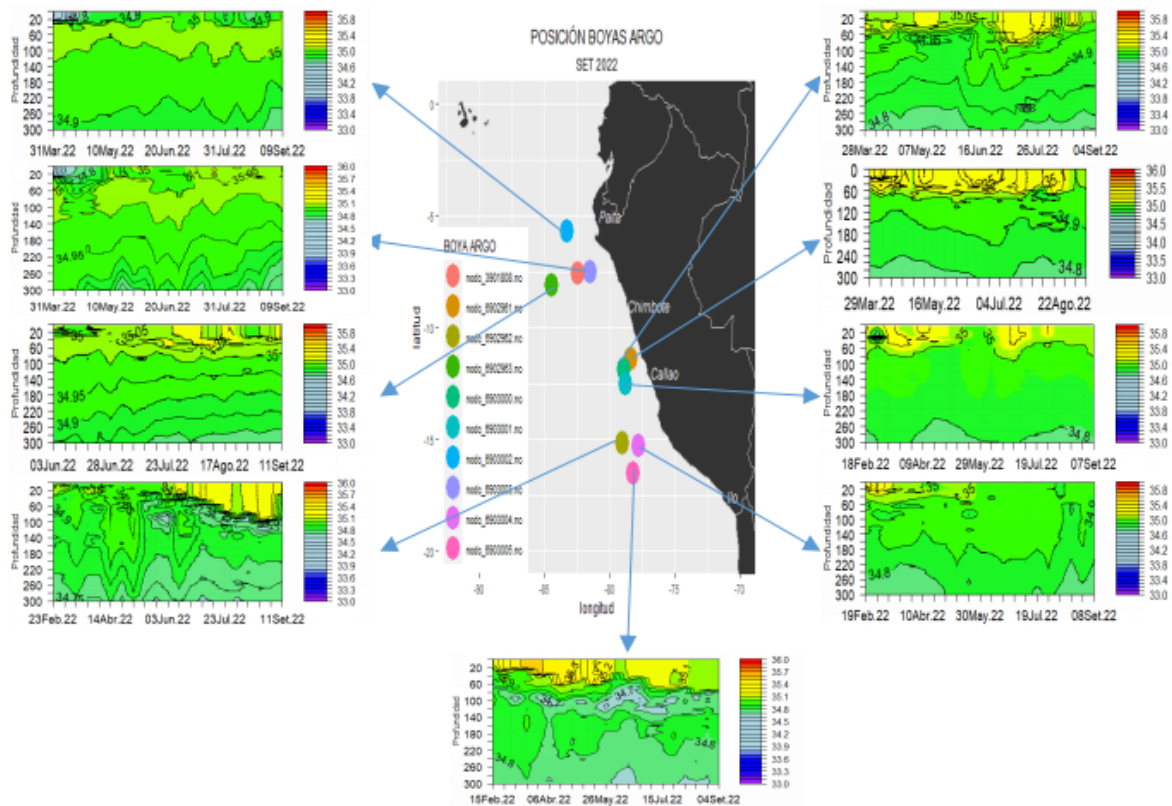


Figura 20. Sección de la salinidad del mar frente a la costa de Perú de febrero a setiembre de 2022. Fuente: ARGO. Procesamiento: DIHIDRONAV.

Respecto al oxígeno disuelto (OD) entre Paita y Chimbote, la iso-oxigena de $1,0 \text{ mL L}^{-1}$ se ubicó entre los 50 a 100 m de profundidad dentro de las 40 millas náuticas a finales de agosto, siendo más somera cerca de Chimbote, indicando una menor oxigenación a mayor profundidad (Figura 21); sin embargo, en las primeras capas por fuera de las 50 millas náuticas, las concentraciones de OD fueron mayores en Chicama (5 mL L^{-1}) que en Paita (3 mL L^{-1}) (Figura 15).

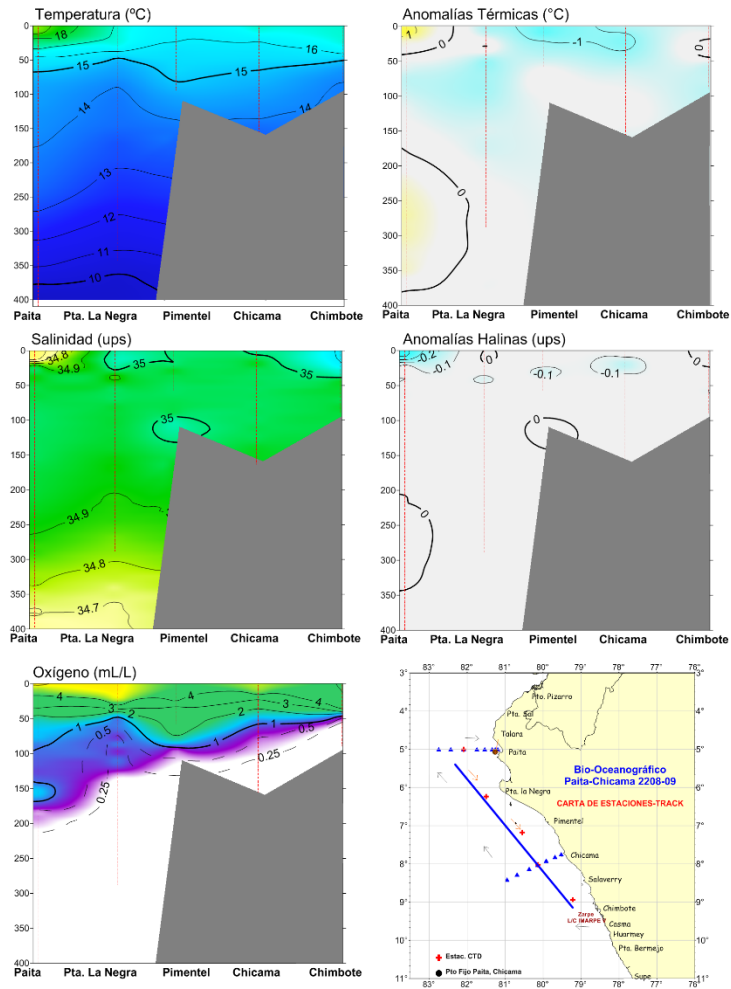


Figura 21. Sección paralela a la costa de temperatura, anomalías de temperatura, salinidad, anomalías de salinidad y oxígeno disuelto a 40 mn entre Paita y Chicamote. Periodo: 28 de agosto al 2 de setiembre. Procesamiento: IMARPE.

3.3. Productividad marina y condiciones biológico pesqueras

De acuerdo a la información satelital e instrumental, la concentración de clorofila-a para agosto y lo que va de setiembre presentó bajas concentraciones frente a toda la costa, alrededor de $1,0 \mu\text{g L}^{-1}$, propios de la temporada, aunque con un núcleo de $10 \mu\text{g L}^{-1}$ entre Callao y Pisco, asociados a anomalías positivas. Las condiciones neutras predominaron a lo largo de la costa; sin embargo, en setiembre frente a Pisco vienen predominando anomalías negativas, posiblemente por la gran presencia de nubes en la región centro (Figura 22).

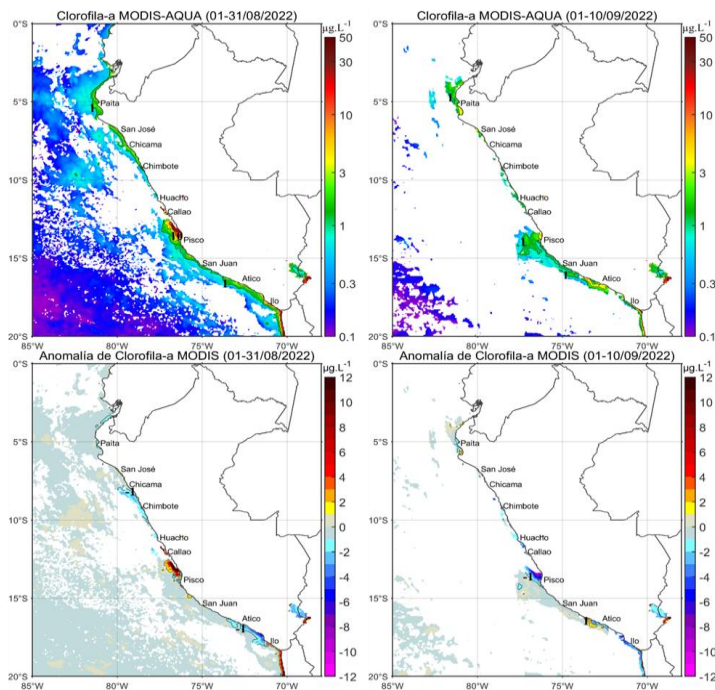


Figura 22. Distribución de la clorofila-a superficial ($\mu\text{g L}^{-1}$) (superior) y anomalía (inferior) de agosto a setiembre de 2022 (de izquierda a derecha). Fuente: MODIS-AQUA. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

Respecto a la captura de los recursos pesqueros pelágicos, la flota industrial de cerco dirigida a la pesca de la anchoveta en el mar peruano presentó una amplia cobertura espacial, latitudinalmente desde Ático hasta Morro sama, asociada a ACF y la ATSM entre 0 y $-1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 23).

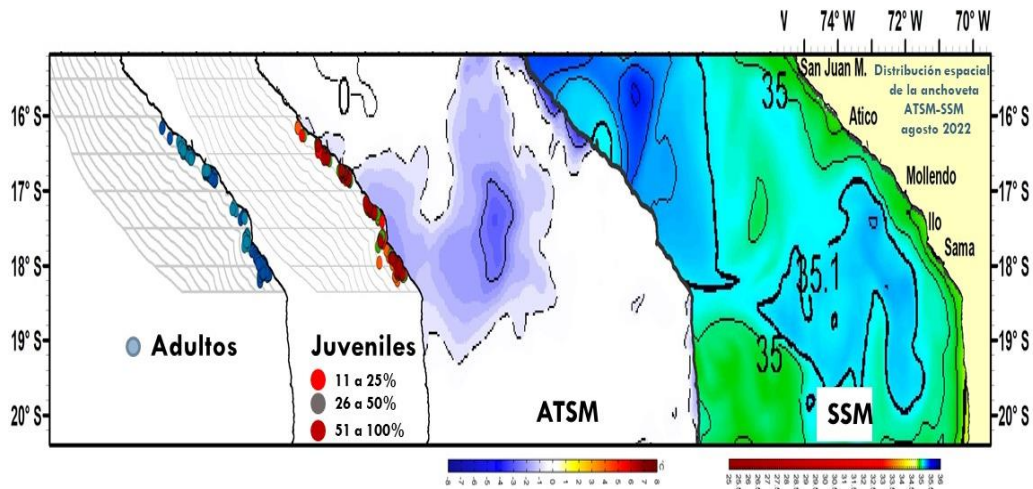


Figura 23. Distribución de la anchoveta adulta, anchoveta juvenil, anomalía de temperatura superficial del mar y salinidad superficial del mar, de izquierda a derecha. Periodo: agosto de 2022. Fuente: IMARPE.

La estructura de tallas de la anchoveta fluctuó entre 8,0 y 16,0 cm de longitud total (LT), con una moda en 12,0 cm y porcentajes de juveniles de 23,5 % (Figura 24). Los indicadores reproductivos del stock norte-centro de la anchoveta tuvieron un comportamiento dentro de lo esperado para la época; asimismo, la fracción desovante (FD) y el índice gonadosomático (IGS) mostraron un incremento de sus valores, indicando el incremento de los procesos de desove y maduración gonadal. Por otro lado, el contenido graso (CG) disminuyó respecto al mes anterior, siendo un comportamiento acorde a su condición reproductiva (Figura 25).

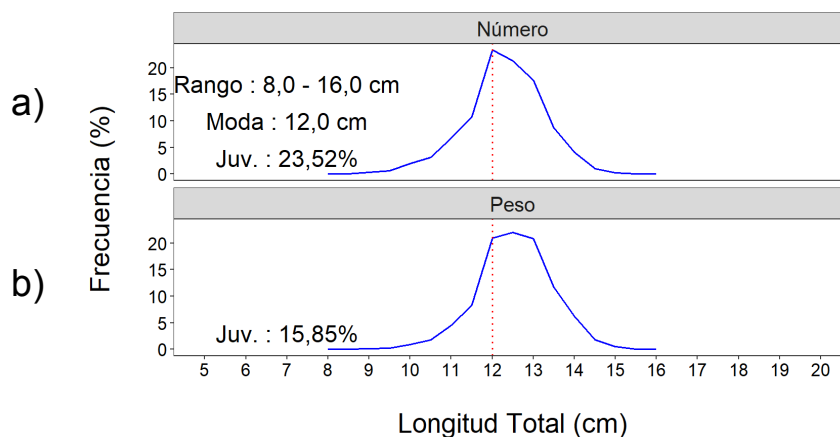


Figura 24. Estructura por tamaños de la anchoveta en la a) número y b) peso, durante agosto del 2022. Fuente: IMARPE.

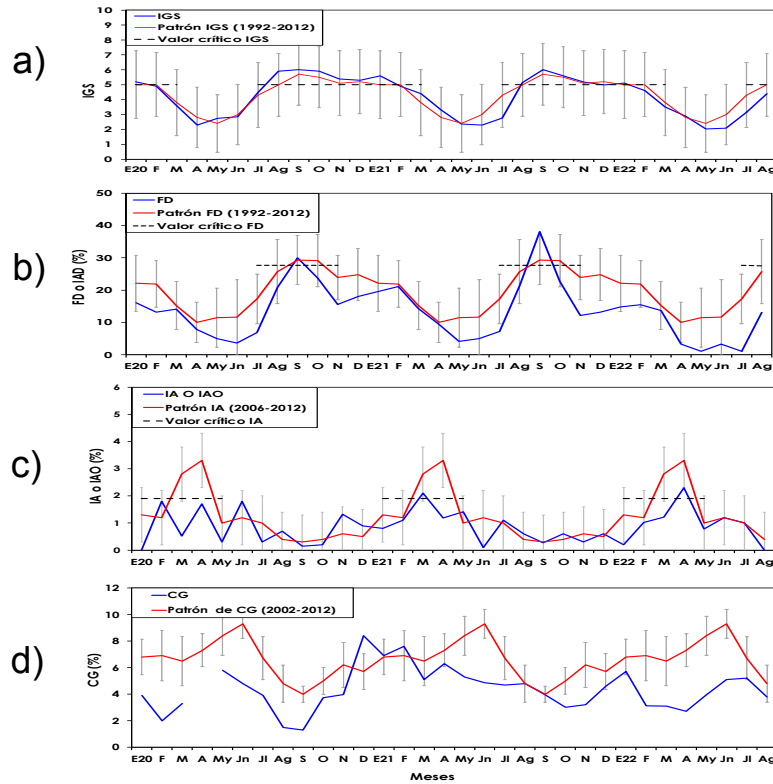


Figura 25. Serie mensual de los indicadores de la condición reproductiva de la anchoveta: a) Índice gonadosomático, b) Fracción desovante, y c) Índice de atresia y de condición somática d) contenido graso. Periodo: enero 2020 a agosto de 2022. Fuente: IMARPE.

Sobre las especies transzonales, la caballa se distribuyó al norte de Paita dentro de las 35 millas náuticas de la costa, asociadas a frentes halinos entre ACF y AES; mientras que el bonito presentó una mayor cobertura, registrándose desde Paita a Morro Sama de 10 a 65 millas náuticas; asociadas a frentes halinos entre ACF y ASS (Figura 26). Respecto a la actividad reproductiva, el recurso caballa mostró un aumento de su actividad reproductiva, con un valor de IGS superior al mes anterior; mientras que, los recursos bonito y jurel presentaron valores bajos de IGS indicando que continúan en su periodo de reposo gonadal (Figura 26).

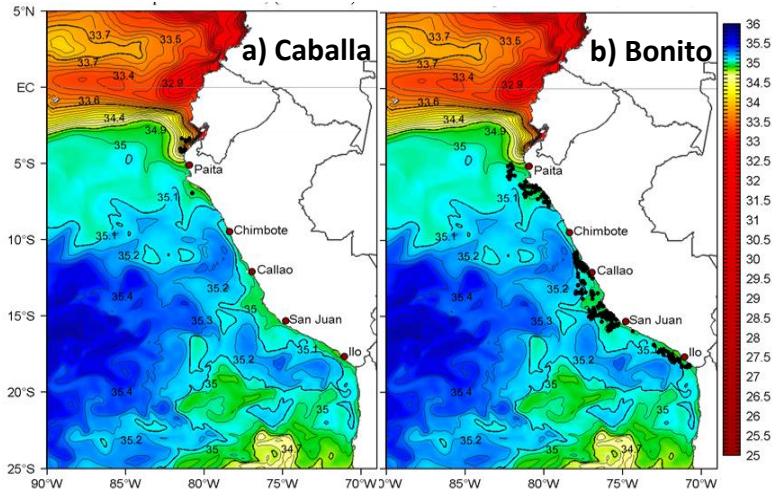


Figura 26. Distribución de lances, realizados por la pesca artesanal, de a) caballa y b) bonito en relación a la salinidad superficial del mar (SSM). Periodo: agosto 2022. Fuente: IMARPE.

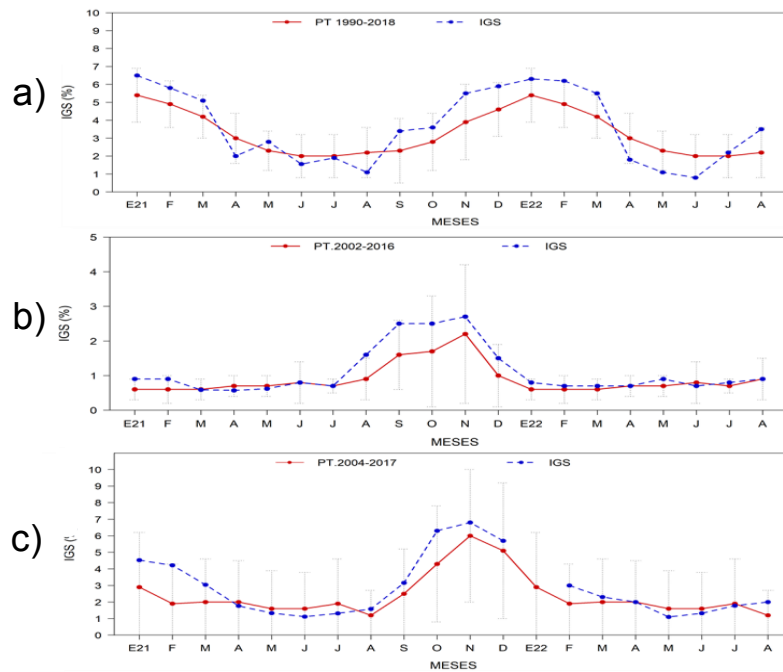


Figura 27. Índice gonadosomático (IGS) de a) jurel, b) caballa y c) bonito. Periodo: enero 2021 a agosto 2022 respecto al patrón histórico de cada especie. Fuente: IMARPE.

La merluza se distribuyó entre Puerto Pizarro y frente a Punta La Negra, registrándose las principales capturas frente a Paita, con una distribución de tallas similar al mes anterior (Figura 28).

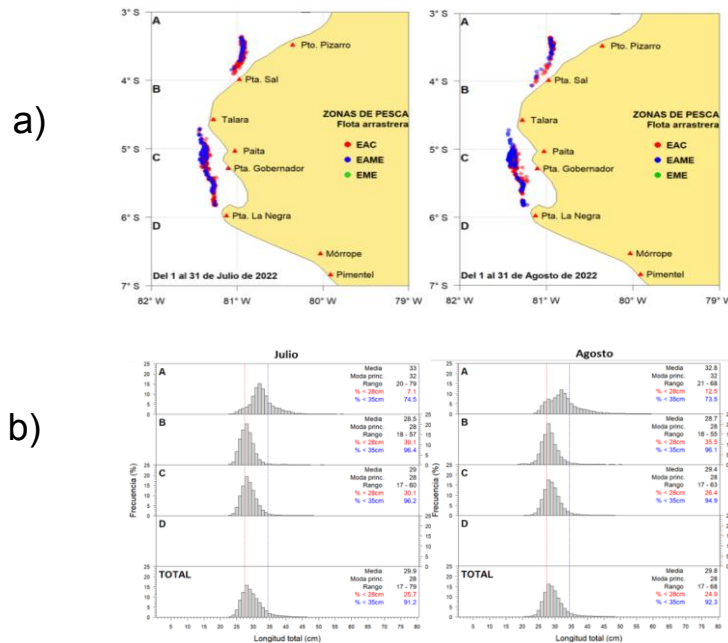


Figura 28. a) Distribución mensual de merluza de junio y agosto de 2022 y b) estructura de tallas de merluza. Fuente: IMARPE.

Los desembarques del calamar gigante (*Dosidicus gigas*), calamar común (*Doryteuthis gahi*) y pulpo (*Octopus mimus*) se incrementaron respecto a julio; mientras que la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) disminuyó sus desembarques. La distribución del calamar gigante estuvo entre Paita y Morro Sama, mostrando sus mayores concentraciones en el sur, entre Pisco y Atico (Figura 29).

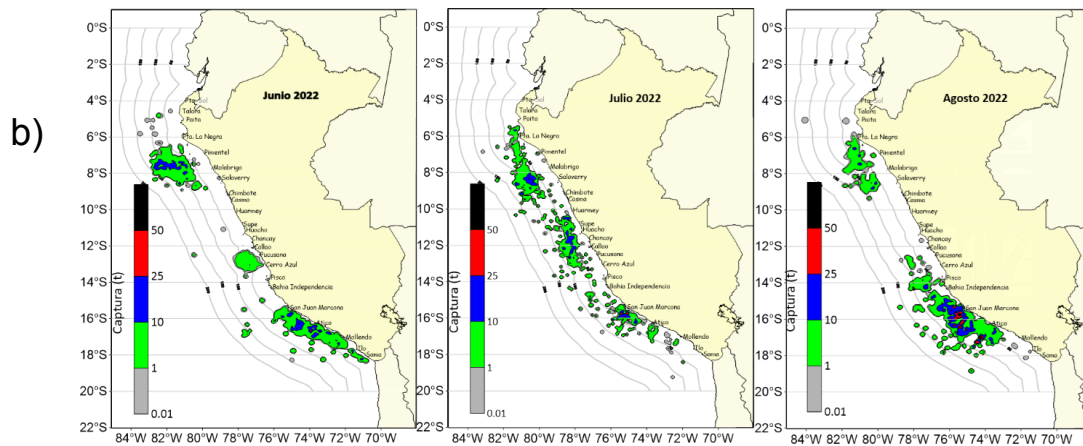
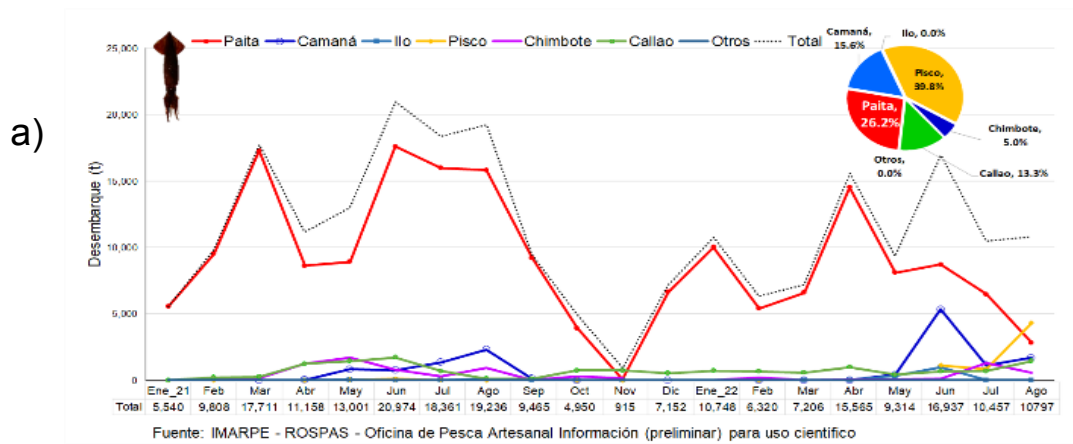


Figura 29. a) Desembarques entre enero 2021 a agosto 2022 y b) distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas* junio-agosto 2022.

3.4. Condiciones hidrológicas

En agosto y en los primeros días de setiembre, en los ríos de las cuencas ubicadas en el norte de la vertiente del Pacífico predominaron caudales sobre lo normal, pero en el caso de los ríos de la Leche y Zaña desde los últimos días de agosto hasta los primeros diez días de setiembre, se observan caudales por debajo de lo normal.

Tabla 3: Caudales de los principales ríos del país agosto 2022 - setiembre 2022

Ríos	Pentadiarios (m ³ /s)								Promedio (m ³ /s)	Anomalia (%)
	Agosto						Setiembre			
Tumbes	30.9	32.6	36.2	27.9	26.0	25.0	23.0	22.6	28.0	21.0
Chira	27.0	25.0	23.5	23.3	36.6	16.3	27.7	50.6	28.7	21.2
Motupe	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	0.9	1.1	157.5
La Leche	2.5	5.9	6.1	1.5	0.7	0.3	0.2	0.2	2.2	66.1
Chancay Lambayeque	13.2	21.7	11.9	11.1	9.3	9.2	7.6	7.5	11.4	83.3
Zaña	3.9	4.8	3.7	2.8	2.0	1.5	1.8	1.6	2.8	30.1
Jequetepeque	3.4	3.8	3.7	3.3	2.9	2.3	1.9	1.9	2.9	25.2
Chicama	3.4	3.8	3.7	3.3	2.9	2.3	1.9	1.9	2.9	21.9
Santa	38.3	39.9	38.5	35.8	37.4	37.4	38.7	38.1	38.0	-10.7
Pativilca	11.6	11.7	11.5	13.7	16.4	16.3	16.3	16.3	14.2	10.7
Huaral	6.4	6.6	6.1	6.2	7.3	7.2	7.6	7.0	6.8	61.8
Chillón	1.2	1.2	1.1	1.2	2.3	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5
Rímac	18.5	18.7	18.9	18.5	18.7	18.3	18.5	18.7	18.6	28.2
Mala	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	15.7
Cañete	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	12.7	13.0	14.2	13.1	19.6
Pisco	1.9	1.7	1.7	1.6	5.1	5.0	6.4	6.4	3.7	94.2
Ocoña	33.8	32.5	32.0	31.5	30.5	29.7	28.4	27.4	30.7	-22.9
Camaná	25.6	24.7	23.7	22.8	22.8	22.8	SD	SD	23.7	-26.0
Locumba	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.5	2.4	2.4	-10.5
Sama	0.9	0.9	0.9	0.8	0.6	0.6	0.8	0.6	0.8	0.7
Caplina	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-9.2
Huancané	2.7	2.7	3.1	2.8	2.6	2.5	2.4	2.3	2.6	7.4
Ramis	13.1	11.8	11.2	10.2	9.2	8.6	8.2	9.8	10.3	-3.7
Coata	8.3	8.6	9.5	8.9	9.0	8.7	9.0	9.4	8.9	122.2
Ilave	10.8	10.8	10.5	9.7	9.7	8.6	8.1	8.6	9.6	21.4

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

En los ríos del Pacífico central desde el río Pativilca a Pisco se observó una predominancia de anomalías sobre lo normal. Por otro lado, en los ríos del Pacífico sur, se observó valores cercanos a lo normal, exceptuando los ríos de Ocoña y Majes, con tendencia marcada de anomalías negativas; mientras que los ríos del altiplano continúan mostrando un predominio de valores sobre lo normal (Tabla 3).

Tabla 4: Estado situacional de los reservorios al 12 de setiembre del 2022.

Zona	Reservorio	Fecha	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica Útil (hm ³)	Almacenada (hm ³)	Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
Costa - Norte	Pochos	12-Set	Piura	445.5	380.4	85.4
Costa - Norte	San Lorenzo	12-Set	Piura	195.6	173.1	88.5
Costa - Norte	Tinajones	12-Set	Lambayeque	331.6	297.4	89.7
Costa - Norte	Gallito Ciego	7-Set	La Libertad	366.1	309.7	84.6
Costa - Centro	Viconga	18-Jul	Lima	30.0	24.0	79.9
Costa - Centro	Sistema Rímac	31-Ago	Lima, Junin	282.4	196.7	69.7
Costa - Centro	Choclococha	12-Set	Ica	131.1	128.1	97.7
Costa - Sur	Ccaracocha	12-Set	Ica	40.0	27.2	68.0
Costa - Sur	Condorama	9-Ago	Arequipa	259.0	177.0	68.3
Costa - Sur	El Pañe	12-Set	Arequipa	99.6	69.1	69.4
Costa - Sur	Dique Los Españoles	12-Set	Arequipa	9.1	6.3	69.3
Costa - Sur	Pillones	12-Set	Arequipa	78.5	62.3	79.4
Costa - Sur	El Frayle	12-Set	Arequipa	127.2	81.5	64.1
Costa - Sur	Aguada Blanca	12-Set	Arequipa	30.4	25.6	84.1
Costa - Sur	Chalhuanca	12-Set	Arequipa	25.0	0.1	0.4
Costa - Sur	Bamputañe	12-Set	Arequipa	40.0	21.1	52.8
Costa - Sur	Pasto Grande	12-Set	Moquegua	200.0	174.0	87.0
Costa - Sur	Paucarani	12-Set	Tacna	10.5	7.0	66.7
Costa - Sur	Laguna Aricota	12-Set	Tacna	280.0	192.9	68.9
Sierra - Centro	Jarumas	12-Set	Tacna	13.0	12.6	96.9
Sierra - Centro	Cuchoquesera	12-Set	Ayacucho	80.0	45.0	56.3
Sierra - Sur	Lago Junin	12-Set	Junin	441.0	164.0	37.2
Sierra - Sur	Lagunillas	12-Set	Puno	585.1	449.0	76.7
Sierra - Sur	Sibinacocha	12-Set	Cusco	110.0	68.0	61.8
Situación Nacional				4,210.7	3,092.0	73.4

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos. Elaboración: ANA.

Todos los reservorios del país en su gran mayoría tienen un 73,4 % de agua almacenada en relación a sus capacidades totales, observándose también un almacenamiento del 84 % de la capacidad hidráulica en los embalses del norte del país, iniciándose en el mes de setiembre el uso muy intensivo de sus aguas; mientras que en la costa sur, los volúmenes continuaron disminuyendo de forma constante, especialmente de Condorama y Aricota, los cuales se encuentran por debajo del 69 % de sus capacidades de almacenamiento (Tabla 4).

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En las zonas frutícolas de Piura, las temperaturas diurnas alrededor de sus normales favorecieron la fase de fructificación del mango; en tanto que, en Lambayeque el periodo de floración se extendió, debido a la persistencia de temperaturas mínimas frías; sin embargo, estas condiciones térmicas acentuaron la caída de frutos, especialmente en predios con deficiente fertilización.

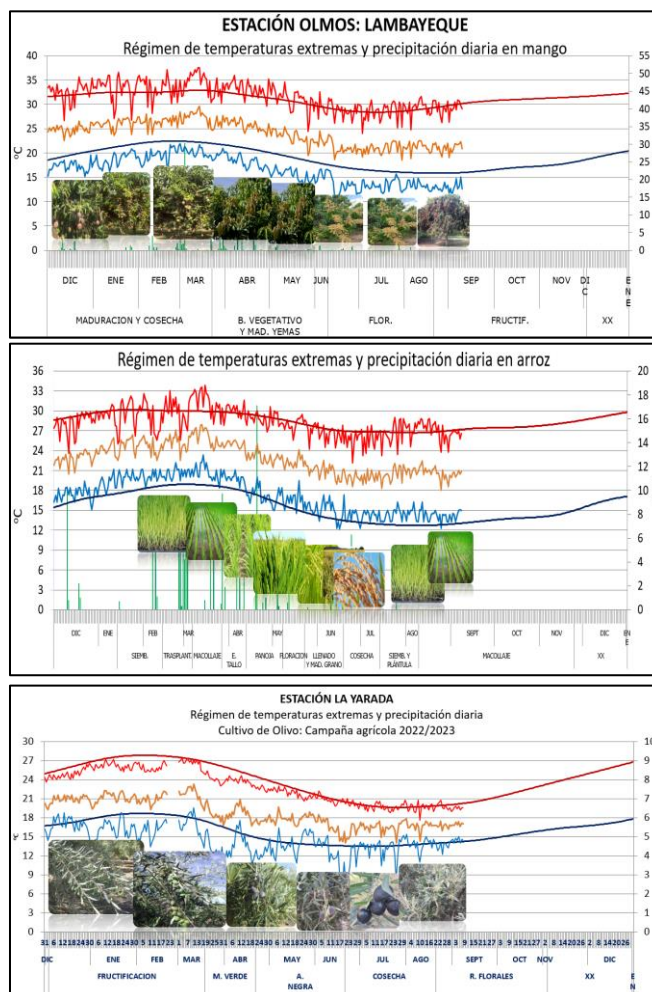


Figura 30. Monitoreo agrometeorológico del mango, arroz y olivo campañas agrícolas 2022/2023. Fuente: SENAMHI.

Por otro lado, en el valle La Leche (Lambayeque), las temperaturas diurnas ligeramente inferiores a sus normales retrasaron el crecimiento vegetativo de los almácigos de arroz. En la costa sur, en La Yarada (Tacna), se inició el desarrollo de racimos florales del olivo promovido por las temperaturas diurnas y nocturnas torno a sus normales. (Figura 30).

IV. PERSPECTIVAS

Los pronósticos de la mayoría de los modelos numéricos de NMME continúan indicando la presencia de La Niña en el Pacífico central (Niño 3.4) hasta febrero de 2023, indicando su máxima intensidad entre octubre y diciembre (Tabla 5). Con respecto a la región Niño 1+2, los pronósticos del ICEN muestran que, a pesar de indicar valores negativos en algunos meses, se encontrarían dentro del rango neutral, al menos, hasta abril de 2023 (Tabla 6).

Tabla 5: Pronóstico del ONI por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 3.4), Fuente: IGP.

Modelo	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM
CFS2	-1.00	-1.14	-1.21	-1.12	-0.80	-0.44	-0.11	0.17
CanCM4i	-0.88	-0.92	-1.04	-1.13	-1.05	-0.81	-0.50	-0.26
GEM5_NEMO	-0.97	-1.12	-1.21	-1.20	-1.00	-0.85	-0.70	-0.51
NASA	-1.25	-1.49	-1.53	-1.29	-0.90	-0.50	-0.18	0.10
GFDL_SPEARE	-0.74	-0.60	-0.50	-0.39	-0.19	0.02	0.18	0.34
NCAR_CCSM4	-1.03	-1.19	-1.32	-1.38	-1.21	-0.90	-0.54	-0.25
Promedio								
NMME	-0.98	-1.08	-1.14	-1.09	-0.86	-0.58	-0.31	-0.07

Tabla 6: Pronóstico del ICEN por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 1+2), Fuente: IGP.

Modelo	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM
CFS2	-0.64	-0.71	-0.67	-0.69	-0.60	-0.47	-0.25	0.00
CanCM4i	-0.65	-0.71	-0.77	-0.74	-0.69	-0.50	-0.28	0.10
GEM5_NEMO	-0.78	-0.96	-0.94	-0.85	-0.70	-0.57	-0.40	-0.23
NASA	-0.93	-1.11	-1.09	-0.95	-0.66	-0.19	0.40	1.01
GFDL_SPEARE	-0.54	-0.63	-0.72	-0.65	-0.45	-0.14	0.30	0.79
NCAR_CCSM4	-0.75	-0.79	-0.67	-0.55	-0.45	-0.29	-0.06	0.27
Promedio								
NMME	-0.72	-0.82	-0.81	-0.74	-0.59	-0.36	-0.05	0.32

Para la región Niño 3.4, las proyecciones de los modelos numéricos internacionales, indican una persistencia en la circulación característica de La Niña en el Pacífico central hasta febrero de 2023, principalmente en niveles altos de la atmósfera; mientras que, en niveles bajos se observa un debilitamiento en el patrón de los vientos alisios hacia inicios del verano de 2022-2023. (Figura 31)

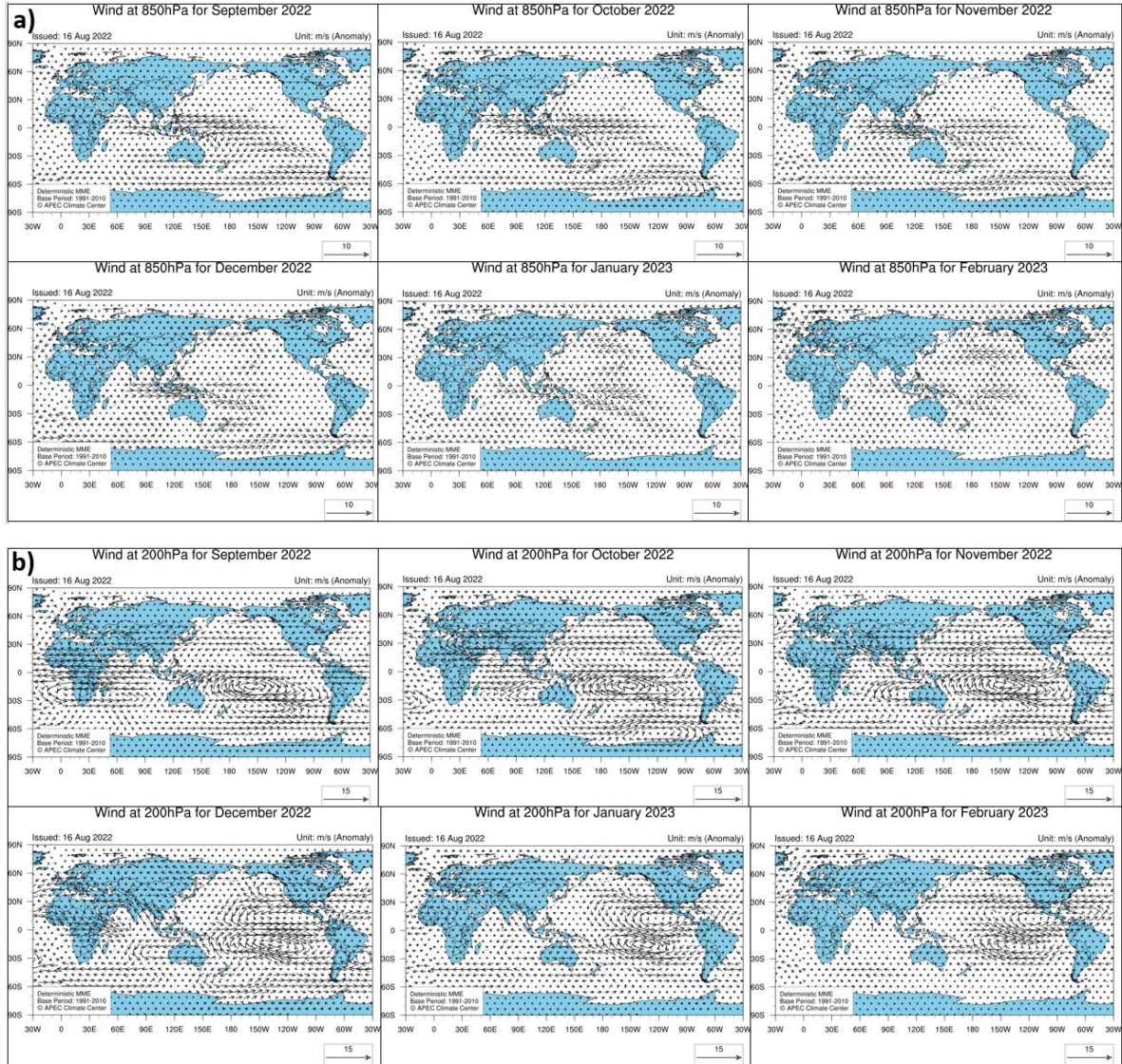


Figura 31: Anomalia mensual del del viento en 850 (a) y 200 hPa (b) del modelo determinístico MME-APEC Climate Center. Periodo base: 1991-2010. Actualizado el 16 de agosto de 2022.

Se espera que los paquetes de ondas de Kelvin frías continúen afectando el nivel del mar y la TSM a lo largo de la costa peruana, por lo menos hasta inicios de noviembre. Por otro lado, de mantenerse los pulsos de viento del este en el Pacífico ecuatorial, como parte de la presencia de La Niña, es posible que se generen más ondas de Kelvin frías que arriben, luego, a la costa peruana a partir de noviembre (Figura 32, 33 y 34).

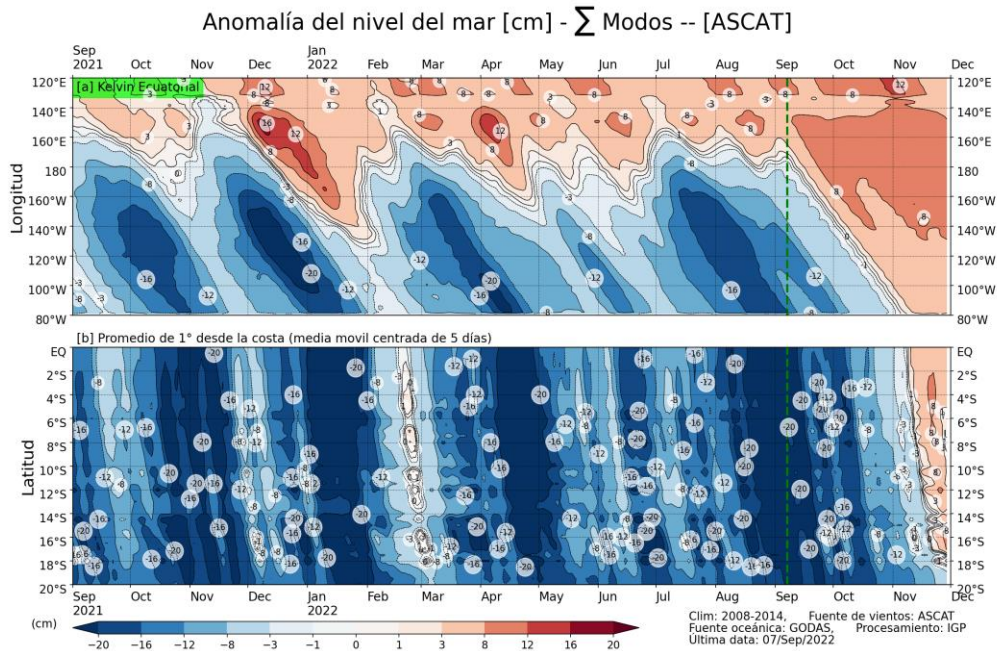


Figura 32. Anomalía del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue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

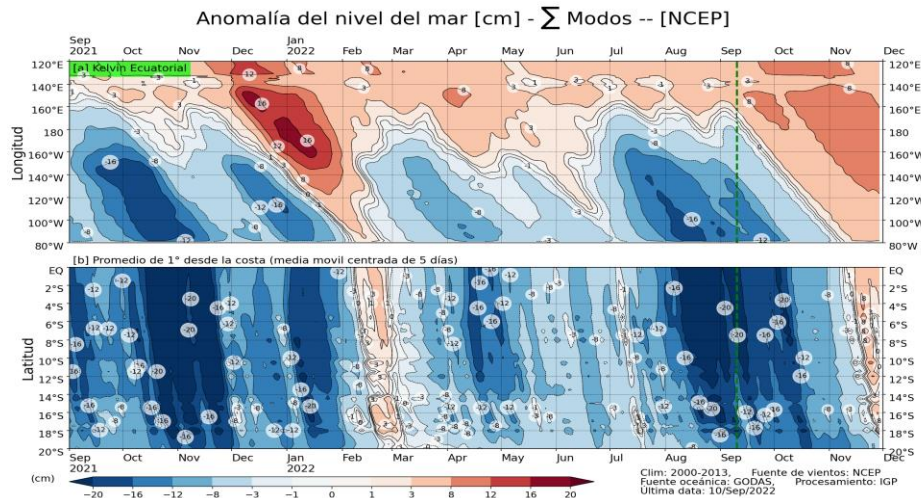


Figura 33: Anomalía del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada NCEP. Fuente: IGP.

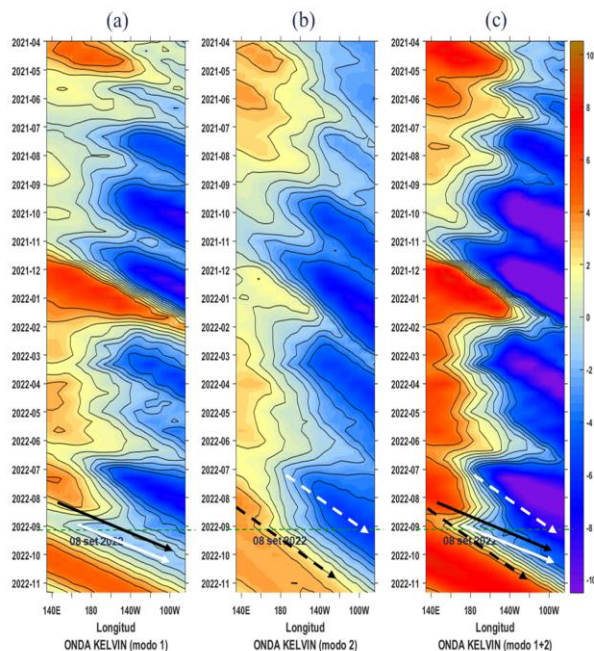


Figura 34. diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “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 que para el Pacífico central continúe presente el evento La Niña, con una magnitud moderada hasta diciembre de 2022 (Tabla 7 y Figura 35). Para el verano 2022-2023 la magnitud más probable de La Niña en el Pacífico central sería débil (Tabla 9).

Tabla 7: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3,4) entre setiembre 2022 y enero de 2023.

Pacífico central	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)
Fría fuerte	0	1	3	1	0
Fría moderada	48	50	53	51	44
Fría débil	52	49	44	47	52
Neutro	0	0	0	1	4
Cálida débil	0	0	0	0	0
Cálida moderado	0	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0	0

Para la región Niño 1+2, debido al próximo arribo del paquete de ondas Kelvin frías, se estima que La Niña costera se extendería hasta noviembre de 2022, siendo más probable la condición fría débil (51 a 54 %). Desde diciembre en adelante, las condiciones neutras serían más probables (Tabla 8 y Figura 35). Finalmente, para el verano 2022-23 la mayor probabilidad corresponde a condiciones neutras con 70 % (Tabla 10).

Tabla 8: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región 1+2 frente a la costa de Perú) entre setiembre 2022 y enero de 2023.

Pacífico oriental	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	1	0	0	0	0
Fría débil	54	53	51	49	47
Neutro	45	47	49	50	50
Cálida débil	0	0	0	1	3
Cálida moderado	0	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0	0

Tabla 9. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) para el verano diciembre 2022-marzo 2023.

Magnitud del evento diciembre 2022 - marzo 2023	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña Moderada	6
La Niña Débil	62
Neutro	32
El Niño Débil	0
El Niño Moderado	0
El Niño Fuerte	0
El Niño Muy fuerte	0

Tabla 10. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña en el Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa norte y centro del Perú) para el verano diciembre 2022-marzo 2023.

Magnitud del evento diciembre 2022 - marzo 2023	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña Moderada	0
La Niña Débil	12
Neutro	70
El Niño Débil	18
El Niño Moderado	0
El Niño Fuerte	0
El Niño Extraordinario	0

PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS

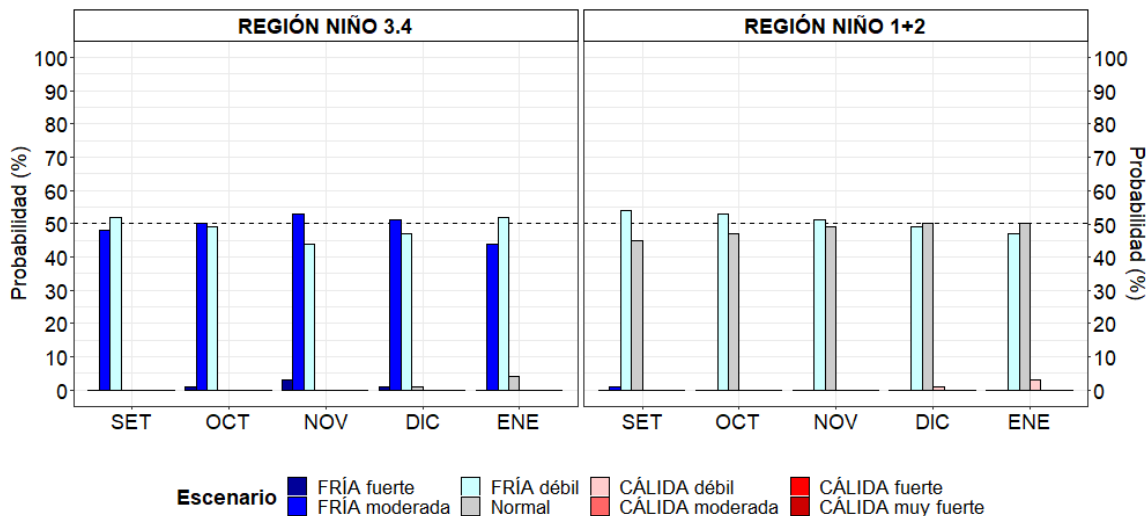


Figura 35. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre setiembre de 2022 y enero 2023.

Según el pronóstico climático vigente³, para el trimestre setiembre-octubre-noviembre 2022 se espera que los valores de la temperatura mínima del aire a lo largo de la costa peruana se mantengan por debajo de lo normal, al igual que la temperatura máxima en la costa centro y sur. Por otro lado, se esperan excesos de lluvia en el sector nororiental del país y deficiencias en la sierra sur. En relación a las precipitaciones, para el próximo verano 2023⁴, hay una mayor probabilidad de excesos de lluvias en la selva y sierra (especialmente en la zona centro y sur); lo que estaría asociado a la continuación de La Niña en el Pacífico central, en tanto que en la sierra norte se aprecia una mayor probabilidad de condiciones normales.

Desde el punto de vista biológico-pesquero y de acuerdo al escenario oceanográfico actual, se prevé que la anchoveta continúe con una amplia cobertura espacial a lo largo del litoral peruano. Por otro lado, la actividad reproductiva de este recurso se ha incrementado y se espera que en las próximas semanas alcance el pico máximo de desove, el cual es el periodo principal de desove (invierno-primavera).

³Perspectivas climáticas para el periodo setiembre – noviembre 2022.

<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-26.pdf>

⁴Escenario probabilístico de lluvias para el verano 2023: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02261SENA-7.pdf>

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado de “Alerta de La Niña costera”, debido a que es más probable que la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, mantenga valores por debajo del rango normal hasta noviembre de 2022 con una magnitud débil. Por otro lado, para el verano 2022-2023 son más probables las condiciones neutras.

En la región del Pacífico central se espera que La Niña continúe, con una mayor probabilidad de magnitud moderada hasta fin de año, para luego pasar a una magnitud débil durante el verano 2022-2023.

Se recomienda a los tomadores de decisión considerar los posibles escenarios de riesgo de acuerdo al pronóstico climático vigente, además del escenario de verano en el contexto de La Niña en el Pacífico central.

La Comisión Multisectorial del ENFEN continuará monitoreando e informando sobre la evolución de las condiciones oceánicas-atmosféricas y actualizando las perspectivas. La emisión del próximo informe técnico será el 13 de octubre de 2022.

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 (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/variabci/m/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 BIOLOGICO-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 HIDRICOS Y AGROMETEOROLÓGICAS																								
Caudal de ríos			X																				ANA	
Reservorios y embalses			X																				ANA	
Desarrollo de cultivos									X														SENAMHI	