

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 8 N° 05

MAYO 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. Raúl 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 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: 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° 05, mayo de 2022, 43 p.

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

Fecha de Publicación: 16 de junio de 2022



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

MAYO 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 MAYO DE 2022	9
3.1.	Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical.....	9
3.2.	Condiciones océano atmosféricas locales	13
3.3.	Productividad marina y condiciones biológico pesqueras	223
3.4.	Condiciones hidrológicas	229
3.5.	Condiciones agrometeorológicas.....	231
IV.	PERSPECTIVAS.....	30
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
VI.	REFERENCIAS.....	39
VII.	ANEXO	42

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 MAYO DE 2022

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

La TSM de mayo se mantuvo con anomalías negativas en gran parte del Pacífico ecuatorial, similar a abril, aunque con más intensidad en la región oriental (Niño 1+2). En lo que va de junio las anomalías negativas de la TSM en el Pacífico ecuatorial central se han reducido, mientras que en la región Niño 1+2 han aumentado. La anomalía promedio de mayo fue de $-0,7$ °C, $-1,21$ °C, $-1,05$ °C y $-1,53$ °C en las regiones Niño 4, Niño 3, Niño 3.4 y Niño 1+2, respectivamente. (Tabla 1, Figura 1 y 2).

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

TSM-ATSM Mensual 2021-2022 (ERSSTv5)				
R. Niño	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
Dic.	21.31 -1.53	24.06 -1.21	25.60 -1.05	27.68 -0.76
Ene 22	23.82 -0.70	24.50 -1.17	25.73 -0.83	28.00 -0.22
Feb.	24.66 -1.43	25.32 -1.06	26.02 -0.71	27.87 -0.23
Mar.	25.95 -0.66	26.46 -0.70	26.34 -0.89	27.58 -0.65
Abr.	24.31 -1.42	26.68 -0.89	26.85 -0.95	27.79 -0.72
May.	21.31 -1.53	24.06 -1.21	25.60 -1.05	27.68 -0.76

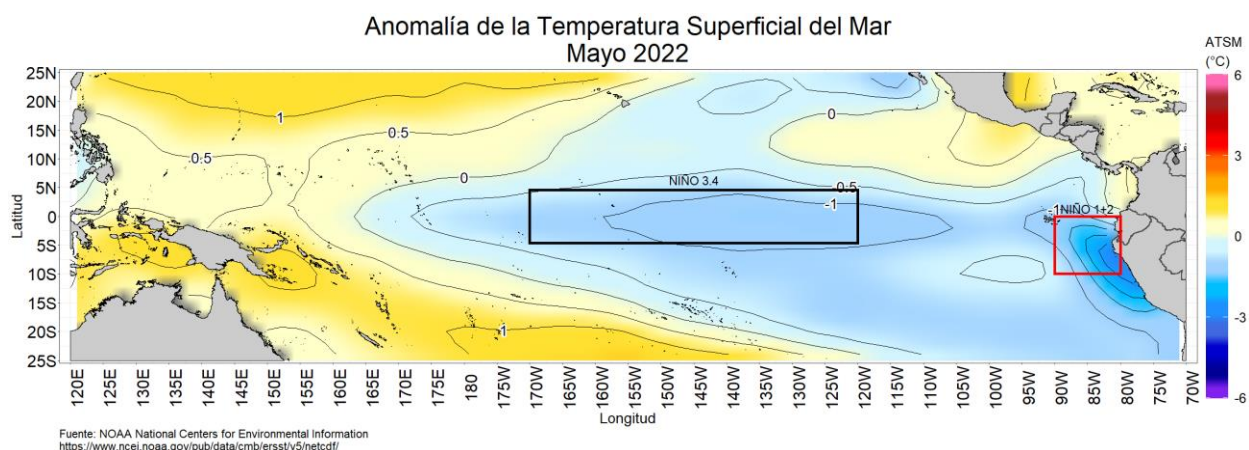


Figura 1: Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico en mayo de 2022. La región Niño 3.4 está delimitada con el recuadro negro y la región Niño 1+2 está delimitada con el recuadro rojo. Fuente: Ersstv5. Procesamiento: DIHIDRONAV.

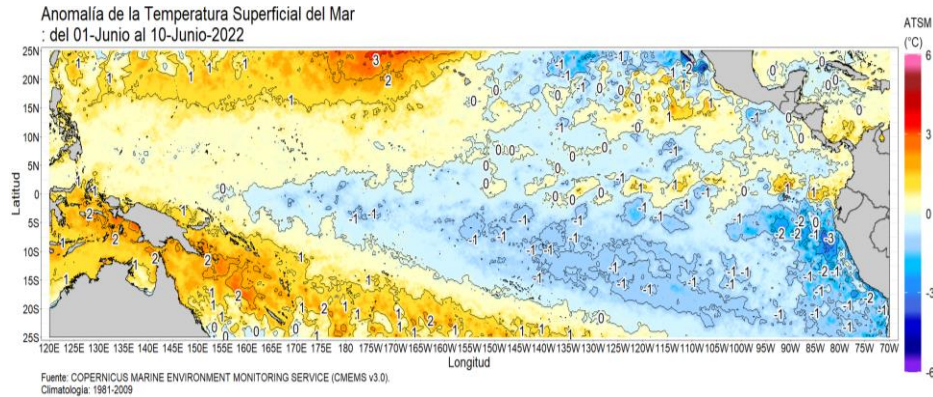


Figura 2: Promedio de las anomalías de TSM en el Pacífico del 1-10 de junio 2022. Fuente: CMEMS v3.0. Elaboración: DIHIDRONAV.

El valor del ICEN de abril de 2022 se ubica dentro de la categoría de fría débil; mientras que el ICEN-tmp de mayo indica una condición fría moderada. Por otro lado, el ONI de abril y el ONI-tmp de mayo se ubican dentro de la condición fría moderada (Tabla 2).

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

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
may-21	-0,59	Neutro	-0,47	Neutro
jun-21	-0,34	Neutro	-0,35	Neutro
jul-21	-0,22	Neutro	-0,37	Neutro
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
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
may-22	-1,38	Fría Moderada	-1,00	Fría Moderada

Según la información observada y de los modelos de ondas, el núcleo de la onda Kelvin cálida habría arribado al extremo oriental del Pacífico ecuatorial durante mayo. Por otro lado, según los resultados de los modelos una onda de Kelvin fría estaría próxima a arribar, y después de esta lo haría una onda Kelvin cálida, localizada actualmente en 140°W (Figura 3).

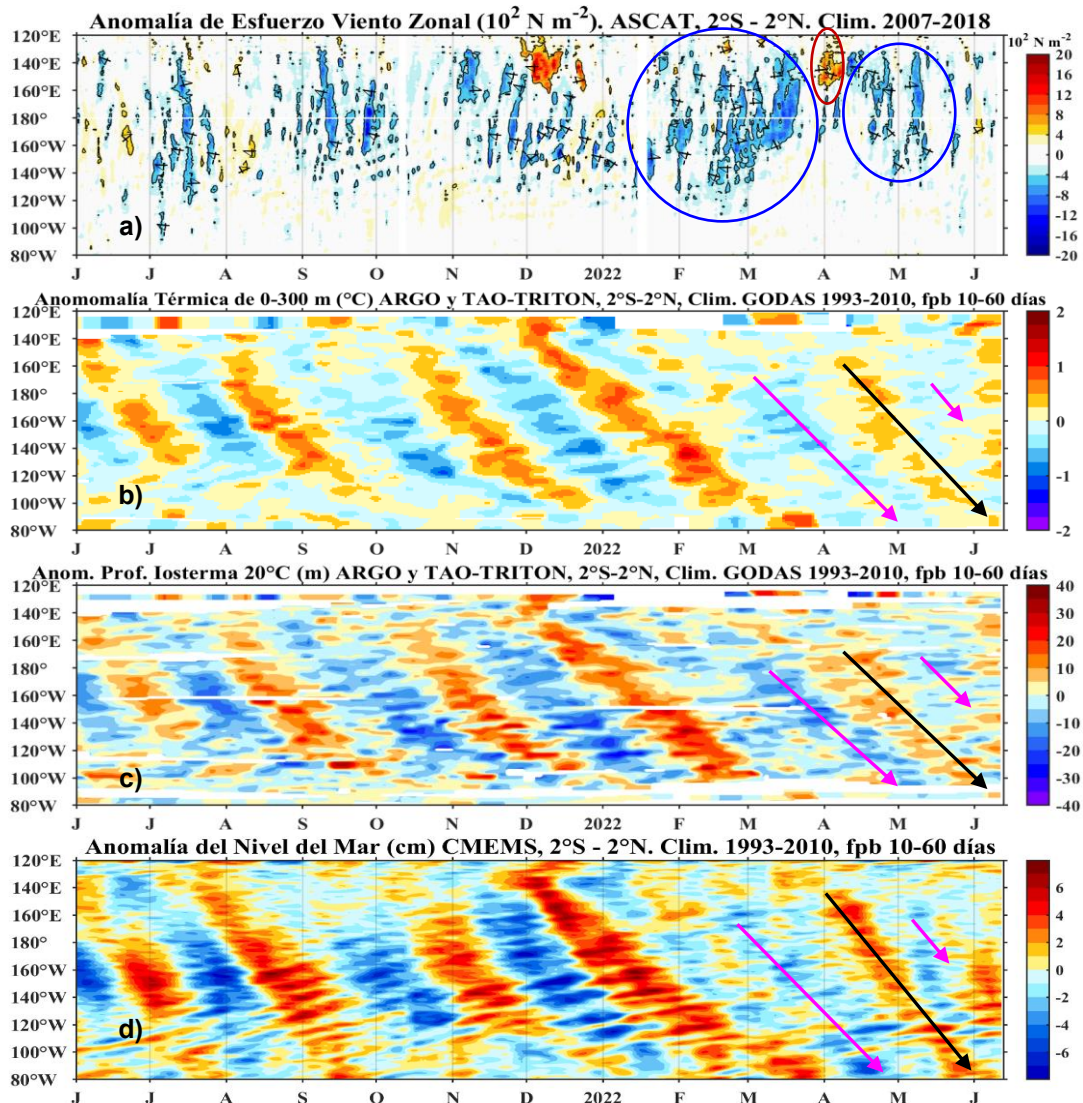


Figura 3: Diagrama Hovmöller: a) anomalía del esfuerzo de viento zonal (10^2 Nm^{-2}), b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) con filtro pasa banda de 10 a 60 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalía de temperatura de 0 a 300 m de profundidad ($^\circ\text{C}$) con filtro pasa banda de 10 a 60 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, 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 general, las condiciones atmosféricas propias de La Niña mostraron un debilitamiento. En niveles altos de la tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico ecuatorial central, los vientos anómalos del oeste se tornaron menos intensos respecto del mes anterior; esta condición favoreció al debilitamiento de la circulación típica en altura de La Niña. Por otro lado, en la baja tropósfera (850 hPa), sobre el Pacífico central, se debilitaron los pulsos anómalos de vientos del este; mientras que sobre el Pacífico oriental persistieron vientos anómalos del oeste, aunque con menor intensidad que en abril. Respecto a la circulación Walker, el patrón subsidente se debilitó al oeste de la línea de cambio de fecha; mientras que al oeste del continente sudamericano mostró un comportamiento próximo a lo normal (Figura 4).

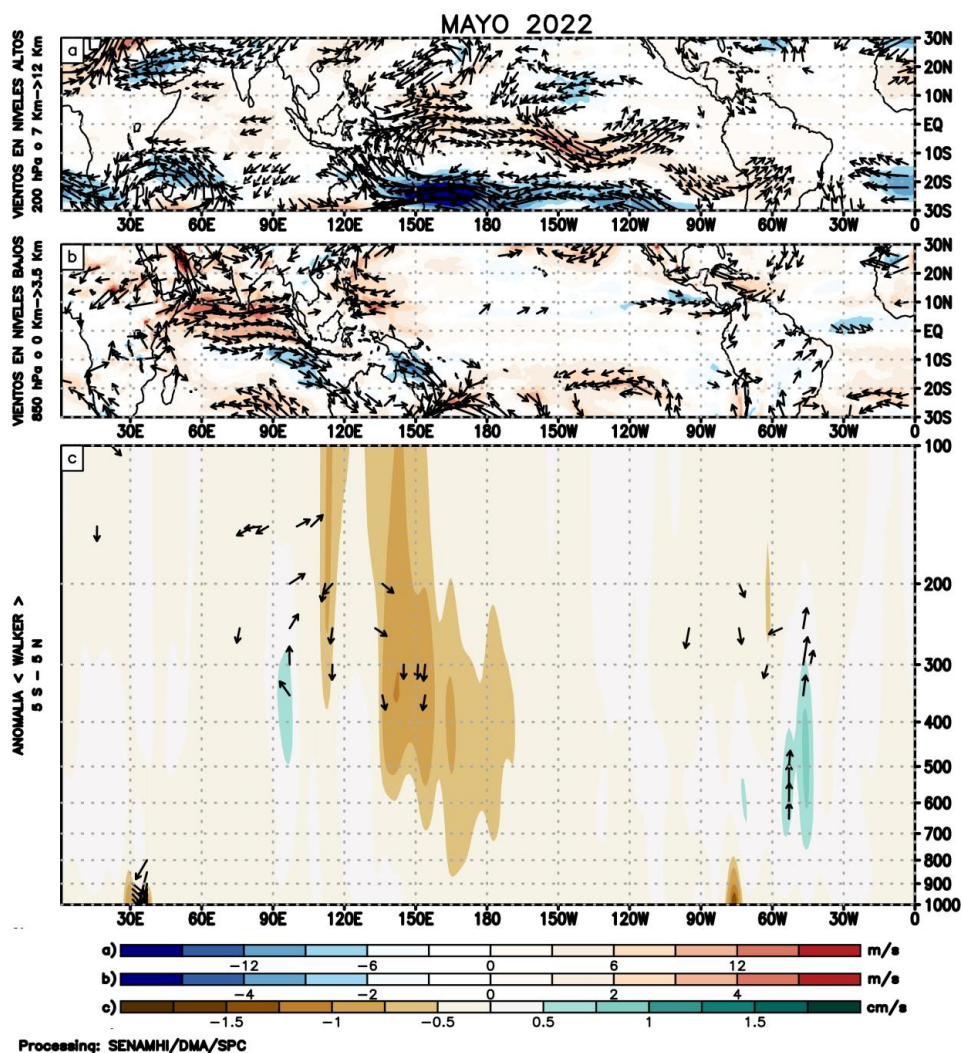


Figura 4. (a) Anomalías de los vientos respecto a su velocidad (colores) y dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para mayo del 2022, (c) patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para mayo del 2022. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio, presentó una configuración zonal al sureste de su posición habitual, con un núcleo intensificado de hasta +3 hPa, respecto a su normal (Figura 5). Este comportamiento fue desfavorable para el incremento sostenido de vientos alisios hacia el Pacífico ecuatorial central, así como frente a Perú. (Figura 5 y 6).

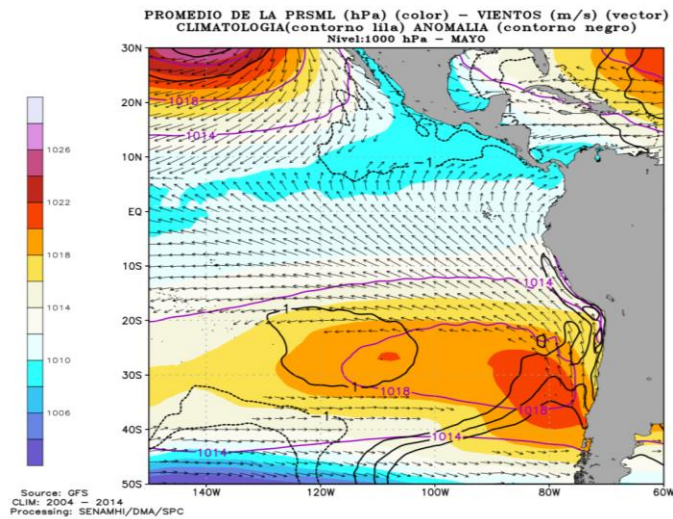


Figura 5. Promedio mensual de la presión reducida a nivel del mar (colores) con su climatología (línea lila), anomalía (línea negra) y vientos (flechas) para mayo del 2022. Procesamiento: SENAMHI.

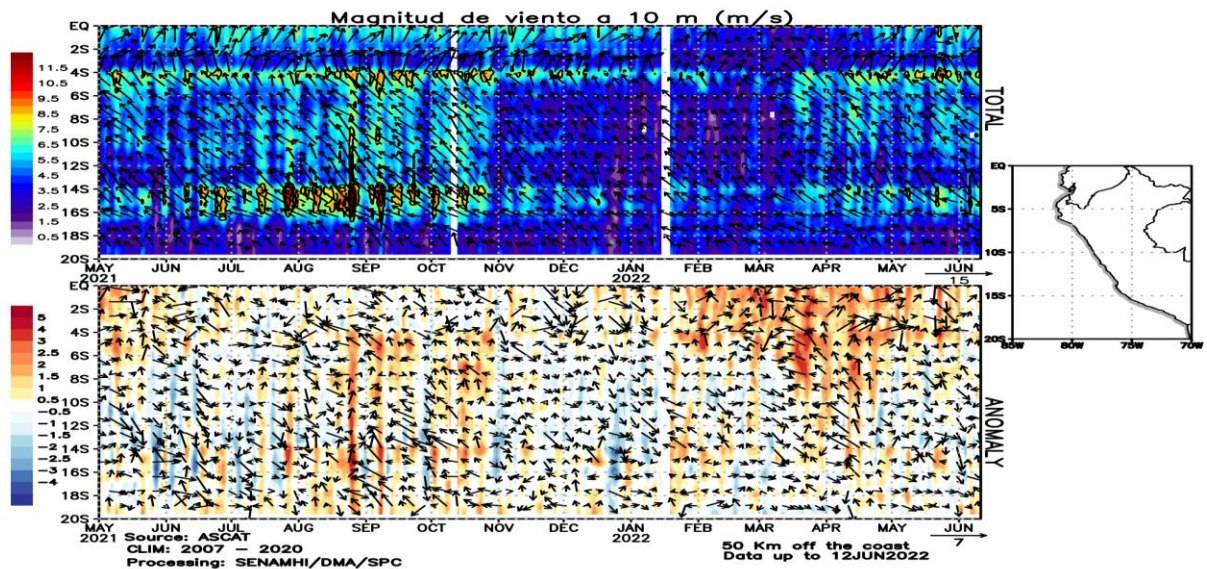


Figura 6. Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (superior). Diagrama Hovmöller de la velocidad y anomalía del viento frente a la costa de Perú. Fuente: ASCAT. Procesamiento: SENAMHI-SPC.

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

En la franja costera peruana (< 40 km) predominaron vientos moderados ($> 4,1 \text{ m s}^{-1}$), tendiendo a ser débiles frente a la zona centro (Figura 7). Las anomalías del viento fueron positivas frente a Talara y desde Pisco a San Juan de Marcona, pero, frente a la zona centro y al sur de San Juan de Marcona, las anomalías fluctuaron entre el rango neutro y negativo. En la zona oceánica predominaron vientos entre moderados y fuertes, con anomalías que variaron en un rango de $+2,0 \text{ ms}^{-1}$. El afloramiento costero persistió con una intensidad superior a $200 \text{ m}^3/\text{s} \times 100 \text{ m}$, principalmente entre Talara y Huacho, así como entre Pisco y San Juan de Marcona, mientras que desde Huacho a Pisco el afloramiento estuvo debilitado, registrando valores menores a $100 \text{ m}^3/\text{s} \times 100 \text{ m}$ (Figura 8).

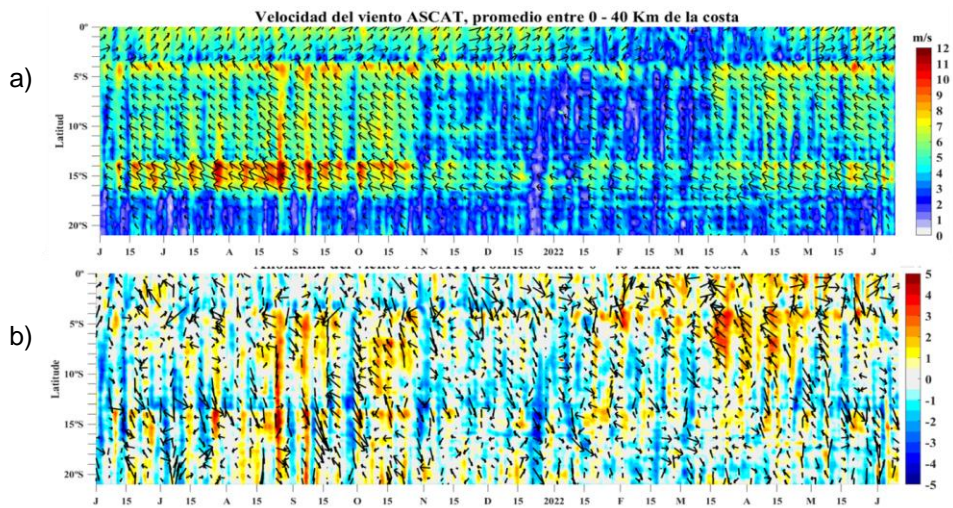


Figura 7. Viento a 40 Km frente a la costa de Perú. a) Velocidad del viento (m s^{-1}), b) Anomalía de la velocidad del viento (m s^{-1}). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: IMARPE.

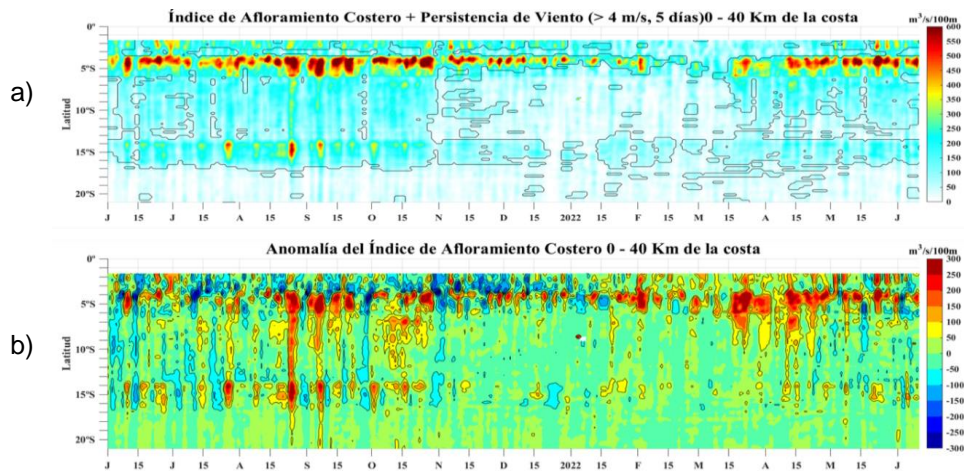


Figura 8. Índice de Afloramiento Costero. a) Índice de Afloramiento Costero ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$), b) Anomalía del IAC ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: IMARPE.

Durante mayo, las temperaturas extremas del aire (máxima y mínima) en la costa peruana presentaron valores por debajo de su normal climática. La temperatura máxima registró anomalías de $-0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, en promedio, en los sectores norte, centro y sur, respectivamente. Las anomalías de la temperatura mínima alcanzaron, en promedio, $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la costa norte, centro y sur, respectivamente. En lo que va de junio, la temperatura máxima muestra una tendencia a su normalización, con valores dentro de su variabilidad normal ($\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), mientras que la temperatura mínima se mantiene por debajo de lo normal, con anomalías de hasta $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la costa centro (Figura 9).

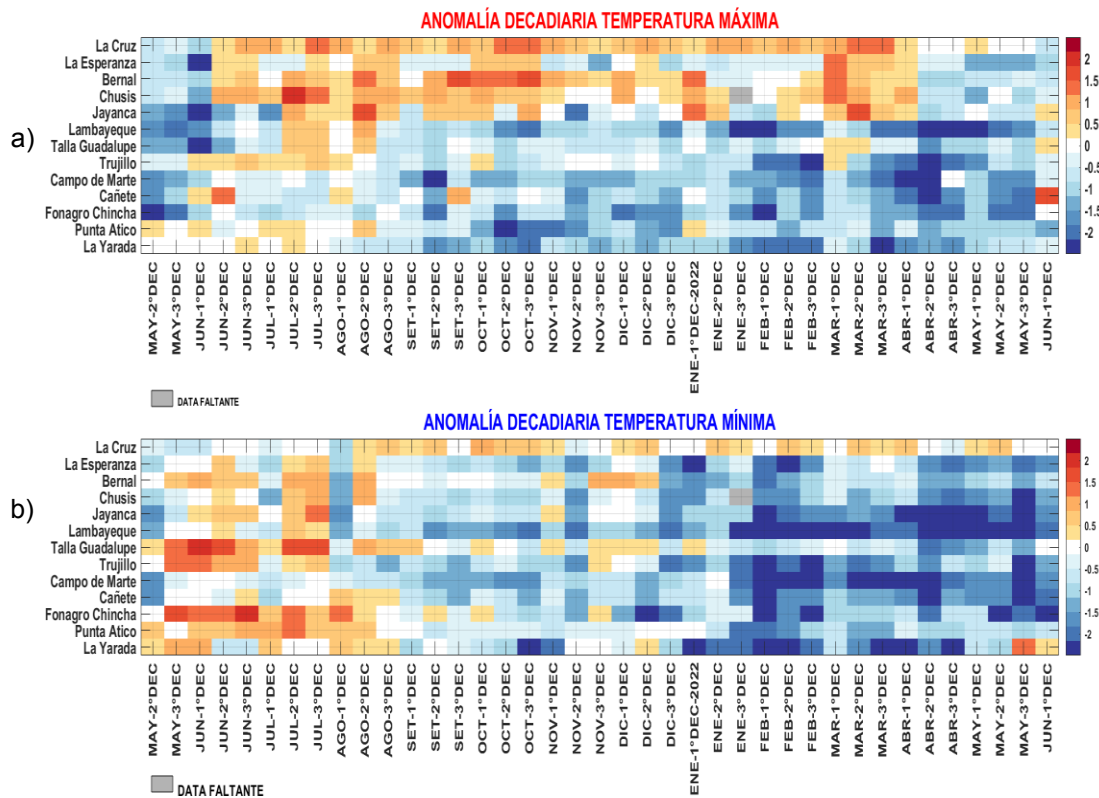


Figura 9. Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI de enero de 2021 a junio de 2022. Fuente: SENAMHI

En mayo, la TSM frente a la costa de Perú presentó, en promedio, valores de $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $21\text{ }^{\circ}\text{C}$, excepto al norte de los 5°S donde se llegó a alcanzar valores desde $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. La anomalía mensual de la TSM continúa mostrando un escenario frío dentro de las doscientas millas náuticas, con mayor intensidad en la zona norte; excepto cerca de la frontera norte (Tumbes), donde se manifiesta un escenario ligeramente cálido. En lo que va de junio, en promedio, la TSM ha disminuido en $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ debajo de lo normal; mostrando un escenario menos frío por fuera de las cien millas de las zonas centro y sur (sur de los 10°S). Asimismo, en el litoral las anomalías de la TSM de mayo continuaron mostrando un escenario frío, similar al

de abril; sin embargo, durante junio las anomalías han disminuido en toda la zona norte y parte centro del litoral, manifestando un escenario menos frío respecto al mes anterior. (Figura 10 y 11).

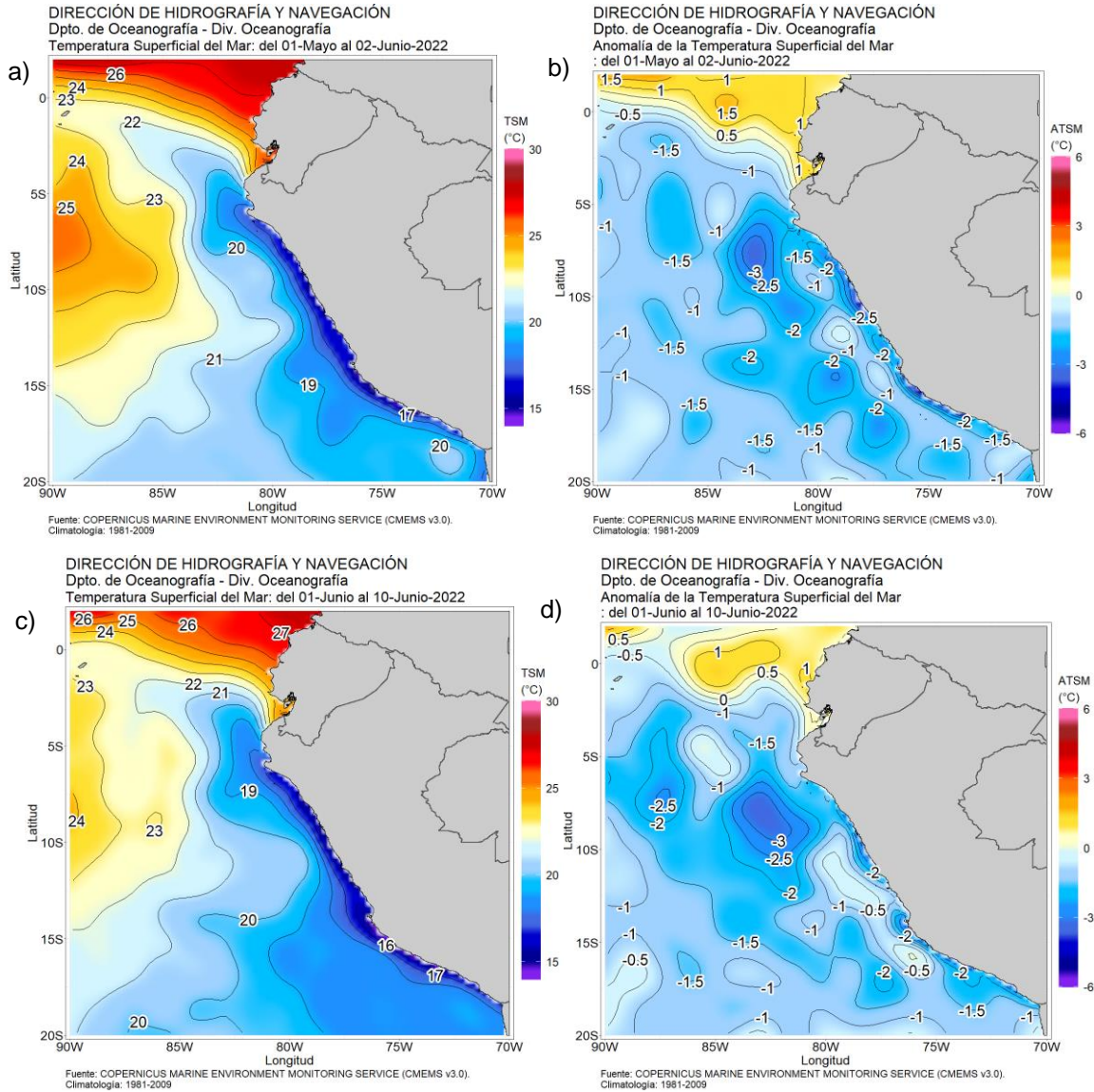


Figura 10: a) TSM promedio mensual (mayo 2022); b) Anomalia de TSM promedio mensual (mayo 2022) y c) TSM promedio del 1-10 junio, d) Anomalia de TSM promedio del 1-10 junio 2022. Fuente: Ostia. Climatología 1981 – 2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

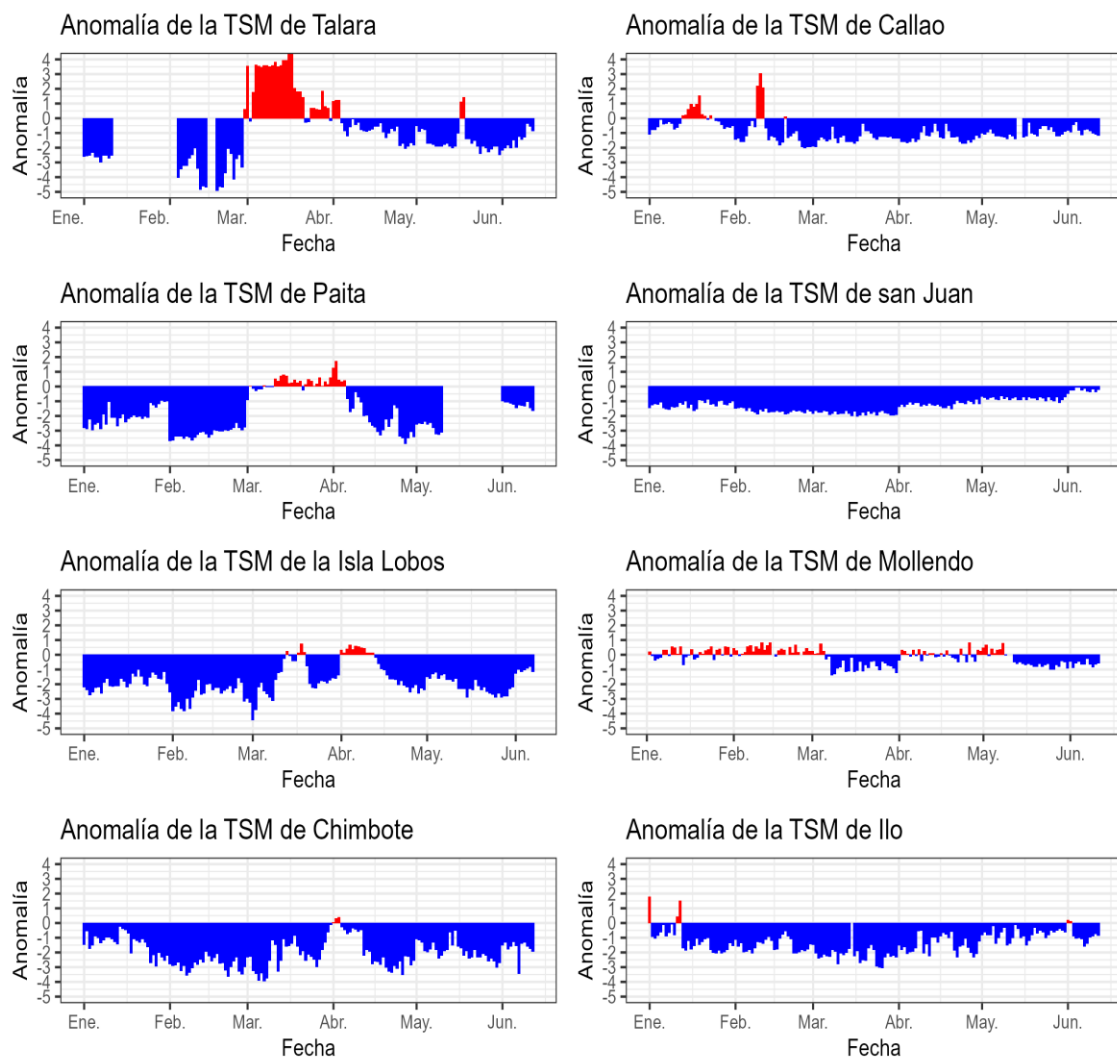


Figura 11: Anomalía de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 3 meses hasta el 11 de junio de 2022. Fuente: DHN.

Respecto al nivel del mar (NM) en el litoral, los registros muestran la disminución de sus anomalías negativas, inclusive cambiando a valores positivos, en particular durante los primeros días de junio (Figura 12). Asimismo, dentro de las 60 millas náuticas, en promedio, se evidenció la disminución gradual de las anomalías negativas del nivel del mar, cambiando a valores positivos entre fines de mayo e inicios de junio, con propagación de norte a sur (Figura 13).

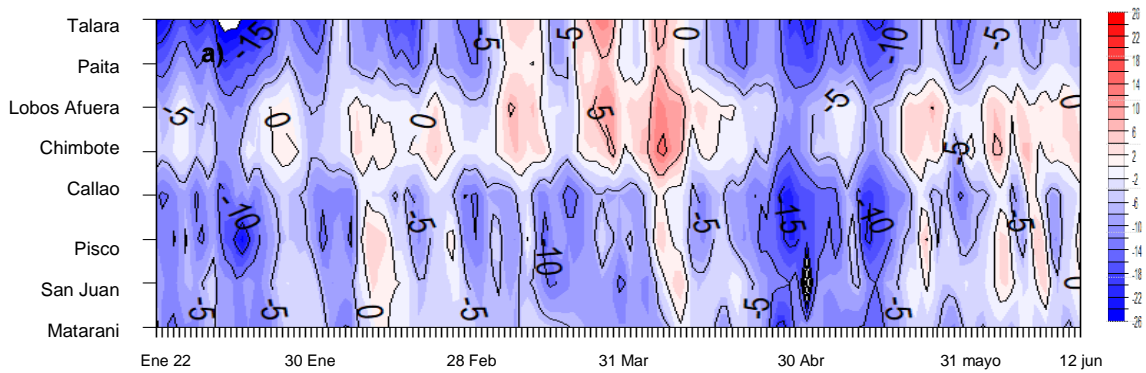


Figura 12. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM diaria a) En el litoral peruano, de enero a junio 12 de 2022, Climatología: 1981-2010, b) Dentro de las 60 millas de la costa. Actualizado al 11 de junio de 2022. CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012. Procesamiento: DIHIDRONAV.

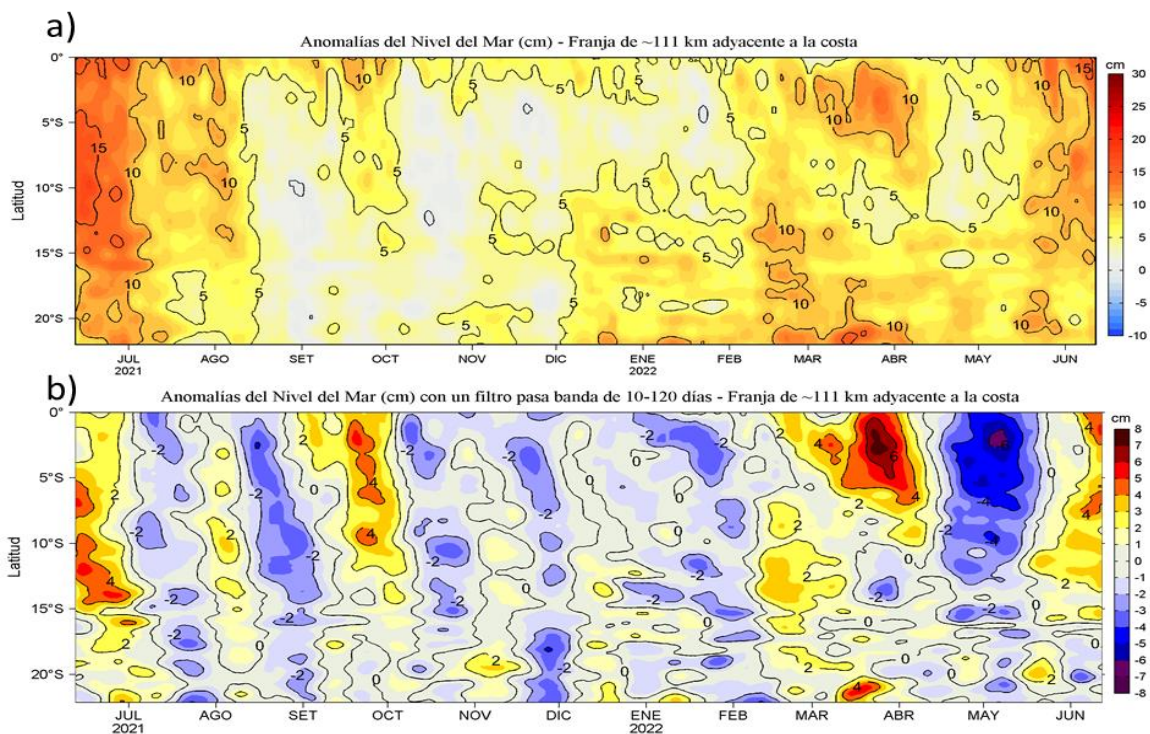


Figura 13. Diagrama Hovmöller de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 millas náuticas (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses a inicios de junio de 2022. Fuente: CMEMS v3.0.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

Durante mayo, la temperatura subsuperficial frente a la costa presentó, en promedio, anomalías negativas de hasta $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 70 m de profundidad en el norte del país; mientras que por debajo de esta capa y hasta los 500 m de profundidad se observó una transición de ligeras anomalías negativas ($-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) a ligeras anomalías positivas ($+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Frente a la costa norte y centro, dentro de las 160 millas náuticas, durante los primeros días de junio las anomalías térmicas negativas disminuyeron hasta $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, en promedio, sobre los 70 m de profundidad, mientras que, entre los 200 y 500 m de profundidad, se observaron anomalías positivas de hasta $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$, asociado al paso de la onda Kelvin cálida (Figuras 14 a y b). Asimismo, a inicios de junio, las corrientes geostroficas mostraron un predominio de flujos del norte frente a Paita, sobre los 200 m de profundidad y dentro de las 60 millas; mientras que frente Chicama los flujos del norte se presentaron sobre los 150 m de profundidad por fuera de las 70 millas y se registraron flujos del sur sobre los 100 m de profundidad y dentro de las 60 millas náuticas (Figura 14b). La termoclina y la oxiclina, a 30 millas náuticas de la costa, entre fines de mayo e inicios de junio, continuaron mostrando una posición más superficial a lo habitual frente a la costa norte, aunque menos somera respecto a inicios de mayo (Figura 14b y 14d). El límite superior de la zona de mínima de oxígeno ($\text{OD} < 0,5\text{ mL L}^{-1}$), se mantuvo somero frente a Chicama ($< 50\text{ m}$) y Callao ($< 80\text{ m}$) (Figura 14c).

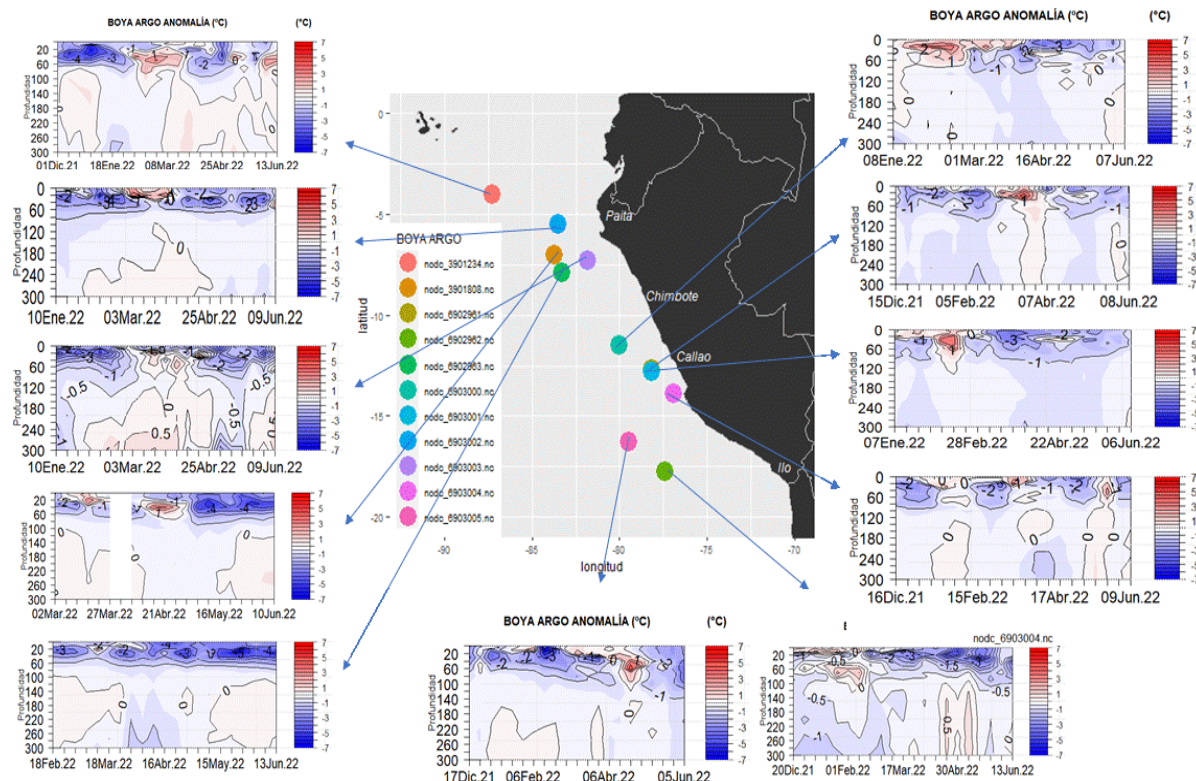


Figura 14a. Secciones de anomalías de temperatura del mar de diciembre de 2021 a junio de 2022 hasta los 300 m de profundidad. Fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento:

DIHIDRONAV

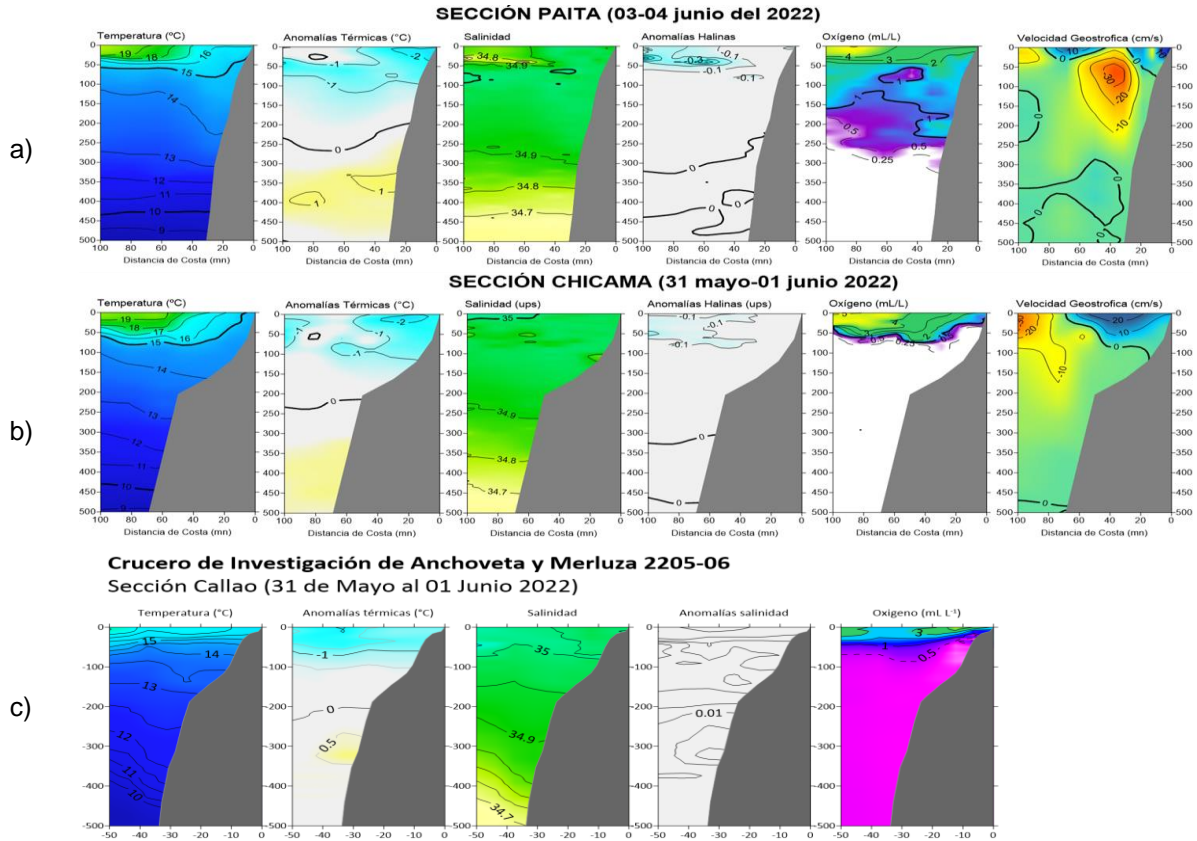


Figura 14b. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas y oxígeno disuelto (mL L^{-1}) frente a a) Paita (3-4 junio), b) Chicama (31 mayo - 1 junio) y c) Callao (31 mayo - 01 junio), de izquierda a derecha. Fuente: IMARPE.

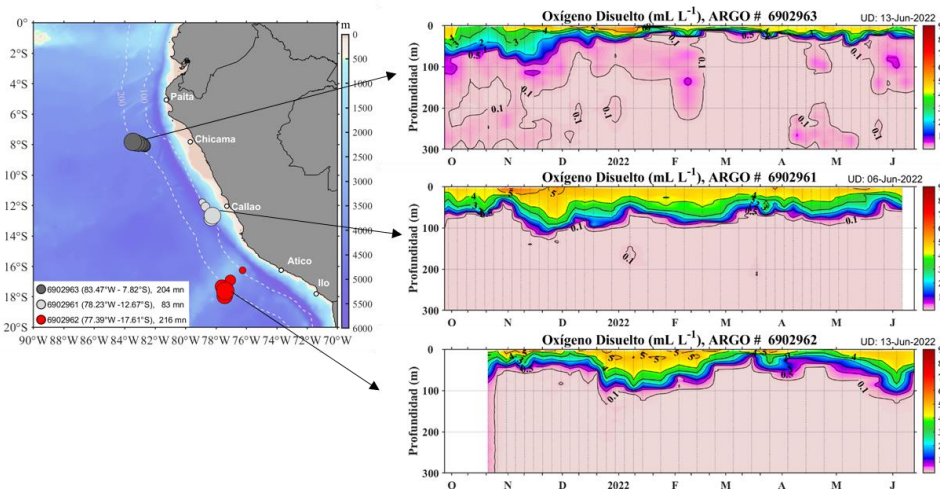


Figura 14c. Evolución del oxígeno disuelto del agua de mar en flotadores ARGO frente a la costa del Perú (dentro de las 200 m.n.). Fuente: ARGO. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

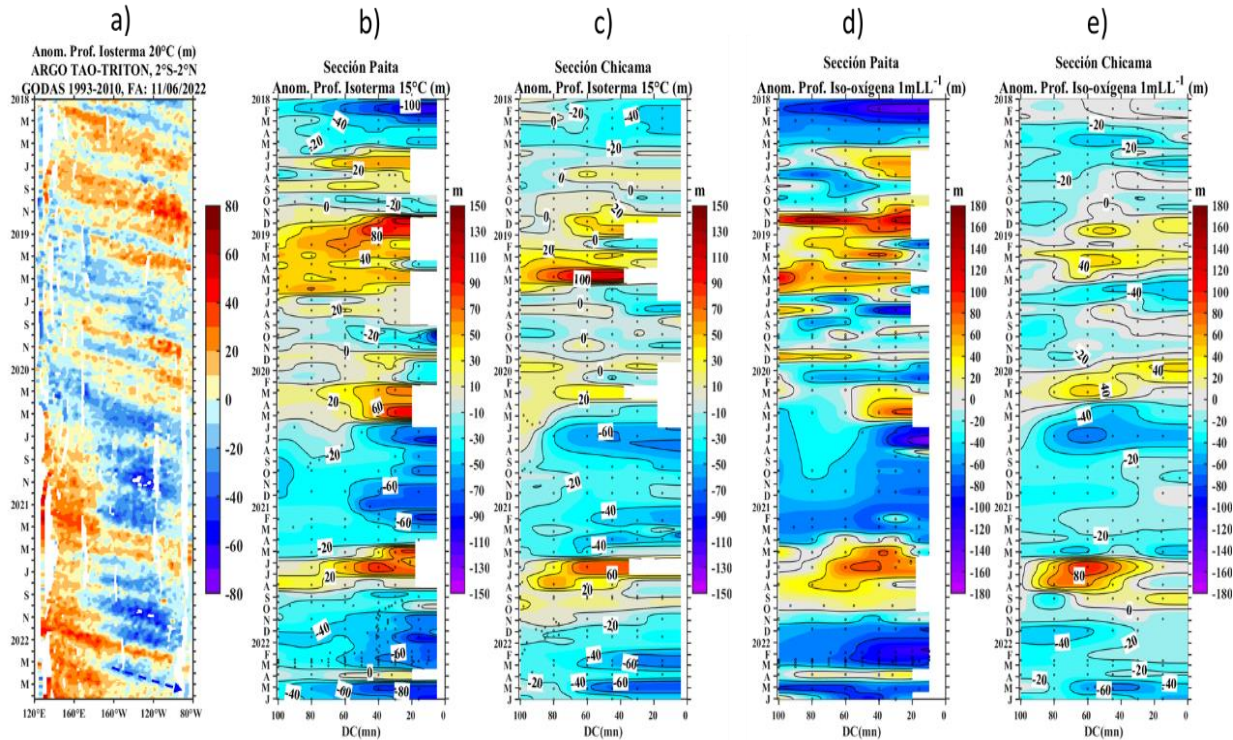


Figura 14d. Diagrama Hovmöller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico ecuatorial (120°E – 80°W y 2°N – 2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C frente a Paita (0-100 m.n.), c) anomalía de la profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L⁻¹ frente a Paita (0-100 m.n.), d) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15°C frente a Chicama (0-100 m.n.), y e) anomalía de la profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L⁻¹ frente a Chicama (0-100 m.n.). Climatología de 1981 a 2010.

La salinidad superficial del mar (SSM), durante todo el periodo evaluado, indicó la permanencia de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) al norte de Punta Sal y el repliegue paulatino de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) hacia Talara, mientras que frente a Paita se observó una mayor presencia de aguas de mezcla con las aguas costeras frías (ACF), las cuales además predominaron al sur de esta localidad, dentro de las 60 millas náuticas, principalmente a partir de la segunda quincena de mayo. Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) mantuvieron su acercamiento a distancias variables de la costa centro y sur, resaltando una mayor aproximación en la zona entre Casma y Supe (Figuras 15, 16 y 17).

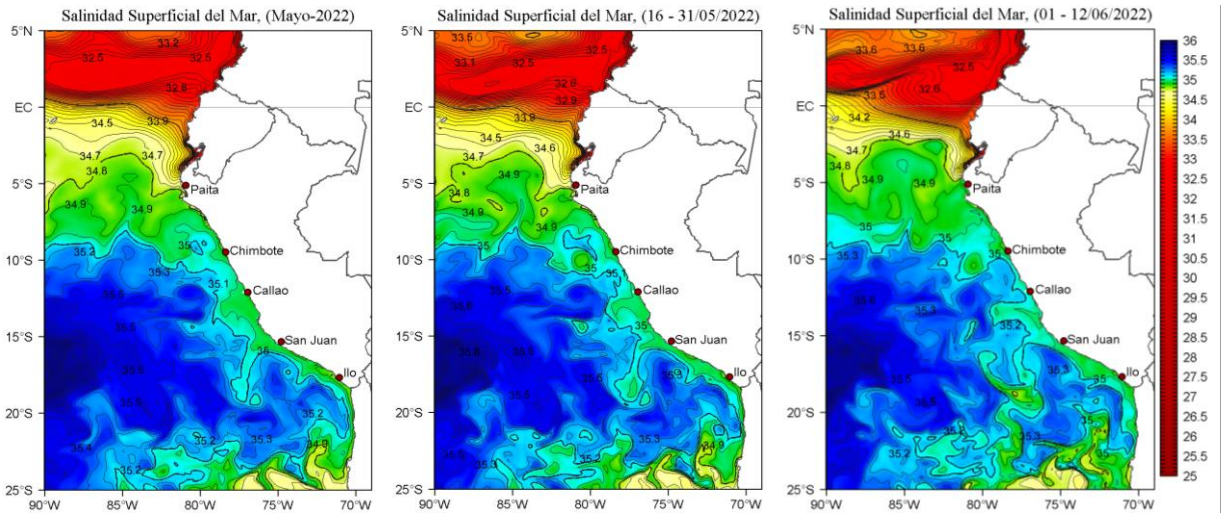


Figura 15. Distribución espacial promedio de la salinidad superficial en el océano Pacífico tropical oriental, de mayo a junio de 2022. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: IMARPE.

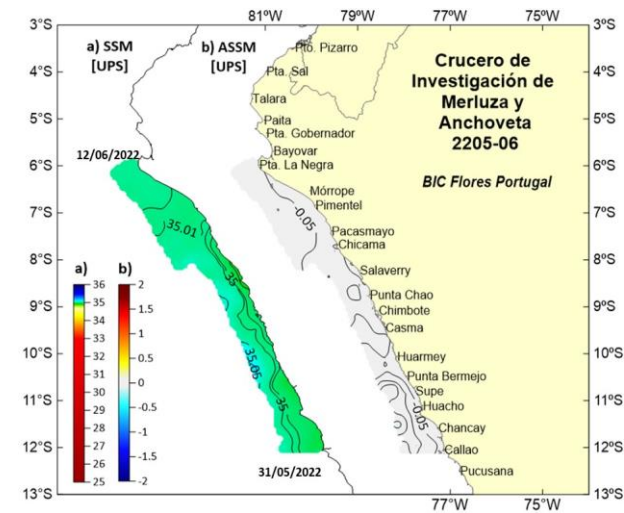


Figura 16. Distribución de la salinidad superficial y anomalía, del 31 mayo al 12 de junio de 2022. Climatología 1981-2010. Fuente: IMARPE. - Crucero de investigación de merluza y anchoveta

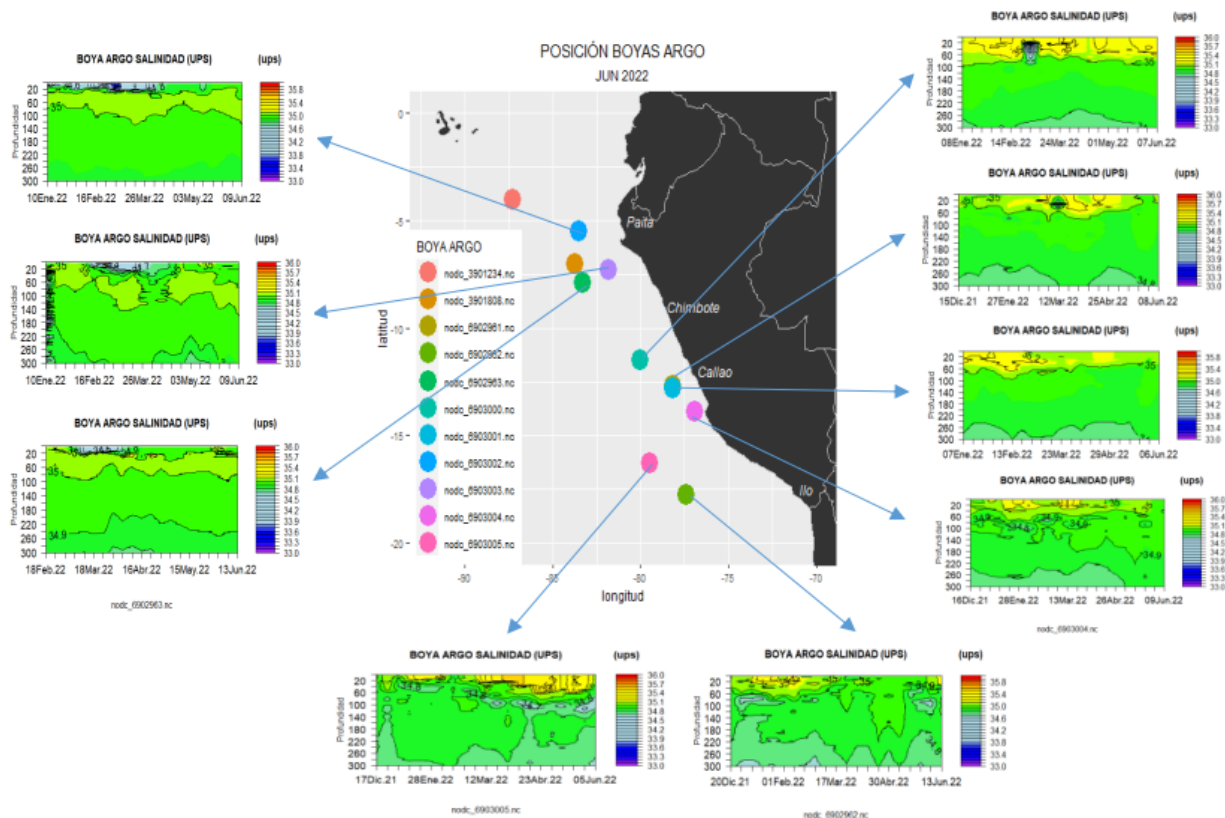


Figura 17. Sección de la salinidad del mar frente a la costa de Perú de diciembre de 2021 a junio de 2022. Fuente: ARGO. Procesamiento: DIHIDRONAV.

3.3. Productividad marina y condiciones biológico pesqueras

De acuerdo con la información satelital, la clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, durante mayo presentó mayormente concentraciones entre 1 y 3 $\mu\text{g L}^{-1}$, con una mayor proyección oceánica de las concentraciones mayores frente a Pisco-Callao y Chicama-Paita. Se detectó el predominio de anomalías negativas desde Paita hasta San Juan de Marcona especialmente en la franja adyacente a la costa, aunque se presentaron anomalías positivas entre Chimbote-Pisco fuera de las 60 millas náuticas y entre Atico e Ilo dentro de la franja costera. En lo que va de junio se observó la dominancia de anomalías negativas frente a toda la costa (Figura 18). Para la franja de 100 km entre Talara y San Juan de Marcona, la concentración promedio de clorofila-a tendió a disminuir a valores por debajo de su patrón climatológico desde la segunda quincena de mayo.

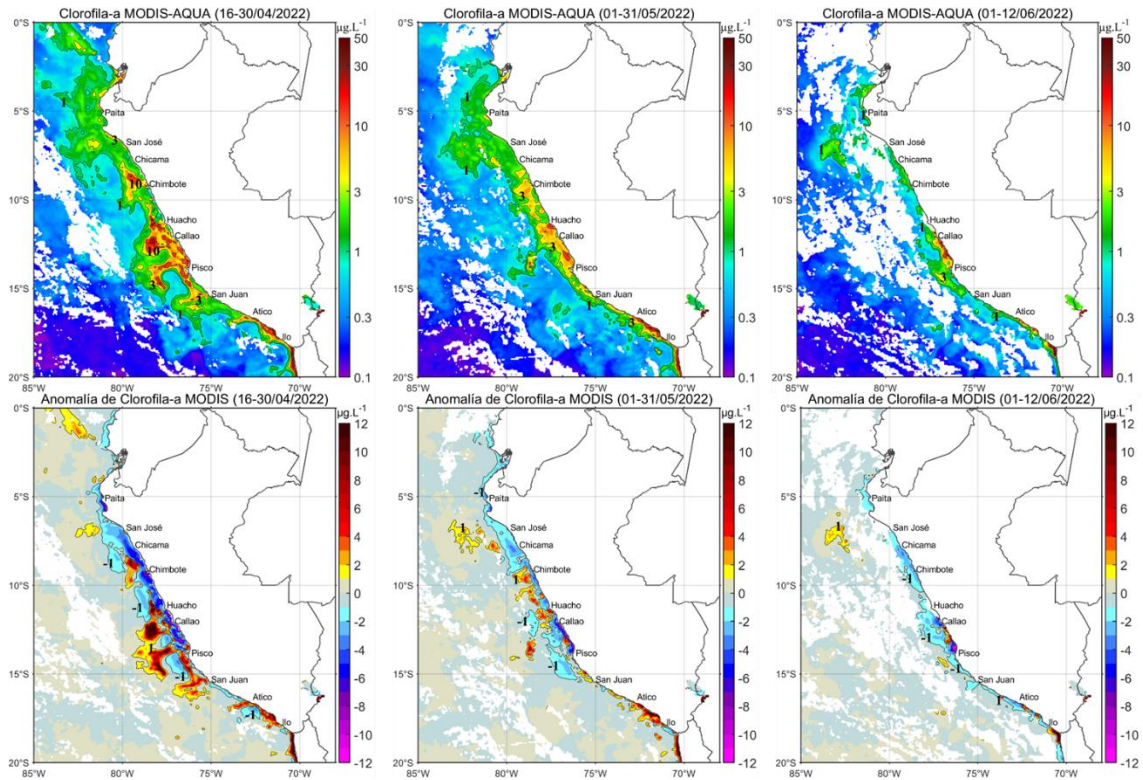


Figura 18. Distribución de la clorofila-a superficial ($\mu\text{g L}^{-1}$) (superior) y anomalía (inferior) de abril a junio de 2022 (de izquierda a derecha). Fuente: MODIS-AQUA. Procesamiento: IMARPE.

Respecto a 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. En la región norte- centro, se distribuyó desde Sechura hasta San Juan de Marcona dentro de las 60 millas náuticas, y en la región sur se distribuyó desde Atico a Morro Sama dentro de las 40 millas náuticas, coincidiendo con la presencia de las ACF y anomalías negativas de TSM (Figura 20).

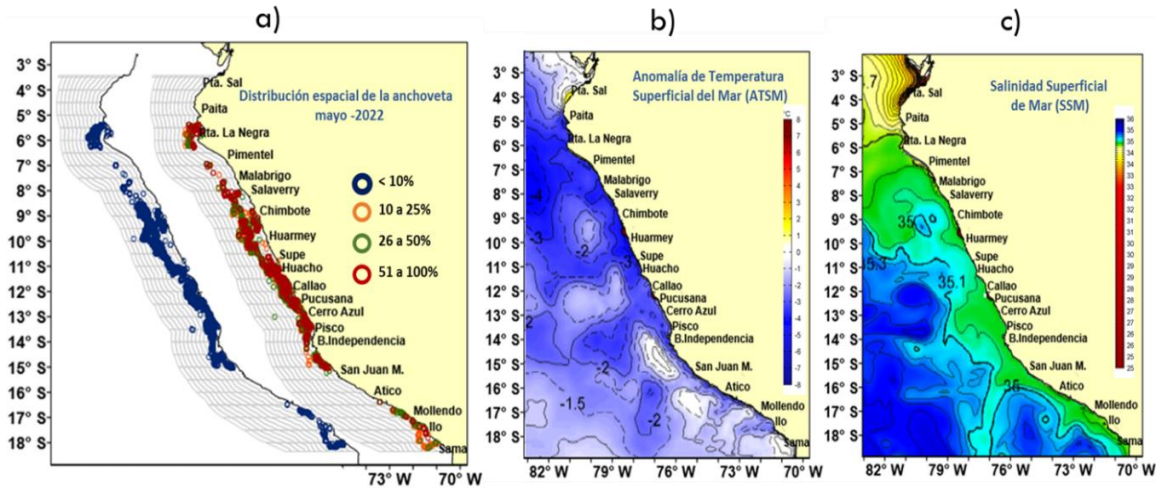


Figura 20. Distribución de la anchoveta a) lances de pesca de la flota pesquera, b) anomalía de temperatura superficial del mar y c) Salinidad superficial del mar. Mayo de 2022. Fuente: IMARPE.

La estructura de tallas de la anchoveta fluctuó entre 7 y 17 cm de longitud total (LT), con una moda entre 12 y 13 cm y porcentajes de juveniles mayores al 15 %, observándose una alta sobre posición entre ejemplares adultos y juveniles (Figura 21). Los indicadores reproductivos de la anchoveta del *stock* norte-centro mostraron que el recurso se encuentra en el periodo de inactividad reproductiva. El valor del contenido graso (CG) aumentó en relación con el mes anterior, aunque siguió estando debajo del patrón normal (Figura 22).

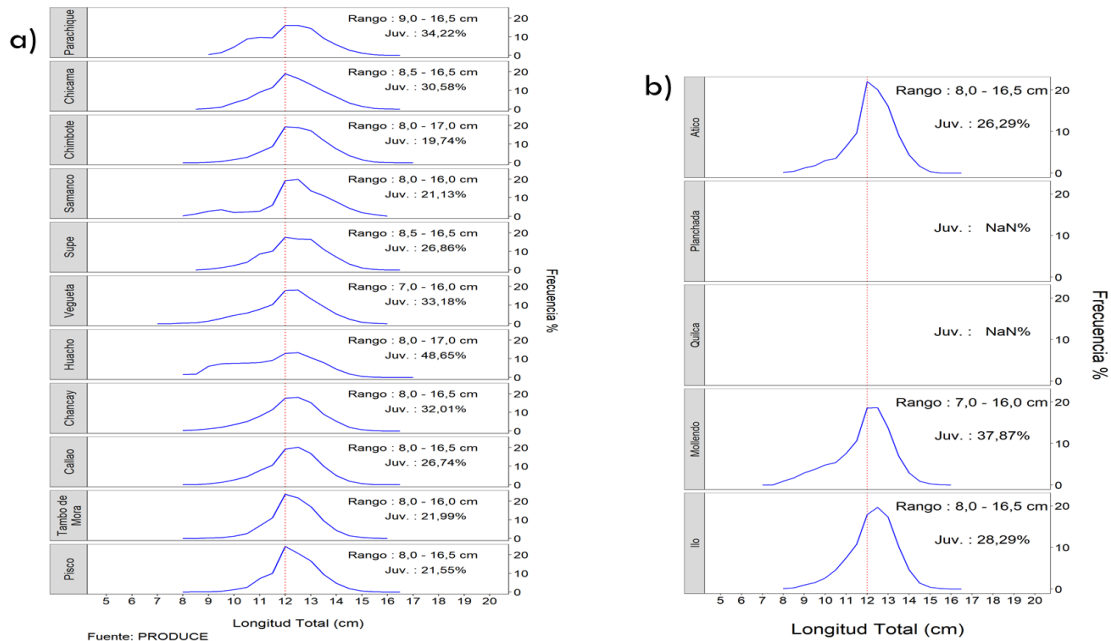


Figura 21. Estructura por tamaños de la anchoveta en la a) región norte – centro y b) región sur durante mayo y el 9 junio del 2022, según puerto. Fuente: IMARPE.

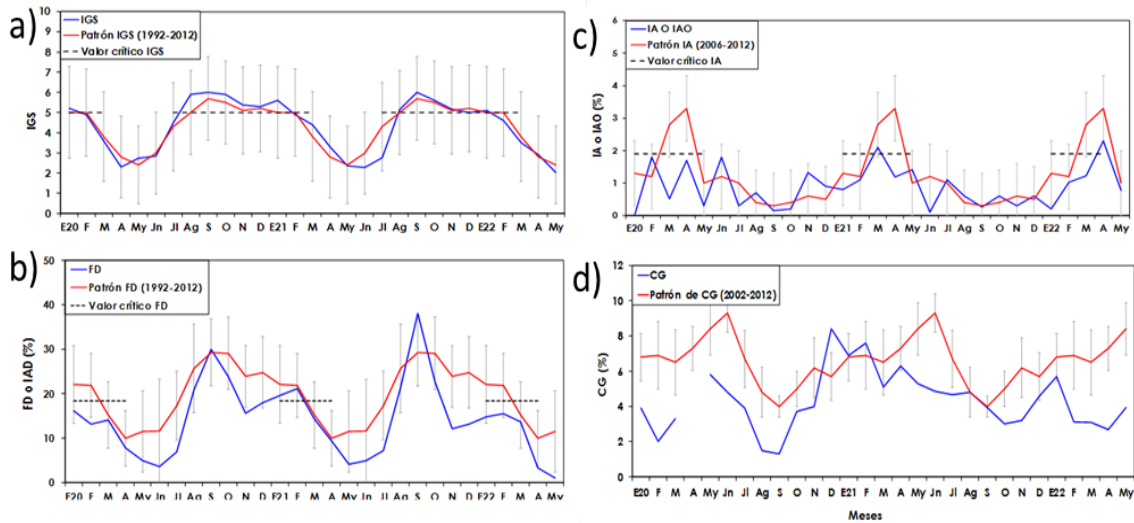


Figura 22. Serie mensual de los indicadores de la condición reproductiva de la anchoveta: a) Índice gonadosomático, b) Fracción desovante, y c) Índice de atresia y de condición somática d) contenido graso. De enero 20 a mayo de 2022. Fuente: IMARPE.

Las especies transzonales jurel y caballa se distribuyeron entre las 8 y 105 millas náuticas de la costa entre Callao y Pisco, asociadas a áreas de mezcla entre ACF y ASS. El bonito fue abundante desde Paita a Morro Sama; entre Paita y Pimentel fue observado de forma dispersa; entre Callao y Pisco se presentó en mayores concentraciones hasta las 112 millas náuticas, y de Pisco hasta Morro Sama dentro de las 40 millas náuticas (Figura 23). Respecto a la actividad reproductiva, la caballa, el bonito y el jurel continúan en periodo de reposo gonadal, acorde a la época (Figura 24).

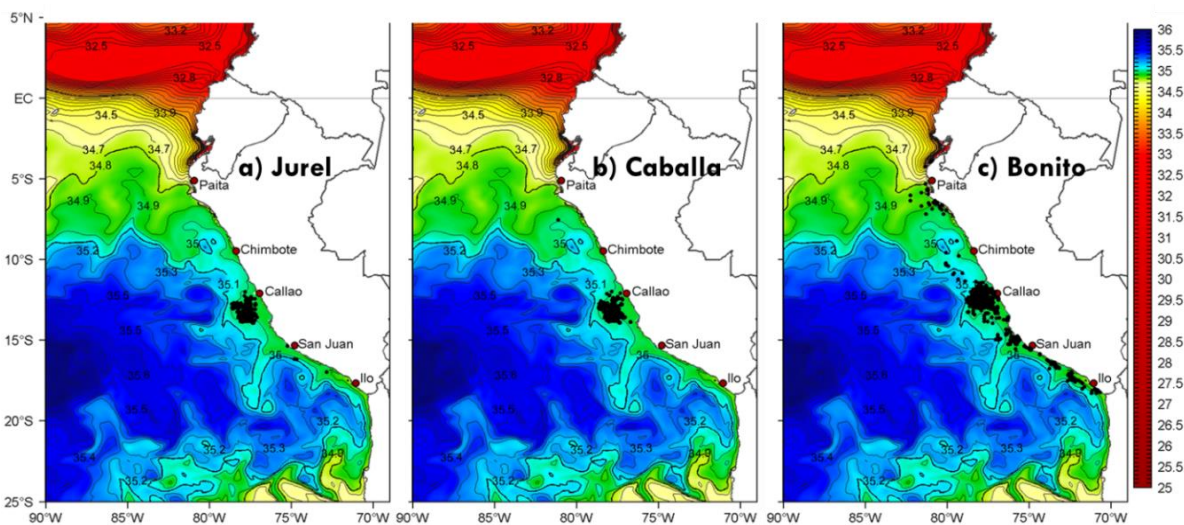


Figura 23. Distribución de lances, realizados por la pesca artesanal, de a) jurel, b) caballa y c) bonito en relación a la salinidad superficial del mar (SSM). Periodo: mayo 2022. Fuente: IMARPE.

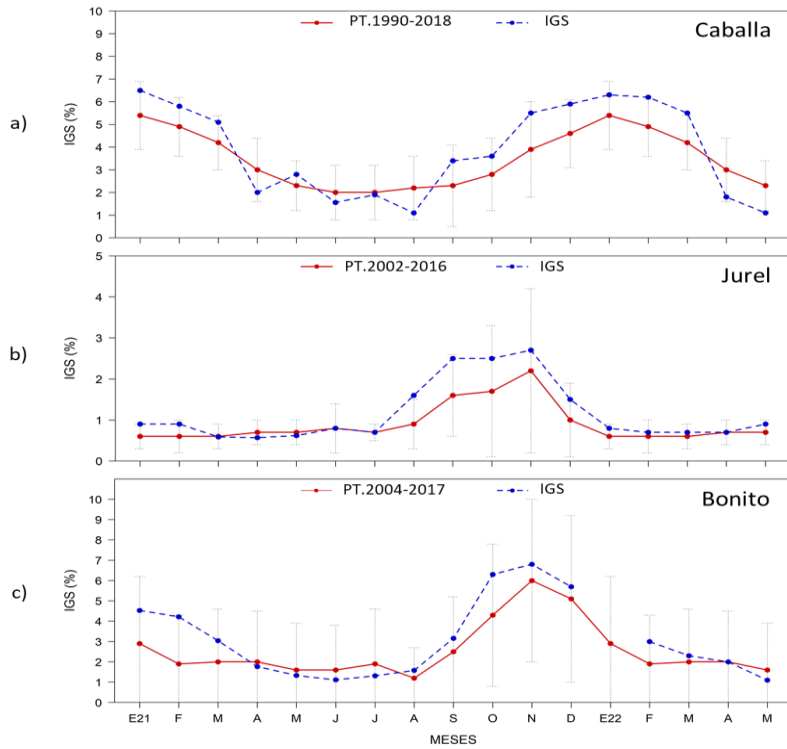


Figura 24. Índice gonadosomático (IGS) de a) caballa, b) jurel y c) bonito. Periodo enero 2021 a mayo 2022 respecto al patrón histórico de cada especie. Fuente: IMARPE

La merluza se distribuyó entre Puerto Pizarro y Punta La Negra, registrando las principales capturas al norte de Punta Sal (Figura 25 a). Respecto a la distribución de tallas, se observó que aumentó su amplitud de rango y disminuyó el porcentaje de juveniles (< 28 cm) de 16,4 % en abril a 9,9 % en mayo (Figura 25 b).

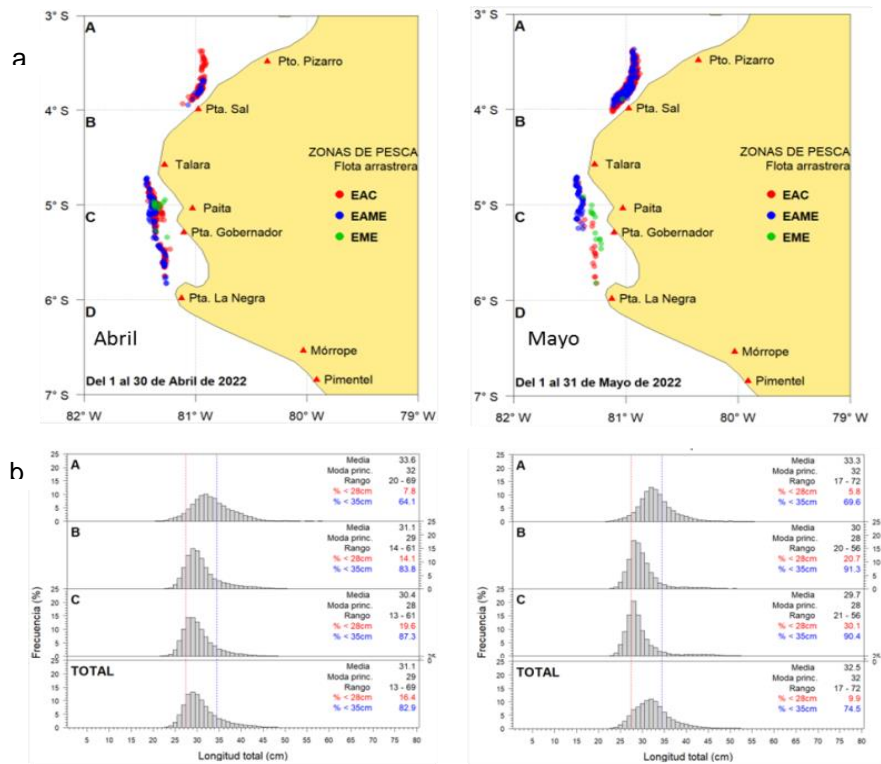
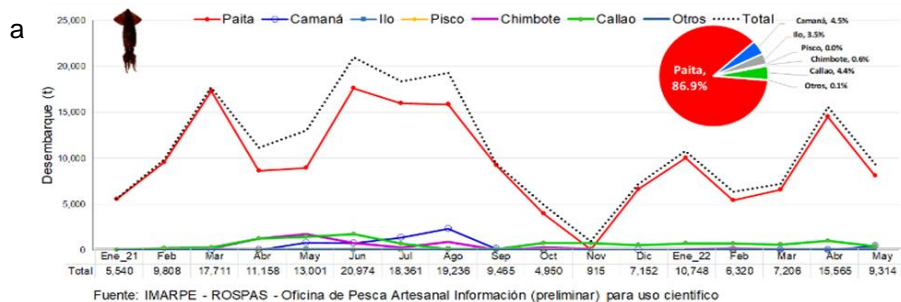


Figura 25. a) Distribución mensual de merluza de abril y mayo de 2022 y b) estructura de tallas de merluza. Fuente: IMARPE

Los desembarques de calamar gigante se incrementaron respecto a abril (Figura 26a), presentando mayores concentraciones en el norte (frente a Punta La Negra), en el centro (entre Chancay y Pucusana) y en el sur (entre Mollendo y Morro Sama), asociadas a frentes halinos entre ACF y ASS (Figura 26b).



Fuente: IMARPE - ROSPAS - Oficina de Pesca Artesanal Información (preliminar) para uso científico

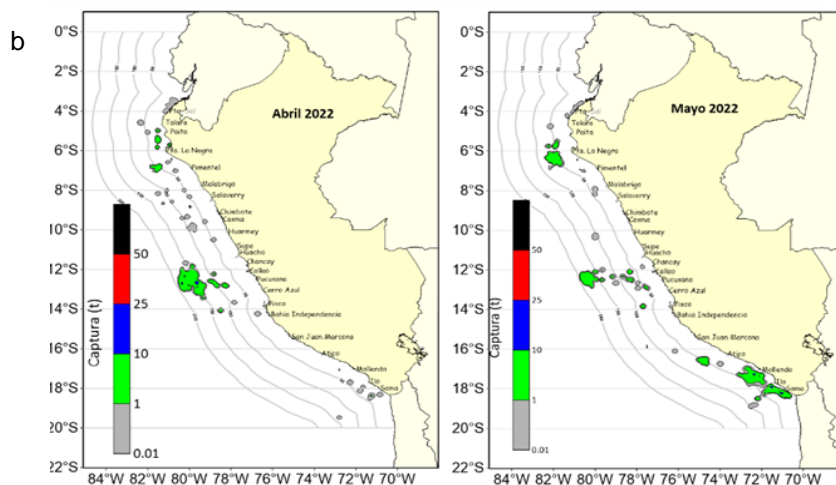


Figura 26. a) Desembarques durante 2021 a 2022, en toneladas y b) Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas* abril y mayo de 2022.

3.4. Condiciones hidrológicas

En mayo y los primeros 10 días de junio, en los ríos de la región norte (vertiente del Pacífico), predominaron caudales sobre lo normal; mientras que en las regiones central y sur prevalecieron las anomalías negativas de mayor intensidad en los ríos Chillón, Pisco, Ocoña, Camaná y Caplina. En el Altiplano, los ríos que a inicios de mayo mostraron anomalías ligeramente por debajo de lo normal, registraron anomalías sobre lo normal al finalizar el mes e incluso en los primeros días de junio. (Tabla 3).

Tabla 3: Caudales de los principales ríos del país mayo 2022 - junio 2022

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)								Promedio (m3/s)	Anomalia (%)
		Mayo				Junio					
Pacífico Norte	Tumbes	147.6	120.6	105.2	93.7	94.4	82.3	71.8	64.9	97.6	-7.3
	Chira	153.5	123.0	155.1	126.7	80.3	79.2	64.3	77.9	107.5	15.1
	Motupe	2.1	1.6	1.3	1.2	1.1	1.5	1.8	0.8	1.4	2.0
	La Leche	7.1	8.8	S/D	S/D	S/D	S/D	5.8	S/D	7.2	41.7
	Chancay Lambayeque	43.6	52.6	62.6	61.7	37.7	35.8	31.1	38.0	45.4	39.7
	Zaña	9.7	10.0		14.6	10.9	9.7	9.4	8.9	10.5	23.6
	Jequetepeque	39.3	32.4	25.3	29.1	21.6	18.9	15.4	16.3	24.8	13.1
	Chicama	62.7	50.4	44.9	46.5	38.5	30.4	13.2	12.6	37.4	4.4
	Santa	478.0	321.6	262.9	183.4	154.9	129.1	105.3	105.5	217.6	8.2
Pacífico Centro	Pativilca	32.3	29.4	28.2	29.4	S/D	S/D	S/D	S/D	29.8	-16.1
	Huaral	13.0	11.8	10.5	9.6	9.9	8.5	8.2	7.7	9.9	8.7
	Chillón	2.7	2.3	1.9	2.0	2.0	1.8	1.5	1.5	2.0	-35.2
	Rímac	25.6	19.8	19.7	20.3	19.4	19.3	19.8	19.2	20.4	-3.9
	Mala	9.0	8.0	6.0	4.8	4.0	4.0	3.1	3.1	5.2	1.7
	Cañete	30.8	26.2	21.6	20.0	18.7	17.5	15.8	15.0	20.7	-28.4
	Pisco	4.9	4.5	3.8	3.2	3.0	2.9	2.7	3.0	3.5	-44.1
Pacífico Sur	Ocoña	46.7	44.0	44.5	43.6	43.2	43.0	39.9	43.6	43.6	-33.8
	Camana	42.4	41.0	40.3	38.8	37.3	35.9	33.9	34.0	37.9	-29.7
	Tambo	14.3	14.1	13.7	13.4	13.0	12.0	11.7	S/D	13.2	-4.3
	Locumba	2.3	2.3	2.3	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	-5.5
	Sama	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2
	Caplina	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	-31.7
Titicaca	Huancané	9.4	8.6	8.0	7.4	6.5	5.8	5.5	6.2	7.2	-1.3
	Ramis	75.1	68.5	62.6	57.3	52.4	45.8	43.1	39.4	55.5	39.9
	Coata	19.2	14.1	11.5	12.8	13.2	13.0	11.7	11.0	13.3	-1.2
	Ilave	10.8	6.4	6.4	6.4	8.1	8.4	8.6	9.3	8.0	-30.6

Fuente: SENAMHI, Juntas de Usuarios y Proyectos Especiales

Elaborado: ANA

Todos los reservorios del país superan el 71 % de agua almacenada en relación a sus capacidades totales; asimismo, a nivel nacional se observa un almacenamiento del 89,2 % de la capacidad hidráulica. Por otro lado, los embalses de la costa norte llegaron a cubrir el 100 % de sus capacidades y los de la costa central tuvieron un llenado continuo, pero con menor intensidad a comparación de marzo y abril; mientras que, en la costa sur, los volúmenes continuaron disminuyendo de forma constante (Tabla 4).

Tabla 4: Estado situacional de los reservorios al 10 de junio del 2022.

Zona	Reservorio	Fecha	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm3)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	10-Jun	Piura	445.5	445.5	100.0
Costa - Norte	San Lorenzo	10-Jun	Piura	195.6	194.4	99.4
Costa - Norte	Tinajones	10-Jun	Lambayeque	331.6	331.6	100.0
Costa - Norte	Gallito Ciego	10-Jun	La Libertad	366.1	366.1	100.0
Costa - Centro	Viconga	10-Jun	Lima	30.0	23.7	79.9
Costa - Centro	Sistema Rímac	10-Jun	Lima, Junin	282.4	227.8	80.7
Costa - Centro	Choclococha	10-Jun	Ica	131.1	129.0	98.4
Costa - Sur	Ccaracocha	10-Jun	Ica	40.0	32.2	80.5
Costa - Sur	Condorama	10-Jun	Arequipa	259.0	240.6	92.9
Costa - Sur	El Pañe	10-Jun	Arequipa	99.6	89.5	89.9
Costa - Sur	Dique Los Españoles	10-Jun	Arequipa	9.1	8.1	88.7
Costa - Sur	Pillones	10-Jun	Arequipa	78.5	79.1	100.0
Costa - Sur	El Frayle	10-Jun	Arequipa	127.2	103.5	81.3
Costa - Sur	Aguada Blanca	10-Jun	Arequipa	30.4	22.6	74.3
Costa - Sur	Chalhuanca	10-Jun	Arequipa	25.0	21.0	84.0
Costa - Sur	Bamputañe	10-Jun	Arequipa	40.0	31.7	79.2
Costa - Sur	Pasto Grande	10-Jun	Moquegua	200.0	192.3	96.1
Costa - Sur	Paucarani	10-Jun	Tacna	10.5	7.7	73.0
Costa - Sur	Laguna Aricota	10-Jun	Tacna	280.0	199.2	71.2
Sierra - Centro	Jarumas	10-Jun	Tacna	13.0	12.8	98.1
Sierra - Centro	Cuchoquesera	10-Jun	Ayacucho	80.0	76.1	95.1
Sierra - Sur	Lago Junín	10-Jun	Junín	441.0	305.9	69.4
Sierra - Sur	Lagunillas	10-Jun	Puno	585.1	484.0	82.7
	Sibinacocha	10-Jun	Cusco	110.0	109.4	99.4
Situación Nacional				4,210.7	3,733.4	88.7

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

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En las zonas frutícolas de Piura, las temperaturas en torno a sus normales promovieron la floración del mango; mientras que en Lambayeque la prevalencia de temperaturas nocturnas más frías de lo habitual favoreció la maduración de brotes y el inicio de algunas floraciones de manera adelantada. En cuanto al cultivo de arroz, las temperaturas nocturnas frías favorecieron la maduración del grano; sin

embargo, en algunos sectores cercanos al litoral y sembradas tardíamente lograron rendimientos por debajo de 10 toneladas. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), continúa la maduración de la aceituna negra de manera gradual, debido a la persistencia de temperaturas diurnas y nocturnas inferiores a su climatología; sin embargo, se reportó una buena producción de los olivares (Figura 27).

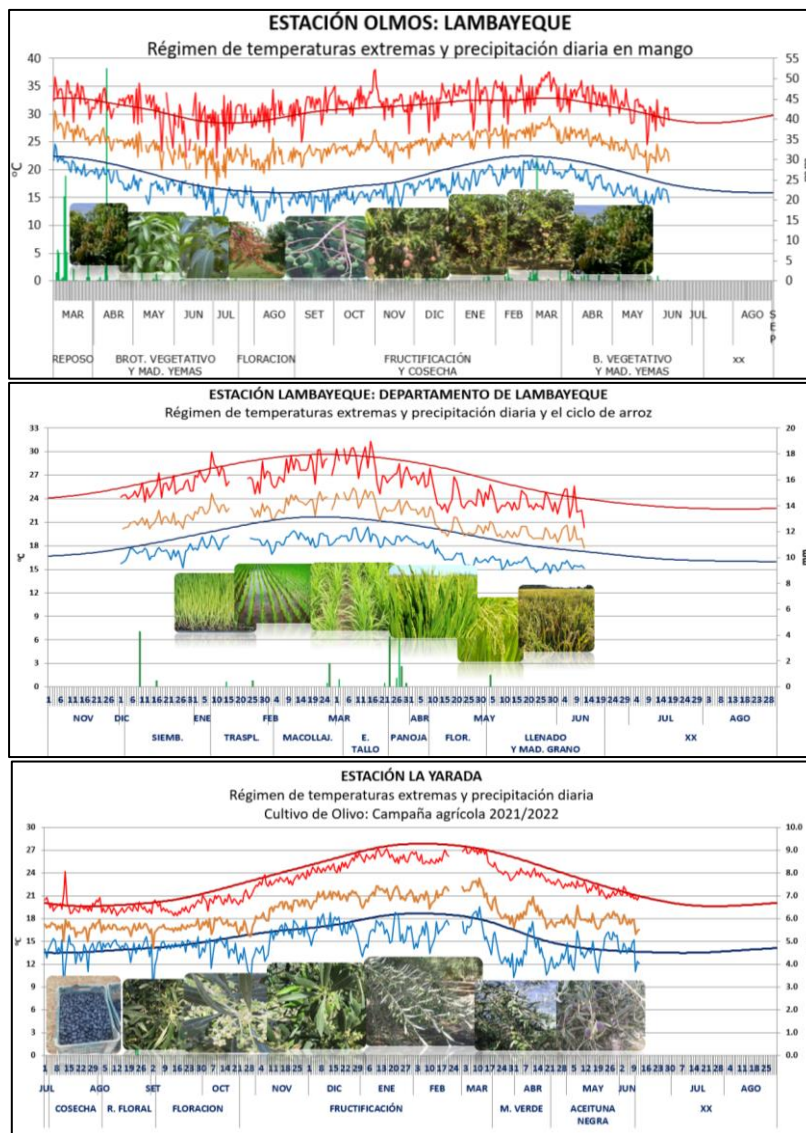


Figura 27. Monitoreo agrometeorológico del mango, arroz y olivo campañas agrícolas 2021/2022. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

La mayoría de los modelos numéricos de agencias internacionales continúan mostrando el desarrollo del evento La Niña en el Pacífico central (Niño 3.4) hasta inicios del año 2023 (Tabla 5). Asimismo, en la región Niño 1+2, indican la continuación de La Niña costera hasta julio de 2022 (Tabla 6).

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	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2	-0.70	-0.50	-0.50	-0.62	-0.67	-0.60	-0.42	-0.14
CanCM4i	-0.83	-0.67	-0.64	-0.77	-0.95	-1.13	-1.13	-0.91
GEM5_NEMO	-0.73	-0.57	-0.59	-0.74	-0.84	-0.87	-0.82	-0.69
NASA	-1.11	-1.30	-1.54	-1.71	-1.75	-1.76	-1.60	-1.26
GFDL_SPEARE	-0.67	-0.30	-0.13	-0.16	-0.23	-0.24	-0.12	0.11
NCAR_CCSM4	-0.72	-0.53	-0.56	-0.71	-0.84	-0.94	-0.90	-0.63
Promedio								
NMME	-0.79	-0.65	-0.66	-0.79	-0.88	-0.92	-0.83	-0.59

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	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2	-1.03	-0.57	-0.21	-0.10	-0.13	-0.15	-0.09	-0.01
CanCM4i	-1.35	-1.12	-0.80	-0.49	-0.30	-0.25	-0.30	-0.26
GEM5_NEMO	-1.28	-0.92	-0.54	-0.44	-0.46	-0.51	-0.47	-0.37
NASA	-1.51	-1.56	-1.62	-1.62	-1.62	-1.59	-1.50	-1.24
GFDL_SPEARE	-1.18	-0.95	-0.81	-0.68	-0.55	-0.39	-0.20	0.04
NCAR_CCSM4	-1.45	-1.19	-0.74	-0.49	-0.46	-0.58	-0.69	-0.55
Promedio								
NMME	-1.30	-1.05	-0.79	-0.64	-0.59	-0.58	-0.54	-0.40

Para la región Niño 3.4, los patrones atmosféricos en desarrollo muestran un debilitamiento del patrón de La Niña en el Pacífico central. Sin embargo, las proyecciones de los modelos numéricos internacionales continúan mostrando la configuración típica de La Niña hasta finales de la primavera de 2022.

De acuerdo a los datos observados y a los modelos de ondas se espera el arribo de una onda Kelvin fría a la costa peruana en las siguientes semanas y el arribo de ondas Kelvin cálidas entre julio y agosto del 2022 (Figuras 28, 29 y 30).

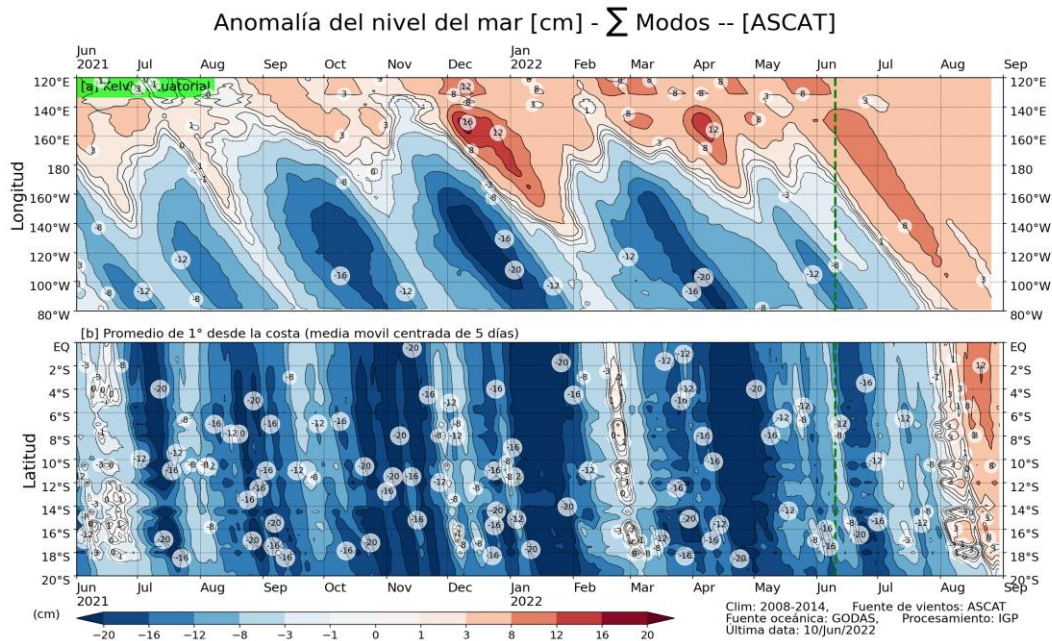


Figura 28: Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada ASCAT. Fuente: IGP.

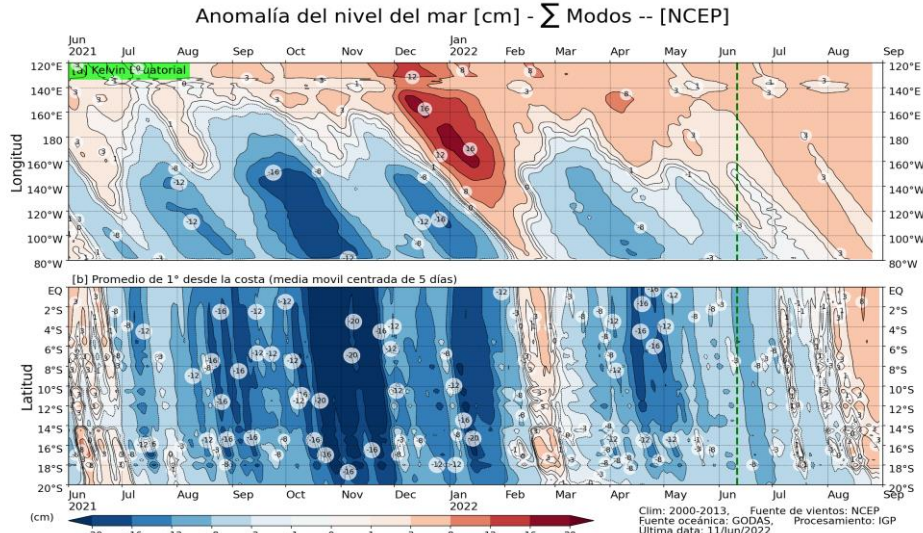


Figura 29: Anomalia del nivel del mar (cm), para la combinación de los modos (modos 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada NCEP. Fuente: IGP.

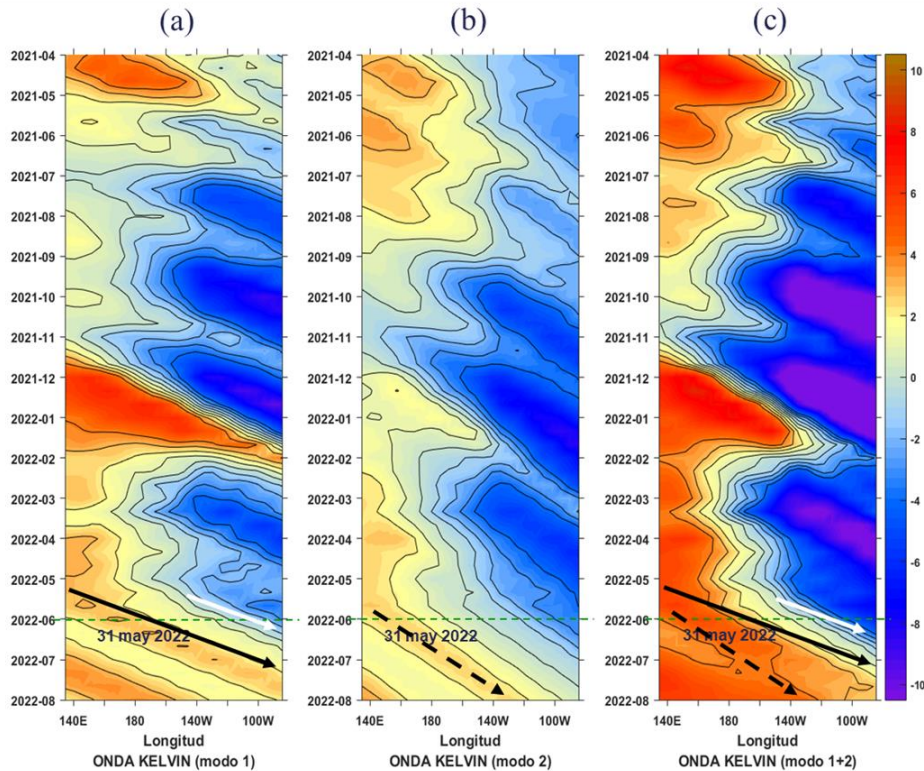


Figura 30: Diagrama Hovmöller longitudud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de NCEP. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP.

En base a lo expuesto, considerando el análisis de los datos observados, de 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 intensidad débil, hasta octubre de 2022 (Tabla 7 y Figura 31).

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

Pacífico central	Junio (%)	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	36	25	20	12	8
Fría débil	59	65	67	72	65
Neutro	5	10	13	16	26
Cálida débil	0	0	0	0	1
Cálida moderado	0	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0	0

Asimismo, para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de la condición fría débil (58 a 51 %) hasta agosto, debido a la persistencia de La Niña en el Pacífico tropical y al arribo de una onda Kelvin fría frente a la costa de Sudamérica. Para setiembre y octubre la mayor probabilidad es de condición neutra (56-57 %) (Tabla 8 y Figura 31).

Tabla 5: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región 1+2 frente a la costa de Perú) entre abril y setiembre de 2022.

Pacífico oriental	Junio (%)	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)
Fría fuerte	1	0	0	0	0
Fría moderada	23	17	7	3	1
Fría débil	58	55	51	37	35
Neutro	18	28	42	56	57
Cálida débil	0	0	0	4	7
Cálida moderado	0	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0	0

PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS

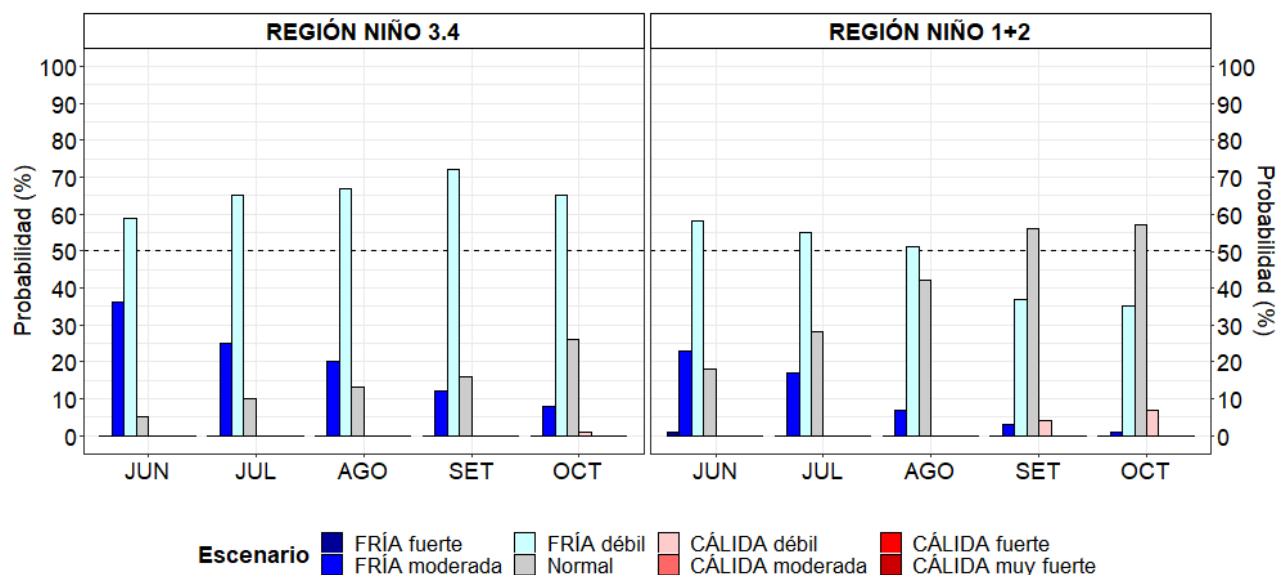


Figura 31. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre junio y octubre de 2022.

El pronóstico climático para el trimestre julio – setiembre de 2022³ prevé, en promedio, condiciones de lluvia dentro de sus valores normales a nivel nacional. Asimismo, se esperan que las temperaturas extremas del aire presenten valores por debajo de lo normal en la costa centro y sur, debido a las condiciones frías anómalas de la temperatura superficial del mar, así como de los patrones atmosféricos asociados.

La permanencia de las condiciones frías en el mar peruano favorece que la distribución de la anchoveta continúe presentando una amplia cobertura espacial, así como la presencia de especies asociadas a condiciones frías como el camaroncito rojo o múnida. Por otro lado, se espera que el contenido graso de la anchoveta del Stock Norte-Centro se incremente de acuerdo al patrón estacional, acumulando las reservas energéticas para su período principal se desove.

³ perspectivas climáticas para el periodo julio - setiembre 2022
<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-24.pdf>

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado “Alerta de La Niña costera”, debido a que se espera que la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2 continúe con valores por debajo de lo normal hasta agosto de 2022; siendo más probable la magnitud fría débil.

Por otro lado, se espera que continúe la presencia de La Niña en el Pacífico central, con una mayor probabilidad de magnitud débil entre junio y octubre del presente año.

Se recomienda a los tomadores de decisión considerar los posibles escenarios de riesgo, en base al pronóstico climático vigente.

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 15 de julio 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 Bujías de Pesca	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 CMEEMS	TRMM-3B42	SeaWIFS + MODIS
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																				
Radiación de Onda Larga										X									IGP	* http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170E_140W.gif http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170W_100W.gif
Presión Atmosférica											X								SENAMHI	
Vientos											X	X						X	IGP/IMARPE	
Temperatura del Aire	X	X																	SENAMHI	
Precipitación	X										X								SENAMHI	
Precipitación estimada																X			SENAMHI/IGP	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																				
Temperatura del Mar	X	X	X	X	X							X		X					DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s, Periodo climatológico: 1981-2010, *Anomalías de OSTIA, son calculadas en base a una climatología de 30 años, proveniente de datos de Pathfinder.
Nivel medio del Mar	X																	X	DIHIDRONAV/IMARPE	*Disponible desde 1993 a la actualidad, Periodo climatológico: 1993-2012, Frecuencia diaria.
Salinidad		X	X	X														X	DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones

																				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 HIDRICOS Y AGROMETEOROLÓGICAS																						
Caudal de ríos			X																		ANA	
Reservorios y embalses			X																		ANA	
Desarrollo de cultivos									X												SENAMHI	