

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 8 N° 06

JUNIO 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° 06, junio 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 WEB: 15 de julio de 2022



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

JUNIO 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 JUNIO 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	224
3.4.	Condiciones hidrológicas	230
3.5.	Condiciones agrometeorológicas.....	232
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 re-análisis 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 JUNIO DE 2022

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

La TSM continuó con anomalías negativas en el Pacífico ecuatorial central y oriental en el mes de junio y las dos primeras semanas de julio. Estas anomalías vienen siendo débiles en gran parte de la franja ecuatorial desde mediados de mayo, alcanzando valores cercanos a cero en las primeras semanas de julio. En las regiones Niño, en promedio, la anomalía negativa de junio disminuyó en 0,2 °C respecto al mes de mayo; en la región Niño 3.4 la anomalía negativa se atenuó de -1,12 °C a -0,77 °C, y en Niño 1+2 de -1,65 °C a -1,48 °C (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)								
Región Niño	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
Ene 22	23,47	-1,09	24,34	-1,32	25,59	-0,95	27,94	-0,38
Feb,	24,54	-1,56	25,26	-1,15	25,85	-0,90	27,81	-0,38
Mar,	25,75	-0,74	26,46	-0,74	26,30	-0,98	27,61	-0,71
Abr,	24,15	-1,39	26,66	-0,93	26,70	-1,12	27,78	-0,84
May,	22,76	-1,65	26,20	-1,06	26,81	-1,12	28,10	-0,82
Jun,	21,65	-1,48	25,80	-0,82	26,96	-0,77	28,26	-0,71

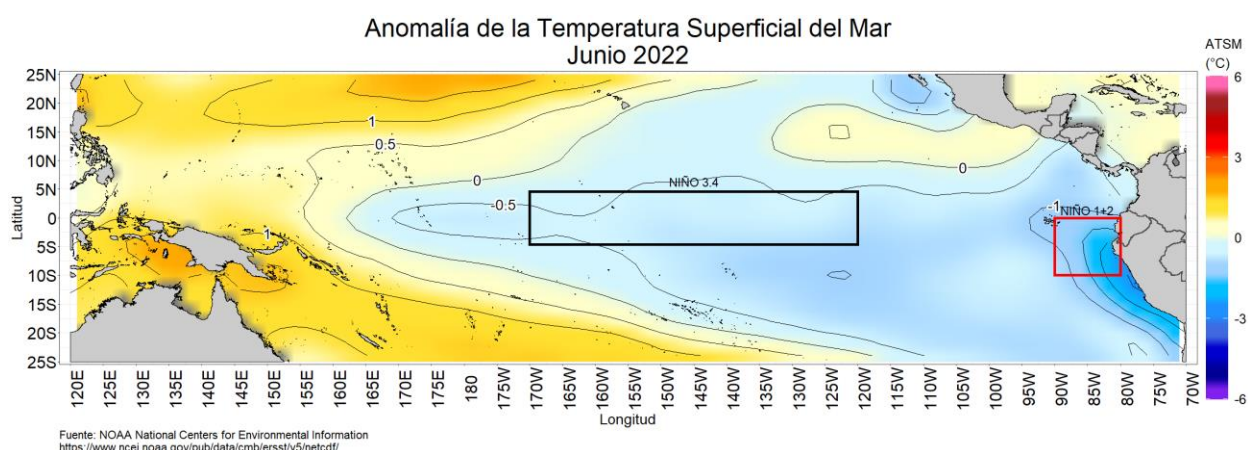


Figura 1. Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico en junio de 2022, La región Niño 3,4 está delimitada con el recuadro negro y la región Niño 1+2 está delimitada con el recuadro rojo, Fuente: ERSSTv5, Procesamiento: DIHIDRONAV,

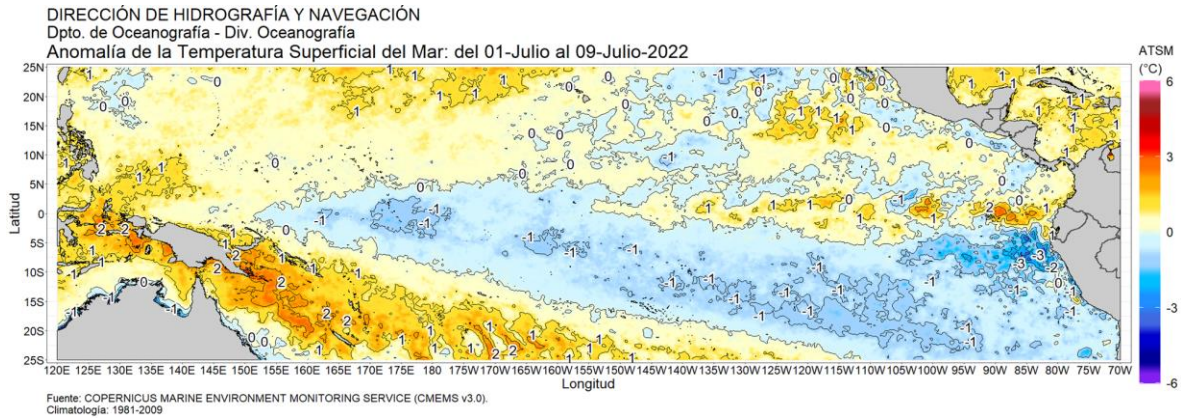


Figura 2. Promedio de las anomalías de TSM en el Pacífico del 1-9 de julio 2022, Fuente: Ostia, Elaboración: DIHIDRONAV,

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de mayo de 2022, al igual que el ICEN temporal (ICEN-tmp) de junio corresponden a la condición fría moderada, Por otra parte, el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de mayo corresponde a la condición fría moderada y el ONI temporal (ONI-tmp) de junio corresponde a la condición fría débil (Tabla 2),

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

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
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
may-22	-1,36	Fría Moderada	-1,00	Fría Moderada
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
jun-22	-1,37	Fría Moderada	-0,83	Fría Débil

Según la información observada y de los modelos de ondas, una onda Kelvin fría habría arribado a la costa peruana en junio, pero sin tener un mayor impacto en el nivel del mar, Por otro lado, una onda Kelvin cálida habría iniciado su arribo a la costa americana a inicios de julio, aunque su núcleo todavía se localizaría lejos de la costa (100°W), Finalmente, se observa el desarrollo de un paquete de ondas Kelvin frías en el Pacífico central, entre 150°E y 140°W, formada debido al pulso de vientos del este en el Pacífico central y occidental a inicios de julio (Figura 3),

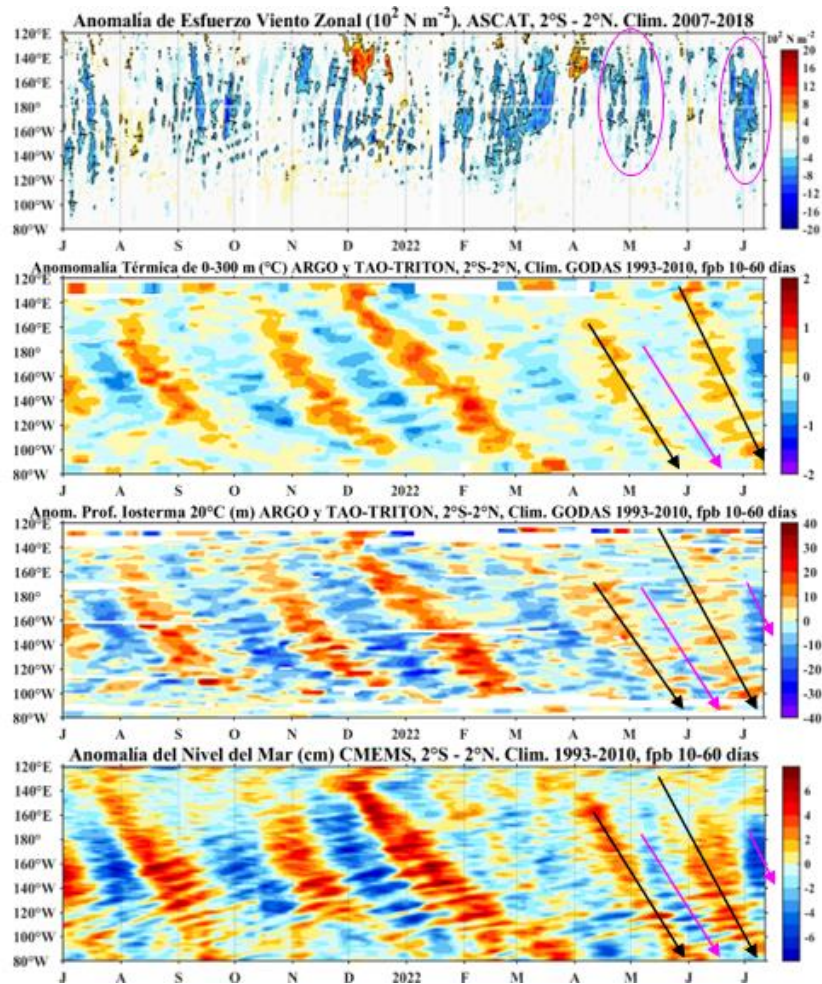


Figura 3. Diagrama Hovmöller: a) anomalía del esfuerzo de viento zonal (10^2 Nm^{-2}), b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) con filtro pasa banda de 10 a 60 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, c) anomalía de temperatura de 0 a 300 m de profundidad ($^\circ \text{C}$) con filtro pasa 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), Flechas negras: ondas Kelvin cálidas; flechas magenta: ondas Kelvin frías, Procesamiento: IMARPE,

En junio, respecto al mes anterior, el patrón de circulación atmosférica típico de un evento La Niña se fortaleció. Sobre la franja del Pacífico ecuatorial, el patrón subsidente (alrededor de los 150°E) en promedio se intensificó; así mismo, el patrón convectivo, al norte del continente Sudamericano, se mostró fortalecido. En la baja tropósfera (850 hPa), sobre el Pacífico centro occidental, los vientos alisios se presentaron alrededor de lo normal; sin embargo, hacia fines de mes, los vientos anómalos del este presentaron una intensificación. Por otro lado, en niveles altos de la tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico central, los vientos anómalos del oeste presentaron una recuperación, principalmente, hacia finales de junio, cuando también se reconfiguraron los giros ciclónicos anómalos a ambos lados de este flujo (Figura 4).

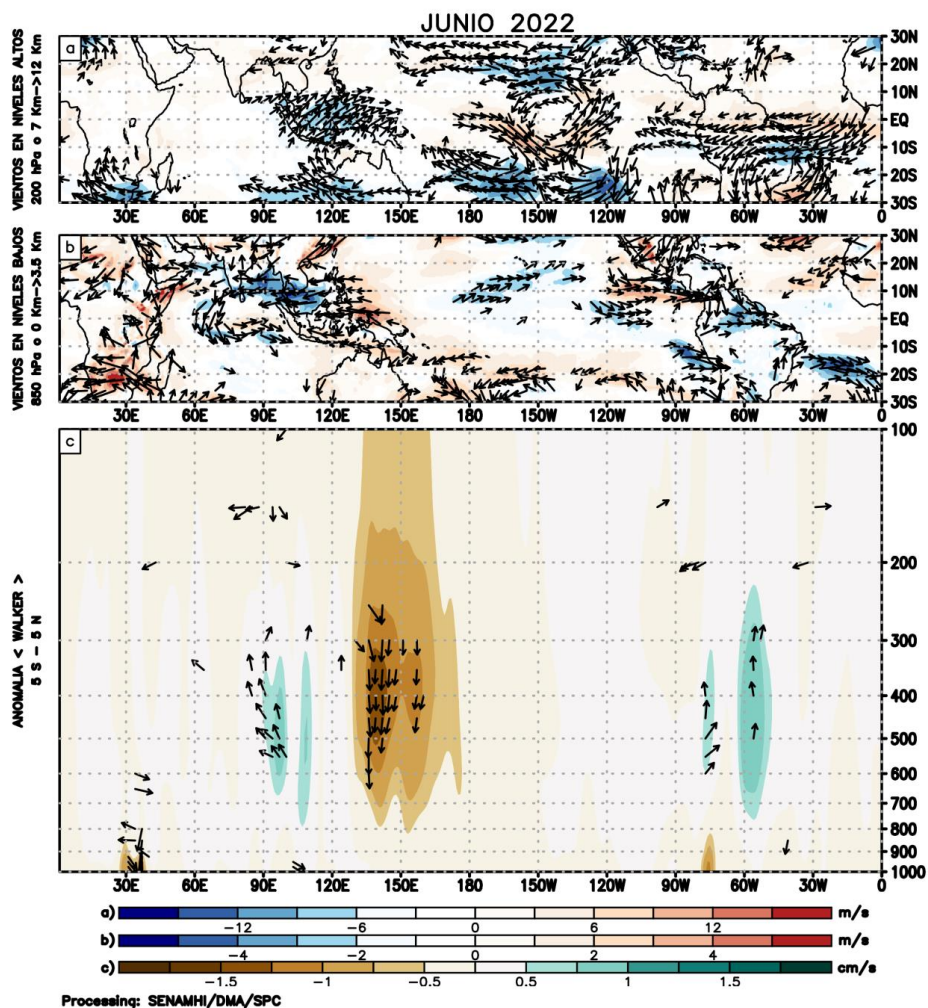


Figura 4: (a) Anomalías de los vientos respecto a su velocidad (colores) y dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para junio del 2022, (c) patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para junio del 2022, Fuente: GFS, Procesamiento: SENAMHI,

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio para junio, presentó una configuración zonal, con un núcleo de hasta +2 hPa al noroeste de su posición normal (Figura 5); no obstante, también se observaron anomalías positivas de presión atmosférica al sureste del Pacífico, frente a las costas chilenas, y anomalías negativas de la presión frente a Chile Central asociadas al paso de sistemas frontales hacia dicha zona. Asimismo, el APS presentó un comportamiento intermitente con periodos alejados a continente, cuando la baja presión se posicionó frente a Chile central, y periodos cercanos a continente. El Alejamiento del APS del continente, en las últimas semanas del mes, fue favorable para la recuperación de los vientos alisios hacia el Pacífico ecuatorial central; no obstante, los vientos frente al litoral presentaron condiciones de normal a ligeramente bajo lo normal, particularmente frente a la costa centro y sur. Esta condición favoreció al debilitamiento de las anomalías negativas de la TSM. En los últimos días del mes de junio e inicios de julio, se intensificaron nuevamente los vientos en promedio de los 300 km de la costa, principalmente frente a la región sur del litoral (Figura 6).

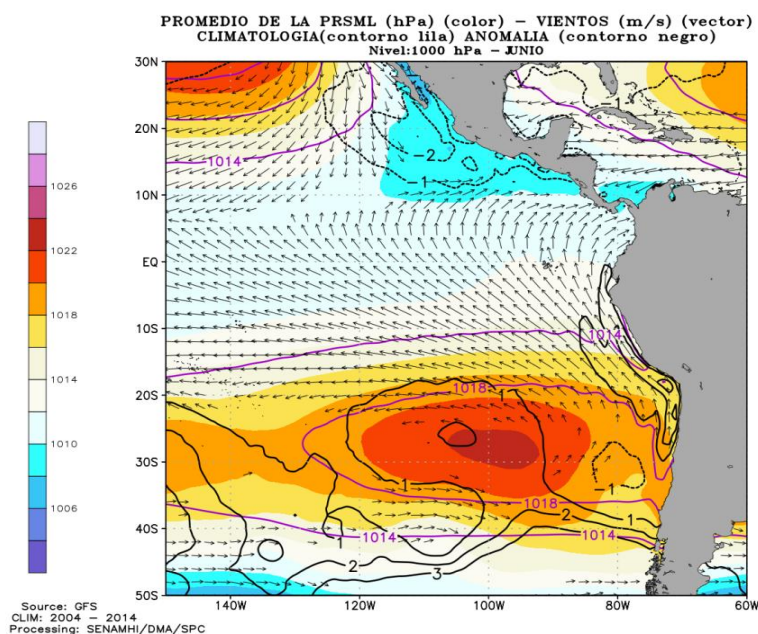


Figura 5. Promedio mensual de la presión reducida a nivel del mar (colores) con su climatología (línea lila), anomalía (línea negra) y vientos (flechas) para junio del 2022.

Procesamiento: SENAMHI

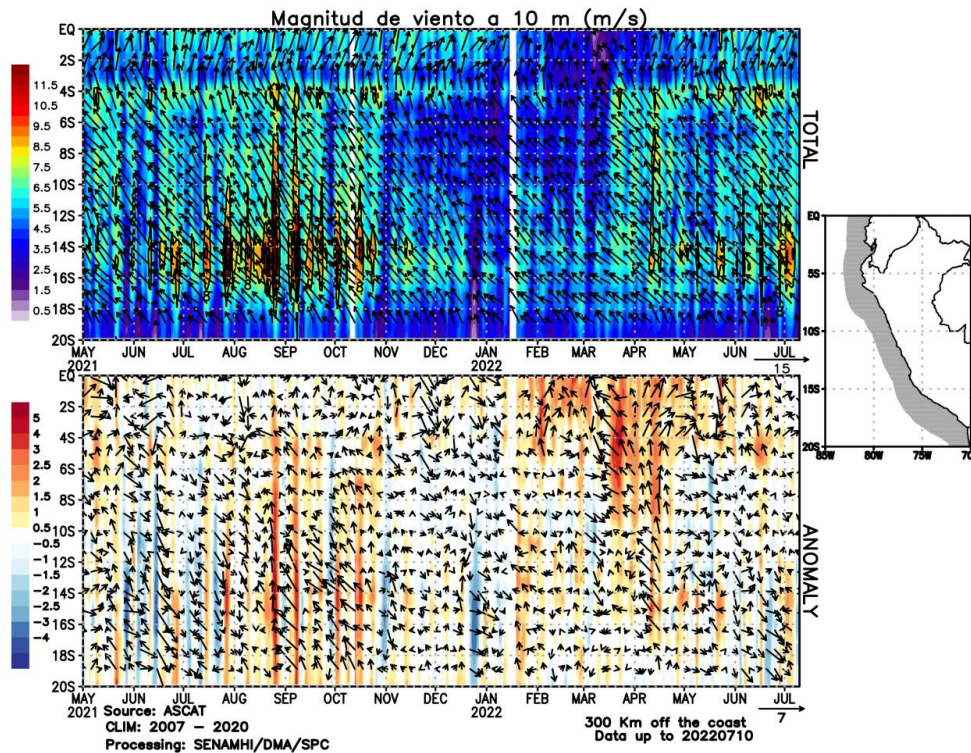


Figura 6. Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento dentro de los 300 km de la costa, Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento frente a la costa de Perú. Fuente: ASCAT, Procesamiento: SENAMHI-SPC.

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

En la franja costera peruana (<40 km) predominaron vientos moderados ($>4,1 \text{ ms}^{-1}$) a fuertes ($> 6,8 \text{ ms}^{-1}$) frente a Talara hasta Paita y desde Pisco a San Juan de Marcona, generando anomalías positivas de velocidad del viento ($+2,0 \text{ ms}^{-1}$) en la zona norte, principalmente entre mediados de junio e inicio de julio (Figura 7). En la zona oceánica, se registraron grandes fluctuaciones de la velocidad del viento, con anomalías que variaron en el rango de $\pm 2,0 \text{ ms}^{-1}$ en el mismo periodo, El afloramiento costero presentó intensidad superior a $200 \text{ m}^3\text{s}^{-1} \times 100\text{m}$, principalmente entre Talara y Paita, en tanto que al sur de San Juan de Marcona se registraron intensidades menores a $100 \text{ m}^3\text{s}^{-1} \times 100\text{m}$ hasta fines de junio, que aumentaron a $>100 \text{ m}^3\text{s}^{-1} \times 100\text{m}$ en los primeros días de julio (Figura 8).

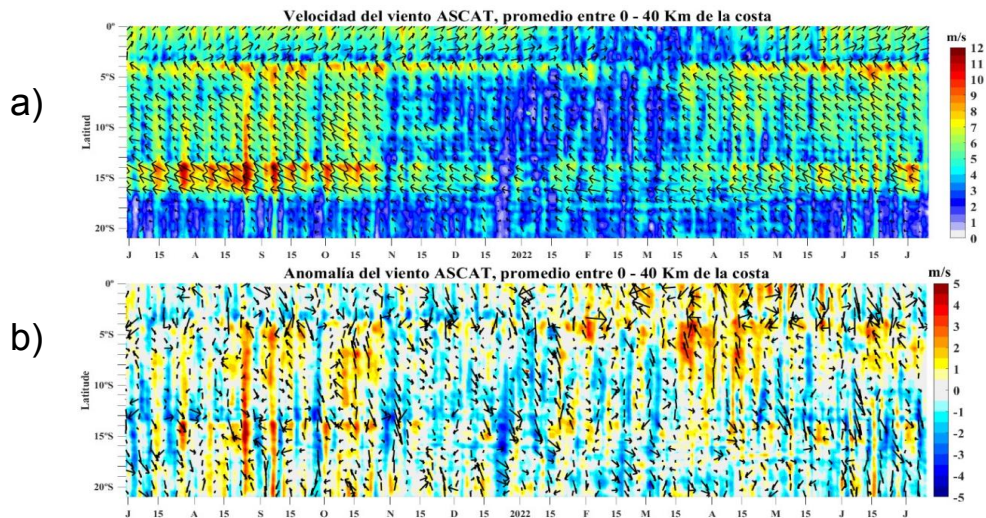


Figura 7, Viento a 40 Km frente a la costa de Perú, a) Velocidad del viento (m s^{-1}), b) Anomalia de la velocidad del viento (m s^{-1}), Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: IMARPE,

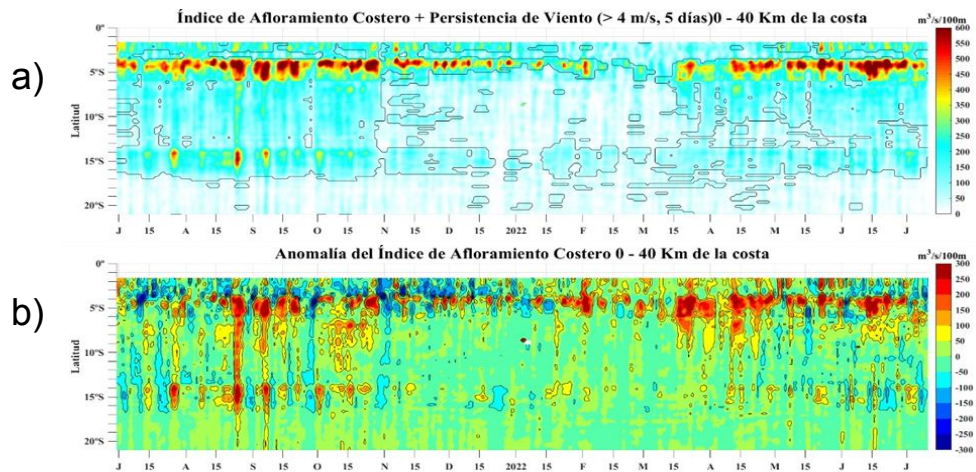


Figura 8, Índice de Afloramiento Costero, a) Índice de Afloramiento Costero ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$), b) Anomalia del IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$), Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: IMARPE,

Durante junio, las temperaturas máximas del aire (diurnas) a lo largo de la franja costera registraron, en promedio, valores dentro de su variabilidad climática ($\pm 1,0$ °C); mientras que las temperaturas mínimas del aire (nocturnas) mantuvieron condiciones frías a lo largo del litoral, y en la costa norte las anomalías alcanzaron, en promedio, los $-1,6$ °C, en la costa central $-2,2$ °C y en la costa sur $-1,8$ °C. En lo que va de julio, la temperatura máxima en la costa norte y costa sur presentan valores dentro de su variabilidad normal, mientras que, la costa central registró una anomalía promedio de $-1,5$ °C. En cuanto a la temperatura mínima, la costa norte y la costa central mantiene valores por debajo de lo normal, con anomalías de $-1,5$ °C y $-1,8$ °C, respectivamente, y la costa sur registra valores dentro de su rango normal (Figura 9).

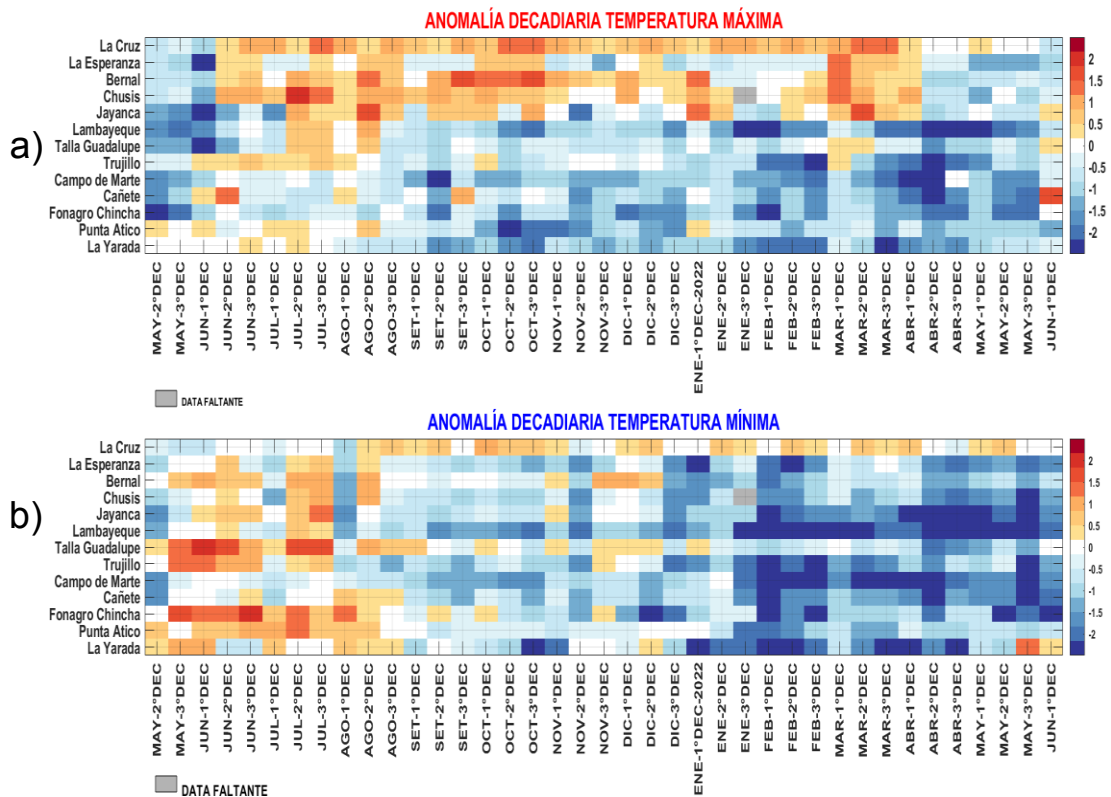


Figura 9. Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI de abril de 2021 a junio de 2022. Fuente: SENAMHI

En junio, la TSM frente a la costa de Perú presentó en promedio valores de 16 °C a 20 °C, excepto al norte de los 4°S, en donde se observaron valores de 21 °C a 24 °C. La anomalía de TSM muestra la continuidad de un escenario frío en todo el mar del Perú, con mayor intensidad (-1 °C a -3,5 °C) entre los 4°S y 12°S. En lo que va de julio, las condiciones frías continúan con mayor intensidad hasta los 10°S, presentando anomalías de hasta -3,5 °C. Asimismo, en el litoral las anomalías de la TSM de junio continuaron mostrando un escenario frío, con tendencia a atenuarse principalmente en la zona centro y sur (Figura 10 y 11).

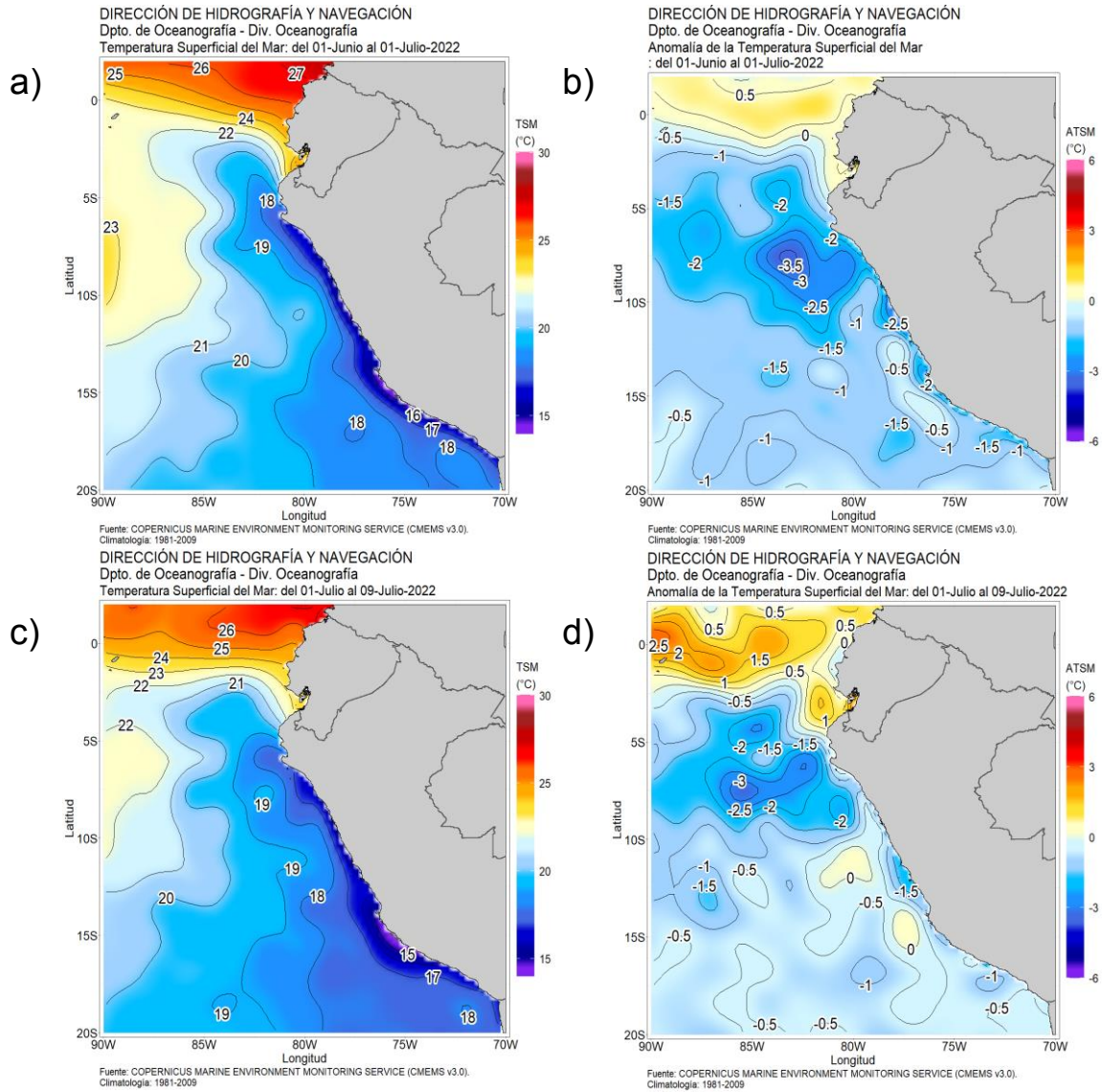


Figura 10. a) TSM promedio mensual (junio 2022); b) Anomalía de TSM promedio mensual (junio 2022) y c) TSM promedio del 1-9 julio, d) Anomalía de TSM promedio del 1-9 julio 2022. Fuente: Ostia, Climatología 1981 – 2010, Procesamiento: DIHIDRONAV.

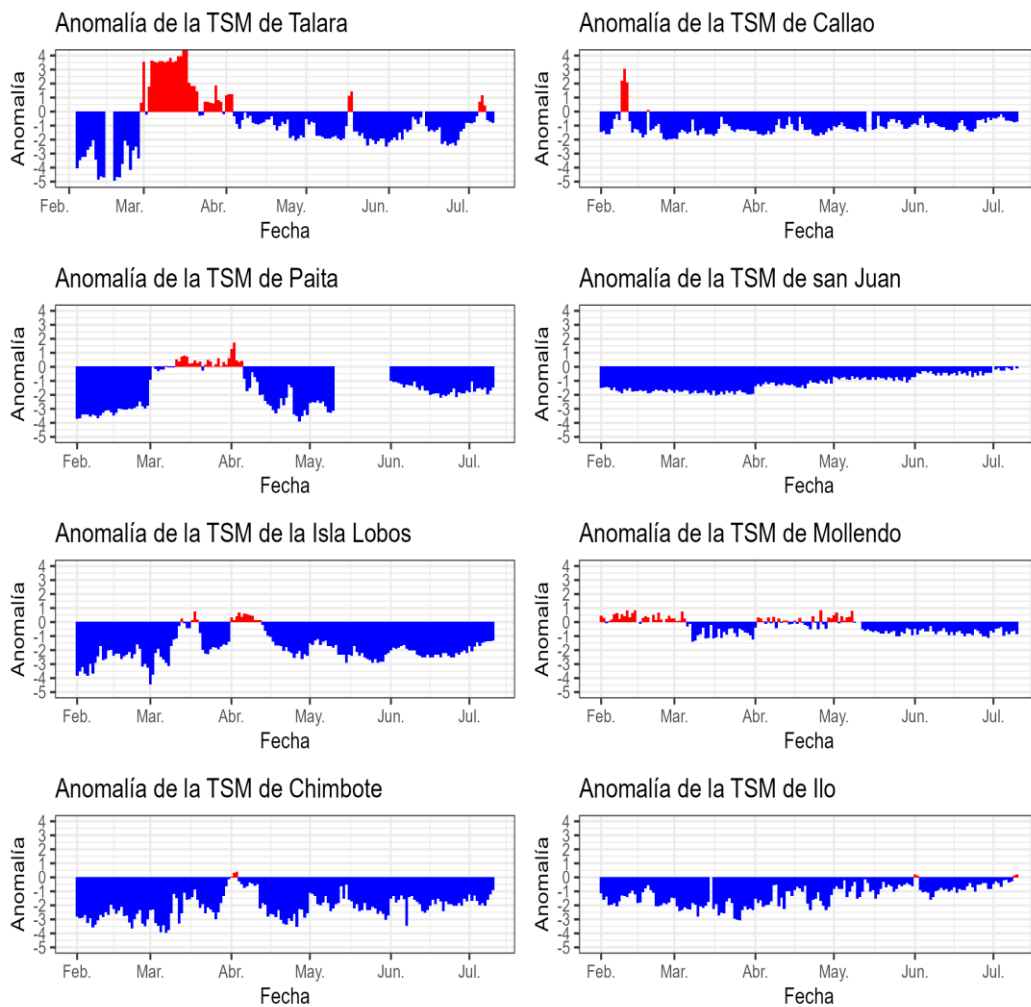


Figura 11: Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 3 meses hasta el 10 de julio de 2022, Fuente: DHN,

Respecto a la anomalía del nivel del mar (ANM) en el litoral, los registros evidenciaron un descenso, hasta valores negativos, entre la tercera y la cuarta semana de junio. En tanto, entre finales de junio y lo que va de julio, la anomalía del nivel del mar mostró una tendencia ascendente, con valores positivos asociados al paso de una onda Kelvin cálida, cuya señal se detectó principalmente hasta San Juan de Marcona. Asimismo, dentro de las 60 millas náuticas, se produjo la disminución de las ANM positivas para la última semana de junio, asociados al arribo de una onda Kelvin fría, seguida de una ligera tendencia ascendente en los primeros días de julio (Figura 12 y 13).

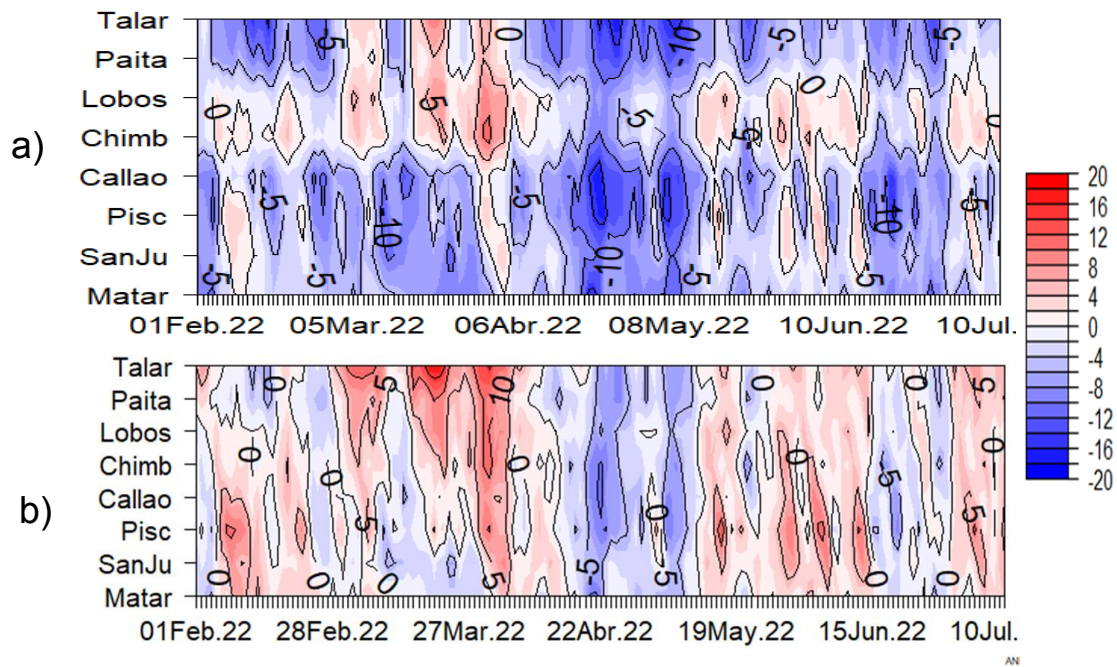


Figura 12. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM diaria en el litoral peruano a) sin filtro y b) con filtro móvil anual, de febrero a 10 de julio de 2022, Climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

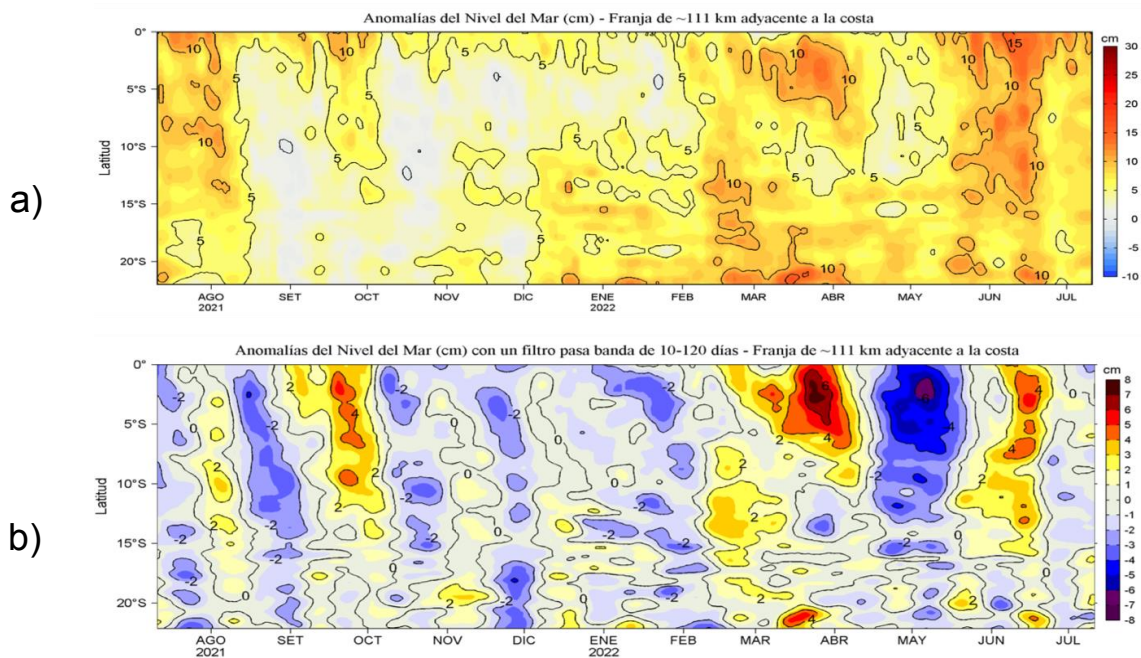


Figura 13. Diagrama Hovmöller de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 millas náuticas (~111 km) adyacente al

litoral peruano para los últimos doce meses a inicios de julio de 2022. Fuente: CMEMS v3,0, Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b), Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

La temperatura subsuperficial frente a la costa norte, durante junio y dentro de las 240 millas náuticas, mostró anomalías entre $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 100 m de profundidad; mientras que entre los 200 y 500 m de profundidad se presentaron anomalías de hasta $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$, asociadas al paso de la onda Kelvin cálida (Figura 14). Durante los últimos días de junio las anomalías térmicas positivas por debajo de los 200 m de profundidad se atenuaron por el paso de la onda Kelvin fría; mientras que a inicios de julio se observaron nuevamente ligeras anomalías positivas entre $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por debajo de los 250 m de profundidad. Frente a la costa centro dentro de las 100 millas las condiciones se normalizaron, llegando a presentar anomalías positivas entre los 20 m y 100 m de profundidad en todo junio y lo que va de julio (Figuras 14 y 15). Por otro lado, la profundidad de la termoclina y de la oxiclina tendió a normalizarse respecto a inicios de junio, debido al paso de la onda Kelvin cálida (Figura 15 y 17). Asimismo, el límite superior de la zona mínima de oxígeno entre fines de junio e inicios de julio mostró una profundización, ubicándose en una posición más profunda de lo habitual frente a la costa norte (Figura 16).

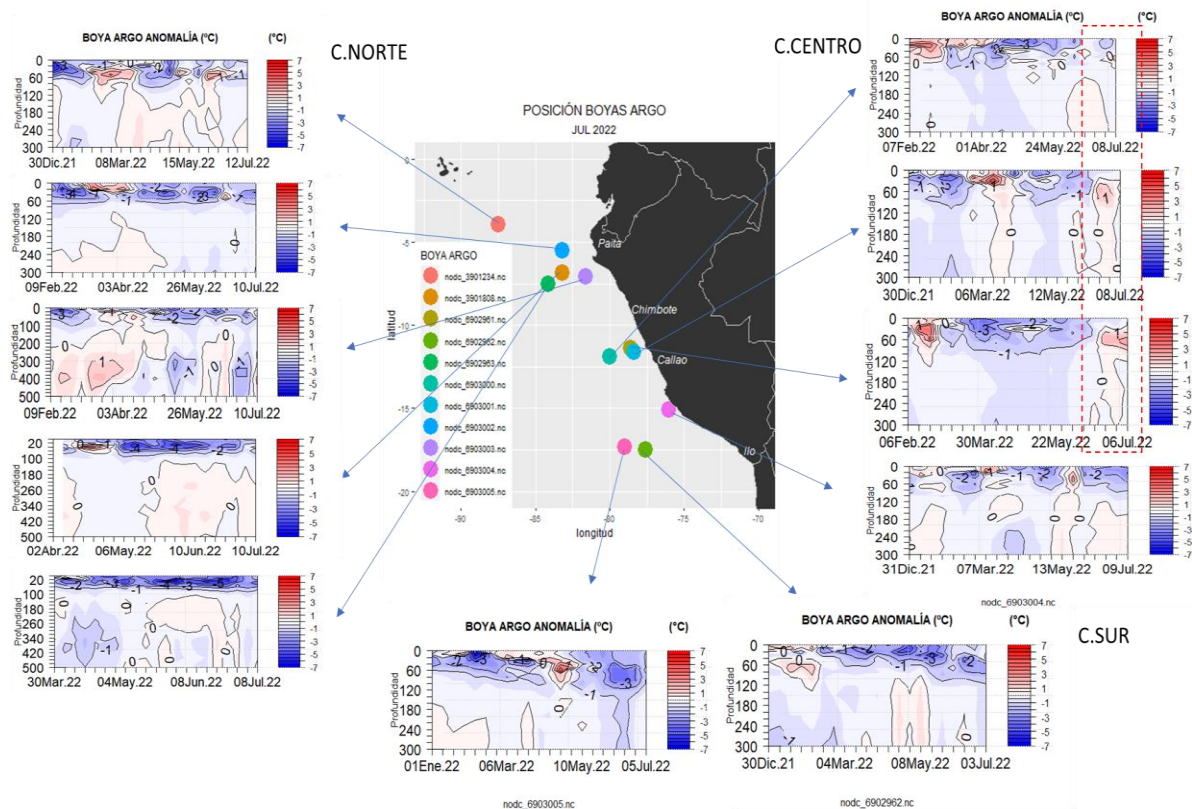


Figura 14. Secciones de anomalías de temperatura del mar de enero a julio de 2022 hasta los 300 y 500 m de profundidad. Fuente: ARGO, climatología: 1981-2010, Procesamiento: DIHIDRONAV

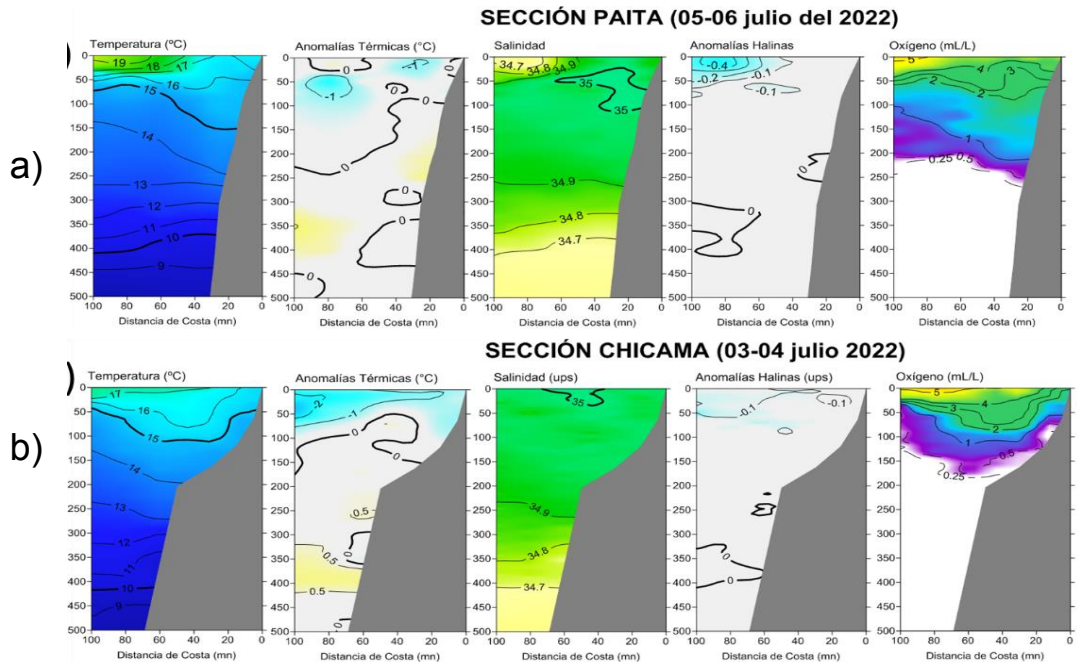


Figura 15. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas y oxígeno disuelto (mL L^{-1}) frente a a) Paita (5-6 julio) y b) Chicama (3-4 julio), de izquierda a derecha. Fuente: IMARPE.

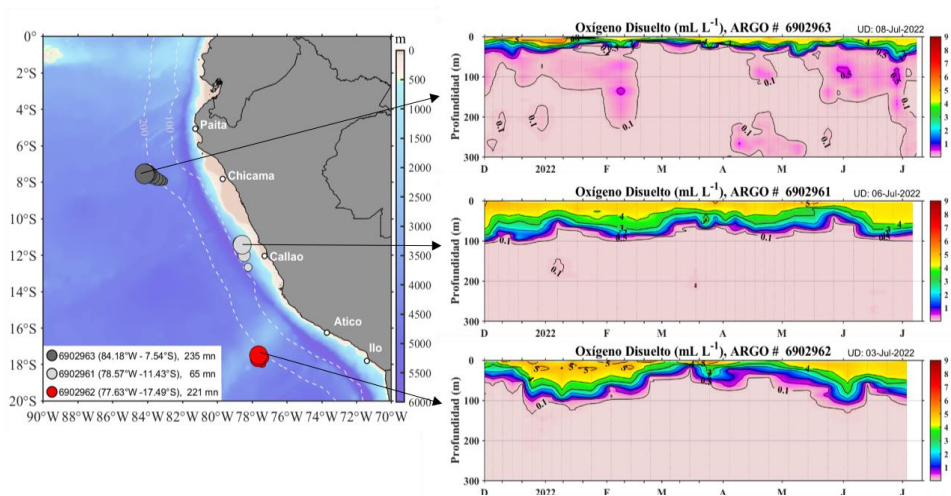


Figura 16. Evolución del oxígeno disuelto del agua de mar en flotadores ARGO frente a la costa del Perú (dentro de las 200 mn). Fuente: ARGO, Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

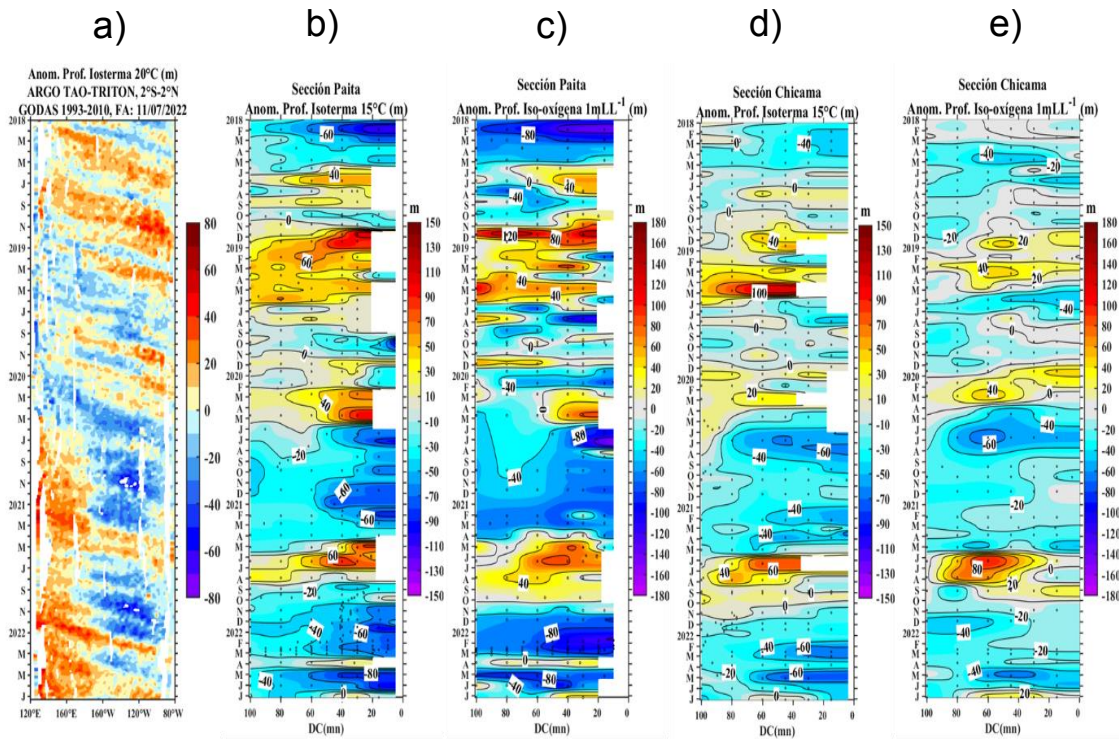


Figura 17. Diagrama Hovmöller de a) profundidad de la isoterma de 20°C en el Pacífico Ecuatorial (120° E – 80° W y 2° N – 2° S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15°C (proxi de la termoclina) frente a Paita (0-100 mn), c) anomalía de la profundidad de la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

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 de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) frente a Talara, aunque con una intromisión hasta Paita por fuera de las 60 millas náuticas de la costa desde la tercera semana de junio hasta julio. Frente a Paita, se observó la disminución paulatina de la cobertura de las aguas costeras frías (ACF), generando una mayor presencia de aguas de mezcla con las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), las cuales presentaron un mayor acercamiento hacia Punta Falsa a partir de la tercera semana de junio hasta julio. Durante este periodo, las ASS presentaron una mayor aproximación a la costa en la zona entre Chimbote y Callao y de San Juan de Marcona hacia el sur (Figuras 18 y 19).

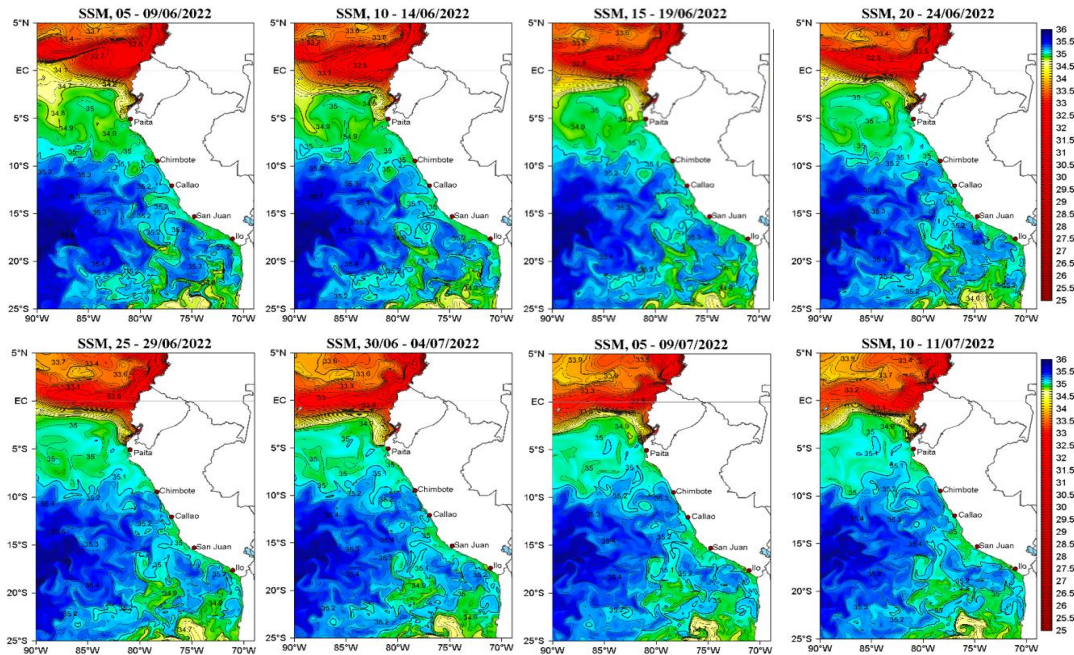


Figura 18. Distribución espacial promedio pentadal de la salinidad superficial en el océano Pacífico tropical oriental, de junio a julio de 2022. Fuente: MERCATOR, Procesamiento: IMARPE.

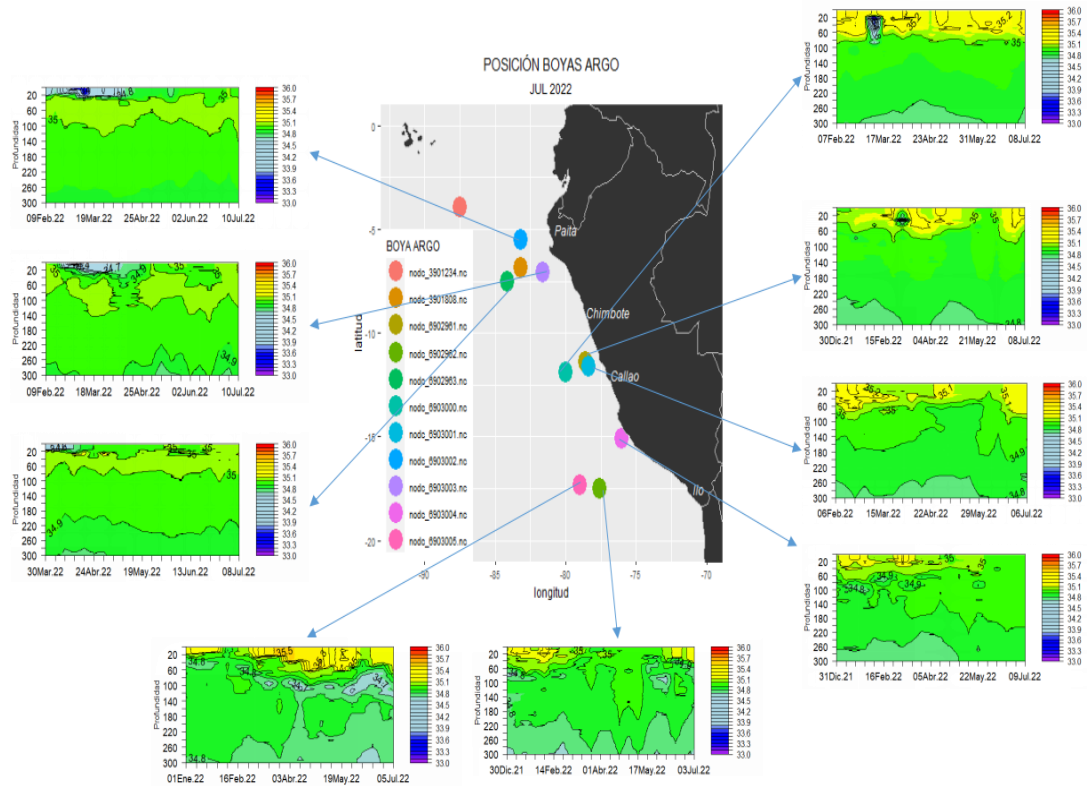


Figura 19. Sección de la salinidad del mar frente a la costa de Perú de enero a julio de 2022, Fuente: ARGO, Procesamiento: DIHIDRONAV.

3.3. Productividad marina y condiciones biológico pesqueras

De acuerdo a la información satelital e instrumental, la clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, durante junio y lo que va de julio en la franja adyacente a la costa, presentó concentraciones entre 1 y 3 $\mu\text{g L}^{-1}$, en promedio, con mayores concentraciones de hasta 10 $\mu\text{g L}^{-1}$ frente a Pisco-Callao y Atico-Ilo, restringidas dentro de las 10 millas náuticas, así como concentraciones de hasta 5 $\mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 60 millas náuticas frente a Negritos y Paita (Figura 5b). Las anomalías de clorofila-a mostraron una amplia distribución de valores negativos de -1 $\mu\text{g L}^{-1}$ desde Paita hasta Pisco; sin embargo, destacaron áreas con anomalías positivas frente a Pisco y Atico-Ilo en julio, indicando alta productividad (clorofila-a $>3 \mu\text{g L}^{-1}$) (Figura X11). Para la franja de 100 km, entre Talara y San Juan de Marcona, la concentración promedio de clorofila-a tendió a disminuir, variando ligeramente por debajo de su patrón climatológico (Figura 20).

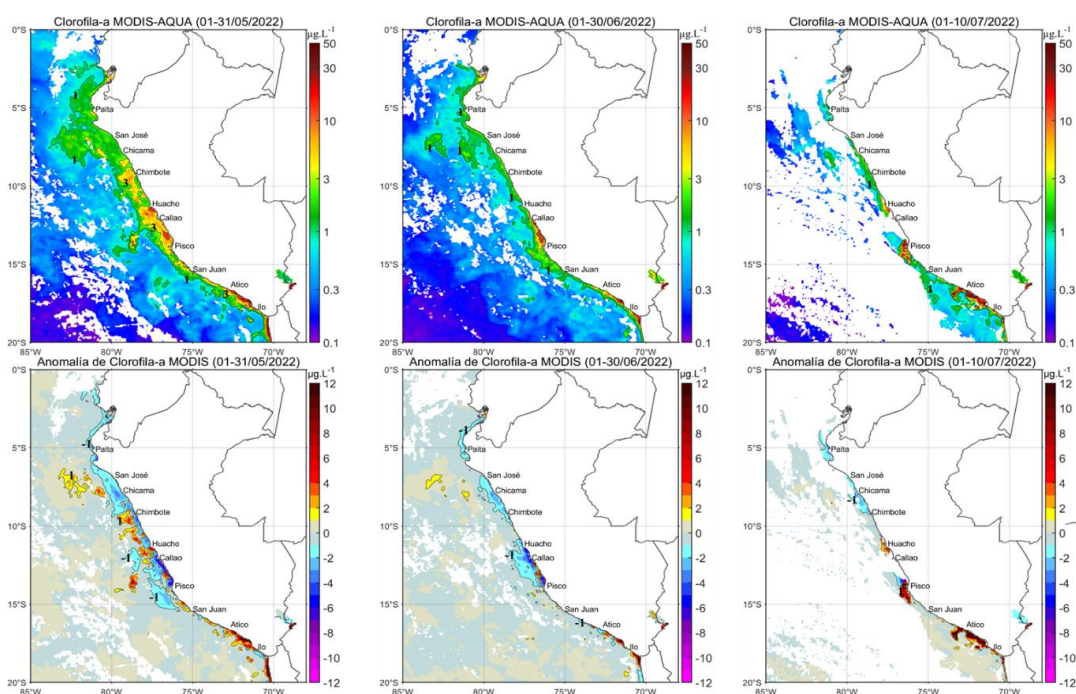


Figura 20. Distribución de la clorofila-a superficial ($\mu\text{g L}^{-1}$) (superior) y anomalía (inferior) de mayo a julio de 2022 (de izquierda a derecha). Fuente: MODIS-AQUA, Procesamiento: IMARPE.

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, la distribución de la anchoveta en el mar peruano, inferida con base a las capturas realizadas por la flota industrial de cerco, presentó una amplia cobertura espacial, similar al mes de mayo. En la región norte-centro se distribuyó desde Sechura hasta Bahía Independencia dentro de las 60 millas náuticas, y en la región sur se distribuyó desde Mollendo hasta Morro Sama dentro de las 10 millas náuticas, coincidiendo con la presencia de ACF y anomalías negativas de TSM entre -2°C y -3°C (Figura 21).

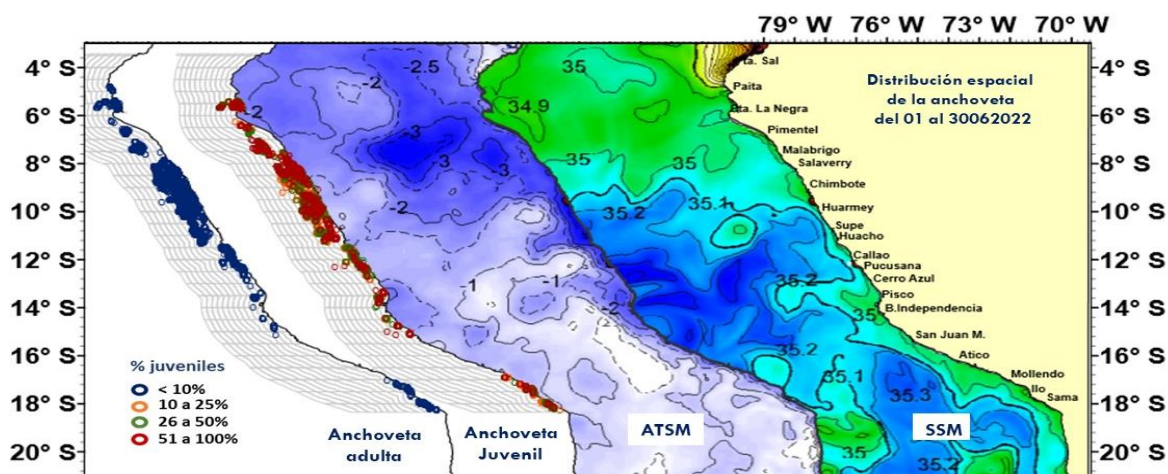


Figura 21. Distribución de la anchoveta adulta, anchoveta juvenil, anomalía de temperatura superficial del mar y salinidad superficial del mar, de izquierda a derecha, Junio de 2022, Fuente: IMARPE.

La estructura de tallas de la anchoveta fluctuó entre 7,0 y 17,0 cm de longitud total (LT), con moda en 12,0 cm y porcentajes de juveniles de 25 %, continuando la alta sobreposición entre ejemplares adultos y juveniles (Figura 22). Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro mostraron un ligero incremento en la actividad reproductiva y desovante; asimismo, el valor del contenido graso (CG) aumentó, mostrando un comportamiento acorde a su condición reproductiva y a lo esperado para esta época del año (Figura 23).

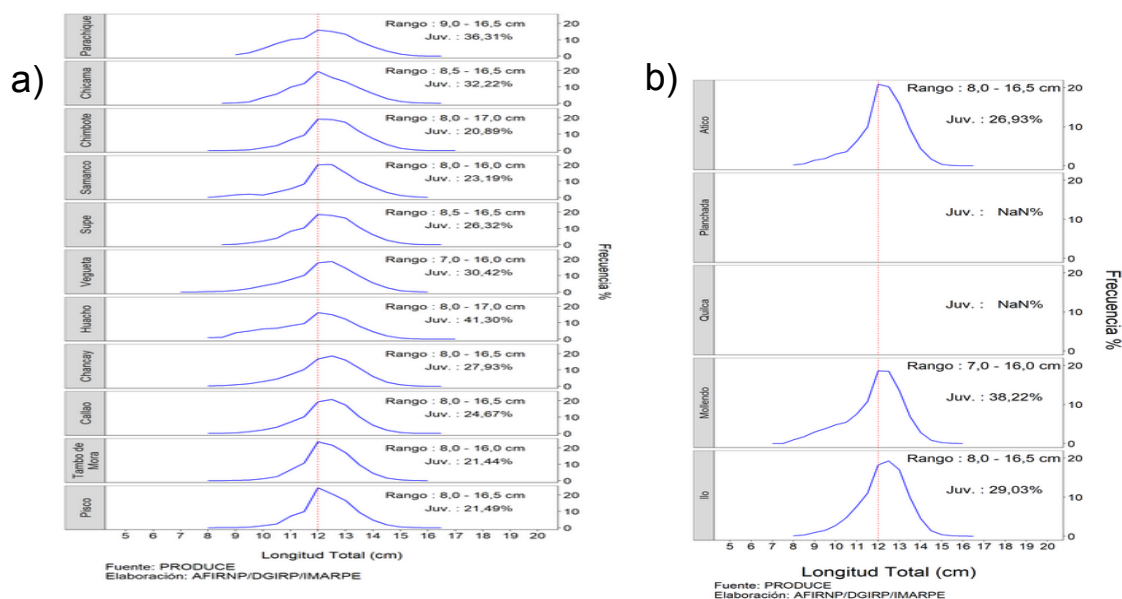


Figura 22. Estructura por tamaños de la anchoveta en la a) región norte – centro y b) región sur

durante junio del 2022, según puerto. Fuente: IMARPE.

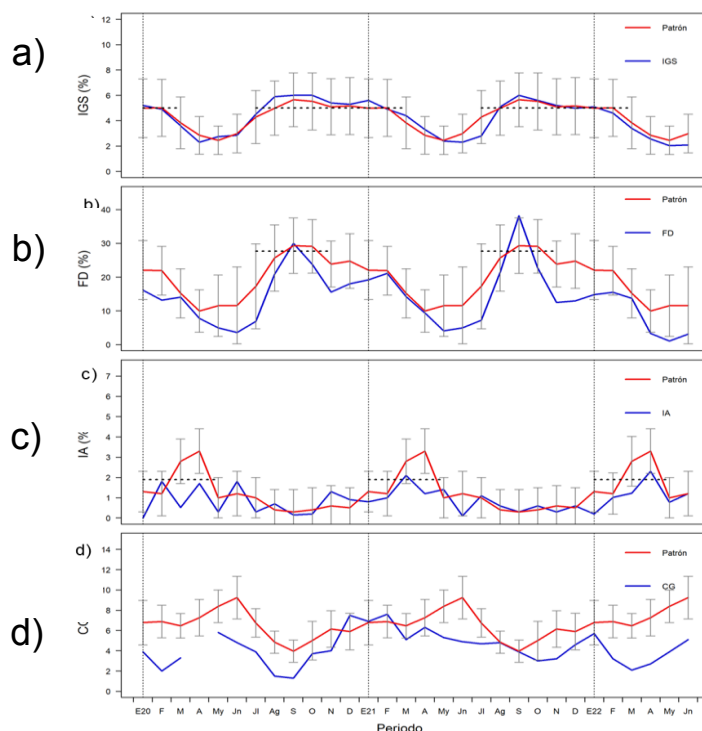


Figura 23. Serie mensual de los indicadores de la condición reproductiva de la anchoveta: a) Índice gonadosomático, b) Fracción desovante, y c) Índice de atresia y de condición somática d) contenido graso, de enero 20 a junio de 2022, Fuente: IMARPE.

Se registró al invertebrado camaroncito rojo o múnida *Pleurocondes monodon*, como captura incidental asociada a la pesca de anchoveta, desde Sechura hasta Supe dentro de las 60 millas náuticas (Figura 24). Las especies transzonales jurel y caballa se distribuyeron entre las 10 y 100 millas náuticas de la costa frente a Callao y a Pisco, asociadas a áreas con aguas de mezcla entre ACF y ASS. El bonito presentó tres zonas importantes de pesca: la primera entre Paita y Pimentel dentro de las 80 millas náuticas en forma dispersa y asociado a aguas de mezcla entre ACF y AES; la segunda entre Callao y Pisco donde presentó mayores concentraciones dentro de las 100 millas náuticas, y la tercera de Mollendo hasta Morro Sama dentro de las 50 millas náuticas, asociadas estas dos últimas zonas a aguas de mezcla entre ACF y ASS (Figura 25). Respecto a la actividad reproductiva, los recursos caballa, jurel y bonito mostraron bajos valores, evidenciando que aún se encuentran en un periodo de reposo gonadal (Figura 26).

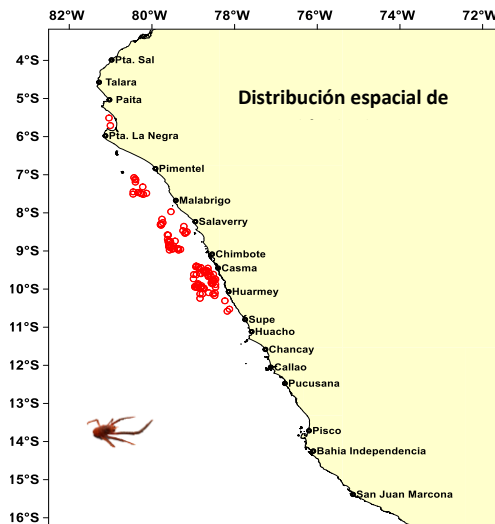


Figura 24. Distribución espacial de lances con munida como captura incidental dentro de la pesquería de la anchoveta, durante junio del 2022.

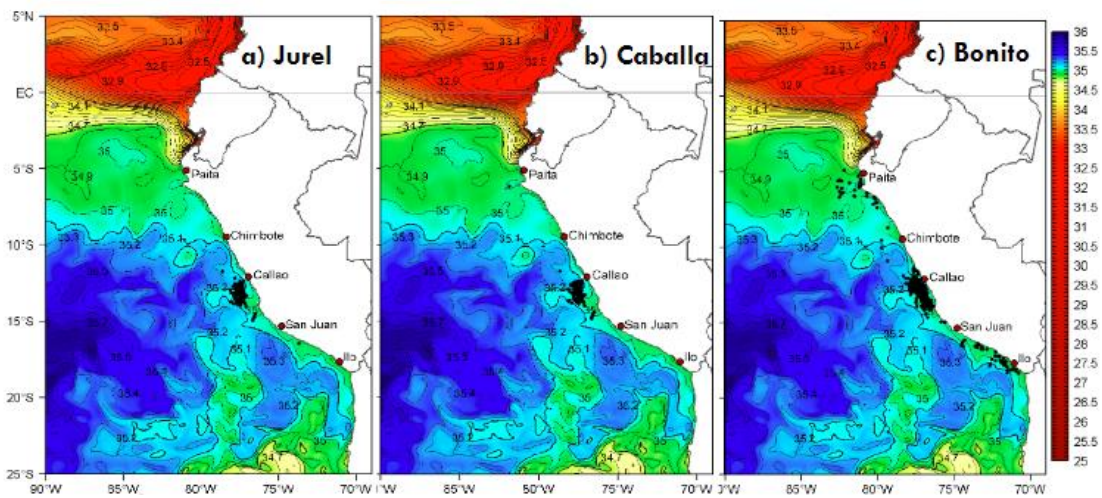


Figura 25. Distribución de lances, realizados por la pesca artesanal, de a) jurel, b) caballa y c) bonito en relación a la salinidad superficial del mar (SSM), Periodo: junio 2022, Fuente: IMARPE.

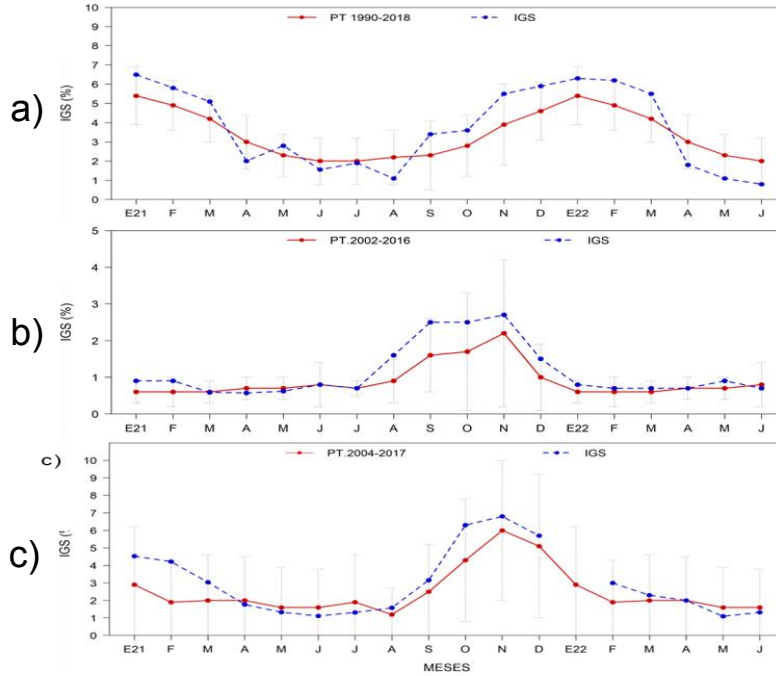


Figura 26. Índice gonadosomático (IGS) de a) caballa, b) jurel y c) bonito, Periodo enero 2021 a junio 2022 respecto al patrón histórico de cada especie. Fuente: IMARPE.

La merluza se distribuyó entre Puerto Pizarro y el sur de Mórrope y, las principales capturas se registraron al norte de Punta Sal (Figura 27 a). Respecto a la distribución de tallas, se observó que se mantuvieron las modas del mes anterior (Figura 27 b).

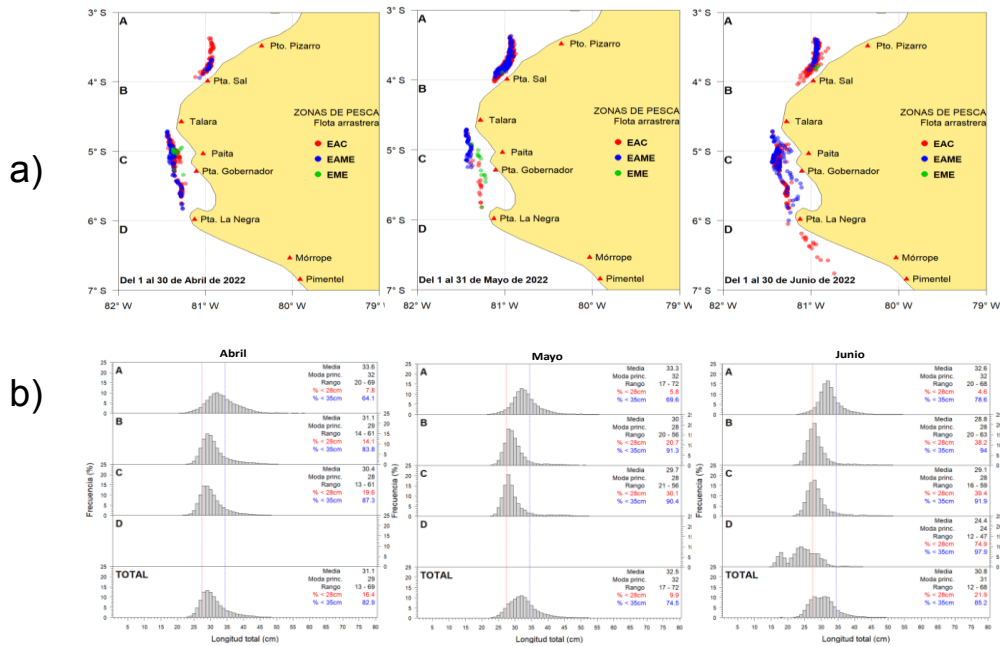


Figura 27. a) Distribución mensual de merluza de mayo y junio de 2022 y b) estructura de tallas de merluza. Fuente: IMARPE.

Los desembarques de los recursos calamar gigante y concha de abanico se incrementaron respecto al mes de mayo (Figura 28a); mientras que los del calamar común y pulpo disminuyeron (Figura 28b). El calamar gigante estuvo distribuido entre Talara y Morro Sama, mostrando mayores concentraciones en el norte frente a Pimentel y en el sur entre San Juan de Marcona y Atico (Figura 29).

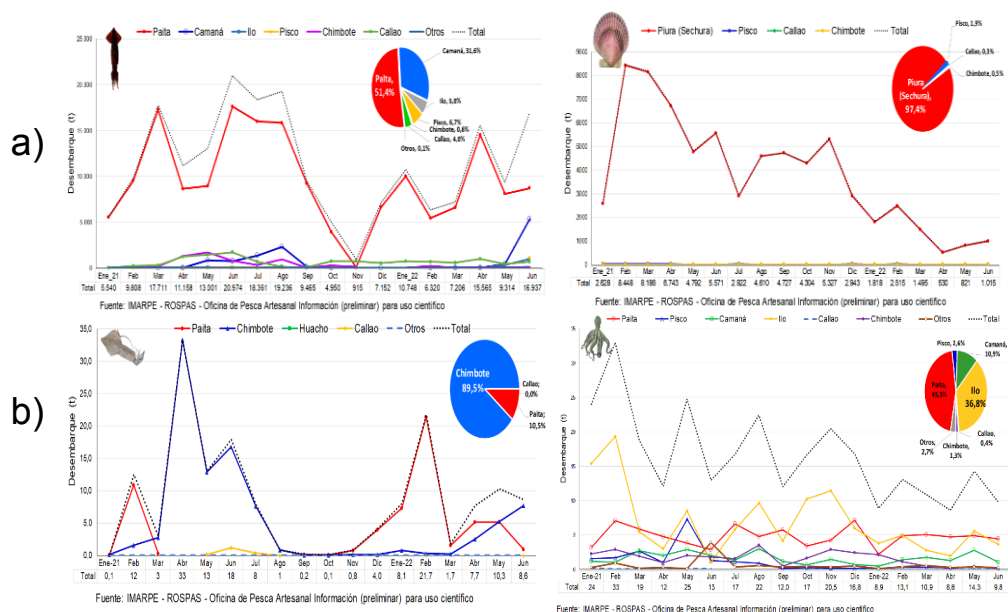


Figura 28. Desembarques durante 2021 a 2022, en toneladas de a) calamar gigante *Dosidicus gigas* y b) Concha de abanico *Argopecten purpuratus*,

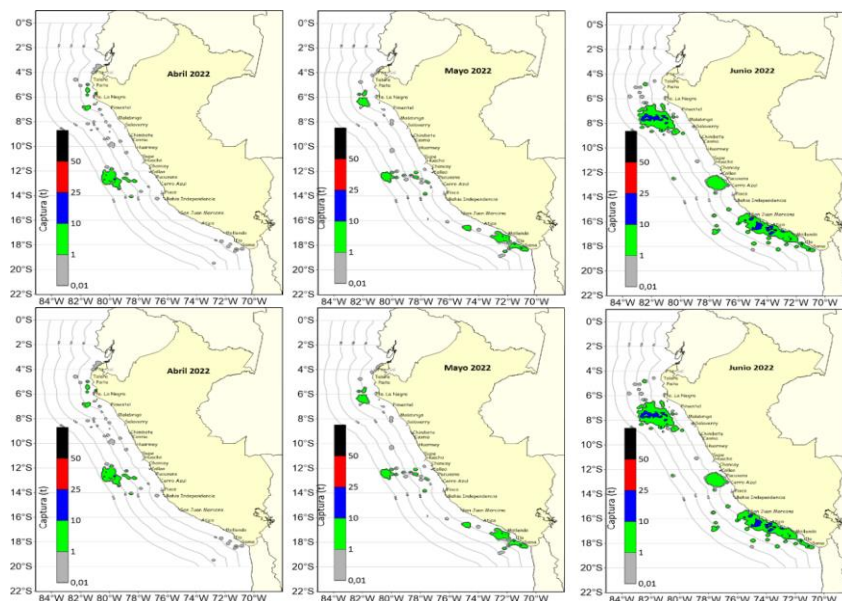


Figura 29. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas* abril-junio 2022.

3.4. Condiciones hidrológicas

En junio y los primeros diez días de julio, en los ríos de las cuencas ubicadas en el norte de la vertiente del Pacífico y la región del Altiplano, predominaron caudales sobre lo normal, mientras que, en los ríos del Pacífico central y sur prevalecieron las anomalías negativas, con mayor intensidad en los ríos de Chillón y Caplina, pero con tendencias a su normalización (Tabla 3).

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

Zona	Ríos	Pentadiarios (m ³ /s)								Promedio (m ³ /s)	Anomalía (%)
		Junio				Julio					
Pacífico Norte	Tumbes	71,8	64,9	62,5	55,2	52,1	48,5	45,0	44,5	55,6	4,2
	Chira	64,3	81,7	73,4	49,8	79,4	101,8	190,4	130,5	96,4	50,3
	Motupe	1,8	0,8	0,8	0,9	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	25,2
	La Leche	S/D	5,8	4,3	3,0	3,0	2,5	S/D	2,1	3,4	5,5
	Chancay Lambayeque	31,1	38,0	43,1	31,4	28,1	23,5	17,6	15,1	28,5	70,6
	Zaña	9,4	8,8	8,5	8,5	7,5	6,5	6,3	6,2	7,7	45,0
	Jequetepeque	15,4	16,1	17,9	14,1	12,2	9,7	7,1	6,0	12,3	29,5
	Chicama	13,2	12,6	11,3	9,5	8,2	7,9	6,9	6,3	9,5	-4,2
	Santa	65,4	67,4	58,2	51,9	48,3	46,4	39,7	39,1	52,1	-6,1
Pacífico Centro	Pativilca	19,1	18,6	17,1	16,4	S/D	S/D	S/D	S/D	17,8	-7,9
	Huaral	8,2	7,6	7,3	7,0	7,0	7,4	7,2	6,8	7,3	26,0
	Chillón	1,5	1,5	1,4	1,3	1,1	1,1	1,0	1,0	1,2	-36,4
	Rímac	19,8	19,2	19,8	19,1	19,6	19,4	19,0	18,8	19,3	12,7
	Cañete	15,8	15,0	14,8	14,0	14,0	14,0	13,1	13,8	14,3	-18,5
	Pisco	2,7	3,0	2,6	2,7	2,3	2,3	2,2	2,1	2,5	-24,6
Pacífico Sur	Ocoña	39,9	43,0	38,8	38,8	37,9	36,5	36,5	36,6	38,5	-21,9
	Camaná	33,9	34,0	32,9	31,9	30,9	30,0	S/D	S/D	32,3	-25,7
	Tambo	11,7	11,5	11,3	11,6	11,4	10,6	S/D	S/D	11,3	-1,0
	Locumba	2,4	2,4	2,3	2,4	2,4	2,3	2,3	2,4	2,4	-6,3
	Sama	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	0,9
	Caplina	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	-31,9
Titicaca	Huancané	5,5	6,2	5,9	5,5	5,3	4,1	3,4	3,4	4,9	13,5
	Ramis	43,1	39,4	36,5	35,0	33,8	21,4	19,2	17,3	30,7	55,6
	Coata	11,7	11,0	9,7	8,8	9,4	9,3	9,3	9,0	9,8	39,8
	Ilave	8,9	9,0	8,6	9,4	9,7	10,6	10,2	9,7	9,5	21,4

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

Todos los reservorios del país superan el 70 % de agua almacenado en relación a sus capacidades totales, como también a nivel nacional se observa un almacenamiento del 85,5 % de la capacidad hidráulica nacional. Respecto a los embalses de la costa norte se encuentran muy cercano al 100 % de su capacidad y los del centro siguieron llenándose de manera constante, pero con menor intensidad a comparación de marzo y abril, a excepción de Ccaracocha, que empezó a disminuir a partir de los primeros cinco días de julio en la costa sur, sus volúmenes continuaron disminuyendo de forma constante (Tabla 4).

Tabla 4: Estado situacional de los reservorios al 12 de julio del 2022,

Zona	Reservorio	Fecha	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	12-Jul	Piura	445,50	445,50	100,00
Costa - Norte	San Lorenzo	12-Jul	Piura	195,60	194,41	99,39
Costa - Norte	Tinajones	13-Jul	Lambayeque	331,55	329,70	99,44
Costa - Norte	Gallito Ciego	14-Jul	La Libertad	366,09	359,60	98,23
Costa - Centro	Viconga	18-Jul	Lima	30,00	23,78	79,27
Costa - Centro	Sistema Rímac	12-Jul	Lima, Junín	282,35	227,75	80,66
Costa - Centro	Chocococha	12-Jul	Ica	131,10	129,90	99,08
Costa - Sur	Ccaracocha	12-Jul	Ica	40,00	30,80	77,00
Costa - Sur	Condorama	12-Jul	Arequipa	259,00	224,30	86,60
Costa - Sur	El Pañe	12-Jul	Arequipa	99,61	84,60	84,93
Costa - Sur	Dique Los Españoles	12-Jul	Arequipa	9,09	8,00	88,01
Costa - Sur	Pillones	12-Jul	Arequipa	78,50	76,10	96,94
Costa - Sur	El Frayle	12-Jul	Arequipa	127,24	97,30	76,47
Costa - Sur	Aguada Blanca	12-Jul	Arequipa	30,43	25,60	84,13
Costa - Sur	Chalhuanca	12-Jul	Arequipa	25,00	11,60	46,40
Costa - Sur	Bamputañe	12-Jul	Arequipa	40,00	28,60	71,50
Costa - Sur	Pasto Grande	12-Jul	Moquegua	200,00	188,00	94,00
Costa - Sur	Paucarani	12-Jul	Tacna	10,50	7,90	75,24
Costa - Sur	Laguna Aricota	12-Jul	Tacna	280,00	198,00	70,71
Sierra - Centro	Jarumas	12-Jul	Tacna	13,00	12,80	98,46
Sierra - Centro	Cuchoquesera	12-Jul	Ayacucho	80,00	67,30	84,13
Sierra - Sur	Lago Junin	12-Jul	Junin	441,00	259,60	58,87
Sierra - Sur	Lagunillas	12-Jul	Puno	585,13	475,00	81,18
Sierra - Sur	Sibinacocha	12-Jul	Cusco	110,00	92,70	84,27
Situación Nacional				4,210,7	3,598,8	85,5

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

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En las zonas frutícolas de Piura, las temperaturas nocturnas ligeramente frías promovieron la floración del mango; mientras que, en la región Lambayeque, dichas condiciones térmicas contribuyeron al inicio de la floración adelantada del mango Kent en brotes de la campaña anterior. En cuanto al cultivo de arroz, en la zona de Puchaca (valle La Leche), las condiciones térmicas normales favorecieron la maduración la culminación de la cosecha. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), la persistencia de temperaturas diurnas y nocturnas inferiores a su climatología vienen favoreciendo la maduración de la aceituna negra y la inducción floral de los brotes vegetativos para el inicio de la campaña 2022/2023 (Figura 30).

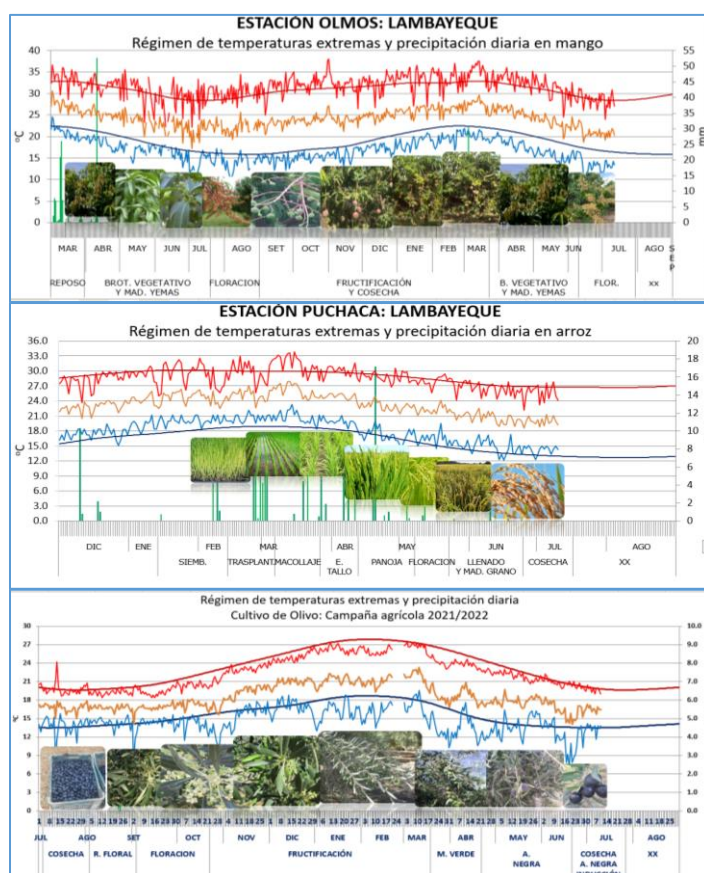


Figura 30. Monitoreo agrometeorológico del mango, arroz y olivo campañas agrícolas 2021/2022. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

Los pronósticos de la mayoría de los modelos numéricos del NMME continúan mostrando la presencia de La Niña en el Pacífico central (Niño 3,4) hasta febrero de 2023 (Tabla 5). Asimismo, en la región Niño 1+2, indican la continuación de La Niña costera hasta julio de 2022; sin embargo, la mayoría de los modelos mantienen valores negativos hasta febrero (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	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM
CFS2	-0,61	-0,56	-0,66	-0,84	-0,94	-0,83	-0,56	-0,24
CanCM4i	-0,67	-0,77	-1,06	-1,43	-1,67	-1,71	-1,49	-1,08
GEM5_NEMO	-0,70	-0,78	-0,93	-1,03	-1,01	-0,95	-0,82	-0,64
NASA	-1,23	-1,75	-2,20	-2,27	-2,15	-1,92	-1,48	-1,01
GFDL_SPEARE	-0,42	-0,22	-0,19	-0,24	-0,26	-0,17	0,02	0,24
NCAR_CCSM4	-0,64	-0,68	-0,86	-1,06	-1,18	-1,14	-0,90	-0,52
Promedio								
NMME	-0,71	-0,79	-0,98	-1,15	-1,20	-1,12	-0,87	-0,54

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	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM
CFS2	-1,01	-0,63	-0,28	-0,21	-0,32	-0,45	-0,50	-0,39
CanCM4i	-1,21	-1,06	-0,88	-0,69	-0,63	-0,68	-0,64	-0,44
GEM5_NEMO	-1,13	-0,91	-0,77	-0,81	-0,84	-0,73	-0,47	-0,13
NASA	-1,40	-1,39	-1,38	-1,38	-1,43	-1,33	-1,02	-0,48
GFDL_SPEARE	-1,14	-0,92	-0,75	-0,62	-0,48	-0,27	-0,03	-0,27
NCAR_CCSM4	-1,22	-0,99	-0,66	-0,48	-0,43	-0,42	-0,30	-0,08
Promedio								
NMME	-1,19	-0,98	-0,79	-0,70	-0,69	-0,65	-0,49	-0,30

Cabe indicar, que para la región Niño 3,4, los patrones atmosféricos en desarrollo muestran un reforzamiento del patrón de La Niña en el Pacífico central en concordancia con las proyecciones de los modelos numéricos internacionales hasta finales de año.

Por otro lado, se espera que el núcleo de la onda Kelvin cálida arribe a la costa peruana durante las siguientes semanas de julio. El paquete de ondas Kelvin frías que se formó por el pulso de viento del este durante junio y julio, debe arribar, según los modelos y las proyecciones teóricas, entre agosto y setiembre, aproximadamente. Además, existe una posibilidad que una nueva onda Kelvin cálida, generada por la reflexión de una onda Rossby cálida en el Pacífico occidental, arribe a partir de setiembre, aunque no es claro si podría afectar las condiciones oceánicas frente a la costa peruana (Figura 31, 32, 33 y 34).

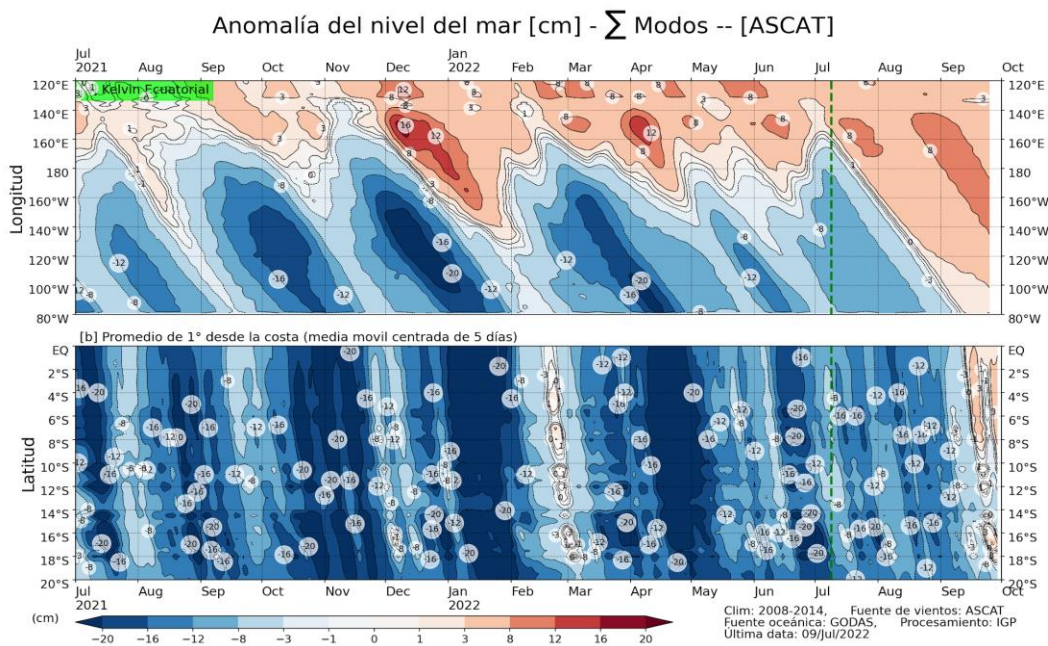


Figura 31. Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue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

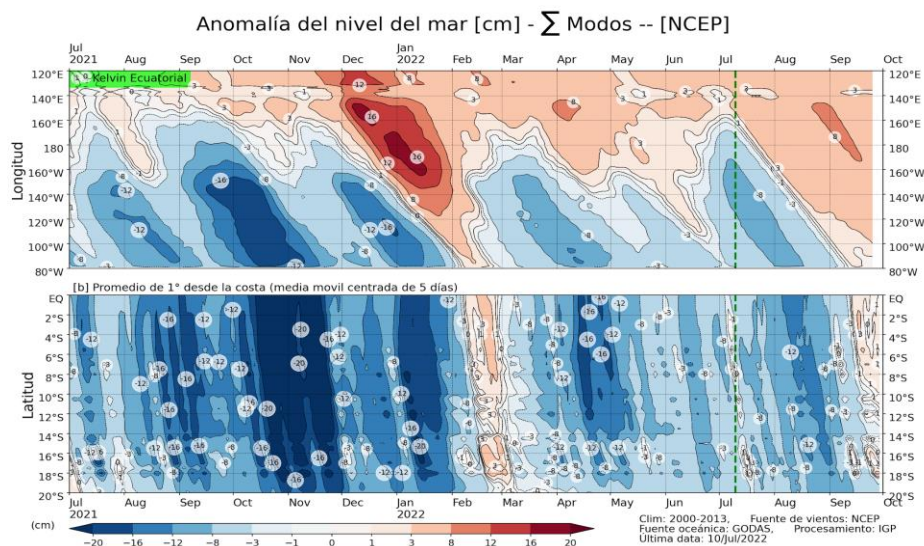


Figura 32: Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue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

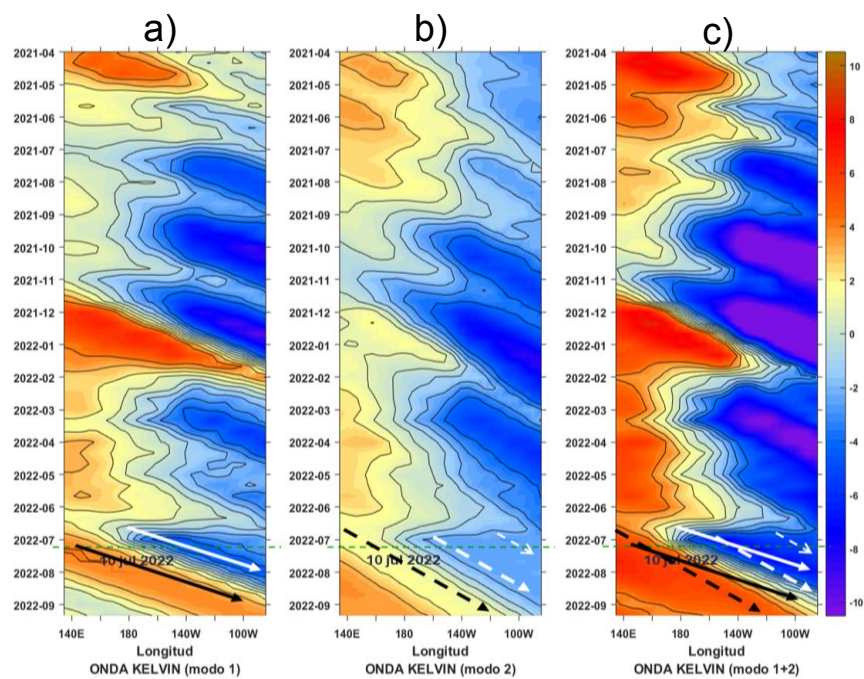


Figura 33. Diagrama Hovmöller longitudud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2, La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP.

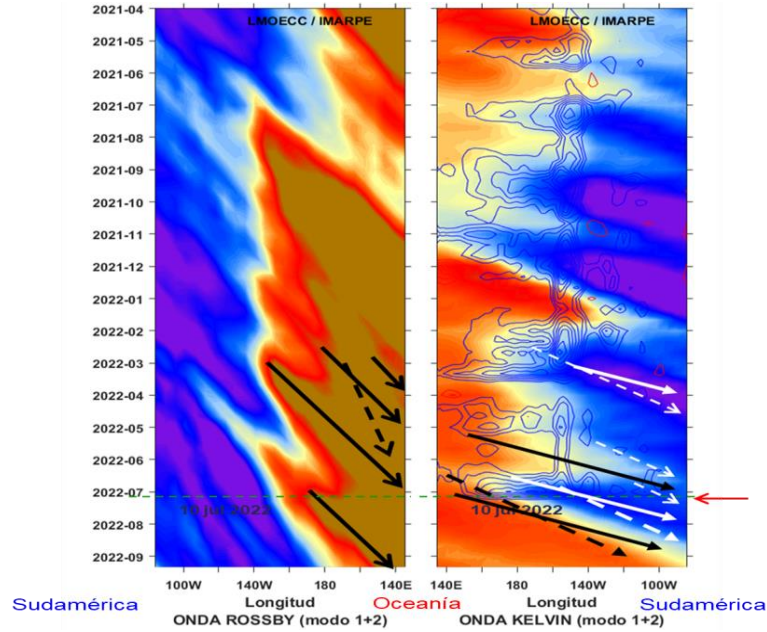


Figura 34. Diagramas Hovmöller longitud-tiempo a) ondas Rossby (3° - 5° S) y b) ondas Kelvin, de modo 1 (Líneas continuas) y de modo 2 (Líneas discontinuas), Los contornos rojos (azules) son las anomalías positivas (negativas) de esfuerzo de viento zonal en el Pacífico Ecuatorial, La línea discontinua horizontal verde, indica el inicio del pronóstico, Flechas negras son ondas de hundimiento “cálidas” y flechas blancas son ondas de afloramiento “frías”. Fuente: IMARPE.

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 en el Pacífico central continúe presente el evento La Niña, con una intensidad débil hasta al menos noviembre de 2022 (Tabla 7 y Figura 35).

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

Pacífico central	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	1
Fría moderada	12	8	6	8	14
Fría débil	63	65	65	67	60
Neutro	25	27	29	25	24
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

Por su parte, para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de la condición fría débil (47 a 42 %) hasta setiembre, debido a la persistencia de La Niña en el Pacífico tropical y al arribo del paquete de ondas Kelvin frías señalado más arriba frente a la costa de Sudamérica. Para octubre y noviembre la mayor probabilidad es de condición neutra (42-49 %) (Tabla 8 y Figura 35).

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 julio y noviembre de 2022.

Pacífico oriental	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)
Fría fuerte	1	3	1	0	0
Fría moderada	30	36	29	18	10
Fría débil	47	47	42	38	37
Neutro	22	14	28	42	49
Cálida débil	0	0	0	2	4
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

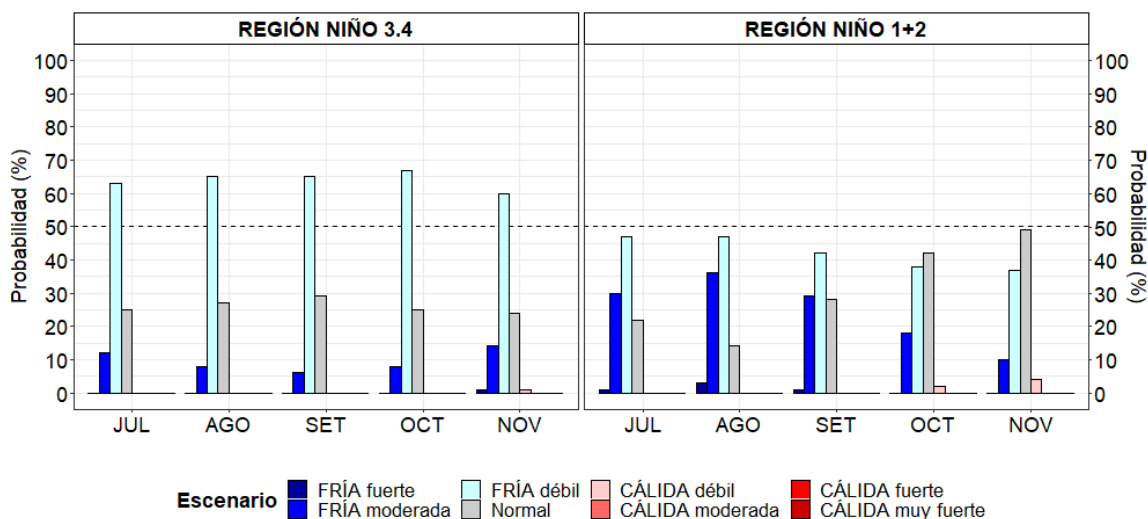


Figura 35. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3,4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre julio y noviembre de 2022.

El pronóstico climático vigente² para el trimestre julio-agosto-setiembre prevé que las temperaturas extremas del aire (máxima y mínima) presenten valores por debajo de lo normal en gran parte de la costa peruana, como también en la sierra sur occidental, asociadas principalmente a las condiciones frías de la temperatura superficial del mar y a las condiciones atmosféricas esperadas en los próximos meses. En el resto del país se esperan condiciones térmicas dentro de lo normal.

Desde el punto de vista biológico-pesquero y de acuerdo al escenario oceanográfico actual, se prevé que la anchoveta continúe presentando una amplia cobertura espacial en la zona norte y centro. Por otro lado, la actividad reproductiva de la anchoveta en esta zona continuaría incrementándose de acuerdo al patrón histórico.

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, al menos hasta setiembre de 2022. La magnitud más probable en lo que resta de este evento frío sigue siendo débil.

Por otro lado, se espera que continúe la presencia del evento La Niña en el Pacífico central, con una mayor probabilidad de magnitud débil, al menos hasta noviembre del presente año.

Se recomienda a los tomadores de decisión considerar los posibles escenarios de riesgo de acuerdo 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 12 de agosto 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

