

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



**INFORME TÉCNICO ENFEN**

**Año 8 N°03**

**MARZO 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 Ángel 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. Patricio Alonso Valderrama Murillo

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

Dr. Patricio Alonso Valderrama Murillo

*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 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° 03, marzo de 2022, 41 p.

**Fecha de Publicación:** 13 de abril de 2022

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](mailto:st_enfen@imarpe.gob.pe).



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

**MARZO 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 MARZO DE 2022.....	9
3.1.	Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical.....	9
3.2.	Condiciones oceánicas y atmosféricas locales.....	13
3.3.	Productividad marina y condiciones biológico pesqueras .....	23
3.4.	Condiciones hidrológicas .....	28
3.5.	Condiciones agrometeorológicas.....	29
IV.	PERSPECTIVAS.....	31
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
VI.	REFERENCIAS.....	36
VII.	ANEXO .....	39

## 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, 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 ENFEN reporta el análisis del monitoreo de los impactos en el ecosistema marino, incluyendo indicadores de distribución, fertilidad y productividad de los principales recursos hidrobiológicos del mar peruano. 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 la TSM del *Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis* (OSTIA) proporciona mapas diarios con una resolución horizontal de  $0,05^\circ \times 0,05^\circ$  ( $1/20^\circ$ ), utilizando datos *in situ* y satelitales de radiómetros infrarrojos y de microondas. Las anomalías de la TSM se calculan en base a la climatología del producto 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 temperatura superficial del mar 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.

### **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 se utiliza para representar 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 esfuerzos 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) el promedio de los últimos treinta 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 a lo largo de 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 dos fuentes de datos: 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, los cuales son discutidos, consensuados y plasmados en probabilidades porcentuales de ocurrencia de distintas categorías de las condiciones oceanográficas (frías a cálidas) en las regiones del Pacífico central (Niño 3.4)<sup>1</sup> y Pacífico oriental (Niño 1+2)<sup>2</sup>, aplicando los mismos umbrales de anomalías de TSM usadas para definir las categorías El Niño y La Niña (ENFEN, 2012).

---

<sup>1</sup> Null J. El Niño and La Niña Years and Intensities. [(accedido el 2 junio 2021)]; Disponible en línea: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>.

<sup>2</sup> 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 MARZO DE 2022

#### 3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

Durante marzo, la anomalía negativa de la TSM en promedio se mantuvo en el Pacífico central; en tanto que en la región oriental disminuyó hasta alcanzar valores de temperatura normal. En lo que va de abril, se presentan anomalías positivas hasta 2°C de la TSM en la región oriental. En la región Niño 3.4 (Niño 1+2) la anomalía promedio durante marzo fue  $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-0,64\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y para la primera semana de abril es  $-0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), manifestando condiciones menos frías en la región Niño 1+2, respecto a febrero (Tabla 1, Figuras 1 y 2).

TSM-ATSM Mensual 2021 (ERSSTv5)				
R. Niño	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
Oct.21	20.15 -0.87	24.20 -0.78	25.77 -0.94	28.03 -0.73
Nov.21	20.53 -1.12	24.07 -1.03	25.76 -0.94	28.02 -0.68
Dic.21	21.14 -1.67	23.96 -1.27	25.53 -1.06	27.79 -0.75
Ene.22	23.47 -1.09	24.34 -1.32	25.59 -0.95	27.94 -0.38
Feb.22	24.56 -1.54	25.26 -1.15	25.85 -0.90	27.81 -0.38
Mar.22	25.84 -0.64	26.44 -0.76	26.28 -1.00	27.62 -0.70

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

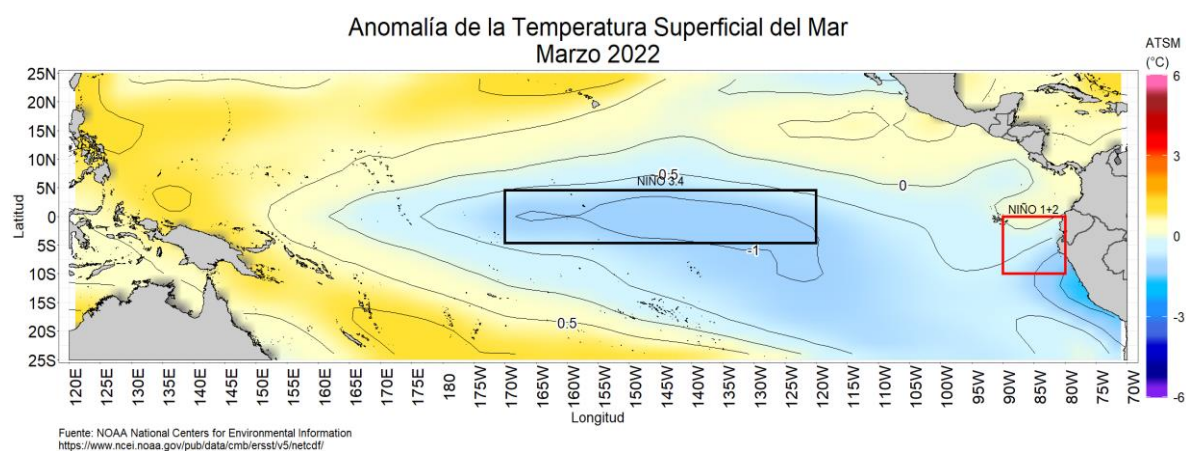


Figura 1: Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico en marzo de 2022. La región Niño 3,4 está delimitada con el recuadro negro y la región Niño 1+2 está delimitada con el recuadro rojo. Fuente: CMEMS v3,0. Procesamiento: DIHIDRONAV.

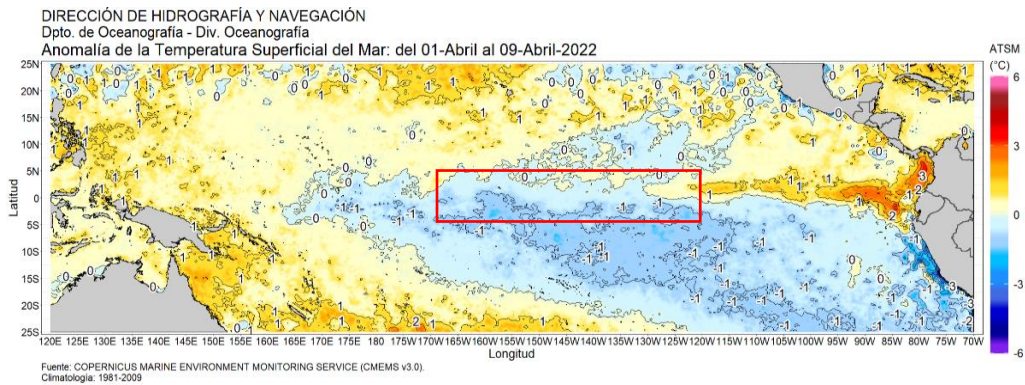


Figura 2: Promedio de las anomalías de TSM en el Pacífico del 1-9 de abril 2022. La región Niño 3.4 está delimitada con el recuadro rojo. Fuente: CMEMS v3,0. Elaboración: DIHIDRONAV.

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de febrero de 2022 corresponde a la condición fría débil; mientras que el ICEN temporal (ICEN-tmp) de marzo indica el cambio a condición neutra. Por otra parte, los valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de febrero y el ONI temporal (ONI-tmp) de marzo corresponden a la condición fría débil.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
mar-21	-0,81	Neutro	-0.85	Fría Débil
abr-21	-0,76	Neutro	-0.67	Fría Débil
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	-0,8	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
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
mar-22	-0,87	Neutro	-0,92	Fría Débil
abr-22	-0,65	Neutro	-0,93	Fría Débil

Tabla 2: Valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de marzo de 2021 a febrero de 2022, así como sus valores temporales. Fuente IGP.

Según la información de altimetría satelital y de los resultados de los modelos de ondas, el núcleo de la onda Kelvin cálida habría arribado en la costa Sudamericana durante marzo, mencionado en el informe técnico N°12 de 2021 (Figura 11, Figura 25). Según los datos observados de la profundidad de la termoclina y altimetría, así como de los datos de los flotadores ARGO frente a la costa norte peruana, un paquete de ondas de Kelvin frías habría iniciado su arribo a la costa peruana entre fines de marzo e inicios de abril (Figura 13c). Por otro lado, en la región occidental se observa un núcleo de anomalías positivas propagándose hacia el este, tanto en el nivel del mar como en la profundidad de la termoclina, la cual sería la señal de una nueva onda Kelvin cálida (Figura 3).

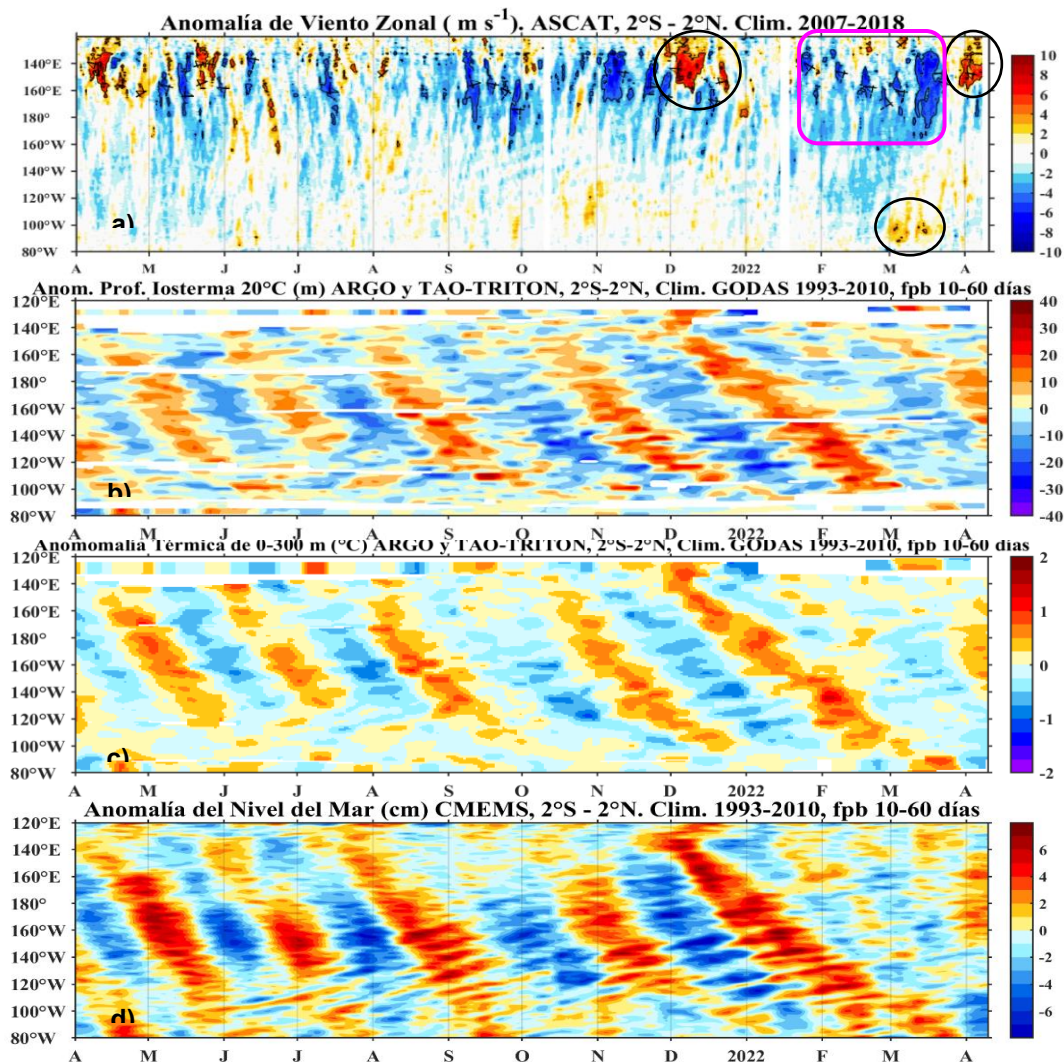


Figura 3: Diagrama Hovmöller: a) anomalía del esfuerzo de viento zonal ( $10^2 \text{ Nm}^{-2}$ ), b) anomalía de la profundidad de la isoterma de  $20^\circ \text{C}$  (m) con filtro pasa banda de 10 a 120 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalía de temperatura de 0 a 300 m de profundidad ( $^\circ \text{C}$ ) con filtro pasa banda de 10 a 120 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 ( $120^\circ \text{E}$ - $80^\circ \text{W}$  y  $2^\circ \text{N}$ - $2^\circ \text{S}$ ). Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

Durante marzo, la subsidencia se extendió a lo largo del Pacífico ecuatorial occidental, mientras que, la convección se intensificó al este de 60°W, favoreciendo la ocurrencia de precipitaciones al noreste del continente. En la baja tropósfera (850 hPa), sobre el Pacífico occidental, persistieron los vientos anómalos del este; sin embargo, sobre el Pacífico central oriental, se presentaron vientos anómalos del oeste, condición que habría reforzado la propagación de la onda Kelvin cálida hacia la región norte de Perú. Por otro lado, en niveles altos de la tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico central, persistieron, en promedio, vientos anómalos del noroeste con una menor intensidad respecto a febrero, mostrando aun un patrón de circulación típica de un evento La Niña (Figura 4).

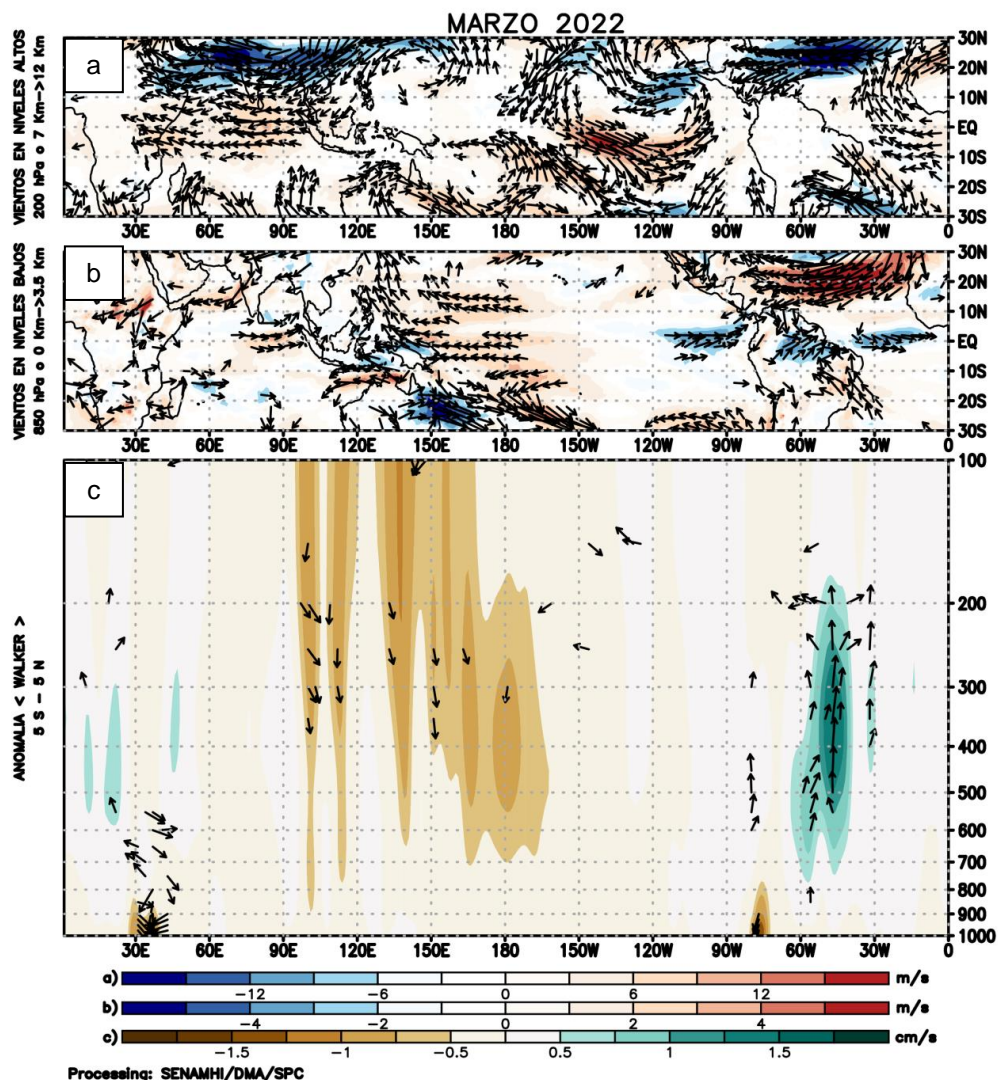


Figura 4. (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para marzo 2022, (c) patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para marzo de 2022. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

Durante marzo, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio, mantuvo una posición al noroeste de lo normal y continuó presentando una configuración zonal, con un núcleo intenso de hasta +3 hPa. Esta configuración favoreció la persistencia de los vientos alisios en la cuenca del Pacífico central (Figura 5).

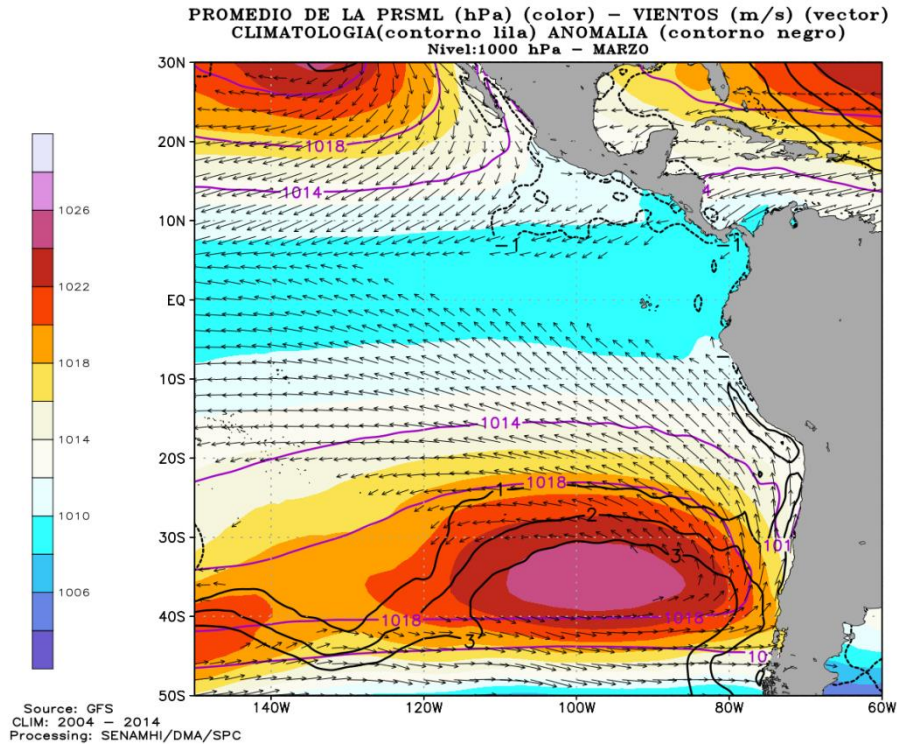


Figura 5. Promedio mensual de la presión reducida a nivel del mar (PRMSL, colores) con su climatología (línea lila), anomalía (línea negra) y vientos (flechas) para marzo de 2022.  
 Procesamiento: SENAMHI

### 3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

Frente a la costa central y norte se registró la intensificación anómala de los vientos del sur en la segunda quincena de marzo (Figura 6). Esta condición propició además una intensificación del afloramiento costero y del bombeo de Ekman por encima de lo normal, desde Sechura hasta Chimbote. Asimismo, se observó una ligera intensificación de la celda de afloramiento entre Pisco y San Juan de Marcona (Figura 7).

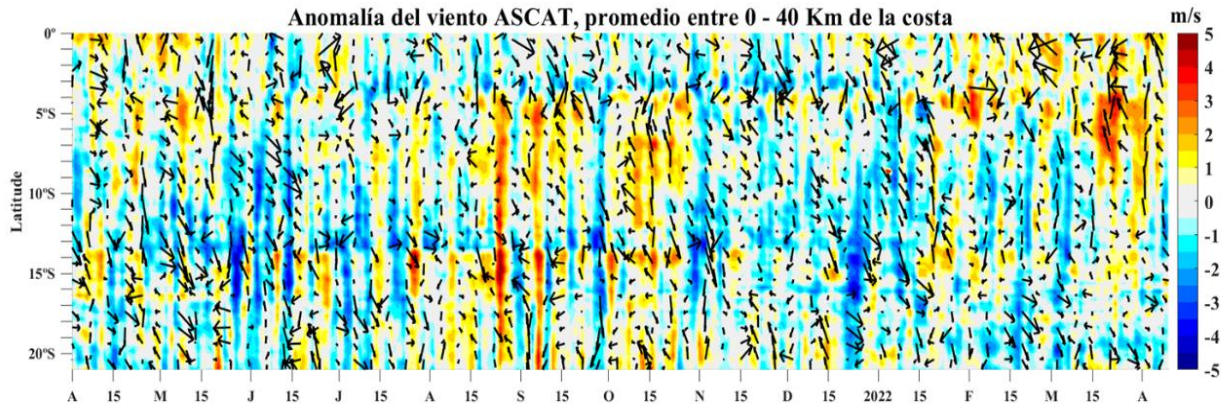


Figura 6. Diagrama Hovmöller de la anomalía de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana. Fuente: Satélite ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizado hasta inicios de abril.

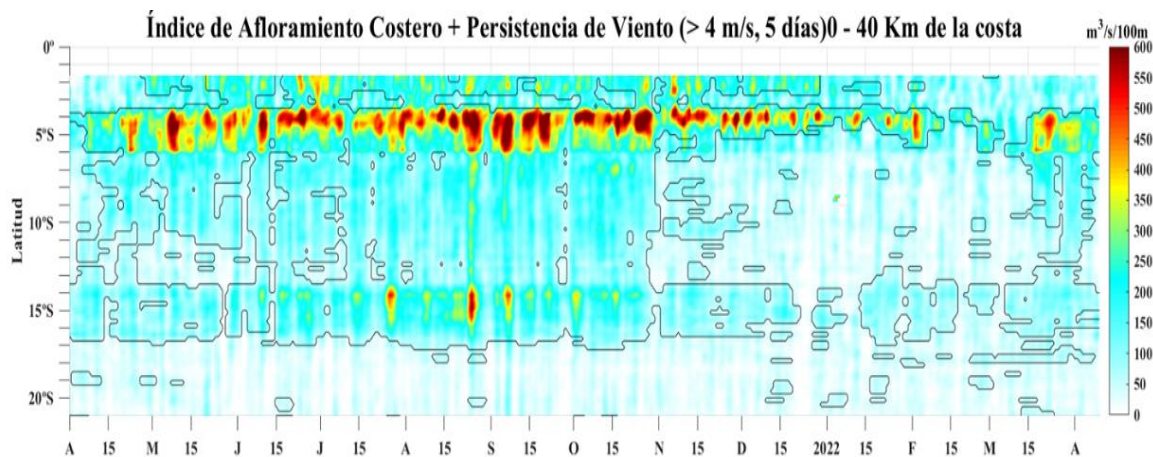


Figura 7. Diagrama Hovmöller del índice de afloramiento costero (IAC,  $m^3 s^{-1} \times 100m$ ) calculado a 40 km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad  $> 4 m s^{-1}$  durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizado hasta inicios de abril.

Durante marzo, las temperaturas extremas del aire incrementaron sus valores, éstos estarían asociado a la presencia de la onda Kelvin cálida. Las temperaturas máximas del aire (diurnas), presentaron anomalías positivas en la costa, donde alcanzaron los  $+0,4 \text{ }^\circ\text{C}$ , en promedio; mientras que, las anomalías negativas persistieron en la costa central ( $-1,2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y sur ( $-1 \text{ }^\circ\text{C}$ ), aunque con menor intensidad respecto a febrero. Respecto a las temperaturas mínimas del aire (nocturnas), las anomalías negativas persistieron a lo largo del litoral, con menor intensidad que en febrero, alcanzando, en promedio, los  $-0,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $-1,6 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $-1,4 \text{ }^\circ\text{C}$  en la costa norte,

central y sur, respectivamente. En lo que va de abril, las temperaturas extremas del aire muestran una nueva disminución en sus valores, principalmente en la costa central donde las anomalías, tanto en la temperatura máxima como la mínima presentan anomalías negativas por debajo de los  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Figura 8).

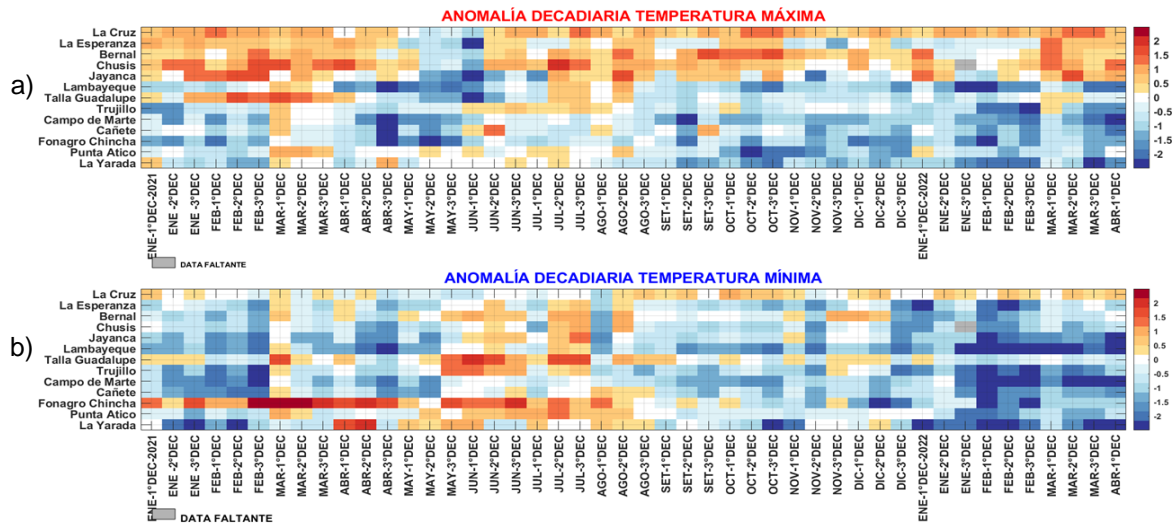


Figura 8. Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI desde enero de 2021 hasta los primeros días de abril del 2022. Fuente: SENAMHI.

En marzo la TSM frente a la costa de Perú, en promedio fue de  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el norte y de  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$  en centro y sur, manifestando un escenario de condiciones cálidas anómalas al norte de Punta Aguja y otro de condiciones frías anómalas al sur de la misma, con anomalías promedio hasta de  $+2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. En lo que va de abril, las anomalías cálidas se proyectaron al sur de Punta Aguja, mientras que las anomalías frías entre Pimentel y Chimbote exhiben un repliegue hacia fuera de las 100 millas náuticas. Asimismo, en el litoral la TSM manifestó condiciones cálidas en el norte durante marzo y en lo que va de abril, con anomalías diarias hasta de  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y condiciones frías en el centro y sur, con anomalías diarias hasta de  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Figura 9 y 10).

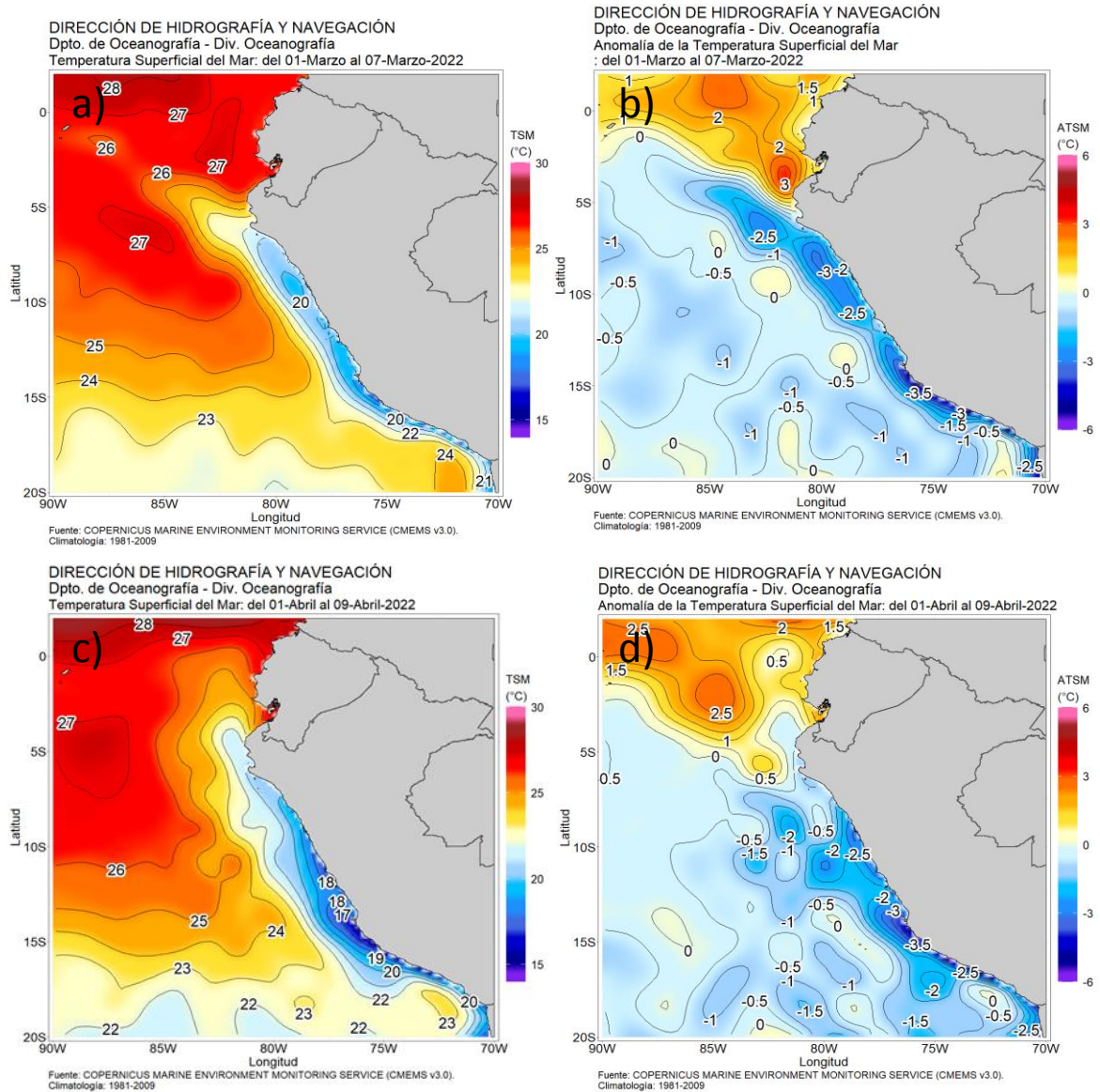


Figura 9: a) TSM promedio mensual (marzo 2022); b) Anomalia de TSM promedio mensual (marzo 2022) y c) TSM promedio del 1-9 abril, d) Anomalia de TSM promedio del 1-9 abril 2022. Fuente: Ostia. Climatología 1981 – 2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.



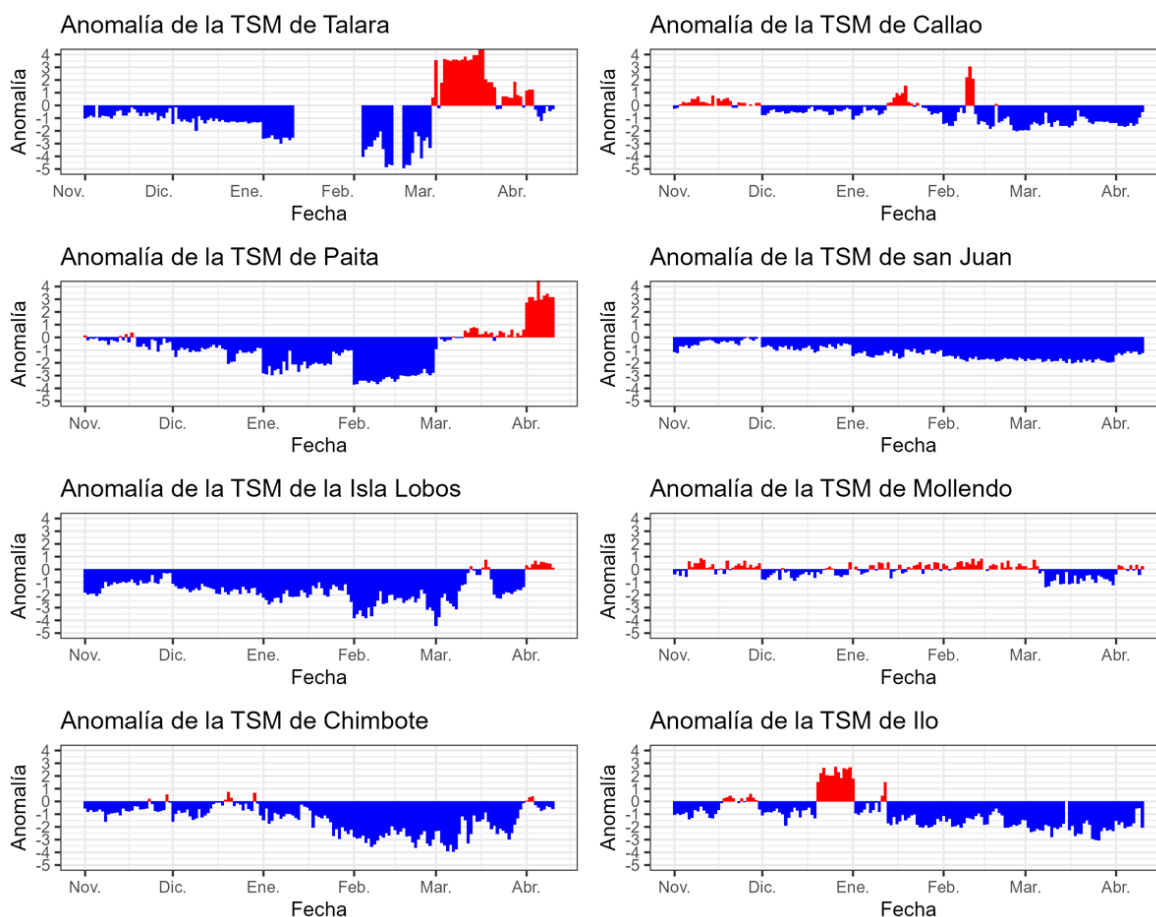


Figura 10: Anomalia de la TSM diaria a lo largo de la costa peruana de noviembre 2021 a la primera semana de abril de 2022. Fuente: DHN.

En marzo, en el litoral la anomalía del nivel del mar (NM) presentó dos incrementos, uno a inicios y otro a fines de mes entre la zona norte y Chimbote, asociados al arribo y propagación de la onda Kelvin cálida. En abril, las anomalías del nivel del mar disminuyeron hasta valores negativos, indicando el inicio del paso de una onda Kelvin fría. En general las condiciones descritas en el litoral se manifestaron de manera similar hasta las 60 millas de la costa (Figuras 11 y 12).

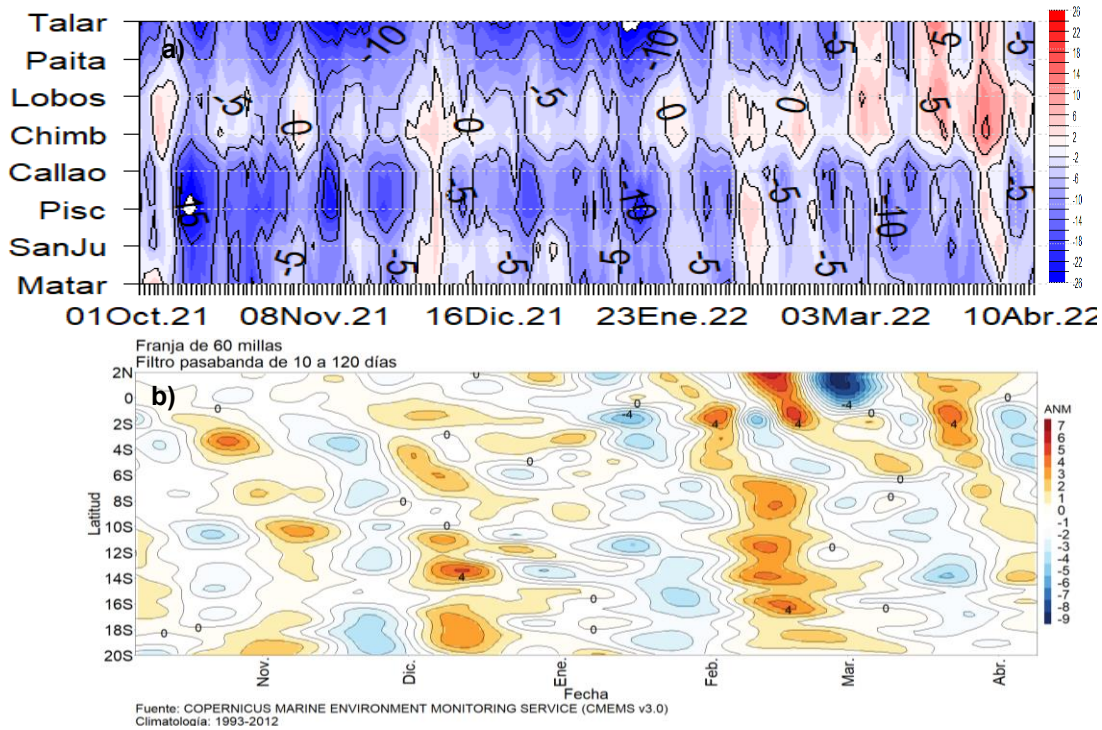


Figura 11. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM diaria a) En el litoral peruano, de octubre 2021 a abril de 2022, Climatología: 1981-2010, b) Dentro de las 60 millas de la costa. Actualizado al 10 de abril de 2022. CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012. Procesamiento: DIHIDRONAV.

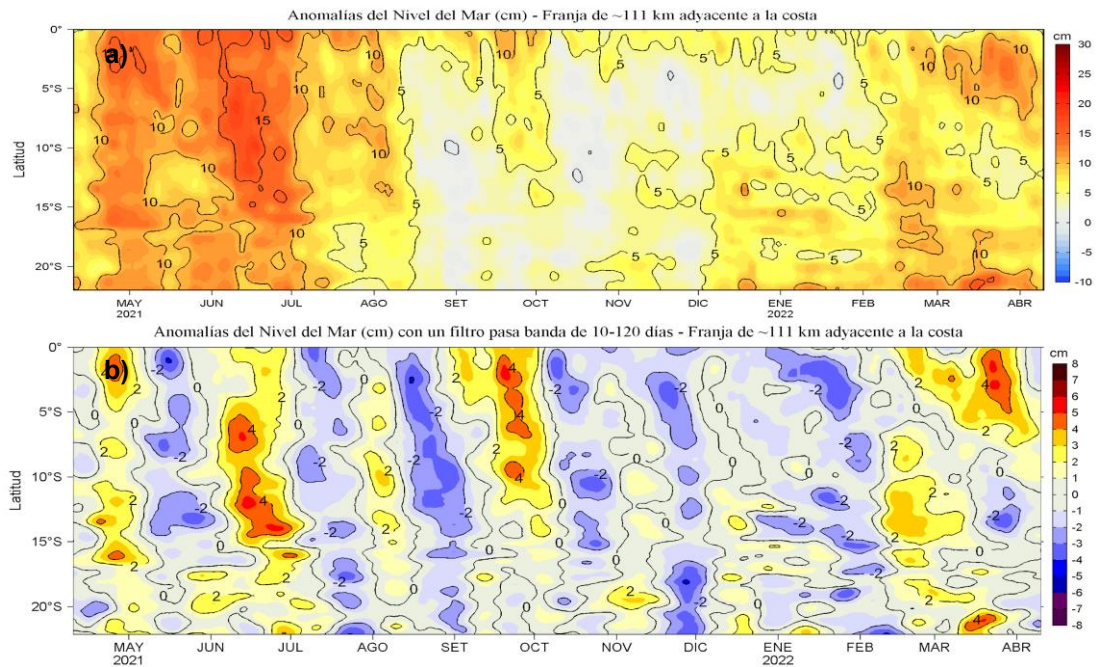


Figura 12. Diagrama Hovmöller de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 millas náuticas (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses a inicios de abril de 2022. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHFMAFIOF/DGIOCC/IMARPE.

La temperatura subsuperficial frente a la costa norte, durante marzo y dentro de las 120 millas náuticas, mostró a inicios del mes anomalías entre  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sobre los 100 m de profundidad (Figura 13a); mientras que a partir de la segunda quincena de marzo y lo que va de abril se presentaron anomalías con valores entre  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sobre los 50 m de profundidad, principalmente por fuera de las 60 millas náuticas. Además, debajo de los 300 m, se observaron anomalías positivas de hasta  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$  a lo largo de la costa a partir de la segunda quincena del mes (Figuras 13 a, b), asociados a intensos flujos subsuperficiales al sur y acorde al efecto del paso de la onda Kelvin cálida. En lo que va de abril, frente a la costa centro y sur disminuyeron las anomalías hasta  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sobre los 60 m de profundidad (Figura 13a).

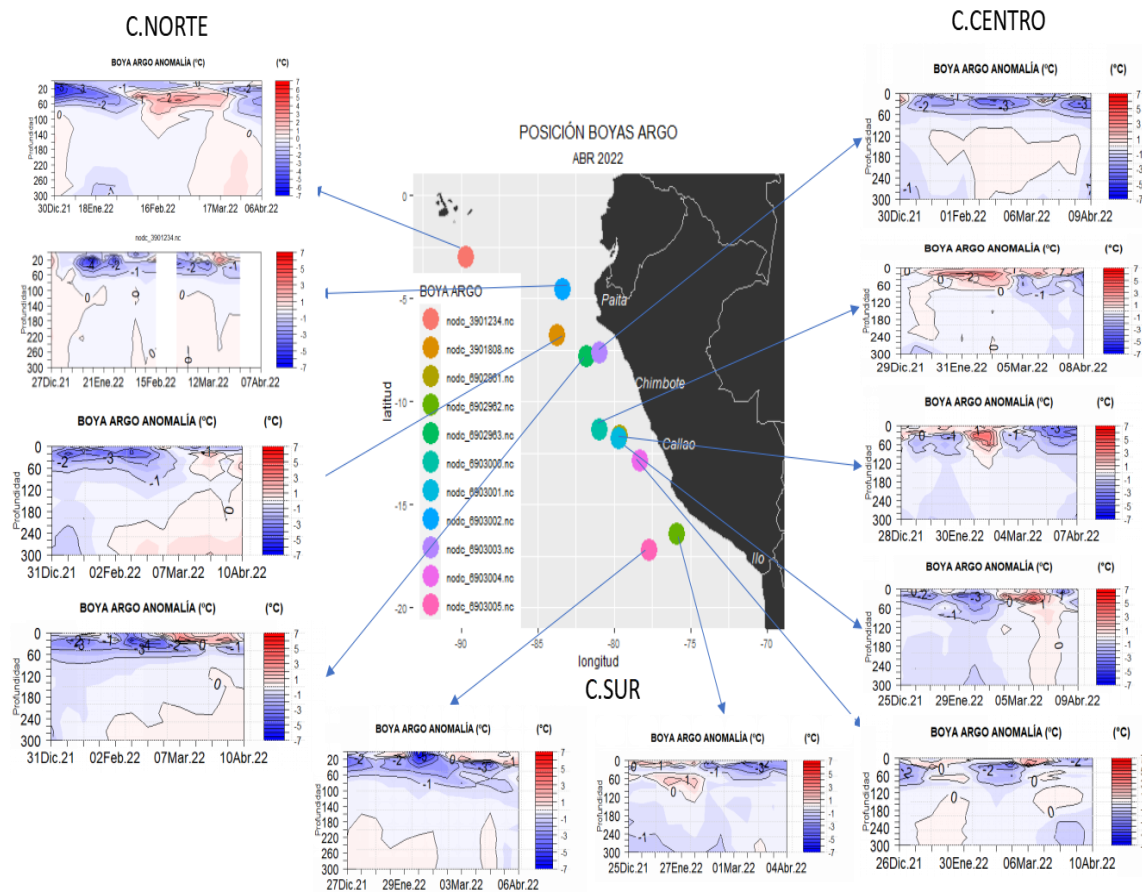


Figura 13a. Evolución de la anomalía de la temperatura del mar registrada en los flotadores ARGO frente a la costa de Perú de diciembre 2021 a abril 2022. Fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

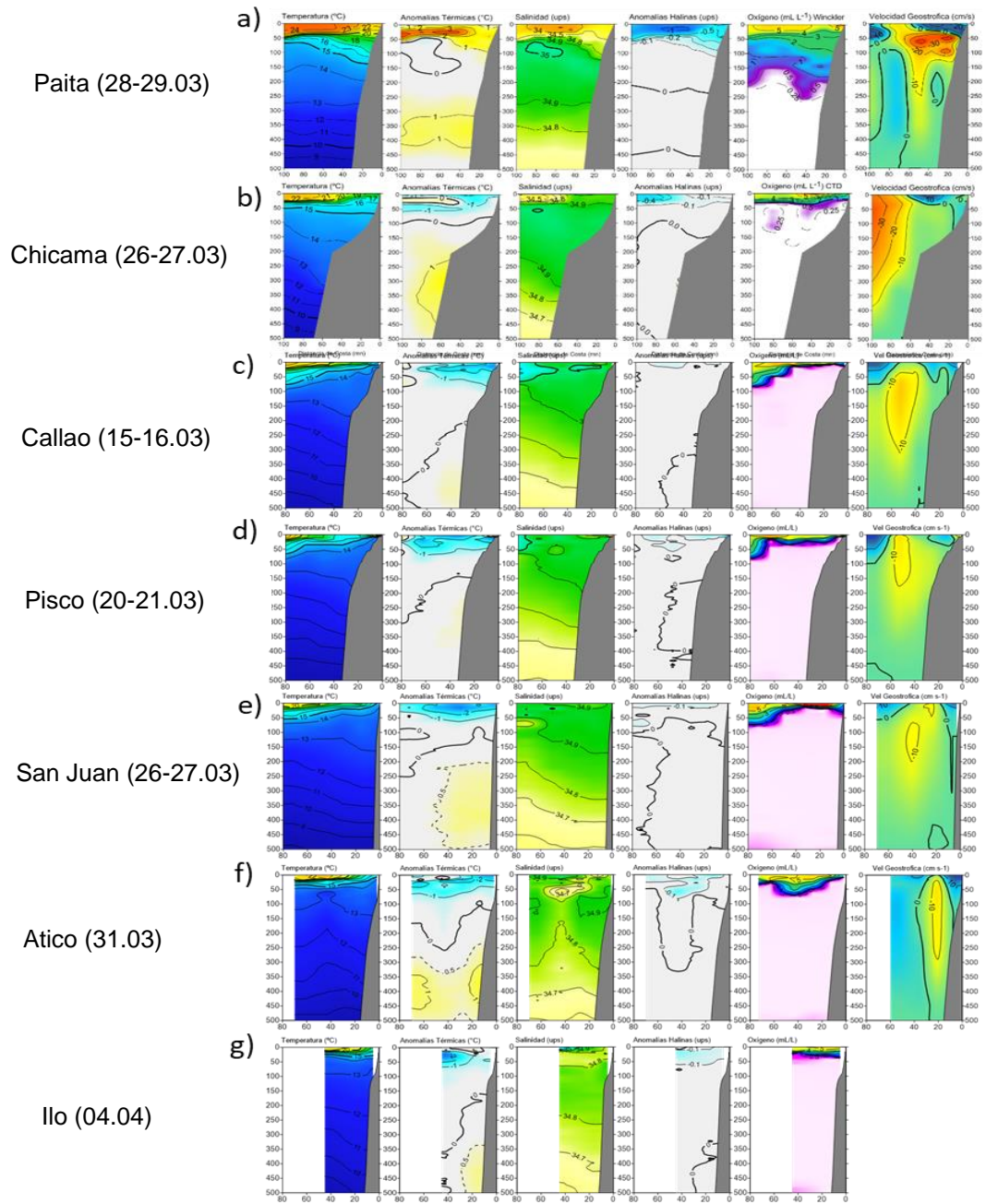


Figura 13b. Sección vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), anomalías térmicas ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad, anomalías halinas, oxígeno disuelto OD ( $\text{mL.L}^{-1}$ ) y corriente geostrofica (de izquierda a derecha) frente a a) Paita (28 - 29 marzo), b) Chicama (26 – 27 marzo), c) Callao (15 – 16 marzo), d) Pisco (20 – 21 marzo), e) San Juan (26 – 27 marzo), f) Atico (31 marzo), e) g) Ilo (04 abril).

La salinidad superficial del mar (SSM), muestra la intromisión de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) hasta Chicama, entre la segunda y tercera semana de marzo (Figura 14). Posteriormente y hasta lo que va de abril disminuyó paulatinamente su influencia en la zona costera, mostrándose por fuera de las 60 millas náuticas (Figuras 14 y 15). Del mismo modo, las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) se habrían aproximado hasta Paita entre la segunda y tercera semana de marzo (Figuras 13b, 14, 15), replegándose posteriormente hasta Punta Sal. Este comportamiento estuvo asociado al desplazamiento y repliegue de las aguas cálidas en el sector norte debido al arribo de las ondas Kelvin cálida y fría durante marzo y abril, respectivamente. Hacia el sur (Figura 13b, 15), habrían predominado Aguas Costeras Frías ACF dentro de las 60 m.n. aunque resaltando el acercamiento de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) frente a Huacho principalmente a fines de marzo, así como de Ocoña hacia el sur a partir de fines de marzo hasta lo que va de abril (Figura 14).

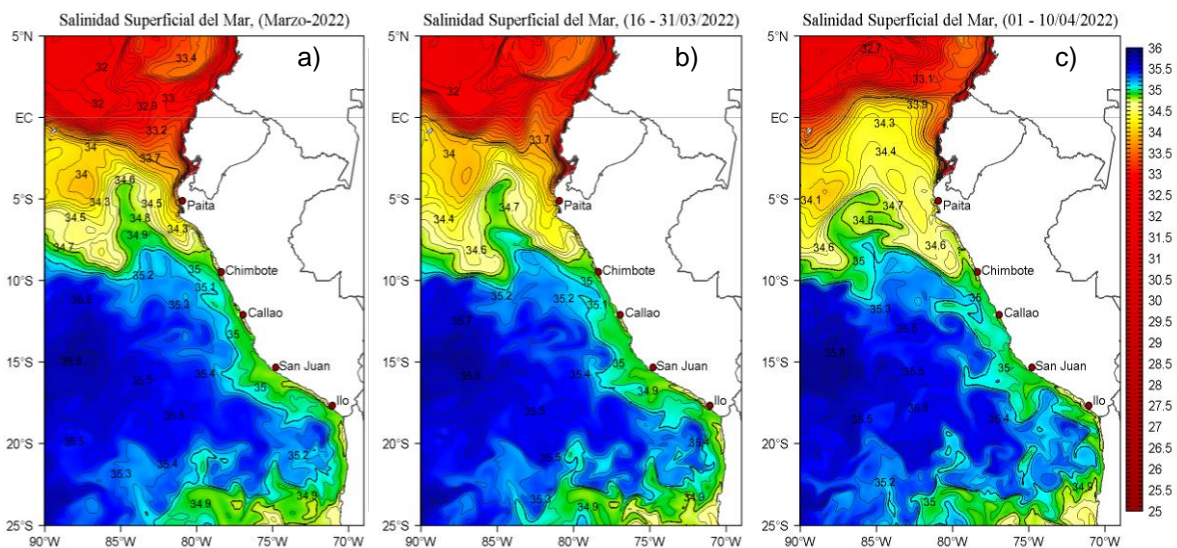


Figura 14. Distribución espacial promedio de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) durante: a) el mes de marzo, b) la segunda quincena de marzo y c) del 01 al 10 de abril del 2022; en el océano Pacífico tropical oriental. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

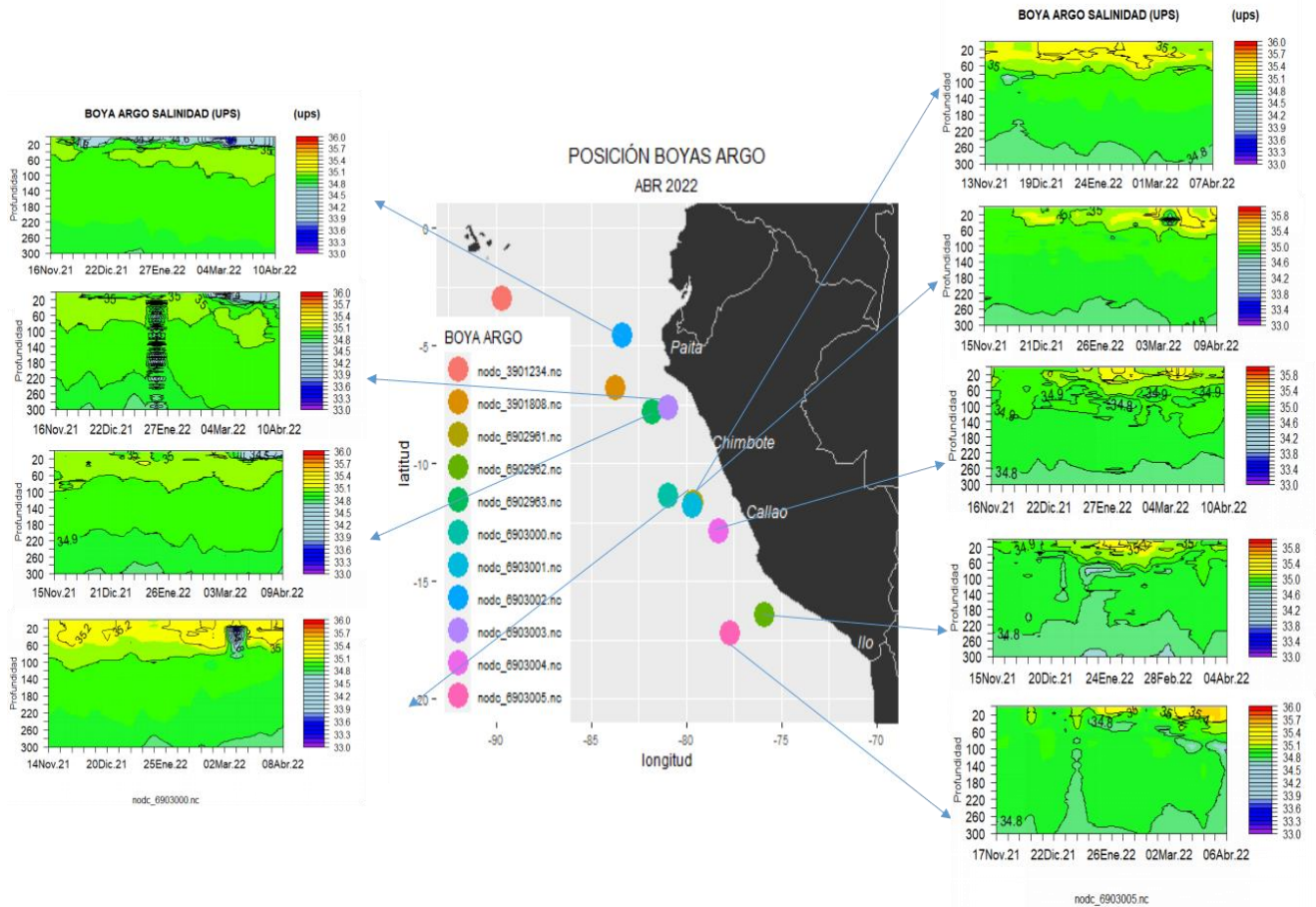


Figura 15. Evolución de la salinidad del agua de mar en flotadores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 millas náuticas) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de marzo y primeros días de abril 2022 donde brindó información el flotador ARGO. Fuente: ARGO. Procesamiento: DIHIDRONAV.

El oxígeno disuelto (OD), en subsuperficie, entre inicios y fines de marzo, exhibió un incremento ligero en sus concentraciones frente a Paita y a Chicama en la capa superior de la columna de agua, observándose en consecuencia una profundización de la Zona de Mínima de Oxígeno de 150 a 200 m, y de 10 a 35 m, respectivamente, así como de la profundidad de la oxiclina (Figuras 13b y 16).

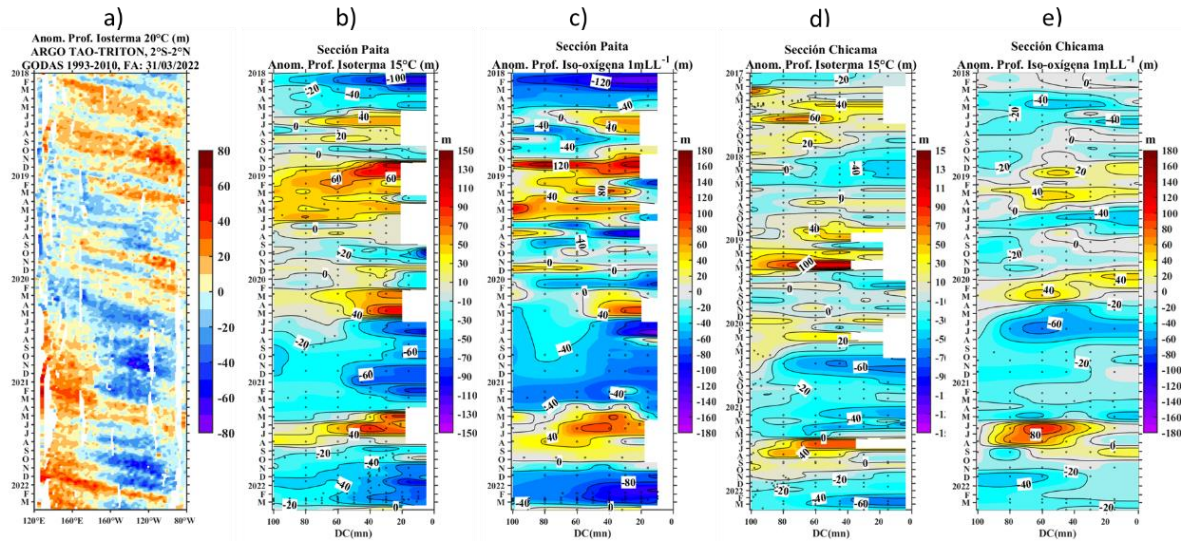


Figura 16. Diagrama Hovmöller de a) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico Ecuatorial (120° E – 80° W y 2° N – 2° S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, c) anomalía de la profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L<sup>-1</sup> frente a Paita (0-100 millas náuticas), d) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, y e) anomalía de la profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L<sup>-1</sup> frente a Chicama (0-100 millas náuticas). Climatología de 1981 a 2010.

### 3.3. Productividad marina y condiciones biológico pesqueras

De acuerdo a la información satelital, la concentración de clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, en marzo presentó concentraciones de 3,0 µg L<sup>-1</sup> a lo largo de la costa, con núcleos de 10 µg L<sup>-1</sup> entre Callao y Pisco, dentro de las 60 millas náuticas, representando una disminución respecto a febrero. Entre Paita y Huacho predominaron anomalías negativas dentro de las 60 millas náuticas (entre -2 a -4 µg L<sup>-1</sup>) y fuera de estas se observaron anomalías positivas (+1 µg L<sup>-1</sup>); mientras que, de Pisco a Ilo se observaron anomalías positivas dentro de las 20 millas náuticas, a excepción de Pisco (+4 µg L<sup>-1</sup>) donde se extendieron hasta las 60 millas náuticas (Figura 17).

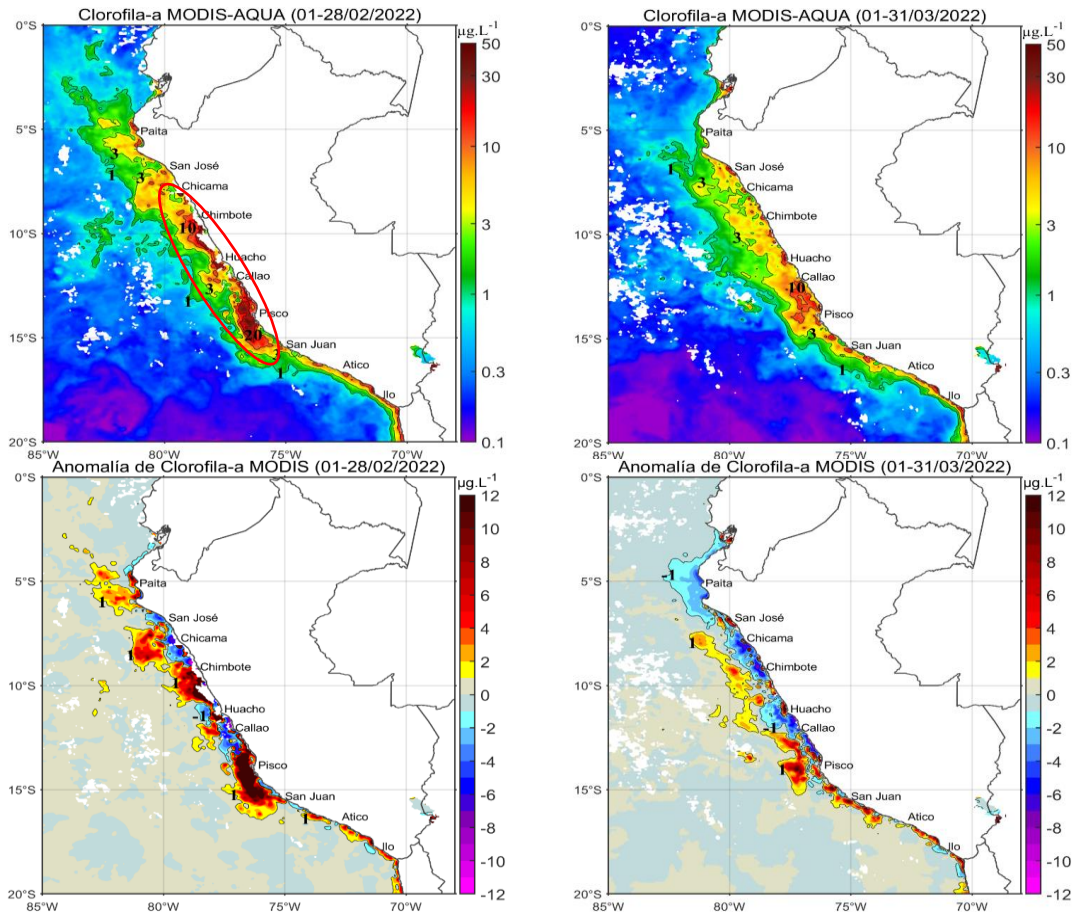


Figura 17. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital (panel superior) y su anomalía (panel inferior) durante febrero 2022 y marzo 2022 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, la flota industrial de cerco dirigida a la pesca de la anchoveta en el stock Sur, se distribuyó desde Atico hasta Morro Sama dentro de las 10 millas náuticas de la costa, asociadas a ACF y anomalías de TSM con  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Figura 18).

La estructura de tallas de la anchoveta fluctuó entre 7,0 y 16,5 cm de longitud total (LT), con una moda de 12,0 cm LT y una presencia de juveniles de 34,2 % en número y 21,6 % en peso (Figura 19). Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro, mostraron la disminución de los procesos de maduración gonadal y desove, de acuerdo a lo esperado para la época. El contenido graso de anchoveta fue similar al mes de febrero, mostrando el desgaste energético producido por el proceso de desove (Figura 20).



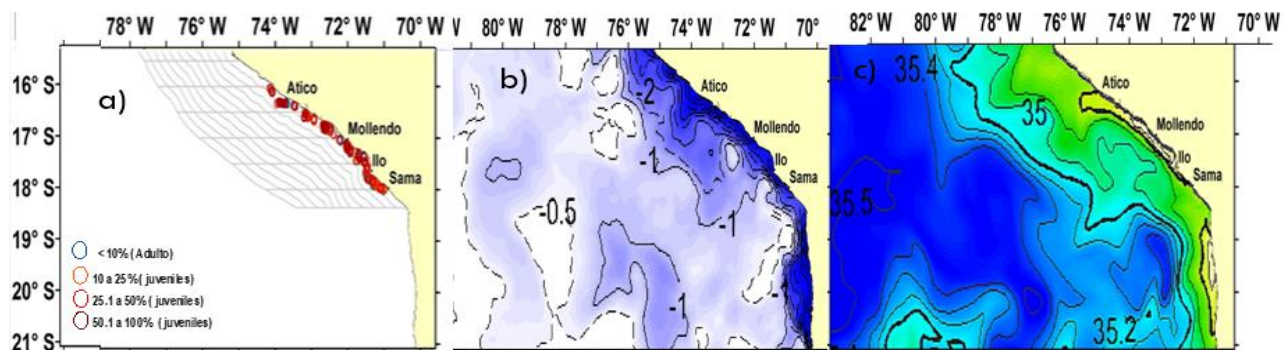


Figura 18. a) Distribución espacial de lances de a) la anchoveta en la región Sur durante marzo del 2022, b) en relación a la Anomalia de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM) y c) salinidad Superficial del Mar (SSM).

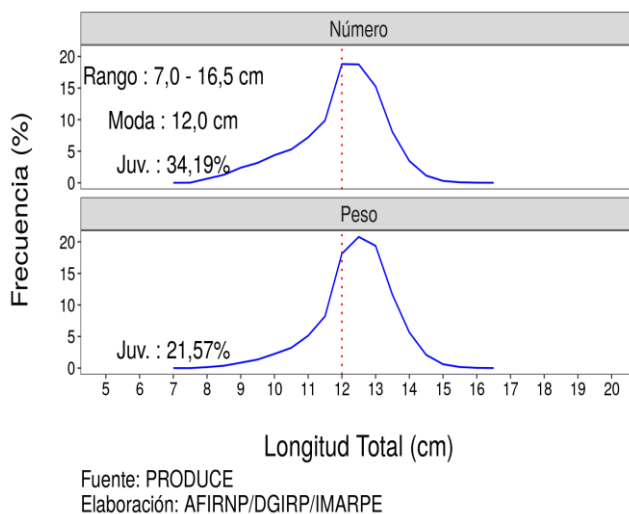


Figura 19. Estructura por tamaños de la anchoveta en la región Sur durante marzo del 2022, según número (superior) y según peso (inferior).

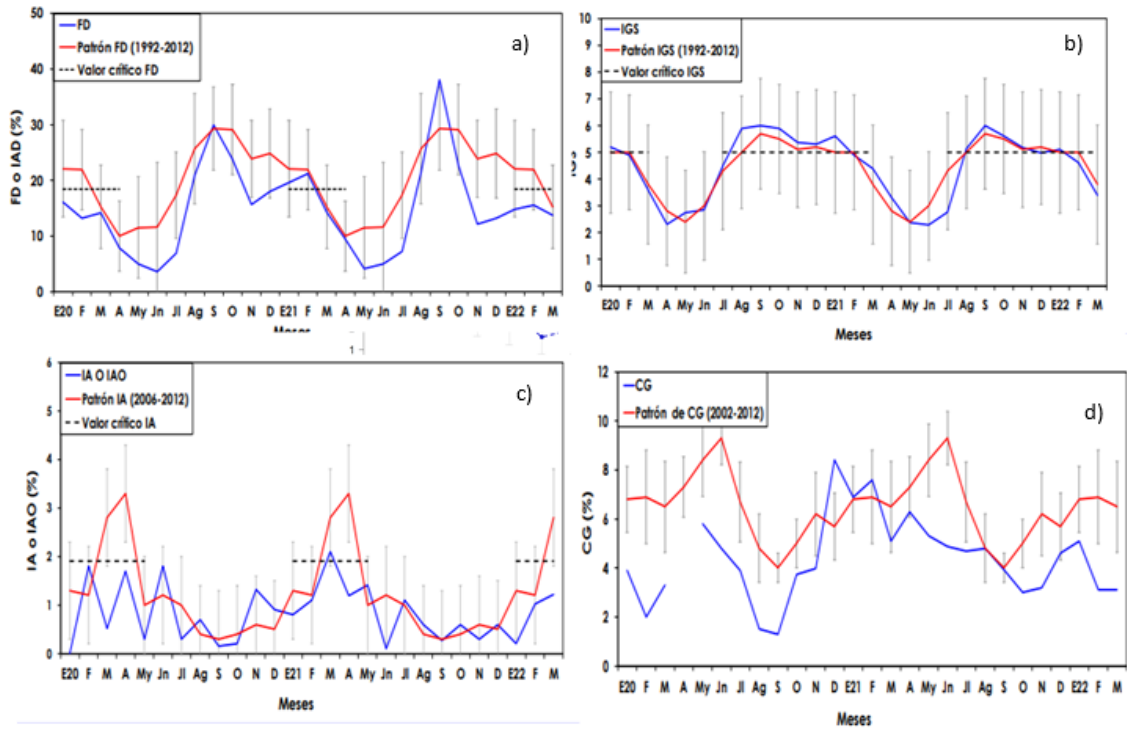


Figura 20. Serie mensual de los indicadores de la condición reproductiva de la anchoveta: a) Índice gonadosomático, b) Fracción desovante, y c) Índice de atresia y de condición somática d) contenido graso. Periodo: enero 2020 – marzo 2022.

Las especies transzonales jurel, caballa y bonito se distribuyeron dentro de las 80 millas náuticas de costa. El jurel y caballa registraron una mayor concentración entre Chimbote y Pisco y asimismo frente a Ilo; mientras que el bonito presentó una amplia distribución desde Paita hasta Ilo (Figura 21).

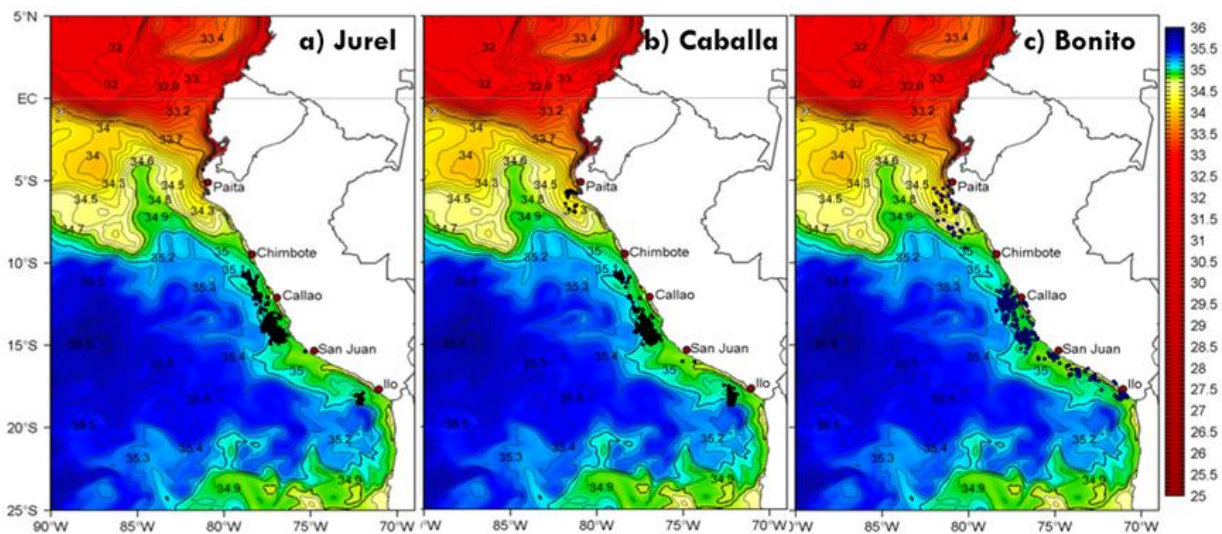


Figura 21. Distribución de lances, realizados por la pesca artesanal, de a) jurel, b) caballa y c) bonito en relación a la salinidad superficial del mar (SSM). Periodo: marzo 2022.

La flota dirigida a la extracción de merluza desarrolló sus actividades entre Puerto Pizarro y Punta La Negra, con mayor concentración frente y al sur de Paita. Respecto a la estructura de tamaños de merluza, se observó que las tallas medias superaron la talla mínima autorizada (28 cm) (Figura 22). El calamar gigante se distribuyó entre Punta Sal y Morro Sama, con mayores concentraciones entre Punta La Negra y Malabrigo (zona norte) y entre Huacho y Cerro Azul (zona centro); los desembarques del recurso se incrementaron respecto al mes de febrero (Figura 23).

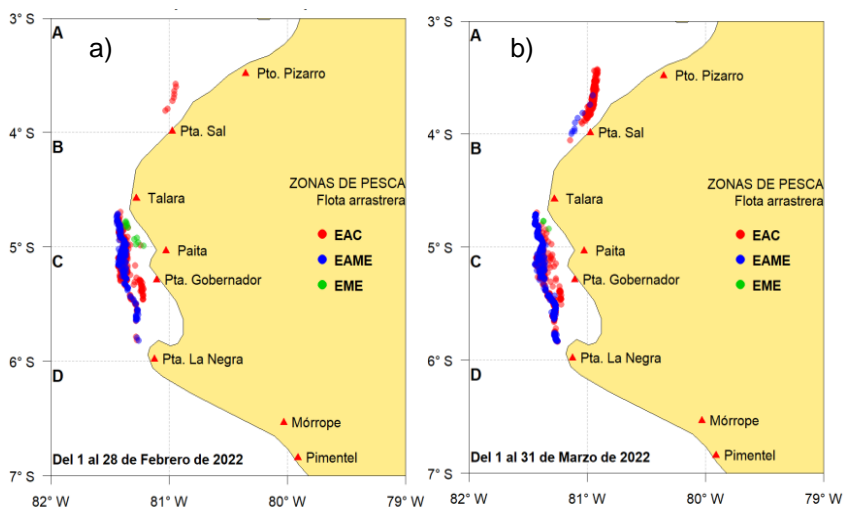


Figura 22. Distribución mensual de merluza de a) febrero y b) marzo de 2022.

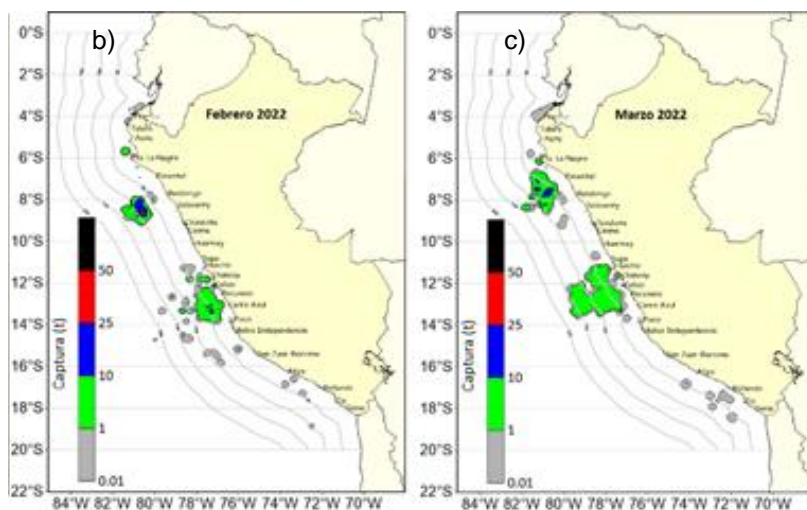


Figura 23. Distribución mensual del calamar gigante o pota durante a) febrero y b) marzo de 2022.

### 3.4. Condiciones hidrológicas

En marzo y los primeros días de abril, en los ríos de la costa norte y la región del Altiplano predominaron caudales sobre sus valores normales de forma significativa, mientras que en los ríos de la costa centro los caudales estuvieron ligeramente sobre normal, a diferencia del comportamiento de los ríos de la costa sur, en las cuales predominaron condiciones por debajo de lo normal y normal (Tabla 3).

Tabla 3: Caudales de los principales ríos del país marzo 2022 – abril 2022. Fuente: SENAMHI, Juntas de Usuarios y Proyectos Especiales. Elaborado: ANA.

Zona	Ríos	Pentadarios (m3/s)								Promedio (m3/s)	Anomalia (%)
		Marzo				Abril					
Pacífico Norte	Tumbes	302.1	439.6	324.7	291.0	270.1	495.9	585.3	273.9	372.8	45.9
	Chira	354.9	465.3	457.3	509.2	293.2	439.2	649.8	269.7	429.8	75.7
	Motupe	2.5	2.2	2.1	2.2	2.1	2.4	S/D	2.2	2.2	34.7
	La Leche	22.5	15.4	7.5	10.6	10.7	20.5	S/D	11.4	14.1	23.2
	Chancay Lambayeque	241.3	108.0	71.1	68.9	122.5	151.6	112.7	97.6	121.7	95.0
	Zaña	30.6	17.4	8.6	7.8	13.6	30.0	30.2	33.1	21.4	77.5
	Jequetepeque	137.3	82.5	48.4	52.7	83.1	195.9	167.6	104.3	109.0	31.9
	Chicama	81.6	91.9	66.7	71.9	64.3	107.3	134.3	112.7	91.3	11.6
Pacífico Centro	Santa	372.2	419.3	443.8	368.8	316.9	396.1	478.0	321.6	389.6	34.8
	Pativilca	91.9	107.2	121.7	102.0	88.1	93.1	117.0	88.2	101.2	23.6
	Chillon	11.9	13.4	14.5	14.7	13.9	13.3	12.5	11.2	13.2	20.3
	Rimac	61.3	66.8	66.7	68.1	64.5	61.9	57.9	55.0	62.8	7.7
	Mala	57.0	58.6	76.8	54.0	44.6	61.7	73.0	53.0	59.8	51.4
	Cañete	136.3	128.8	184.8	120.4	101.0	112.5	158.0	111.6	131.7	13.1
Pacífico Sur	Pisco	82.4	87.9	106.2	47.2	45.1	31.5	108.6	62.9	71.5	24.9
	Ocoña	423.3	314.9	260.8	187.6	188.9	184.9	183.0	179.4	240.3	12.3
	Camana	158.0	157.2	126.2	119.1	128.9	129.3	145.7	176.7	142.6	-13.0
	Tambo	105.5	94.5	70.9	53.9	56.3	39.3	32.0	S/D	64.6	6.2
	Locumba	4.4	4.0	3.1	2.7	2.4	2.2	2.5	2.1	2.9	0.8
	Sama	9.2	7.5	3.4	2.8	2.2	1.6	1.0	0.9	3.6	29.3
Titicaca	Caplina	1.1	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	-20.8
	Huancane	40.3	22.8	33.2	119.7	51.1	60.6	54.6	40.0	52.8	47.6
	Ramis	289.1	220.5	229.3	377.9	287.9	251.7	227.6	224.5	263.6	42.1
	Coata	107.5	76.1	92.1	107.2	105.4	71.1	83.3	81.2	90.5	28.5
	Ilave	176.5	153.7	143.3	146.8	138.9	129.9	108.3	114.9	139.0	124.2

Por otro lado, todos los reservorios del país siguieron aumentando sus volúmenes de agua almacenada, la tendencia observada desde enero indica que todos están sobre el 70 % de su capacidad, con el embalse Viconga al 70,5 %, mientras que los Tinajones, Gallito Ciego, en la costa norte, Condorama, Dique los Españoles, Pañe, Pillones, Bamputalle, El Fraile, Pasto Grande y Jarumas en la costa sur, Cuchoquesera y Sibinicocha en la vertiente de Atlántico llegaron al 100 % de sus capacidades, en general, las reservas de agua almacenada a nivel nacional se encuentran actualmente, sobre 90 % del total (Tabla 4).

Tabla 4: Estado situacional de los reservorios al 11 de abril del 2022. Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos. Elaboración: ANA.

Zona	Reservorio	Fecha	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm <sup>3</sup> )		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	11-Abr	Piura	445.5	363.9	81.7
Costa - Norte	San Lorenzo	11-Abr	Piura	195.6	192.6	98.5
Costa - Norte	Tinajones	11-Abr	Lambayeque	331.6	331.6	100.0
Costa - Norte	Gallito Ciego	11-Abr	La Libertad	366.6	366.5	100.0
Costa - Centro	Viconga	11-Abr	Lima	30.0	21.2	70.5
Costa - Centro	Sistema Rímac	31-Mar	Lima, Junin	282.4	254.3	90.1
Costa - Centro	Choclococha	11-Abr	Ica	131.1	123.1	93.9
Costa - Sur	Ccaracocha	11-Abr	Ica	40.0	31.5	78.7
Costa - Sur	Condorama	11-Abr	Arequipa	259.0	259.0	100.0
Costa - Sur	El Pañe	11-Abr	Arequipa	99.6	99.6	100.0
Costa - Sur	Dique Los Españoles	11-Abr	Arequipa	9.1	9.1	100.0
Costa - Sur	Pillones	11-Abr	Arequipa	78.5	78.5	100.0
Costa - Sur	El Frayle	11-Abr	Arequipa	127.2	127.2	100.0
Costa - Sur	Aguada Blanca	11-Abr	Arequipa	30.4	21.4	70.4
Costa - Sur	Chalhuanca	11-Abr	Arequipa	25.0	19.9	79.6
Costa - Sur	Bamputañe	11-Abr	Arequipa	40.0	40.0	100.0
Costa - Sur	Pasto Grande	11-Abr	Moquegua	200.0	200.0	100.0
Costa - Sur	Paucarani	11-Abr	Tacna	10.5	8.2	77.8
Costa - Sur	Laguna Aricota	11-Abr	Tacna	280.0	215.6	77.0
Sierra - Centro	Jarumas	11-Abr	Tacna	13.0	13.1	100.0
Sierra - Centro	Cuchoquesera	11-Abr	Ayacucho	80.0	80.0	100.0
Sierra - Sur	Lago Junin	11-Abr	Junin	441.0	318.9	72.3
Sierra - Sur	Lagunillas	11-Abr	Puno	585.1	506.0	86.5
	Sibinacocha	11-Abr	Cusco	110.0	110.0	100.0
Situación Nacional				4,211.3	3,790.7	90.0

### 3.5. Condiciones agrometeorológicas

En los valles frutícolas de la costa norte, las temperaturas diurnas de normales a cálidas y las nocturnas de normales a frías favorecieron el desarrollo vegetativo de las plantaciones de mango.

En cuanto a la campaña de arroz de la región norte, dichas condiciones térmicas promovieron el crecimiento vegetativo de los arrozales en Piura, mientras que en Lambayeque favoreció el desarrollo de la etapa reproductiva y el llenado del grano. En la costa sur, en el distrito de La Yarada (Tacna), las temperaturas diurnas y nocturnas frías retrasaron la maduración de la aceituna verde claro; sin embargo, se observó un incremento en la calidad de aceituna (Figura 24).

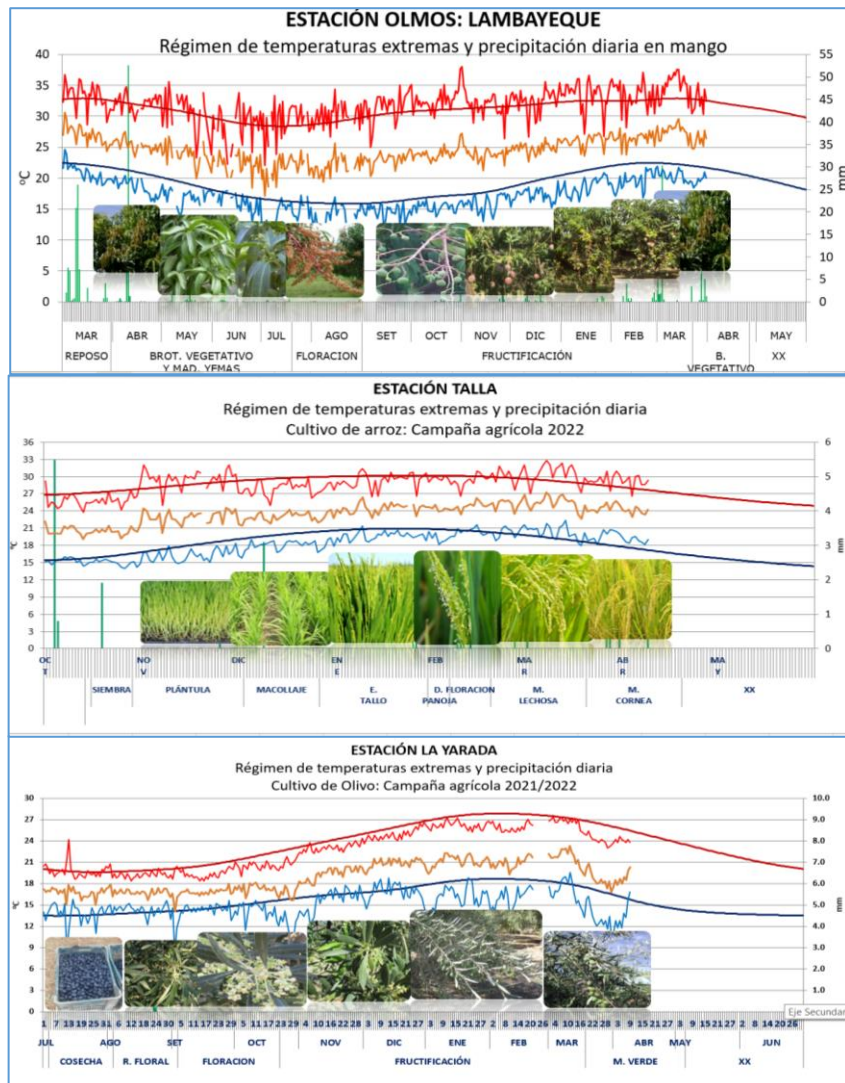


Figura 24. Monitoreo agrometeorológico del mango, arroz y olivo campañas agrícolas 2022/2023 y 2021/2022. Fuente: SENAMHI.

## IV. PERSPECTIVAS

Los modelos numéricos de agencias internacionales continúan mostrando el desarrollo del evento La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) y prevén su extensión por lo menos hasta noviembre de 2022 (Tabla 5). Con respecto a la región Niño 1+2, según los modelos numéricos, se esperarían anomalías térmicas negativas dentro del rango normal hasta noviembre (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	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND
CFS2		-1.16	-1.26	-1.27	-1.15	-1.03	-1.02	-1.03	-0.97
CanCM4i		-0.90	-0.77	-0.61	-0.45	-0.39	-0.46	-0.59	-0.70
GEM5_NEMO		-0.96	-0.85	-0.66	-0.46	-0.37	-0.41	-0.54	-0.63
NASA		-0.83	-0.97	-1.23	-1.41	-1.43	-1.56	-1.74	-1.86
GFDL_SPEARE		-0.77	-0.54	-0.35	-0.21	-0.20	-0.31	-0.46	-0.52
NCAR_CCSM4		-0.98	-1.01	-1.07	-1.18	-1.30	-1.44	-1.55	-1.59
Promedio									
NMME		-0.93	-0.90	-0.87	-0.81	-0.79	-0.87	-0.99	-1.05

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	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND
CFS2		-0.65	-0.69	-0.71	-0.60	-0.56	-0.54	-0.55	-0.57
CanCM4i		-0.58	-0.66	-0.72	-0.54	-0.39	-0.29	-0.30	-0.33
GEM5_NEMO		-0.53	-0.52	-0.50	-0.53	-0.50	-0.48	-0.56	-0.66
NASA		-0.77	-1.36	-1.97	-2.15	-1.87	-1.57	-1.53	-1.68
GFDL_SPEARE		-0.72	-0.89	-0.91	-0.95	-0.84	-0.74	-0.63	-0.52
NCAR_CCSM4		-0.61	-0.62	-0.73	-0.82	-0.98	-1.10	-1.23	-1.33
Promedio									
NMME		-0.64	-0.79	-0.92	-0.93	-0.86	-0.79	-0.80	-0.85

Para la región Niño 3.4, los patrones atmosféricos en desarrollo y proyectados por los modelos numéricos internacionales continúan mostrando una configuración típica de un evento La Niña en el Pacífico central, por lo menos hasta finales del invierno de 2022. Entre estos patrones se encuentran la persistencia de anomalías de vientos del este en niveles bajos de la atmósfera en el Pacífico occidental central, así como los vientos del oeste en niveles altos sobre el Pacífico central y oriental tropical.

Según la evaluación de los datos observados, así como de los resultados de los modelos de ondas, se espera que el paquete de ondas Kelvin frías se propague a lo largo de la costa peruana hasta fines de mayo, con su máximo impacto en abril. Este paquete de ondas favorecerá la disminución de la temperatura del mar peruano. Por otro lado, según los resultados de los modelos de ondas, entre junio y julio se espera el arribo de un paquete de ondas Kelvin cálidas (Figuras 25 y 26).

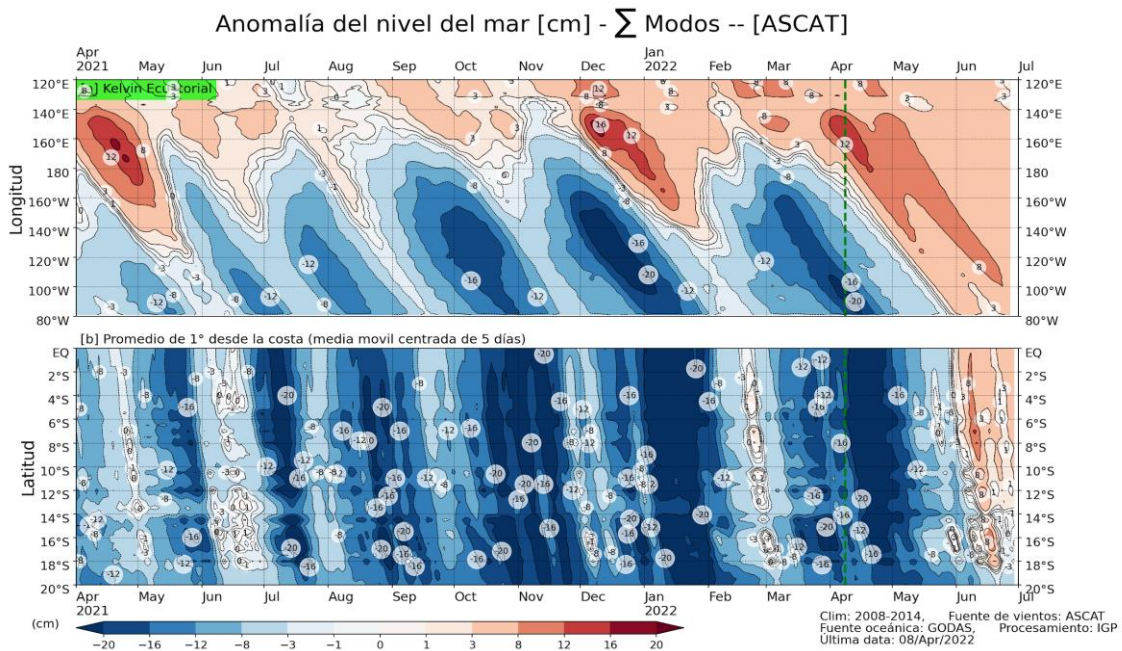


Figura 25: Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada ASCAT. Fuente: IGP.



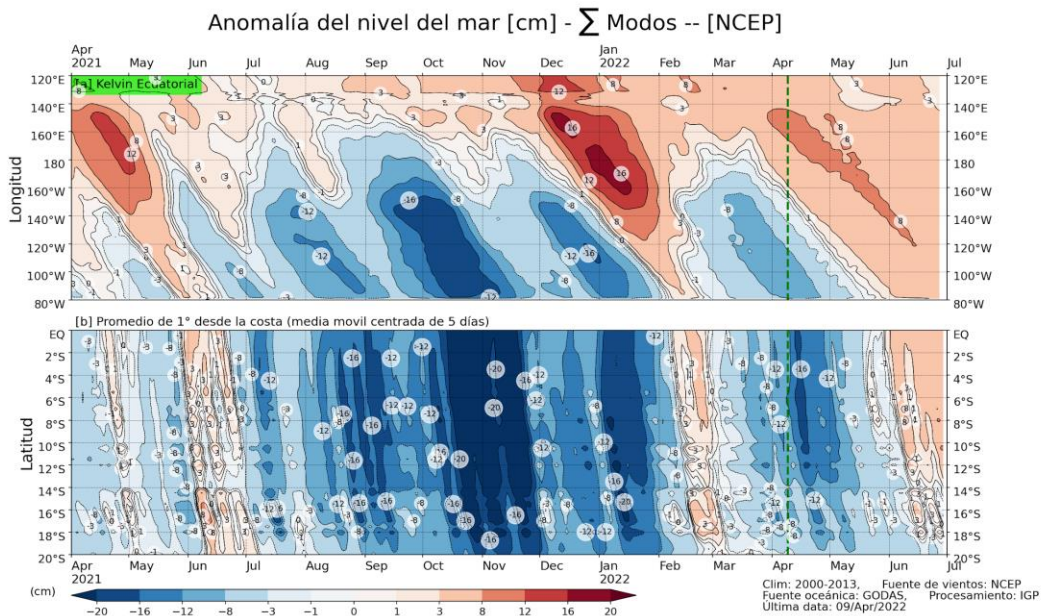


Figura 26: Anomalía del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada NCEP. Fuente: IGP.

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 la presencia de La Niña con una intensidad débil por lo menos hasta agosto de 2022 (Tabla 7 y Figura 24).

Tabla 4: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3.4) entre abril y agosto de 2022.

Pacífico central	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)	Julio (%)	Agosto (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	26	20	18	8	7
Fría débil	64	63	62	59	56
Neutro	10	17	20	32	35
Cálida débil	0	0	0	1	2
Cálida moderado	0	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0	0

Cálida extremo	0	0	0	0	0
----------------	---	---	---	---	---

Por otro lado, para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones neutras (53-65%) desde abril hasta agosto (Tabla 8 y Figura 27). La condición fría débil presenta su mayor probabilidad (42%) en abril, debido al arribo y propagación del paquete de ondas Kelvin frías a lo largo de la costa.

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 agosto de 2022.

Pacífico oriental	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)	Julio (%)	Agosto (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	5	1	1	0	0
Fría débil	42	35	20	18	16
Neutro	53	59	63	64	65
Cálida débil	0	5	15	17	18
Cálida moderado	0	0	1	1	1
Cálida fuerte	0	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0	0

### PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS

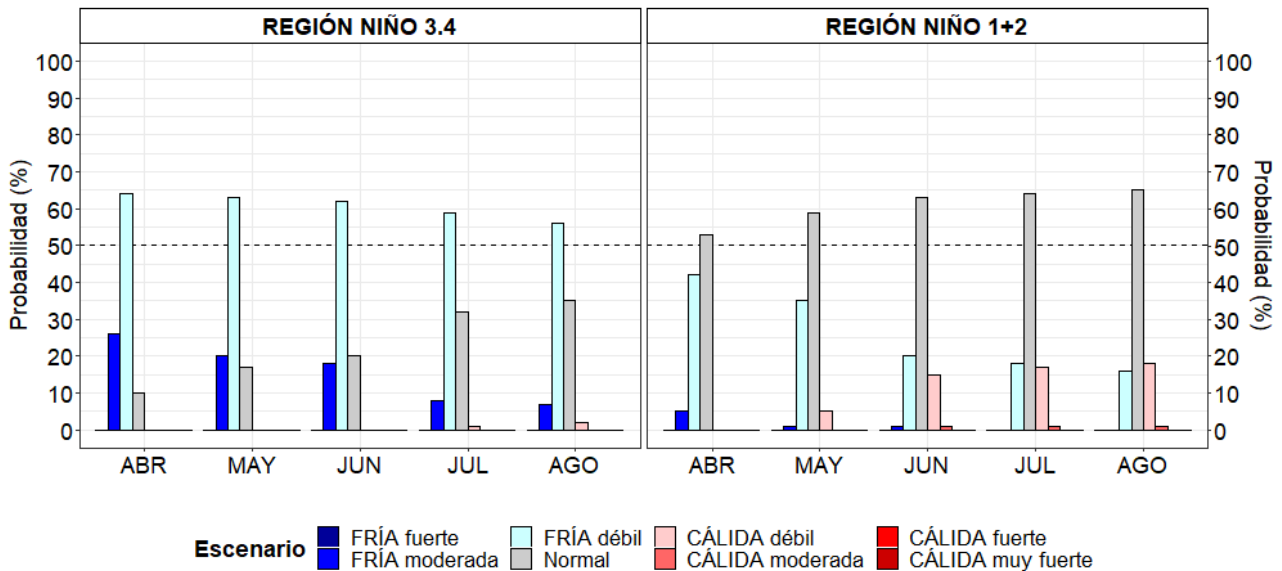


Figura 27. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre abril y agosto de 2022.

El pronóstico climático para el trimestre abril – junio de 2022 mantiene condiciones de lluvia bajo lo normal en la costa norte y condiciones normales en la sierra sur occidental, con una tendencia a la disminución de lluvias acordes con su estacionalidad. Respecto a las temperaturas extremas del aire, éstas oscilarían dentro de sus rangos normales en gran parte del país, a excepción de la costa central y sur, donde se registrarían valores por debajo de lo normal.

Desde el punto de vista biológico se prevé que en la región sur la anchoveta continúe en zonas cercanas a la costa, en tanto, el bonito y caballa continúen disponibles de acuerdo a su estacionalidad. Por otro lado, los indicadores reproductivos de la anchoveta, presentarán baja actividad desovante, de acuerdo al patrón histórico.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado del Sistema de alerta ante La Niña costera a “No Activo”, 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, presente valores dentro del rango neutral, por lo menos, hasta agosto de 2022 inclusive.

Por otro lado, se espera que continúe la presencia del evento La Niña de magnitud débil en el Pacífico central hasta agosto del presente año.

Se recomienda a los tomadores de decisión considerar los posibles escenarios de riesgo, considerando el 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 13 de mayo 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.
- Boullanger, 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](http://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
<b>VARIABLES ATMOSFÉRICAS</b>																						
Radiación de Onda Larga										X											IGP	* <a href="http://www.met.igp.gob.pe/variabci/m/yakifigs/olr170E_140W.gif">http://www.met.igp.gob.pe/variabci/m/yakifigs/olr170E_140W.gif</a> <a href="http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170W_100W.gif">http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170W_100W.gif</a>
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	
<b>VARIABLES OCEANOGRÁFICAS</b>																						
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

