

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 8 N°01

ENERO 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:

Dra. Carmen Rosario Yamashiro Guinoza

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

Vice-Presidente:

Calm. Roberto Sandro Jiménez Torreblanca

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)

Ing. Roberto Salazar Gonzales

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

General de Brigada (r) Carlos Manuel Yáñez Lazo

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

General (r) EP Marco Antonio Jaymez Rebosio

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

Grupo de Trabajo Científico-Técnico

Coordinación Grupo Técnico del ENFEN: Grinia Avalos Roldán

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

SENAMHI: Grinia Avalos, Nelson Quispe, Andrés Rodríguez, Yury Escajadillo, Tania Ita, Vannia Aliaga, Glicerio Canchari y Félix Cubas

DIHIDRONAV: Rina Gabriel, Roberto Chauca, Fernando Allasi y Renzo Adrianzen

IGP: Kobi Mosquera y Jorge Reupo

ANA: Sigfredo Fonseca

INDECI: Jakie Rojas

CENEPRED: Ena Jaimes

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° 01, enero de 2022, 39 p.

Fecha de Publicación: 14 de febrero 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.



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

Enero 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 ENERO 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	227
3.5.	Condiciones agrometeorológicas.....	228
IV.	PERSPECTIVAS.....	30
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
VI.	REFERENCIAS.....	35
VII.	ANEXO	38

I. INTRODUCCIÓN

El Niño - Oscilación Sur (ENOS) en sus dos fases, El Niño y La Niña, tiene repercusiones más intensas en algunas zonas del mundo, como es el caso de Perú, donde el efecto en las precipitaciones puede darse en gran parte del territorio nacional. Por ejemplo, en la fase El Niño, y en el contexto del denominado 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 este contexto, 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 y sudoriental, así como de la dinámica subsuperficial de parámetros oceanográficos, con mayor atención en la zona costera de Perú. Para los impactos en el ecosistema marino se analizan indicadores de la fertilidad y productividad del mar peruano, al igual que la respuesta de los principales recursos hidrobiológicos y la actividad pesquera. Asimismo, se reportan los impactos hidrológicos, asociados a precipitaciones e incrementos súbitos del caudal de los principales ríos del territorio peruano. Finalmente, se formula la previsión futura de los principales indicadores asociados al ENOS, con énfasis en el fenómeno El Niño, a corto, mediano y largo plazo.

En tal sentido, 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 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 (Paita, Chimbote, Huanchaco, Huacho, Callao, Pisco e Ilo). A partir de esta información se determinan los siguientes índices reproductivos: índice gonadosomático (IGS), que es un indicador de la actividad reproductiva; fracción desovante (FD), que es un indicador directo del proceso de desove; y contenido graso (CG), que es un indicador de la condición somática del recurso, mostrando la reserva energética del mismo (Buitrón et al, 2011). El IGS se calcula mediante la relación del peso de la gónada y el peso eviscerado del pez (Vazzoler, 1982), contándose con información desde 1986. La FD se calcula como el cociente de las hembras que están en condición de desovantes sobre el total de hembras analizadas, expresada en porcentaje; con información disponible desde 1992. El CG se determina mediante la extracción de grasa total por el método de Soxhlet (A.O.A.C., 1990), el cual es expresado en porcentaje con información desde 2002.

2.3. Modelos y Pronósticos

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)

El modelo se utiliza para representar la dinámica superior en el Pacífico ecuatorial y se trabaja con dos tipos de termoclina, constante o 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 WindSAT (Wentz et al., 2013) obtenidos de <http://www.remss.com/missions/windsat/>. 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 vientos del *reanalysis* NCEP (Kalnay et al. 1996) y siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002). 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 tres fuentes de datos: 1) vientos del *reanalysis* atmosférico de NCEP-CDAS (Kalnay et al. 1996), 2) vientos del *scatterometer* ASCAT (Bentamy et al. 2008) y 3) el producto denominado BLENDED (Bentamy et al. 2016), que es la combinación de varias fuentes de viento satelital (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. 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

Se usa 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 la comisión multisectorial del ENFEN, 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)¹ y Pacífico oriental (Niño 1+2)², aplicando los mismos umbrales de anomalías de TSM usadas para definir las categorías El Niño y La Niña (ENFEN, 2012).

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

² Comité Multisectorial Encargado del Estudio del Fenómeno El Niño. (2012). Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú

III. CONDICIONES OBSERVADAS EN ENERO DE 2022

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

Durante enero, la TSM en el Pacífico ecuatorial, entre 160°W y 100°W, se mantuvo en promedio con anomalías negativas de hasta $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$; sólo en el extremo occidental se observaron anomalías positivas de hasta $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$. En la región Niño 3.4 (Niño 1+2) la anomalía de la TSM promedio de enero fue $-0,95\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-1,14\text{ }^{\circ}\text{C}$) y para los primeros diez días de febrero fue $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$), tal como se muestra en la Tabla 1 y la Figura 1.

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 (ERSSTv5)						
R. Niño	Niño 1+2		Niño 3		Niño 4	
Agosto	20.74	-0.27	24.66	-0.46	26.32	-0.54
Set.	20.02	-0.70	24.46	-0.44	26.16	-0.56
Oct.	20.15	-0.87	24.19	-0.79	25.77	-0.95
Nov	20.53	-1.12	24.07	-1.03	25.76	-0.94
Dic	21.14	-1.67	23.96	-1.27	25.53	-1.06
Ene22	23.43	-1.14	24.35	-1.31	25.59	-0.95

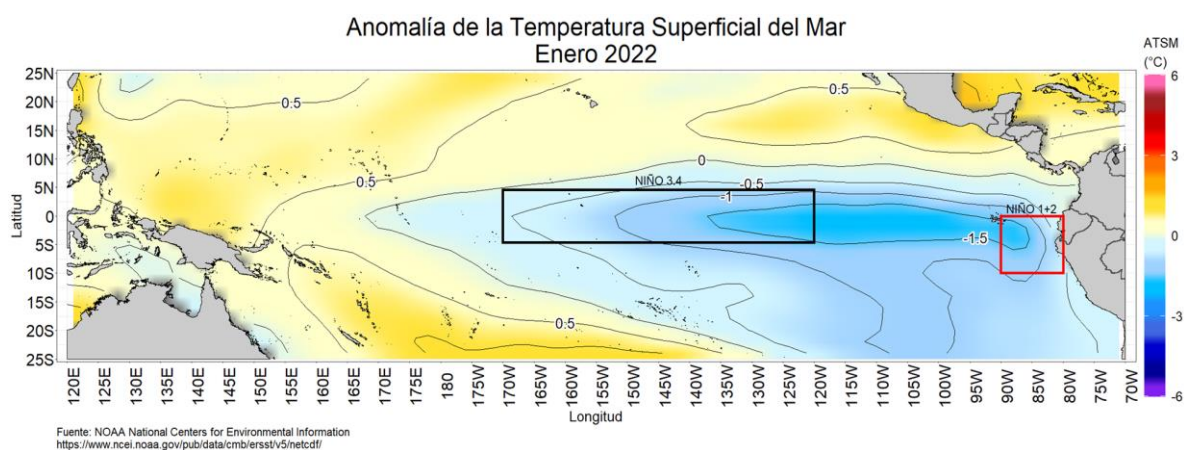


Figura 1: Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico en enero de 2022. La región Niño 3,4 está delimitada con el recuadro negro y la región Niño 1+2 está delimitada con el recuadro rojo. Fuente: CMEMS v3,0. Procesamiento: DIHIDRONAV.

Los valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de diciembre de 2021 y el ICEN temporal (ICEN-tmp) de enero indican condiciones frías moderadas. Por otra parte,

los valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de diciembre y el ONI temporal (ONI-tmp) de enero corresponden a condiciones frías débiles³ (Tabla 2).

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

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
ene-21	-0,86	Neutro	-1,06	Fría Moderada
feb-21	-0,83	Neutro	-0,94	Fría Débil
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
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
ene-22	-1,37	Fría Moderada	-0,96	Fría Débil
feb-22	-1,09	Fría Débil	-0,94	Fría Débil

Según la información observada en el Pacífico ecuatorial, el paquete de ondas Kelvin frías alcanzó la costa americana. Por otro lado, la onda Kelvin cálida, durante este mes, continuó aproximándose a la costa americana. Los resultados de los modelos de ondas indican el desarrollo de dos ondas Kelvin frías como consecuencia de los pulsos de viento del este durante enero e inicios de febrero. Estas ondas frías podrían restarle intensidad a la onda cálida, aunque a la fecha, esto no se aprecia en los datos observados (Figura 2).

³ Los valores del ICEN caracterizan la región centro y norte del mar peruano, mientras que los del ONI, la región Niño 3.4.

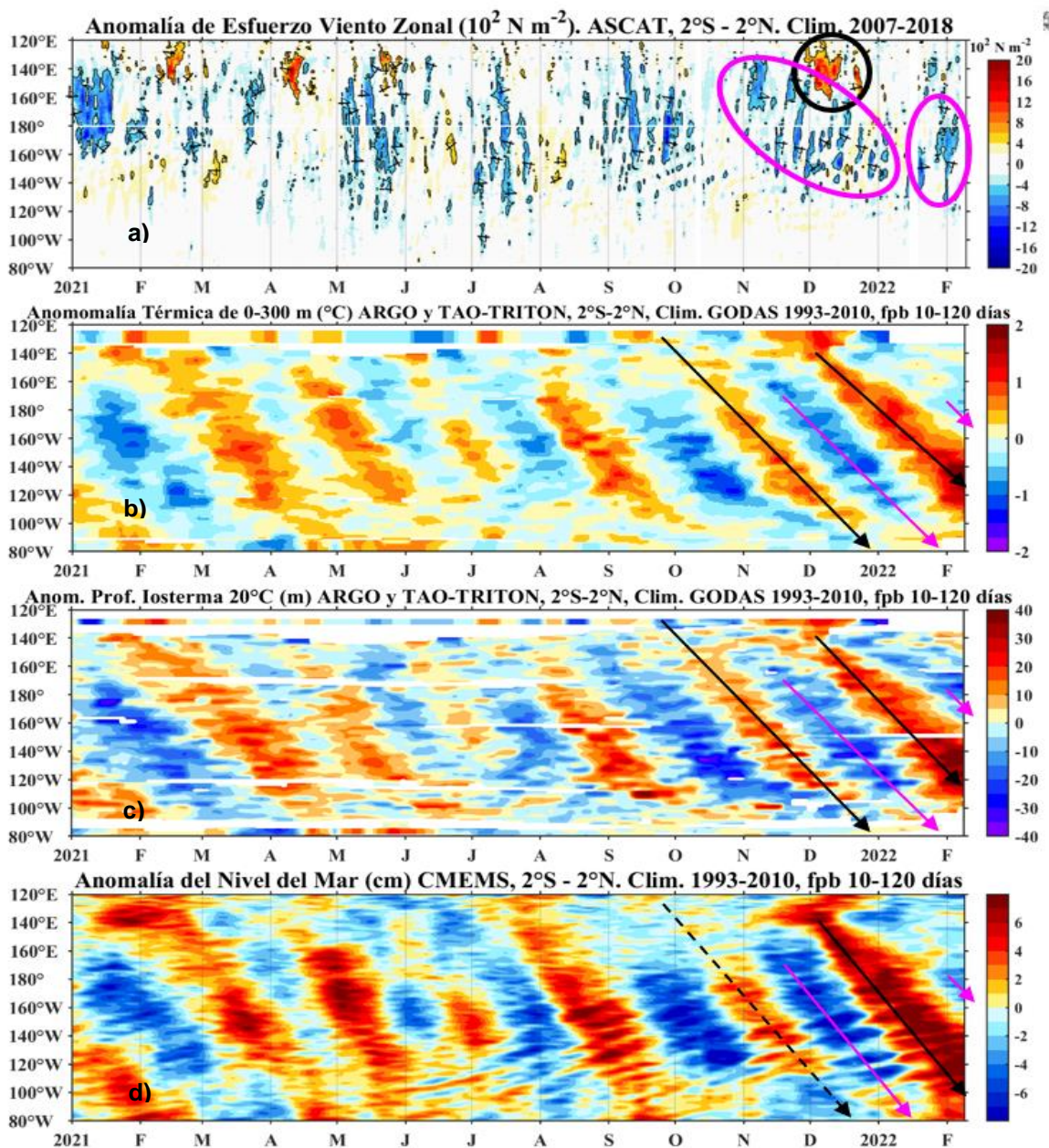


Figura 2: Diagrama Hovmöller: a) anomalía del esfuerzo de viento zonal (10^2 Nm^{-2}), b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) con filtro pasa banda de 10 a 120 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalía de temperatura de 0 a 300 m de profundidad ($^\circ\text{C}$) 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 120 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

En niveles altos de la tropósfera (200 hPa) sobre el Pacífico ecuatorial, durante enero predominaron, en promedio, vientos del oeste, aunque con menor intensidad respecto al mes anterior. Sin embargo, para los últimos días del mes e inicios de febrero se presentaron vientos del este, favoreciendo la convección al noroeste de Sudamérica. En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa) y, sobre el Pacífico central, los vientos alisios continuaron debilitados respecto a diciembre. Sin embargo, hacia fines de enero y primeros días de febrero, se presentó una leve intensificación de los alisios sobre dicha región. La subsidencia continuó persistente al oeste de la línea de cambio de fecha, aunque con menor intensidad respecto a diciembre (Figura 3).

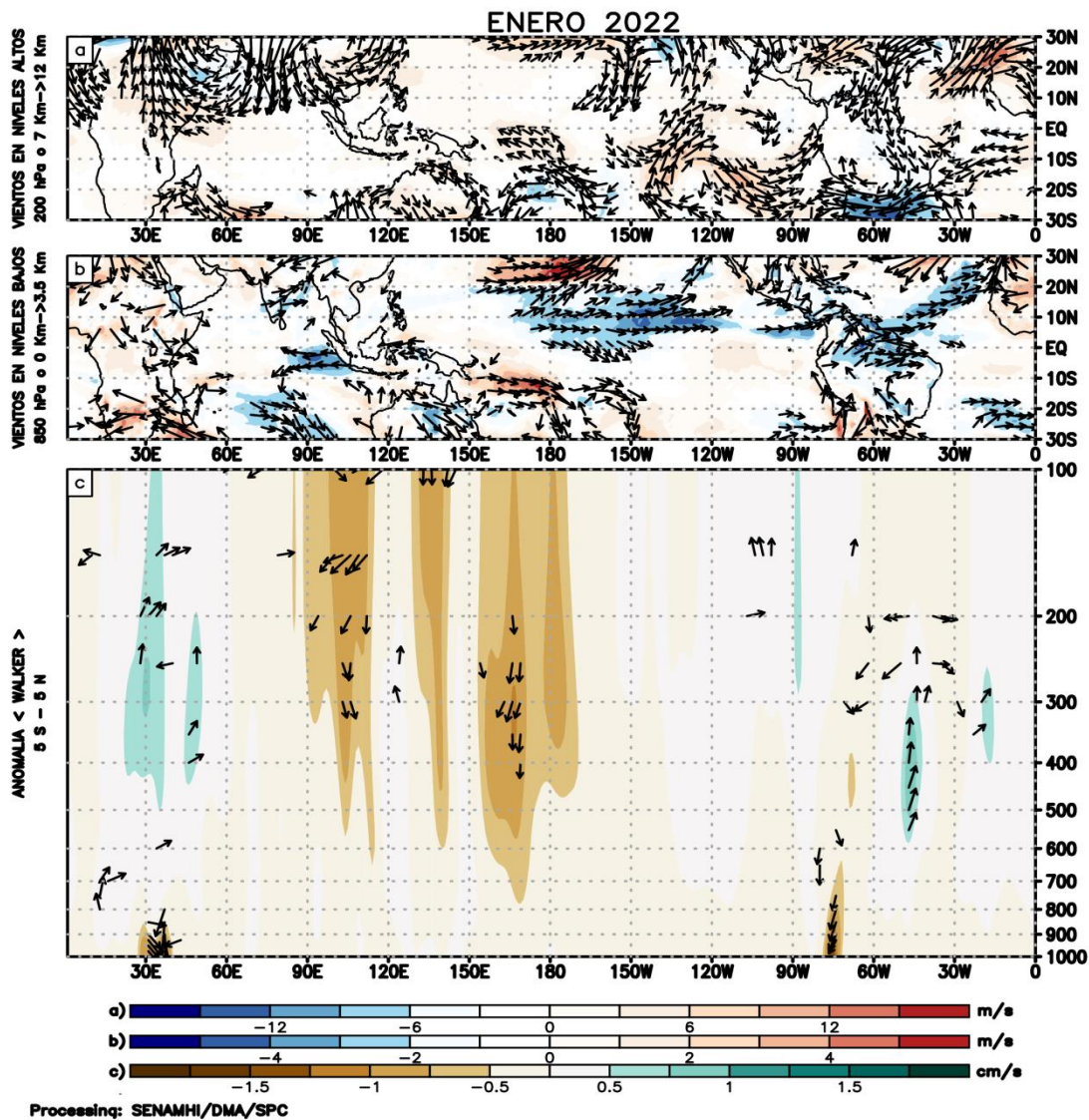


Figura 3: (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para enero 2022, (c) patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para enero de 2022. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) durante enero, en promedio, continuó con una anomalía más intensa hacia el sur, presentando una configuración zonal. Esta condición no favoreció al fortalecimiento de los vientos alisios en el Pacífico central. Por otro lado, los vientos del sur frente al litoral presentaron algunos episodios de intensificación asociados a la dinámica del APS (Figura 4).

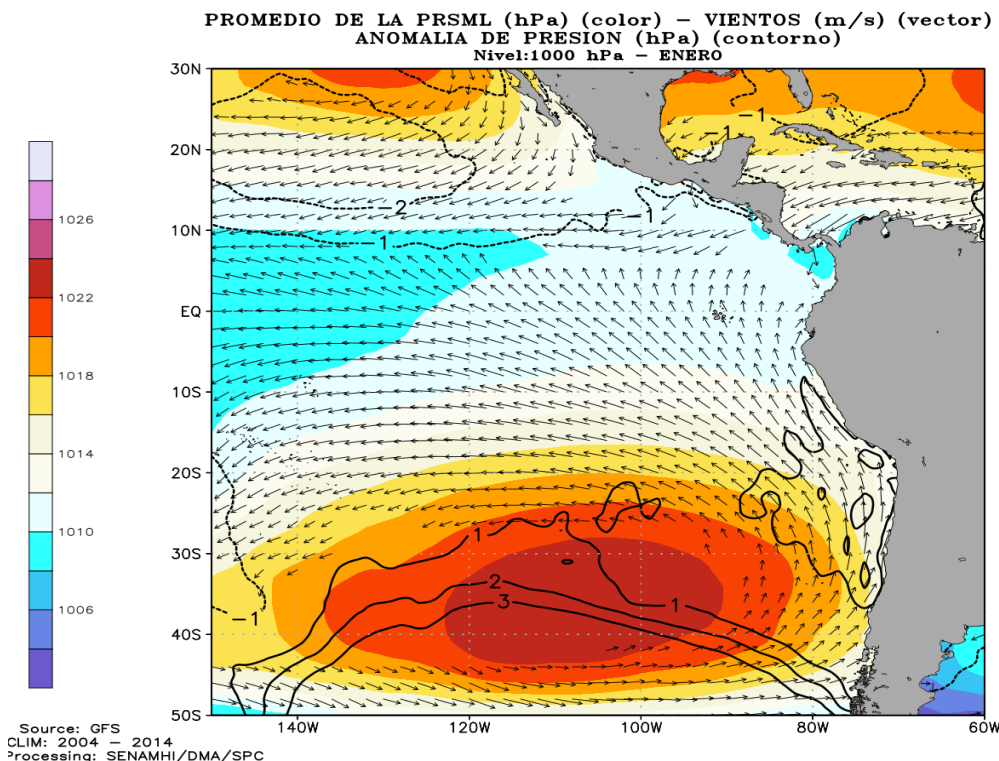


Figura 4: Promedio mensual de la presión reducida a nivel del mar (PRMSL, colores) con su anomalía (línea de contorno) y vientos (flechas) para enero de 2022. Procesamiento: SENAMHI

3.2. Condiciones océano atmosféricas locales

Frente a la zona costera peruana predominaron vientos débiles ($<4,1 \text{ ms}^{-1}$) durante gran parte del período de análisis, aunque con pulsos aislados de vientos fuertes entre Talara y Paita y entre Pisco a San Juan de Marcona. En la zona costera, se registraron periodos cortos de intensificación del viento. En la zona oceánica predominaron vientos moderados, a excepción de inicio de enero y entre el 16 y 25 de enero, cuando se registraron vientos fuertes (Figura 5). El afloramiento costero peruano presentó una intensidad por debajo de lo normal desde Sechura hasta Pisco, asociado a la presencia de vientos débiles, mientras que de Talara a Paita y de Pisco a San Juan de Marcona, se registró una mayor actividad del afloramiento (Figura 6).

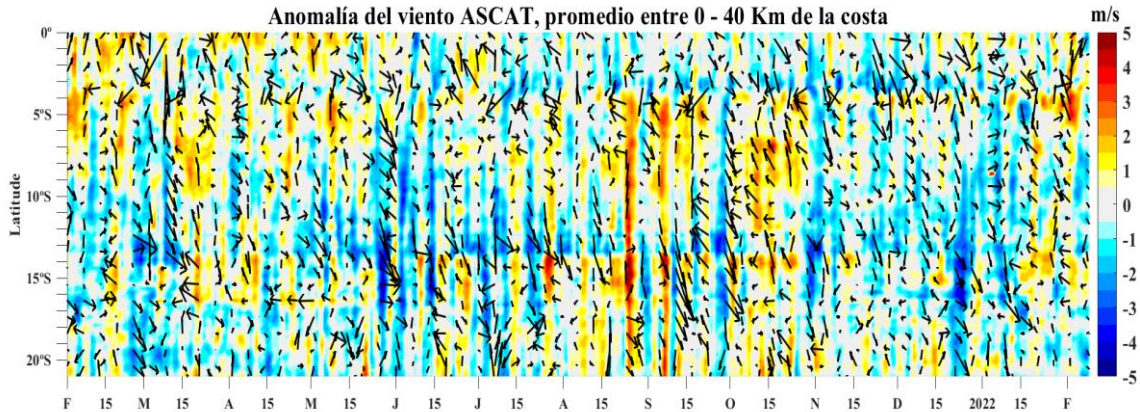


Figura 5. Diagrama Hovmöller de la anomalía de la VV a lo largo de la costa peruana. Fuente: Satélite ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizado hasta inicios de febrero.

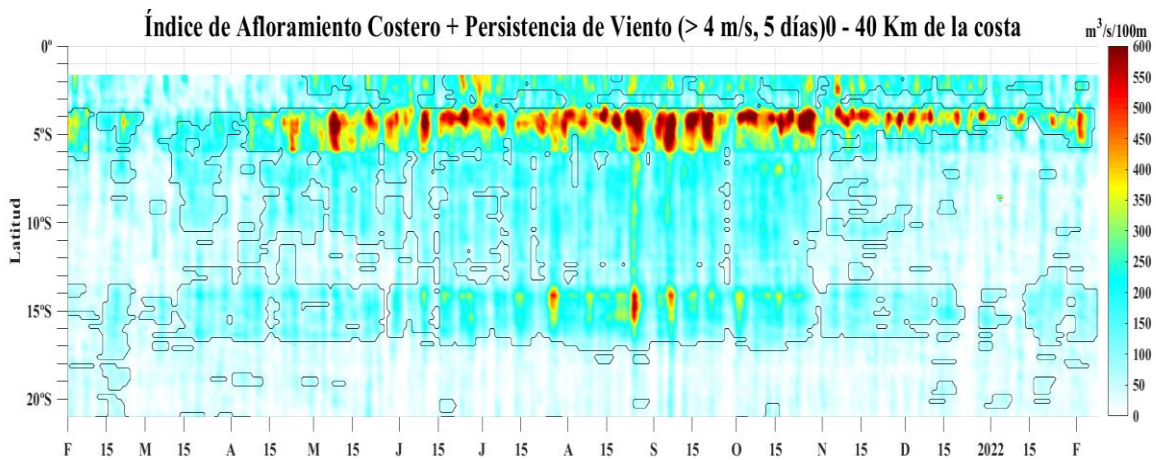


Figura 6. Diagrama Hovmöller del índice de afloramiento costero (IAC, $m^3 s^{-1} \times 100m$) calculado a 40 km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad $> 4 m s^{-1}$ durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizado hasta inicios de febrero.

En enero, la temperatura máxima del aire a lo largo del litoral peruano presentó valores promedio dentro de su variabilidad climática ($\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$), mientras que la temperatura mínima presentó anomalías negativas a lo largo de la costa, alcanzando $-1,3 \text{ }^\circ\text{C}$ en la costa sur.

En lo que va de febrero, la temperatura máxima presenta sus mayores descensos en la costa central y sur con anomalías en promedio de $-1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ y $-1,7 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente, y en la costa norte se registran valores dentro de su normal. Por otro lado, la temperatura mínima presenta condiciones frías en toda la costa con valores de $-1,8 \text{ }^\circ\text{C}$ en el norte y $-2,8 \text{ }^\circ\text{C}$ en el centro y sur (Figura 7).

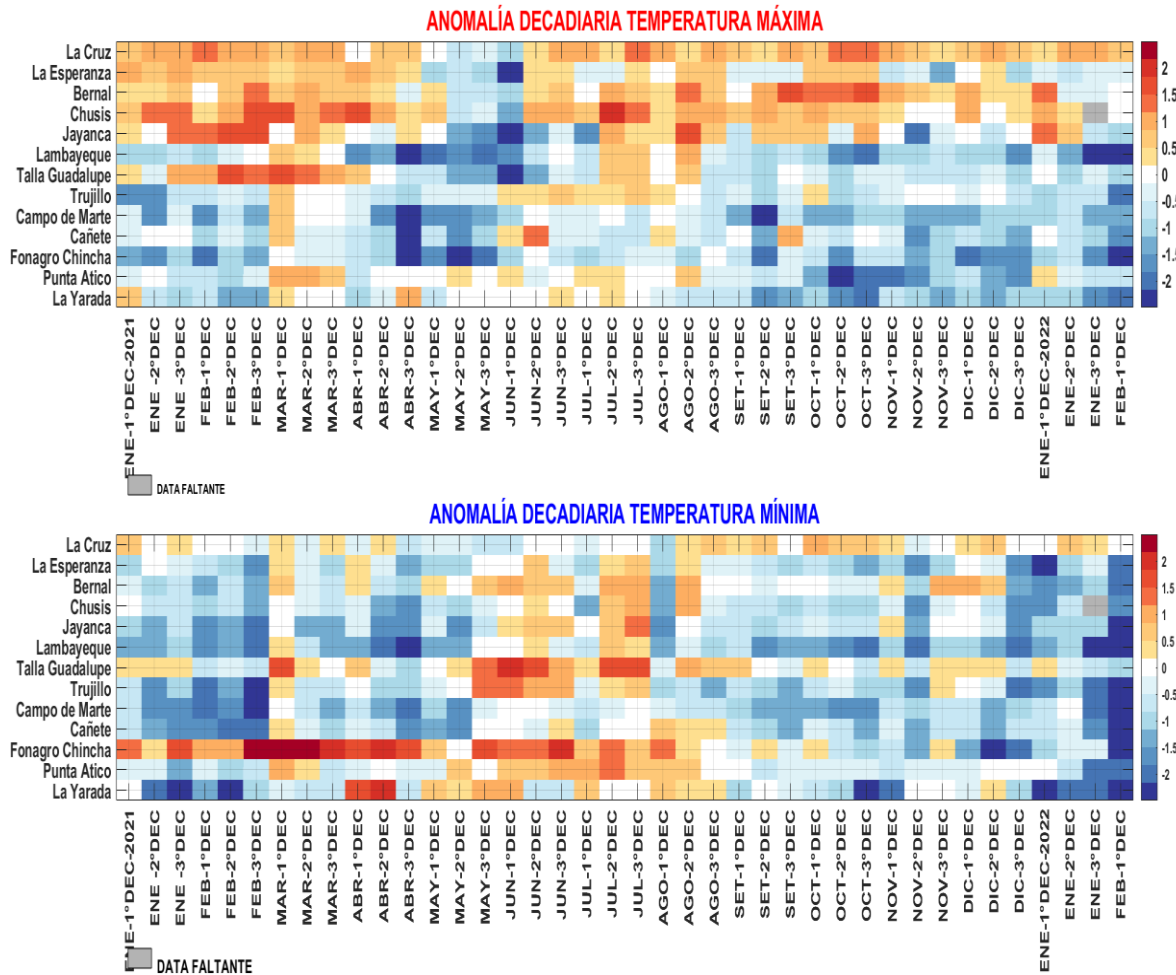


Figura 7: Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI desde enero 2021 hasta la primera decadiaria de febrero del 2022. Fuente: SENAMHI.

En enero, la TSM frente a la costa peruana presentó valores de 18 °C a 23 °C, con anomalías negativas de hasta -1,5 °C, en promedio, dentro de las 50 millas náuticas. En lo que va de febrero, la TSM continuó incrementándose de acuerdo a su estacionalidad hasta 24 °C por fuera de las 100 millas náuticas; sin embargo, las anomalías negativas se expandieron hasta cerca de las 100 millas e incrementaron sus valores hasta -3 °C en el sector sur. Sólo en el extremo norte, frente de Tumbes, la TSM mantuvo anomalías positivas de hasta +1 °C (Figuras 8 y 9). Asimismo, en el litoral la TSM desde enero y lo que va de febrero se mantiene con anomalías negativas, habiéndose acentuado en este último periodo, alcanzando valores diarios de hasta -3 °C. Solo en el Callao la anomalía fue positiva durante la segunda semana de enero, mientras que en Mollendo fluctuó alrededor de su valor normal.

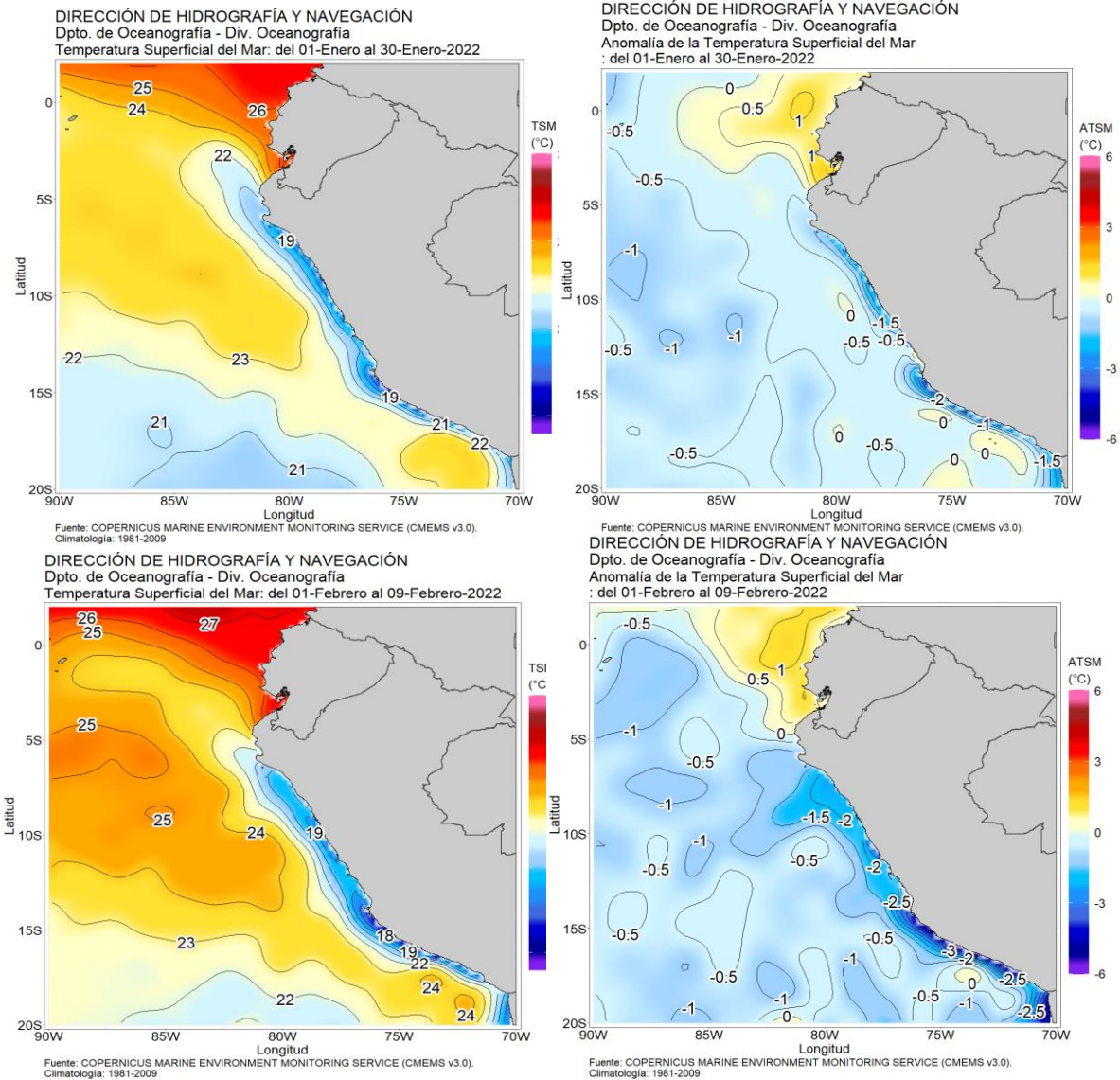


Figura 8: a) TSM promedio mensual (enero 2022); b) Anomalía de TSM promedio mensual (enero 2022) y c) TSM promedio del 1-9 febrero, d) Anomalía de TSM promedio del 1-9 febrero 2021.
Fuente: Ostia. Climatología 1981 – 2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

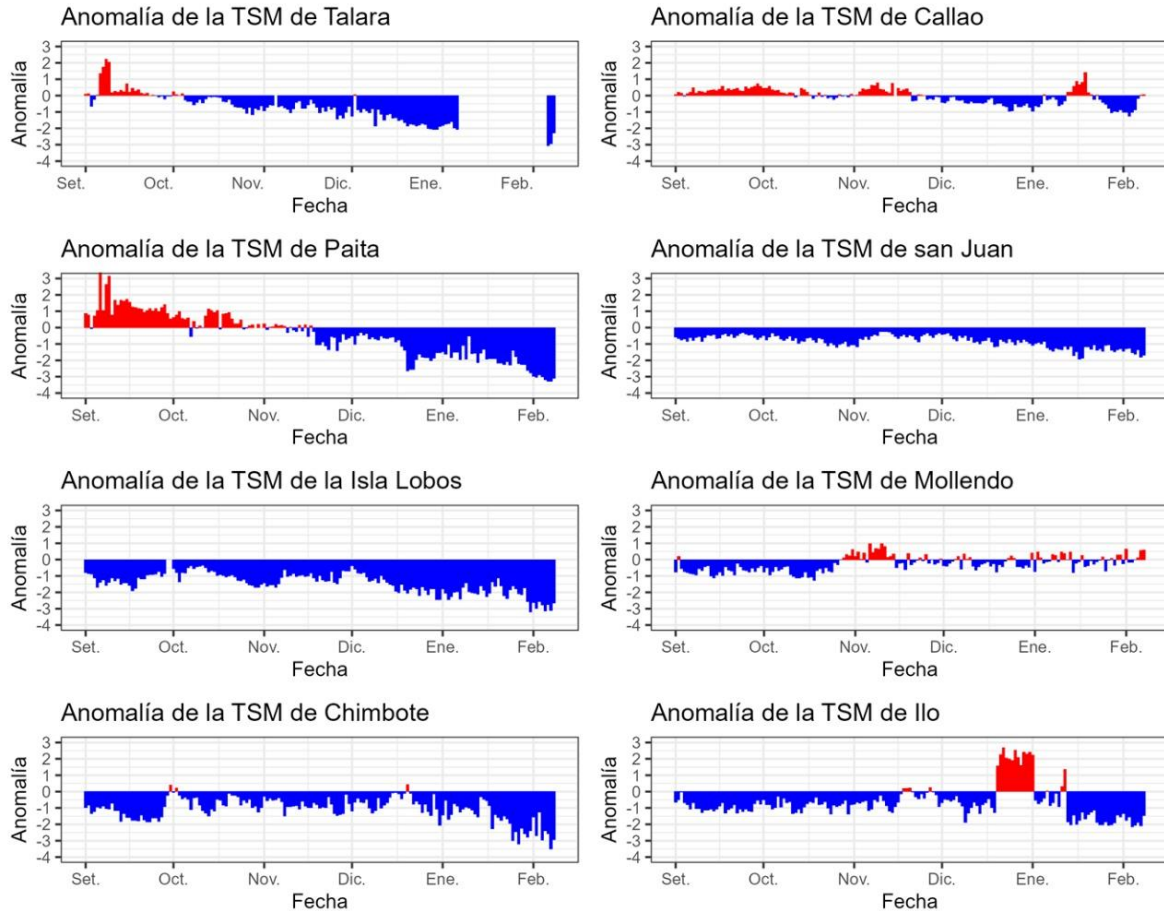


Figura 9: Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 3 meses hasta el 10 de febrero de 2022. Fuente: DHN.

El nivel del mar (NM) en el litoral se mantuvo por debajo del nivel normal durante todo enero, en correlato con las condiciones frías predominantes, presentando una mayor anomalía a mediados del mes de hasta -15 cm, lo que se asocia al paso de la onda Kelvin fría e intensificación de los vientos. Durante febrero, al norte de Paita, se registró el incremento de las ANM que habrían alcanzado valores cercanos a +10 cm cerca al sector ecuatorial, influenciada por la onda Kelvin cálida (modo 1) (Figuras 10 y 11).

En la franja de las 60 millas náuticas adyacentes a la costa peruana, el NM durante las primeras 3 semanas de enero presentó valores dentro de lo normal. Posteriormente, se observaron anomalías positivas con mayor incidencia en el sector sur, principalmente en lo que va de febrero. Este cambio estaría asociado a la presencia de una onda Kelvin fría que arribó la última semana de enero.

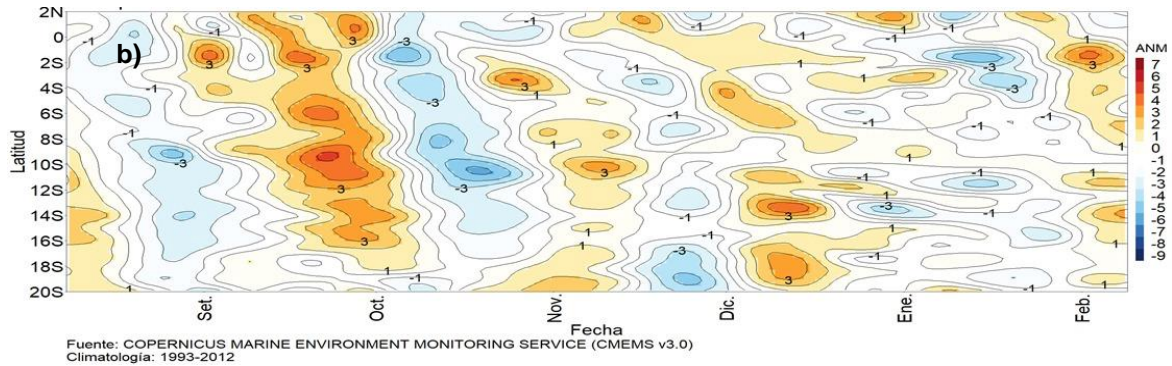
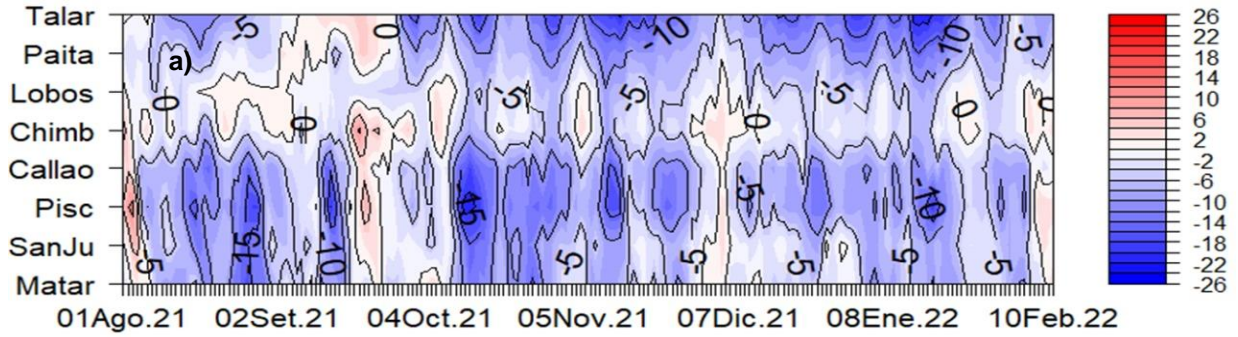


Figura 10. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM diaria a) En el litoral peruano, de julio 2021 a enero de 2022, Climatología: 1981-2010, b) Dentro de las 60 millas de la costa. Actualizado al 10 de febrero de 2022. CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012. Procesamiento: DIHIDRONAV

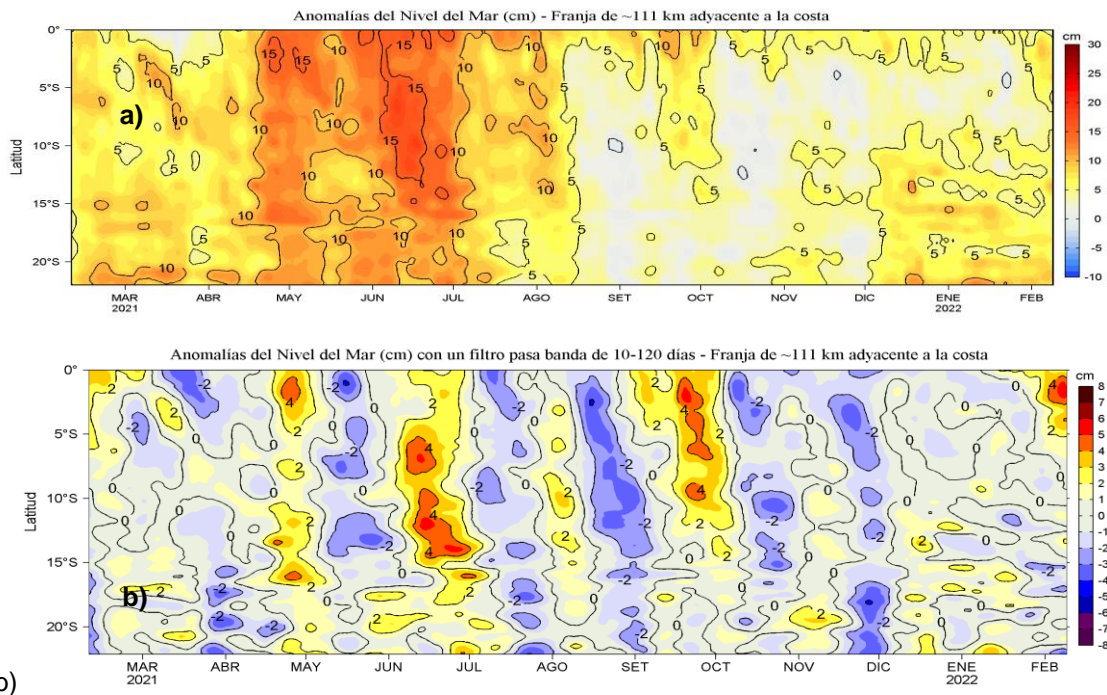


Figura 11. Diagrama Hovmöller de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 millas náuticas (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses a inicios de febrero de 2022. Fuente: CMEMS 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 (Glider), a fines de enero (Figura 12a), presentó un predominio de anomalías negativas por debajo de los 15 metros, registrándose anomalías $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ alrededor de los 50 metros y anomalías positivas ($+1\text{ }^{\circ}\text{C}$) sobre los 10 m. La información de las boyas ARGO (Figura 12b), muestra para enero el predominio de anomalías negativas dentro de las 120 mn, con valores entre $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, sobre los 70 m de profundidad principalmente, acorde al efecto del paso de la onda Kelvin fría. Debajo de los 100 m, se observaron ligeras anomalías negativas, en promedio. En lo que va del mes de febrero se observó una atenuación de las anomalías negativas, frente a la costa norte y centro, sobre los 70 m de profundidad y ligeras anomalías positivas por debajo de los 100 m de profundidad. Entre Chimbote y Huacho por fuera de las 130 m.n., desde la segunda semana de enero hasta lo que va de febrero, se observaron anomalías positivas de hasta $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 30 m de profundidad, asociado a la presencia de ASS.

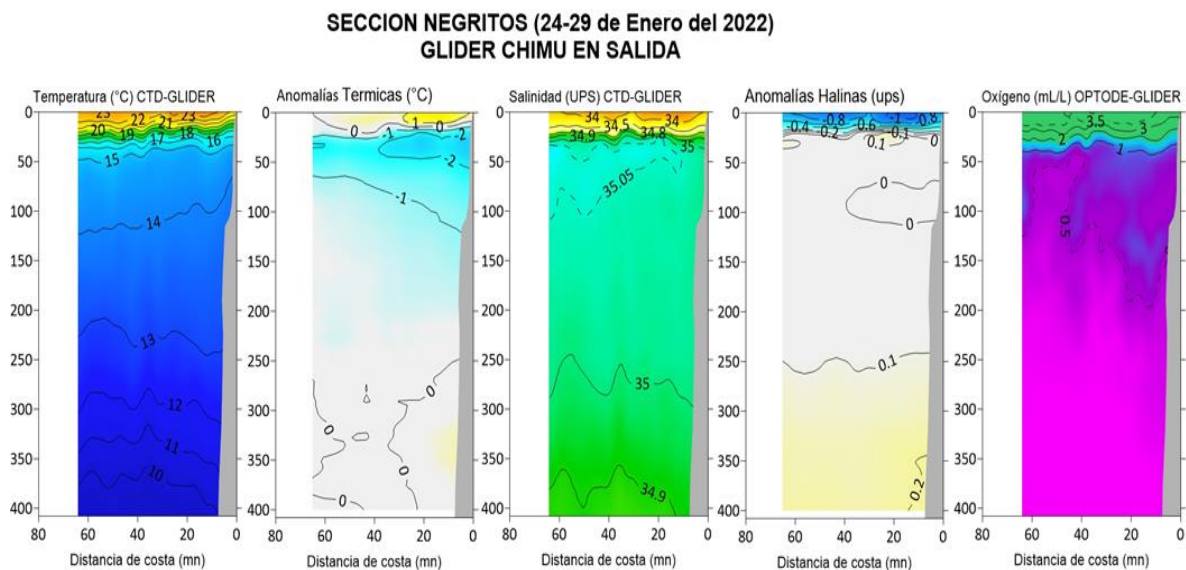


Figura 12a. Distribución vertical de la a) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) Anomalía térmica ($^{\circ}\text{C}$), c) Salinidad y d) Oxígeno disuelto (mL/L). Información del flotador Glider Chimu, del 24 al 29 de enero 2022. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

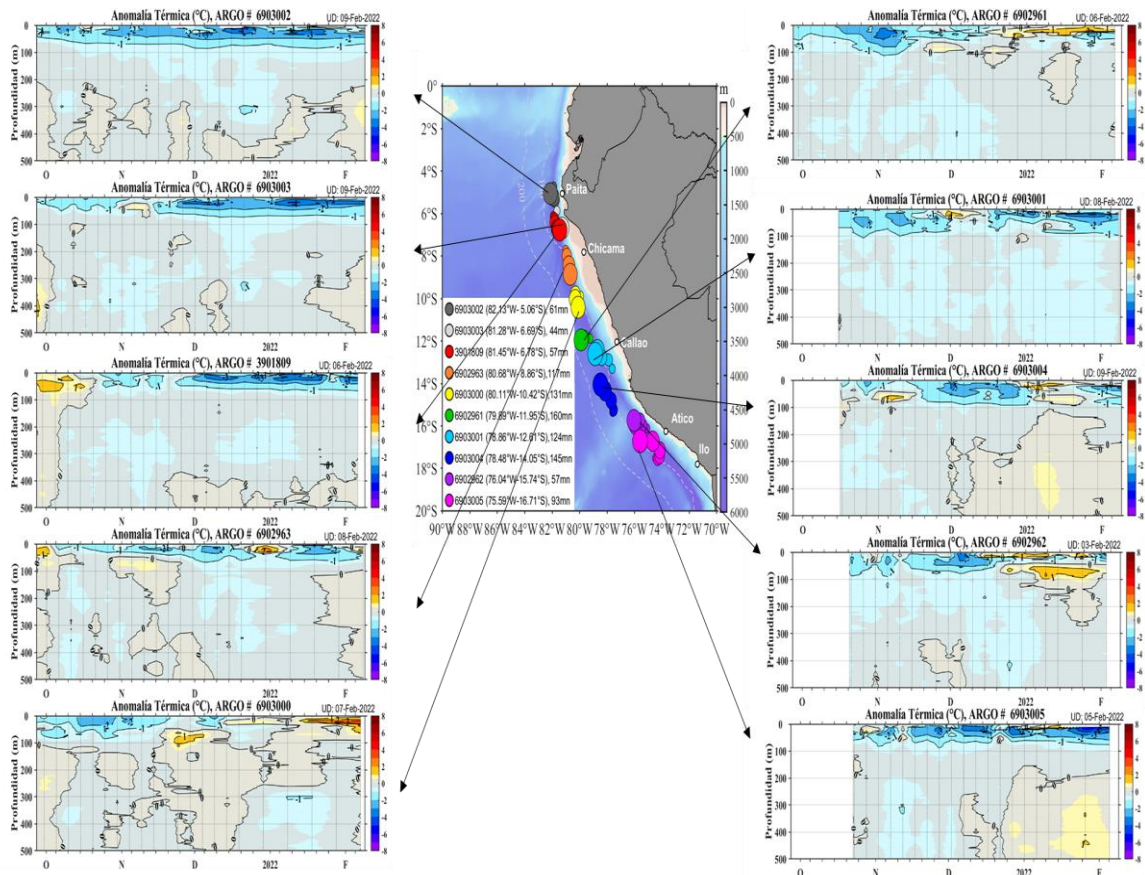


Figura 12b. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 m.n.) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de enero y febrero 2022 donde brindó información el flotador ARGO, fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE

La salinidad superficial del mar (SSM), durante enero y lo que va de febrero, indicó la permanencia de las aguas ecuatoriales superficiales (AES) hasta Paita, proyectándose hacia el sur en la franja costera generando mezcla con las ACF y aguas subtropicales superficiales (ASS), mientras que, las aguas tropicales superficiales (ATS) según la información del glider se habrían aproximado hasta Talara. Las ACF, mantuvieron su predominio dentro de las 60 millas náuticas desde Callao hacia el sur, presentando un incremento en su cobertura frente a Lambayeque a partir de la segunda quincena de enero. Asimismo, las ASS persistieron a distancias variables de la costa, presentando una mayor aproximación entre Chimbote y Huacho, así como entre Atico e Ilo (Figuras 13 y 14).

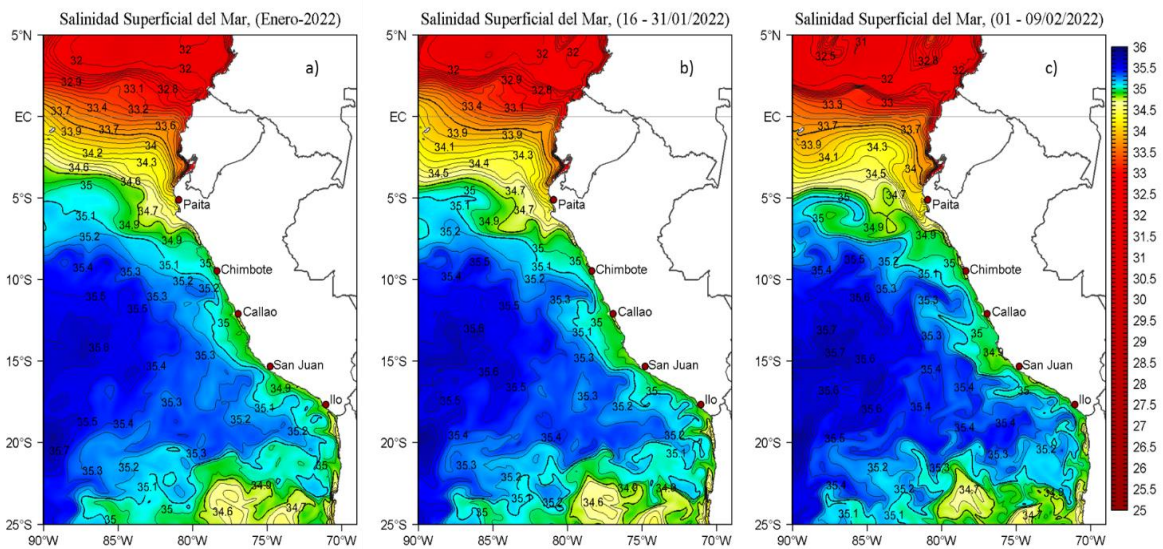


Figura 13. Distribución espacial promedio de la salinidad superficial del mar (SSM) durante: a) el mes de enero, b) la segunda quincena de enero y c) del 01 al 09 de febrero del 2022; en el océano Pacífico tropical oriental. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: LHF/M/AFOF/DGIOCC/IMARPE.

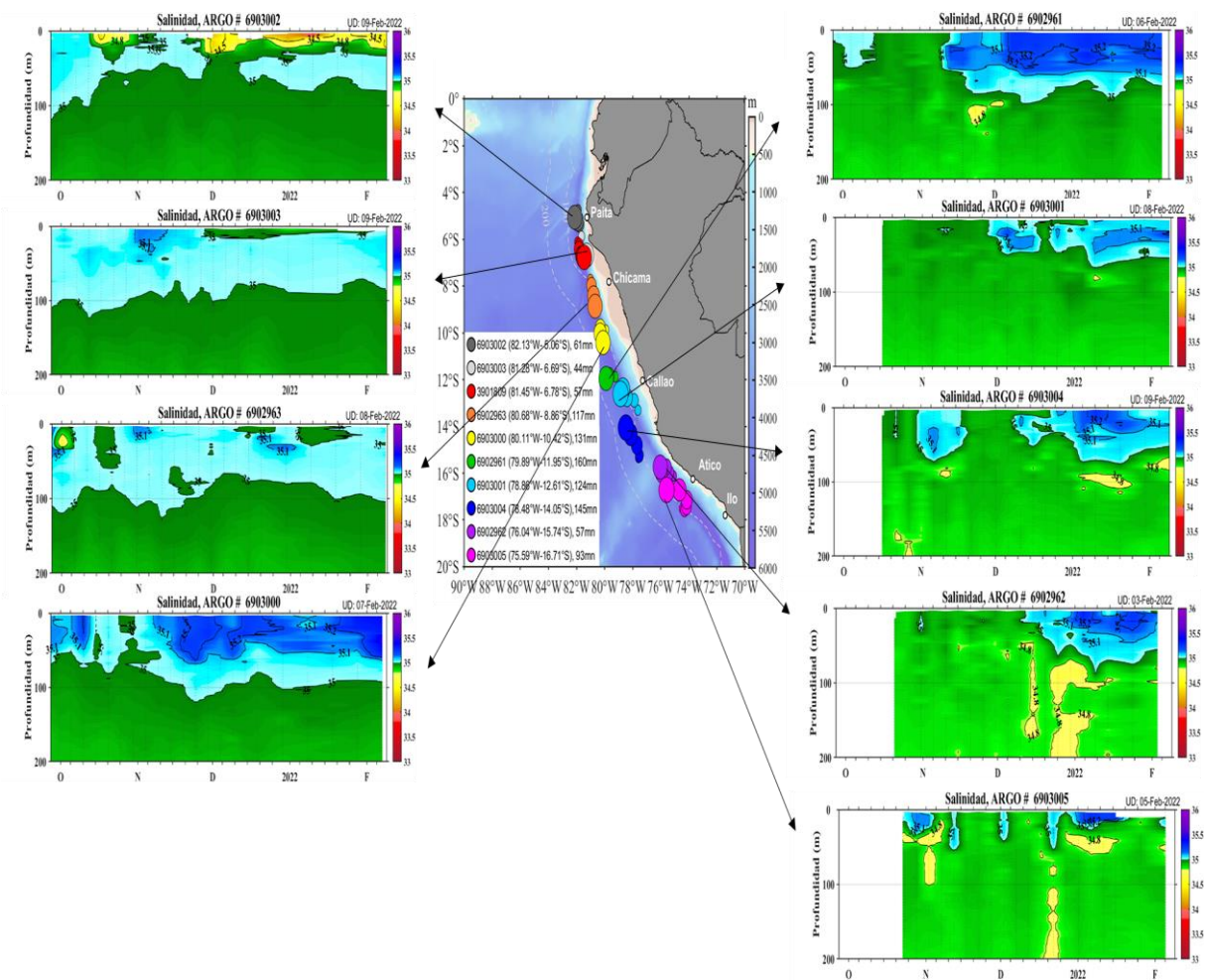


Figura 14. Evolución de la salinidad del agua de mar en flotadores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 m.n.) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de enero y primeros días de febrero 2022 donde brindo información el flotador ARGO, fuente: ARGO. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/Imarpe

En enero 2022, de la información de las boyas Argos, se pudo observar el límite superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO, OD < 0,5 mL L⁻¹) alrededor de los 50 m frente a las 70 millas náuticas de Chicama, a 90 m a las 120 millas náuticas de Callao y a 75 m a las 60 millas náuticas de Atico (Figura 15).

De acuerdo a la información satelital, la concentración de clorofila-a para enero y lo que va de febrero presentó, entre las latitudes 6°S y 15°S, valores mayores a su patrón climatológico, dentro de las 60 millas náuticas de la costa, con anomalías entre +0,5 a +5 µg L⁻¹; y valores de 2,0 a 25,0 µg L⁻¹ en enero, entre los 6°S y 14°S. En lo que va de febrero, se observaron núcleos de hasta 20,0 µg L⁻¹ frente a Chicama, Chimbote, Callao y Pisco por una alta actividad fotosintética (Figura 16).

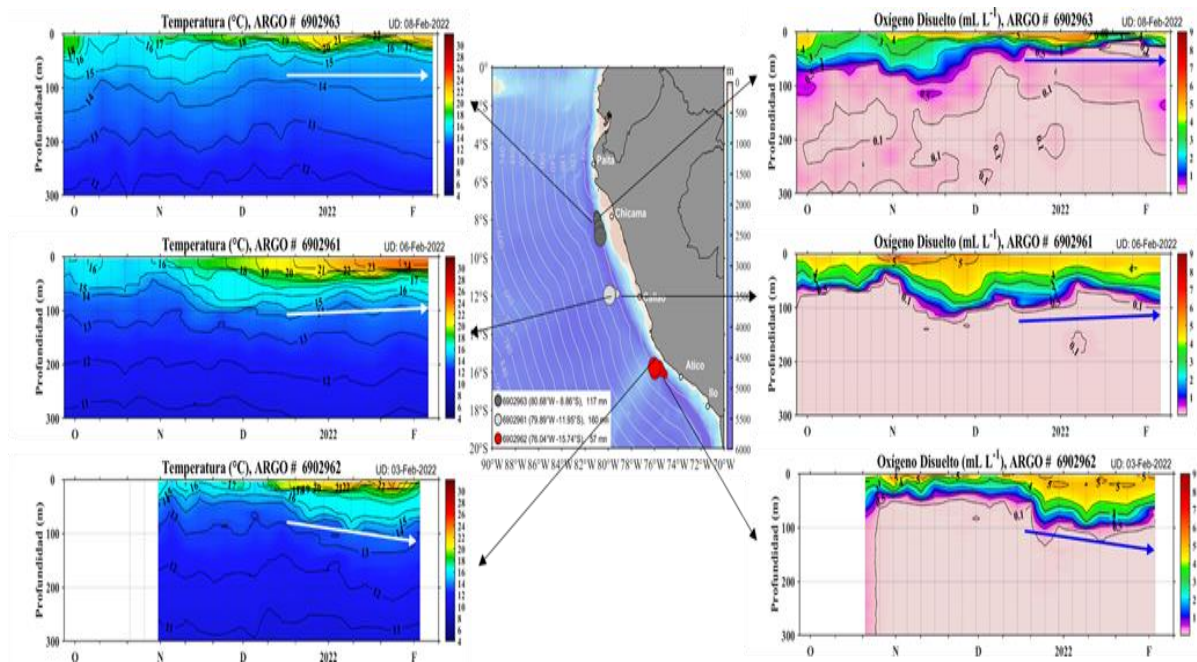


Figura 15. Evolución del oxígeno disuelto de mar en flotadores ARGO frente a la costa peruana, con su ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de enero y primeros días de febrero 2022 donde brindó información el flotador ARGO, fuente: ARGO.

Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

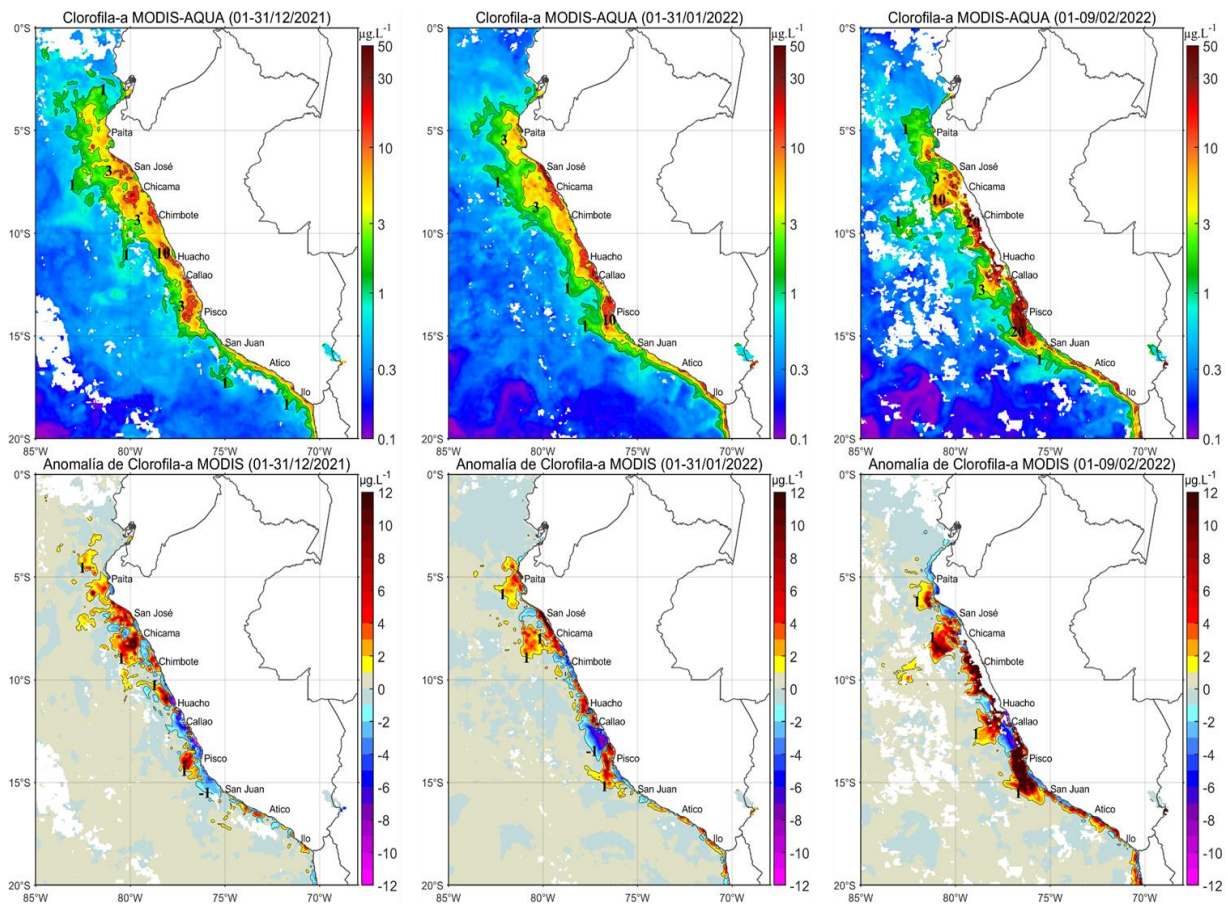


Figura 16. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital (panel superior) y su anomalía (panel inferior) durante diciembre 2021, enero y lo que va de febrero de 2022 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA ($\mu\text{g L}^{-1}$). Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE

3.3. Productividad marina y condiciones biológico pesqueras

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, la flota industrial de cerco dirigida a la pesca de la anchoveta en el stock Norte-Centro, se distribuyó desde Chimbote a Bahía Independencia, dentro de las 60 millas náuticas de la costa y en la región sur el recurso se distribuyó de Atico hasta Morro Sama, dentro de las 20 millas náuticas. A lo largo del litoral la anchoveta estuvo asociada a las ACF (Figura 17). La estructura de tallas en ambas regiones fue adulta, presentando modas secundarias juveniles. La mayor incidencia de ejemplares juveniles ($<12,0$ cm LT) se registró en la región sur con 42,5 %. Para el stock Norte-Centro, los indicadores reproductivos de la anchoveta mantuvieron un ligero incremento de los procesos de maduración gonadal y desove de acuerdo a la tendencia de su patrón histórico.

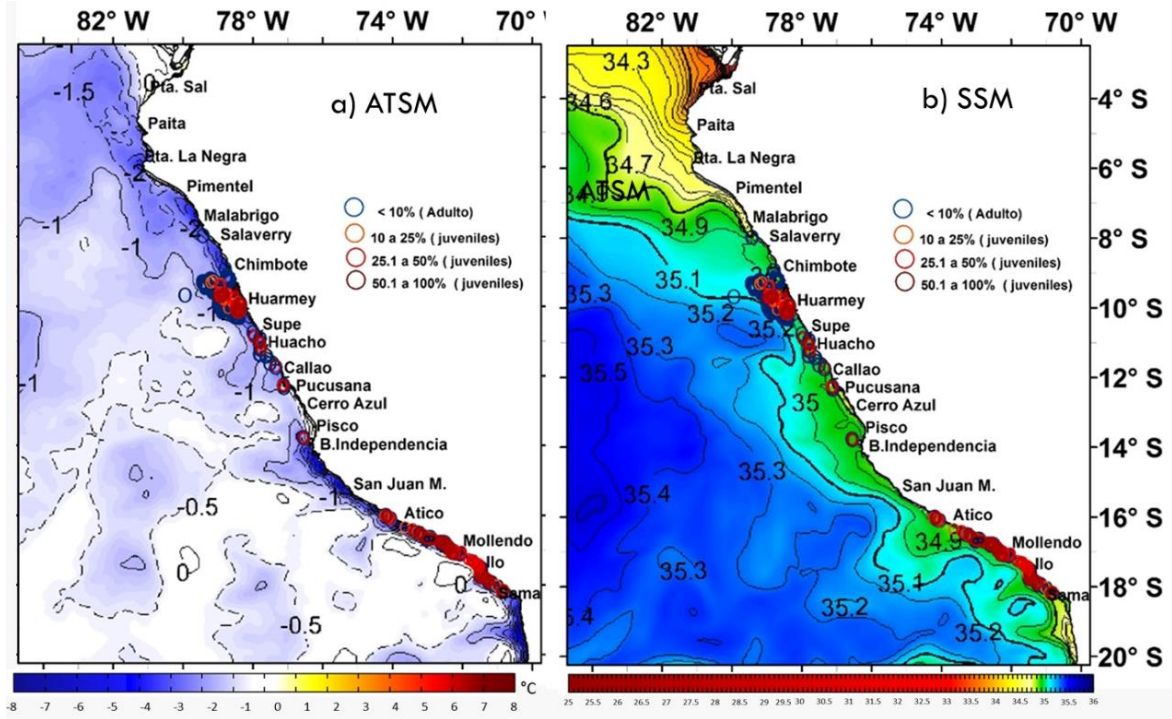


Figura 17. Distribución de la anchoveta con relación a las variables oceanográficas de a) ATSM y b) SSM durante enero 2022.

Las especies transzonales jurel, caballa y bonito se distribuyeron dentro de las 85 millas náuticas de costa, principalmente de Chancay a Ilo, asociados a los frentes halinos de las ACF con ASS y aguas de mezcla (Figura 18).

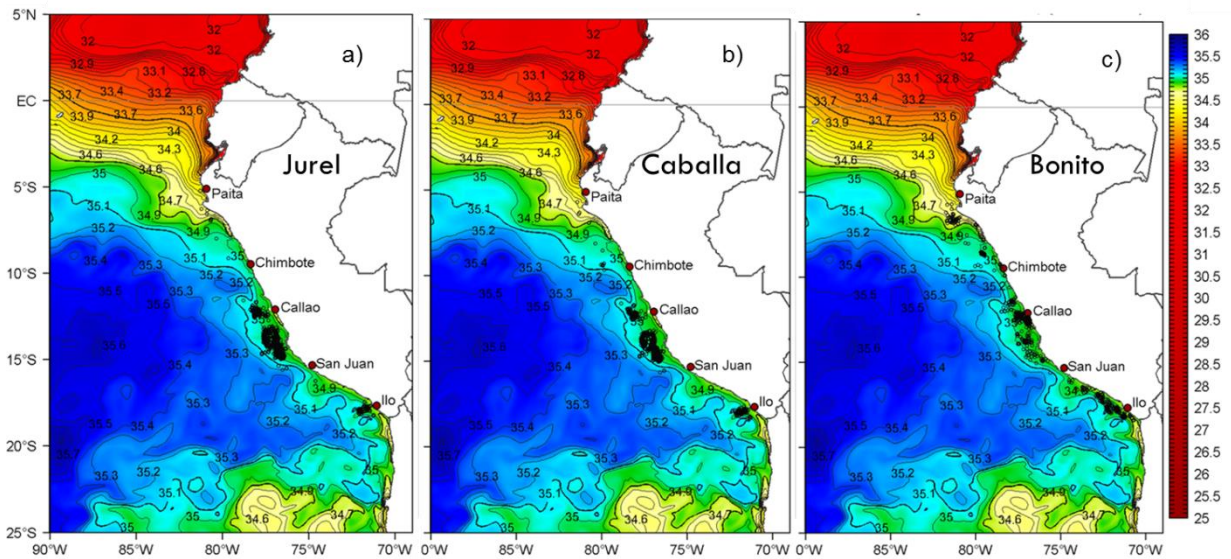


Figura 18. Distribución las especies transzonales a) jurel, b) caballa) y c) bonito con relación a la variable oceanográfica SSM durante enero 2022.

La merluza se distribuyó entre Puerto Pizarro y Punta La Negra. las principales capturas se registraron frente y al sur de Paita (Figura 19). El calamar gigante se distribuyó entre Punta Sal y Atico, y se observaron las mayores concentraciones en la zona norte del país, al sur de Punta La Negra (Figura 20).

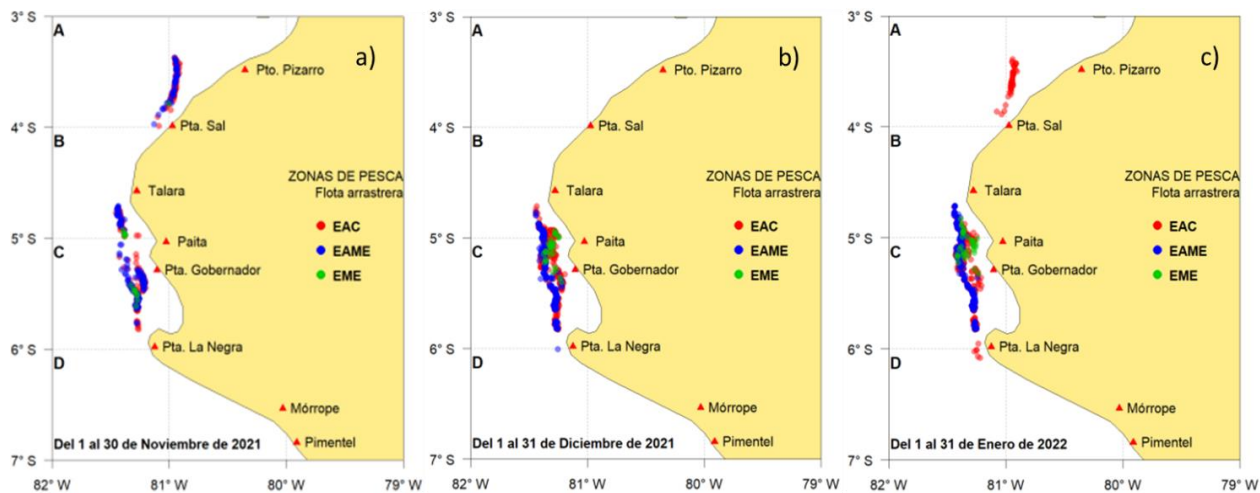


Figura 19. Distribución mensual de merluza, a) noviembre 2021, b) diciembre y c) enero de 2022.

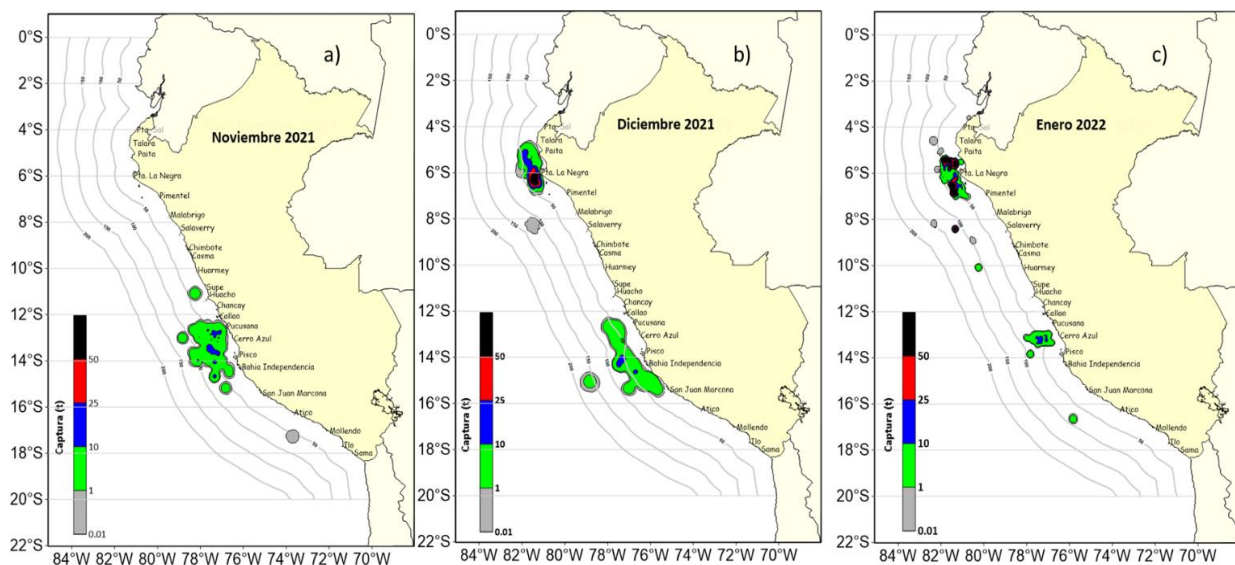


Figura 20. Distribución mensual del calamar gigante o pota durante noviembre 2021 (a), diciembre 2021 (b) y enero de 2022 (c).

3.4. Condiciones hidrológicas

En enero y los primeros nueve días de febrero, en los ríos de la costa norte y centro predominaron caudales por debajo de lo normal, siendo más notoria esta condición desde Chicama a Pisco. El comportamiento de los ríos de la costa sur ha sido variable, pero a comparación de los meses anteriores (setiembre a diciembre) se observó mayores anomalías negativas, mientras que los ríos de la región del Altiplano persistieron con flujos de agua muy superiores a lo normal (Tabla 3).

Tabla 3: Caudales de los principales ríos del país enero 2021 – febrero 2022

Zona	Ríos	Pentadiarios (m ³ /s)								Promedio (m ³ /s)	Anomalía (%)
		Enero				Febrero					
Pacífico Norte	Tumbes	50.8	S/D	S/D	45.0	55.9	148.7	183.2	164.0	107.9	37.6
	Chira	38.2	28.3	19.8	30.7	43.5	96.4	55.8	70.4	47.9	-13.7
	Chancay Lambayeque	40.7	31.3	24.3	26.0	29.7	49.0	24.3	36.0	32.7	20.8
	Zaña	7.1	6.3	5.2	6.7	6.8	7.1	4.7	5.7	6.2	31.0
	Jequetepeque	21.2	18.1	14.6	15.9	21.2	40.3	20.6	28.0	22.5	-10.3
	Chicama	7.7	5.7	3.7	4.2	9.8	35.5	18.1	21.4	13.3	-34.6
	Santa	122.1	108.9	85.6	87.6	122.6	184.4	117.0	194.4	127.8	-28.9
Pacífico Centro	Pativilca	27.3	24.1	19.5	17.8	27.6	51.9	39.4		29.6	-41.1
	Chillón	3.7	3.9	2.9	3.0	3.1	4.5	4.9	8.0	4.2	-44.7
	Rímac	22.6	22.7	22.4	25.5	24.0	31.5	30.1	32.1	26.4	-27.4
	Cañete	50.4	38.0	33.2	74.0	64.2	85.3	72.8	91.0	63.6	-17.0
	Pisco	5.1	11.5	12.5	69.1	39.0	44.0	33.8	33.7	31.1	-20.6
Pacífico Sur	Ocoña	66.9	68.6	99.2	137.6	140.1	147.4	131.5	111.9	112.9	-10.5
	Tambo	16.4	31.4	81.2	66.4	99.0	S/D	S/D	S/D	58.9	96.3
	Sama	0.8	4.1	5.3	2.9	4.8	5.7	2.2	1.4	3.4	89.4
	Caplina	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	S/D	S/D	0.4	-40.3
Titicaca	Huancané	20.8	23.0	29.9	23.8	68.3	77.1	116.5	74.7	54.2	75.6
	Ramis	140.2	112.8	212.5	237.7	362.0	415.0	474.6	440.7	299.4	109.9
	Coata	20.8	46.5	176.9	204.0	255.5	264.1	424.1	184.0	197.0	124.4
	Ilave	37.7	43.8	101.8	88.2	128.4	144.0	229.6	109.2	110.3	120.0

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

Por otro lado, los reservorios de la costa norte disminuyeron sus volúmenes almacenados, especialmente las represas Tinajones y Gallito Ciego, pero aún se encuentran sobre los valores de los últimos diez años, mientras que los volúmenes almacenados de los reservorios de la costa centro y sur aumentaron muy notoriamente (Tabla 4).

Tabla 4: Estado situacional de los reservorios al 09 de febrero del 2022

Zona	Reservorio	Fecha	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica útil (hm ³)	Volumen Almacenada (hm ³)	Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
Costa - Norte	Poechos	9-Feb	Piura	445.5	183.6	41.2
Costa - Norte	San Lorenzo	9-Feb	Piura	195.6	64.9	33.2
Costa - Norte	Tinajones	9-Feb	Lambayeque	331.6	215.4	65.0
Costa - Norte	Gallito Ciego	9-Feb	La Libertad	366.6	224.0	61.1
Costa - Centro	Viconga	31-Ene	Lima	30.0	7.7	25.6
Costa - Centro	Choclococha	9-Feb	Ica	131.1	75.8	57.8
Costa - Centro	Ccaracocha	9-Feb	Ica	40.0	24.8	62.0
Costa - Sur	Condorama	9-Feb	Arequipa	259.0	212.1	81.9
Costa - Sur	El Pañe	9-Feb	Arequipa	99.6	89.4	89.8
Costa - Sur	Dique Los Españoles	9-Feb	Arequipa	9.1	6.3	69.3
Costa - Sur	Pillones	9-Feb	Arequipa	78.5	71.9	91.6
Costa - Sur	El Frayle	9-Feb	Arequipa	127.2	104.9	82.4
Costa - Sur	Aguada Blanca	9-Feb	Arequipa	30.4	17.3	56.9
Costa - Sur	Chalhuanca	9-Feb	Arequipa	25.0	12.7	50.8
Costa - Sur	Bamputañe	9-Feb	Arequipa	40.0	28.5	71.3
Costa - Sur	Pasto Grande	9-Feb	Moquegua	200.0	191.6	95.8
Costa - Sur	Paucarani	9-Feb	Tacna	10.5	5.0	47.6
Costa - Sur	Laguna Aricota	9-Feb	Tacna	280.0	200.3	71.5
Costa - Sur	Jarumas	9-Feb	Tacna	13.0	11.8	90.8
Sierra - Centro	Cuchoquesera	9-Feb	Ayacucho	80.0	53.3	66.6
Sierra - Centro	Lago Junín	9-Feb	Junín	441.0	145.0	32.9
Sierra - Sur	Lagunillas	9-Feb	Puno	585.1	502.5	85.9
Sierra - Sur	Sibinacocha	9-Feb	Cusco	110.0	88.5	80.5
Situación Nacional				3,928.9	2,537.3	64.6

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos. Elaboración: ANA

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En la costa norte, las temperaturas diurnas normales y las mínimas de normales a ligeramente frías favorecieron la maduración y cosecha del mango. Por otro lado, en los valles arroceros de la región norte, en los sectores próximos al litoral como Chancay-Lambayeque (Lambayeque), las temperaturas diurnas y nocturnas inferiores a sus normales retrasaron el desarrollo vegetativo de las plantas. En la costa sur, las temperaturas máximas y las mínimas más frías de lo habitual favorecieron la fructificación del olivo en La Yarada (Tacna) (Figura 21).

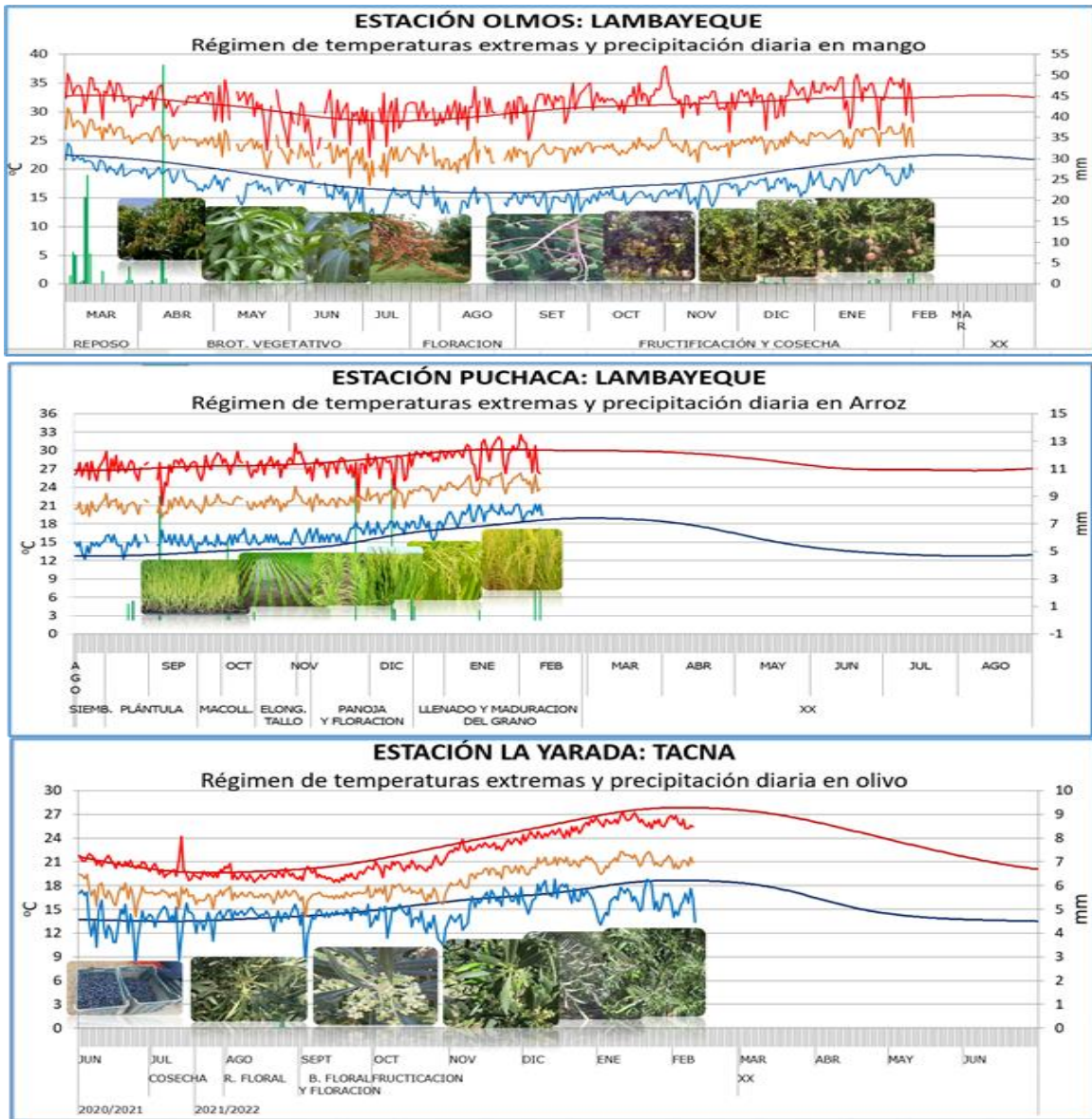


Figura 21. Monitoreo agrometeorológico del mango, arroz y olivo campaña agrícola 2021/2022. Fuente: SENAMHI.

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 abril 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. Posteriormente, se espera que el evento pase a una fase de declinación hacia mayo del próximo año, de acuerdo a la dinámica de El Niño/Oscilación Sur (ENOS).

Según los modelos de ondas, se tienen dos escenarios de impacto de la onda de Kelvin a lo largo de la costa peruana. Los modelos forzados con ASCAT indican que aún se mantendrían las anomalías negativas del nivel del mar en la costa peruana hasta fines de marzo, mientras que los modelos forzados con NCEP indican que se tendría una anomalía positiva desde la quincena hasta fines de febrero, para luego tornarse ligeramente negativas (Figuras 22 y 23).

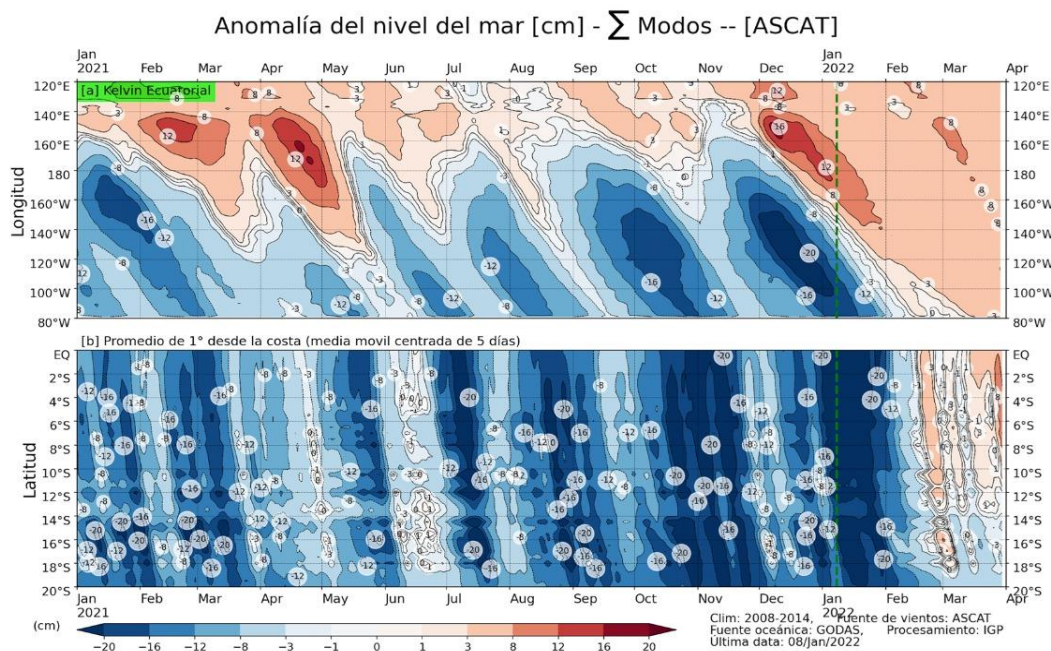


Figura 22: Anomalía del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada ASCAT. Fuente: IGP.

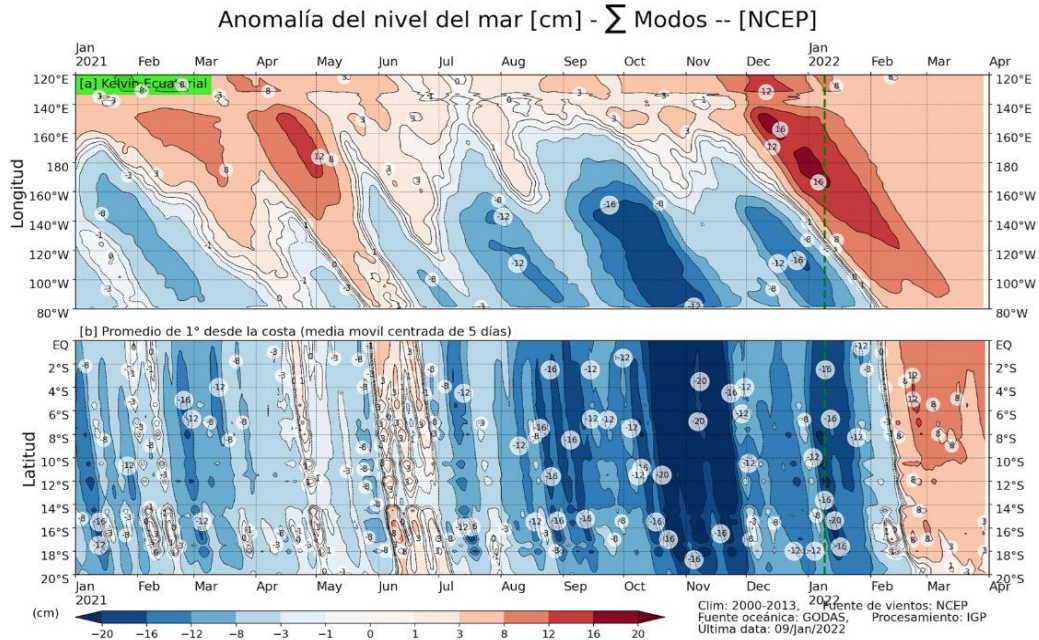


Figura 23: Anomalía del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada NCEP. Fuente: IGP.

En base a lo expuesto, considerando el análisis de los datos observados 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 inicios de otoño 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 febrero y junio de 2022

Pacífico central	Febrero (%)	Marzo (%)	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	10	5	1	0	0
Fría débil	73	58	53	38	26
Neutro	17	37	45	58	65
Cálida débil	0	0	1	4	9
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 probabilidades cercanas entre las condiciones de fría débil (49 %) y condiciones neutras (46 %) en febrero, siendo más probable que a partir de marzo predominen las condiciones neutras hasta finales de otoño de 2022 (Tabla 8 y Figura 24) aunque con anomalías negativas. Asimismo, se mantiene la probabilidad de que el ICEN de enero cumpla la condición de fría débil, lo que indica la presencia de un evento de La Niña Costera de magnitud débil y de corta duración.

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 febrero y junio de 2022.

Pacífico oriental	Febrero (%)	Marzo (%)	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	1
Fría débil	49	20	15	10	9
Neutro	46	65	71	77	76
Cálida débil	5	15	14	13	13
Cálida moderado	0	0	0	0	1
Cálida fuerte	0	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0	0

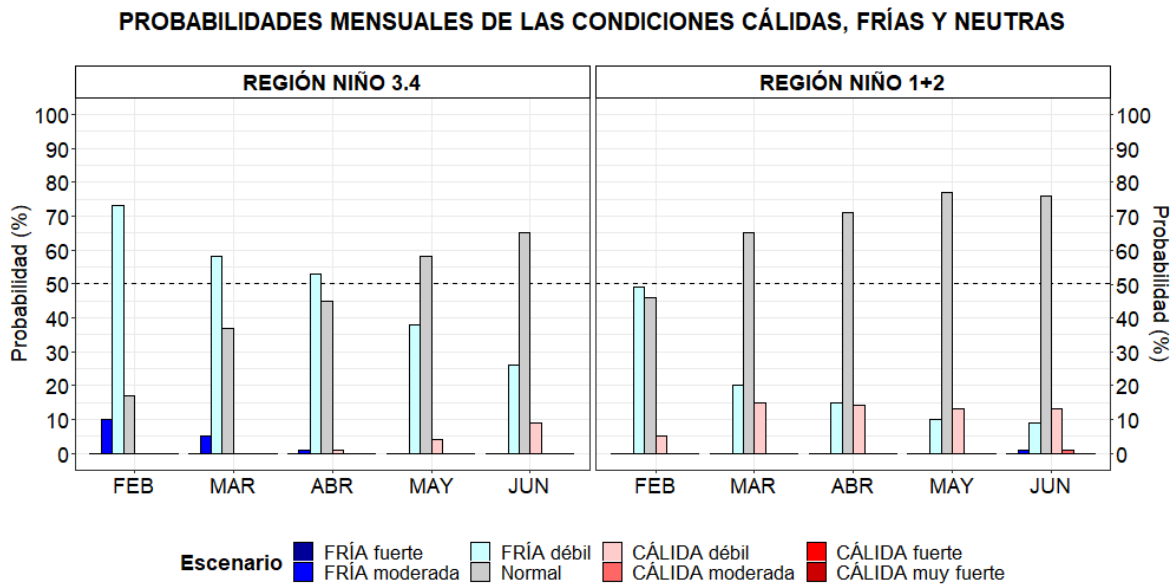


Figura 24. Probabilidades estimadas mensuales de las condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa del Perú, derecha) entre febrero y junio de 2022.

El pronóstico climático para el trimestre febrero – abril de 2022⁴ continúa indicando condiciones de lluvia bajo lo normal en la costa norte, sin descartar eventos localizados de lluvias moderadas de corta duración, principalmente entre febrero y marzo; y condiciones favorables de lluvia sobre lo normal en gran parte de la zona andina y selva del país.

Desde el punto de vista biológico se prevé que los cardúmenes de anchoveta se mantengan en zonas cercanas a la costa y que los recursos transzonales como jurel, bonito y caballa continúen disponibles como resultado de la estacionalidad, y en la medida que las aguas subtropicales superficiales (ASS) sigan proyectadas hacia la costa.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN cambia el estado del Sistema de alerta a “Alerta de La Niña Costera”, debido a que persisten anomalías negativas de la temperatura superficial del mar (TSM) por encima del umbral de $-1,0$ °C en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, siendo muy probable que se mantenga esta condición durante febrero, alcanzando una magnitud débil. Se prevé que dicha condición continúe afectando el comportamiento de las temperaturas del aire en la franja costera y limitando la normalización de lluvias en gran parte de la vertiente occidental.

Por otro lado, se espera que continúe la presencia del evento La Niña de magnitud débil en el Pacífico central hasta inicios de otoño de 2022.

Se recomienda a los tomadores de decisión considerar los posibles escenarios de riesgo en el contexto de La Niña en el Pacífico central y de La Niña Costera.

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 14 de marzo de 2022.

⁴ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-4.pdf>

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>

SENAMHI. 2021. INFORME TÉCNICO N°08-2021/SENAMHI-DMA-SPC. "ESCENARIO PROBABILÍSTICO DE LLUVIAS PARA EL VERANO 2022". Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02261SENA-2.pdf>

Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.-C., Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W. (2018), Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. *Int. J. Climatol*, 38: 420-435. <https://doi.org/10.1002/joc.5185>

Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo, 2014: El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, febrero, 1, 2, 8-9.

Tokinaga, H., Richter, I., and Kosaka, Y. (2019). ENSO Influence on the Atlantic Niño, Revisited: Multi-Year versus Single-Year ENSO Events. *Journal of Climate* 32, 14, 4585-4600, available from: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0683.1>

Urbina, B. y K. Mosquera, 2020. Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico. Boletín científico El Niño, Instituto Geofísico del Perú, Vol. 7 N° 01, pag. 13-20.

Vazzoler A E.1982. Manual y métodos para estudios biológicos de poblaciones de Peixes. Reproducción y Crecimiento. CNP/PN2, 108 pp.

Wentz, F.J., L.Ricciardulli, C.Gentemann, T. Meissner, K.A. Hilburn, J. Scott, 2013: Remote Sensing Systems Coriolis WindSat [indicate whether you used Daily, 3-Day, Weekly, or Monthly] Environmental Suite on 0.25 deg grid, Version 7.0.1, [indicate subset if used]. Remote Sensing Systems, Santa Rosa, CA. Available online at www.remss.com/missions/windsat.

VII. ANEXO

Anexo 1: Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe

VARIABLE	FUENTE														PROCESAMIENTO	OBSERVACIONES						
	Observaciones <i>in situ</i>							Satélite/Reanálisis						Modelos								
	Estaciones costeras	Secciones verticales	Estaciones fijas	Cruceros	Boyas TAO/TRITON	Programa Bujías de Pesca	Seguimiento de Pesquerías	Monitoreo de islas, puntas, playas, estuarios, etc,	Alerta de fauna marina varada	Estaciones de observación fenológica/Cultivo	ESRL/NOAA	GPM	Reanálisis NCEP/NOAA	QuickScat + ASCAT			Producto OSTIA	Producto CMEMS	TRMM-3B42	SeaWIFS + MODIS	GFS	MERCATOR Ocean
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																						
Radiación de Onda Larga										X											IGP	* http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170E_140W.gif * http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170W_100W.gif
Presión Atmosférica											X										SENAMHI	
Vientos											X	X							X		IGP/IMARPE	
Temperatura del Aire	X	X																			SENAMHI	
Precipitación	X									X											SENAMHI	
Precipitación estimada																X					SENAMHI/IGP	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																						
Temperatura del Mar	X	X	X	X	X							X			X						DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s, 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 verticales y Cruceros) disponible desde los 60s, Periodo climatológico: 1981-2010.
Corrientes Marinas	X																			IMARPE	*Disponible desde los 60s, Frecuencia mensual.
Oxígeno y Nutrientes	X	X	X																	IMARPE	*Cruceros disponibles desde los 60s, otras observaciones disponibles desde 2015, Periodo climatológico: 1981-2010.
Clorofila																		X		IMARPE	* Promedio mensual y pentadal corresponden a MODIS y SeaWIFS+MODIS corregido, respectivamente, *Cobertura nubosa de MODIS,
VARIABLES BIOLOGICO-PESQUERAS																					
Desembarques pesqueros									X											IMARPE	*Disponible desde 1959 con frecuencia diaria y mensual.
Distribución espacial de recursos				X	X															IMARPE	*El muestreo del PBP representa 1% de los viajes de pesca de la flota de cerco de anchoveta peruana.
Biometría e indicadores				X	X															IMARPE	*Información par anchoveta disponible desde 1959 con frecuencia variable (diaria, mensual, semestral).
VARIABLES DE RECURSOS HIDRICOS Y AGROMETEOROLÓGICAS																					
Caudal de ríos			X																	ANA	
Reservorios y embalses			X																	ANA	
Desarrollo de cultivos									X											SENAMHI	