

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



**INFORME TÉCNICO ENFEN**

**Año 7 N° 09**

**SETIEMBRE DE 2021**

## **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. Ken Takahashi Guevara

*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, Glicerio Canchari, Tania Ita, Vannia Aliaga 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:** 7

**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), 2021.

Informe Técnico ENFEN. Año 7, N° 09, setiembre de 2021, 57 p.

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



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

## Setiembre 2021

---

La gran diversidad y productividad de la zona continental como marítima del territorio peruano se altera eventualmente por eventos de la naturaleza que ocurren a diferentes escalas de tiempo y espacio. Entre ellos, el Fenómeno El Niño reviste singular importancia por sus impactos en el Perú como a nivel global.

Han transcurrido casi cuatro décadas desde que el Estado peruano estableciera el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). Durante este tiempo, el Comité ha monitoreado, vigilado, analizado y alertado sobre las anomalías del océano y la atmósfera con el fin de prevenir y mitigar los impactos de El Niño en el Perú. Estas acciones se realizan de forma sinérgica, coordinada. En mayo de 2017 se recompone el Comité y adquiere la denominación de Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, conformada por el Instituto del Mar del Perú IMARPE (Preside de la Comisión), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y de Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

Las capacidades observacionales (meteorológica, oceanográfica, biológico-pesquera e hidrológica), de infraestructura, analíticas y de gestión se vienen fortaleciendo actualmente con la participación de algunas instituciones de la Comisión ENFEN en el Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”, en el producto denominado “Estudios para la estimación del riesgo de desastres” y actividad “Generación de información y monitoreo del fenómeno El Niño”, emitiendo como resultado una versión resumida denominado “Comunicado Oficial” que se publica mensualmente, y en algunas oportunidades quincenalmente en períodos de contingencia, así como una versión extendida “Informe Técnico” de carácter mensual. Este último documento incorpora elementos de información, que tengo el honor de presentar, esperando que contribuya a mejorar el conocimiento y a adoptar decisiones y acciones oportunas hacia una eficiente y eficaz gestión del riesgo asociado a El Niño-Oscilación del Sur en nuestro país.

Cordialmente,

Blga. Carmen Rosario Yamashiro Guinoza  
Presidente de la Comisión Multisectorial para El  
Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

---

# ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO .....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. MÉTODOS.....	4
2.1. Variables .....	4
2.2. Índices.....	5
2.3. Modelos y Pronósticos .....	6
III. CONDICIONES OBSERVADAS EN SETIEMBRE DE 2021 .....	8
3.1. Condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial .....	8
3.2. Condiciones atmosféricas a escala regional y en la costa peruana .....	9
3.3. Condiciones oceanográficas regionales y en el mar peruano .....	9
3.4. Impactos biológico-pesqueros.....	10
3.6. Impactos agrometeorológicos .....	12
IV. PRONÓSTICO .....	13
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	15
VI. REFERENCIAS.....	16
VII. TABLAS.....	19
VIII. FIGURAS .....	26
IX. ANEXO.....	56

## RESUMEN EJECUTIVO

En setiembre de 2021, las anomalías negativas de la temperatura superficial del mar (TSM) continuaron en el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) con un promedio de  $-0,3$  °C; por otro lado, en el extremo oriental (región Niño 1+2) las anomalías positivas persistieron, aunque con menor intensidad, alcanzando en promedio  $+0,1$  °C.

Durante la segunda semana de este mes, se observó el arribo a la costa peruana de una onda Kelvin cálida, la cual contribuyó al aumento del nivel del mar (NM) hasta  $+5$  cm por encima del nivel medio durante la tercera semana del mes. Además, el paquete de ondas Kelvin frías, formado por los pulsos de viento del mes de agosto, fue fortalecido durante setiembre.

La temperatura superficial de setiembre en el mar de Perú presentó anomalías positivas de hasta  $+2$  °C al norte de Paita y, negativas de hasta  $-1$  °C al sur de esta. En la capa subsuperficial predominaron anomalías de  $-1$  °C frente a la costa norte en la primera quincena del mes, asociadas al efecto de la onda Kelvin fría que arribó entre fines de agosto e inicios de setiembre; mientras que, hacia finales del mes predominaron anomalías positivas de hasta  $+1$  °C sobre los 300 m, asociadas al arribo de la onda Kelvin cálida.

Durante este mes se detectó la presencia de las aguas ecuatoriales superficiales (AES) frente a Talara y Paita. Desde Punta La Negra hasta Pucusana, predominaron las aguas costeras frías (ACF) dentro de las 30 millas náuticas, mientras que, por fuera de estas, aguas subtropicales superficiales (ASS).

La concentración de la clorofila-a superficial presentó valores normales de acuerdo a su estacionalidad, entre  $1$  y  $5$   $\mu\text{gL}^{-1}$ , dentro de las 60 millas náuticas, con núcleos de  $10$   $\mu\text{gL}^{-1}$  frente a Pisco. En el aspecto biológico-pesquero, la anchoveta del *stock* sur, con una baja presencia, se distribuyó frente a Morro Sama, dentro de las 10 millas náuticas asociados a las ACF y a la condición térmica neutra. Para el *stock* Norte-Centro, el recurso estuvo en su periodo principal de desove (invierno-primavera).

Las especies transzonales como el jurel, la caballa y el bonito se distribuyeron dentro de las 110 millas náuticas del mar peruano, principalmente entre Huacho y Pisco, así como entre Mollendo y Morro Sama. La distribución del calamar gigante o pota estuvo asociada a las aguas de mezcla en las zonas norte, centro y sur. Por su parte, la merluza se replegó en el norte, entre Punta Sal y Punta La Negra.

En el aspecto hidrológico, los caudales de los ríos de la costa norte presentaron valores sobre lo normal, mientras que en el Altiplano predominaron caudales bajo lo normal, a excepción del río Coata. Asimismo, continúa el uso intensivo del agua de gran parte de los reservorios a nivel nacional, observándose descensos acelerados en los volúmenes de almacenamiento.

En el aspecto agrometeorológico, las condiciones térmicas, ligeramente cálidas, favorecieron la fase de fructificación del mango en Piura (San Lorenzo, Alto Piura). Por otro lado, en Lambayeque (Olmos, Motupe y Jayanca) las temperaturas mínimas de normales a ligeramente frías propiciaron la floración e inicio de la fructificación del mango Kent. Finalmente, en La Yarada (Tacna), las temperaturas máximas ligeramente frías favorecieron la floración del olivo.

## **PERSPECTIVAS**

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), se estima una mayor probabilidad de condiciones frías débiles entre octubre y noviembre y, frías moderadas en diciembre y enero, indicando así el desarrollo de un nuevo evento La Niña en dicha región. Por otro lado, frente a la costa peruana (región Niño 1+2) se espera una mayor probabilidad de condiciones neutras durante ese periodo. Asimismo, el escenario de lluvias para el próximo verano 2022 muestra una mayor probabilidad de lluvias por encima de lo normal en la selva y gran parte de la zona andina del país, mientras que en la costa norte se esperan condiciones bajo lo normal, sin descartar posibles eventos de lluvias localizadas de corta duración.

## 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, en particular en su zona norte y centro. 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 sub-superficial 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, así como en base a 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 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 la Tabla A.1.1 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) de OSTIA**

Para el océano global, el producto de la TSM de OSTIA (Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis) 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>.

En el presente informe se toma en cuenta la TSM del producto 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. Ver más en Mosquera (2009), Mosquera et al. (2011) y Mosquera (2014).

#### **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 solamente con dos modos baroclínicos (modo 1, modo 2), los que se propagan a diferentes velocidades; y a la vez se considera la suma de ambos modos, resultado que proporciona 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. Para mayor detalle del modelo, se puede ir a 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**

Para los pronósticos 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 entre sí 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)<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 SETIEMBRE DE 2021

#### 3.1. Condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial

En el Pacífico ecuatorial, la temperatura superficial del mar (TSM) permaneció con anomalías negativas en la región occidental-central y positiva en el extremo oriental durante setiembre. En la región Niño 3.4 la anomalía promedio fue de  $-0,3$  °C (Figura 1 y Figura 2) en setiembre; y en la región Niño 1+2, de  $+0,1$  °C (Tabla 1).

Los valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de agosto de 2021 y el ICEN temporal (ICEN-tmp) de setiembre continúan dentro del rango de condiciones neutras. Por otro lado, los valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de agosto y el ONI temporal (ONI-tmp) de setiembre indican condiciones frías débiles (Figura 3, Tabla 2). Es importante resaltar que los valores del ICEN caracterizan la región centro y norte del mar peruano; mientras que, del ONI, la región del Pacífico ecuatorial central.

En niveles altos de la tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico ecuatorial oriental, se observaron patrones alternados de flujos del oeste y del este, los cuales favorecieron condiciones secas y húmedas en continente, respectivamente. Por otro lado, en la baja tropósfera (850 hPa), sobre el Pacífico central y occidental, se intensificaron los vientos del este, favoreciendo el enfriamiento oceánico. Frente a la costa peruana los vientos del sur fueron más intensos de lo normal durante setiembre. Asimismo, sobre el continente, la convección anómala disminuyó respecto a agosto (Figura 4 y Figura 5).

En la segunda semana de setiembre, una onda Kelvin cálida arribó frente a la costa peruana, mientras que el paquete de ondas Kelvin frías, formado por los pulsos de viento del mes de agosto, fue fortalecido durante setiembre (Figura 6).

### **3.2. Condiciones atmosféricas a escala regional y en la costa peruana**

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), durante setiembre, en promedio, presentó una configuración zonal, con un núcleo anómalo de hasta +3 hPa posicionado alrededor de los 30°S y 110°W. Esta configuración continuó favoreciendo la persistencia e intensificación de los alisios hacia la cuenca del Pacífico central, asimismo, el APS propició el incremento de los vientos del sur frente a la costa peruana, en especial en la región centro y norte, contribuyendo a la ocurrencia de días con cielo cubierto (Figura 7 y Figura 8).

La temperatura máxima del aire en setiembre a lo largo del litoral peruano, en promedio, se presentó dentro de su variabilidad normal ( $\pm 1$  °C). La temperatura mínima alcanzó una anomalía promedio de  $-1,1$  °C en la costa central y condiciones normales en la costa norte y sur (Figura 9).

### **3.3. Condiciones oceanográficas regionales y en el mar peruano**

En el mar de Perú, la temperatura superficial de setiembre presentó anomalías positivas de hasta 2 °C por encima de lo normal, al norte de Paita (5°S); mientras que, al sur de dicha región se registraron anomalías negativas de hasta  $-1$  °C; estas mismas condiciones se manifestaron a lo largo del litoral (Figura 10, Figura 11 y Tabla 3).

El nivel del mar (NM) disminuyó en todo el litoral, hasta 15 cm por debajo de su nivel medio, durante la segunda semana de setiembre. En la tercera semana aumentó rápidamente, hasta 5 cm por encima del nivel medio, disminuyendo nuevamente hacia fines de mes. Estos cambios, positivos y negativos, del NM se asocian al paso de ondas Kelvin, cálida y fría, respectivamente, extendiendo su influencia dentro de la franja de las 60 millas náuticas (Figura 12).

La temperatura sub-superficial frente a la costa norte peruana, durante la primera quincena de setiembre, presentó anomalías negativas con valores de hasta  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , principalmente, sobre los 60 m de profundidad, lo cual estaría asociado tanto a la propagación de una onda Kelvin fría como a los procesos de afloramiento costero (Figura 13 y Figura 14). Posteriormente, durante la segunda quincena de setiembre, las anomalías negativas se atenuaron, así como la presencia de algunos núcleos con anomalías de hasta  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$  sobre los 300 m de profundidad, asociado al arribo de la onda Kelvin cálida (Figura 13 y Figura 15). Asimismo, la termoclina y la oxiclina mostraron una posición vertical por encima de lo normal dentro de las primeras 100 y 30 millas náuticas frente a Paita y Chicama, respectivamente (Figura 17 y Figura 18). Por otro lado, a fines de setiembre, frente a Paita se presentaron flujos hacia el sur dentro de las 20 millas náuticas y por fuera de las 60 millas náuticas, así como flujos hacia el norte entre las 20 y 50 millas náuticas. Frente a Punta La Negra ( $6^{\circ}\text{S}$ ) se detectaron flujos hacia el norte dentro y fuera de las 50 millas náuticas y flujos hacia el sur por fuera de las 50 millas náuticas (Figura 15b y Figura 15c).

Durante setiembre, se identificó aguas ecuatoriales superficiales (AES) frente a Talara y Paita. De Punta La Negra a Pucusana, predominaron aguas costeras frías (ACF), dentro de las 30 millas náuticas, mientras que por fuera de estas se identificó aguas subtropicales superficiales (ASS), acorde a su estacionalidad (Figura 14b y Figura 19).

De acuerdo a la información satelital, la concentración de clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton, registró en promedio valores normales de acuerdo a su estacionalidad, incrementado respecto a agosto, con valores entre  $1\text{ a }5\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$  dentro de las 60 millas náuticas, núcleos de hasta  $10\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$  frente a Pisco (Figura 20).

### **3.4. Impactos biológico-pesqueros**

La anchoveta del *stock* sur, con una baja presencia, se distribuyó frente a Morro Sama, dentro de las 10 millas náuticas de la costa, asociada a las ACF y a la

condición térmica neutra (Figura 21). La estructura de tallas del recurso fue principalmente adulta con una moda de 12 cm de longitud total (LT), con presencia del 40% de juveniles. Los indicadores reproductivos de la anchoveta del *stock* norte-centro indicaron que el recurso estuvo en su periodo principal de desove (invierno-primavera) (Figura 22).

Las especies transzonales como el jurel, la caballa y el bonito se distribuyeron dentro de las 110 millas náuticas de la costa, principalmente entre Huacho y Pisco, así como entre Mollendo y Morro Sama, asociados a frentes térmicos y frentes halinos, debido a la convergencia de las ACF y ASS (Figura 23). Respecto a la actividad reproductiva, los tres recursos mostraron incrementos de sus procesos de maduración gonadal y desove.

En cuanto a la merluza, debido a la vigencia de un período de veda reproductiva se contó con poca información, sin embargo, se determinó que los principales puntos de captura se hallaron frente a Paita y Punta Sal (Figura 24). Por otro lado, la distribución del calamar gigante estuvo asociado a aguas de mezcla, encontrándose sus mayores concentraciones en la zona norte (Figura 25).

### **3.5. Impactos hidrológicos**

Los caudales de los ríos de la costa norte tuvieron valores superiores a lo normal, especialmente en los ríos de Chancay-Lambayeque y Zaña, mientras que en los ríos de la costa centro y sur se observaron flujos de agua de normales a sobre lo normal. En el Altiplano predominaron caudales por debajo de lo normal, a excepción del río Coata que tuvo valores sobre lo normal. Por otro lado, continúa el uso intensivo de los reservorios a nivel nacional, razón por la cual se observa descensos acelerados en los volúmenes de almacenamiento, a excepción de Tinajones, que aún mantiene niveles cercanos a su capacidad. (Figura 26, Figura 27 y Tabla 4).



### **3.6. Impactos agrometeorológicos**

En la costa norte, las temperaturas diurnas de normales a ligeramente cálidas favorecieron la fructificación del mango en los valles de Alto Piura y San Lorenzo (Piura); mientras que, en las zonas productoras de Olmos, Motupe y Jayanca (Lambayeque) las temperaturas mínimas de normales a ligeramente frías propiciaron la floración e inicio de la fructificación del mango Kent. En la localidad de La Yarada (Tacna), las temperaturas máximas ligeramente frías favorecieron la floración del olivo (

Tabla 5).

## IV. PRONÓSTICO

Los modelos numéricos internacionales continúan presentando el desarrollo del evento La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) y prevén su presencia por lo menos hasta abril de 2022, alcanzando una magnitud entre moderada a fuerte entre noviembre de 2021 y febrero de 2022; mientras que para la región Niño 1+2 los modelos continúan pronosticando, en promedio, anomalías térmicas negativas, aunque dentro del rango neutral, esperándose el máximo valor en diciembre de 2021 (Tabla 6 y Tabla 7).

Para la región Niño 3.4, los patrones atmosféricos en desarrollo y proyectados por los modelos numéricos internacionales mantienen la evolución y consolidación de la configuración típica de un evento La Niña en el Pacífico central en los próximos dos meses. 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 vientos del oeste persistente en niveles altos sobre el Pacífico central y oriental tropical.

Para la región Niño 1+2 se espera que la TSM se mantenga dentro de su rango normal, a pesar de la llegada de la onda Kelvin fría entre octubre y noviembre (Figura 28 Figura 29). Asimismo, se prevé que los vientos a lo largo de la costa se presenten dentro de su variabilidad normal.

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 exista una mayor probabilidad de condiciones frías débiles en octubre y noviembre, y frías moderadas en diciembre y enero (Tabla 8), indicando el desarrollo del evento La Niña en dicha región. Por otro lado, para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones neutras durante este período (Tabla 9).

En cuanto al verano 2021-2022, según juicio experto, para el Pacífico central se estima una mayor probabilidad de condiciones La Niña (80 %), siendo las categorías más probables La Niña Débil (53 %) y La Niña Moderada (27 %). En la región Niño

1+2, que incluye la costa peruana, la mayor probabilidad corresponde a condiciones neutras (77 %) (Tabla 10).

La actualización del pronóstico de lluvias para el próximo verano 2022 muestra una mayor probabilidad de lluvias por encima de lo normal en la selva y gran parte de la zona andina del país, mientras que en la costa norte se esperan condiciones bajo lo normal, sin descartar posibles eventos de lluvias localizadas de corta duración.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado del “Sistema de alerta ante El Niño y La Niña Costeros” como “No activo”, debido a que es más probable que la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, se mantenga, en promedio, dentro de su rango normal hasta el verano de 2022, inclusive.

Por otro lado, se espera que continúe el desarrollo del evento La Niña en el Pacífico central, entre la primavera de 2021 y el verano de 2022, con una magnitud entre débil y moderada. El pronóstico de lluvias para el próximo verano 2022 indica una mayor probabilidad de lluvias por encima de lo normal en la selva y gran parte de la zona andina del país, mientras que en la costa norte se espera condiciones bajo lo normal, sin descartar posibles eventos de lluvias localizadas de corta duración.

Este evento La Niña generaría, en la primavera, déficit de precipitaciones en la sierra sur occidental e incremento de las mismas en la sierra norte occidental; y, por el contrario, en el verano, precipitaciones sobre lo normal en la sierra (Lavado-Casimiro y Espinoza, 2014; Sulca et al, 2018).

Se recomienda a los tomadores de decisión considerar los posibles escenarios de riesgo climático en el contexto de un posible evento La Niña en el Pacífico central.

## 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>
- 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. TABLAS

Tabla 1: Valores promedio de la TSM y sus anomalías (ATSM) en las regiones El Niño en el Pacífico durante los últimos 8 meses. Fuente: DIHIDRONAV.

TSM - ATSM mensual								
R. Niño	Niño 4		Niño 3.4		Niño 3		Niño 1+2	
feb-21	27,2	-1,0	25,8	-0,9	25,8	-0,6	25,5	-0,7
mar-21	27,8	-0,6	26,8	-0,5	26,8	-0,4	26,5	-0,3
abr-21	28,5	-0,2	27,4	-0,5	27	-0,7	24,9	-0,8
may-21	28,8	-0,1	27,6	-0,3	26,8	-0,4	23,8	-0,7
jun-21	28,9	-0,1	27,4	-0,2	26,4	-0,2	23,1	-0,1
jul-21	28,7	-0,2	27	-0,3	25,6	-0,1	22,2	+0,5
ago-21	28,6	-0,2	26,4	-0,4	24,8	-0,2	20,9	+0,2
set-21	28,4	-0,4	26,4	-0,3	24,6	-0,3	20,5	+0,1

Tabla 2: Valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de setiembre del 2020 hasta agosto del 2021, así como su valor temporal para setiembre 2021. Fuente IGP.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
set-20	-1,00	Neutro	-0,95	Fría Débil
oct-20	-0,95	Neutro	-1,21	Fría Moderada
nov-20	-0,85	Neutro	-1,32	Fría Moderada
dic-20	-0,88	Neutro	-1,19	Fría Moderada
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
Mes	ICENtmp	Categoría	ONItmp	Categoría
set-21	-0,5	Neutro	-0,66	Fría Débil



Tabla 3: Anomalías de la TSM en las estaciones costeras de DIHIDRONAV (Talara, Paita, Lobo, Salaverry, Chimbote, Callao, San Juan, Mollendo e Ilo) e IMARPE (Tumbes y Chicama).

Mes	Tumbes	Talara	Paita	Lobos	Chicama	Salaverry	Chimbote	Callao	San Juan	Mollendo	Ilo
abr-21	+0,8	-2,1	-1,4	-2,2	-1,4	-1,2	-1,3	-0,2	-0,8	+0,2	-0,8
may-21	-0,3	+0,2	+0,7	-0,9	-0,2	+0,5	-0,9	+0,4	+0,1	+0,3	-0,6
jun-21	-0,3	+0,3	+1,6	+0,2	+1,5	+1,3	-0,2	+1,7	+0,8	+0,2	0,0
jul-21	+0,6	+0,3	+1,4	+0,6	+1,1	+1,4	0,0	+1,2	+0,7	-0,3	-0,2
ago-21	+0,9	0,0	+0,6	+0,0	+0,4	+1,3	+0,1	+0,7	-0,3	0,0	-0,1
set-21	+0,6	+0,6	+1,5	-1,1	+0,2	+1,8	-0,9	+0,5	-0,5	-0,7	-0,7

Tabla 4: Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de setiembre 2021, Fuente: ANA.

Zona	Nombre Embalse	Operador	Fecha Registro	Departamento	Volumen (hm <sup>3</sup> )		Porcentaje % Almacenado
					Útil/Total	Almacenado	
Costa Norte	Poechos	PECHP	30-Set	Piura	445.5	285.3	64.0
Costa Norte	San Lorenzo (Embalse)	JUSL	30-Set	Piura	195.6	123.5	63.1
Costa Norte	Tinajones	PEOT	30-Set	Lambayeque	331.6	317.4	95.7
Costa Norte	Gallito Ciego	PEJEZA	30-Set	La Libertad	366.6	296.2	80.8
Costa Centro	Viconga	STATKRAFT PERU S.A.	20-Set	Lima	30.0	13.1	43.7
Costa Centro	Ccaracocha	PETACC	30-Set	Ica	40.0	34.4	86.0
Costa Centro	Choclococha	PETACC	30-Set	Ica	131.1	109.5	83.5
Costa Sur	Condorama	AUTODEMA	30-Set	Arequipa	259.0	166.6	64.3
Costa Sur	Pañe	AUTODEMA	30-Set	Arequipa	99.6	57.5	57.7
Costa Sur	Dique Los Españoles	AUTODEMA	30-Set	Arequipa	9.1	9.1	100.0
Costa Sur	Pillones	AUTODEMA	30-Set	Arequipa	78.5	65.2	83.1
Costa Sur	El Frayle	AUTODEMA	30-Set	Arequipa	131.3	107.4	81.8
Costa Sur	Aguada Blanca	AUTODEMA	30-Set	Arequipa	30.4	23.4	77.0
Costa Sur	Chalhuanca	EGASA	30-Set	Arequipa	25.8	6.2	24.0
Costa Sur	Bamputañe	EGASA	30-Set	Arequipa	40.0	16.8	42.0
Costa Sur	Pasto Grande	PERPG	30-Set	Moquegua	200.0	177.8	88.9
Costa Sur	Represa Paucarani	PET	30-Set	Tacna	10.5	6.3	60.0
Costa Sur	Represa Jarumas	PET	30-Set	Tacna	12.5	12.2	97.6
Costa Sur	Aricota	EGESUR	30-Set	Tacna	280.0	204.7	73.1
Sierra Centro	Lago Junín	STATKRAFT PERU S.A.	30-Set	Junín	441.0	119.4	27.1
Sierra Centro	Cuchoquesera	Proyecto Cachi	30-Set	Ayacucho	80.0	39.7	49.6
Sierra Sur	Lagunillas	PELTC	30-Set	Puno	585.1	450.0	76.9
Sierra Sur	Sibinacocha	EGEMSA	30-Set	Cusco	110.0	50.3	45.7
<b>Situación Nacional</b>					<b>3933.2</b>	<b>2692.0</b>	<b>68.4</b>

Tabla 5: Monitoreo fenológico de los principales cultivos de mango, arroz y olivo durante el mes de setiembre del 2021, Fuente: SENAMHI.

CULTIVO	REGIÓN	ESTACIÓN	VARIEDAD	FECHA DE SIEMBRA	FASE FENOLÓGICA	ESTADO
MANGO	Tumbes	Cañaverl				
	Piura	Chulucanas	Edward		Fructificación	Bueno
	Piura	Bigote	Criollo		Fructificación	Bueno
	Lambayeque	Olmos	Edward		Fructificación	Bueno
	Lambayeque	Tongorrape	Kent		Fructificación	Bueno
	Lambayeque	Jayanca	Kent		Fructificación	Bueno
	Ica	palpa	Criollo		Fructificación	Bueno
ARROZ	Piura	Bernal				
	Piura	Partidor				
	Piura	Morropon				
	Lambayeque	Oyotun				
	Lambayeque	Talla				
	Lambayeque	Puchaca	La Puntilla	02/08/2021	Macollaje	Bueno
	Lambayeque	Lambayeque				
	Arequipa	Aplao				
	Arequipa	La Haciendita				
	Arequipa	Camaná				
	Arequipa	Hacienda Pampatá				
	Arequipa	La Pascana				
Arequipa	Ocoña					
OLIVO	Moquegua	Ilo				
	Tacna	La Yarada	Sevillana		Floración	Bueno

Tabla 6: Pronóstico del ONI por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 3,4), Fuente: IGP.

Modelo	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ
CFS2		-1,01	-1,45	-1,67	-1,65	-1,34	-0,93	-0,56	-0,3
CanCM4i		-0,81	-1,04	-1,17	-1,22	-1,17	-0,96	-0,74	-0,48
GEM_NEMO		-0,83	-1,1	-1,22	-1,26	-1,13	-0,95	-0,8	-0,71
GFDL_SPEARE		-0,56	-0,62	-0,68	-0,62	-0,45	-0,22	-0,02	0,14
NASA		-1,68	-2,61	-2,95	-2,69	-2,12	-1,64	-1,21	-0,85
NCAR_CCSM4		-0,99	-1,36	-1,56	-1,65	-1,49	-1,13	-0,76	-0,48
NMME		-0,98	-1,36	-1,54	-1,52	-1,28	-0,97	-0,68	-0,45
ONItmp	-0,66								

Tabla 7: Pronóstico del ICEN por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 1+2), Fuente: IGP.

Modelo	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ
CFS2		-0,80	-0,88	-0,82	-0,79	-0,67	-0,52	-0,29	0,03
CanCM4i		-0,4	-0,35	-0,47	-0,53	-0,51	-0,5	-0,47	-0,32
GEM_NEMO		-0,58	-0,59	-0,68	-0,73	-0,69	-0,64	-0,6	-0,52
GFDL_SPEARE		-0,75	-0,79	-0,81	-0,65	-0,46	-0,3	-0,13	0,05
NASA		-0,87	-1,09	-1,27	-1,27	-1,13	-0,89	-0,45	-0,03
NCAR_CCSM4		-0,74	-0,78	-0,77	-0,65	-0,51	-0,31	0	0,39
NMME		-0,67	-0,75	-0,8	-0,77	-0,66	-0,53	-0,32	-0,07
ONItmp	-0,53								

Tabla 8: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3,4) entre octubre de 2021 y enero de 2022.

Pacífico central	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)
Fría fuerte	0	2	7	5
Fría moderada	14	33	47	45
Fría débil	65	55	40	44
Neutro	21	10	6	6
Cálida débil	0	0	0	0
Cálida moderado	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0

Tabla 9: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región 1+2 frente a la costa de Perú) entre octubre de 2021 y enero de 2022.

Pacífico oriental	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)
Fría fuerte	0	0	0	0
Fría moderada	0	1	0	0
Fría débil	17	20	15	10
Neutro	82	76	78	78
Cálida débil	1	3	6	11
Cálida moderado	0	0	1	1
Cálida fuerte	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0

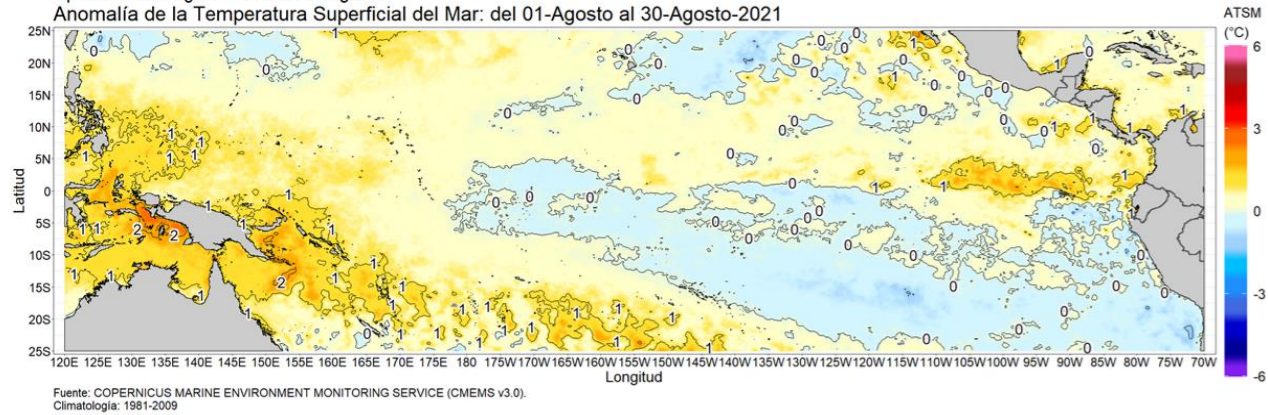
Tabla 10: Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) y oriental (región Niño 1+2, frente a la costa norte del Perú) en el verano diciembre 2021 – marzo 2022.

Magnitud del evento diciembre 2021 - marzo 2022	Probabilidad de Ocurrencia (%)	
	Región Niño 3.4	Región Niño 1+2
La Niña fuerte	1	0
La Niña moderada	27	0
La Niña débil	53	8
Neutro	19	77
El Niño débil	1	14
El Niño moderado	0	1
El Niño fuerte	0	0
El Niño extremo	0	0

## VIII. FIGURAS

a) DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN  
Dpto. de Oceanografía - Div. Oceanografía

Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar: del 01-Agosto al 30-Agosto-2021



b) Dpto. de Oceanografía - Div. Oceanografía

Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar: del 01-Setiembre al 01-October-2021

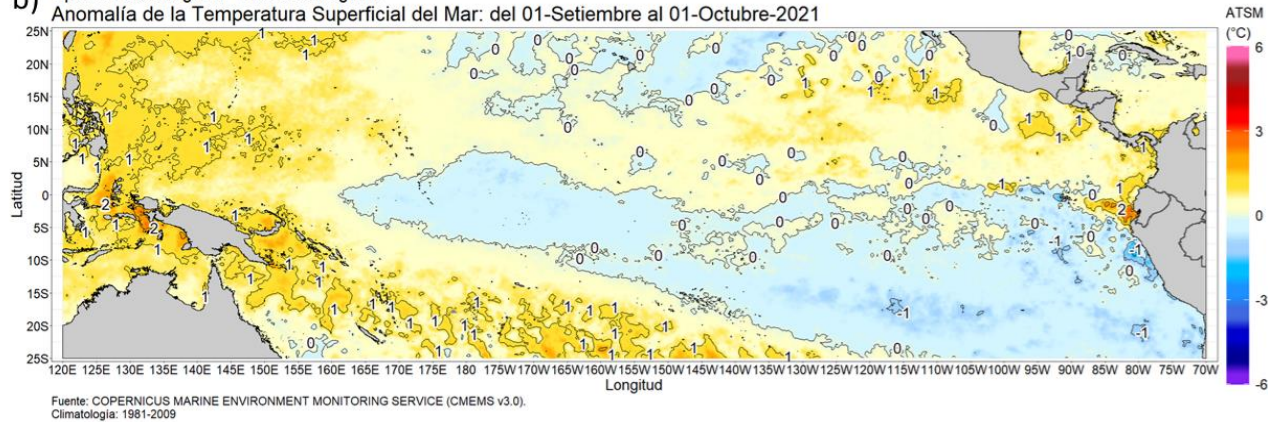


Figura 1: Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico central durante (a) agosto y (b) setiembre de 2021. Fuente: CMEMS v.3.0, Procesamiento: DIHIDRONAV.

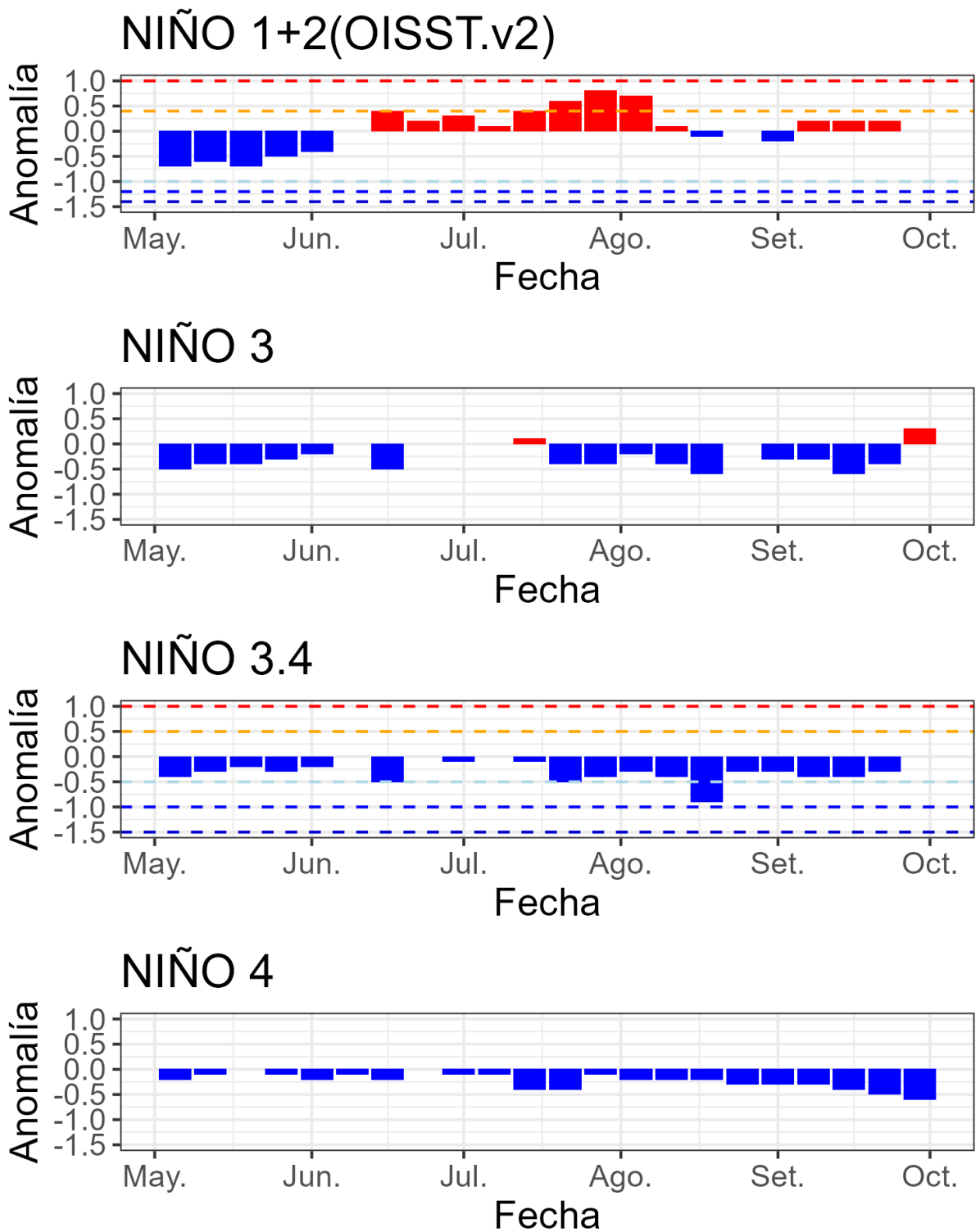


Figura 2: Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico central durante (a) agosto y (b) setiembre de 2021. Fuente: CMEMS v.3.0, Procesamiento: DIHIDRONAV.



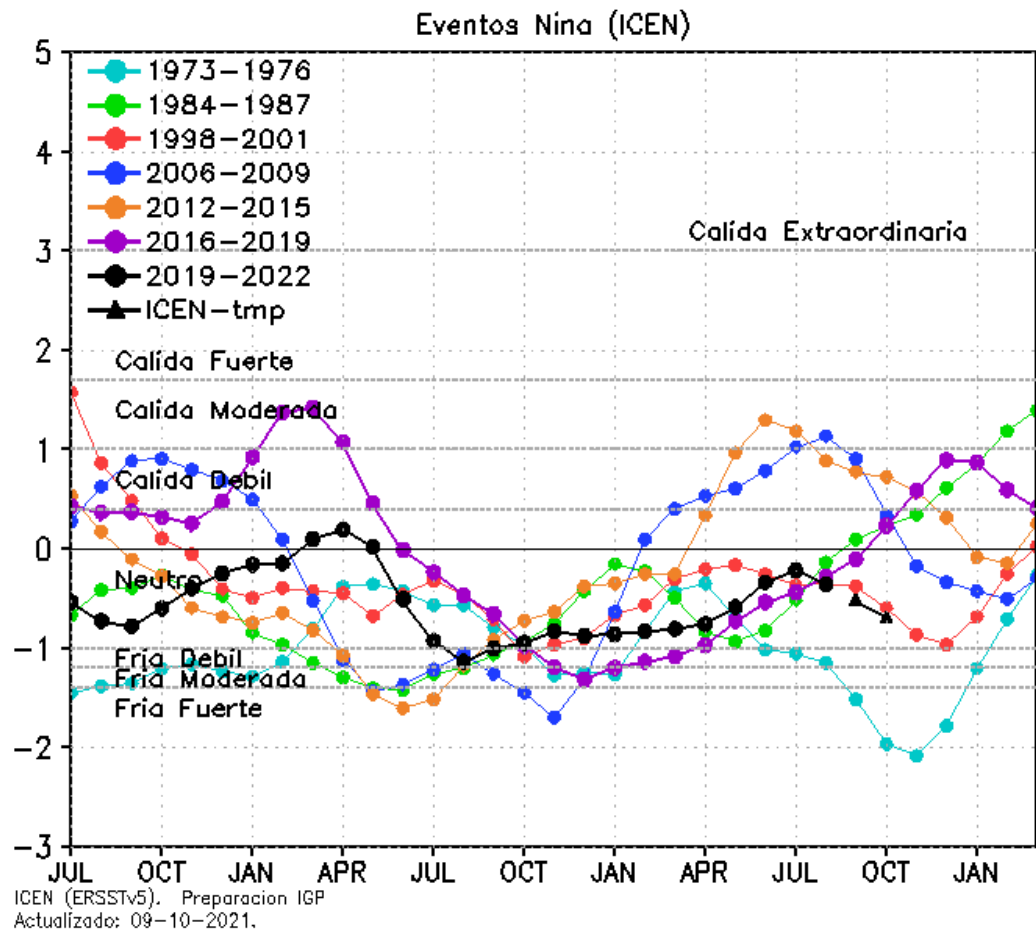


Figura 3: Variabilidad temporal del ICEN para los años 1973-1975 (celeste), 1984-1986 (verde), 1998-2000 (rojo), 2006-2008 (azul), 2012-2014 (anaranjado), 2016-2018 (morado), y 2019-2021 (negro), Fuente: IGP.

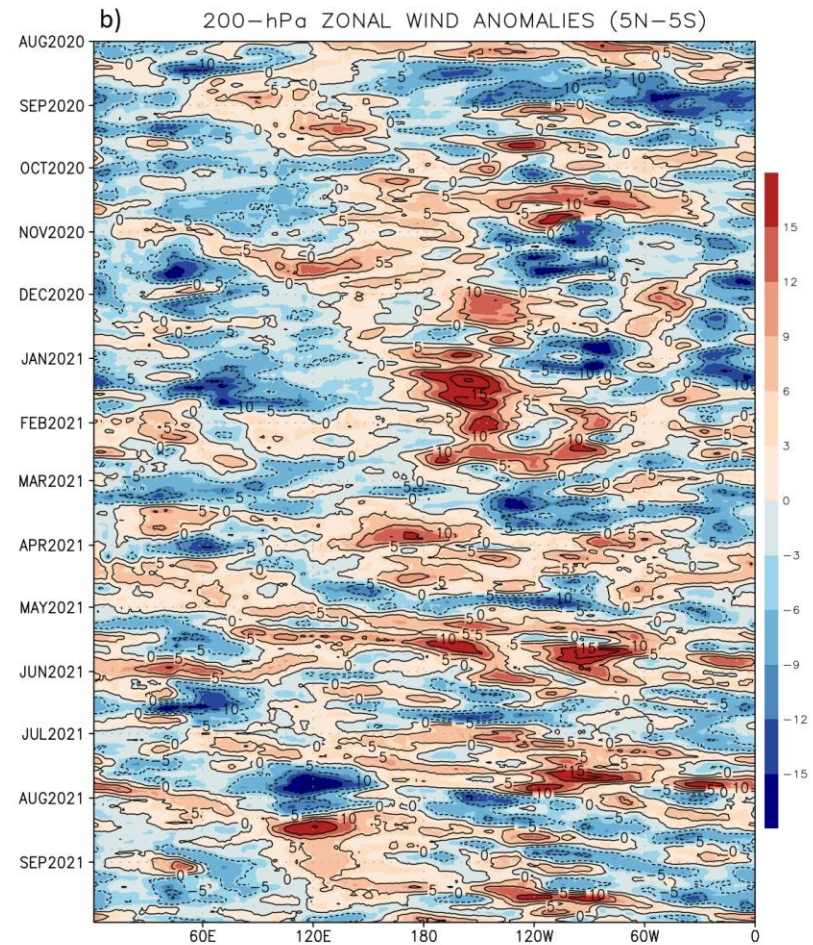
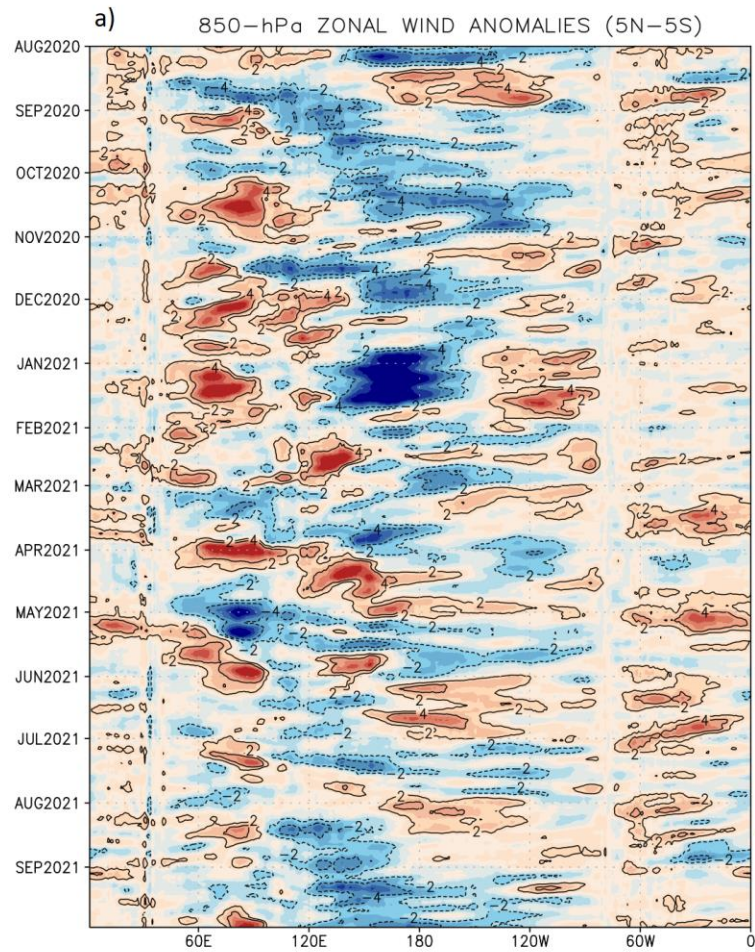


Figura 4: Anomalías de vientos zonales a 850 hPa (a) y 200 hPa (b) entre los 5°S y 5°N en la franja ecuatorial de agosto 2020 a setiembre 2021, Procesamiento: SENAMHI.

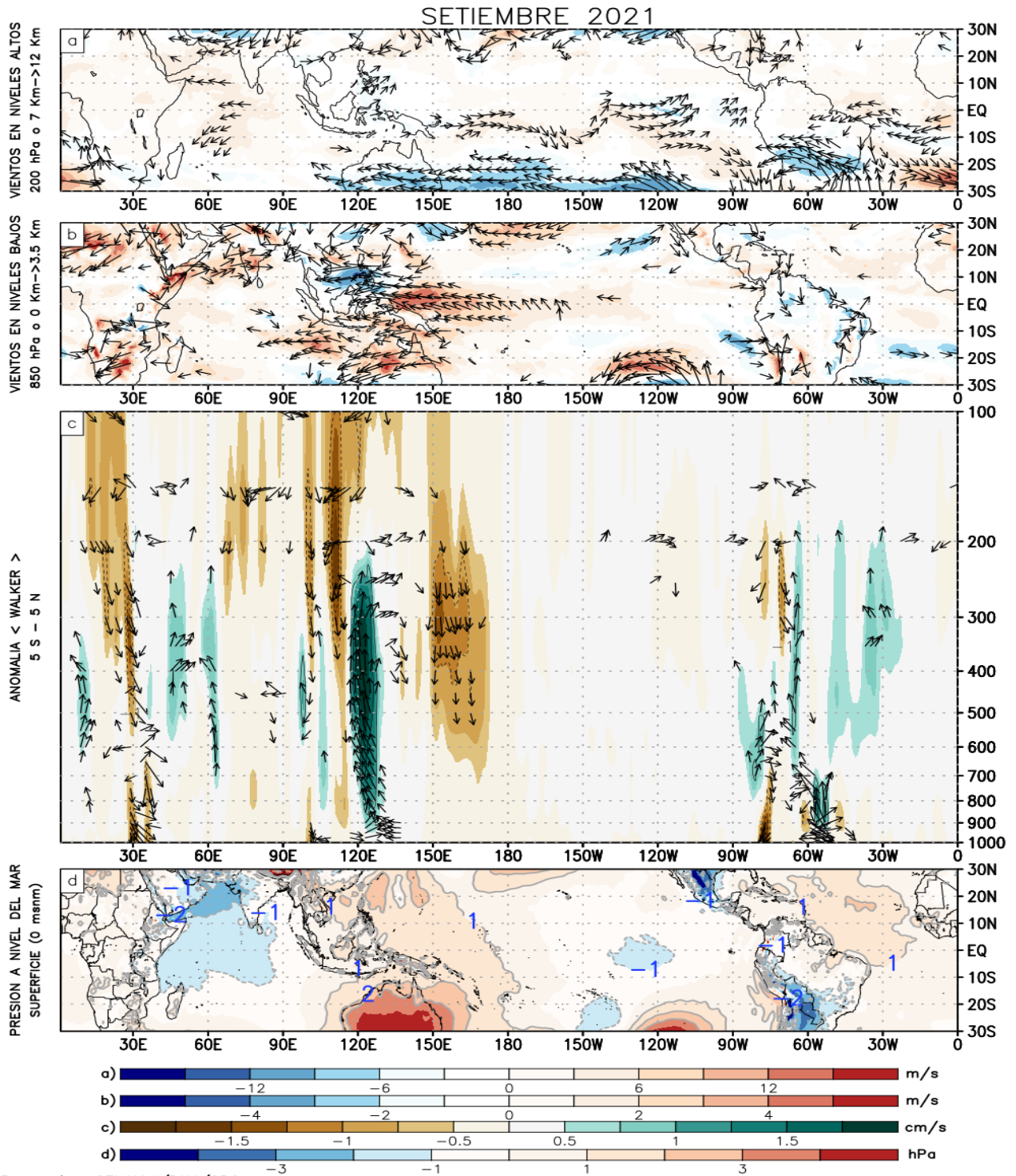


Figura 5: (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para setiembre de 2021, (c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para setiembre de 2021, (d) Anomalías de presión a nivel del mar.

Fuente: SPC/SENAMHI.

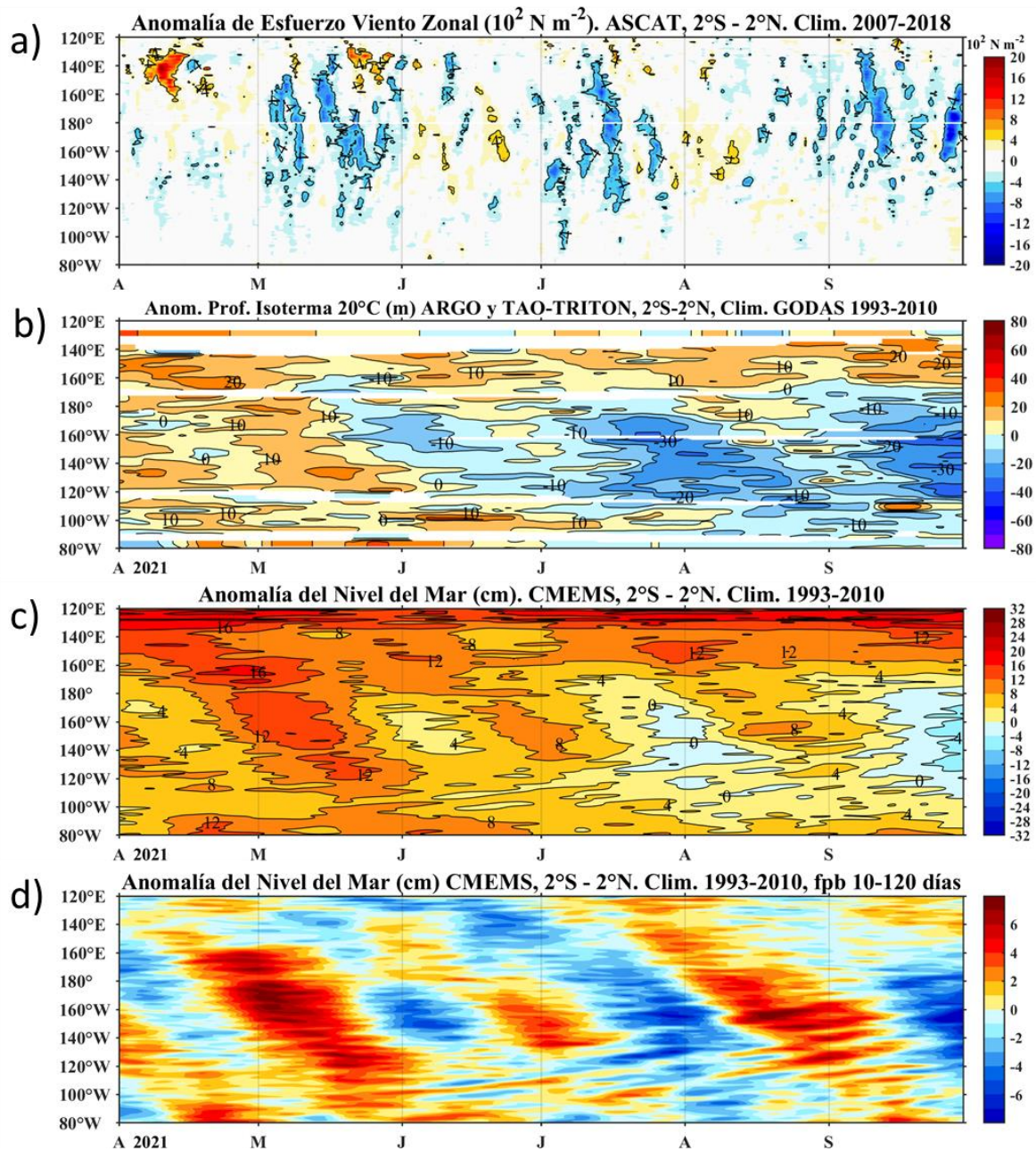


Figura 6: Diagrama Hovmöller de a) Anomalia del esfuerzo de viento zonal ( $10^2 \text{ Nm}^{-2}$ ), b) anomalia de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) suavizado de 11 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalia del nivel medio del mar diario (cm) y d) anomalia del nivel del mar diario (cm) con un filtro pasa banda de 10 - 120 días, fuente: CMEMS v3.0, climatología: 1993-2010; ambos en el Pacifico ecuatorial ( $140^\circ\text{W}$ - $80^\circ\text{W}$  y  $2^\circ\text{N}$ - $2^\circ\text{S}$ ). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

PROMEDIO DE LA PRMSL (hPa) (color) – VIENTOS (m/s) (vector)  
ANOMALIA DE PRESION (hPa) (contorno)  
Nivel:1000 hPa – SETIEMBRE

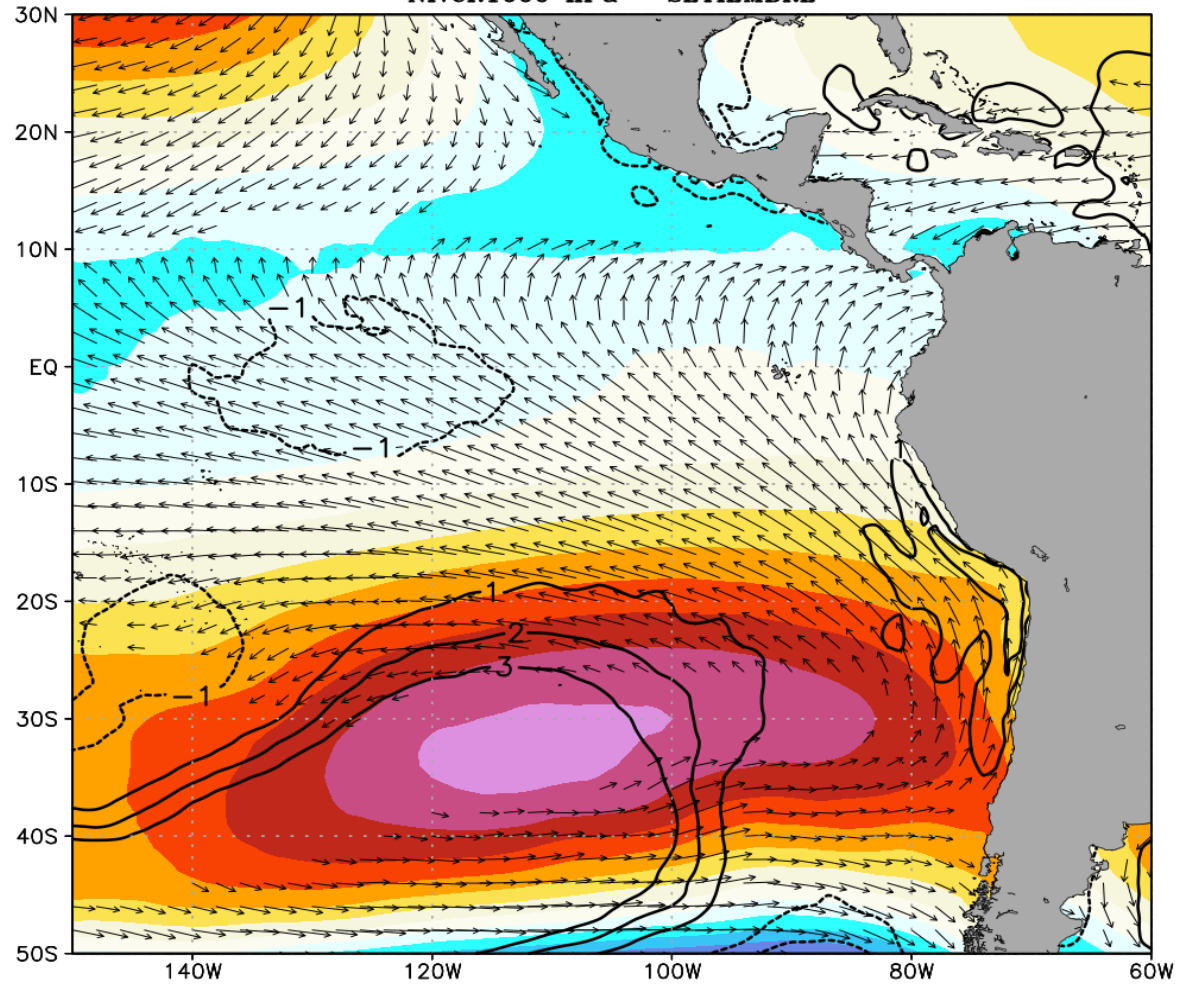


Figura 7: Promedio mensual de la presión reducida a nivel del mar (PRMSL, colores) con su anomalía (línea de contorno) y vientos (flechas) para setiembre 2021, Procesamiento: SENAMHI

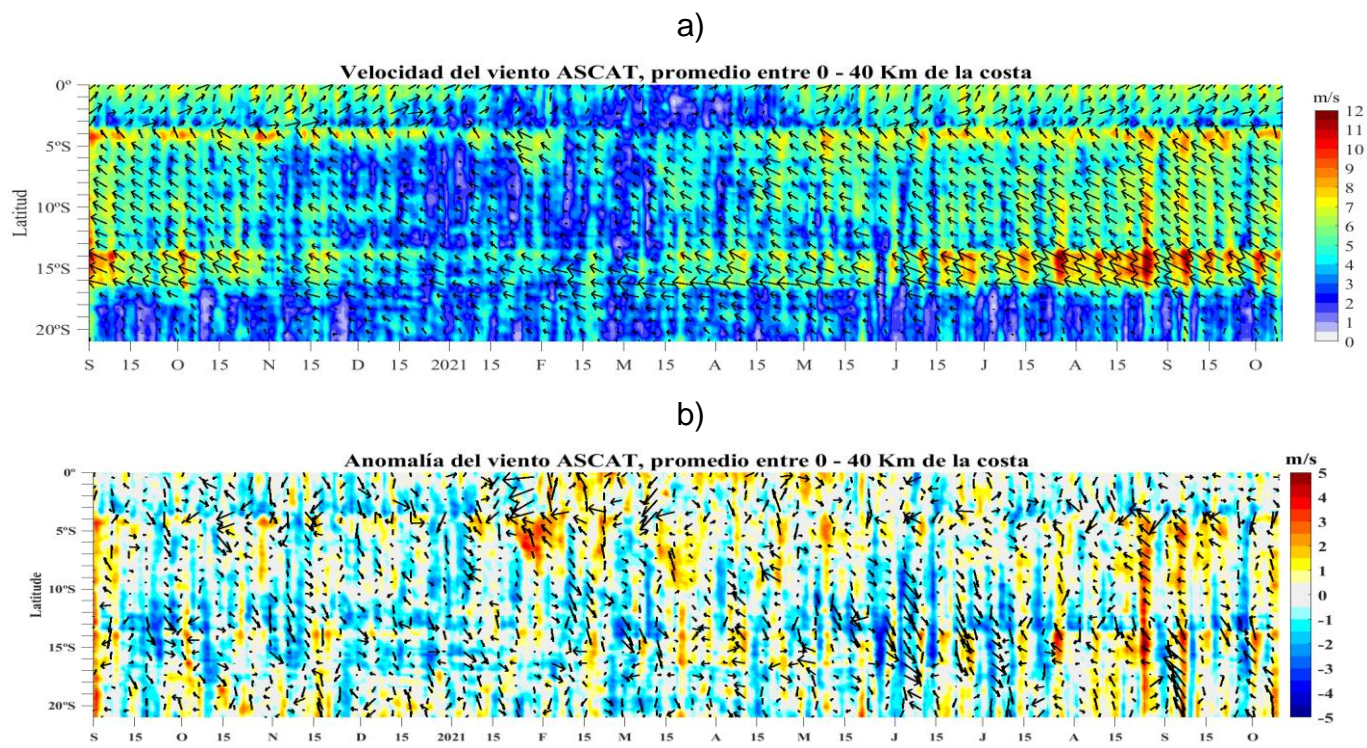


Figura 8: a) Velocidad del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ), y b) anomalía del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ), desde los  $0^\circ$  hasta  $20^\circ\text{S}$  en el periodo durante los últimos 12 meses. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Actualizado hasta fines de setiembre 2021. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.

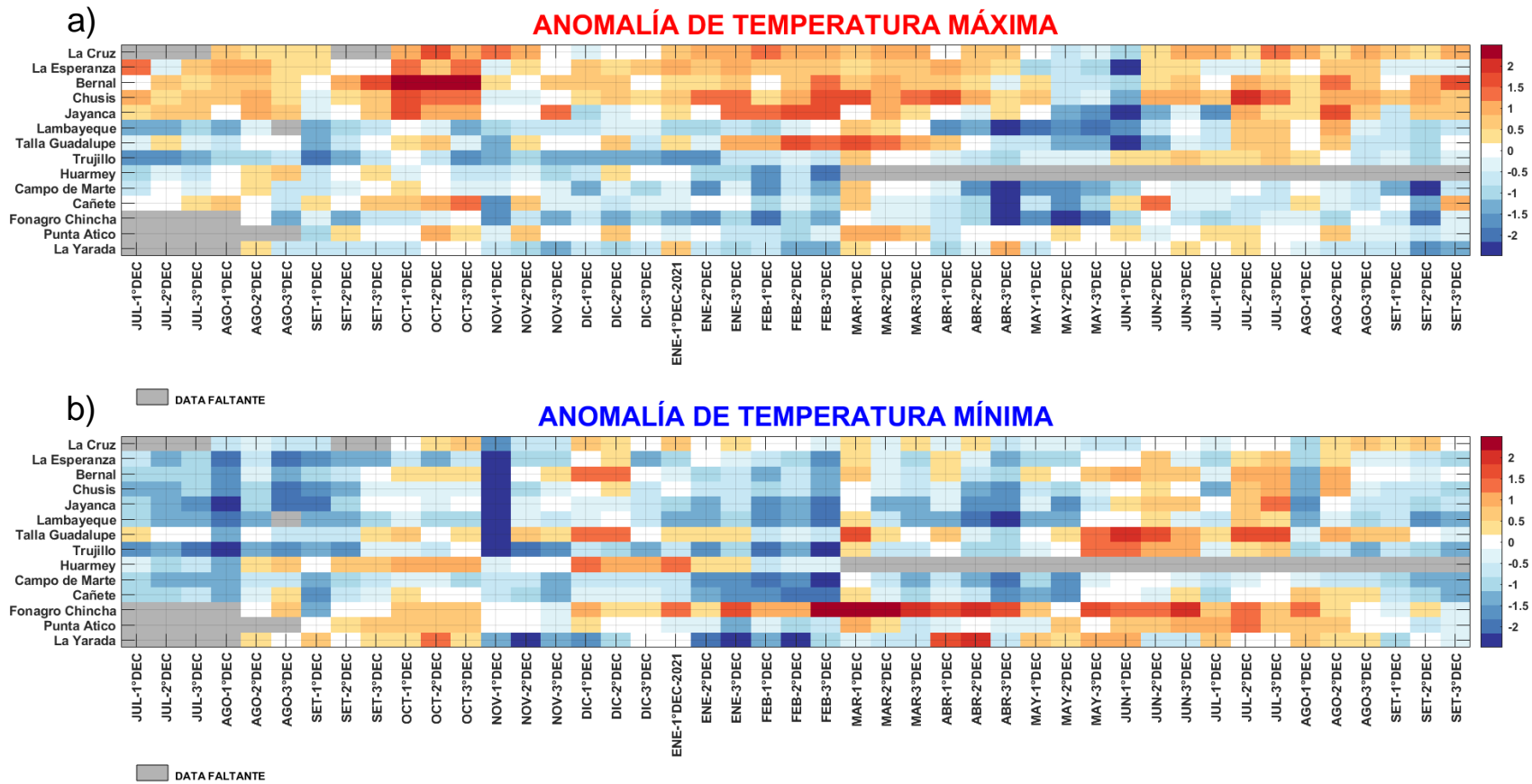


Figura 9: Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI desde julio 2020 hasta agosto del 2021 Fuente: SENAMHI.

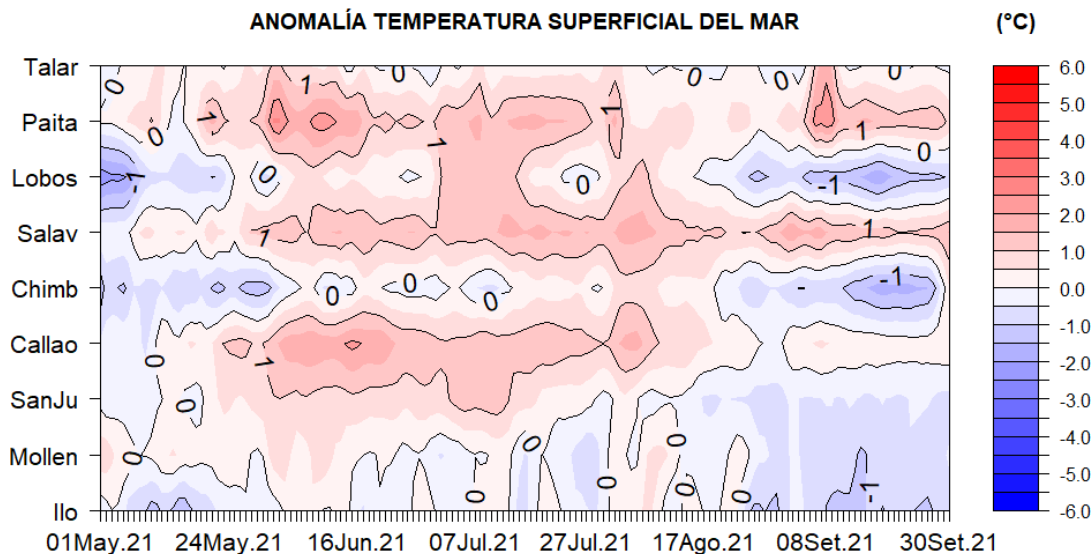
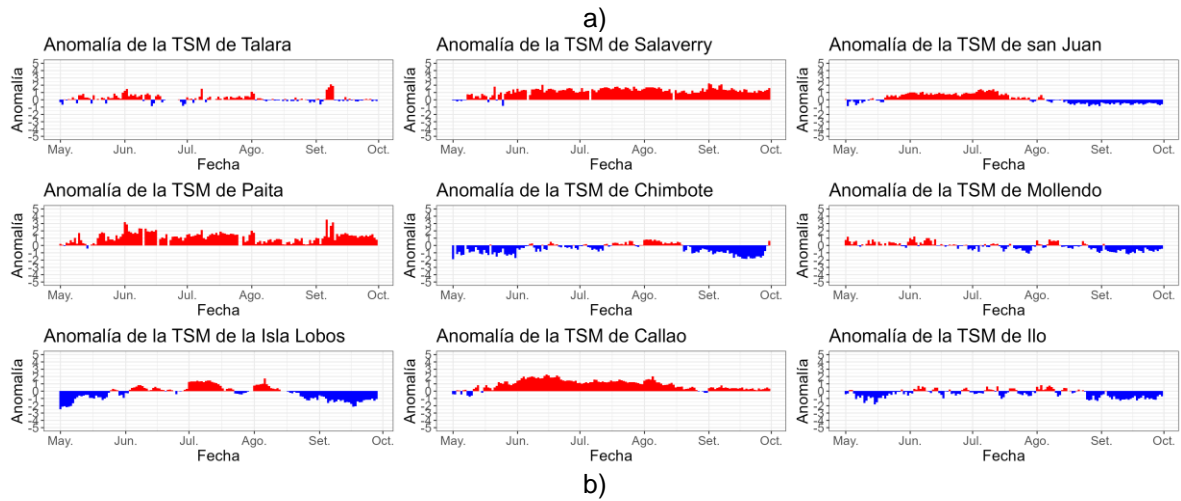


Figura 10: Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 5 meses, a) serie y b) Hövmoller, actualizado al 30 de setiembre del 2021. Climatología: 1981-2010. Fuente: DIHIDRONAV.



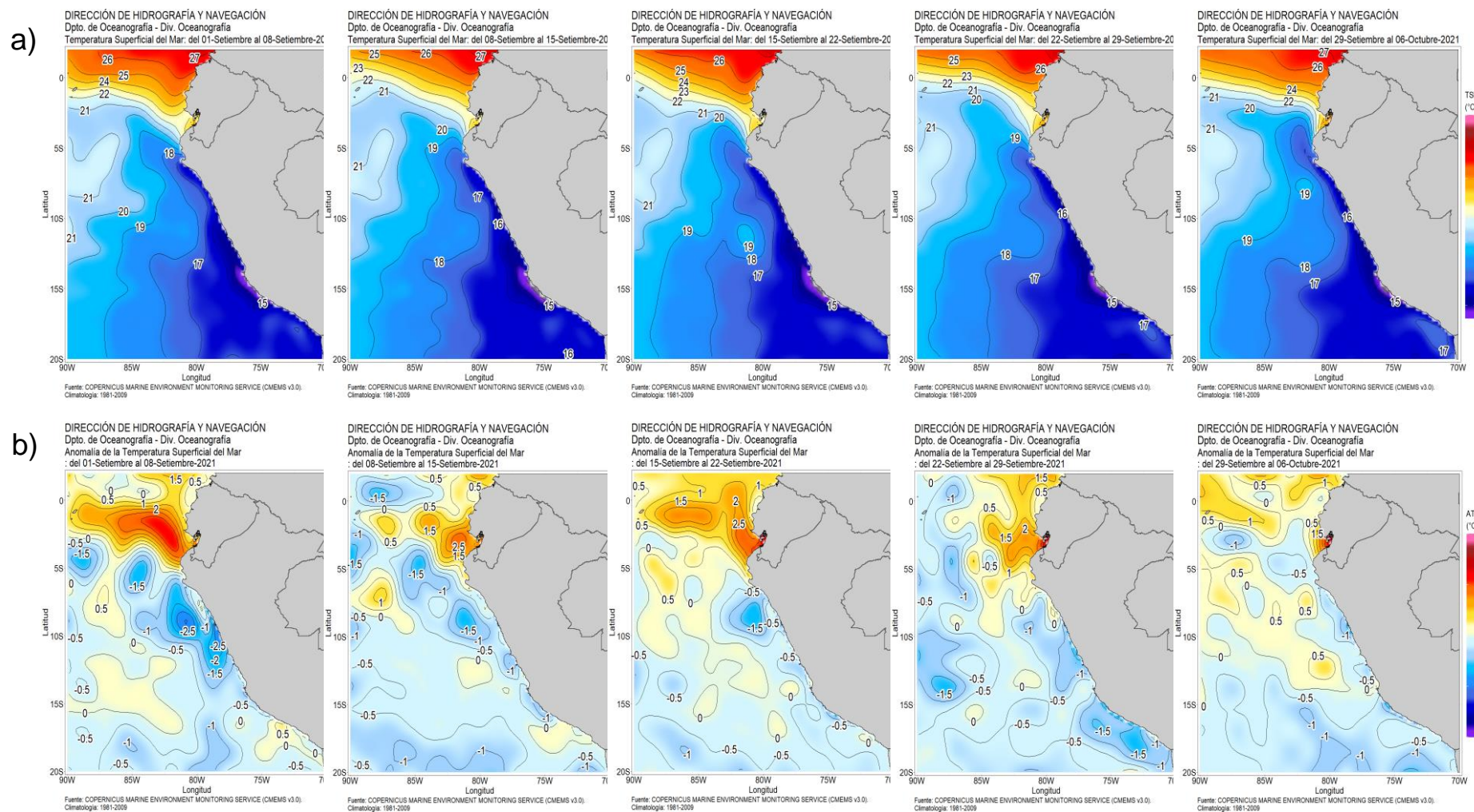


Figura 11: Mapa de distribución espacial de las temperaturas superficiales del mar (TSM, °C) (a), y de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM, °C) (b) para cada semana de setiembre de 2021 de forma creciente de izquierda a derecha, en el océano Pacífico tropical oriental, Fuente: CMEMS v3.0, Procesamiento: DIHIDRONAV.

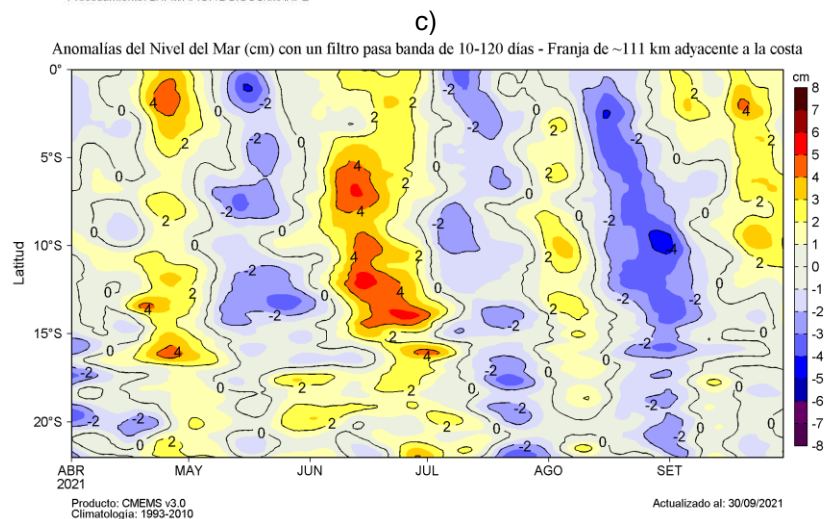
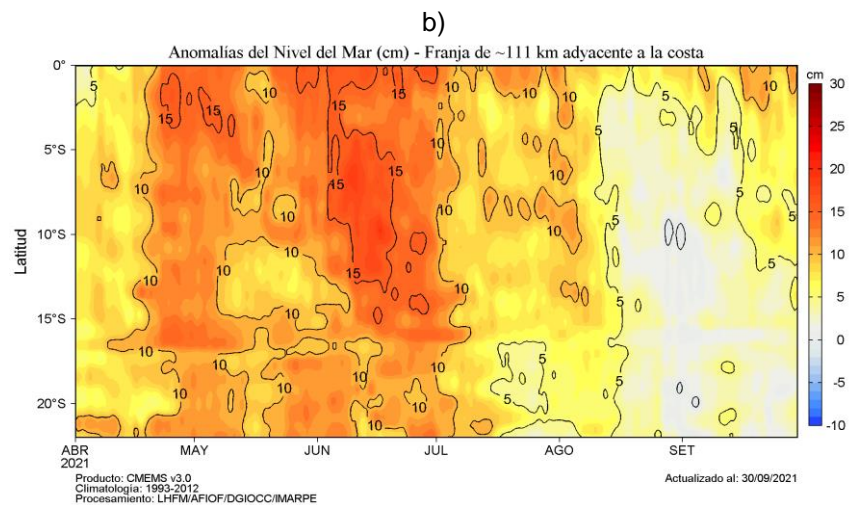
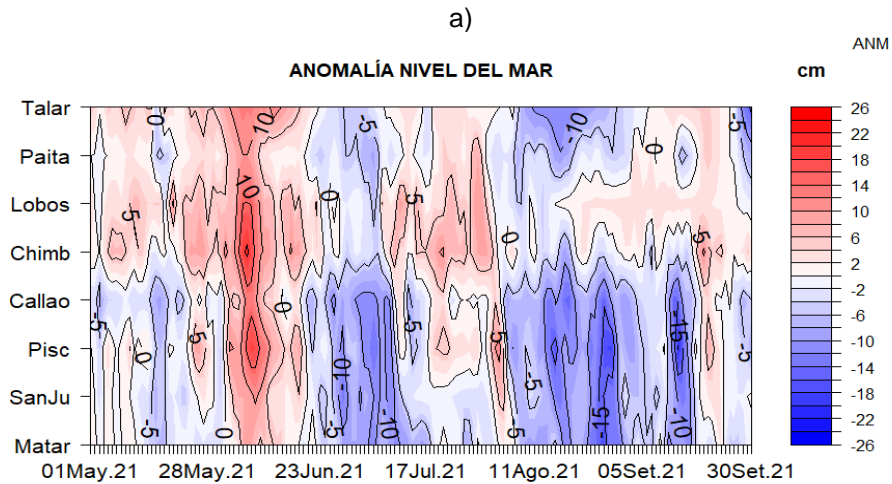


Figura 12: Anomalías del NMM, actualizadas al 30 de setiembre del 2021: a) Diagrama Hovmöller durante el último semestre en estaciones costeras de la DIHIDRONAV; b) Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel del mar diario (cm) sin filtro; y c) con filtro pasa banda de 10 a 120 días, para la franja de 60 millas náuticas adyacente al litoral peruano. Fuente: CMEMS v3.0; Climatología: 1993-2012. Procesamiento: LHFMAFIOF/DGIOCC/IMARPE.

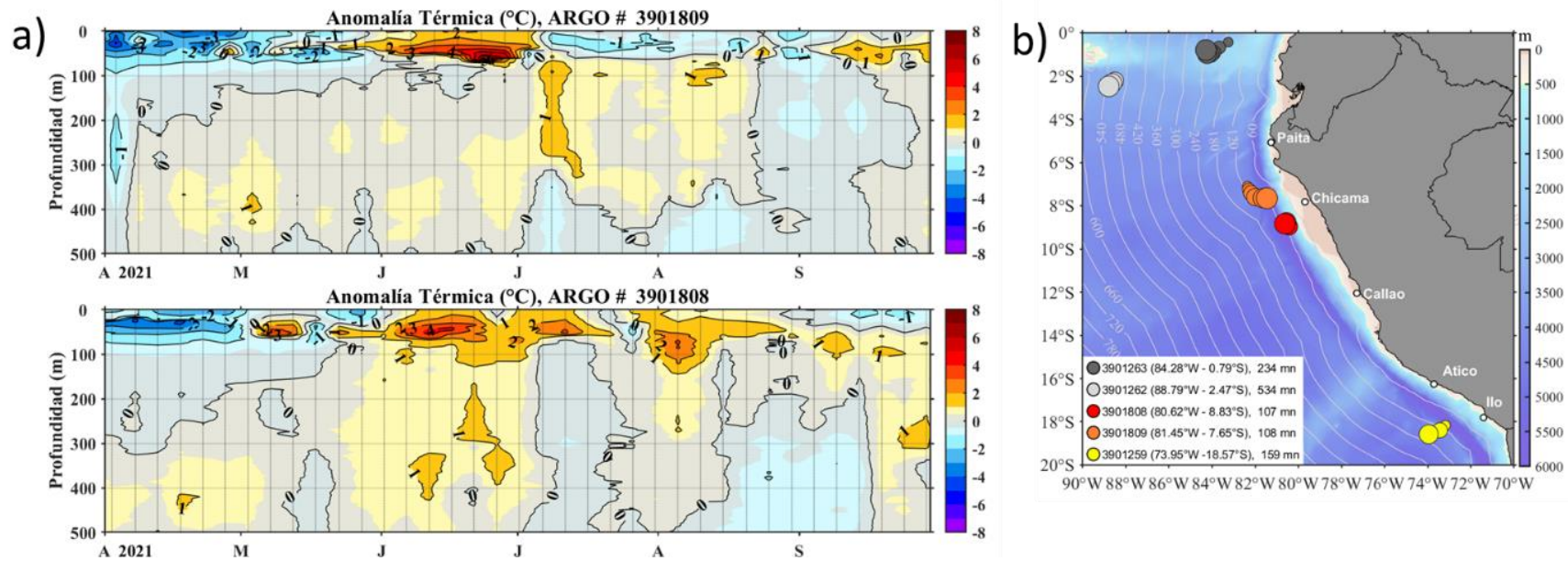


Figura 13: Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en a) flotadores ARGO en la zona costera y b) ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de setiembre donde brindó información el flotador ARGO, fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

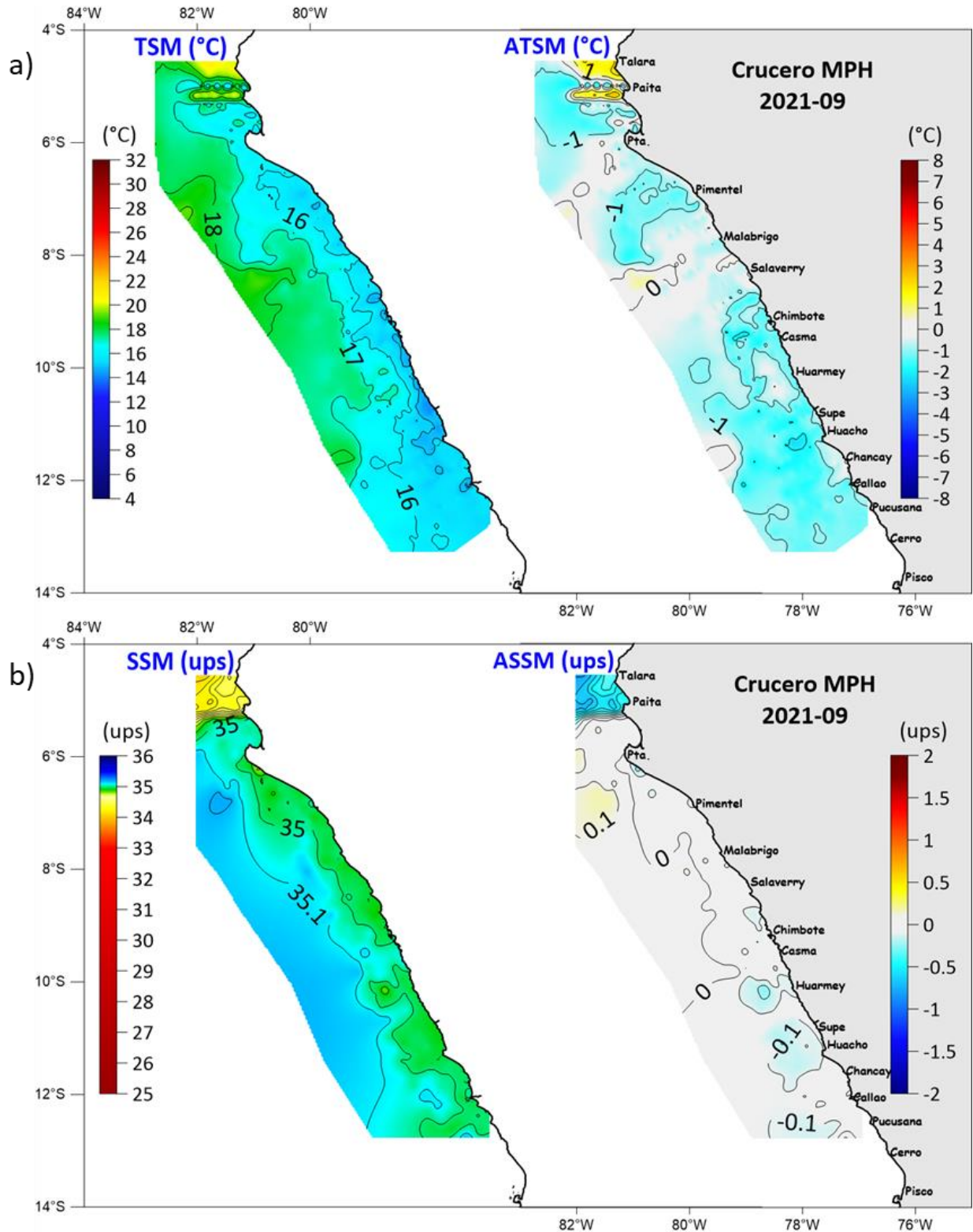
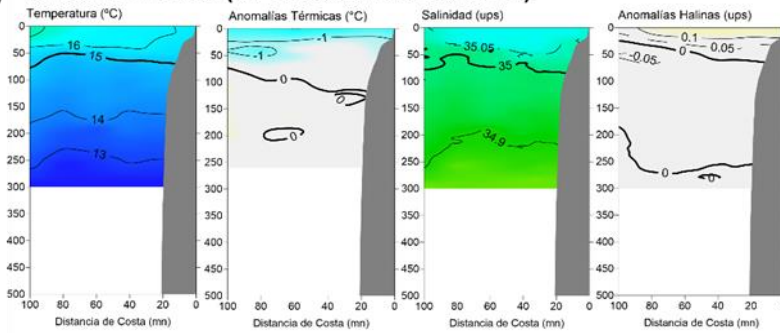
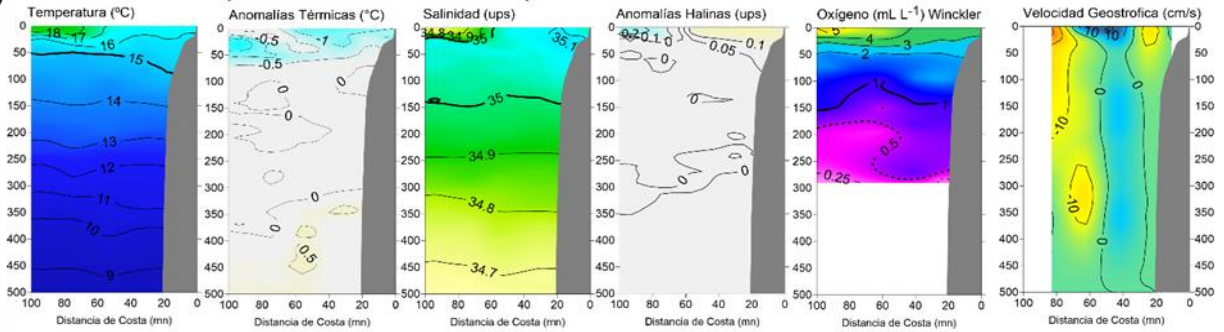


Figura 14: Distribución a nivel de superficie de la a) temperatura y anomalías de temperatura, b) salinidad y anomalías de salinidad, registradas entre el 01 y 21 de setiembre, en el crucero de Estimación de biomasa desovante de anchoveta, aplicando el método de producción de huevos (MPH 2021-09), a bordo del BIC Flores Portugal

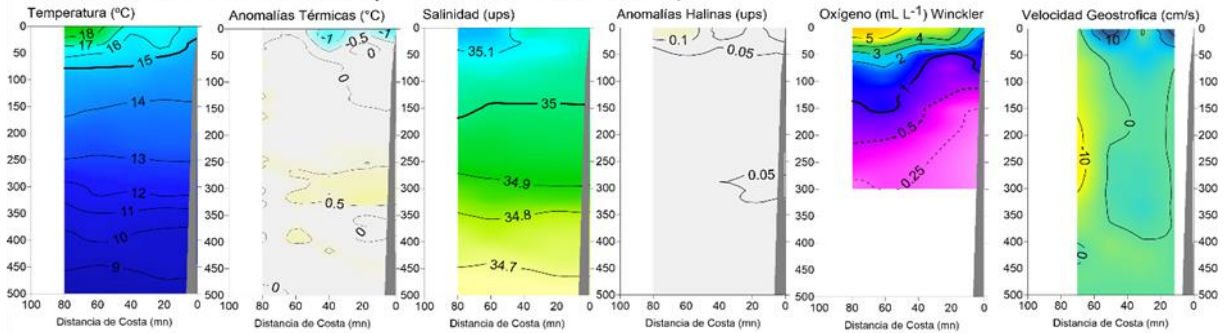
a) SECCIÓN PAITA (15-16 setiembre del 2021)



b) SECCIÓN PAITA (24-25 Setiembre del 2021)



c) SECCIÓN PUNTA LA NEGRA (26-27 Setiembre del 2021)



d) SECCIÓN CHICAMA (03-04 setiembre del 2021)

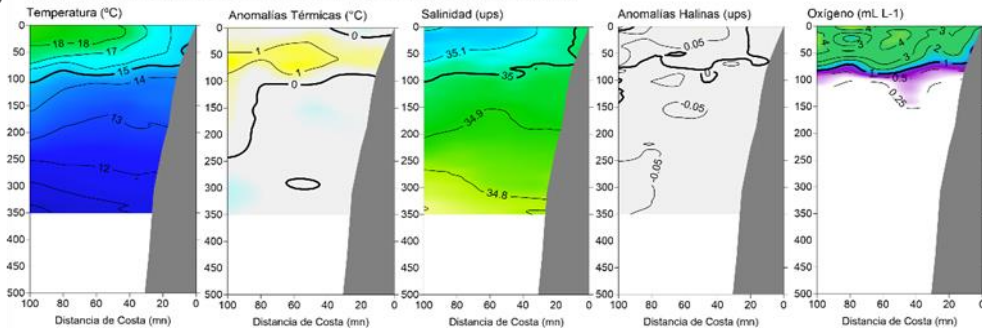
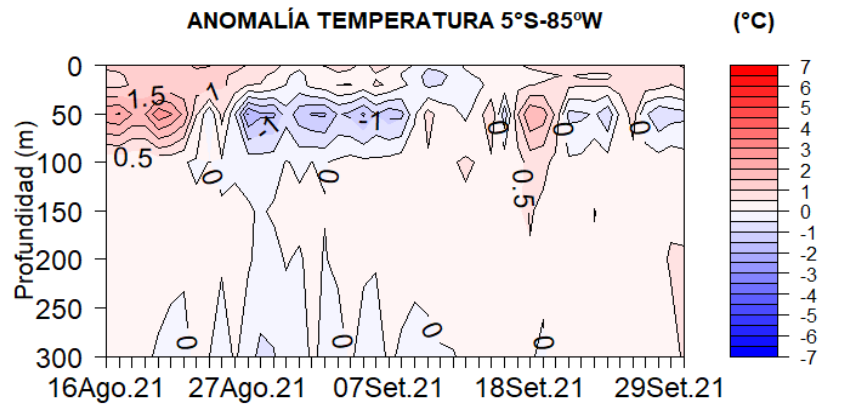
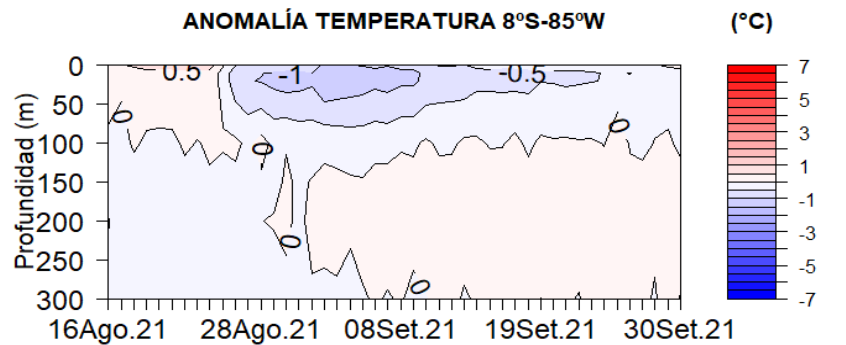


Figura 15: Sección vertical de temperatura (°C), anomalías térmicas (°C), salinidad (ups), Anomalías halinas (ups), oxígeno (mL L<sup>-1</sup>) y velocidad geostrofica (cm s<sup>-1</sup>) (de izquierda a derecha) frente a Paita, 16-15 de setiembre (a), Paita, 24-25 de setiembre (b), Punta la Negra 26-27 de setiembre (c), y Chicama, 03-04 de setiembre (d).

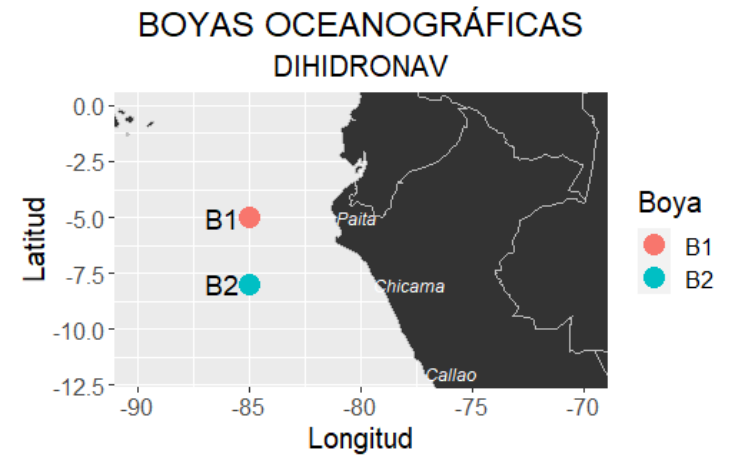


a)



Climatología(81-10)

b)



c)

Figura 16: Sección vertical de anomalía de la temperatura (°C) hasta los 300 m de profundidad en a) 230 millas de Paita, b) 330 millas de Chimbote y c) posición de las boyas. Fuente: Boyas DIHIDRONAV.

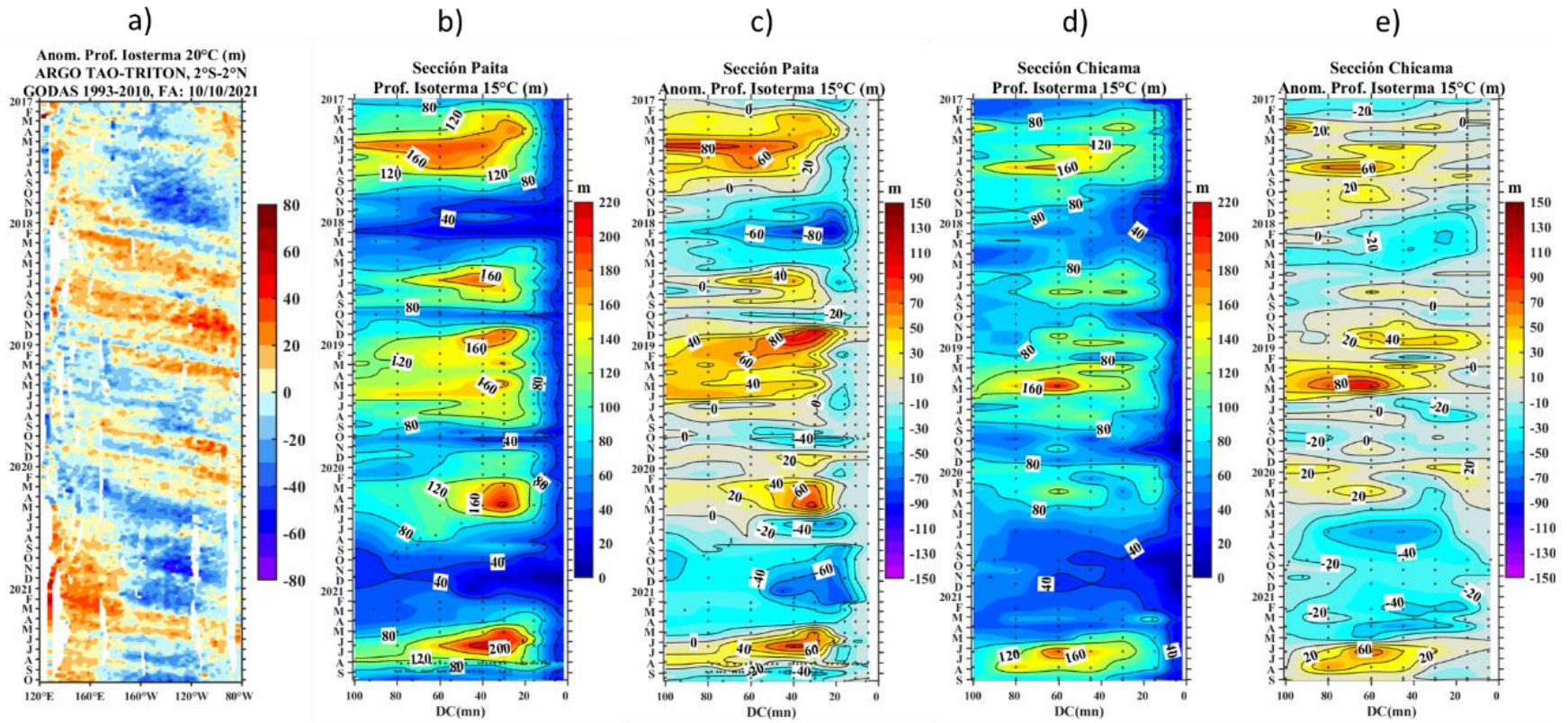


Figura 17: Diagrama Hovmoller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico ecuatorial (120°E – 80°W y 2°N – 2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) profundidad de la isoterma de 15 °C, c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C frente a Paita (0-100 millas náuticas), d) profundidad de la isoterma de 15 °C, y e) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C frente a Chicama (0-100 millas náuticas). Climatología de 1981 a 2010.

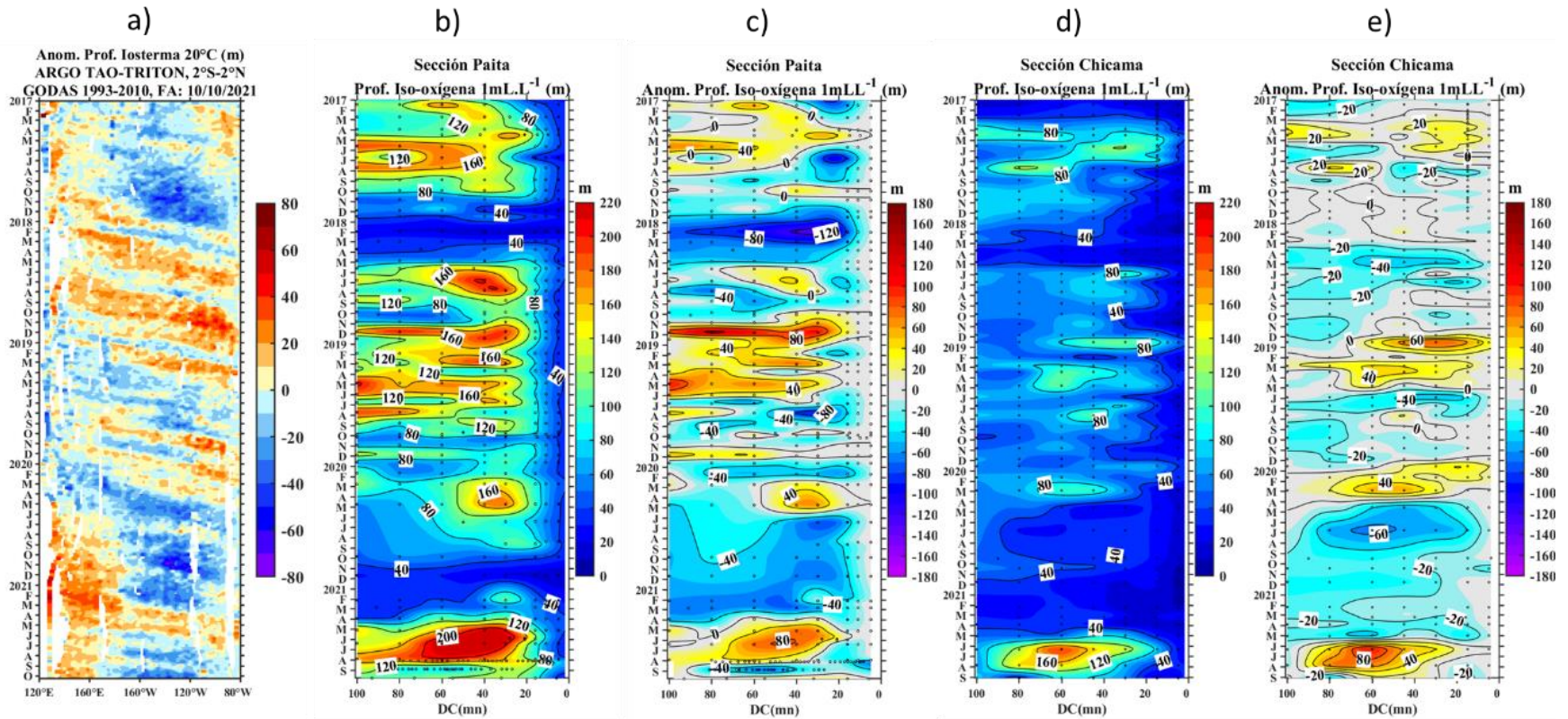


Figura 18: Diagrama Hovmoller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico ecuatorial (120°E – 80°W y 2°S – 2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L<sup>-1</sup>, c) anomalía de la profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L<sup>-1</sup> frente a Paita (0-100 millas náuticas), d) profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L<sup>-1</sup>, 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.



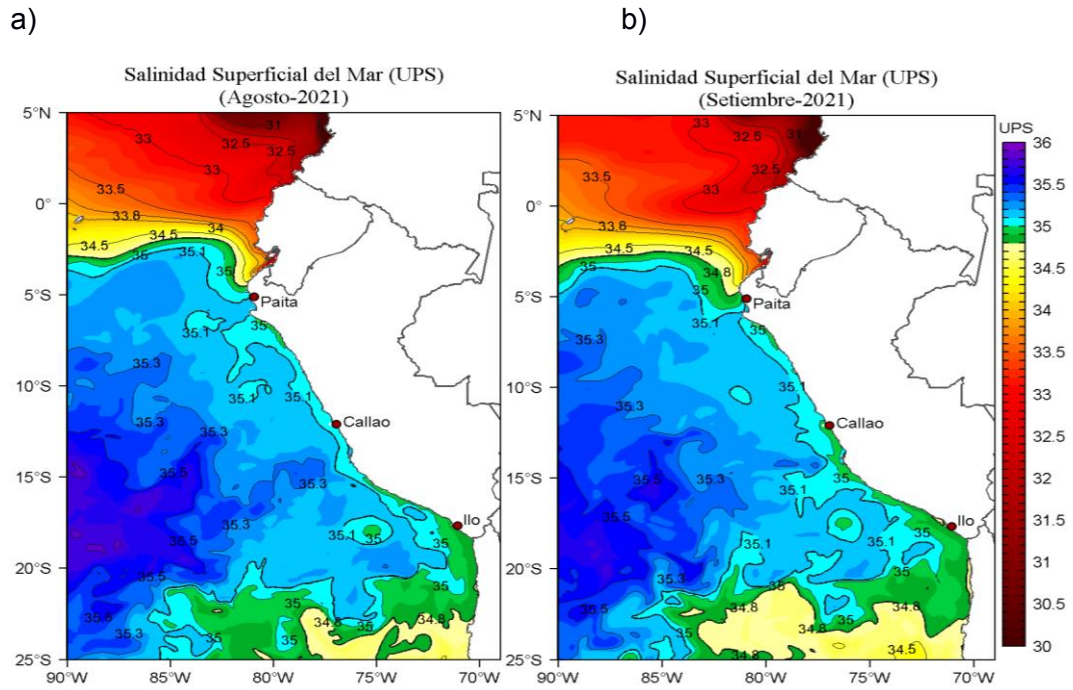


Figura 19: Distribución espacial promedio de la salinidad superficial del mar (UPS), para (a) agosto y (b) setiembre de 2021, en el océano Pacífico tropical oriental. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

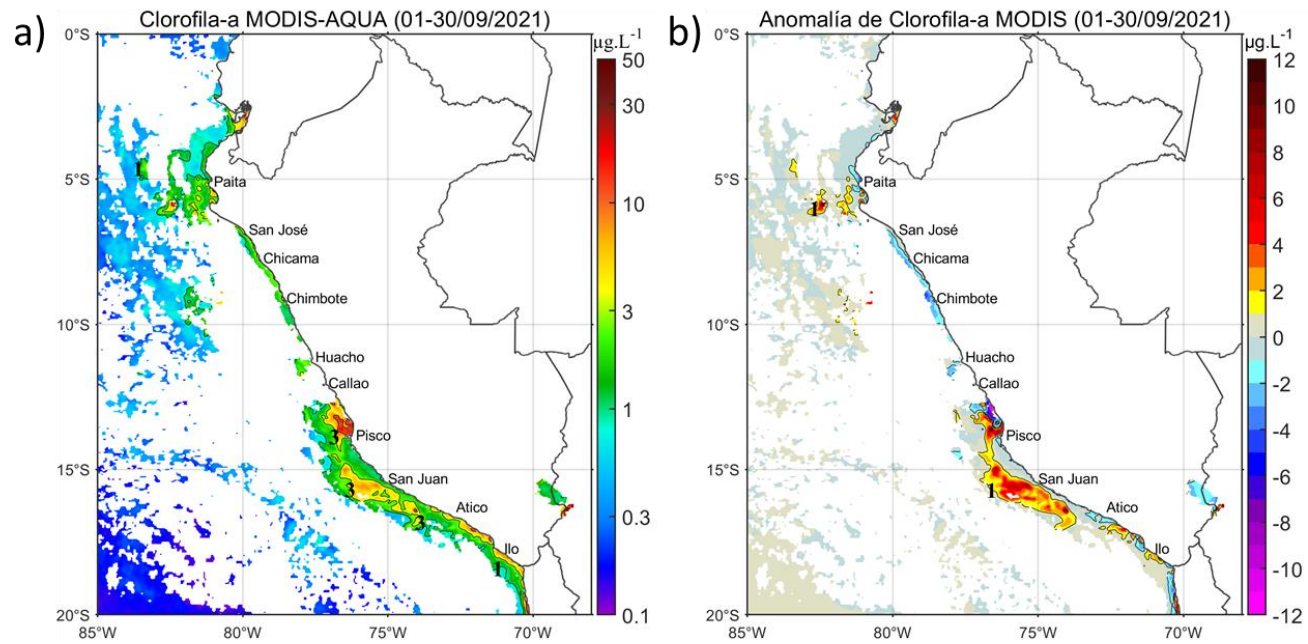


Figura 20: Mapa de la concentración de clorofila-a superficial satelital (a) y su anomalía (b) durante setiembre de 2021, proveniente de MODIS-AQUA ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). Fuente: IMARPE.

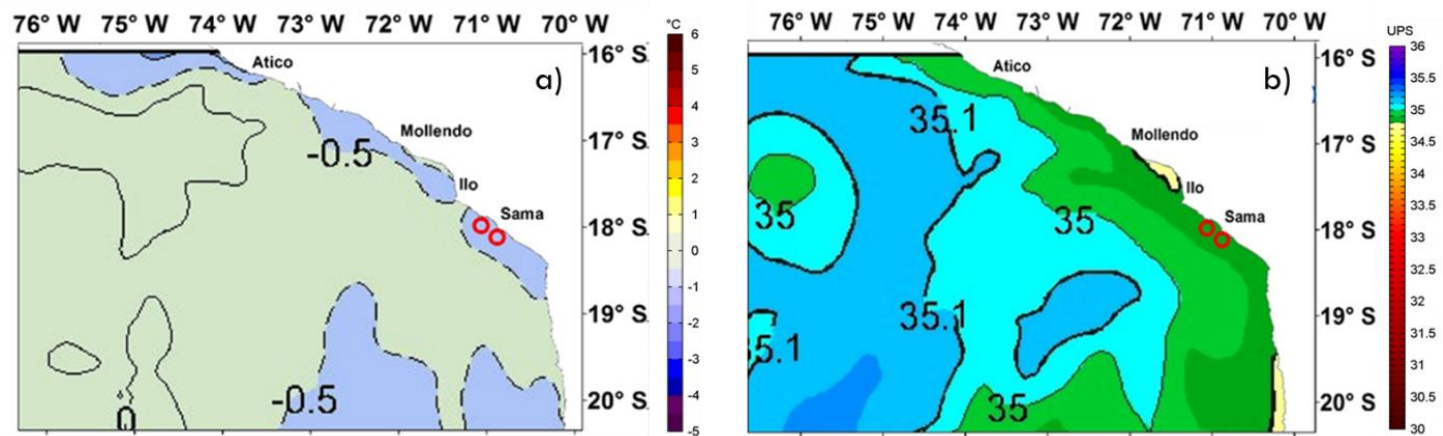
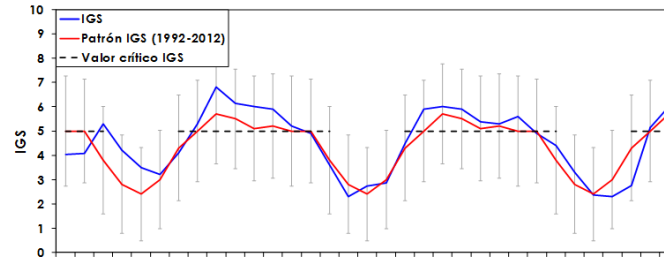
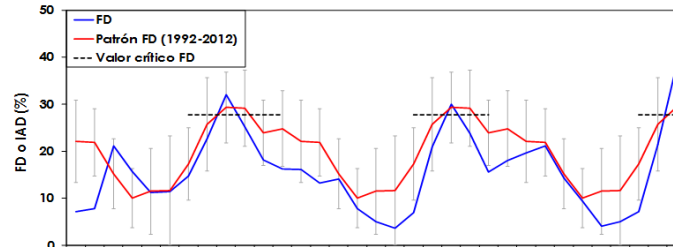


Figura 21: Distribución de la anchoveta en la región sur y su relación con la a) anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) y b) salinidad superficial del mar (SSM) durante el mes de setiembre 2021.

a) **ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)**  
Indicador de Actividad Reproductiva



b) **FRACCIÓN DESOVANTE (FD)**  
Indicador del proceso de desove



c) **CONTENIDO GRASO (CG)**  
Indicador de la reserva de energía

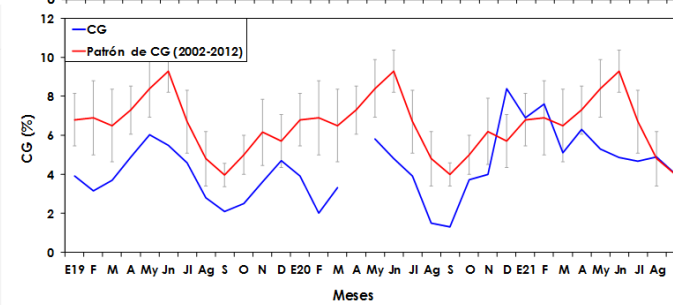


Figura 22: Indicadores reproductivos a) índice gonadosomático y b) fracción desovante e indicador somático c) contenido de grasa de la anchoveta del Stock Norte-Centro durante el periodo enero 2019 a setiembre 2021.

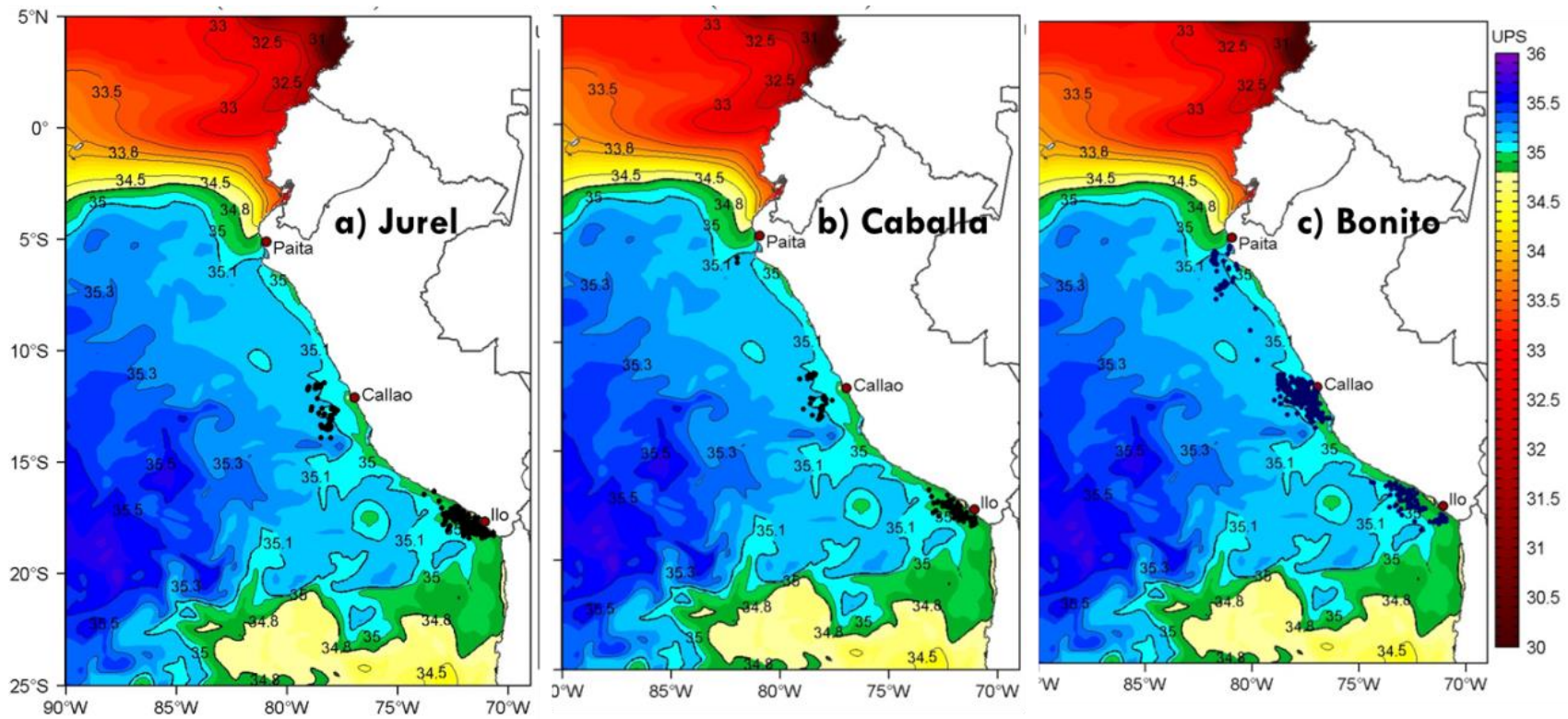
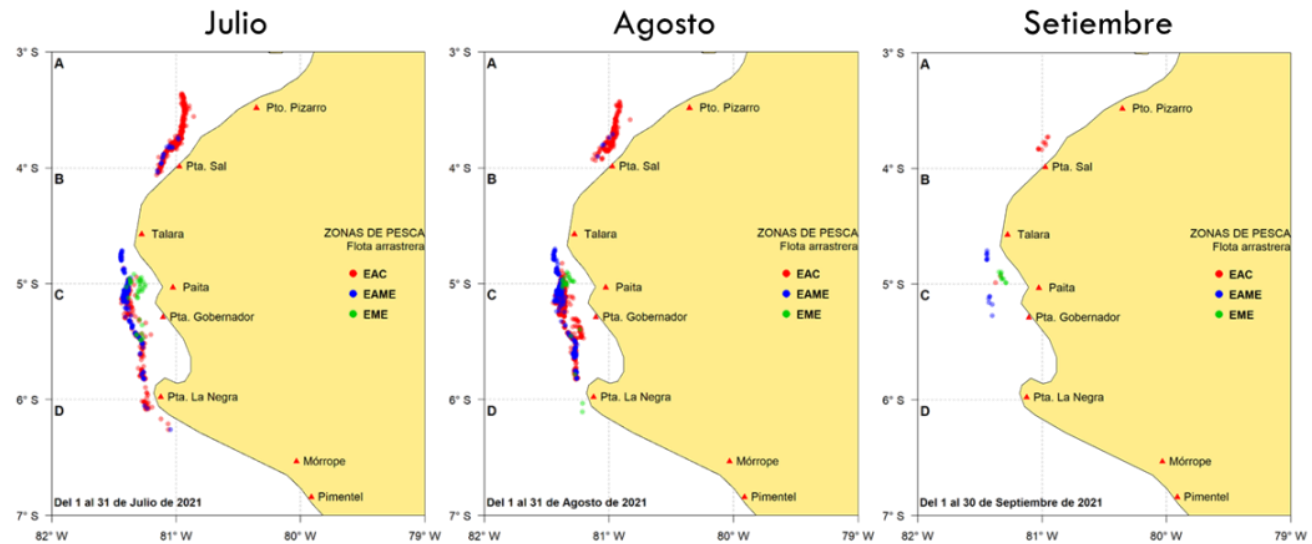


Figura 23: Distribución de a) jurel, b) caballa y c) bonito asociados a la salinidad superficial del mar (SSM) durante setiembre 2021.

a) DISTRIBUCIÓN



b) ESTRUCTURA DE TALLAS

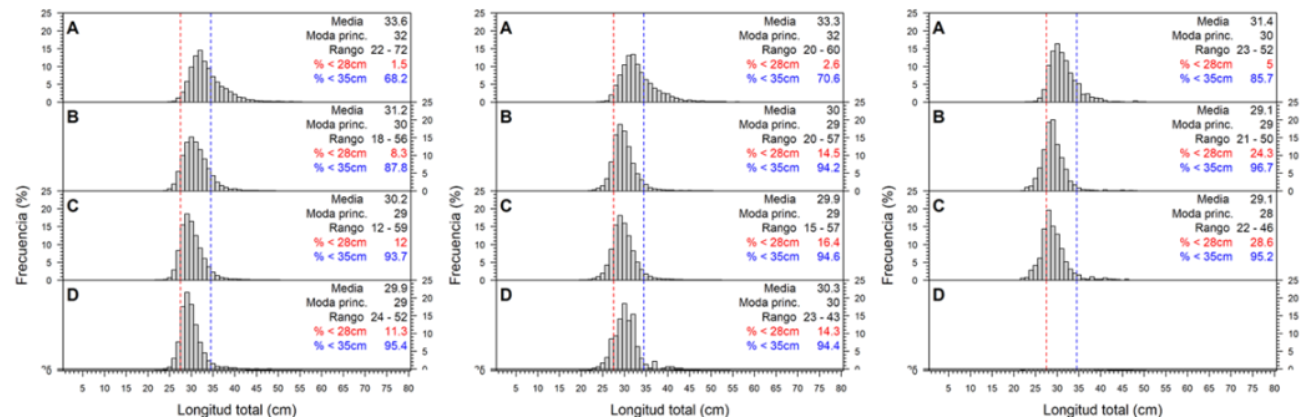


Figura 24: a) Distribución y b) estructura de tallas mensual de merluza según grado latitudinal (A: 3°S, B: 4°S, C: 5°S y D: 6°S) durante el periodo julio - setiembre 2021.

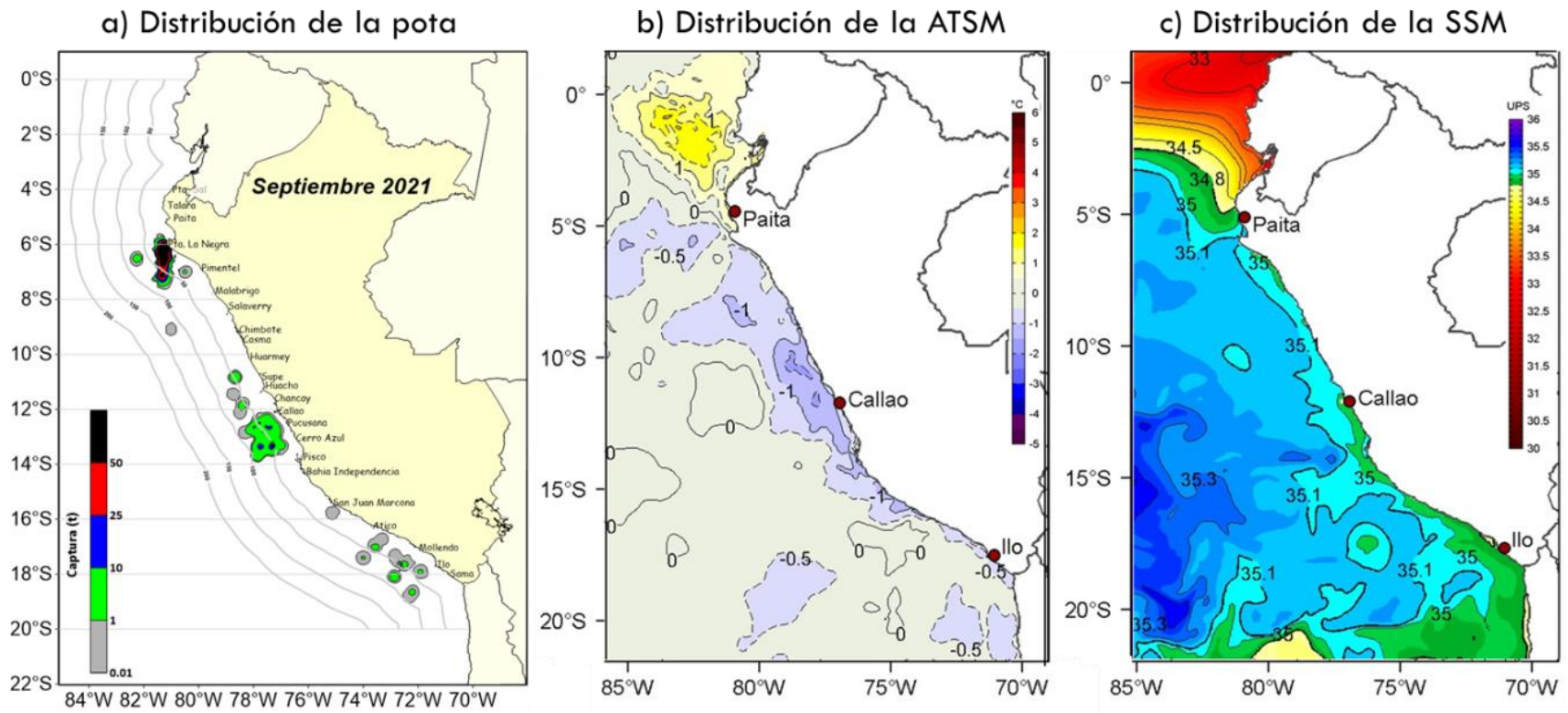


Figura 25: Distribución de a) pota y de las condiciones de b) anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) y c) salinidad superficial del mar (ups) durante setiembre 2021.

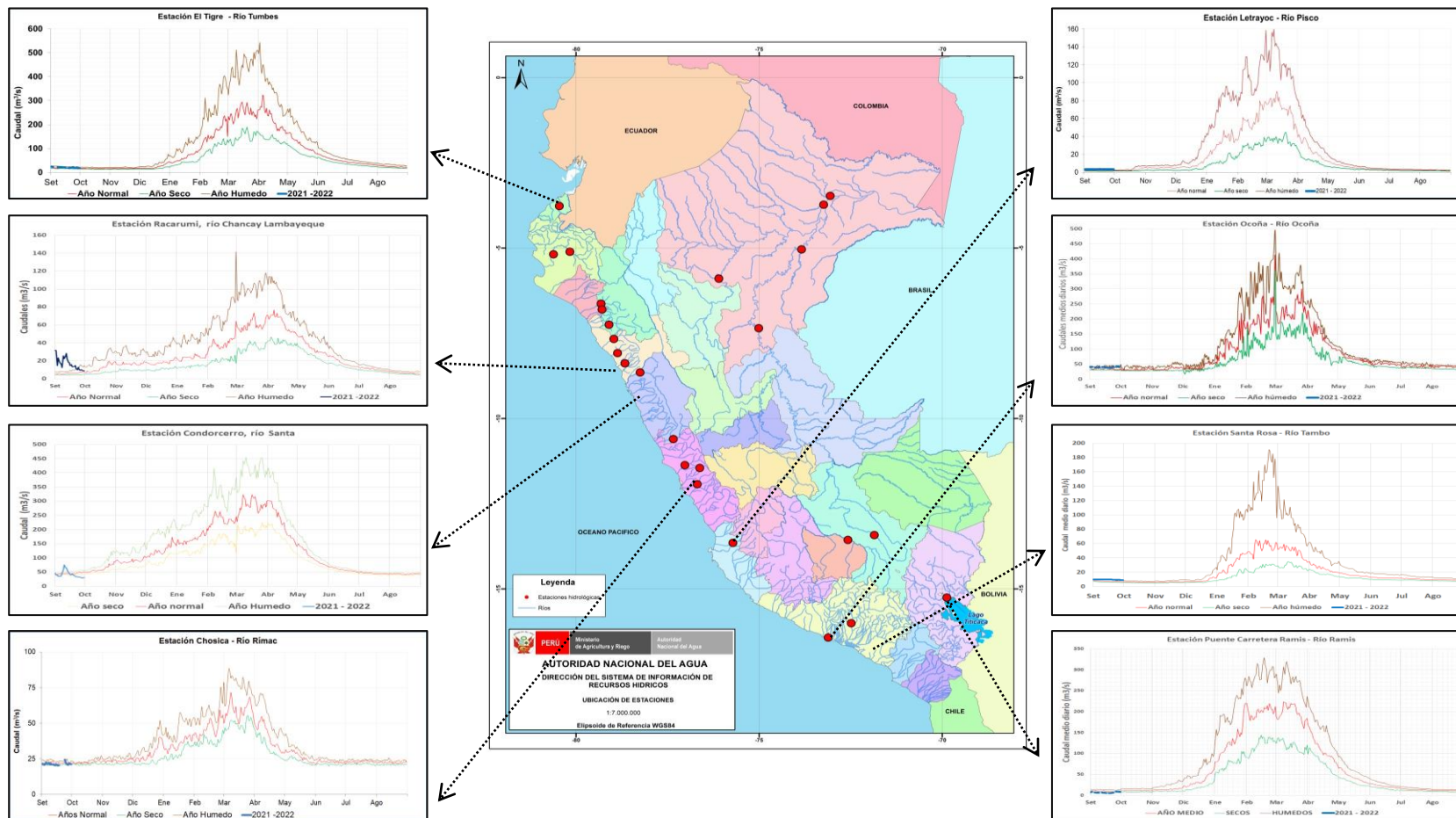


Figura 26: Caudales diarios ( $m^3 s^{-1}$ ) de los principales ríos del norte (izquierda), centro (centro) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 30 de setiembre 2021. Las líneas azules indican caudales del año hidrológico 2020-2021, rojas: caudales normales; Fuente: SENAMHI, Proyectos Especiales y Juntas de Usuarios. Procesamiento: ANA.



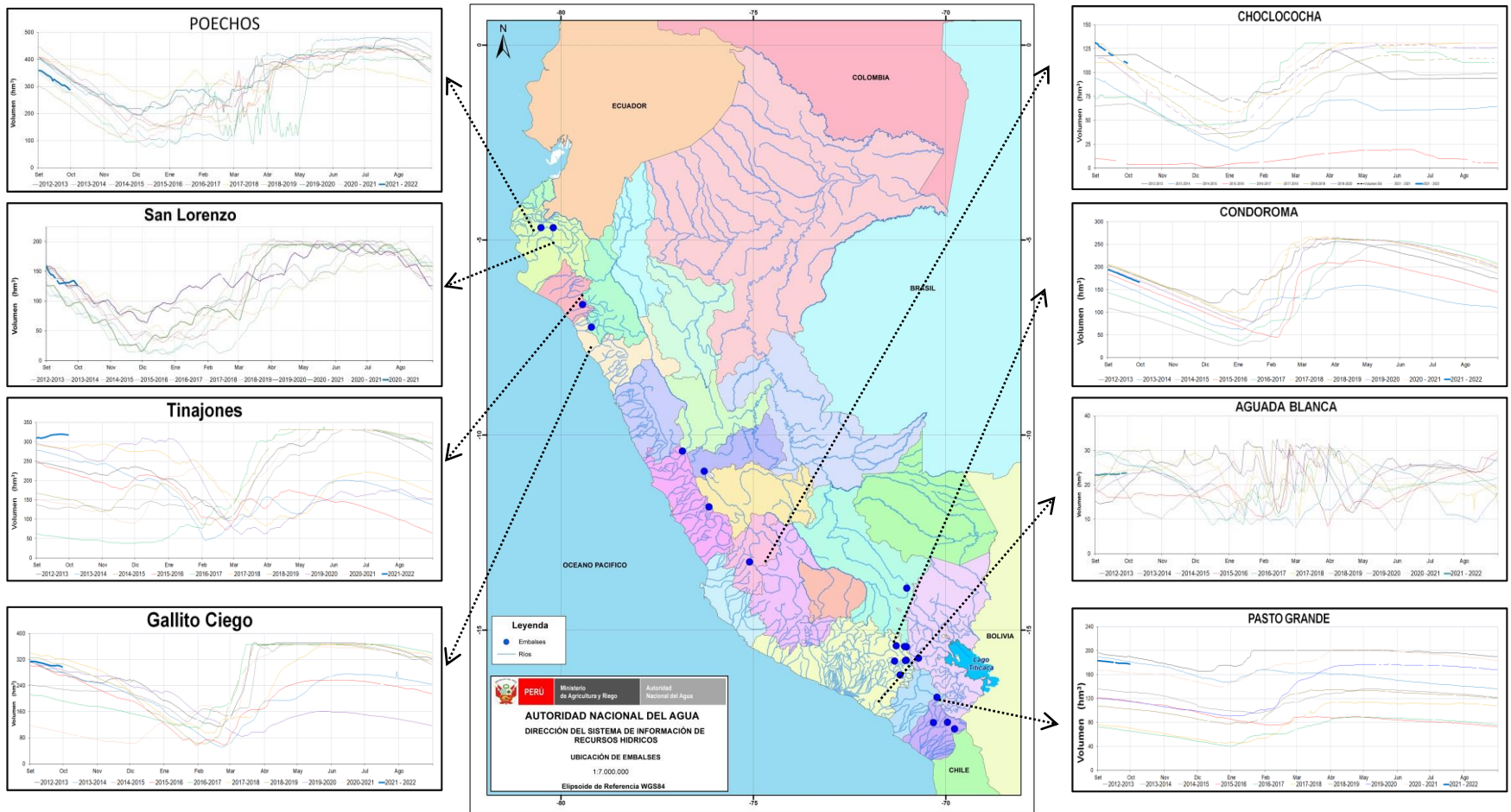


Figura 27: Volúmenes de almacenamiento (hm<sup>3</sup>) de los principales Embalses del norte (izquierda), centro (derecha) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 30 de setiembre 2021. Las líneas azules indican volúmenes de almacenamiento del año hidrológico 2020-2021, líneas rojas, amarillo, verdes y negro: corresponden a años hidrológicos 2019 – 2020, 2018-2019, 2017-2018, 2016-2017, 2014-2015. Fuente: PE Chira-Piura, JU’s San Lorenzo, Chancay Lambayeque, AUTODEMA, GORE PERPG, EGESUR. Procesamiento: ANA.



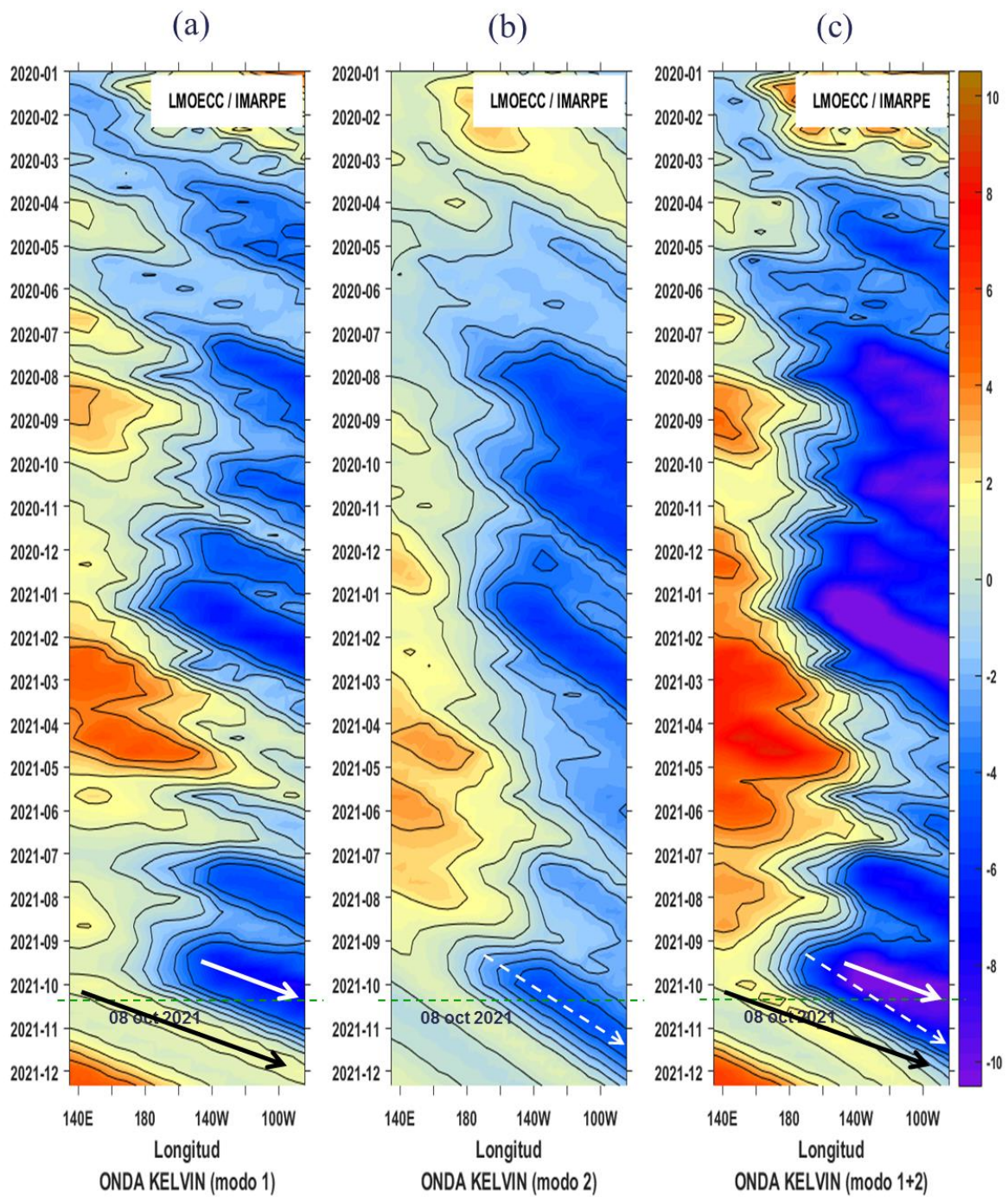


Figura 29: Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de viento; fecha inicial del pronóstico: octubre 2021. Fuente: IMARPE.

### Anomalia del nivel del mar [cm] - $\sum$ Modos -- [BLENDED]

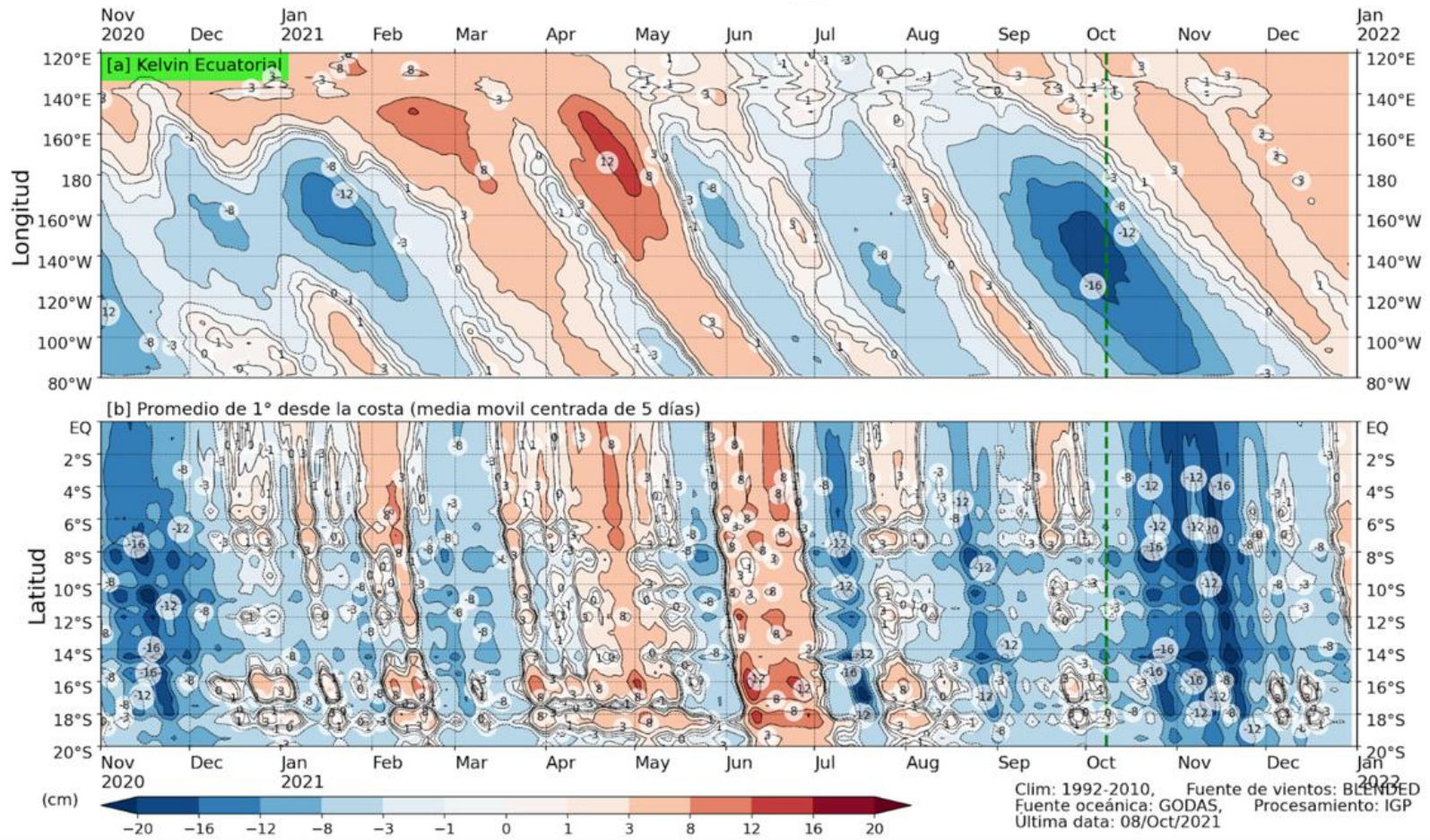


Figura 30: Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada BLENDED (Bentamy et al., 2016), Fuente: IGP.

## IX. ANEXO

### VARIABLES UTILIZADAS

Tabla A,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 (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
<b>VARIABLES ATMOSFÉRICAS</b>																					
Radiación de Onda Larga										X										IGP	<a href="http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170E_140W.gif">http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/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								DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s, Periodo climatológico: 1981-2010, *Anomalias de OSTIA, son calculadas en base a una climatología de 30 años, proveniente de datos de Pathfinder,
Nivel medio del Mar	X																			DIHIDRONAV/IMARPE	*Disponible desde 1993 a la actualidad, Periodo climatológico: 1993-2012, Frecuencia diaria,

