

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



**INFORME TÉCNICO ENFEN**

**Año 7 N°06**

**JUNIO 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:**

Vicealmirante Javier Gaviola Tejada

*Presidente 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 División (r) Alfredo Enrique Murgueytio Espinoza

*Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)*

Ing. Juvenal Medina Rengifo

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

**Grupo de Trabajo Científico-Técnico**

Coordinador Científico-Técnico: Dimitri Gutiérrez.

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

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

SENAMHI: Grinia Ávalos, Nelson Quispe, Glicerio Canchari, Andrés Rodríguez, Yury Escajadillo, Tania Ita, Vannia Aliaga, Jorge Llamoca y Felix Cubas.

IGP: Kobi Mosquera y Jorge Reupo

ANA: Sigfredo Ernesto Fonseca Salazar

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° 06, junio de 2021, 56 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

## Junio 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.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'JAGT'.

Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada  
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 JUNIO 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.....	11
3.6. Impactos agrometeorológicos .....	12
IV. PRONÓSTICO .....	13
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	15
VI. REFERENCIAS.....	16
VII. TABLAS.....	19
VIII. FIGURAS .....	25
IX. ANEXO.....	55
9.1. VARIABLES UTILIZADAS.....	55

## RESUMEN EJECUTIVO

En junio 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  $-0,2$  °C, mientras que en el extremo oriental (región Niño 1+2) las anomalías alcanzaron, en promedio, el valor de  $+0,1$  °C.

La onda Kelvin cálida, que arribó frente a la costa peruana a finales de mayo, continuó afectando el nivel del mar durante junio, con incrementos de hasta 15 cm sobre el nivel medio, entre la segunda y tercera semana de junio; sin embargo, durante la última semana, el nivel del mar disminuyó. Estos cambios se han manifestado incluso hasta las 60 millas náuticas adyacentes a la costa.

La TSM en el mar peruano, dentro de las 60 millas náuticas, presentó anomalías promedio de  $+1,5$  °C y  $+1,0$  °C, en las zonas norte y centro, respectivamente, lo cual representa un aumento respecto a mayo. Del mismo modo, las anomalías de TSM en el litoral se incrementaron alcanzando valores diarios de hasta  $+3$  °C (Paita). Por fuera de las 60 millas náuticas, las anomalías negativas de la TSM persistieron, alcanzando valores de  $-1,5$  °C y  $-1,0$  °C, en el centro y sur, respectivamente.

Respecto a las masas de agua, se observó el acercamiento anómalo hacia la costa de aguas subtropicales superficiales (ASS), que generó procesos de mezcla entre la zona norte y centro; mientras que, las aguas ecuatoriales superficiales (AES) fueron replegadas al norte de Piura. A fines de junio, entre Bahía Independencia y Punta San Juan de Marcona, se observaron aguas costeras frías (ACF) dentro de las 20 millas náuticas.

La concentración de la clorofila-a superficial disminuyó respecto a mayo, variando principalmente entre 1 y 3  $\mu\text{g/L}$  dentro de las 30 millas náuticas, asociada a anomalías negativas debido al paso de la onda Kelvin cálida. En el aspecto biológico-pesquero, en la región Norte-Centro la anchoveta se distribuyó desde Sechura hasta bahía Independencia dentro de las 60 millas náuticas, mientras que en la región sur se distribuyó entre Mollendo a Morro Sama dentro de las 20 millas náuticas. Los indicadores reproductivos de la anchoveta continuaron presentando

una baja actividad, acorde a su patrón histórico. Las especies transzonales como jurel, caballa y bonito se localizaron principalmente dentro de las 60 millas náuticas, entre Callao e Ilo. El calamar gigante o pota presentó tres núcleos concentrados frente a Pimentel, Callao e Ilo dentro de las 150 millas náuticas. Los ejemplares adultos de la merluza se presentaron en el norte y con una extensión de su distribución al sur, probablemente debido a flujos subsuperficiales al sur asociados a la propagación de la onda Kelvin cálida que arribó a inicios de junio.

En el aspecto hidrológico, los ríos de la costa peruana presentaron caudales entre lo normal y superior a lo normal, mientras que los volúmenes de los principales embalses continuaron cerca de sus capacidades de almacenamiento.

En el aspecto agrometeorológico, las condiciones térmicas neutras, promovieron la floración del mango en las zonas productoras de Piura y la maduración de brotes de la variedad del mango Kent en los valles de Lambayeque, y favorecieron la cosecha de arroz de la región norte. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), las temperaturas nocturnas y diurnas normales, favorecieron la maduración y cosecha de la aceituna negra.

## **PERSPECTIVAS**

Se prevé que las condiciones oceánicas y atmosféricas en el Pacífico ecuatorial central continúen dentro del rango normal hasta julio de 2021 y que predominen condiciones frías desde agosto hasta, por lo pronto, febrero de 2022. Esto indicaría el desarrollo de un nuevo evento La Niña entre la primavera de 2021 y el verano de 2022. Por otro lado, para el Pacífico ecuatorial oriental (región Niño 1+2) no se esperan cambios significativos en los siguientes dos meses, además se espera que las condiciones normales se mantengan por lo menos hasta el verano de 2022.

## 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 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, 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-climáticas, 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 ICEN-tmp, 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 JUNIO DE 2021

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

En el Pacífico ecuatorial, la TSM fluctuó cerca de su valor normal, pero sólo en el extremo oriental predominó por encima de este. En promedio, la anomalía de TSM de junio fue de  $-0,2$  °C y  $+0,1$  °C para la región central (Niño 3.4) (Figura 1) y el extremo oriental (Niño 1+2), respectivamente (Figura 2, Tabla 1).

El ICEN de mayo de 2021 y el ICEN temporal (ICEN-tmp) de junio continúan dentro del rango de las condiciones neutras. De la misma manera, el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de mayo y el ONI temporal (ONI-tmp) de junio indican condiciones neutras. Cabe mencionar que los valores del ICEN caracterizan la región centro y norte del mar peruano; mientras que los del ONI, la región del Pacífico ecuatorial central (Figura 3, Tabla 2).

En el Pacífico ecuatorial, la subsidencia se intensificó, en promedio, al oeste de la línea de cambio de fecha con respecto al mes anterior, mientras que la actividad convectiva se posicionó entre los  $60^{\circ}\text{W}$  y  $80^{\circ}\text{W}$ . En la alta tropósfera (200 hPa), sobre el sector occidental, los vientos estuvieron alrededor de sus valores normales; sin embargo, se observaron, en forma esporádica, ligeras anomalías del este sobre el sector oriental. Por otro lado, en la baja tropósfera (850 hPa), en el sector central, se presentaron vientos del oeste ligeramente más intensos de lo normal, los que contribuyeron al incremento de la TSM en esta región (Figura 4 y Figura 5).

En junio, la onda Kelvin cálida continuó afectando el nivel del mar a lo largo de la costa peruana. A lo largo de la franja ecuatorial se observan dos nuevas ondas Kelvin, cálida y fría, localizadas en la zona oriental ( $130^{\circ}\text{W}$ ) y central ( $180^{\circ}\text{W}$ ), respectivamente. Ambas ondas, hasta fines de junio, muestran una magnitud débil y vienen desplazándose hacia la costa americana (Figura 6).

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

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio, se intensificó respecto al mes anterior, presentando un núcleo con anomalías de presión de hasta +3 hPa y una configuración predominantemente zonal, condición que no permitió la intensificación de vientos del sur frente al litoral, principalmente durante la primera quincena del mes, favoreciendo el incremento de la TSM y la ocurrencia de algunos días con brillo solar, principalmente en la costa norte y central. Por otro lado, la posición del APS estuvo al sur de lo habitual, expandiéndose incluso al sureste de su posición durante la segunda quincena, lo que limitó el aporte de los vientos alisios en el Pacífico central (Figura 7); sin embargo, favoreció la intensificación de los vientos costeros frente al sur del país (Figura 8).

Las temperaturas máximas del aire estuvieron, en promedio, alrededor de sus valores normales a lo largo de la franja costera, excepto en Jayanca (Lambayeque) y Talla Guadalupe (La Libertad), donde se reportaron anomalías negativas de  $-1,6$  °C y  $-1,4$  °C, respectivamente. En cuanto a las temperaturas mínimas del aire, en promedio, presentaron valores dentro de sus rangos normales excepto en Guadalupe (La Libertad), Trujillo (La Libertad) y Fonagro (Ica), donde se reportaron anomalías positivas de hasta  $+1,6$  °C,  $+1,1$  °C y  $+1,6$  °C, respectivamente (Figura 9).

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

En el mar de Perú, la TSM promedio de junio estuvo dentro del rango de  $17$  °C a  $22$  °C, excepto frente a la costa de Tumbes que presentó valores entre  $22$  °C y  $23$  °C. La anomalía de la TSM aumentó respecto a mayo en el norte, y dentro de las 60 millas náuticas de la zona centro, alcanzando valores de hasta  $+1,5$  °C y  $+1,0$  °C, respectivamente. Esto representó un cambio de anomalías de TSM de negativas a positivas en el litoral norte, con valores diarios de hasta  $+3$  °C (Paíta). Fuera de las

60 millas náuticas de la zona centro y sur, la anomalía de TSM se mantuvo negativa, pero menor que el mes anterior, alcanzando valores de  $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , respectivamente (Figura 10, Figura 11 y Tabla 3).

El nivel del mar (NM) en el litoral aumentó progresivamente de norte a sur hasta 15 cm sobre el nivel medio en la segunda y tercera semanas de junio, asociado al paso de la onda Kelvin cálida; esta propagación también se evidenció dentro de la franja de las 60 millas náuticas adyacentes a la costa. Durante la última semana de junio, se observó la disminución del NM a lo largo del litoral y de la franja adyacente a la costa (Figura 12).

En la capa subsuperficial, frente al Golfo de Guayaquil y por fuera de las 400 millas náuticas, se presentaron núcleos de anomalías de  $+1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  sobre los 100 m (Figura 13). Dentro de las 100 millas náuticas adyacentes a la costa peruana, en la zona norte, se detectaron anomalías de  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$  sobre los 500 m durante la primera quincena de junio (Figura 14 y Figura 15). Asimismo, se detectó a la termoclina y la oxiclina se ubicó más profundas que lo habitual, asociadas a flujos subsuperficiales de norte a sur por fuera de las 40 millas náuticas, frente a Paita y Chicama (Figura 16 y Figura 17). El calentamiento anómalo en la capa subsuperficial durante junio, estuvo asociado a la propagación de la onda Kelvin cálida.

En cuanto a las masas de agua, aguas subtropicales superficiales (ASS) tuvieron un acercamiento anómalo hacia la costa norte y centro, lo que generó activos procesos de mezcla. Al mismo tiempo, las aguas ecuatoriales superficiales (AES), se replegaron al norte de Piura (Figura 15 y Figura 20). Entre Bahía Independencia y Punta San Juan de Marcona, las ASS se ubicaron por fuera de las 20 millas náuticas y aguas costeras frías dentro de esta franja, a fines de junio (Figura 19).

La concentración de la clorofila-a superficial, indicador de la producción de fitoplancton, disminuyó respecto a mayo, variando entre 1 y  $3\text{ }\mu\text{g/L}$  dentro de las 30 millas náuticas, con algunos núcleos entre 3 y  $10\text{ }\mu\text{g/L}$  frente a Pisco e Ilo. En general, predominaron anomalías negativas en esta franja (Figura 20). La

disminución de la productividad en otoño e invierno es propia de su estacionalidad; sin embargo, las anomalías negativas se relacionaron principalmente al paso de la onda Kelvin cálida.

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

La anchoveta de la Región Norte–Centro, en junio, se distribuyó desde Sechura hasta bahía Independencia dentro de las 60 millas náuticas, mientras que en la región sur se distribuyó entre Mollendo a Morro Sama dentro de las 20 millas náuticas. En ambas zonas se mantuvo una importante mezcla entre ejemplares adultos y juveniles (Figura 21). Por otro lado, los indicadores reproductivos de la anchoveta continuaron con una baja actividad reproductiva, acorde a su patrón histórico (Figura 22).

Las especies transzonales como jurel, caballa y bonito se localizaron principalmente dentro de las 60 millas náuticas con núcleos importantes entre Callao e Ilo; no obstante, la caballa presentó una mayor extensión hacia el norte (Figura 23). Asimismo, el calamar gigante o pota presentó tres núcleos concentrados frente a Pimentel, Callao e Ilo dentro de las 150 millas náuticas (Figura 24). En lo que respecta a la merluza, se mantuvo la presencia de ejemplares adultos en la zona norte y con una extensión de su distribución al sur, probablemente debido a los flujos subsuperficiales al sur asociados a la propagación de la onda Kelvin cálida que arribó a inicio de junio (Figura 15 y Figura 25).

### **3.5. Impactos hidrológicos**

En los ríos de la costa peruana, durante junio predominaron caudales entre lo normal y superior a lo normal, mientras que los volúmenes de los principales embalses continuaron cerca de sus capacidades de almacenamiento, con descensos mínimos especialmente en el sur del país (Figura 26, Figura 27 y Tabla 4).



### **3.6. Impactos agrometeorológicos**

En las zonas frutícolas de la costa norte, durante junio, la prevalencia de temperaturas mínimas alrededor de sus valores normales promovió la floración del mango en las zonas productoras de Piura y la maduración de brotes de la variedad del mango Kent en los valles de Lambayeque. Asimismo, estas condiciones térmicas favorecieron la cosecha de arroz de la región norte. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), las temperaturas nocturnas y diurnas normales favorecieron la maduración y cosecha de la aceituna negra (Tabla 5).

## IV. PRONÓSTICO

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), los modelos numéricos internacionales pronostican, en promedio, condiciones neutras para julio y condiciones frías desde agosto hasta, por lo pronto, febrero de 2022. Esto indicaría el desarrollo de un nuevo evento La Niña en dicha región, con una magnitud entre débil y moderada. Por otro lado, frente a la costa peruana, específicamente en la región Niño 1+2, dichos modelos pronostican, en promedio, condiciones neutras para el mismo período, aunque con ligeras anomalías negativas (Tabla 6 y Tabla 7).

Frente a la costa peruana (región Niño 1+2), no se esperan cambios significativos en las anomalías de la TSM, nivel del mar y temperaturas extremas del aire en los siguientes dos meses, debido a que las ondas Kelvin cálida y fría, que se espera que arriben a la región entre julio y setiembre, no generarían un impacto relevante (Figura 28 - Figura 30). Además, se prevé que los vientos a lo largo de la costa se mantengan dentro de su variabilidad.

De acuerdo al juicio experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, se presentan cuadros de pronóstico probabilístico de las condiciones mensuales de la TSM entre julio y octubre de 2021. Para este período, en el Pacífico central, se estima que la probabilidad de condiciones neutras disminuya de 90 % a 52 %; mientras que, las probabilidades de condiciones frías se incrementen de 4 % a 47 % en dicho período (

Tabla 8). Para el mismo período, para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones neutras (ENFEN, 2012), variando de 90 % a 81 % (Tabla 9). Asimismo, considerando la tendencia de las probabilidades entre la primavera 2021 y el verano 2022., es más probable el desarrollo de un evento La Niña en el Pacífico central, mientras que en la región Niño 1+2 se esperarían condiciones normales.



## **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.

En el Pacífico central, es más probable el desarrollo de un nuevo evento La Niña entre la primavera de 2021 y el verano de 2022, por lo que se recomienda a los tomadores de decisión considerar los posibles escenarios de riesgo frente a este evento.

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).

## 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 Abderrahim, Croize-Fillon Denis, 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.Grodk,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](https://doi.org/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
- 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.
- 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.
- 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	
nov-20	27,9	-0,7	25,3	-1,3	23,8	-1,2	20,9	-0,7
dic-20	27,7	-0,8	25,5	-1,0	24,4	-0,8	22,2	-0,7
ene-21	27,1	-1,2	25,5	-1,1	25,0	-0,7	23,7	-0,8
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	27,5	-0,2	26,4	-0,2	23,1	+0,1

Tabla 2: Valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de junio del 2020 hasta mayo del 2021, así como sus valores temporales para junio y julio 2021. Fuente IGP.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
jun-20	-0,51	Neutro	-0,23	Neutro
jul-20	-0,93	Neutro	-0,38	Neutro
ago-20	-1,14	Fría Débil	-0,59	Fría Débil
sep-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
Mes	ICENtmp	Categoría	ONItmp	Categoría
jun-21	-0,32	Neutro	-0,31	Neutro
Jul-21	-0,15	Neutro	-0,34	Neutro



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
ene-21	+0,8	-0,2	-0,7	-1,3	-0,6	-0,8	-1,6	-0,5	-1,6	+0,1	-1
feb-21	+0,6	-2,2	-2,8	-1,3	-0,3	NA	-1,5	-0,6	-1,3	+0,2	-1,6
mar-21	+1	-0,9	-1,5	-0,5	+0,2	NA	+0,1	-0,1	-1,5	-0,2	-1,2
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

Tabla 4: Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de junio 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-Jun	Piura	445.50	445.50	100
Costa Norte	San Lorenzo (Embalse)	JUSL	30-Jun	Piura	195.60	183.20	93.10
Costa Norte	Tinajones	PEOT	30-Jun	Lambayeque	331.60	331.60	100.00
Costa Norte	Gallito Ciego	PEJEZA	30-Jun	La Libertad	366.60	354.50	96.70
Costa Centro	Viconga	STATKRAFT PERU S.A.	30-Jun	Lima	30.00	26.10	87.00
Costa Centro	Ccaracocha	PETACC	30-Jun	Ica	40.00	37.70	94.30
Costa Centro	Choclococha	PETACC	30-Jun	Ica	131.10	131.10	100.00
Costa Sur	Condorama	AUTODEMA	30-Jun	Arequipa	259.00	238.90	92.20
Costa Sur	Pañe	AUTODEMA	30-Jun	Arequipa	99.60	82.90	83.20
Costa Sur	Dique Los Españoles	AUTODEMA	30-Jun	Arequipa	9.10	3.40	37.40
Costa Sur	Pillones	AUTODEMA	30-Jun	Arequipa	78.5	70.30	89.60
Costa Sur	El Frayle	AUTODEMA	30-Jun	Arequipa	131.30	131.30	100.00
Costa Sur	Aguada Blanca	AUTODEMA	30-Jun	Arequipa	30.40	23.10	76.00
Costa Sur	Chalhuanca	EGASA	30-Jun	Arequipa	25.80	25.80	100.00
Costa Sur	Bamputañe	EGASA	30-Jun	Arequipa	40.00	32.90	82.30
Costa Sur	Pasto Grande	PERPG	30-Jun	Moquegua	200.00	192.00	97.50
Costa Sur	Represa Paucarani	PET	30-Jun	Tacna	10.5	8.30	79.00
Costa Sur	Represa Jarumas	PET	30-Jun	Tacna	12.50	13.10	100.00
Costa Sur	Aricota	EGESUR	30-Jun	Tacna	280.00	211.70	75.60
Sierra Centro	Lago Junín	STATKRAFT PERU S.A.	30-Jun	Junín	441	275.90	62.60
Sierra Centro	Cuchoquesera	Proyecto Cachi	30-Jun	Ayacucho	80.00	74.20	92.80
Sierra Sur	Lagunillas	PELTC	30-Jun	Puno	585.10	493.00	84.30
Sierra Sur	Sibinacocha	EGEMSA	30-Jun	Cusco	110.00	98.20	89.30
<b>Situación Nacional</b>					<b>3933.20</b>	<b>3484.70</b>	<b>86.60</b>

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

CULTIVO	REGIÓN	ESTACIÓN	VARIEDAD	FECHA DE SIEMBRA	FASE FENOLÓGICA	ESTADO
MANGO	Tumbes	Cañaverall				
	Piura	Chulucanas	Edward		Maduración de brotes/floración	Bueno
	Piura	Bigote	Criollo		Floración	Bueno
	Lambayeque	Olmos	Edward		Maduración de brotes	Bueno
	Lambayeque	Tongorrape	Kent		Maduración de brotes	Bueno
	Lambayeque	Jayanca	Kent		Maduración de brotes	Bueno
	Ica	palpa	Criollo		Maduración de brotes	Bueno
ARROZ	Piura	Bernal	IR-43	02/03/2021	Desarrollo de panoja	Bueno
	Piura	Partidor	Mallares	18/01/2021	M. Córnea	Bueno
	Piura	Morropon				
	Lambayeque	Oyotun	Pítipo	10/02/2021	M. Córnea	Bueno
	Lambayeque	Talla				
	Lambayeque	Puchaca				
	Lambayeque	Lambayeque	IR-43	31/12/2020	M. Córnea	Bueno
	Arequipa	Aplao				
	Arequipa	La Haciendita				
	Arequipa	Camana				
	Arequipa	Hacienda Pampatá				
	Arequipa	La Pascana				
	Arequipa	Ocoña				
OLIVO	Moquegua	Ilo				
	Tacna	La Yarada	Sevillana		Maduración (aceituna negra)	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	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM
CFS2		-0,25	-0,52	-0,99	-1,31	-1,4	-1,32	-1,18	-0,96
CanCM4i		-0,17	-0,19	-0,4	-0,65	-0,91	-1,02	-0,98	-0,83
GEM_NEMO		-0,3	-0,41	-0,64	-0,83	-1	-1,03	-0,99	-0,89
GFDL_SPEARE		-0,23	-0,31	-0,52	-0,77	-0,98	-1,04	-0,91	-0,61
NASA		-0,9	-1,62	-2,19	-2,34	-2,3	-2,25	-2,12	-1,85
NCAR_CCSDM4		-0,2	-0,39	-0,73	-0,97	-1,08	-1,09	-1,02	-0,78
NMME		-0,34	-0,57	-0,91	-1,15	-1,28	-1,29	-1,2	-0,99
ONItmp	-0,31								

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	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM
CFS2		-0,16	-0,11	-0,09	-0,1	-0,25	-0,4	-0,5	-0,42
CanCM4i		0,03	0,1	-0,01	-0,11	-0,22	-0,35	-0,38	-0,32
GEM_NEMO		-0,08	-0,07	-0,25	-0,53	-0,74	-0,8	-0,73	-0,64
GFDL_SPEARE		-0,5	-0,67	-0,77	-0,75	-0,74	-0,7	-0,53	-0,25
NASA		-0,07	-0,15	-0,41	-0,69	-0,93	-1,02	-1	-0,84
NCAR_CCSDM4		-0,11	-0,01	0,06	-0,01	-0,15	-0,26	-0,26	-0,15
NMME		-0,15	-0,15	-0,25	-0,37	-0,51	-0,59	-0,57	-0,44
ONItmp	-0,32								

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

Pacífico central	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)
Fría fuerte	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0
Fría débil	3	9	11	14
Neutro	90	86	83	81
Cálida débil	7	5	6	5
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 julio y octubre de 2021.

Pacífico oriental	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)
Fría fuerte	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	1	7
Fría débil	4	11	26	40
Neutro	90	85	72	52
Cálida débil	6	4	1	1
Cálida moderado	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0

## VIII. FIGURAS

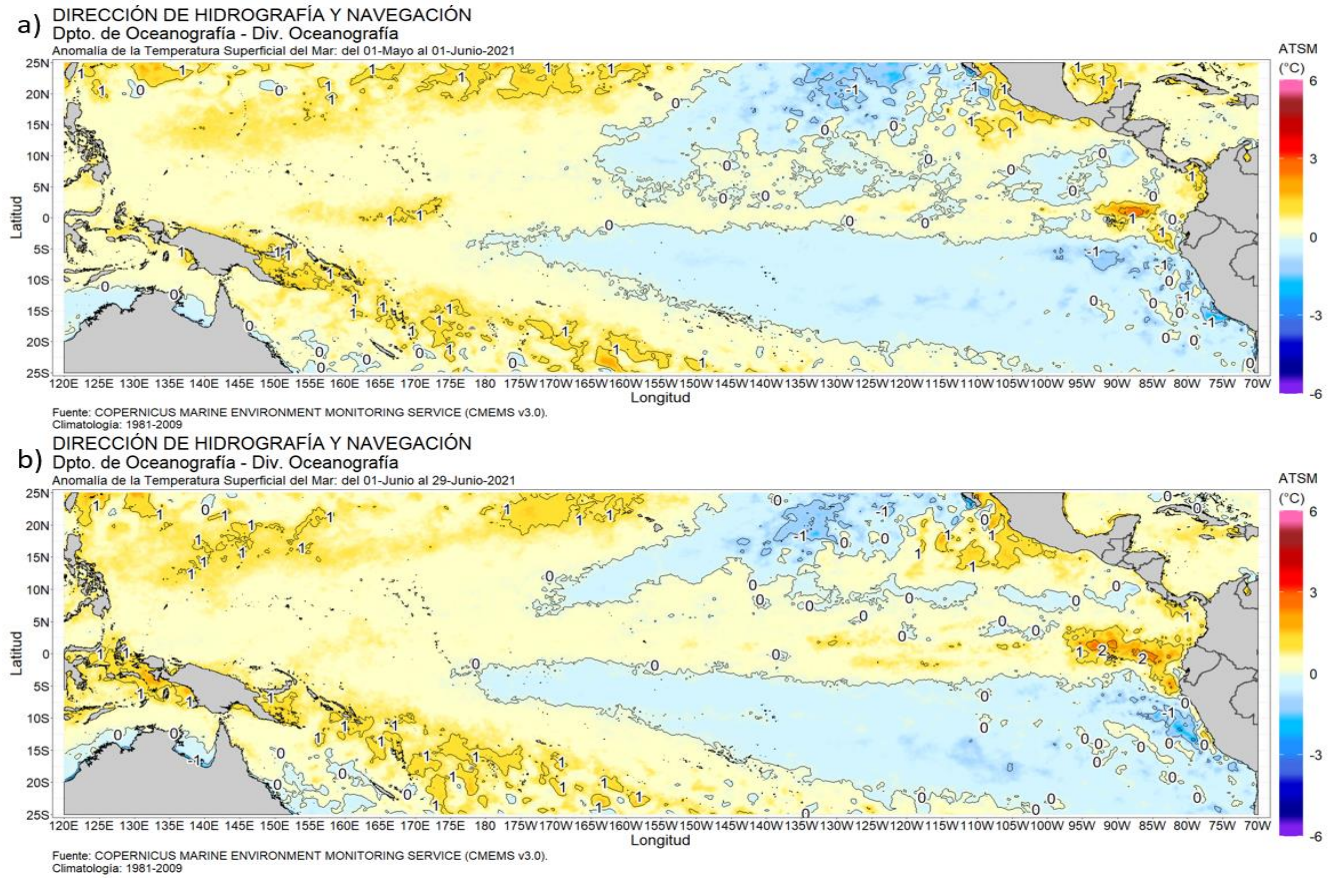


Figura 1: Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico central durante (a) mayo y (b) junio de 2021, La región Niño 3,4 está delimitada con el recuadro rojo, Fuente: CMEMS v,3,0, Procesamiento: DIHIDRONAV.

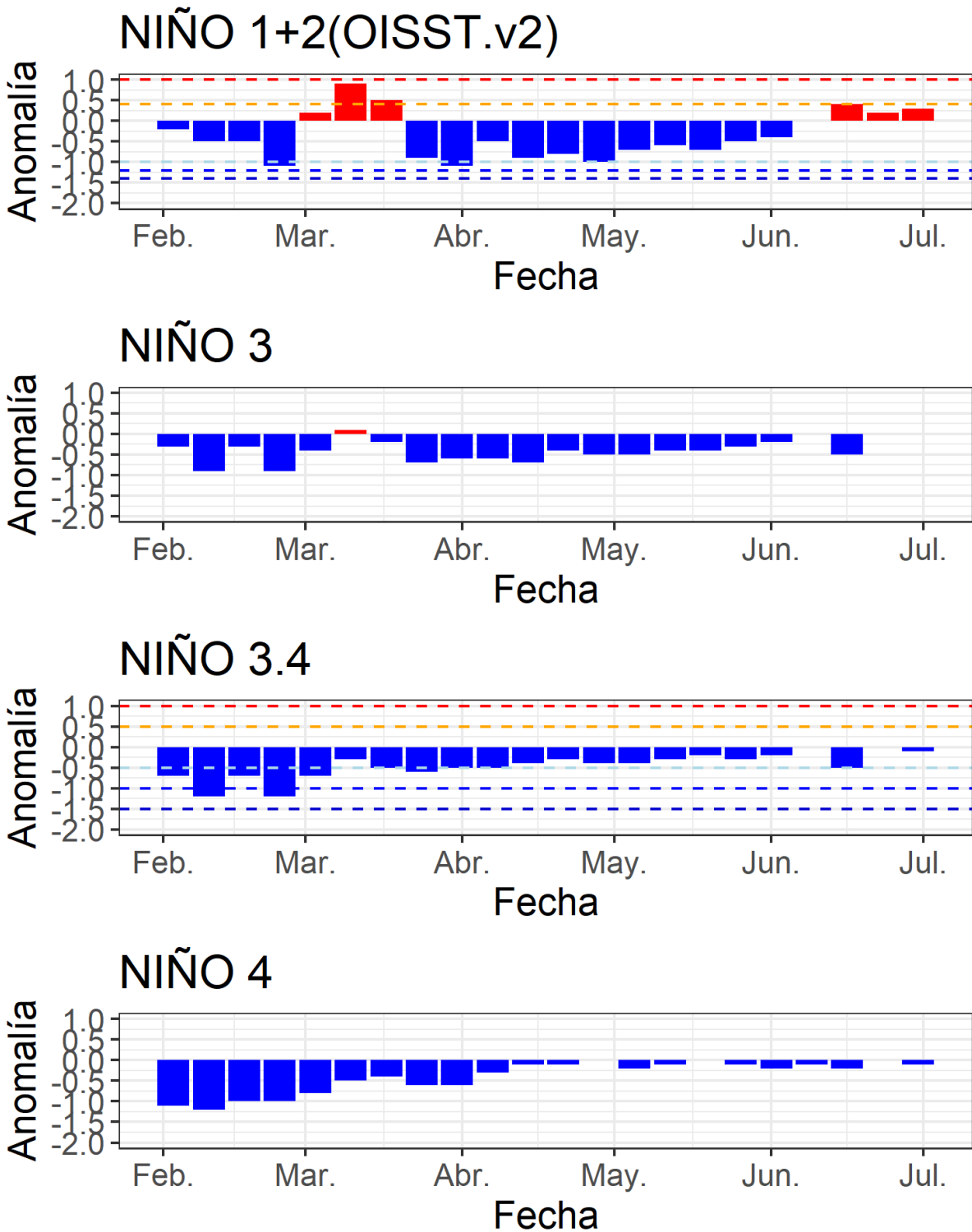


Figura 2: Series de tiempo de las anomalías semanales de la TSM (°C) en las regiones Niño, desde enero del 2021 hasta junio del 2021, Fuente: AVHRR NCEP/NOAA; procesamiento: DIHIDRONAV.

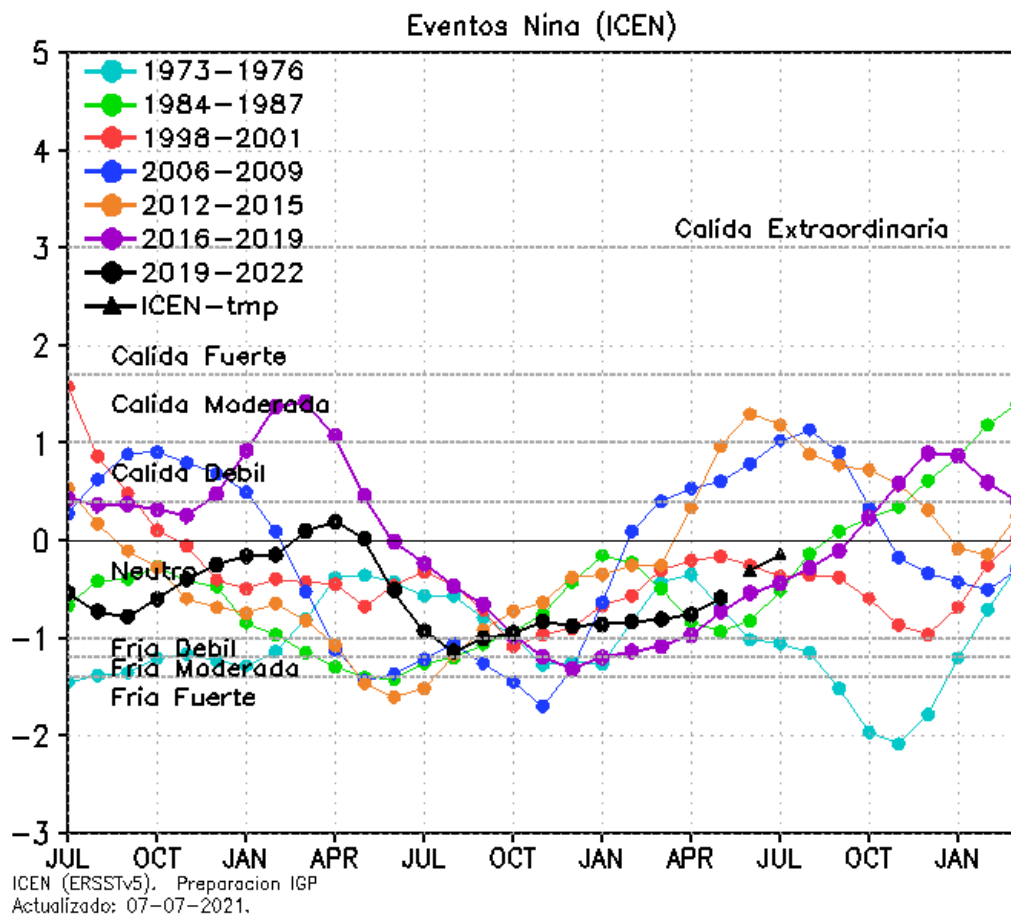


Figura 3: Variabilidad temporal del ICEN para los años 1973-1975 (celeste), 1984-1986 (verde), 1998-2000 (rojo), 2006-2008 (azul), 2012-2014 (anaranjado), 2016-2018 (morado), y 2019-2021 (negro), Fuente: IGP.



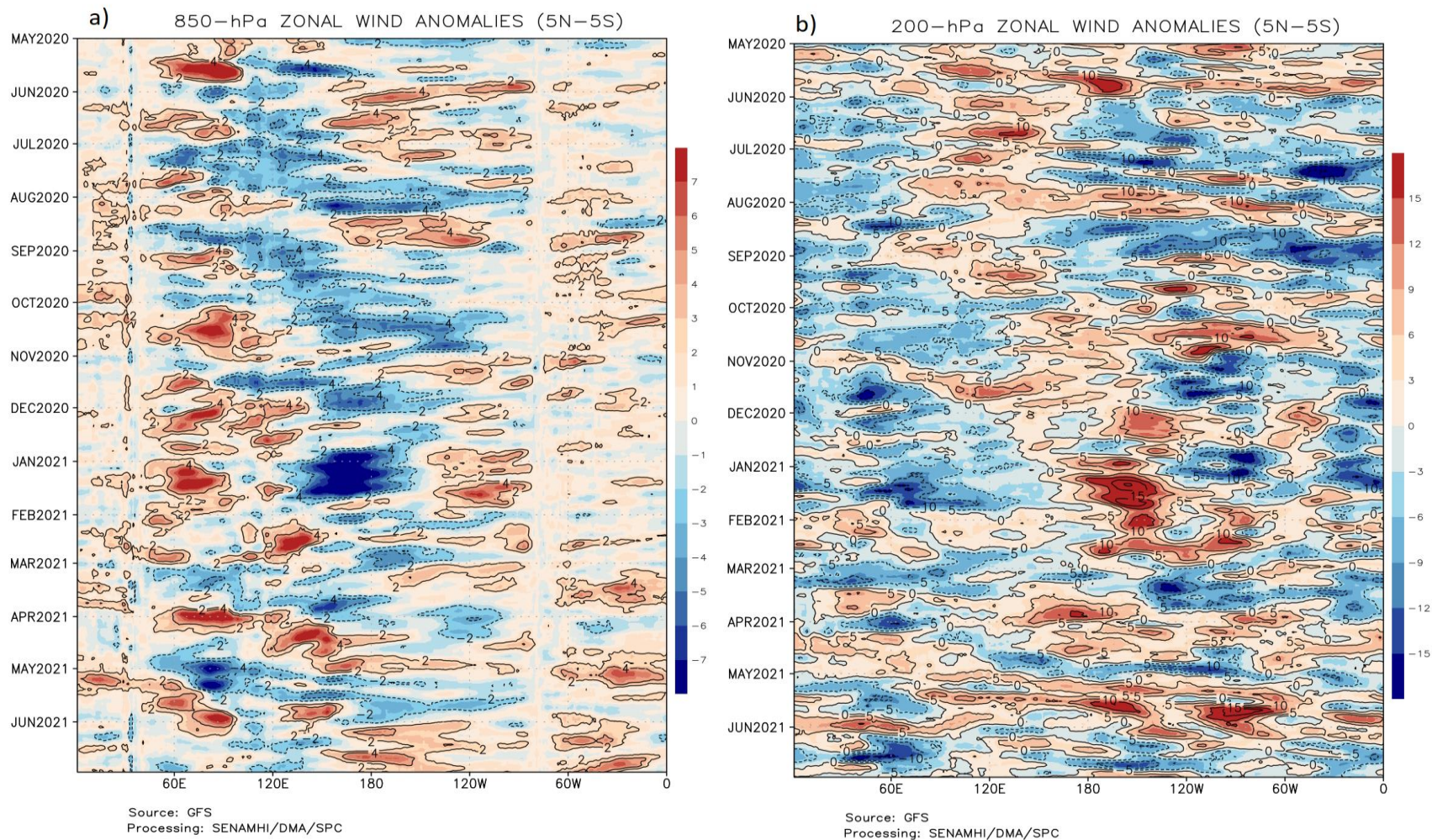


Figura 4: Anomalías de vientos zonales a 850 hPa (a) y 200 hPa (b) entre los 5°S y 5°N en la franja ecuatorial de mayo 2020 a junio 2021, Procesamiento: SENAMHI.

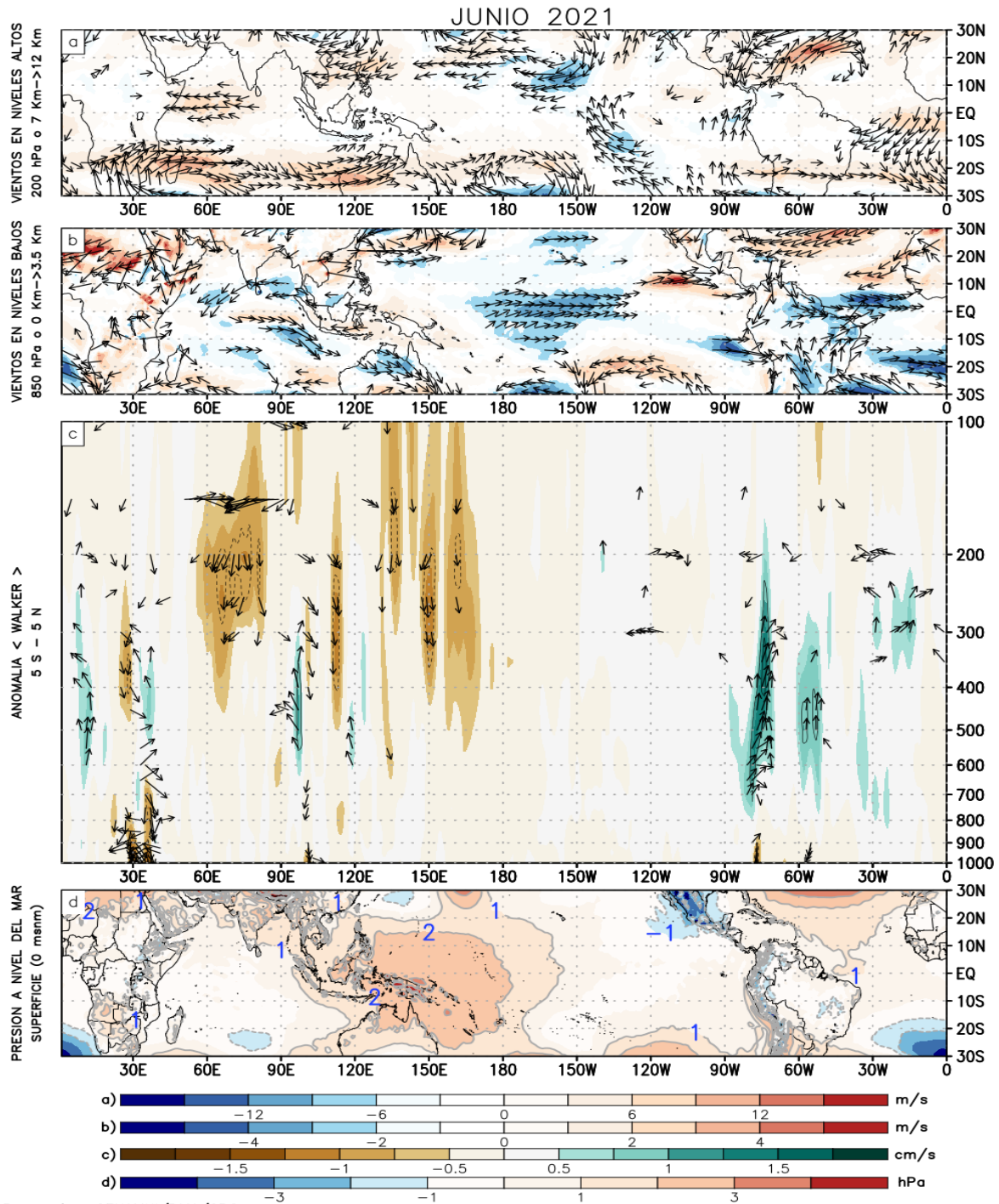


Figura 5: (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para el mes de junio de 2021, (c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para el mes de junio de 2021, (d) Anomalías de presión a nivel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



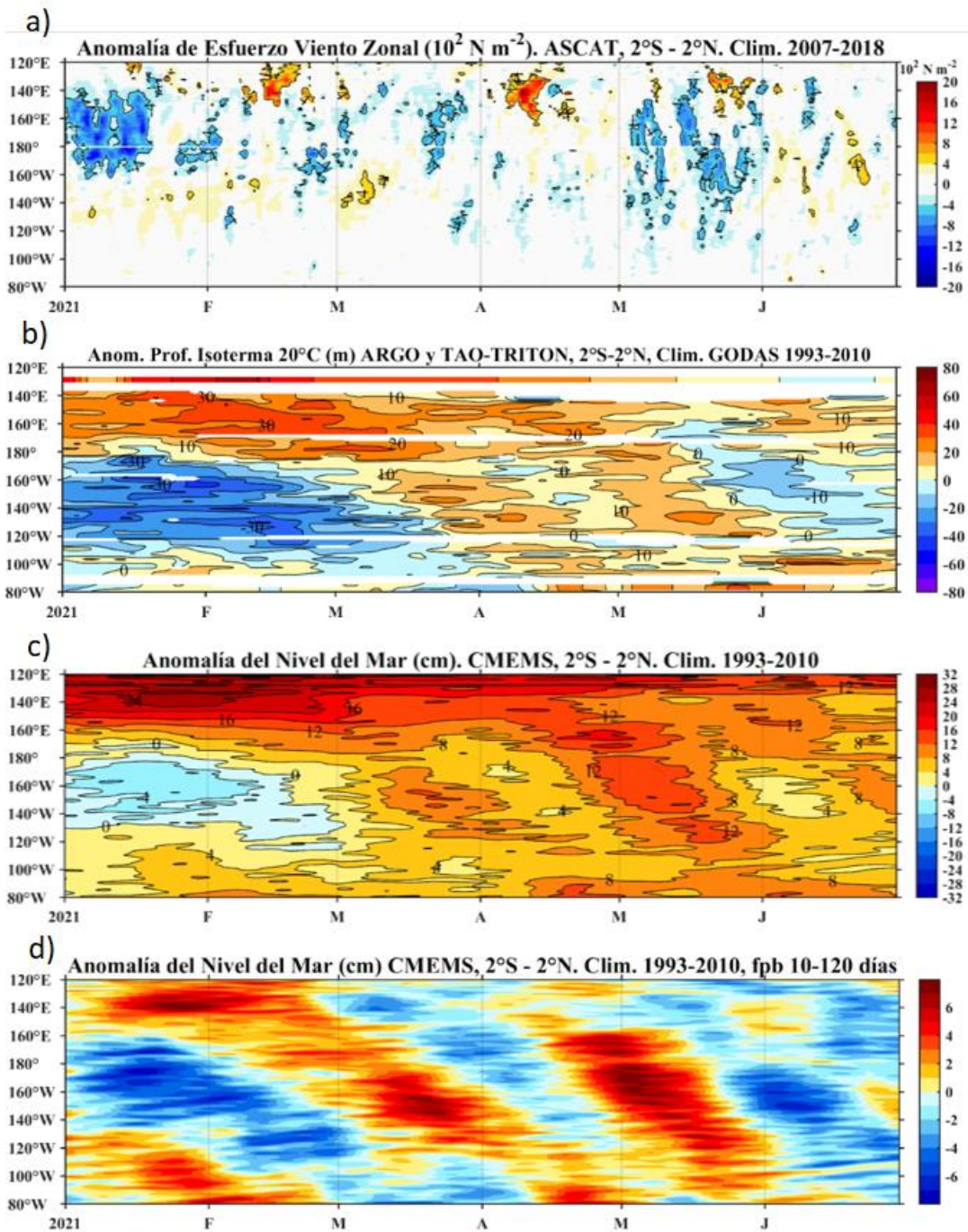


Figura 6: Diagrama Hovmöller de a) Anomalia del esfuerzo de viento zonal ( $10^2 \text{ Nm}^{-2}$ ), b) anomalia de la profundidad de la isoterma de  $20^\circ\text{C}$  (m) suavizado de 11 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalia del nivel medio del mar diario (cm) y d) 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.

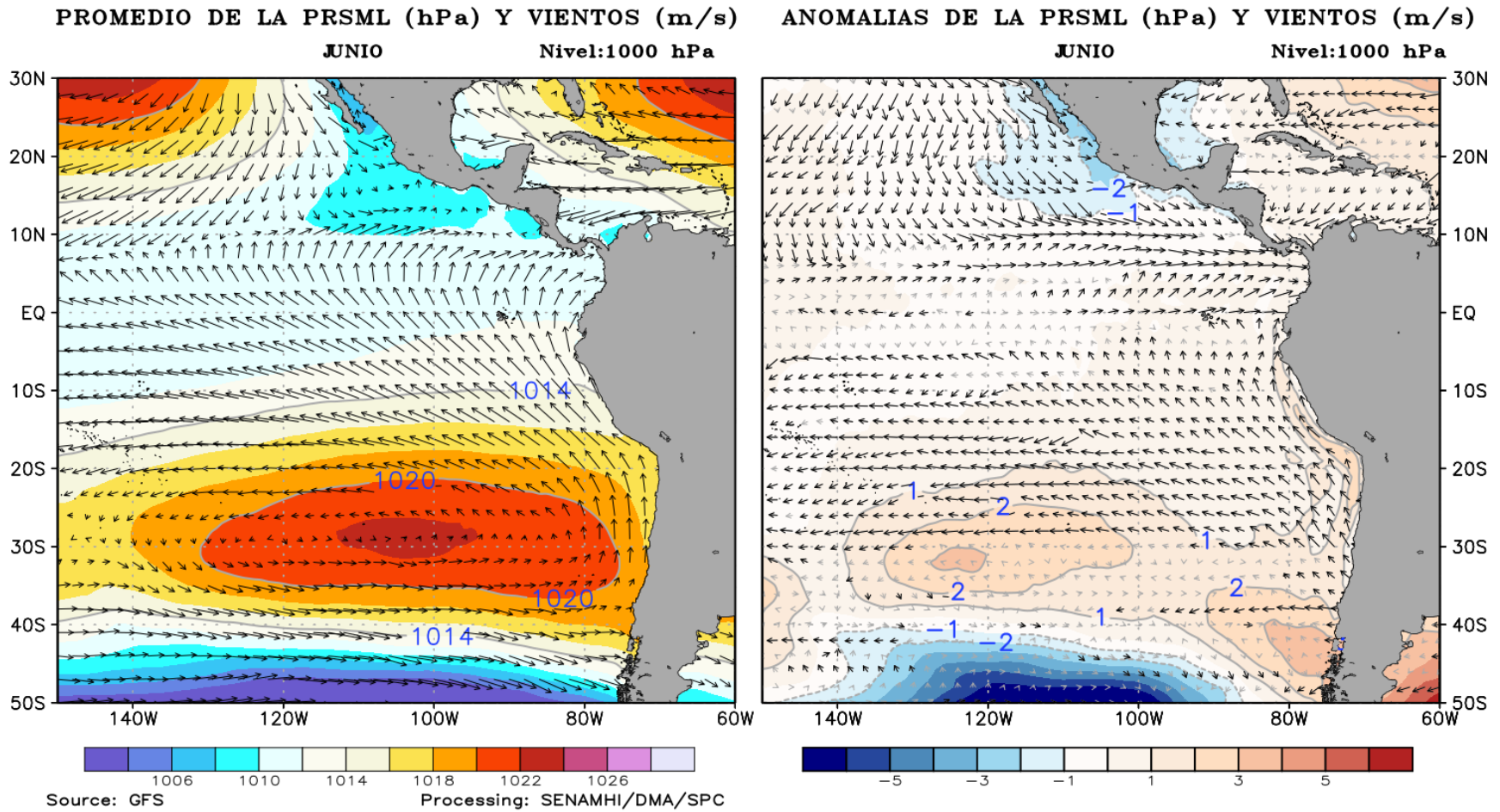


Figura 7: Promedio mensual (izquierda) y anomalías (derecha) de la presión reducida a nivel del mar (PRMSL, colores) y vientos (flechas) para junio 2021, Procesamiento: SENAMHI.



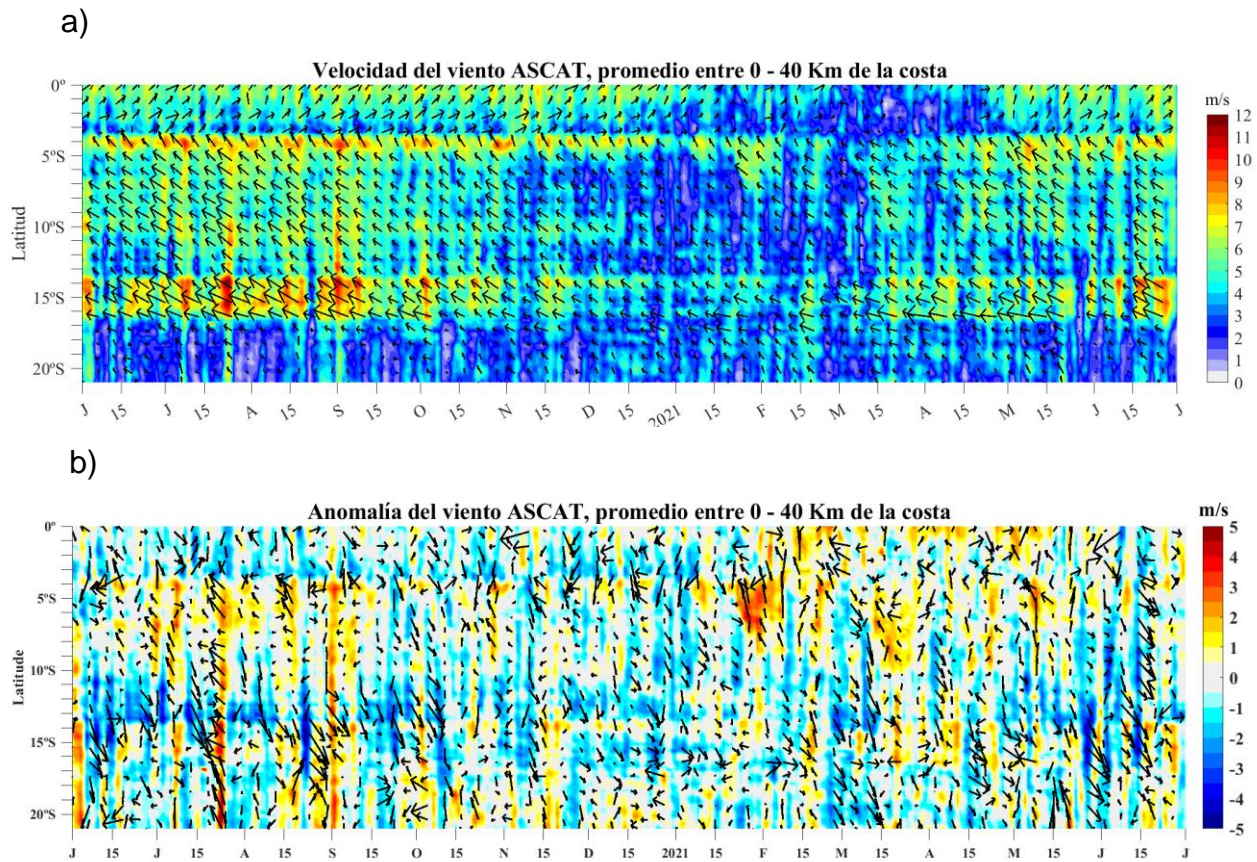


Figura 8: a) Velocidad del viento ( $m s^{-1}$ ), y b) anomalía del viento ( $m s^{-1}$ ), desde los  $0^{\circ}$  hasta  $20^{\circ}S$  en el periodo durante los últimos 12 meses, Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente, Actualizado al 30 de junio de 2021. Datos: ASCAT, Procesamiento: IMARPE.

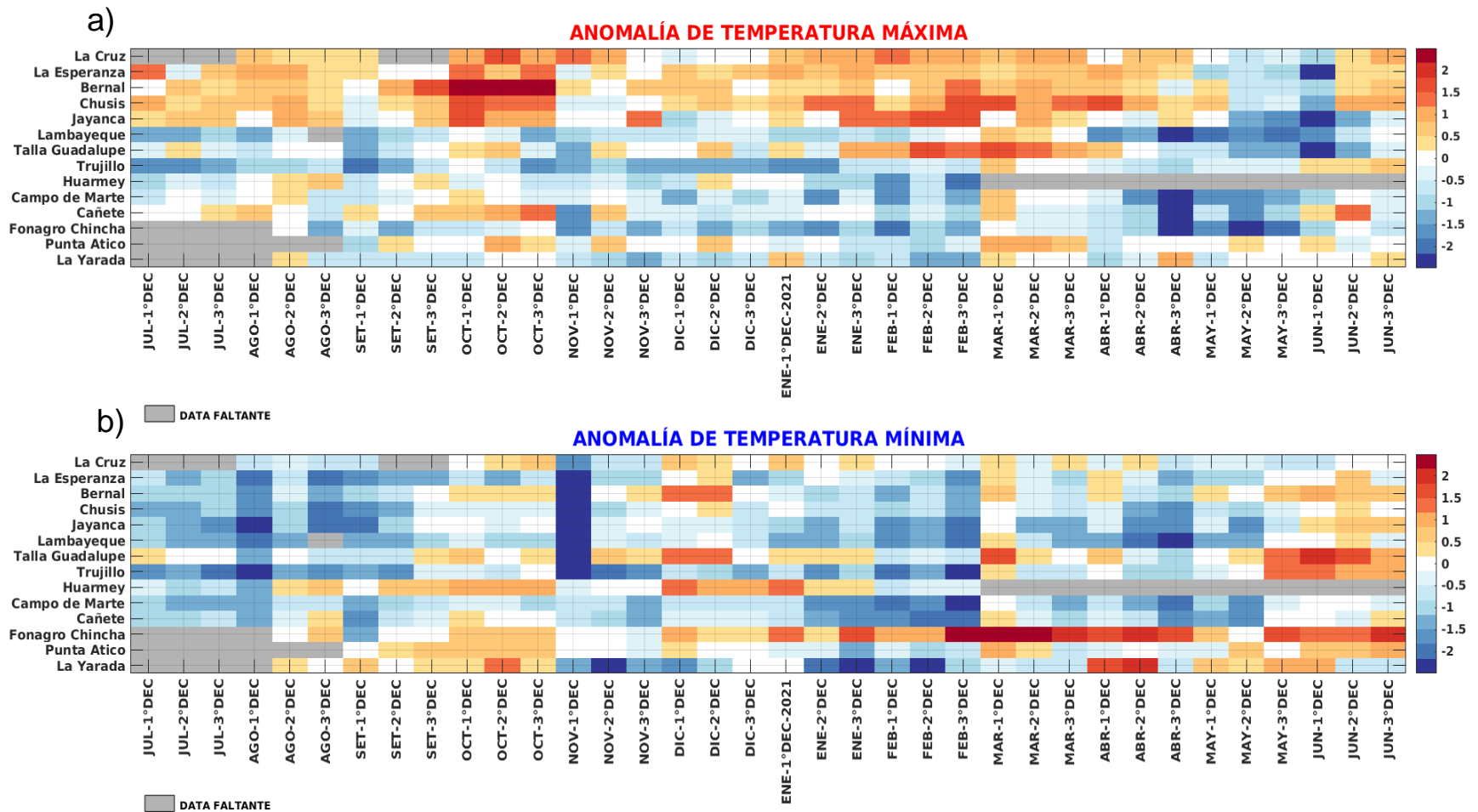


Figura 9: Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI desde julio 2020 hasta junio del 2021 Fuente: SENAMHI.

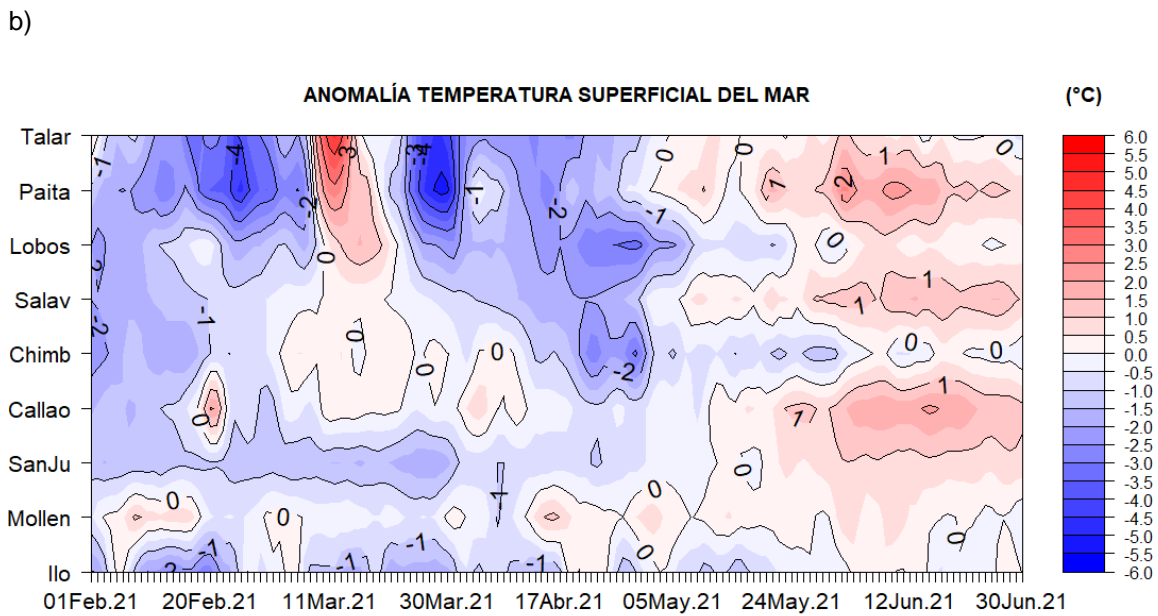
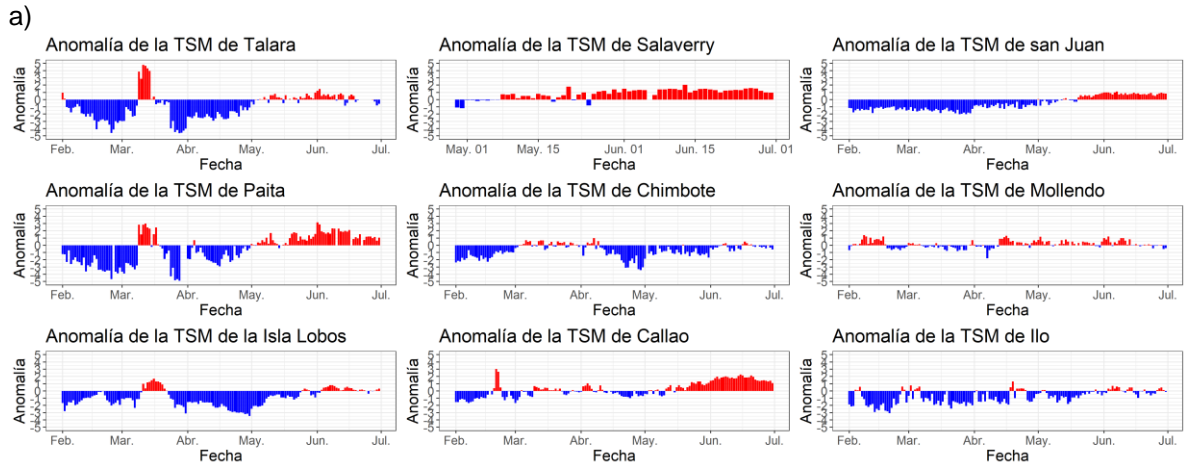


Figura 10: Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 5 meses, a) serie y b) Hövmoller, actualizado al 30 de junio del 2021. Climatología: 1981-2010. Fuente: DIHIDRONAV.



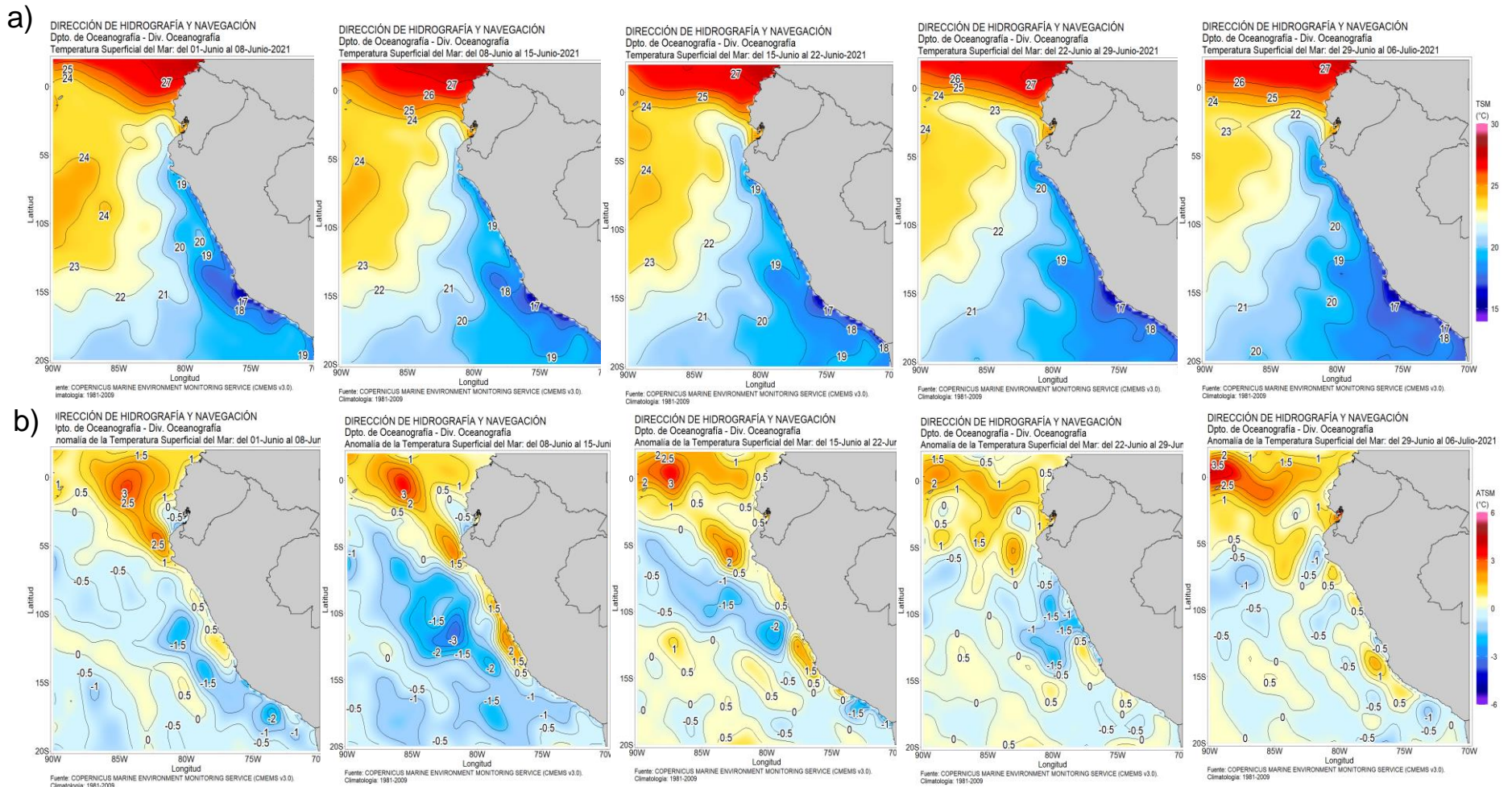


Figura 11: Mapa de distribución espacial de las temperaturas superficiales del mar (TSM, °C) (a), y de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM, °C) (b) para cada semana de junio de 2021 de forma creciente de izquierda a derecha, en el océano Pacífico tropical oriental, Fuente: CMEMS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



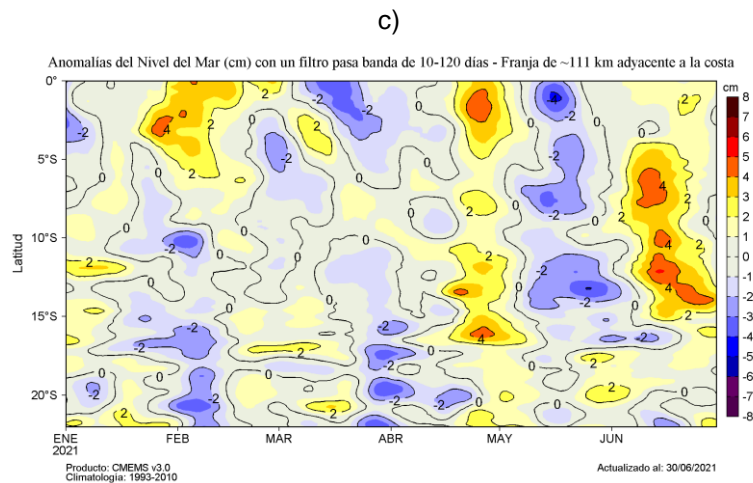
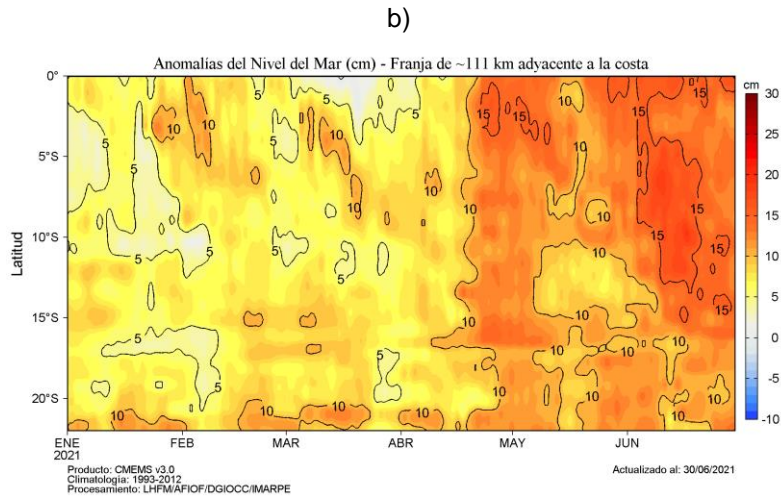
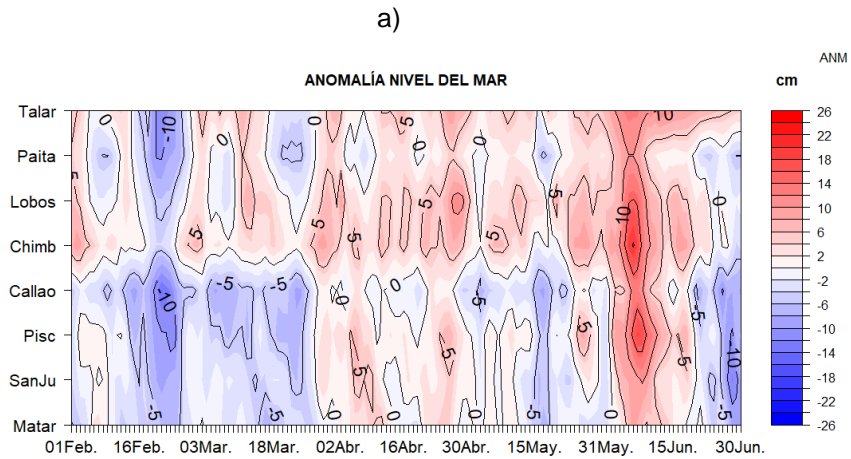


Figura 12: Anomalías del NMM, actualizadas al 30 de junio del 2021: a) Diagrama Hovmöller durante el último semestre en estaciones costeras de la DIHIDRONAV; b) Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel del mar diario (cm) sin filtro; y c) con filtro pasa banda de 10 a 120 días, para la franja de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

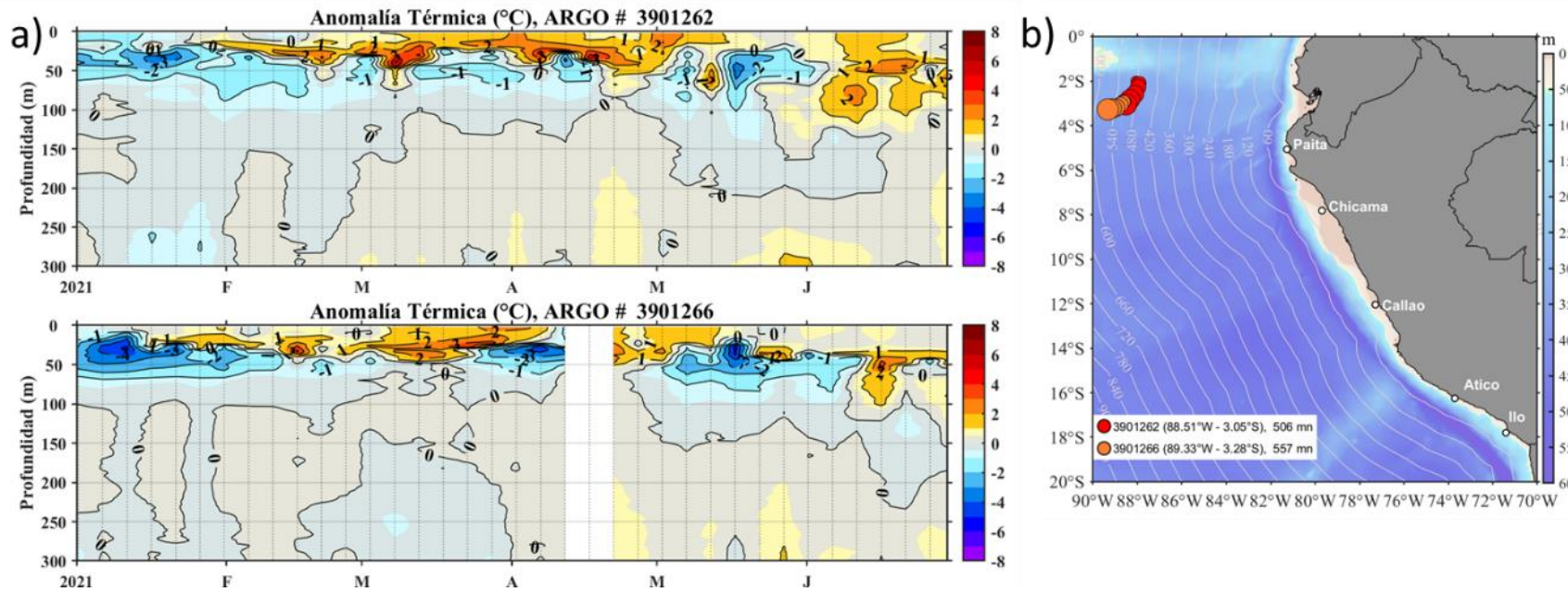


Figura 13: Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en la a) flotadores ARGO en la zona oceánica y b) ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de junio donde brindó información el flotador ARGO, fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

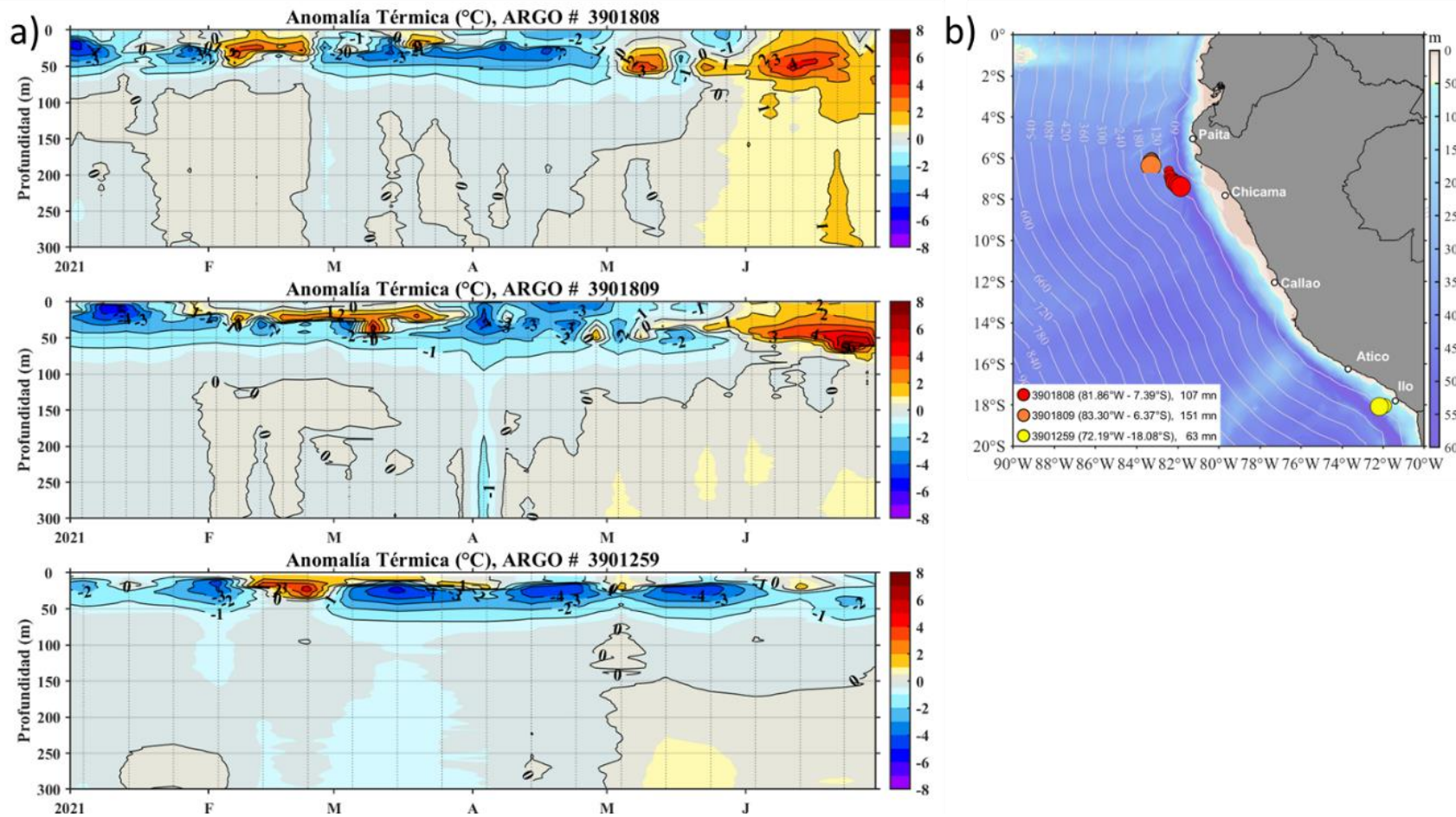


Figura 14: Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en la a) flotadores ARGO en la zona costera y b) ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de junio donde brindó información el flotador ARGO, fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.



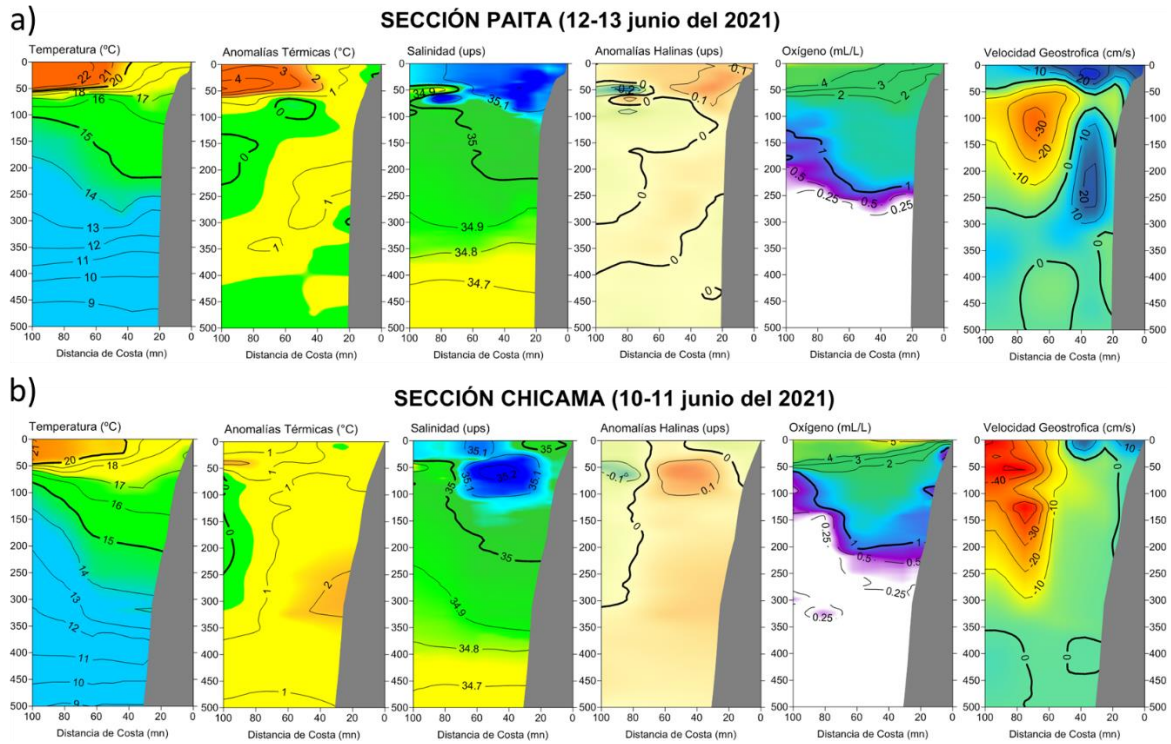


Figura 15: Sección vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), anomalías térmicas ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (ups), anomalías halinas (ups), oxígeno ( $\text{mL L}^{-1}$ ) y velocidad geostrofica ( $\text{cm s}^{-1}$ ) (de izquierda a derecha) frente a Paita, 12-13 junio (a), y Chicama, 10-11 de junio (b).

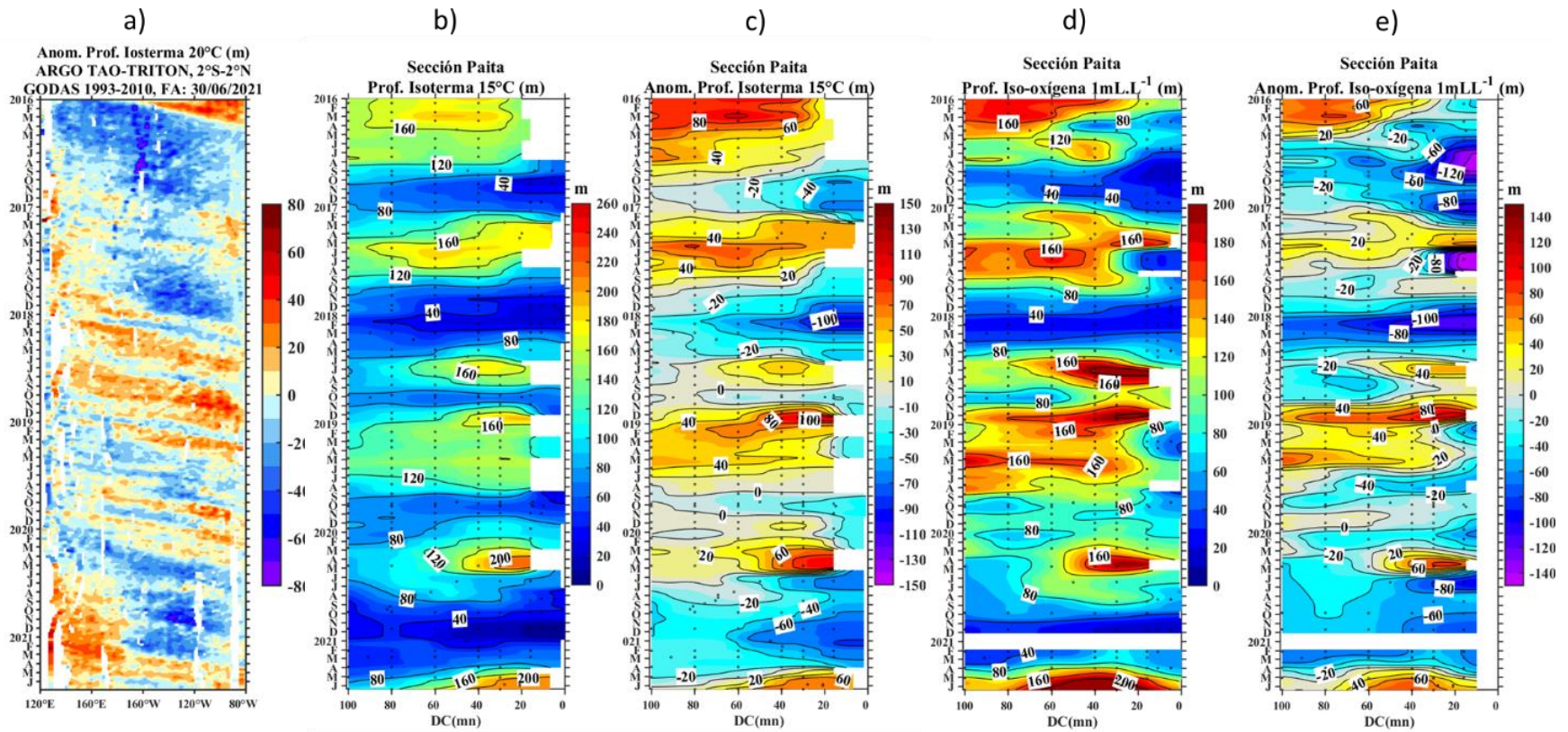


Figura 16: Diagrama Hovmoller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico ecuatorial (120°E – 80°W y 2°N – 2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) profundidad de la isoterma de 15 °C, c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, d) profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L<sup>-1</sup>, e) anomalía de la profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L<sup>-1</sup> frente a Paíta (0-100 m.n.). Climatología de 1981 a 2010.



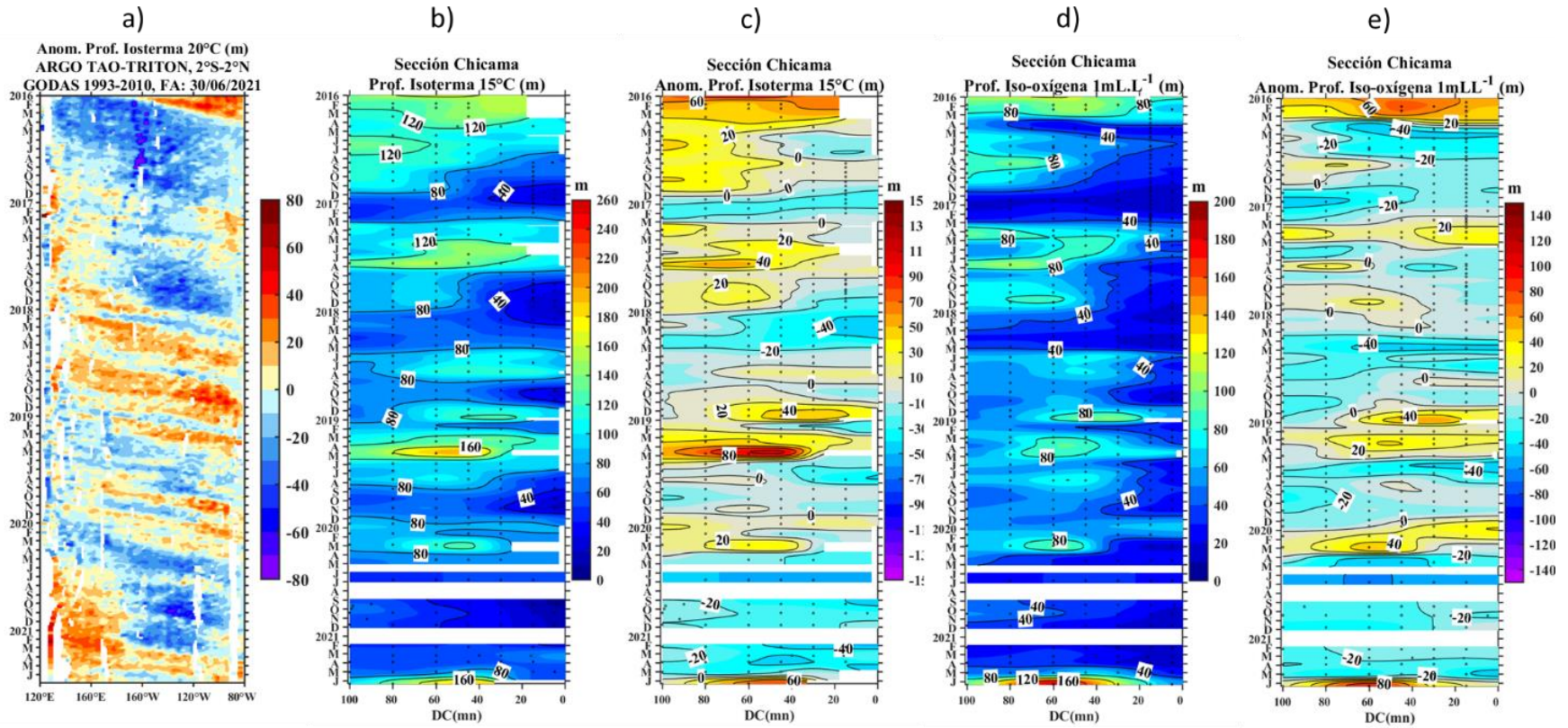


Figura 17: Diagrama Hovmoller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico ecuatorial (120°E – 80°W y 2°N – 2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) profundidad de la isoterma de 15 °C, c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, d) profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L<sup>-1</sup>, e) anomalía de la profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L<sup>-1</sup> frente a Chicama (0-100 m.n.). Climatología de 1981 a 2010.

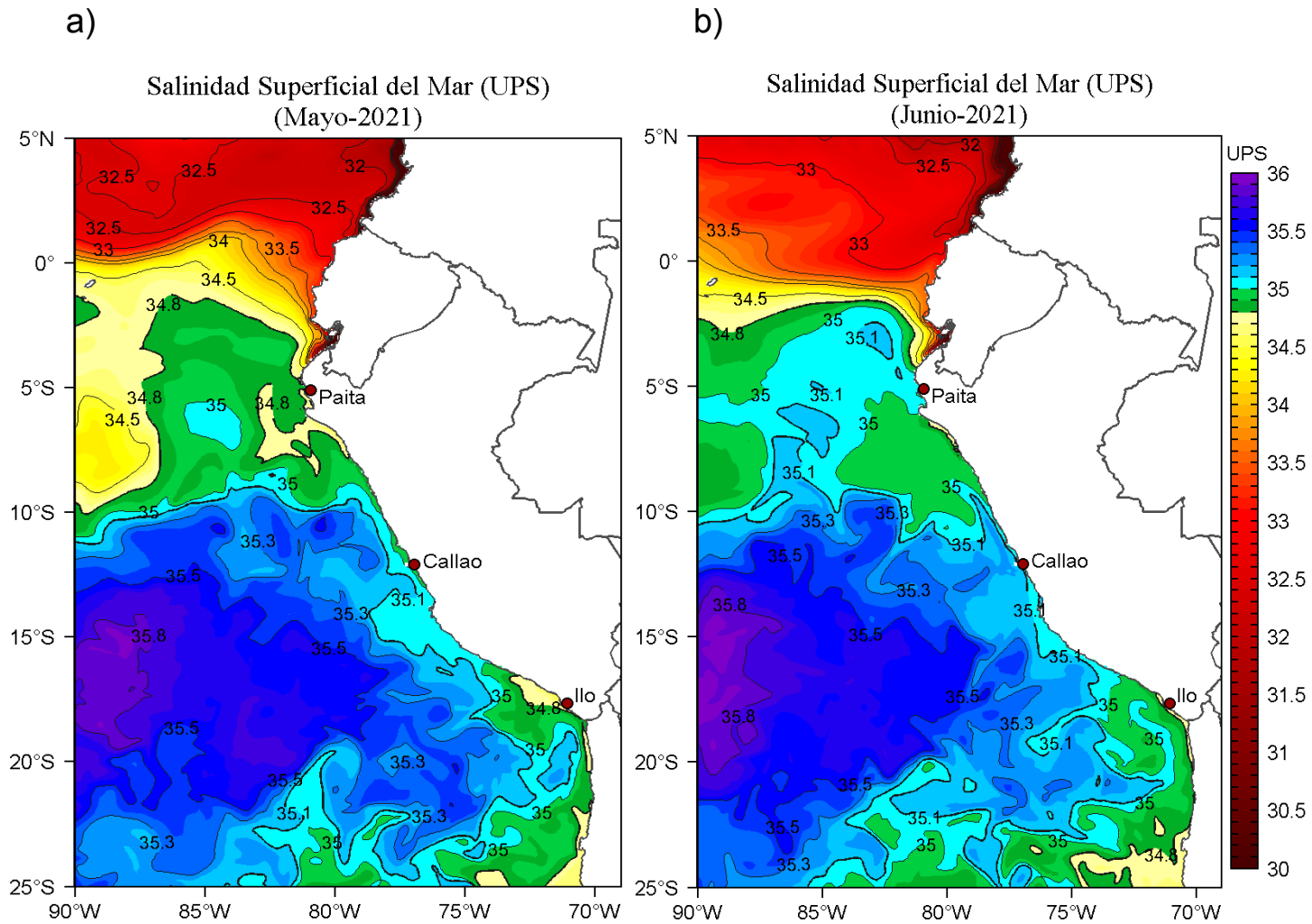


Figura 18: Distribución espacial promedio de la salinidad superficial del mar (UPS), para (a) mayo y (b) junio de 2021, en el océano Pacífico tropical oriental. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

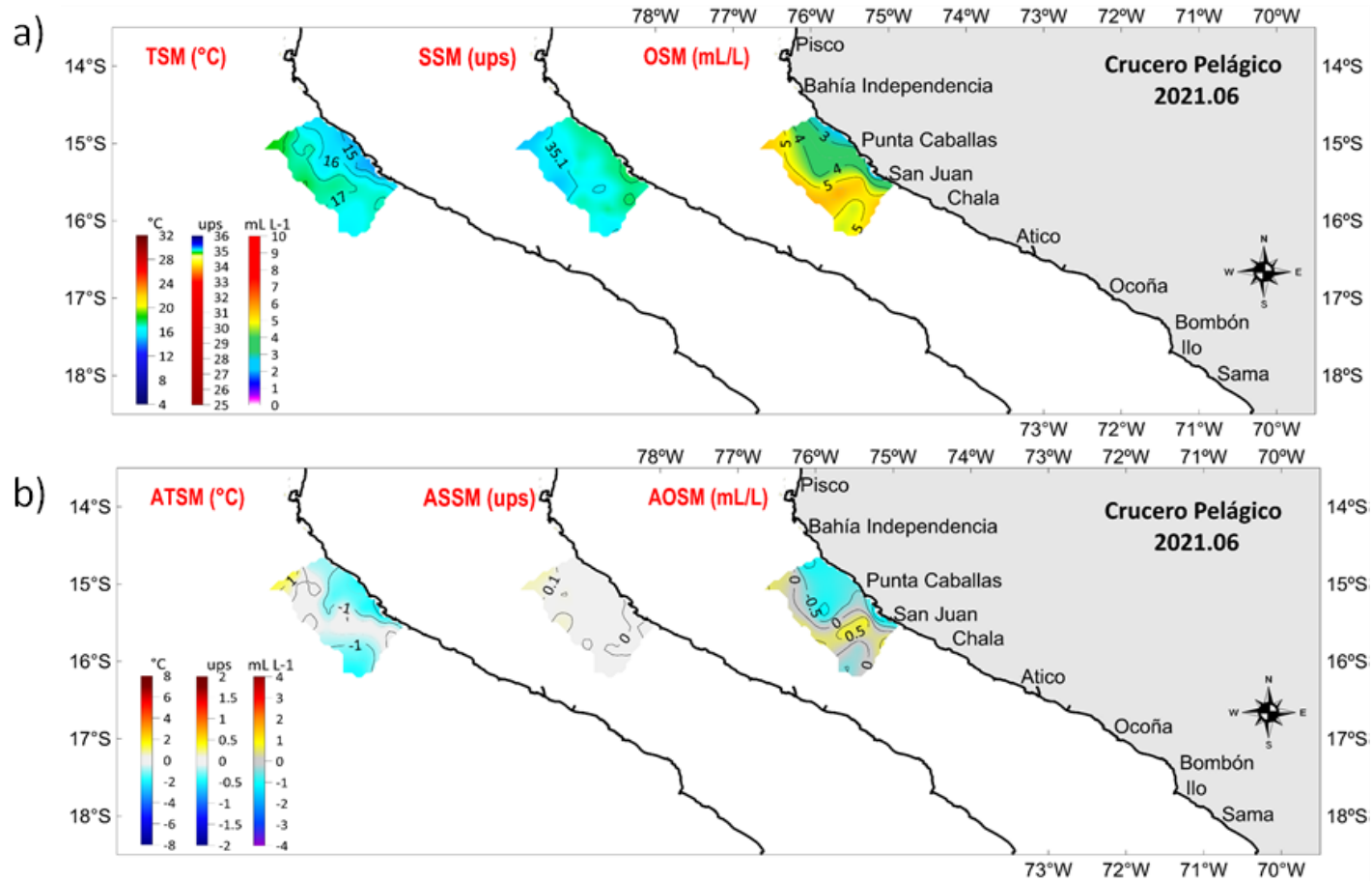


Figura 19: Distribución a nivel de superficie de a) temperatura, salinidad y oxígeno disuelto y b) anomalías de temperatura, anomalías de salinidad y anomalías de oxígeno disuelto, registrados entre el 23 al 30 de junio en el “Crucero de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos 2021.06-07”, a bordo del BIC Flores Portugal.



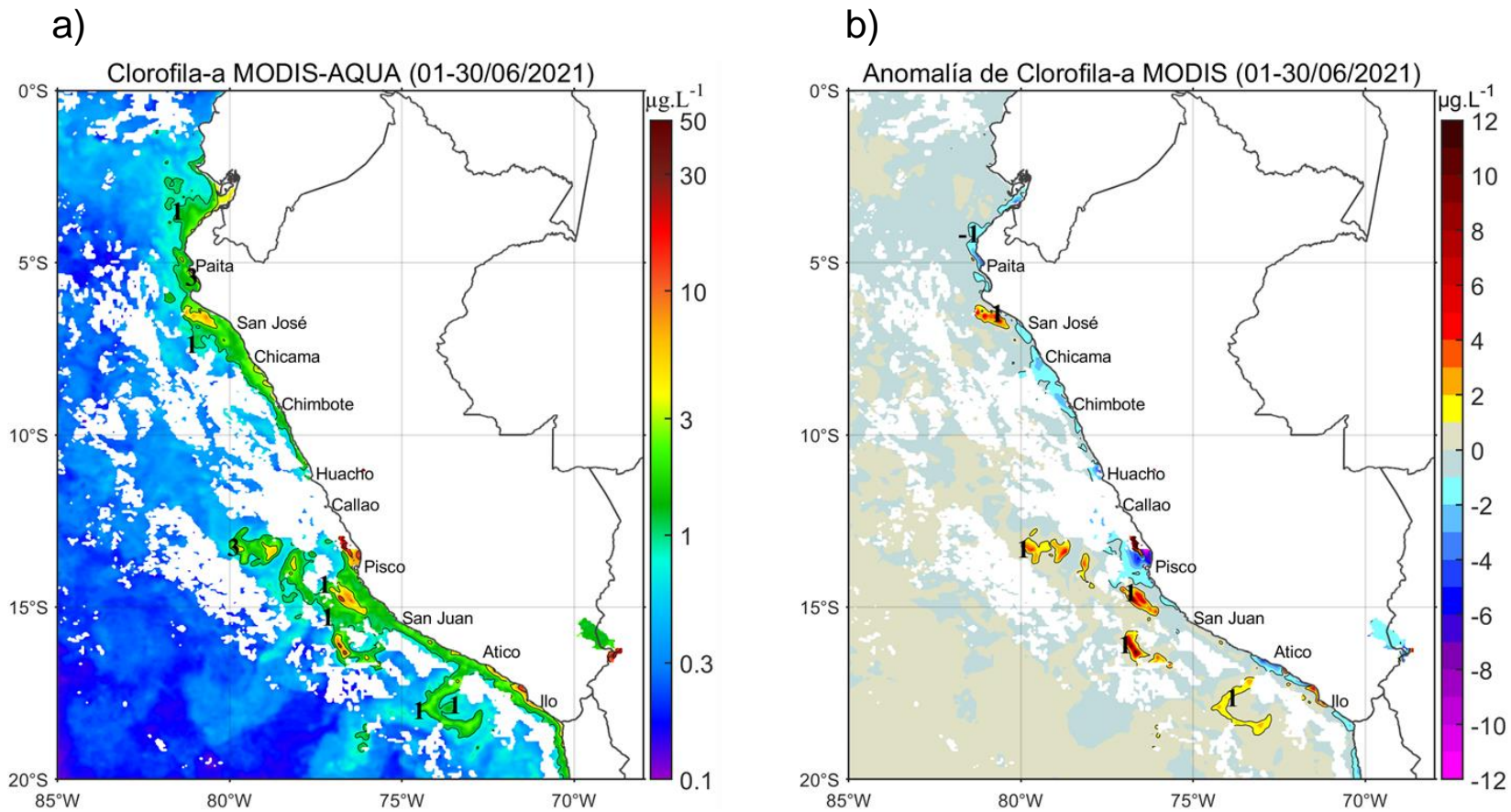


Figura 20: Mapa de la concentración de clorofila-a superficial satelital (a) y su anomalía (b y d) durante junio de 2021, proveniente de MODIS-AQUA ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). Fuente: IMARPE.

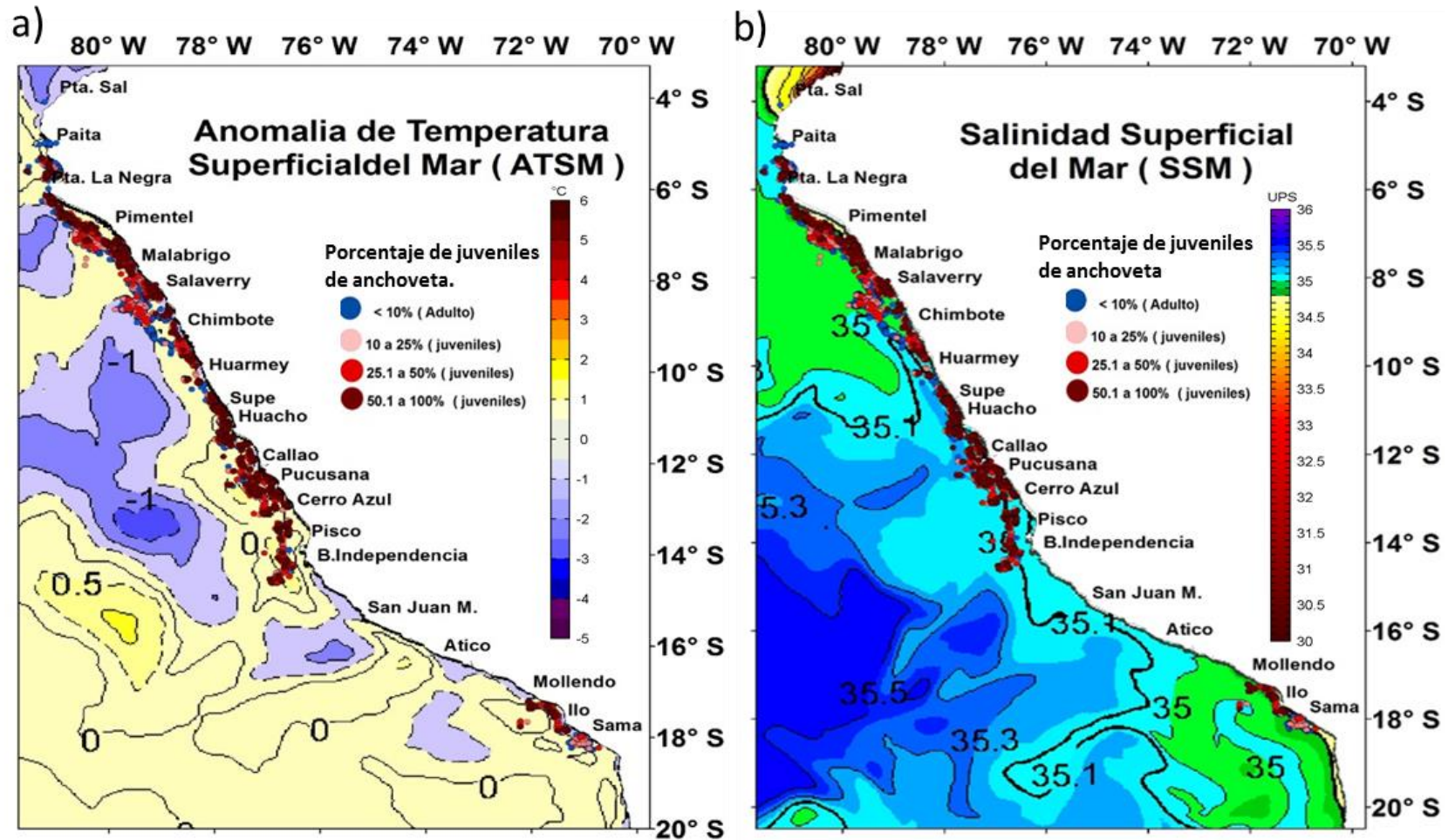


Figura 21: Distribución de la anchoveta en las regiones Norte-Centro y Sur y su relación con: a) anomalía promedio de la temperatura del mar (ATSM) y b) salinidad superficial del mar (SSM) durante junio 2021. Círculos representan los rangos en porcentaje de incidencia de juveniles de anchoveta.

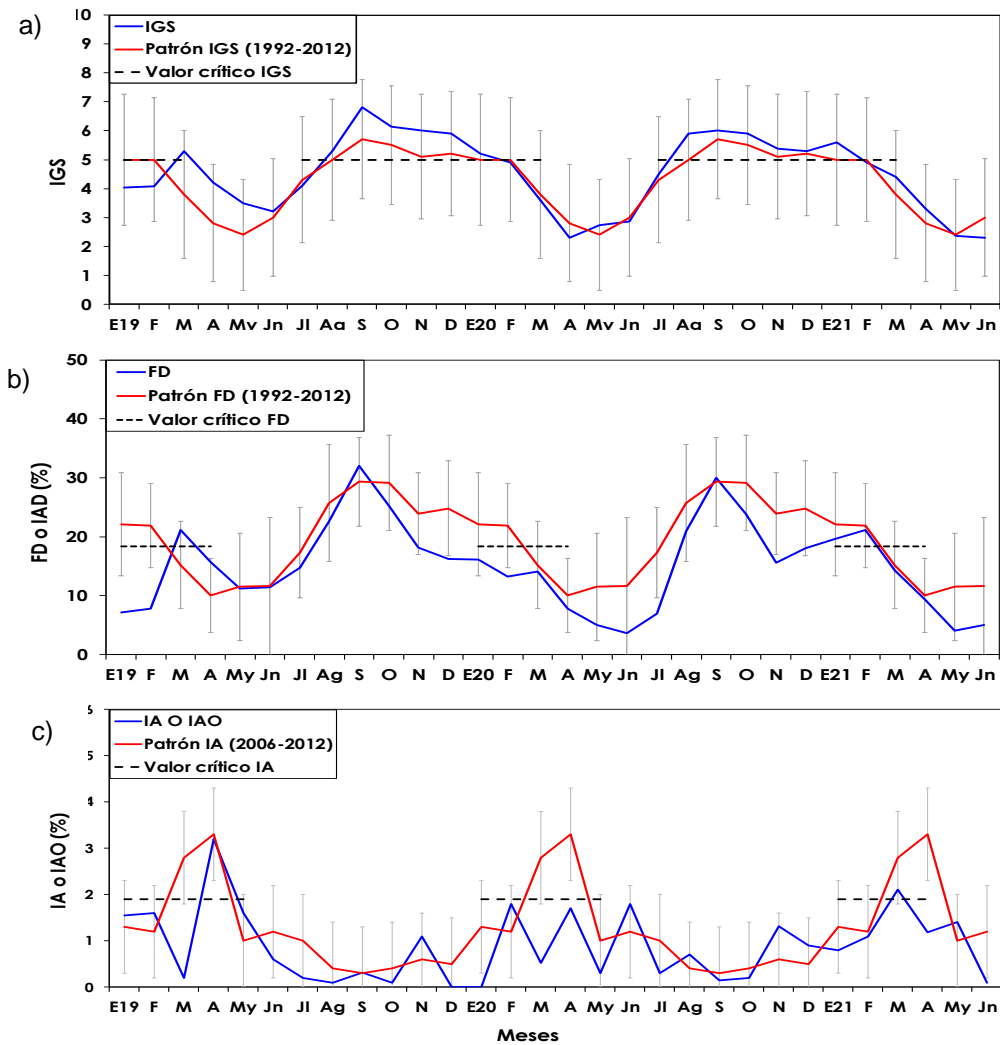


Figura 22: Indicadores de la condición reproductiva de anchoveta en la región Norte-Centro: a) Índice Gonadosomático, b) Fracción Desovante e c) Índice de Atresia, durante el periodo enero 2019 a junio 2021.



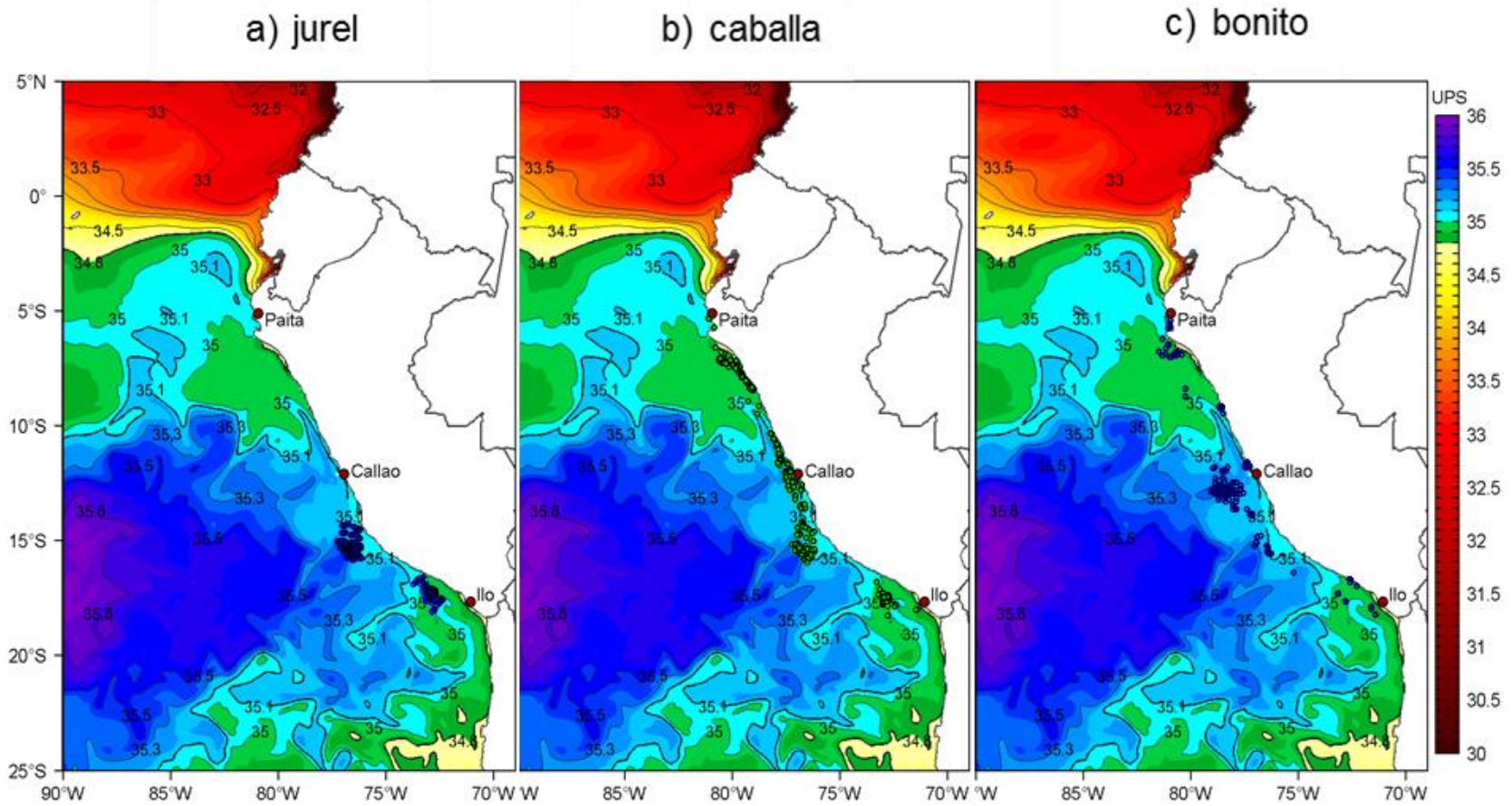


Figura 23: Distribución de a) jurel, b) caballa y c) bonito asociados a la salinidad superficial del mar (ups) adyacente al litoral peruano durante junio 2021.

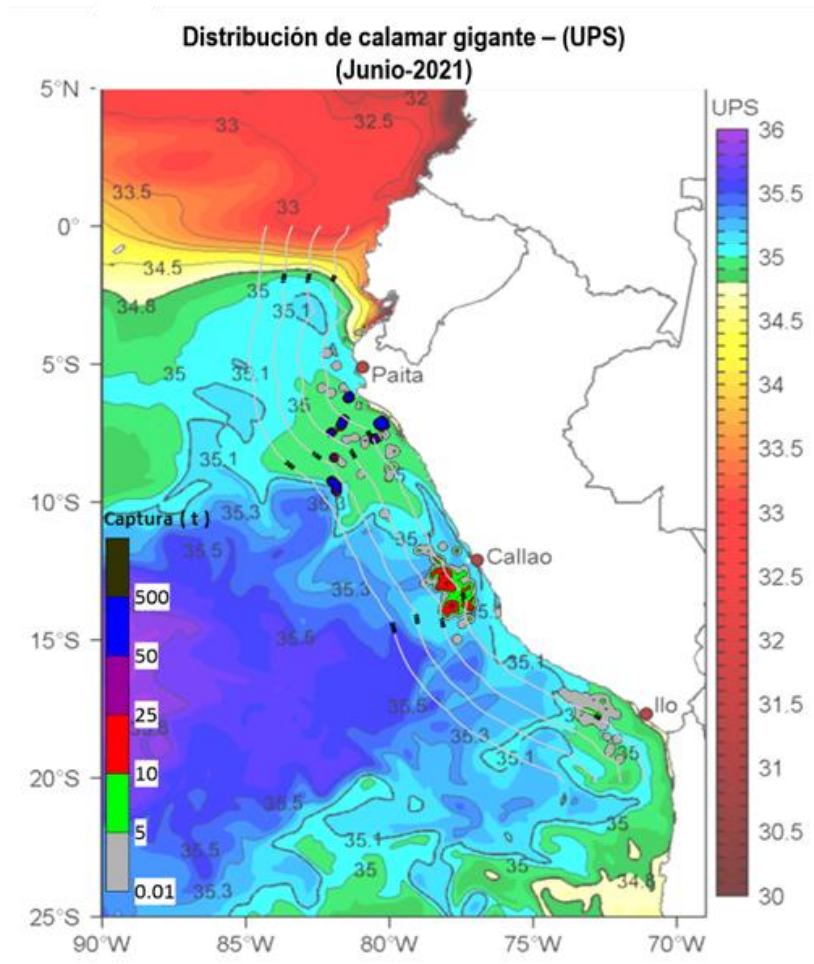


Figura 24. Distribución y concentración de calamar gigante o pota en relación a la salinidad superficial del mar (ups) adyacente al litoral peruano durante el periodo junio 2021.

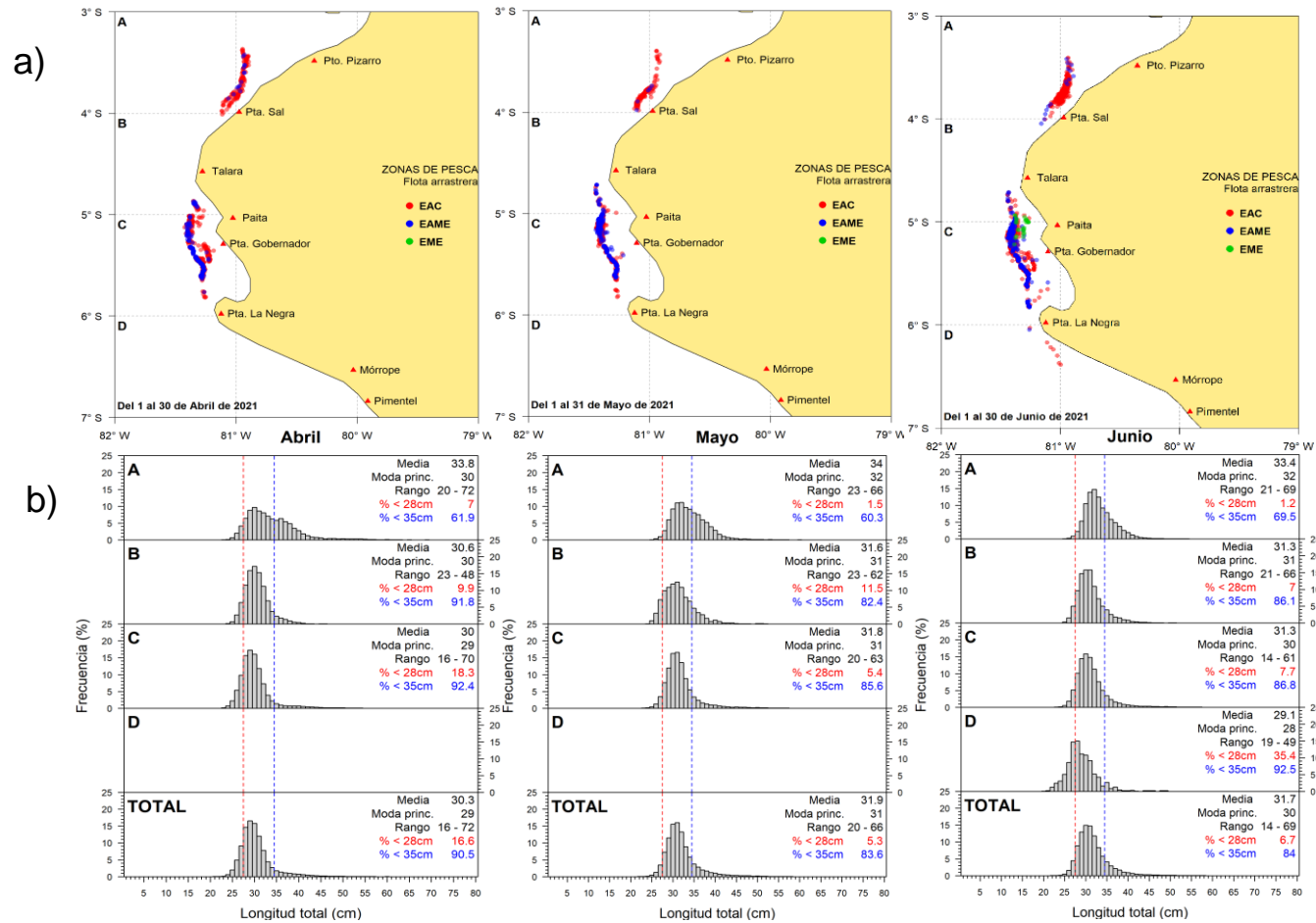


Figura 25: a) Distribución y b) estructura de tallas mensual de merluza según grado latitudinal (A: 3°S, B: 4°S, C: 5°S y D:6°S) durante el periodo abril - junio 2021.

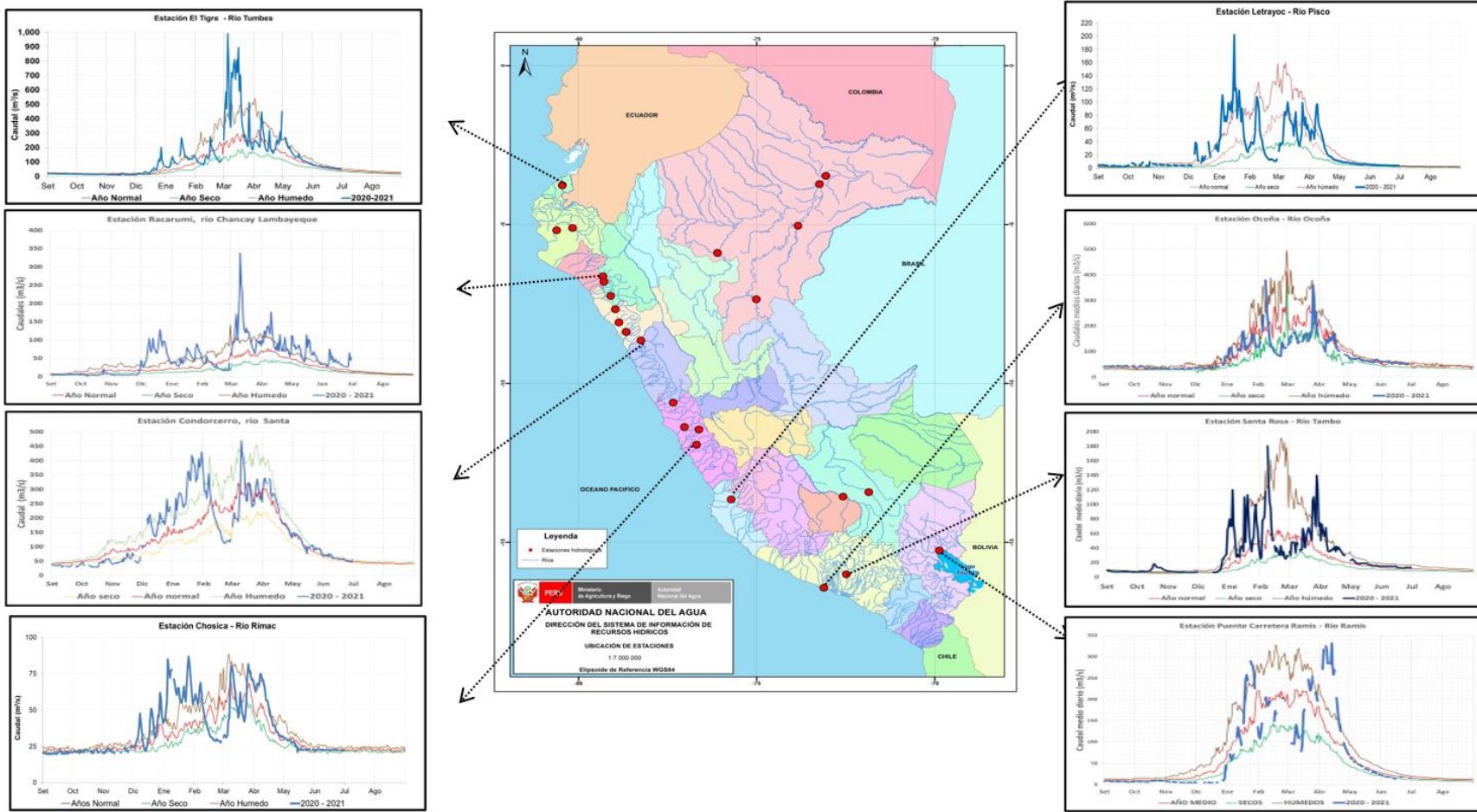


Figura 26: Caudales diarios ( $m^3 s^{-1}$ ) de los principales ríos del norte (izquierda), centro (centro) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 30 de junio 2021. Las líneas azules indican caudales del año hidrológico 2020-2021, rojas: caudales normales; Fuente: SENAMHI, Proyectos Especiales y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



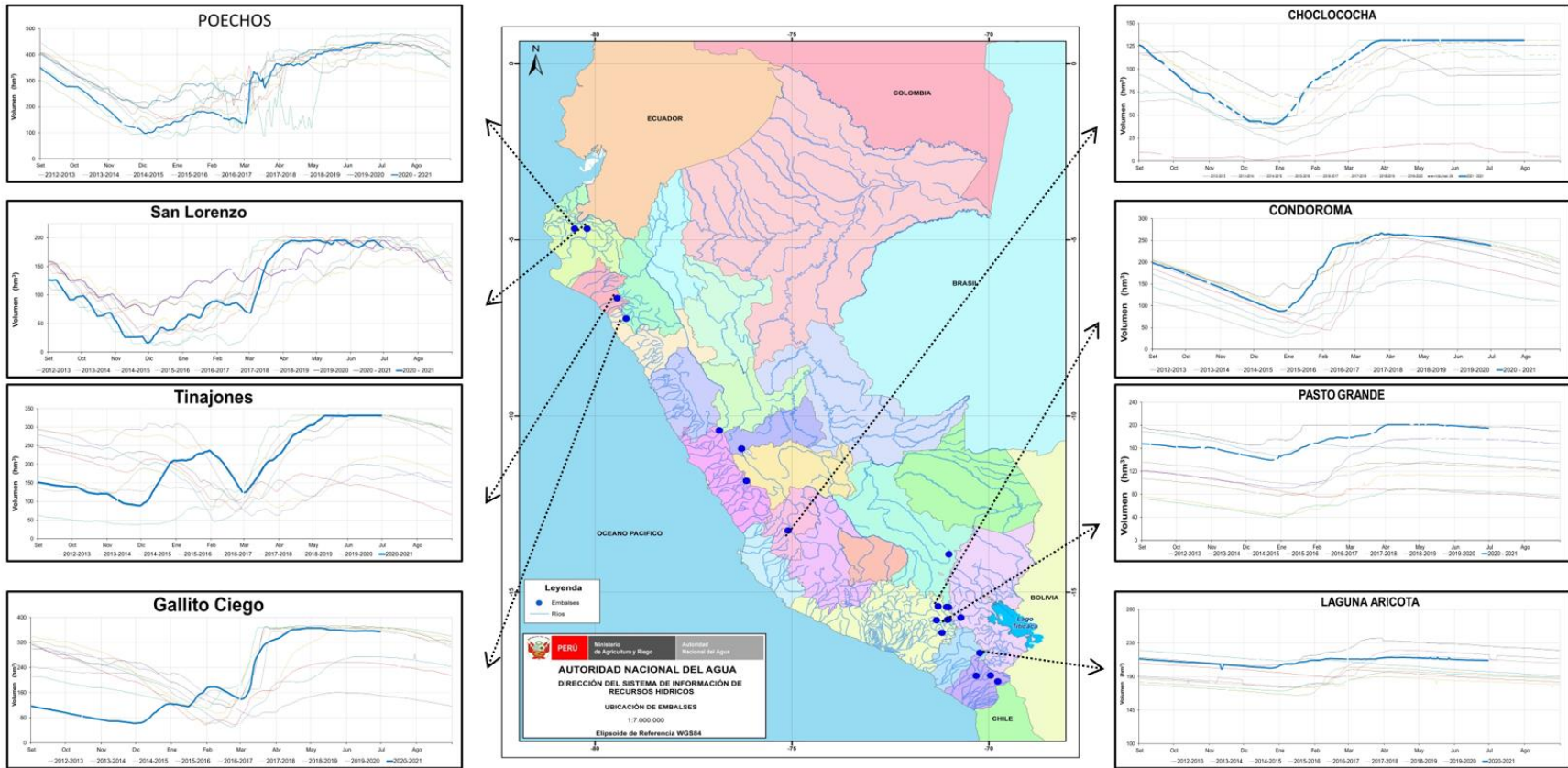


Figura 27: Volúmenes de almacenamiento (hm<sup>3</sup>) de los principales embalses del norte (izquierda), centro (derecha) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 30 de junio 2021. Las líneas azules indican volúmenes de almacenamiento del año hidrológico 2020-2021, líneas rojas, amarillo, verdes 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.



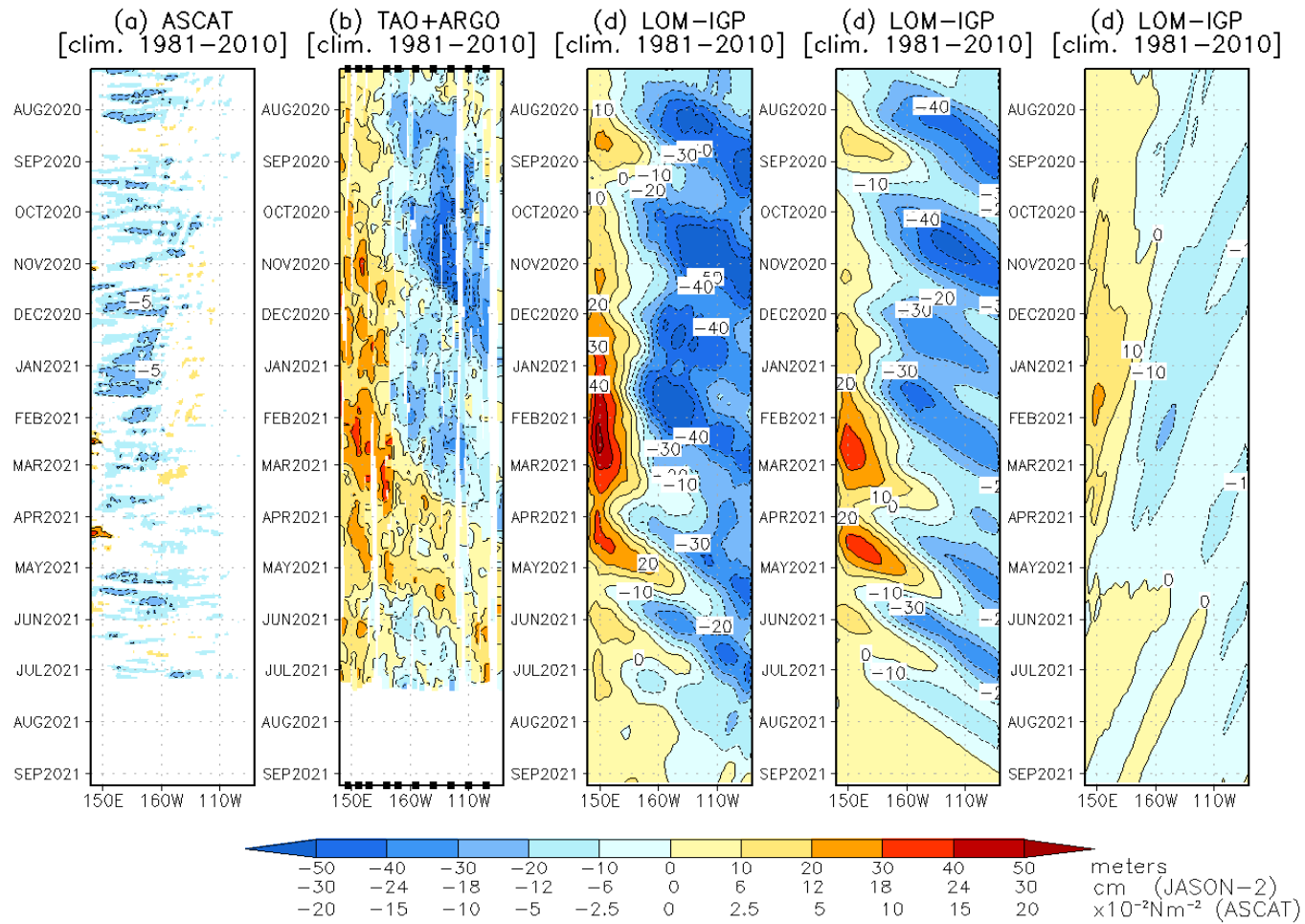


Figura 28: Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C con datos de TAO y los derivadores de Argo (b), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda de Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda de Rossby (e), calculado con el Modelo oceánico lineal (LOM-IGP), forzando por ASCAT y  $\tau=0$  para el pronóstico. Procesamiento: IGP

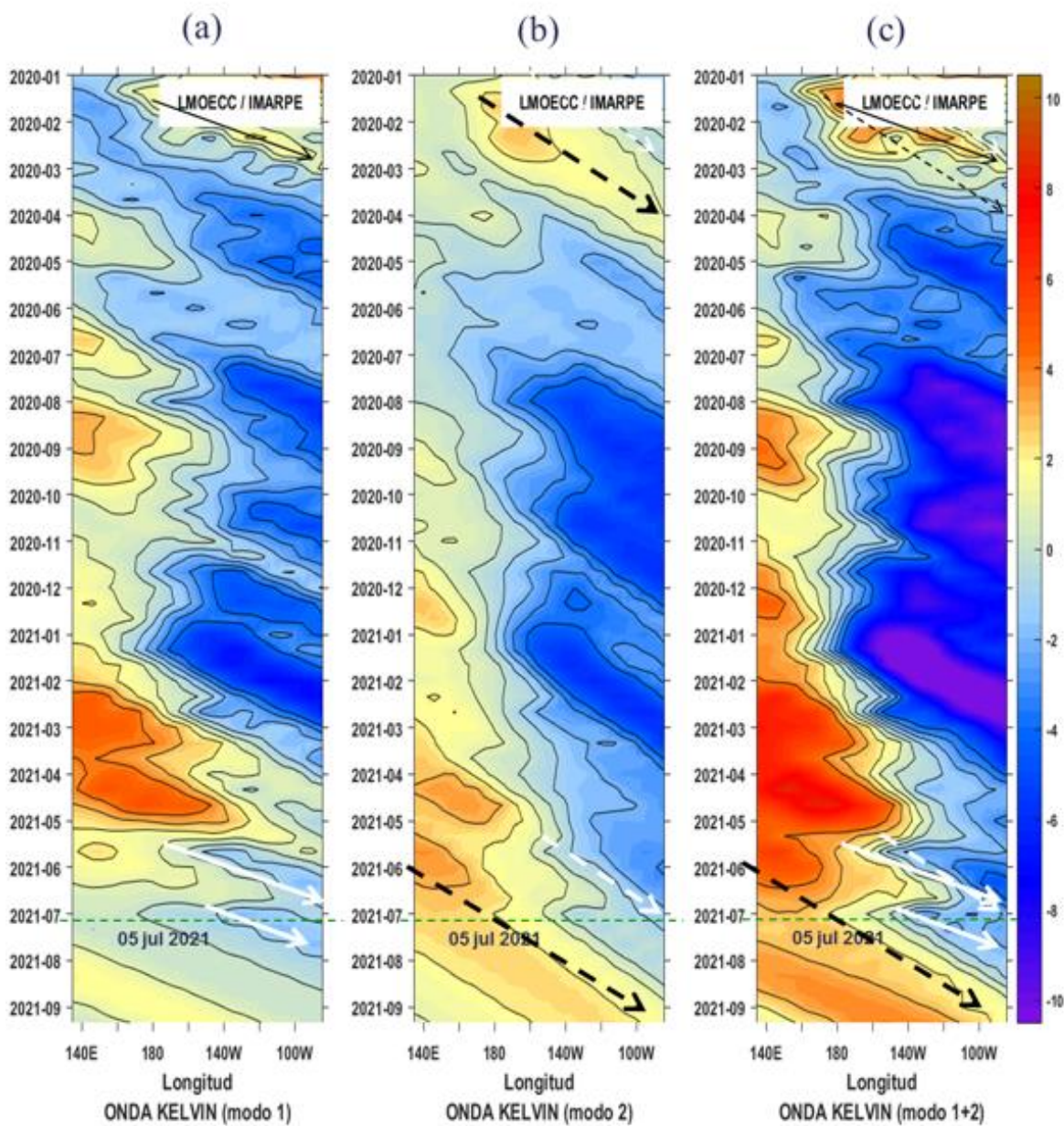


Figura 29: Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de viento; fecha inicial del pronóstico: 05 de julio 2021. Fuente: IMARPE.



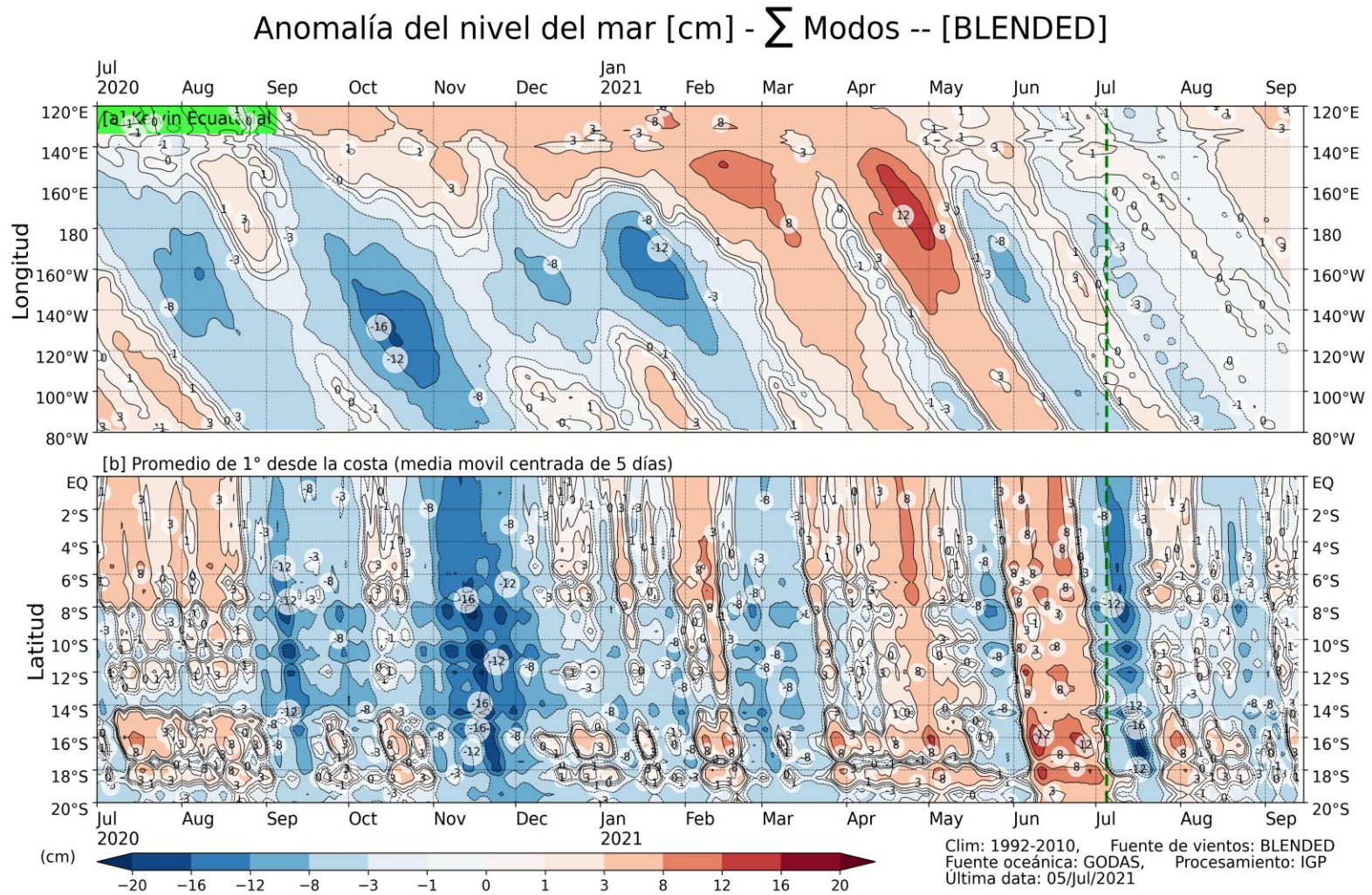


Figura 30: Anomalía del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue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

## IX. ANEXO

### 9.1. 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/Re-análisis						Modelos				
	Estaciones de Observación	Estaciones de Observación	Estaciones de Observación	Estaciones de Observación	Estaciones de Observación	Estaciones de Observación	Estaciones de Observación	Estaciones de Observación	ESPOL/NOAA	GBM	Reanálisis NCEP/NOAA	QuickScat + ASCAT	Producto OSTIA	Producto CMEMS	TRMM-3B42	Seamless + 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	

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, Período 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, Período climatológico: 1981-2010,
Clorofila																				X	IMARPE	* Promedio mensual y pentadal corresponden a MODIS y SeaWIFS+MODIS corregido, respectivamente,  *Cobertura nubosa de MODIS,
VARIABLES BIOLÓGICO-PESQUERAS																						
Desembarques pesqueros																			X		IMARPE	*Disponible desde 1959 con frecuencia diaria y mensual,
Distribución espacial de recursos				X	X																IMARPE	*El muestreo del PBP representa 1% de los viajes de pesca de la flota de cerco de anchoveta peruana,
Biometría e indicadores			X	X																	IMARPE	*Información par anchoveta disponible desde 1959 con

																																						frecuencia variable (diaria, mensual, semestral),	
<b>VARIABLES DE RECURSOS HIDRICOS Y AGROMETEOROLÓGICAS</b>																																							
Caudal de ríos			X																																			ANA	
Reservorios y embalses			X																																				ANA
Desarrollo de cultivos										X																													SENAMHI