

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 7 N°07

JULIO 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 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 Félix 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° 07, julio 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.



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



IGP
INSTITUTO
GEOFÍSICO
DEL PERÚ

Instituto
Geofísico
del Perú



DIHIDRONAV
DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN
MARINA DE GUERRA DEL PERÚ



INDECI
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL



ANA
Autoridad Nacional del Agua



CENEPRED

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

Julio 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 periodos 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 JULIO 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	26

RESUMEN EJECUTIVO

En julio 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, alcanzando en promedio $+0,5$ °C.

Durante este mes arribaron dos ondas Kelvin frente a la costa peruana, una fría y otra cálida, las cuales generaron cambios en el nivel del mar (NM) y en la temperatura del mar, aunque dentro de sus rangos normales. A lo largo del litoral, en la primera quincena del mes la anomalía del NM descendió progresivamente de norte a sur hasta -10 cm para luego incrementarse hasta $+5$ cm en la segunda quincena de julio.

La TSM en el mar peruano, dentro de las 60 millas náuticas, presentó anomalías que oscilaron entre -5 °C y $+5$ °C en la zonas norte y centro, con algunos núcleos localizados de $+1$ °C. Asimismo, en la capa subsuperficial de la zona norte se observaron anomalías desde -1 °C a $+1$ °C, durante la primera y segunda quincena del mes, respectivamente.

Respecto a las masas de agua, durante julio, se observó el acercamiento anómalo de aguas subtropicales superficiales (ASS) hacia la costa, las que se localizaron por fuera de las 20 millas náuticas en los primeros días del mes.

La concentración de la clorofila-a superficial presentó valores normales, de $1 \mu\text{gL}^{-1}$ dentro de las 60 millas náuticas, con núcleos de $3 \mu\text{gL}^{-1}$ entre Huacho y Pisco y al sur de Atico. En el aspecto biológico-pesquero, la anchoveta se distribuyó a lo largo del litoral, dentro de las 60 millas náuticas, observándose una disminución en el porcentaje de ejemplares juveniles en relación a los meses anteriores. No obstante, la anchoveta mostró un incremento en sus procesos reproductivos acorde a lo esperado. Las especies transzonales como el jurel, la caballa y el bonito se localizaron principalmente dentro de las 100 millas náuticas, entre Sechura y Morro Sama. El calamar gigante o pota se concentró principalmente entre Punta La Negra y Chimbote, entre las 35 y 150 millas náuticas. La merluza

mantuvo una amplia distribución en la región norte, asociada a las condiciones relativamente oxigenadas en la capa subsuperficial.

En el aspecto hidrológico, los caudales de los ríos de la costa estuvieron entre normal y superior a lo normal, al igual que los volúmenes de almacenamiento de los principales embalses; sin embargo, se presentaron descensos notorios en los embalses de Condorama (Arequipa) y Pasto Grande (Moquegua).

En el aspecto agrometeorológico, las condiciones térmicas, que estuvieron dentro de lo normal, favorecieron la floración del mango en las zonas productoras de Piura; mientras que las temperaturas nocturnas, que estuvieron entre normales a ligeramente frías, promovieron el inicio de la floración de la variedad del mango Kent en los valles de Lambayeque. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), las temperaturas nocturnas y diurnas, que se mantuvieron dentro de sus rangos normales, propiciaron el inicio de la fase de racimos florales para el inicio de la campaña 2021-2022.

PERSPECTIVAS

Se prevé que las condiciones oceánicas y atmosféricas en el Pacífico ecuatorial central continúen dentro del rango normal hasta septiembre de 2021 y que cambien a condiciones frías desde octubre, las cuales se extenderían hasta el verano de 2022. En este periodo es más probable que se desarrolló un nuevo evento La Niña en esta región, que alcanzaría una magnitud de fría débil. Por otro lado, para el Pacífico ecuatorial oriental (región Niño 1+2) se estima una mayor probabilidad de condiciones neutras. Asimismo, el escenario de lluvias para el próximo verano 2022 indica una mayor probabilidad de excesos de lluvias en la selva y sierra (especialmente en la sierra sur), mientras que en el extremo norte se esperan condiciones de normal a debajo de lo normal, sin descartar posibles eventos puntuales de lluvias intensas. Finalmente, no se descartan algunas deficiencias de lluvia en los meses de primavera, especialmente en la zona sur-andina del país.

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-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 re-

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

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

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

III. CONDICIONES OBSERVADAS EN JULIO DE 2021

3.1. Condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial

En el Pacífico ecuatorial, la temperatura superficial del mar (TSM) continuó cerca de su valor normal (Figura 1 y Figura 2). En promedio para julio, su anomalía en la región central (Niño 3.4) se mantuvo en $-0,3^{\circ}\text{C}$; en tanto que en la región del extremo oriental (Niño 1+2) presentó $+0,5^{\circ}\text{C}$ (Tabla 1).

El Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de junio y el ONI temporal (ONI-tmp) de julio indican condiciones neutras. Asimismo, el Índice Costero El Niño (ICEN) de junio de 2021 y el ICEN temporal (ICEN-tmp) de julio también continúan dentro del rango de las condiciones neutras (Figura 3, Tabla 2).

En la franja ecuatorial, la subsidencia sobre los 150°E se intensificó, en promedio, con respecto al mes anterior. En lo que respecta a la actividad convectiva, esta se intensificó, confinándose hacia el oeste de los 120°E , mientras que hacia el lado oriental del Pacífico (alrededor de los 80°W) se debilitó. En la alta tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico central-oriental, se intensificaron los vientos del oeste favoreciendo condiciones secas e inhibiendo la convección sobre el continente. Por otro lado, en la baja tropósfera (850 hPa), en el sector del Pacífico central, los vientos oscilaron alrededor de sus valores normales (Figura 4 y Figura 5).

En la región Niño 1+2, durante julio, el paso secuencial de dos ondas Kelvin, una fría y otra cálida, provocaron cambios en la temperatura y el nivel del mar, aunque dentro de sus rangos normales. Frente al Golfo de Guayaquil y por fuera de las 400 millas náuticas, se observó una onda Kelvin fría en la zona oriental del Pacífico, la cual se fue desplazando hacia el este, desarrollando núcleos de anomalía negativas de hasta $-1,5^{\circ}\text{C}$ en la capa subsuperficial, entre los 20 m y 100 m de profundidad y que arribaría a la costa peruana a inicios de agosto. Una nueva onda Kelvin cálida, formada por la reflexión de una onda Rossby cálida en

el borde occidental, se localiza alrededor de la línea de cambio de fecha (180°) (Figura 6).

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

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio, presentó una configuración zonal, con un núcleo intenso (+3 hPa) ubicado al sureste del Pacífico y frente a las costas chilenas. Esta configuración favoreció la intensificación episódica de los vientos frente a la costa peruana y, a la vez, limitó el aporte de los alisios en la cuenca central del Pacífico (Figura 7 y Figura 8).

Las temperaturas máximas del aire se presentaron, en promedio, dentro del rango normal a lo largo de la franja costera, excepto en Chusis (Piura) que reportó una anomalía positiva de +1,3 °C. En cuanto a las temperaturas mínimas del aire, en promedio, también presentaron valores alrededor de sus rangos normales excepto en Talla Guadalupe (La Libertad) donde se reportó una anomalía positiva de +1,3 °C (Figura 9).

3.3. Condiciones oceanográficas regionales y en el mar peruano

En el mar de Perú, la temperatura superficial promedio estuvo en el rango de 17 °C a 21 °C, predominando anomalías del orden de $\pm 0,5$ °C; observándose algunos núcleos de +1 °C en las zonas norte y centro, dentro de las 60 millas náuticas. Al mismo tiempo, en el litoral, las anomalías de TSM continuaron positivas con valores de hasta +1 °C, pero en menor área (Figura 10,

Figura 11 y Tabla 3).

La anomalía del nivel del mar (NM) en todo el litoral en la primera quincena de julio descendió progresivamente de norte a sur hasta -10 cm (en la zona sur); lo cual fue seguido por un ascenso hasta $+5$ cm en la segunda quincena, reflejando el paso de la onda Kelvin fría y la onda Kelvin cálida, respectivamente. Esta variabilidad también se evidenció dentro de la franja de las 60 millas náuticas de la costa (Figura 12).

Frente al Golfo de Guayaquil y por fuera de las 400 millas náuticas, al terminar julio, se observa una onda Kelvin fría en la zona oriental del Pacífico, la cual viene desplazándose hacia el este, desarrollando núcleos de anomalía negativas de hasta $-1,5$ °C en la capa subsuperficial, entre los 20 m y 100 m de profundidad, y que estaría próxima a iniciar su arribo a la costa peruana (Figura 13).

En la capa subsuperficial y frente a la costa norte del Perú, durante la primera quincena de julio, las anomalías térmicas positivas disminuyeron e inclusive se registraron anomalías negativas de hasta -1 °C en la columna de agua, posiblemente asociadas al arribo de la onda Kelvin fría (Figura 14). En la última semana de julio frente a Paita y a Chicama, dentro de las 100 millas náuticas, se registraron anomalías positivas en la columna de agua, menores en comparación con junio, con núcleos de $+1$ °C sobre los 50 m y entre los 200 y 400 m de profundidad (Figura 15); también se detectó una tendencia a la normalización de la profundidad de la termoclina y de la oxiclina (Figura 16 y Figura 17). Por otro lado, los flujos de corrientes exhibieron una dirección de norte a sur por fuera de las 60 millas náuticas y otra de sur a norte en la zona costera, extendiéndose hasta los 250 m de profundidad frente a ambas localidades (Figura 15). A fines de julio, en promedio, las anomalías térmicas positivas frente a la costa norte y centro

aumentaron hasta +2 °C sobre los 150 m de profundidad; esto asociado al paso de la onda Kelvin cálida (Figura 14).

Respecto a las masas de agua, durante julio, se detectó un acercamiento anómalo en la costa norte de las aguas subtropicales superficiales (ASS), de alta salinidad y bajo contenido de nutrientes (Figura 15). A inicios de julio, al sur de Pisco se observó, en promedio, la presencia de ASS por fuera de las 20 millas náuticas y aguas costeras frías (ACF) dentro de esta franja (Figura 18).

La concentración de clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton, disminuyó respecto a junio de acuerdo con su estacionalidad y predominaron valores de 1 $\mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 60 millas náuticas, con núcleos de 3 $\mu\text{g L}^{-1}$ entre Huacho y Pisco y al sur de Atico. Por otro lado, se registraron ligeras anomalías negativas al norte de Pisco (-1 $\mu\text{g L}^{-1}$), mientras que al sur se observaron anomalías positivas, con máximos frente a Ilo (+4,5 $\mu\text{g L}^{-1}$) (Figura 19).

3.4. Impactos biológico-pesqueros

El recurso anchoveta se registró dentro de las 60 millas náuticas a lo largo del litoral peruano. En la región norte-centro, el recurso se distribuyó desde Sechura hasta Cerro Azul, y en el sur, de Mollendo al sur de Morro Sama, patrón que se registra desde junio debido a la presencia de ACF. En ambas zonas se observó una disminución en el porcentaje de ejemplares juveniles con respecto a los dos meses anteriores (Figura 20; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Asimismo, la anchoveta mostró un incremento en sus procesos reproductivos (maduración gonadal y desove) acorde a lo esperado para la época (Figura 21).

Las especies transzonales —jurel, caballa y bonito— se localizaron principalmente dentro de las 100 millas náuticas entre Sechura y Morro Sama. Estos recursos estuvieron asociados a frentes halinos y presentaron una distribución ampliada hacia el oeste, frente a Callao (Figura 22). La merluza mantuvo una amplia distribución horizontal y vertical en la región norte desde Punta Sal hasta Punta la Negra (Figura 23), asociada a las condiciones relativamente oxigenadas en la

capa sub-superficial (Figura 16). El calamar gigante o pota presentó una distribución con un núcleo principal entre Punta La Negra y Chimbote, desde 35 hasta 150 millas náuticas (Figura 24).

3.5. Impactos hidrológicos

Los caudales de los ríos de la costa peruana, durante julio, estuvieron 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 notorios en los embalses de Condorama y Pasto Grande, ubicados en las regiones de Arequipa y Moquegua, respectivamente. (Figura 25, Figura 26 y Tabla 4).

3.6. Impactos agrometeorológicos

En la costa norte, durante el mes de julio, en los valles de San Lorenzo y Alto Piura (Piura), las temperaturas diurnas y nocturnas dentro de su rango normal, favoreciendo la floración del mango; mientras que, en la región Lambayeque las temperaturas nocturnas, de normales a ligeramente frías de la primera decadiaria de agosto, promovieron el inicio de la floración del mango Kent. En cuanto al sembrío de arroz, en las partes altas del valle La Leche (Lambayeque), las temperaturas diurnas en torno a su normal vienen propiciando el inicio de crecimiento vegetativo. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), las condiciones térmicas diurnas y nocturnas, similares a su normal, propiciaron el inicio de la fase de racimos florales para el inicio de la campaña 2021-2022 (Tabla 5).

IV. PRONÓSTICO

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), la mayoría de los modelos numéricos internacionales prevén el desarrollo de un evento La Niña desde septiembre hasta al menos marzo 2022, alcanzando una magnitud moderada entre noviembre 2021 y enero de 2022. Por otro lado, frente a la costa peruana, específicamente en la región Niño 1+2, los modelos continúan pronosticando, en promedio, anomalías térmicas negativas, pero dentro del rango neutral para el mismo período (Tabla 6 y Tabla 7).

Para la región Niño 3.4, los patrones atmosféricos en desarrollo y proyectados por los modelos numéricos internacionales muestran la evolución hacia una configuración típica de un evento La Niña en el Pacífico central para la primavera 2021. Entre estos patrones están la persistencia de anomalías de vientos del este en niveles bajos de la atmósfera en el Pacífico occidental central, así como las circulaciones ciclónicas en niveles altos sobre el Pacífico central tropical. Asimismo, según las observaciones, existen patrones de circulación en desarrollo que favorecen un nuevo evento La Niña como la configuración de una alta presión anómala en el Pacífico central norte y el calentamiento anómalo en el Atlántico tropical frente a las costas de África (Okumura et al, 2017; Tokinaga et al, 2019).

Para la región Niño 1+2, se espera la llegada de dos ondas Kelvin, fría y cálida, en agosto-setiembre y octubre, respectivamente (Figura 28). Sin embargo, estas tendrían una magnitud débil, por lo tanto, no afectarían significativamente la TSM. Asimismo, se prevé que los vientos a lo largo de la costa se mantengan dentro del rango normal.

En base a estas consideraciones, 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 agosto y noviembre de 2021. Para el Pacífico central, se estima que desde octubre dominaría la probabilidad de condiciones frías, con un máximo en la categoría de Fría débil (

Tabla 8), lo cual manifestaría el desarrollo de un nuevo evento La Niña en dicha región. Por otro lado, para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones neutras (ENFEN, 2012) 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 (62%) y 37% de condiciones neutras. En la región Niño 1+2, la mayor probabilidad corresponde a condiciones neutras (67%) (Tabla 10).

El escenario de lluvias para el próximo verano 2022 indica mayor probabilidad de excesos de lluvias en la selva y sierra (especialmente en la sierra sur), mientras que en el extremo norte se esperan condiciones de normal a bajo lo normal, sin descartar posibles eventos puntuales de lluvias intensas. Finalmente, no se descartan algunas deficiencias de lluvia en los meses de primavera, especialmente en la zona sur-andina del país (SENAMHI, 2021).

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.

Para el Pacífico central, se ratifica que es más probable el desarrollo de un nuevo evento La Niña entre la primavera de 2021 y el verano de 2022. El escenario de lluvias para el próximo verano 2022 indica mayor probabilidad de excesos de lluvias en la selva y sierra (especialmente en la sierra sur), mientras que en el extremo norte se esperan condiciones de normal a bajo lo normal, sin descartar posibles eventos puntuales de lluvias intensas. Finalmente, no se descartan algunas deficiencias de lluvia en los meses de primavera, especialmente en la zona sur-andina del país.

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

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.
- Dewitte, B., Reverdin, G., & Maes, C. (1999). Vertical structure of an OGCM simulation of the equatorial Pacific Ocean in 1985-94. *Journal of Physical Oceanography*, 29(7), 1542–1570. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1999\)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1999)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2)
- Duan, W. and Wei, C. 2013. The ‘spring predictability barrier’ for ENSO predictions and its possible mechanism: results from a fully coupled model. *Int. J. Climatol.*, 33: 1280-1292. <https://doi.org/10.1002/joc.3513>
- ENFEN, 2012. Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN. 2 pp.
- ENFEN, 2015. Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. Nota Técnica ENFEN. 7 pp.

- Huang, B., Peter W. Thorne, et.al. 2017: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5), Upgrades, validations, and intercomparisons. *J. Climate*, doi: 10.1175/JCLI-D-16-0836.1
- Illig S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G.S. E. Lagerloef, 2004: Interannual Long Equatorial Waves in the Tropical Atlantic from a High Resolution OGCM Experiment in 1981-2000. *J. Geophys. Research*, 109, C02022, doi:10.1029/2003jc001771.
- Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne, and D. Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437–471.
- Kirtman BP, Min D, Infanti JM, Kinter JL, Paolino DA, Zhang Q, van den Dool H, Saha S, Peña M, Becker E, Peng P, Tripp P, Huang J, DeWitt DG, Tippett MK, Barnston AG, Li S, Rosati A, Schubert SD, Rienecker M, Suarez M, Li ZE, Marshak J, Lim YK, Tribbia J, Pegion K, Merryfield WJ, Denis B, Wood EF, 2014: The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 95, 585–601. doi: 10.1175/BAMS-D-12-00050.1
- Lavado-Casimiro, Waldo y Espinoza, Jhan Carlo. Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007). *Revista Brasileira de Meteorologia* [online]. 2014, v. 29, n. 2 [Accedido 1 Setiembre 2021], pp. 171-182. Disponible en: <<https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>>. Epub 04 Jul 2014. ISSN 1982-4351. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>.
- Mosquera, K., 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para optar el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos, 2011: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. *Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, 55 pp.
- Mosquera, K., 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, *Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño"*, Instituto Geofísico del Perú, enero, 1, 1, 4-7.
- Okumura, Y. M., DiNezio, P., & Deser, C. (2017). Evolving impacts of multiyear La Niña events on atmospheric circulation and U.S. drought. *Geophysical Research Letters*, 44, 11,614–11,623.

<https://doi.org/10.1002/2017GL075034>

- SENAMHI. 2021. INFORME TÉCNICO N°08-2021/SENAMHI-DMA-SPC. "ESCENARIO PROBABILÍSTICO DE LLUVIAS PARA EL VERANO 2022". Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02261SENA-2.pdf>
- Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.-C., Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W. (2018), Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. *Int. J. Climatol*, 38: 420-435. <https://doi.org/10.1002/joc.5185>
- Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo, 2014: El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, febrero, 1, 2, 8-9.
- Tokinaga, H., Richter, I., and Kosaka, Y. (2019). ENSO Influence on the Atlantic Niño, Revisited: Multi-Year versus Single-Year ENSO Events. *Journal of Climate* 32, 14, 4585-4600, available from: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0683.1>
- Urbina, B. y K. Mosquera, 2020. Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, Vol. 7 N° 01, pag. 13-20.
- Vazzoler A E.1982. Manual y métodos para estudios biológicos de poblaciones de Peixes. Reproducción y Crecimiento. CNP/PN2, 108 pp.
- Wentz, F.J., L.Ricciardulli, C.Gentemann, T. Meissner, K.A. Hilburn, J. Scott, 2013: Remote Sensing Systems Coriolis WindSat [indicate whether you used Daily, 3-Day, Weekly, or Monthly] Environmental Suite on 0.25 deg grid, Version 7.0.1, [indicate subset if used]. Remote Sensing Systems, Santa Rosa, CA. Available online at www.remss.com/missions/windsat.

VII. 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	
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	-0,7	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	27,4	-0,2	26,4	-0,2	23,1	-0,1
jul-21	28,7	-0,2	27	-0,3	26,6	-0,1	22,2	+0,5

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

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
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
jun-21	-0,34	Neutro	-0,35	Neutro
Mes	ICENtmp	Categoría	ONItmp	Categoría
jul-21	-0,10	Neutro	-0,37	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
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
jul-21	-0,6	+0,3	+1,4	+0,6	+1,1	+1,4	0,0	+1,2	+0,7	-0,3	-0,2

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

Zona	Nombre Embalse	Operador	Fecha Registro	Departamento	Volumen (hm ³)		Porcentaje % Almacenado
					Útil/Total	Almacenado	
Costa Norte	Poechos	PECHP	31-Jul	Piura	445.5	427.6	96.0
Costa Norte	San Lorenzo (Embalse)	JUSL	31-Jul	Piura	195.6	184.9	94.5
Costa Norte	Tinajones	PEOT	31-Jul	Lambayeque	331.6	319.4	96.3
Costa Norte	Gallito Ciego	PEJEZA	31-Jul	La Libertad	366.6	339.5	92.6
Costa Centro	Viconga	STATKRAFT PERU S.A.	31-Jul	Lima	30.0	26.1	87.0
Costa Centro	Ccaracocha	PETACC	31-Jul	Ica	40.0	37.7	94.3
Costa Centro	Choclococha	PETACC	31-Jul	Ica	131.1	131.1	100.0
Costa Sur	Condorama	AUTODEMA	31-Jul	Arequipa	259.0	216.8	83.7
Costa Sur	Pañe	AUTODEMA	31-Jul	Arequipa	99.6	73.3	73.6
Costa Sur	Dique Los Españoles	AUTODEMA	31-Jul	Arequipa	9.1	3.6	39.6
Costa Sur	Pillones	AUTODEMA	31-Jul	Arequipa	78.5	65.9	83.9
Costa Sur	El Frayle	AUTODEMA	31-Jul	Arequipa	131.3	126.2	96.1
Costa Sur	Aguada Blanca	AUTODEMA	31-Jul	Arequipa	30.4	23.9	78.6
Costa Sur	Chalhuanca	EGASA	31-Jul	Arequipa	25.8	20.7	80.2
Costa Sur	Bamputañe	EGASA	31-Jul	Arequipa	40.0	26.7	66.8
Costa Sur	Pasto Grande	PERPG	31-Jul	Moquegua	200.0	189.1	94.6
Costa Sur	Represa Paucarani	PET	31-Jul	Tacna	10.5	8.2	78.1
Costa Sur	Represa Jarumas	PET	31-Jul	Tacna	12.5	12.5	100.0
Costa Sur	Aricota	EGESUR	31-Jul	Tacna	280.0	209.4	74.8
Sierra Centro	Lago Junín	STATKRAFT PERU S.A.	31-Jul	Junín	441.0	216.4	49.1
Sierra Centro	Cuchoquesera	Proyecto Cachi	31-Jul	Ayacucho	80.0	62.6	78.3
Sierra Sur	Lagunillas	PELTC	31-Jul	Puno	585.1	480.0	82.0
Sierra Sur	Sibinacocha	EGEMSA	31-Jul	Cusco	110.0	88.8	80.7
Situación Nacional					3933.2	3290.4	83.7

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

CULTIVO	REGIÓN	ESTACIÓN	VARIEDAD	FECHA DE SIEMBRA	FASE FENOLÓGICA	ESTADO
MANGO	Tumbes	Cañaverál	Criollo		Floración	Bueno
	Piura	Chulucanas	Edward		Floración	Bueno
	Piura	Bigote	Criollo		Floración	Bueno
	Lambayeque	Olmos	Edward		Floración	Bueno
	Lambayeque	Tongorrape	Kent		Floración	Bueno
	Lambayeque	Jayanca	Kent		Floración	Bueno
	Ica	palpa	Criollo		Floración	Bueno
ARROZ	Piura	Bernal	IR-43	02/03/2021	M. Córnea	Bueno
	Piura	Partidor				
	Piura	Morropón				
	Lambayeque	Oyotun				
	Lambayeque	Talla				
	Lambayeque	Puchaca	La Puntilla	02/08/2021	Emergencia	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		Aparición de racimo floral	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	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA
CFS2		-0,28	-0,4	-0,57	-0,73	-0,73	-0,66	-0,54	-0,33
CanCM4i		-0,42	-0,49	-0,61	-0,75	-0,85	-0,8	-0,64	-0,42
GEM_NEMO		-0,45	-0,57	-0,7	-0,9	-1,02	-1,03	-0,95	-0,85
GFDL_SPEARE		-0,34	-0,42	-0,59	-0,81	-0,92	-0,81	-0,55	-0,58
NASA		-1,02	-1,73	-2,26	-2,43	-2,28	-1,95	-1,62	-1,27
NCAR_CCSD4		-0,51	-0,76	-0,98	-1,2	-1,23	-1,09	-0,84	-0,53
NMME		-0,5	-0,73	-0,95	-1,14	-1,17	-1,06	-0,86	-0,66
ONItmp	-0,37								

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	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA
CFS2		-0,01	0,04	0,04	-0,05	-0,13	-0,17	-0,15	-0,08
CanCM4i		0,12	0,19	0,03	-0,12	-0,29	-0,34	-0,3	-0,18
GEM_NEMO		-0,04	-0,17	-0,5	-0,69	-0,76	-0,7	-0,59	-0,54
GFDL_SPEARE		-0,26	-0,45	-0,62	-0,59	-0,53	-0,4	-0,22	-0,07
NASA		-0,24	-0,33	-0,46	-0,57	-0,76	-0,8	-0,69	-0,45
NCAR_CCSD4		-0,01	0,0	-0,04	-0,2	-0,34	-0,44	-0,33	-0,15
NMME		-0,07	-0,12	-0,26	-0,37	-0,47	-0,48	-0,38	-0,25
ONItmp	-0,1								

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	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)
Fría fuerte	0	0	0	0
Fría moderada	1	3	12	27
Fría débil	24	37	47	48
Neutro	74	60	41	25
Cálida débil	1	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 julio y octubre de 2021.

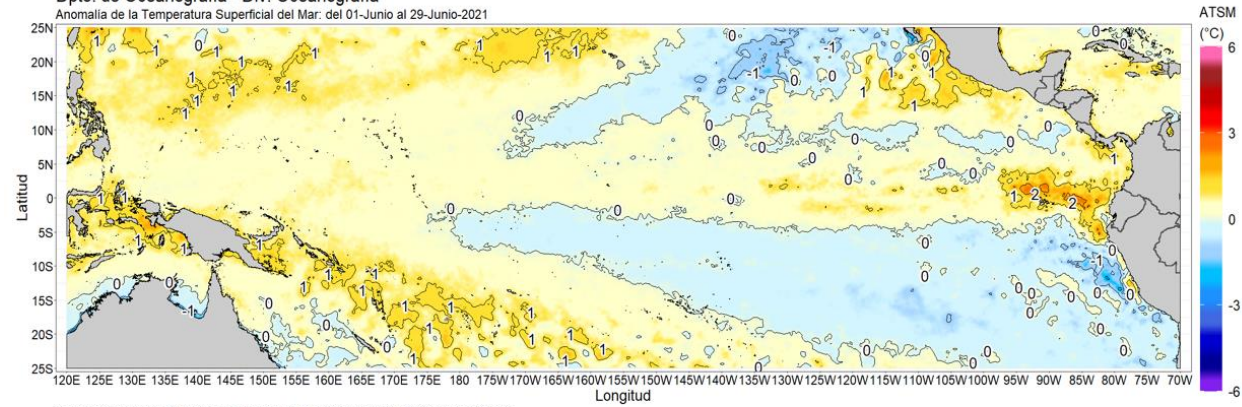
Pacífico oriental	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)
Fría fuerte	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0
Fría débil	8	6	8	10
Neutro	87	86	83	82
Cálida débil	5	8	9	8
Cálida moderado	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0

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	0	0
La Niña moderada	10	0
La Niña débil	52	18
Neutro	37	67
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



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

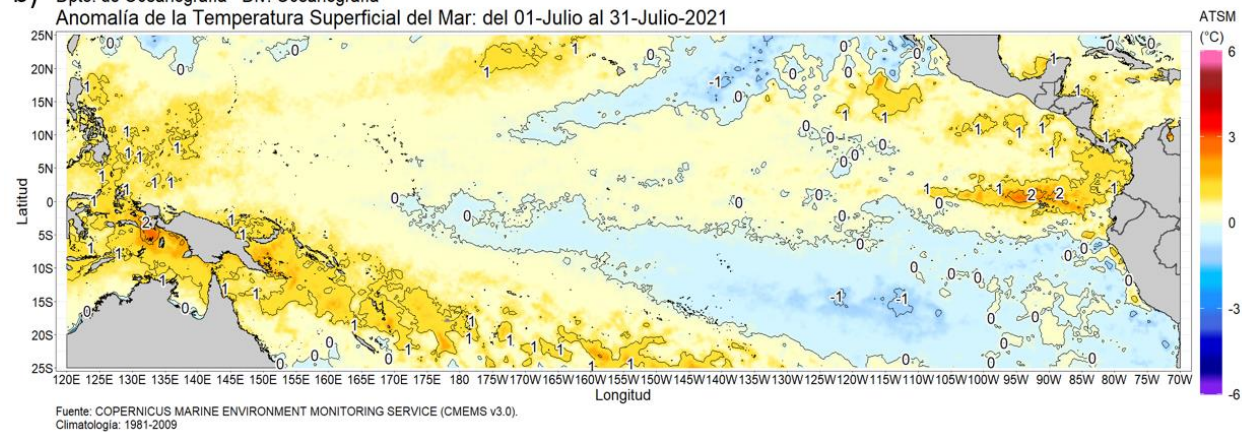


Figura 1: Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico central durante (a) junio y (b) julio de 2021, Fuente: CMEMS v,3,0, Procesamiento: DIHIDRONAV.

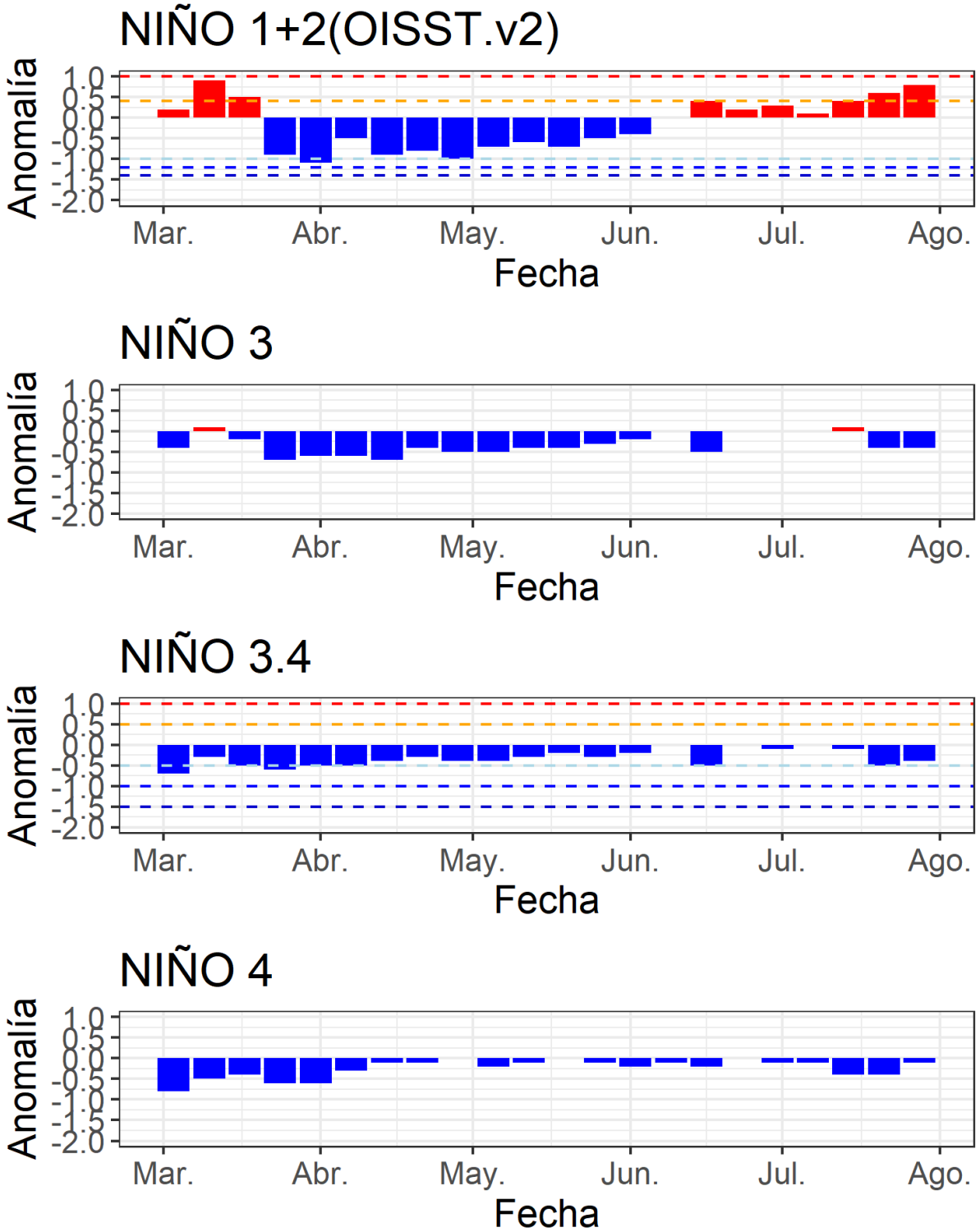


Figura 2: Series de tiempo de las anomalías semanales de la TSM (°C) en las regiones Niño, desde marzo del 2021 hasta julio del 2021, Fuente: AVHRR NCEP/NOAA; procesamiento: DIHIDRONAV.

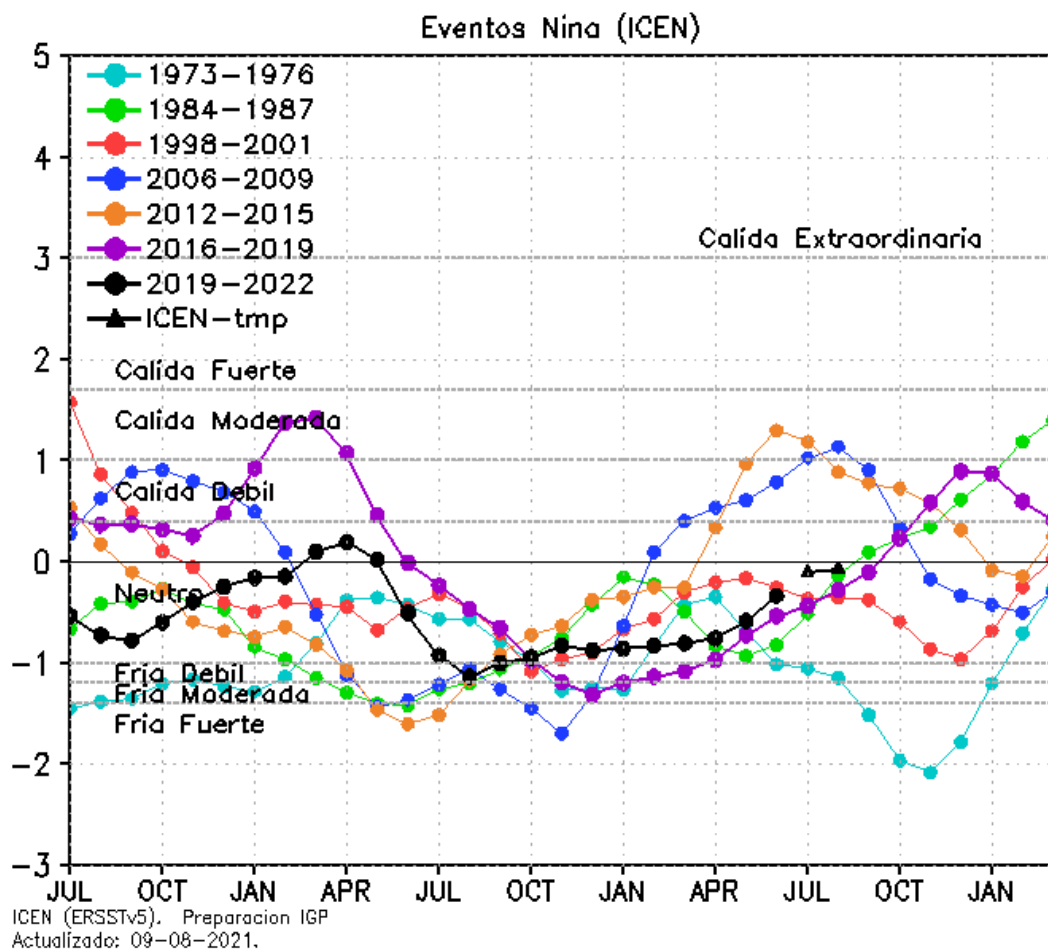
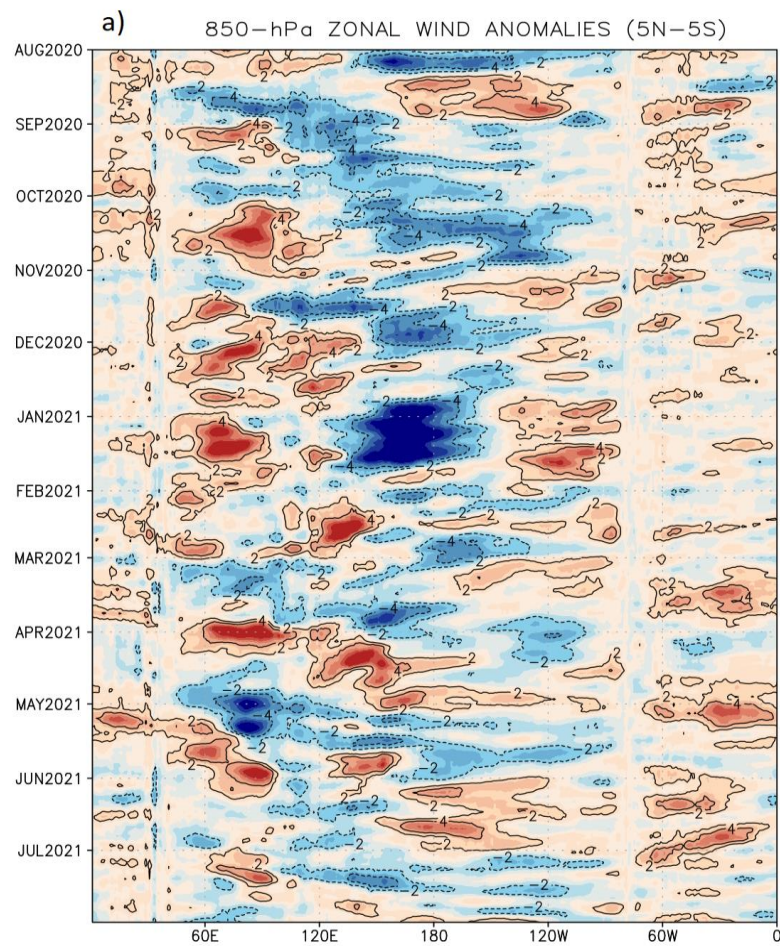
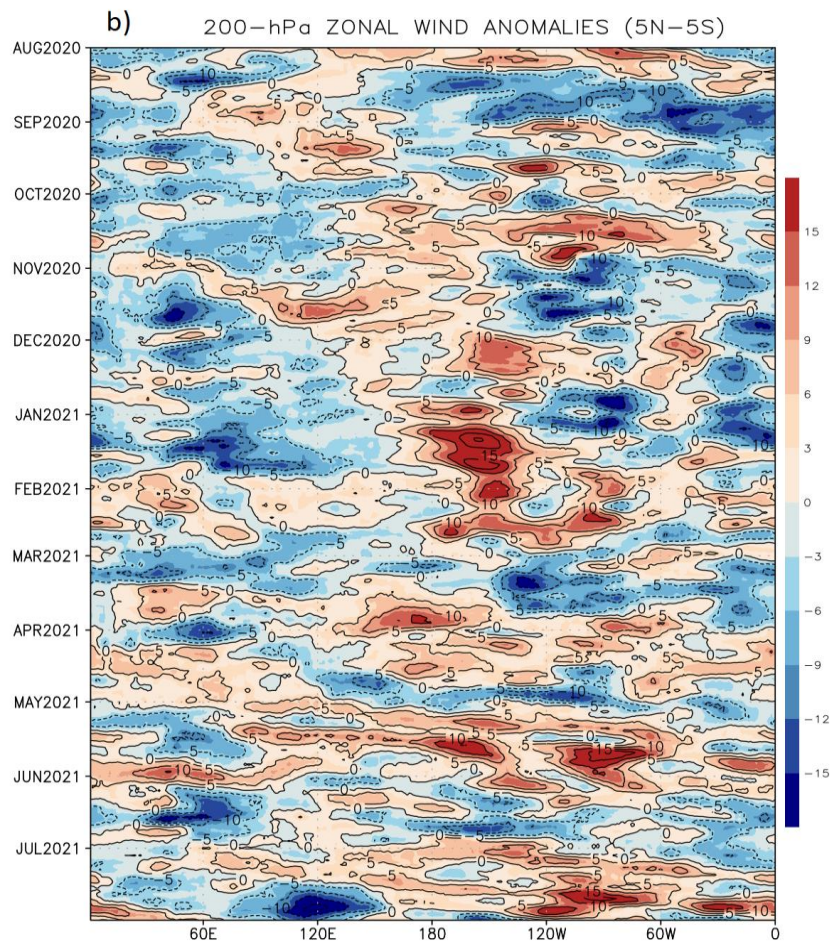


Figura 3: Variabilidad temporal del ICEN para los años 1973-1975 (celeste), 1984-1986 (verde), 1998-2000 (rojo), 2006-2008 (azul), 2012-2014 (anaranjado), 2016-2018 (morado), y 2019-2021 (negro), Fuente: IGP.



Source: GFS
Processing: SENAMHI/DMA/SPC



Source: GFS
Processing: SENAMHI/DMA/SPC

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 julio 2021, Procesamiento: SENAMHI.

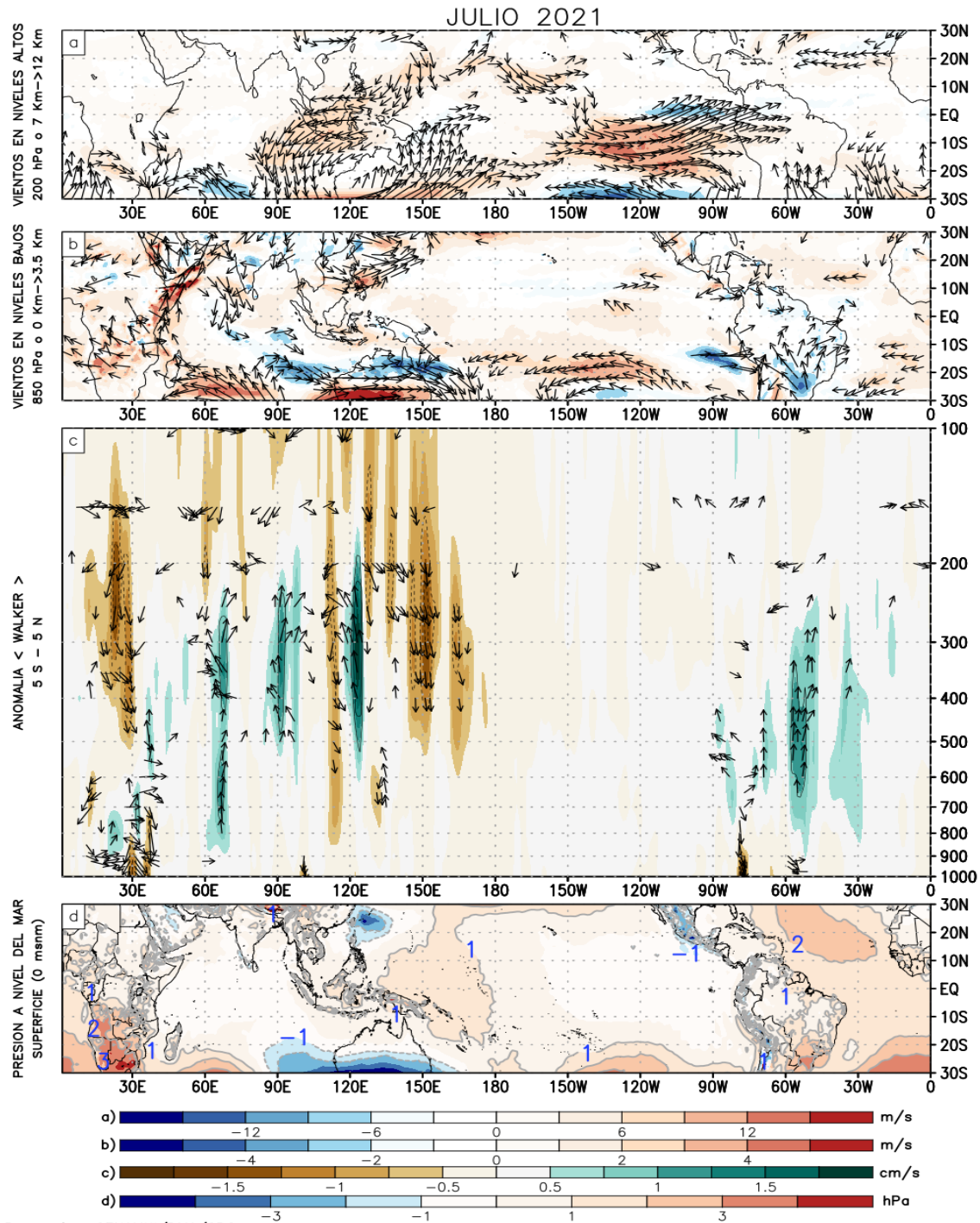


Figura 5: (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para julio de 2021, (c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para julio de 2021, (d) Anomalías de presión a nivel del mar.
Fuente: SPC/SENAMHI.

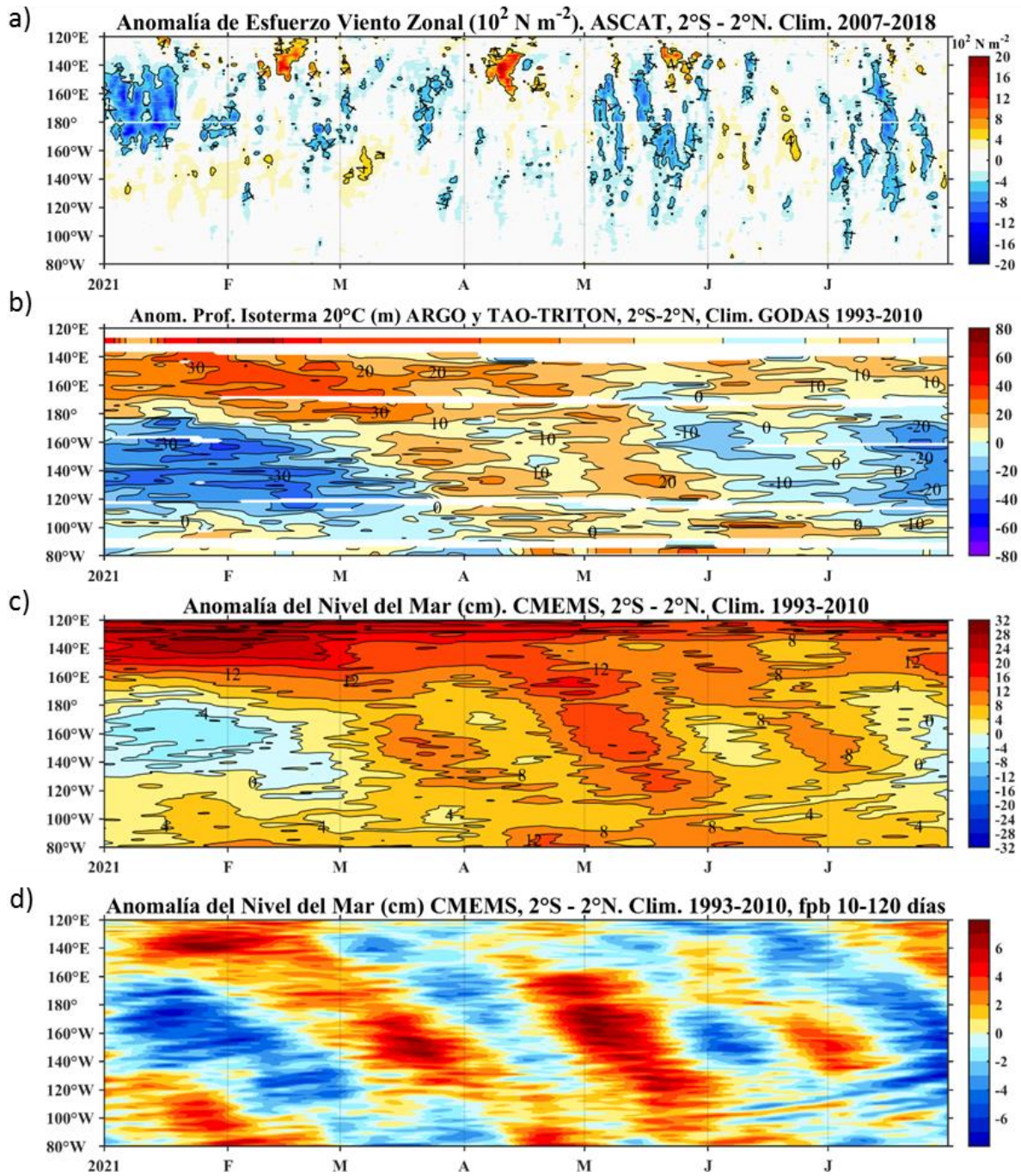
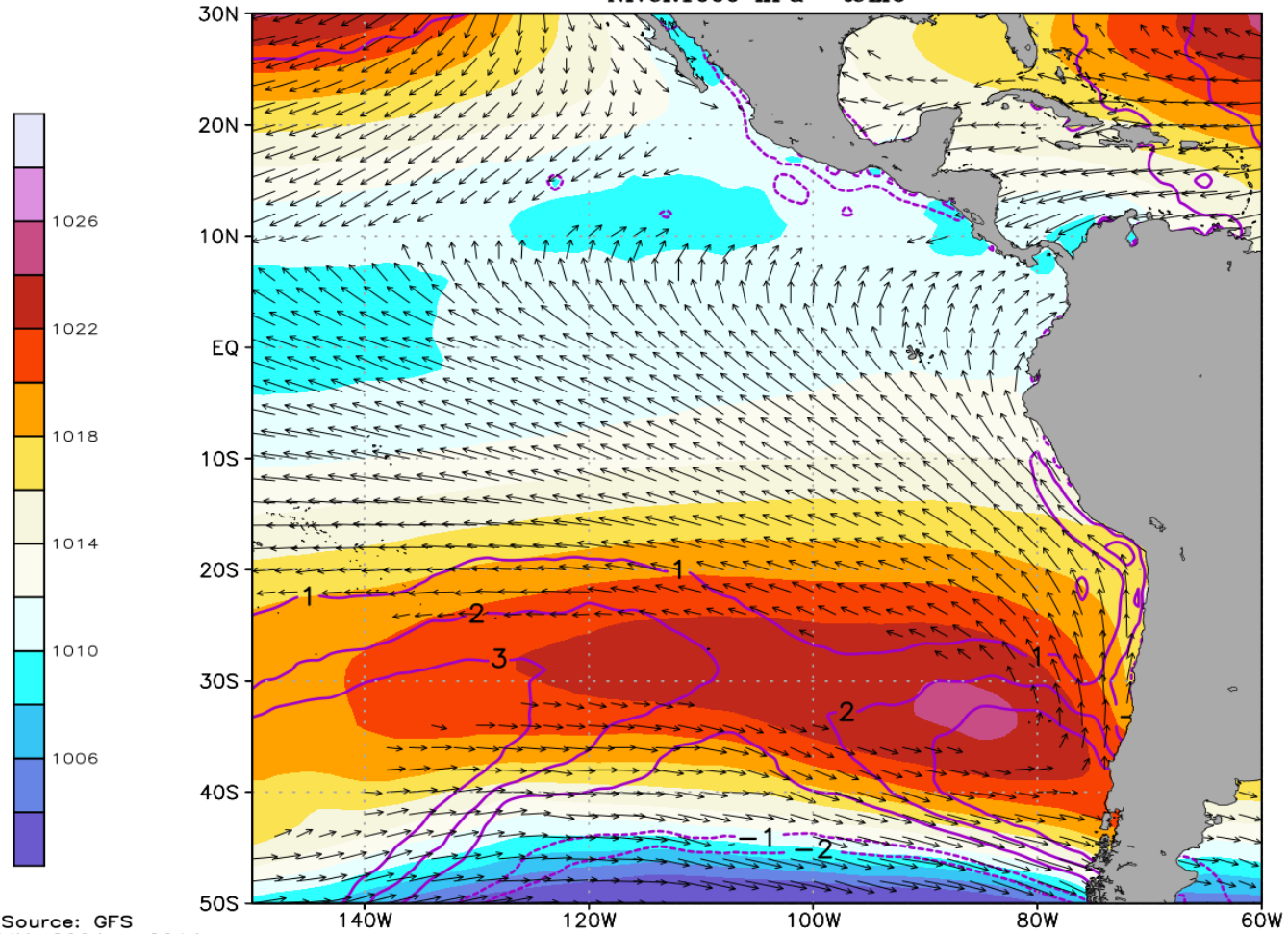


Figura 6: Diagrama Hovmöller de a) Anomalia del esfuerzo de viento zonal (10^2 Nm^{-2}), b) anomalia de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) suavizado de 11 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalia del nivel medio del mar diario (cm) y d) anomalia del nivel del mar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

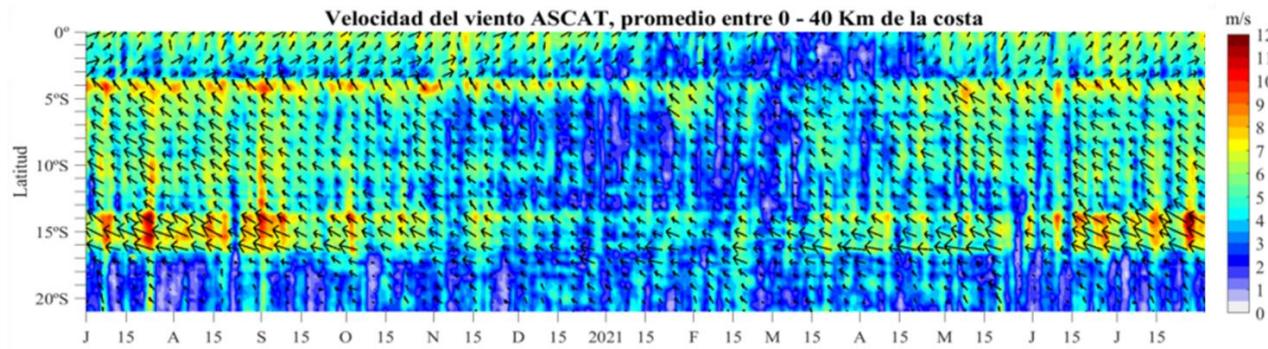
PROMEDIO DE LA PRMSL (hPa) (color) – VIENTOS (m/s) (vector)
ANOMALIA DE PRESION (hPa) (contorno)
Nivel:1000 hPa – JULIO



Source: GFS
CLIM: 2004 – 2014
Processing: SENAMHI/DMA/SPC

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

a)



b)

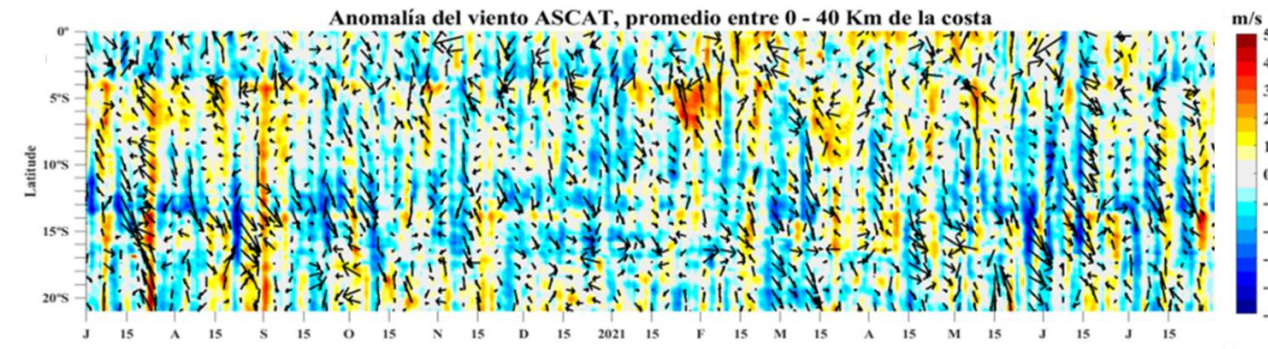


Figura 8: a) Velocidad del viento ($m s^{-1}$), y b) anomalía del viento ($m s^{-1}$), desde los 0° hasta 20°S en el periodo durante los últimos 12 meses, Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente, Actualizado al 31 de julio de 2021. Datos: ASCAT, Procesamiento: IMARPE

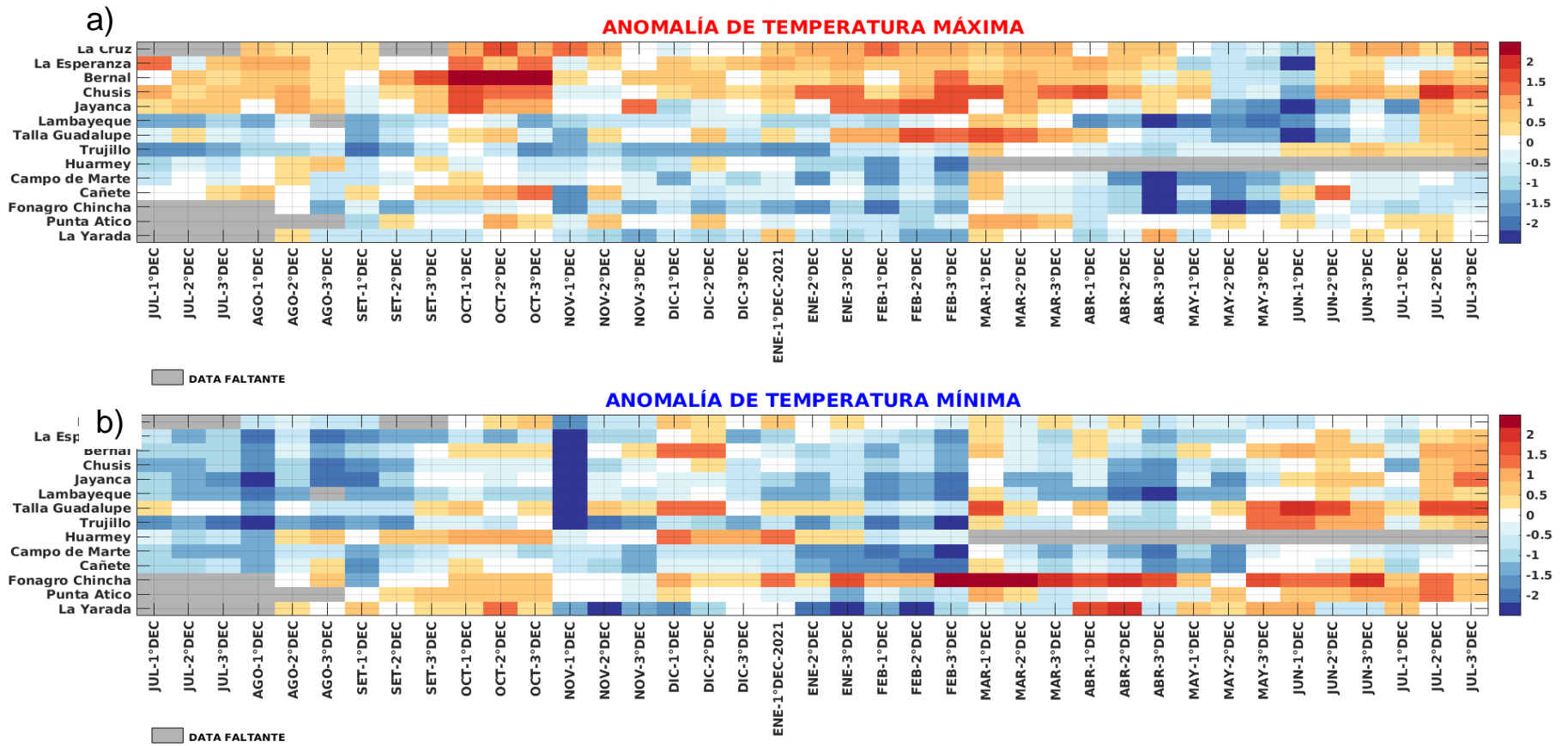


Figura 9: Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI desde julio 2020 hasta julio del 2021 Fuente: SENAMHI.

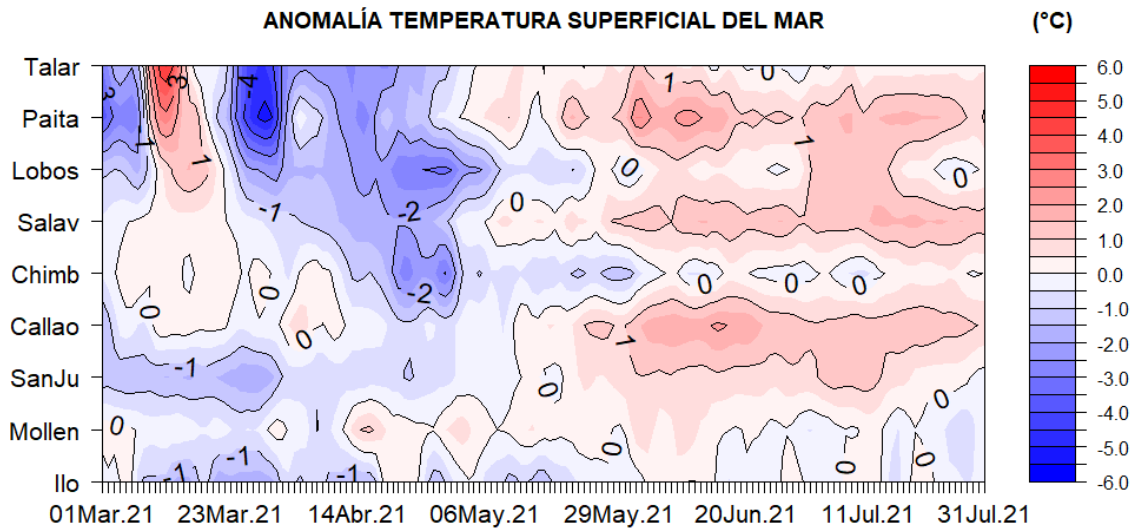
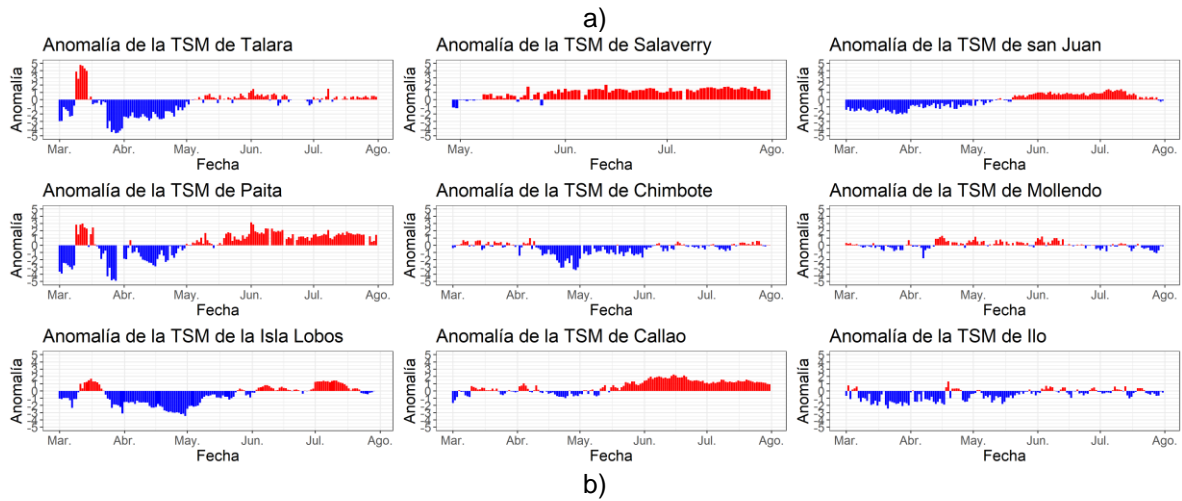


Figura 10: Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 5 meses, a) serie y b) Hövmoller, actualizado al 31 de julio del 2021. Climatología: 1981-2010. Fuente: DIHIDRONAV.

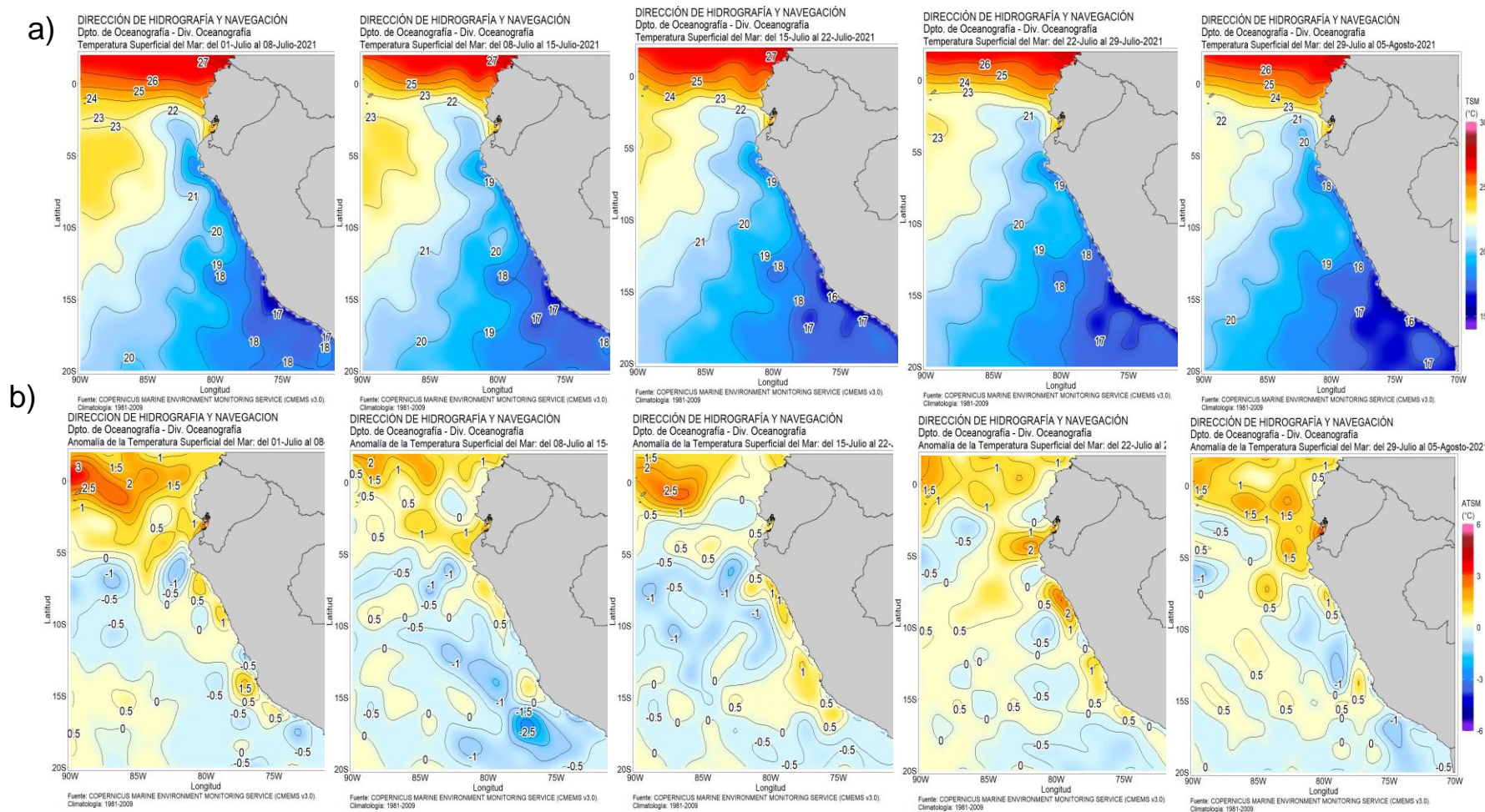


Figura 11: Mapa de distribución espacial de las temperaturas superficiales del mar (TSM, °C) (a), y de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM, °C) (b) para cada semana de julio de 2021 de forma creciente de izquierda a derecha, en el océano Pacífico tropical oriental, Fuente: CMEMS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

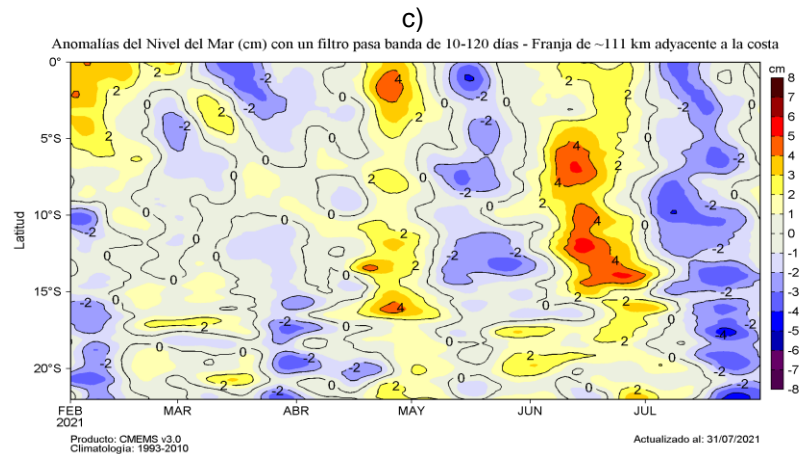
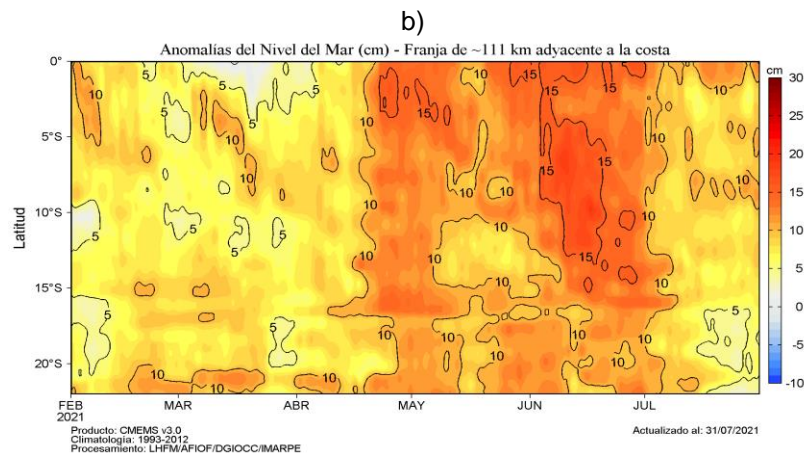
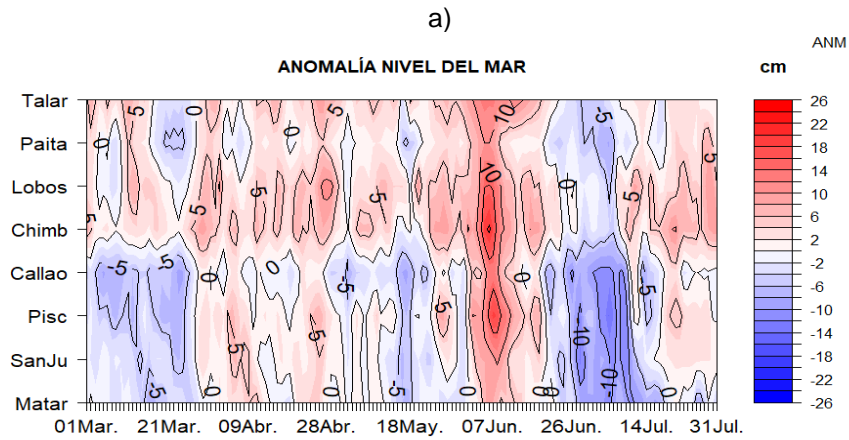


Figura 12: Anomalías del nivel medio del mar (NMM), actualizadas al 31 de julio del 2021: a) Diagrama Hovmöller durante el último semestre en estaciones costeras de la DIHIDRONAV; b) Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel del mar diario (cm) sin filtro; y c) con filtro pasa banda de 10 a 120 días, para la franja de 60 millas náuticas adyacente al litoral peruano. Fuente: CMEMS v3.0; Climatología: 1993-2012. Procesamiento: LHFMAFIOF/DGIOCC/IMARPE.

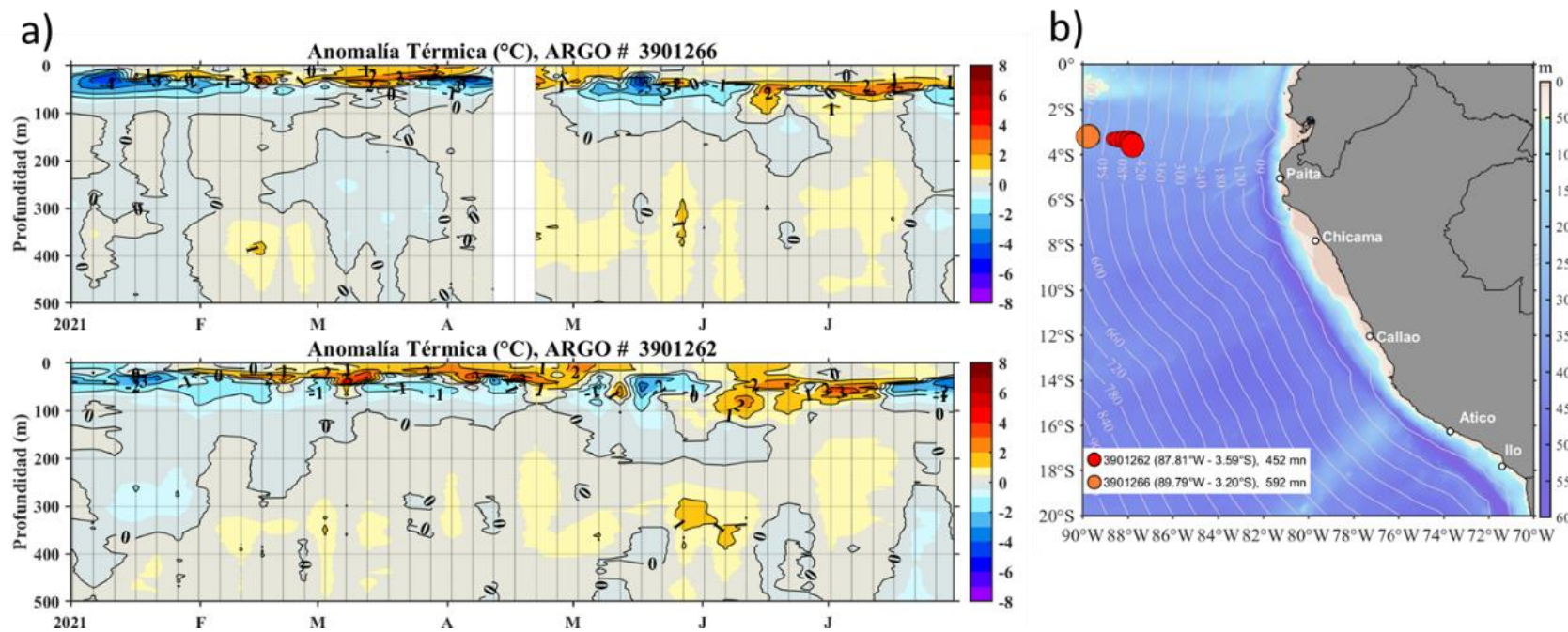


Figura 13: Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en la a) flotadores ARGO en la zona oceánica y b) ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de julio donde brindó información el flotador ARGO, fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

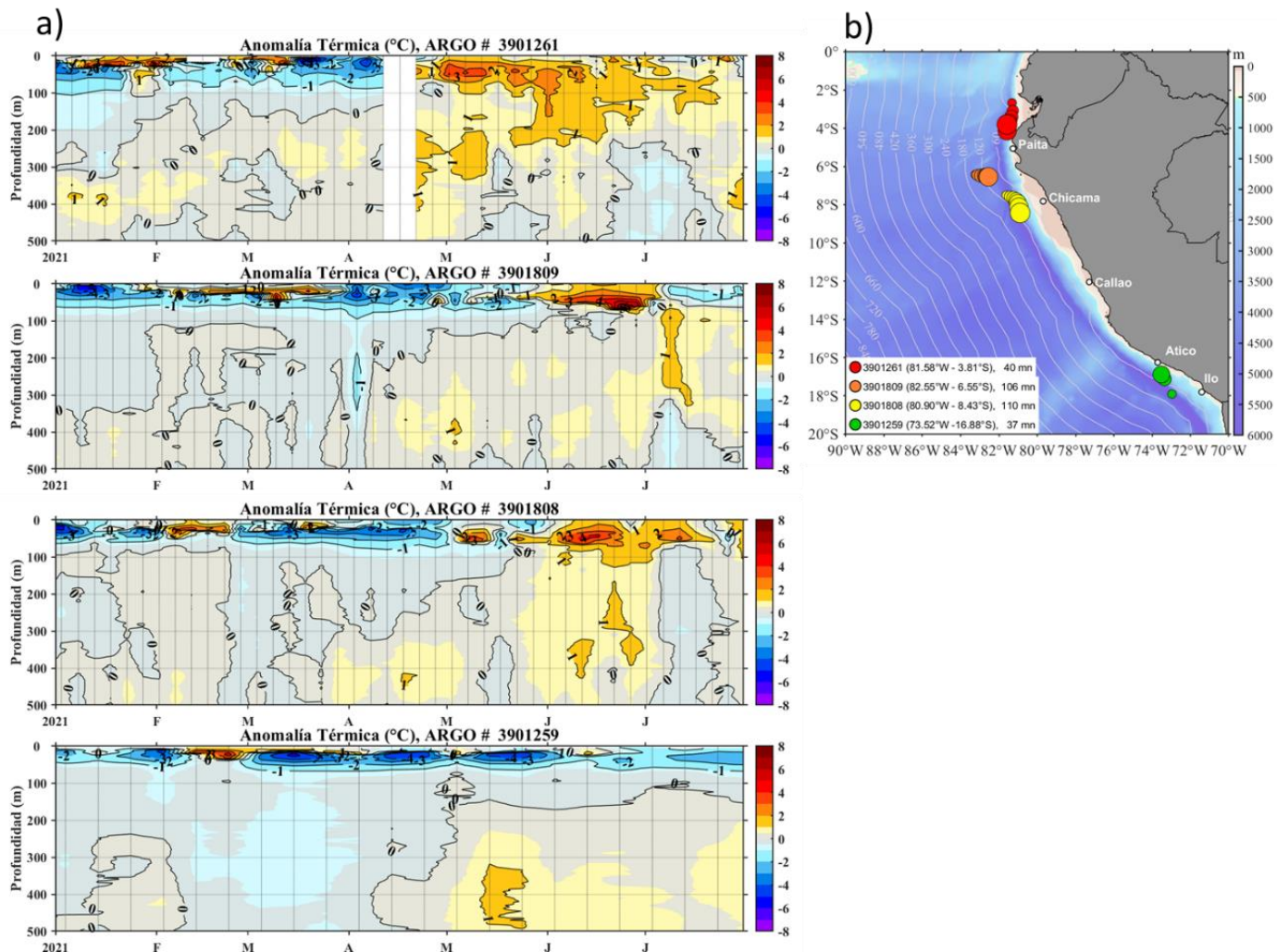
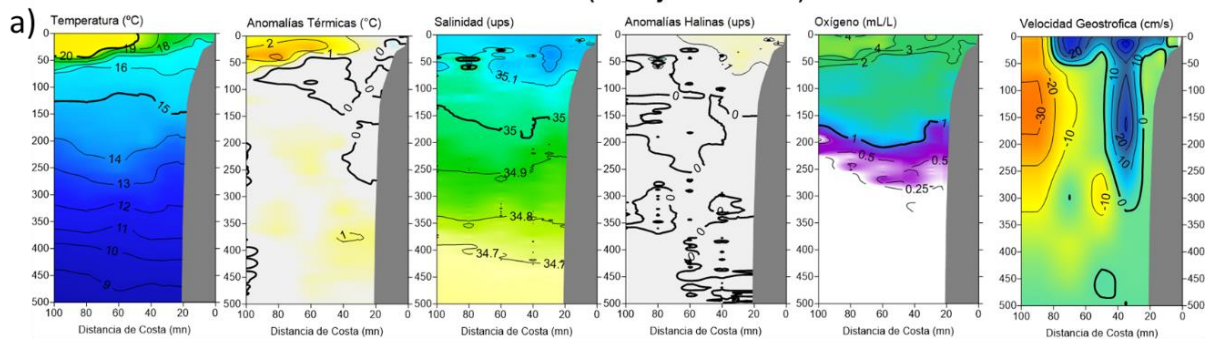


Figura 14: Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en la a) flotadores ARGO en la zona costera y b) ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de julio donde brindó información el flotador ARGO, fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

SECCIÓN PAITA (29-30 julio del 2021)



SECCIÓN CHICAMA (27-28 julio del 2021)

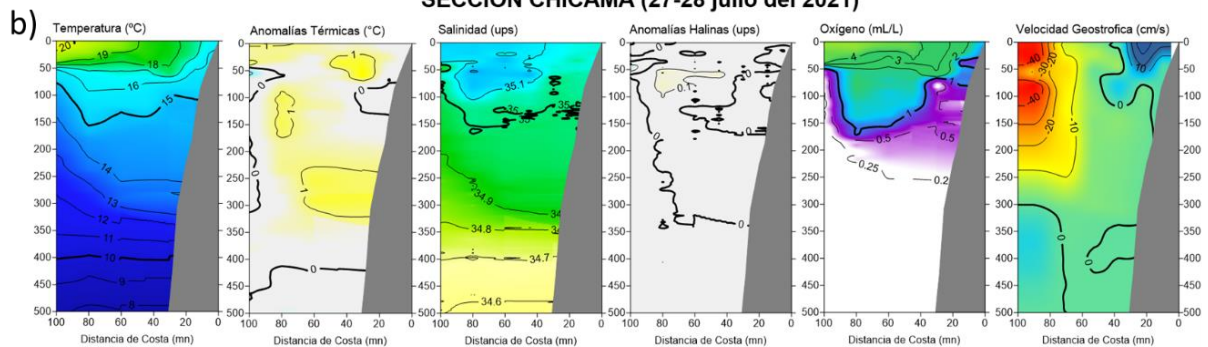


Figura 15: Sección vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (ups), anomalías halinas (ups), oxígeno (mL L^{-1}) y velocidad geostrofica (cm s^{-1}) (de izquierda a derecha) frente a Paita, 29-30 julio (a), y Chicama, 27-28 de julio (b).

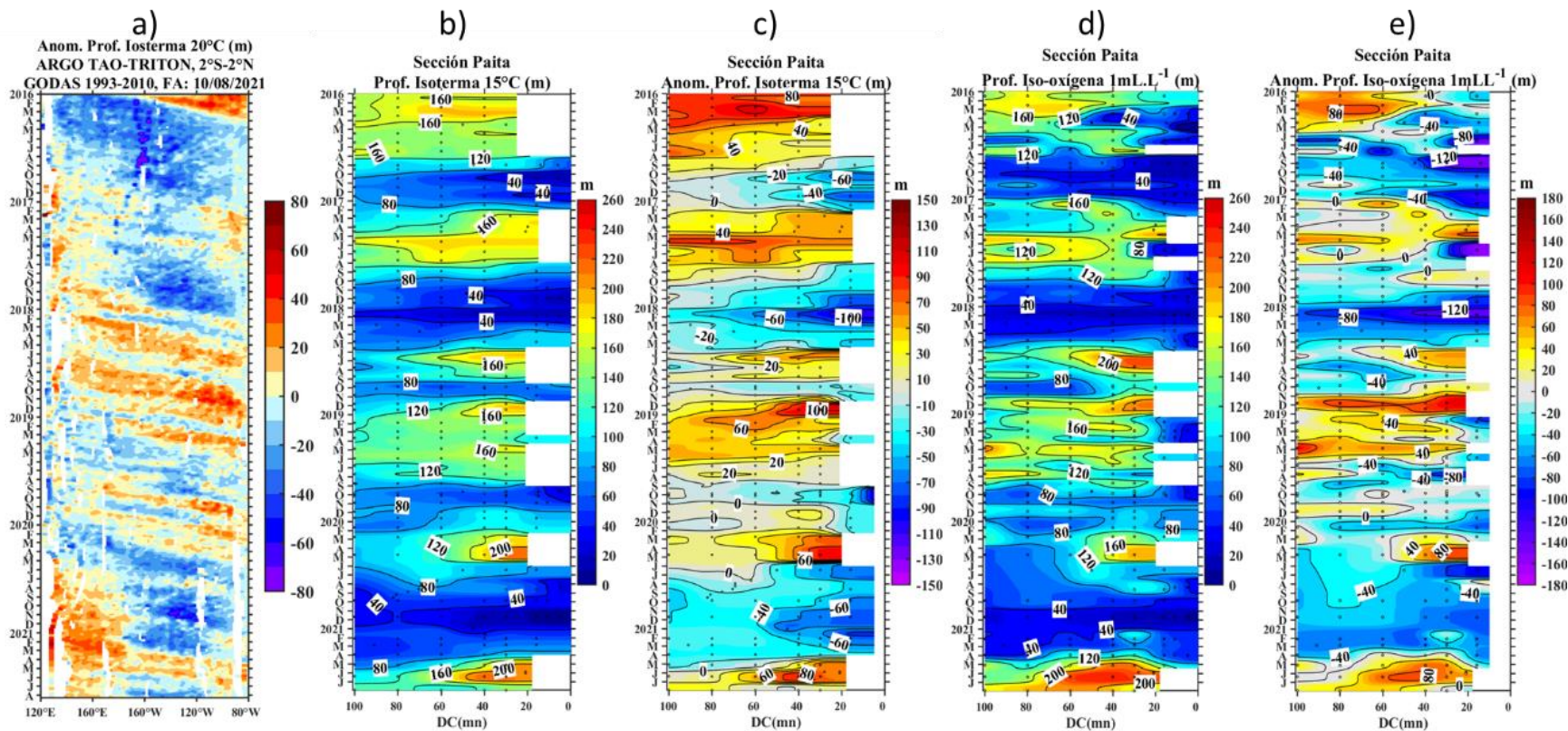


Figura 16: Diagrama Hovmoller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico ecuatorial (120°E – 80°W y 2°N – 2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) profundidad de la isoterma de 15 °C, c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, d) profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L⁻¹, e)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

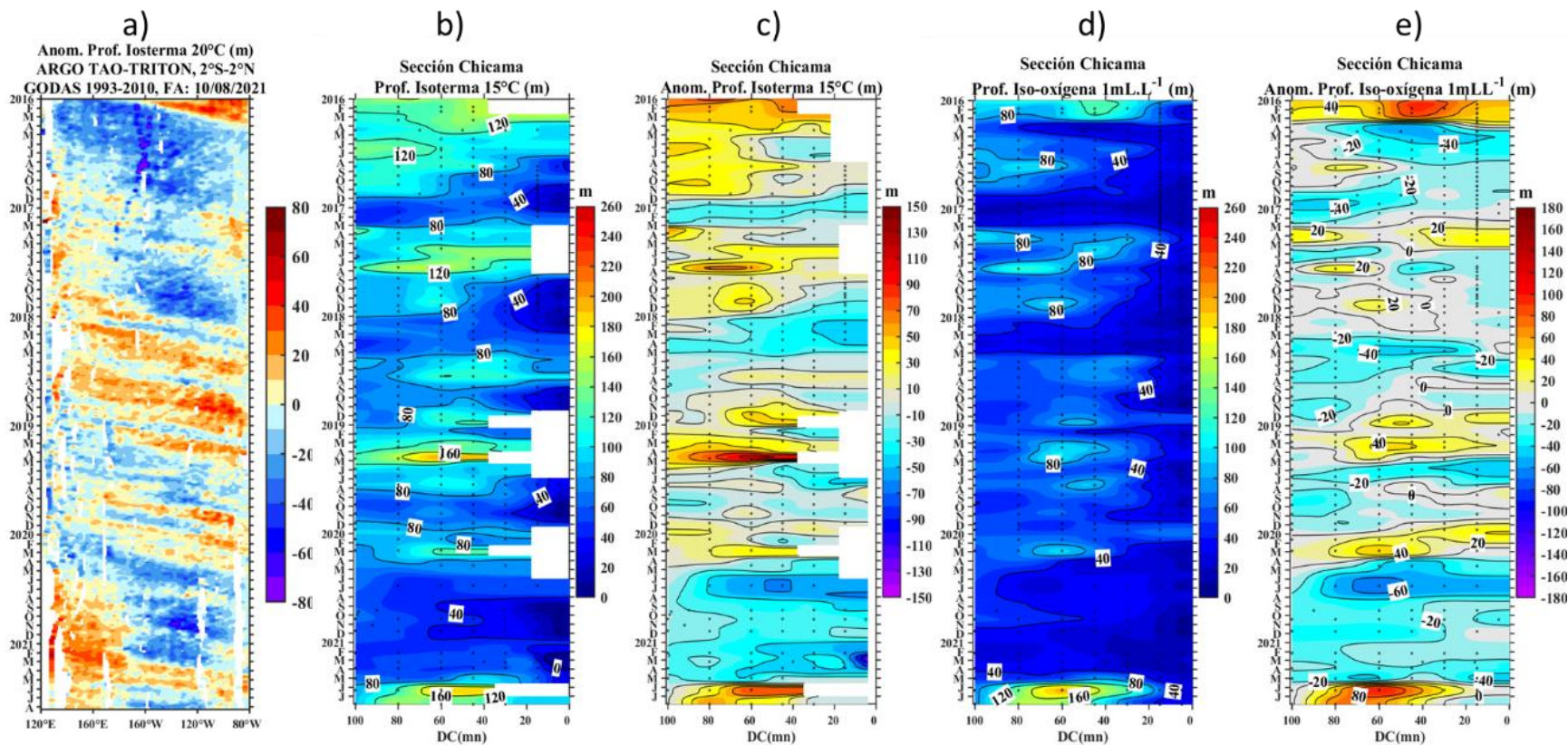


Figura 17: Diagrama Hovmoller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacifico Ecuatorial (120°E – 80°W y 2°N – 2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) profundidad de la isoterma de 15 °C, c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, d) profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L⁻¹, e)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

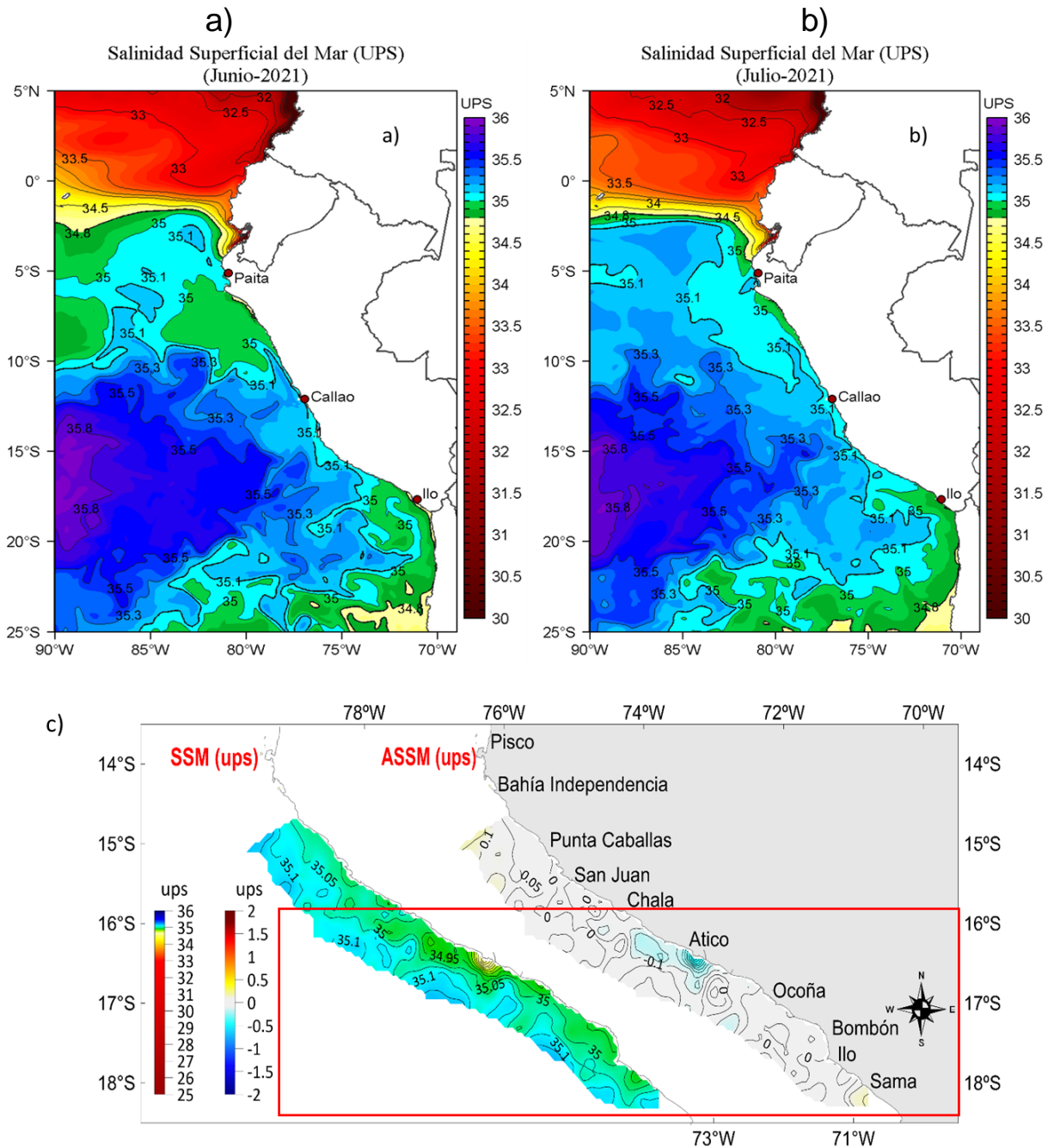


Figura 18: Distribución espacial promedio de la salinidad superficial del mar (UPS) para a) junio y b) julio de 2021 en el océano Pacífico tropical oriental proveniente del modelo MERCATOR. En c), salinidad superficial del mar y sus anomalías en el Crucero de Evaluación de Recursos Pelágico 2106-07 BIC Flores Del 01-07-2021 al 13-07-2021 (recuadro).

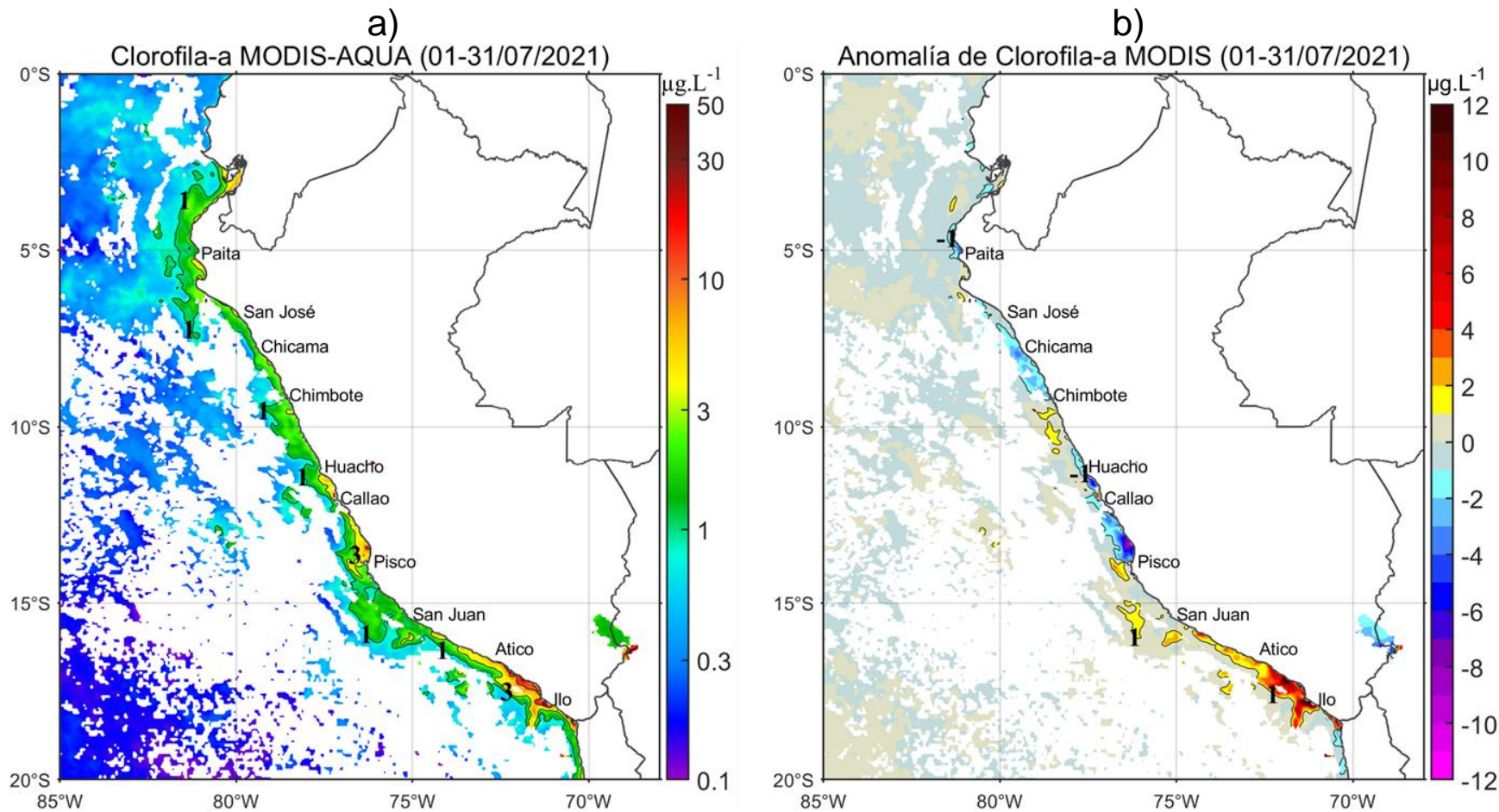


Figura 19: Mapa de la concentración de clorofila-a superficial satelital (a) y su anomalía (b) durante julio de 2021, proveniente de MODIS-AQUA ($\mu\text{g L}^{-1}$). Fuente: IMARPE.

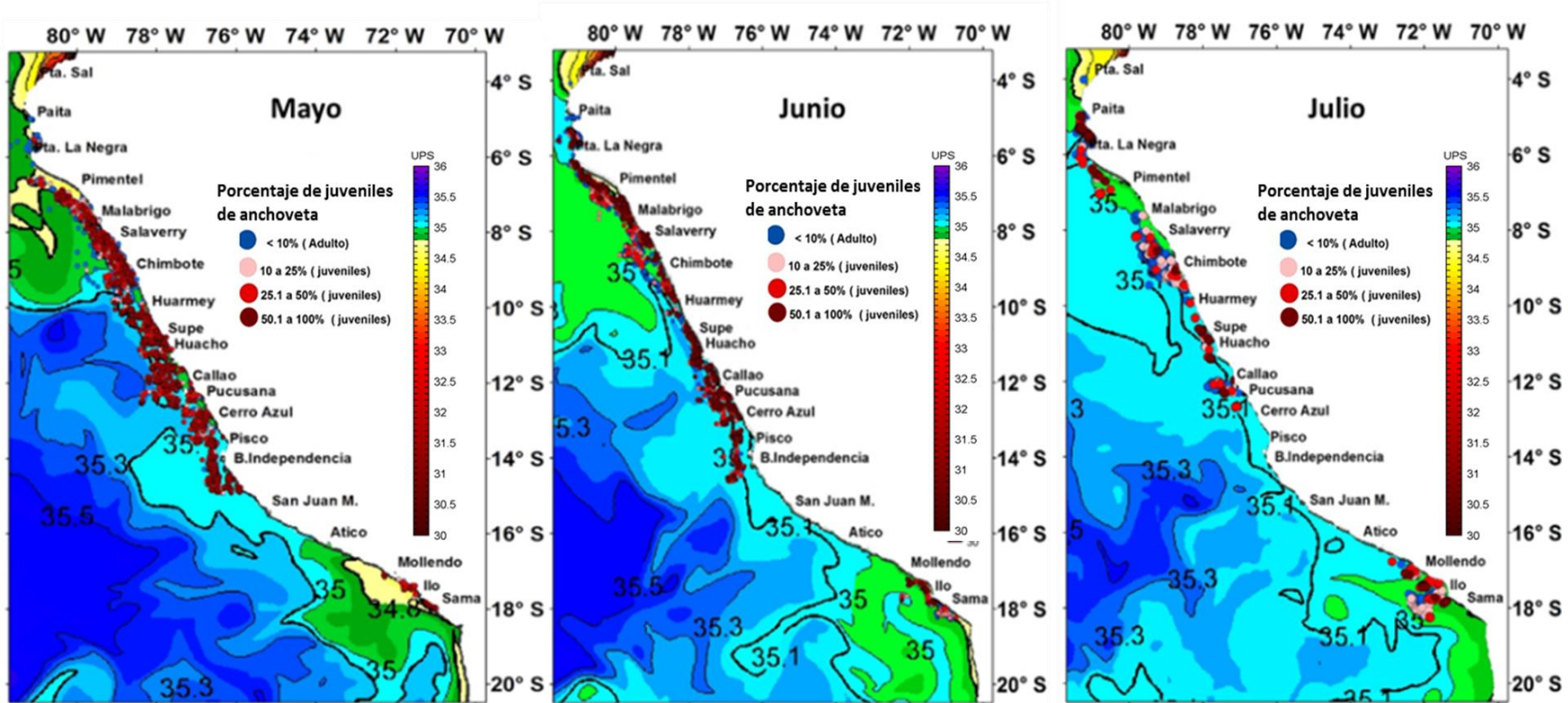


Figura 20: Distribución de la anchoveta en las regiones norte-centro y sur y su relación con la salinidad superficial del mar (SSM) durante los meses de mayo a julio 2021.

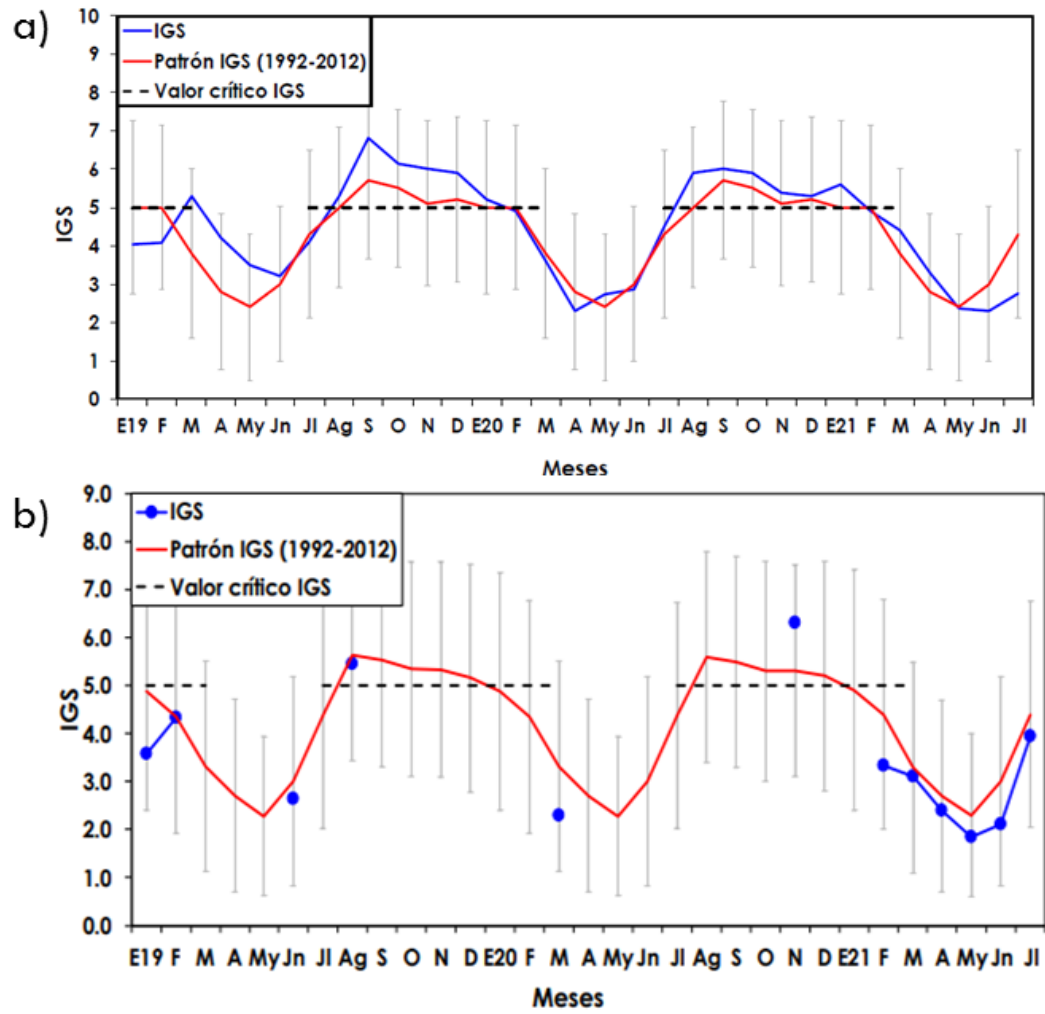


Figura 21: Índice Gonadosomático de anchoveta de la a) región norte – centro y b) región sur durante el periodo enero 2019 a julio 2021.

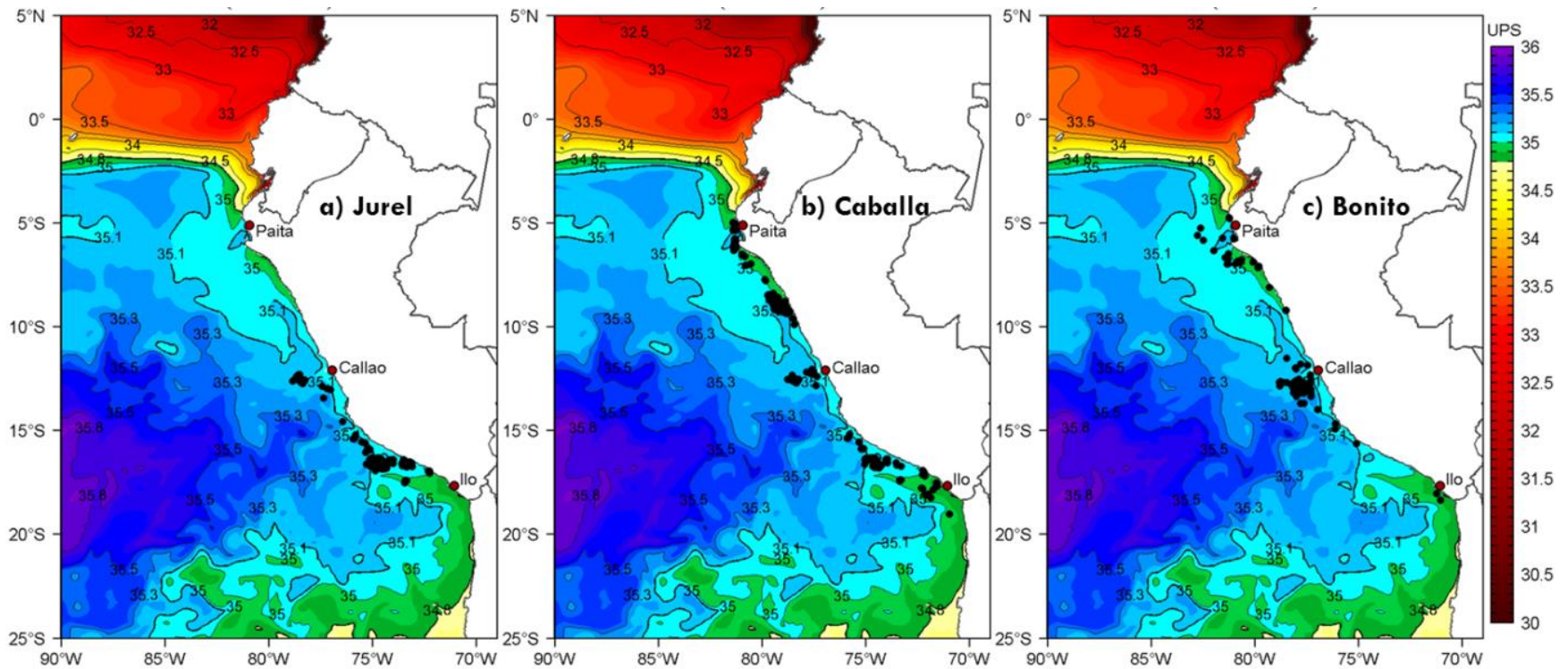
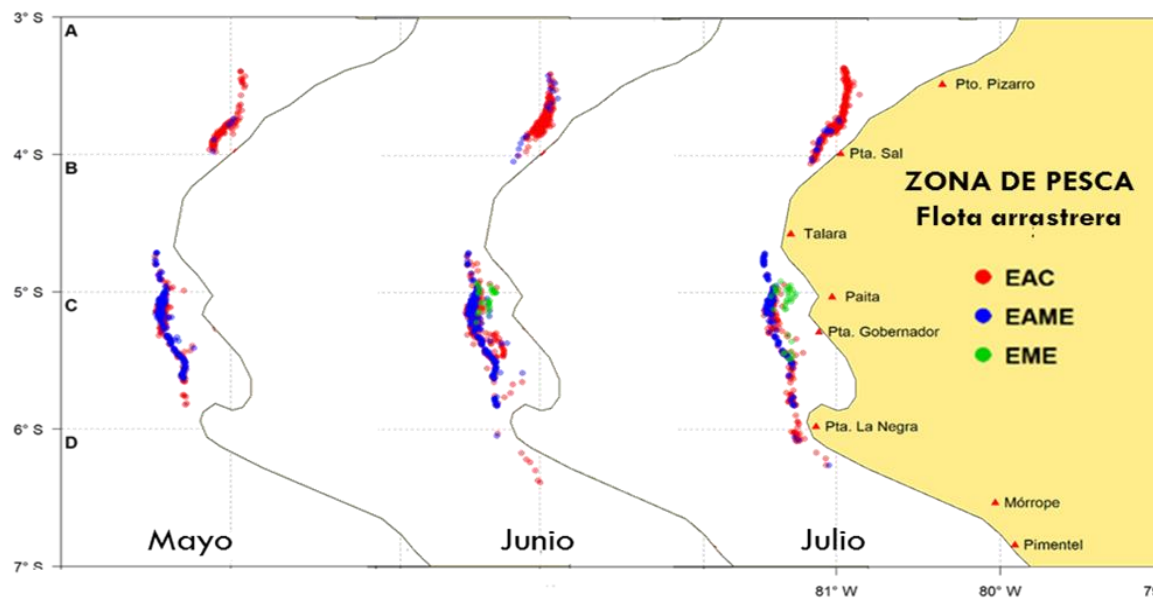


Figura 22: Distribución de a) jurel, b) caballa y c) bonito asociados a la salinidad superficial del mar (ups) adyacente al litoral peruano durante julio 2021.

a)
Distribución
de la merluza
(~ 150 m de
profundidad)

Embarcaciones arrastreras:

- Costeras (EAC)
- Mediana Escala (EAME)
- Menor Escala (EME)



b)
Estructura de
tallas

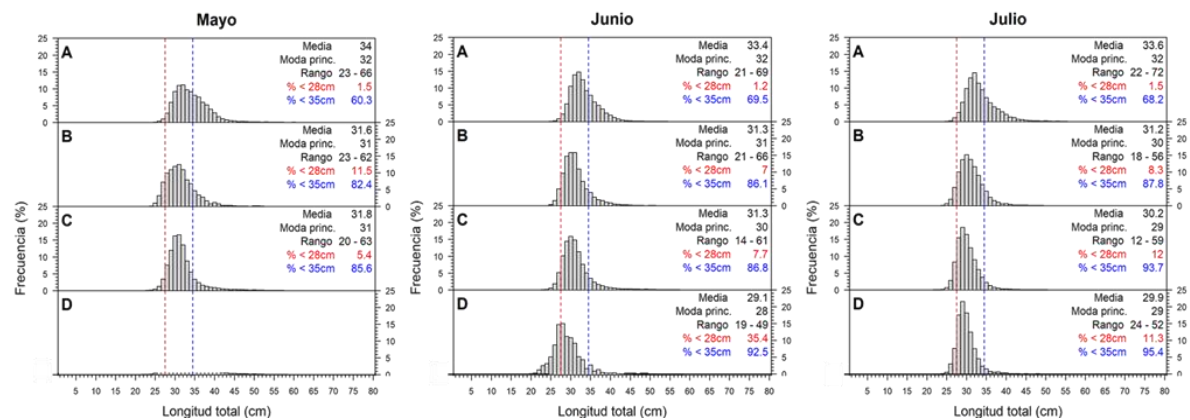


Figura 23: a) Distribución y b) estructura de tallas mensual de merluza según grado latitudinal (A: 3°S, B: 4°S, C: 5°S y D:6°S) durante el periodo mayo - julio 2021.

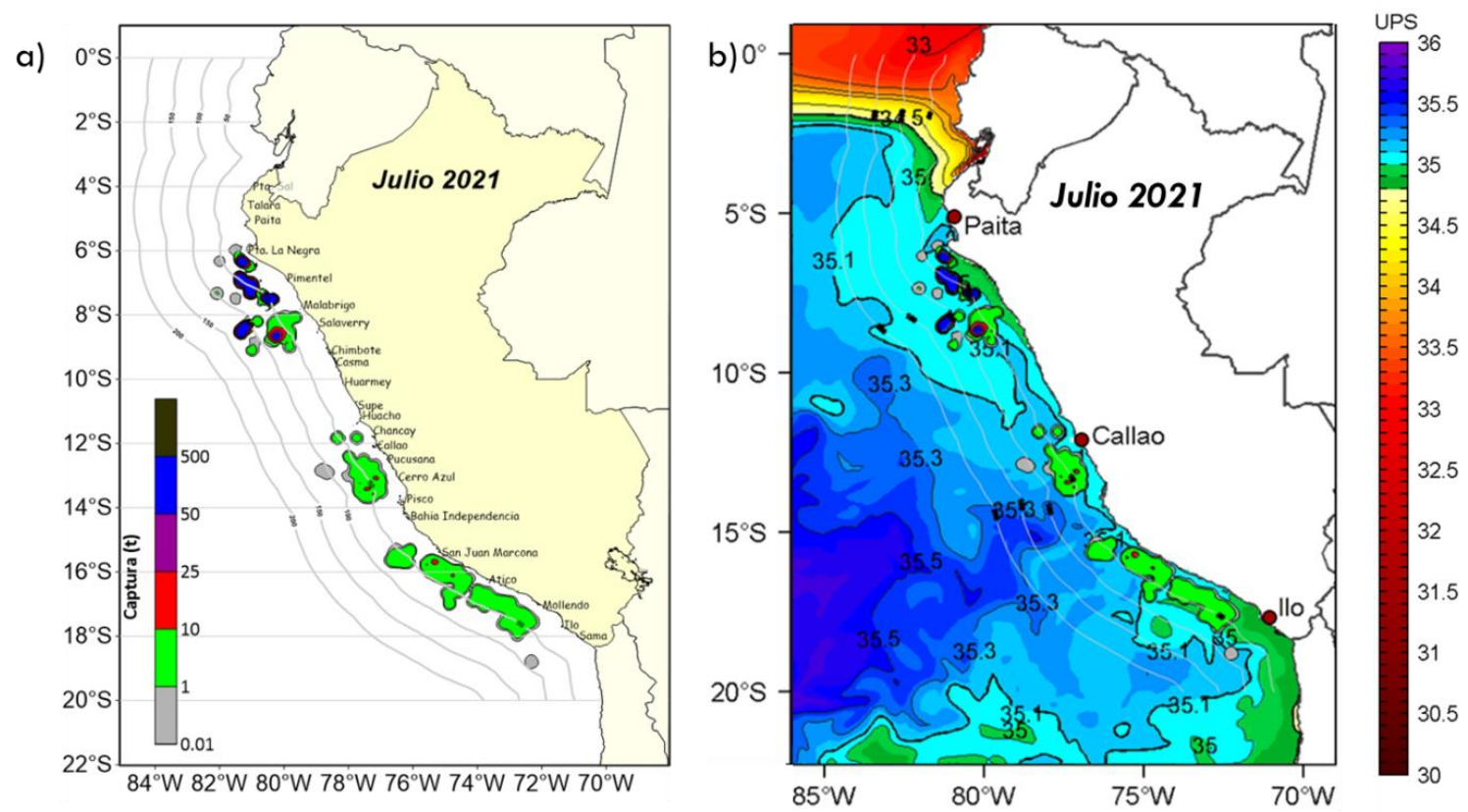


Figura 24: a) Distribución de la pota y b) en condiciones salinidad superficial del mar (ups) durante el periodo julio 2021.

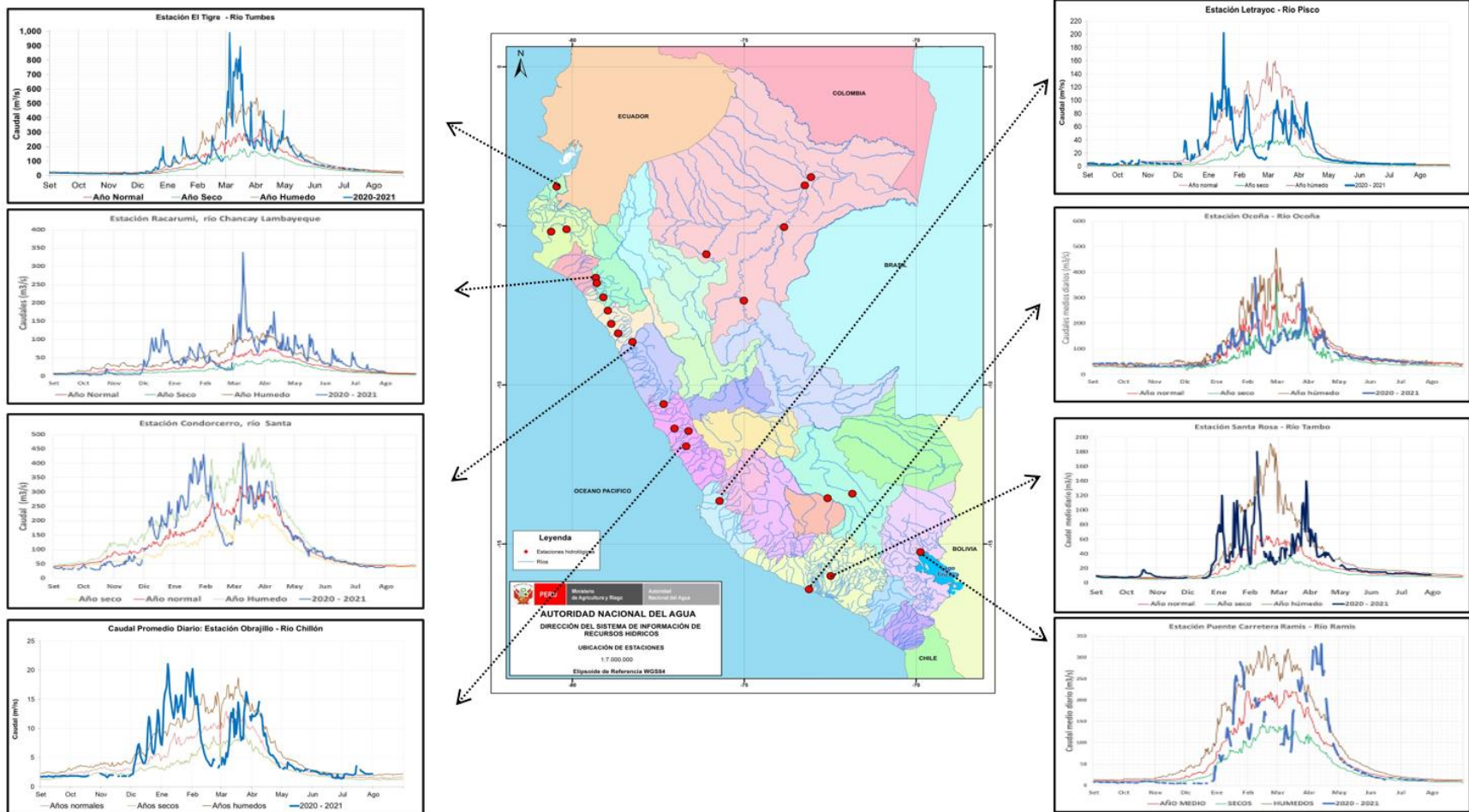


Figura 25: Caudales diarios ($m^3 s^{-1}$) de los principales ríos del norte (izquierda), centro (centro) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 31 de julio 2021. Las líneas azules indican caudales del año hidrológico 2020-2021, rojas: caudales normales; Fuente: SENAMHI, Proyectos Especiales y Juntas de Usuarios. Procesamiento: ANA.

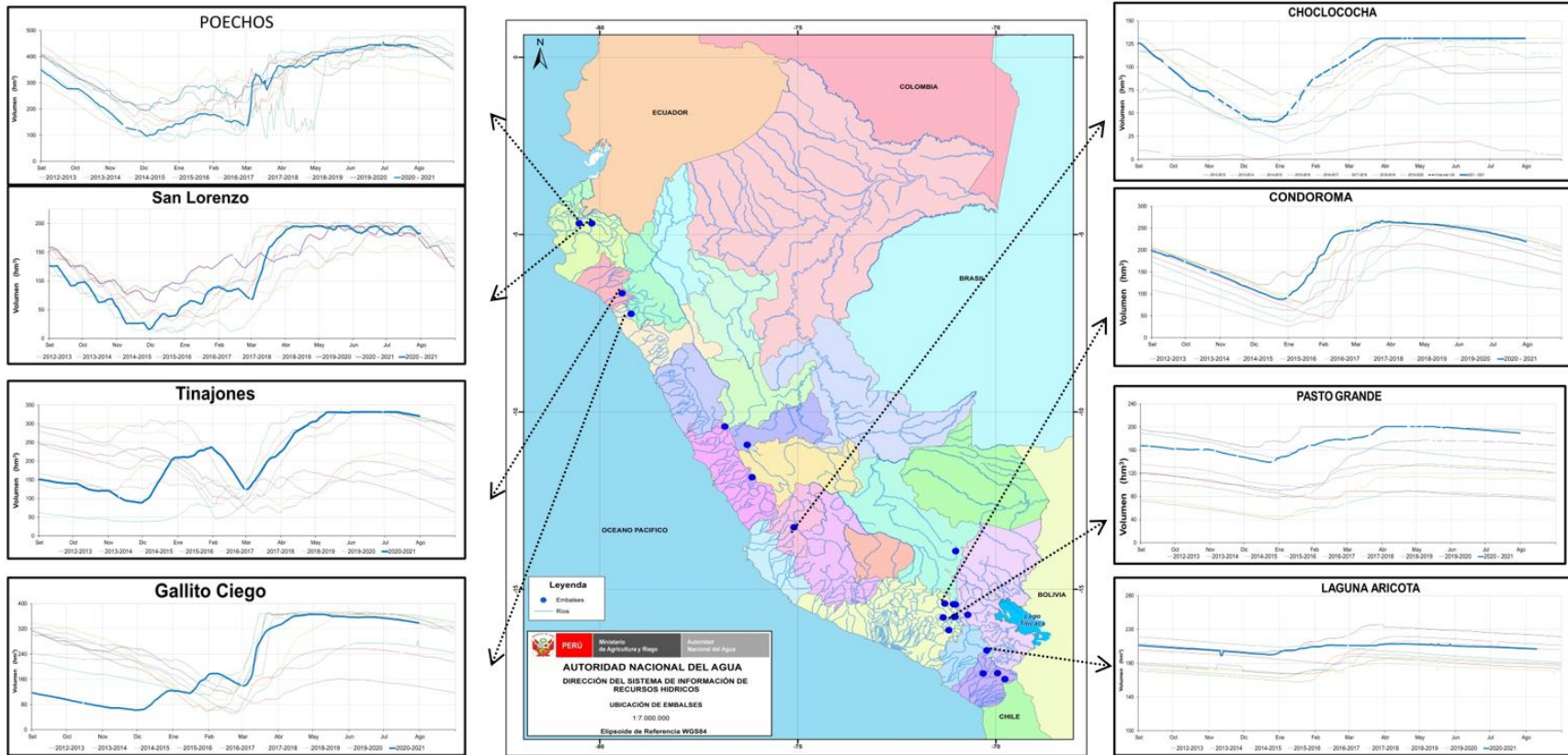


Figura 26: Volúmenes de almacenamiento (hm^3) de los principales Embalses del norte (izquierda), centro (derecha) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 31 de julio 2021. Las líneas azules indican volúmenes de almacenamiento del año hidrológico 2020-2021, líneas rojas, amarillo, verdes y negro: 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.

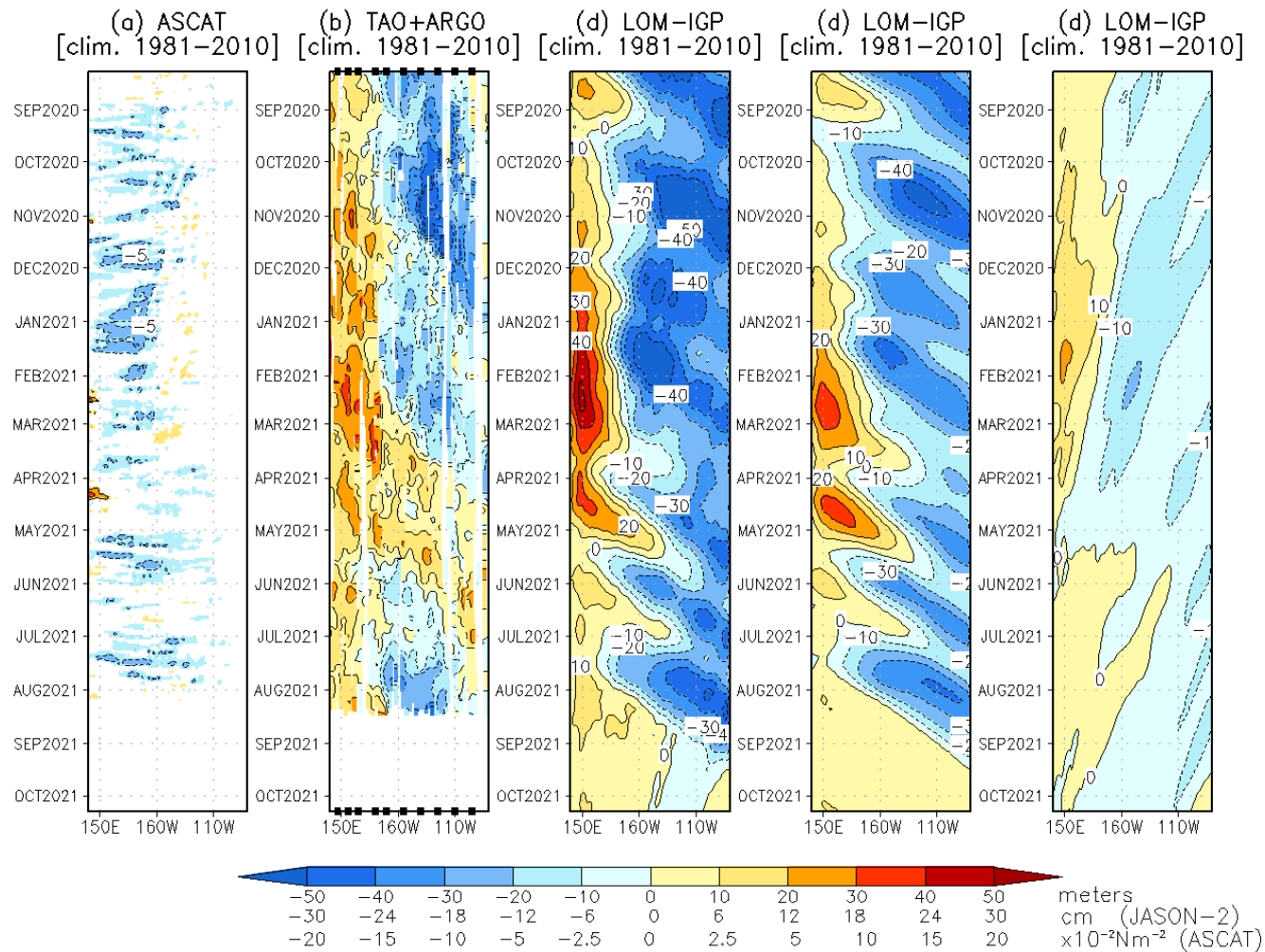


Figura 27: Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C con datos de TAO y los derivadores de Argo (b), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda de Kelvin (d) y 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

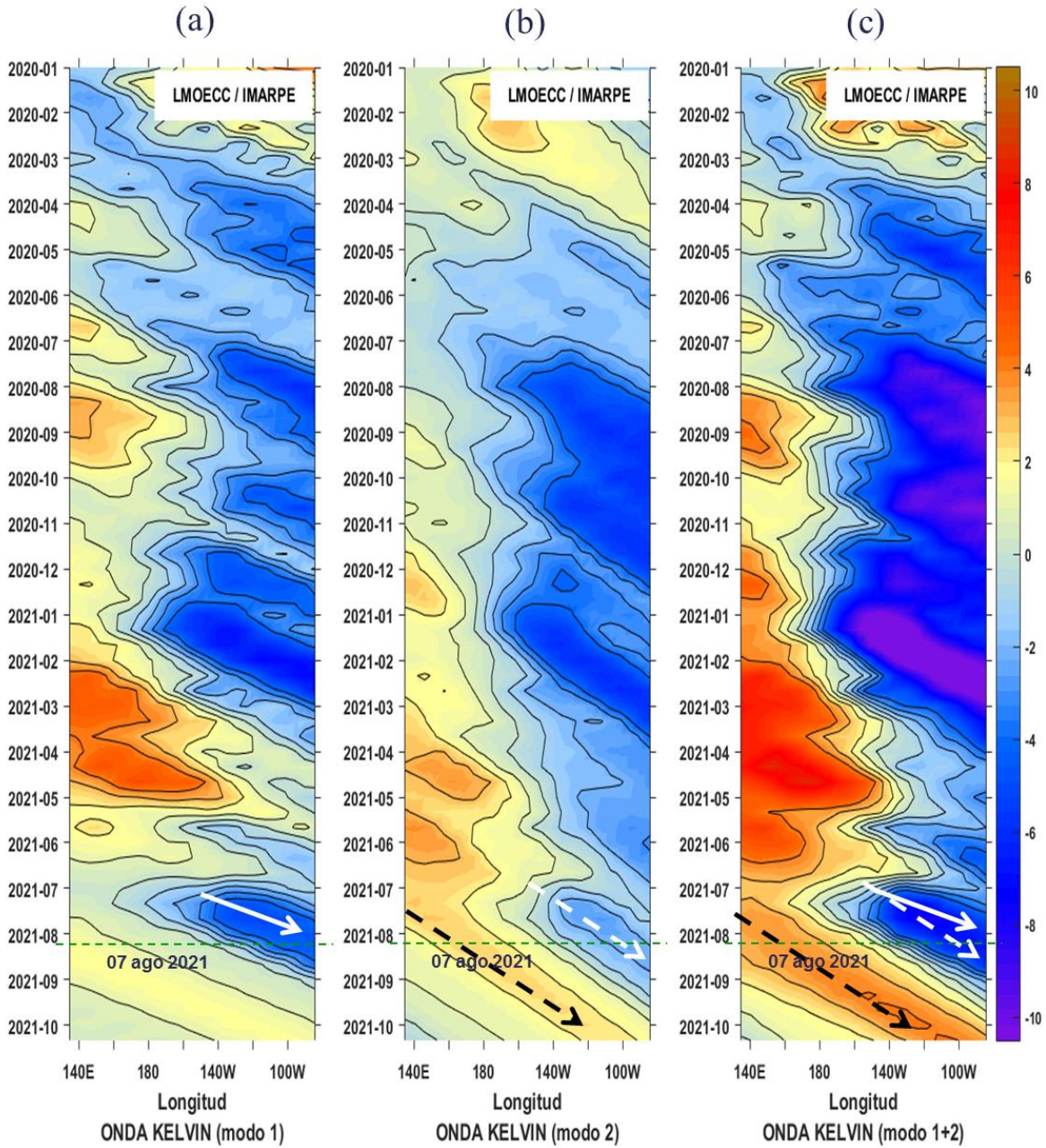


Figura 28: Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de viento; fecha inicial del pronóstico: 07 de agosto 2021. Fuente: IMARPE.

Anomalía del nivel del mar [cm] - \sum Modos -- [BLENDED]

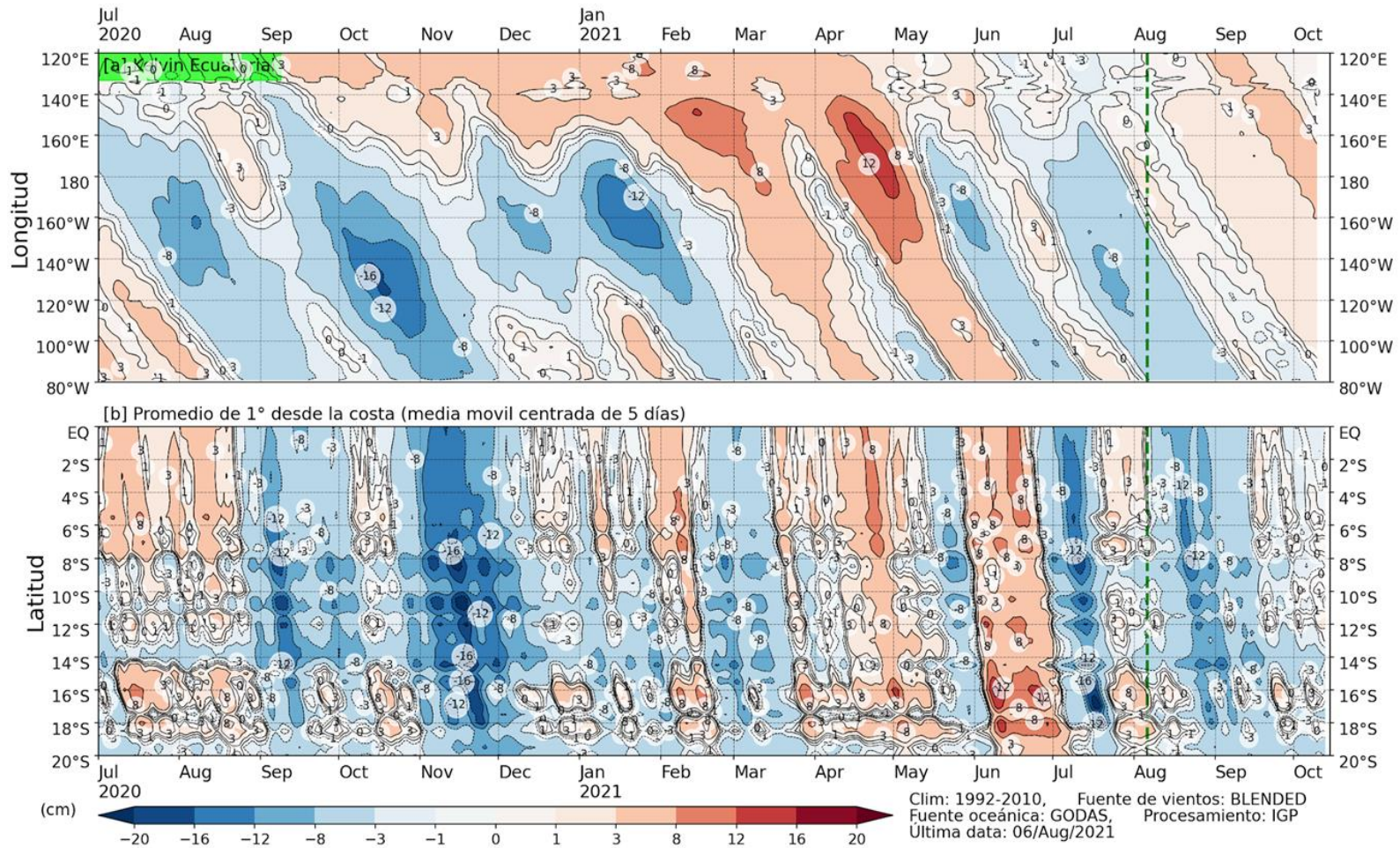


Figura 29: Anomalía del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada BLENDED (Bentamy et al., 2016), Fuente: IGP.

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 Biácoras de Pesca (BBP)	Seguimiento de Pesquerías	Monitoreo de islas, puntas, playas, estuarios, etc.	Alerta de fauna marina varada	Estaciones de observación fenológica/Cultivo	ESRL/NOAA	GPM	Reanálisis NCEP/NOAA	QuickScat + ASCAT			Producto OSTIA	Producto CMEMS	TRMM-3B42	SeaWIFS + MODIS	GFS	MERCATOR Ocean
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																						
Radiación de Onda Larga										X											IGP	* http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170E_140W.gif http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170W_100W.gif
Presión Atmosférica												X									SENAMHI	
Vientos												X	X						X		IGP/IMARPE	
Temperatura del Aire	X		X																		SENAMHI	
Precipitación	X										X										SENAMHI	
Precipitación estimada																X					SENAMHI/IGP	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																						
Temperatura del Mar	X	X	X	X	X							X			X						DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s, Período climatológico: 1981-2010, *Anomalías de OSTIA, son calculadas en base a una climatología de 30 años, proveniente de datos de Pathfinder.
Nivel medio del Mar	X															X					DIHIDRONAV/IMARPE	*Disponible desde 1993 a la actualidad, Período climatológico: 1993-2012, Frecuencia diaria,
Salinidad		X	X	X															X		DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones

