



# DIHIDRONAV

DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN  
MARINA DE GUERRA DEL PERÚ



## MONITOREO DEL FENÓMENO EL NIÑO ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO ENFEN

### INFORME TÉCNICO COMPONENTE OCEANOGRÁFICA

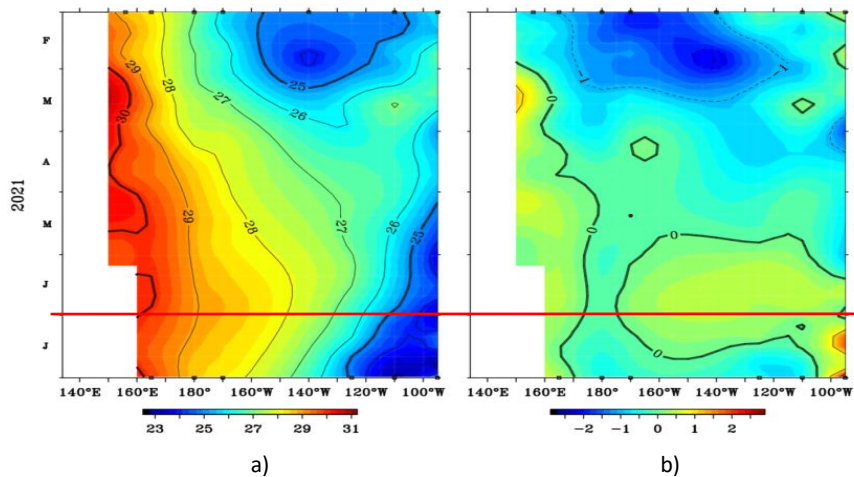
JULIO 2021



## 1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL PACÍFICO ECUATORIAL

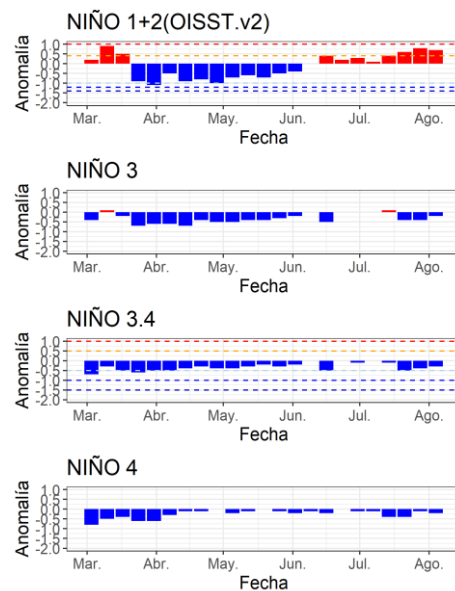
### 1.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En el Pacífico ecuatorial, respecto al mes de junio, disminuyó la temperatura superficial del mar (TSM) en toda la franja ecuatorial, pero dentro de su promedio normal en el Pacífico central, mientras que, en el extremo oriental se intensificaron las anomalías positivas de temperatura, alcanzando hasta +1.5°C (Figura 1.1.1 a y Figura 1.1.1 b).



**Figura 1.1.1** Diagrama de longitud-tiempo de la a) temperatura superficial del mar y la b) anomalía de la temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial entre 02° N y 02° S de los últimos seis meses. Línea sólida roja indica el mes de julio. Fuente: Boyas TAO - NOAA.

Por regiones Niño, en la segunda quincena de julio se intensificaron las anomalías negativas, a excepción de la región Niño 1+2 alcanzando a registrar anomalías positivas mayores a +0.5. Las anomalías semanales fluctuaron durante julio de -0.4°C a -0.1°C en Niño 4; de -0.5°C a 0.0°C en Niño 3.4; de -0.4°C a 0.1°C en Niño 3 y de 0.1 a 0.7 en Niño 1+2. Como promedio mensual en la región Niño 3.4 la anomalía fue de -0.3 y en Niño 3 fue de -0.2; mientras que, en la región Niño 1+2 de 0.2°C (Figura 1.1.2).



**Figura 1.1.2** Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño, de febrero a julio 2021. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV.

En el Pacífico ecuatorial central y occidental en promedio, se registró una menor cobertura de las anomalías positivas de la temperatura superficial respecto a junio; aunque, manteniéndose dentro del umbral de condiciones normales. Por otro lado, en la región oriental continuó la intensificación de las anomalías positivas, alcanzando valores de hasta 2.5°C, al este de los 110°W. Asimismo, los núcleos negativos también disminuyeron en el extremo oriental (Figura 1.1.3).

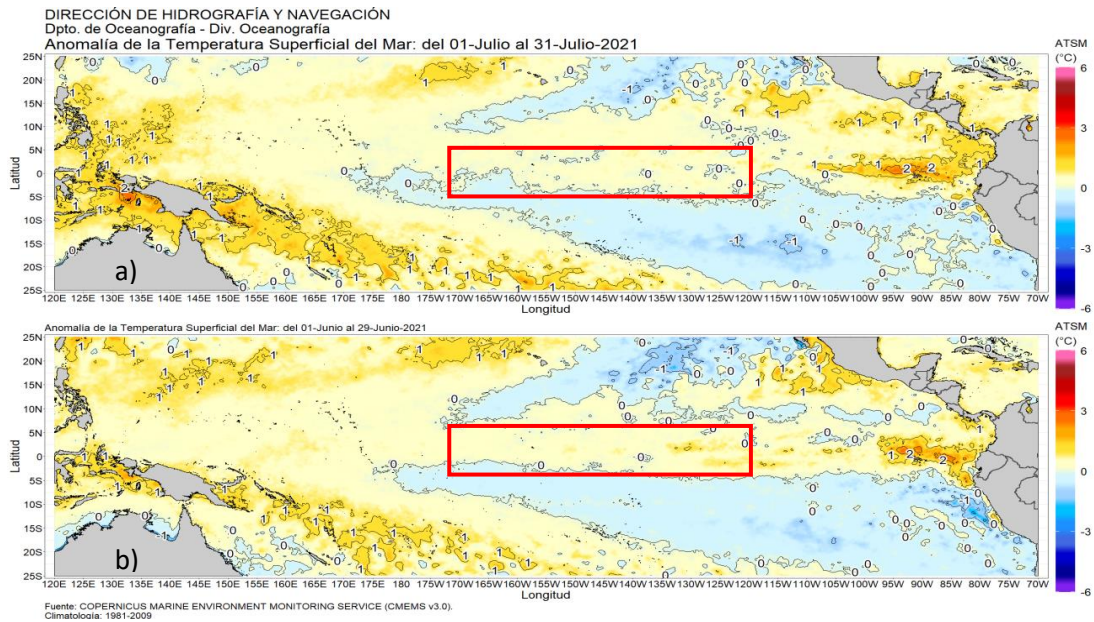


Figura 1.1.3 Promedio mensual de la anomalía de la temperatura superficial del mar de a) julio de 2021 y b) junio de 2021. Fuente: OSTIA, Gráfico: DIHIDRONAV.

## 1.2. INDICE OCEÁNICO EL NIÑO (ONI)

El índice ONI (Oceanic Niño Index) del Pacífico central (Niño 3.4) continuo con la tendencia positiva, pasando a una condición fría débil a partir del mes de febrero 2021 y saliendo de esta condición en junio 2021, con un valor de -0.4°C corresponde a condiciones normales (Figura 1.2.1).

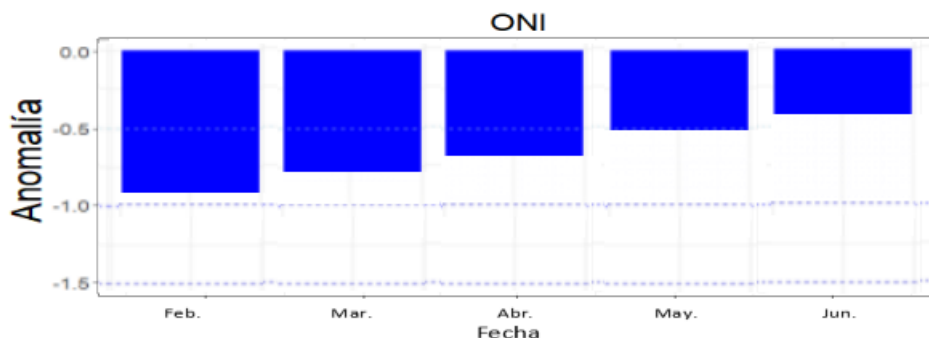
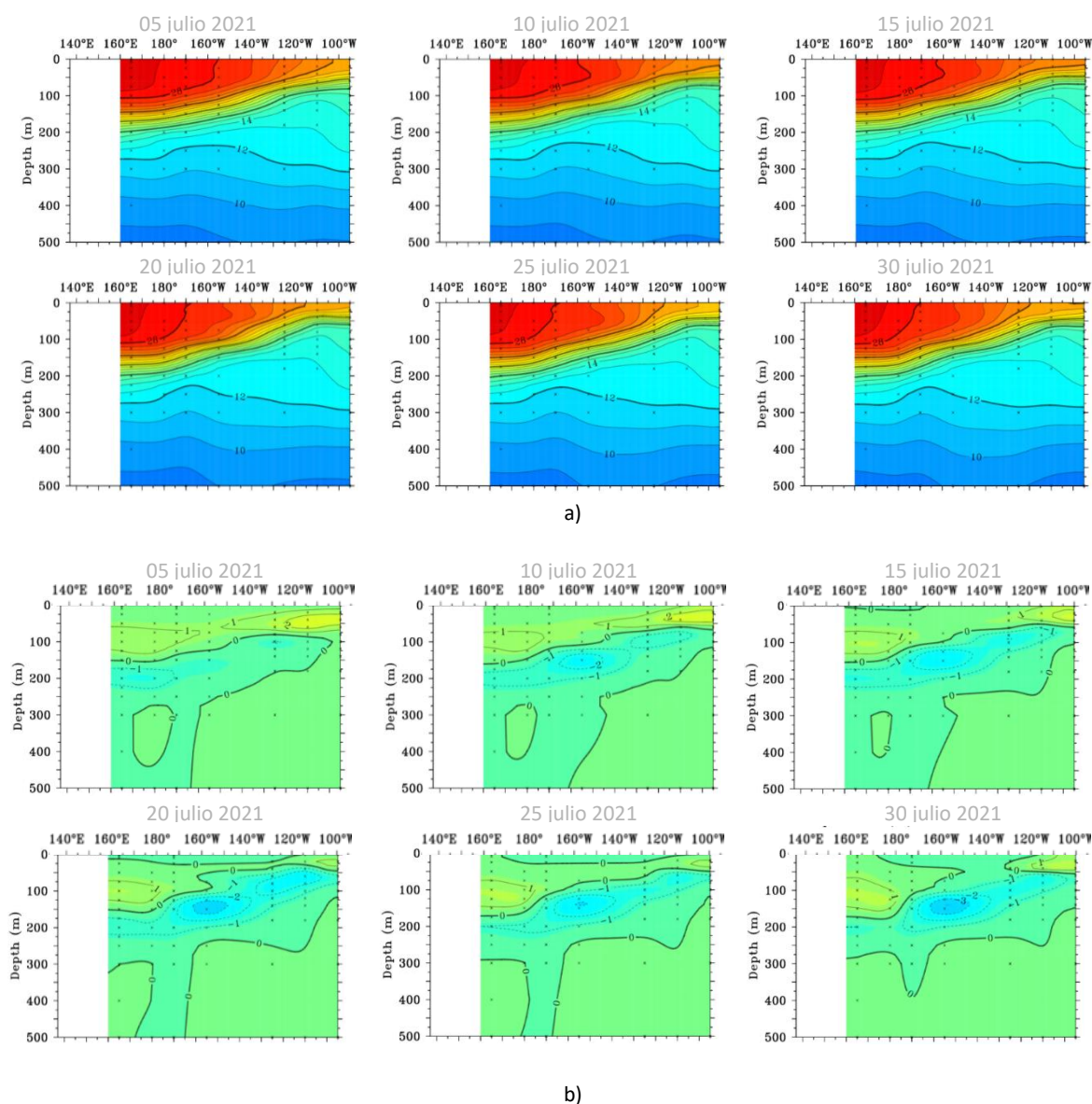


Figura 1.2.1 Serie del ONI, de los último seis meses. Fuente: NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV.

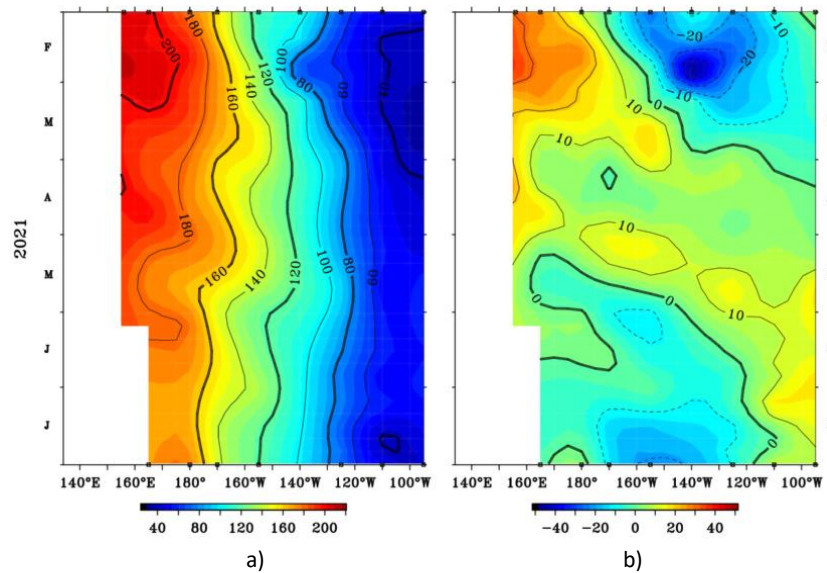
### 1.3. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

En el Pacífico ecuatorial, se registró una elevación de la termoclina en toda la región ecuatorial, principalmente al entre los 170°W-150°W y al este de los 120°W, durante el mes de julio 2021, disminuyendo el gradiente térmico y desarrollándose las anomalías negativas de hasta -2°C en la capa de los 200 m y 80 m de profundidad en la región de las regiones central y oriental. Asimismo, en la región oriental se mantuvieron las anomalías positivas sobre los 60m de profundidad; mientras que, a profundidad, se registran anomalías menores a -1°C, provocando una elevación de las isothermas y la termoclina. Durante el transcurso del mes, el núcleo de anomalías negativas se intensificó en la región oriental (Figura 1.3.1).



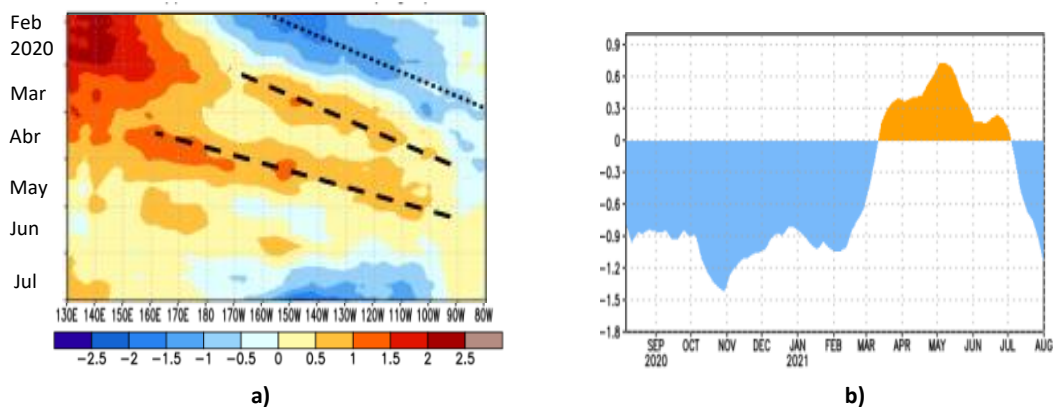
**Figura 1.3.1.** Sección transversal en el Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S, promedio de cinco días, finalizando los días 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de julio 2021 de la a) temperatura subsuperficial del mar (°C) y b) anomalía de la temperatura subsuperficial del mar (°C). Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

En el Pacífico ecuatorial la isoterma de 20°C continuó en promedio 10 m más profundo de lo normal en el extremo oriental, particularmente al este de los 110°W; mientras que, en la región central y occidental las condiciones continuaron decreciendo en anomalía, mostrando un incremento de las anomalías negativas, principalmente entre los 180° y 120°W, debido a la formación y propagación de una onda Kelvin fría (Figura 1.3.2).



**Figura 1.3.2.** Diagrama longitud-tiempo de la a) profundidad de la isoterma de 20°C (m) y b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) promedio entre 2°N – 2°S, de febrero a julio 2021. Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL.

En la región ecuatorial, el contenido de calor mostró una intensa disminución de sus valores durante todo el mes de julio; Sin embargo, se registra que el calor sobre la región oriental se mantuvo durante el mes. Asimismo, los valores de anomalía negativa de calor corresponderían a la formación de una onda Kelvin fría entre los 170°W y 100°W (Figura 1.3.3 a y Figura 1.3.3 b).

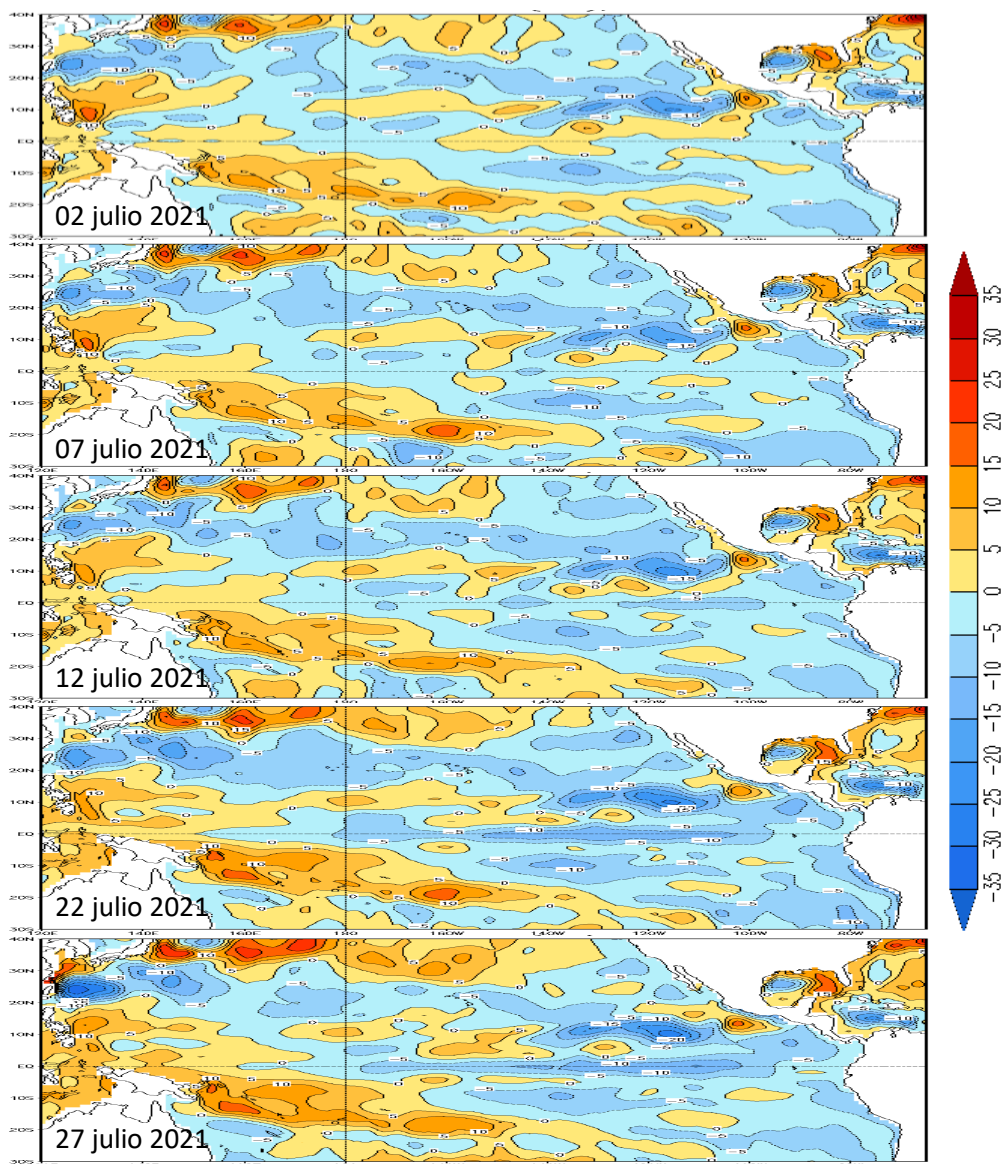


**Figura 1.3.3** Anomalía del contenido de calor (°C) en el a) Pacífico ecuatorial entre 130°E-80°W, de profundidad de febrero a julio 2021, y b) promedio de la región entre 180°-100°W de setiembre 2020 a julio 2021. Fuente: CPC-NOAA.

#### 1.4. NIVEL DEL MAR

El Nivel del mar en el Pacífico ecuatorial estuvo dentro de lo normal hasta la segunda semana de Julio, para luego disminuir hasta -10 cm por debajo de lo normal, debido a la intensificación de los vientos y a la formación de una onda Kelvin fría en la región central y occidental entre 180° y 100°W en julio 2021 (Figura 1.4.1).

Por otro lado, en el Pacífico ecuatorial, durante julio, las anomalías de nivel mostraron el paso de una onda Kelvin fría y cálida en la primera y segunda quincena, respectivamente (Figura 1.4.2).



**Figura 1.4.1.** Anomalia del nivel del mar en el Pacífico tropical para los días 02, 07, 12, 22 y 27 de julio de 2021. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS.

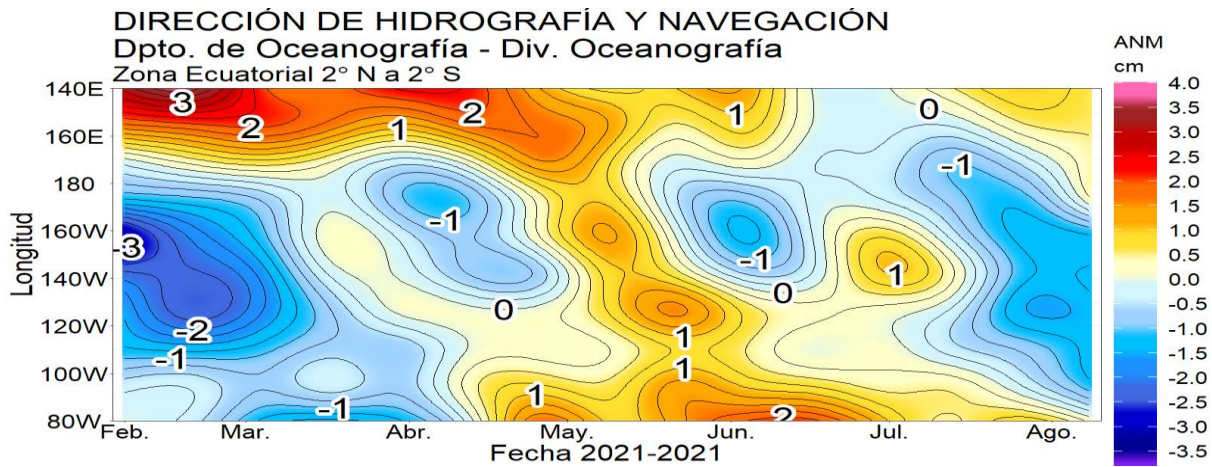


Figura .1.4.2. Diagrama de Hovmöller de la anomalía del nivel del mar en la región ecuatorial entre los 140°E-80°W de 2°N-2°S. Periodo de febrero a julio 2021. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS. Gráfico: DIHIDRONAV.

### 1.5. VIENTO

En el Pacífico ecuatorial, se registró la intensificación de los vientos del este, con mayor anomalía al oeste de los 150°W, que estarían ayudando a la generación y propagación de la onda Kelvin fría. Sin embargo, para fines del mes los vientos se normalizaron, hasta registrar en la región central ligeras anomalías del oeste en la región central (Figura 1.5.1).

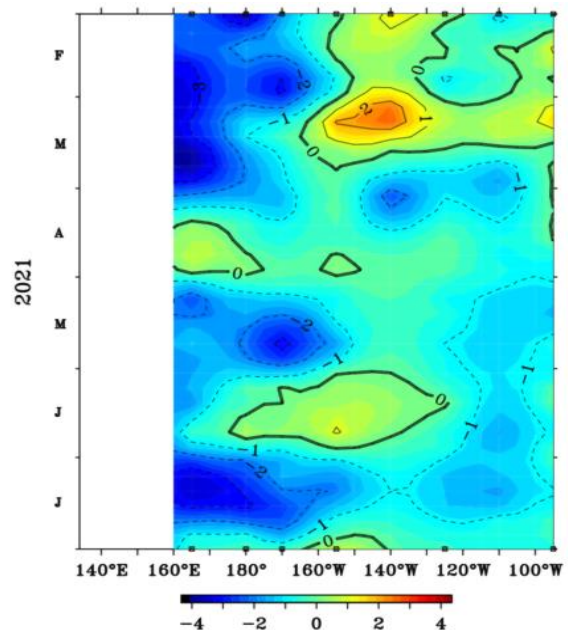
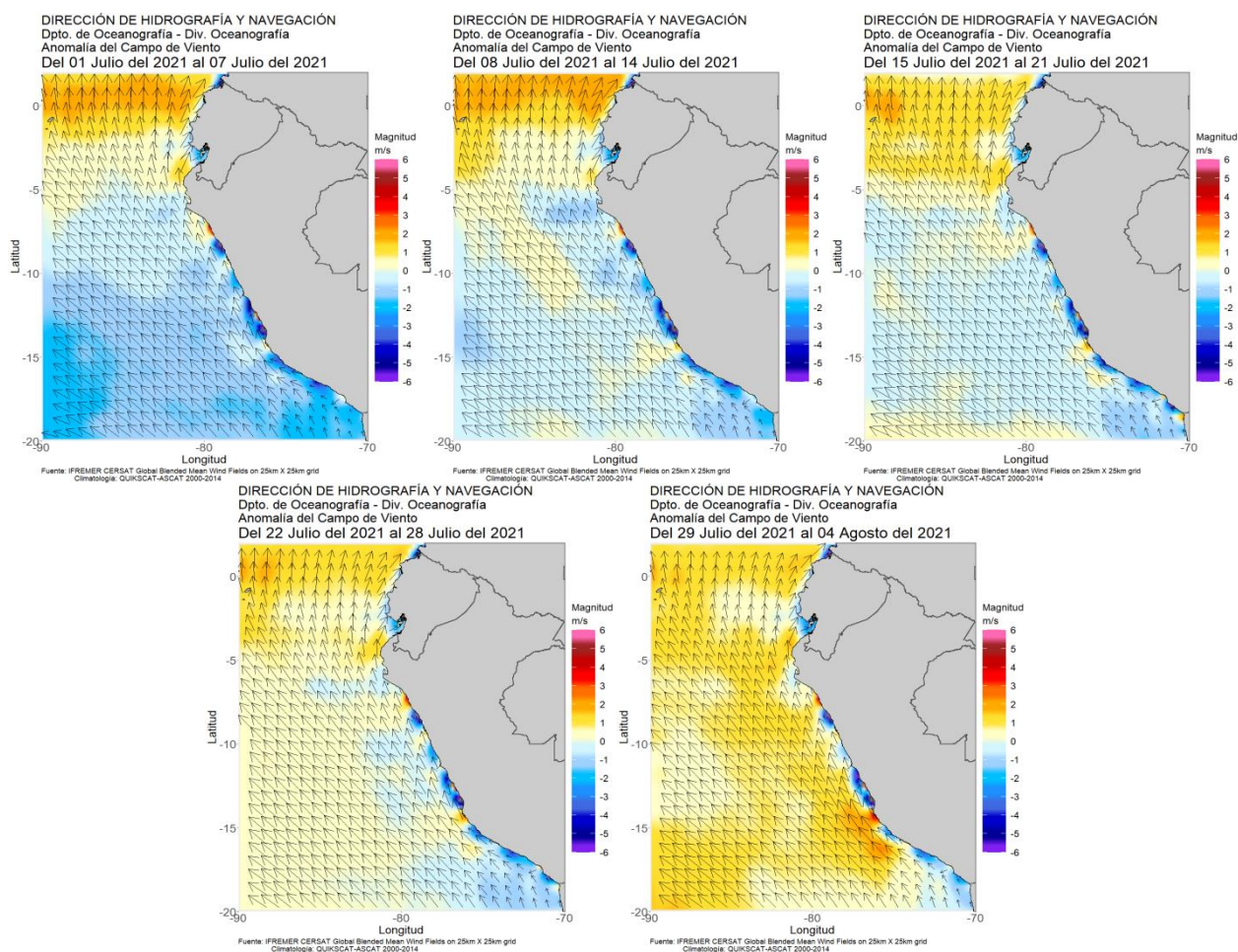


Figura .1.5.1. Diagrama de Hovmöller de la anomalía del viento zonal (m/s) a nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, para el periodo de febrero a julio de 2021. Fuente: NOAA.

## 2. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS FRENTE A LA COSTA DE PERÚ

### 2.1. VIENTOS

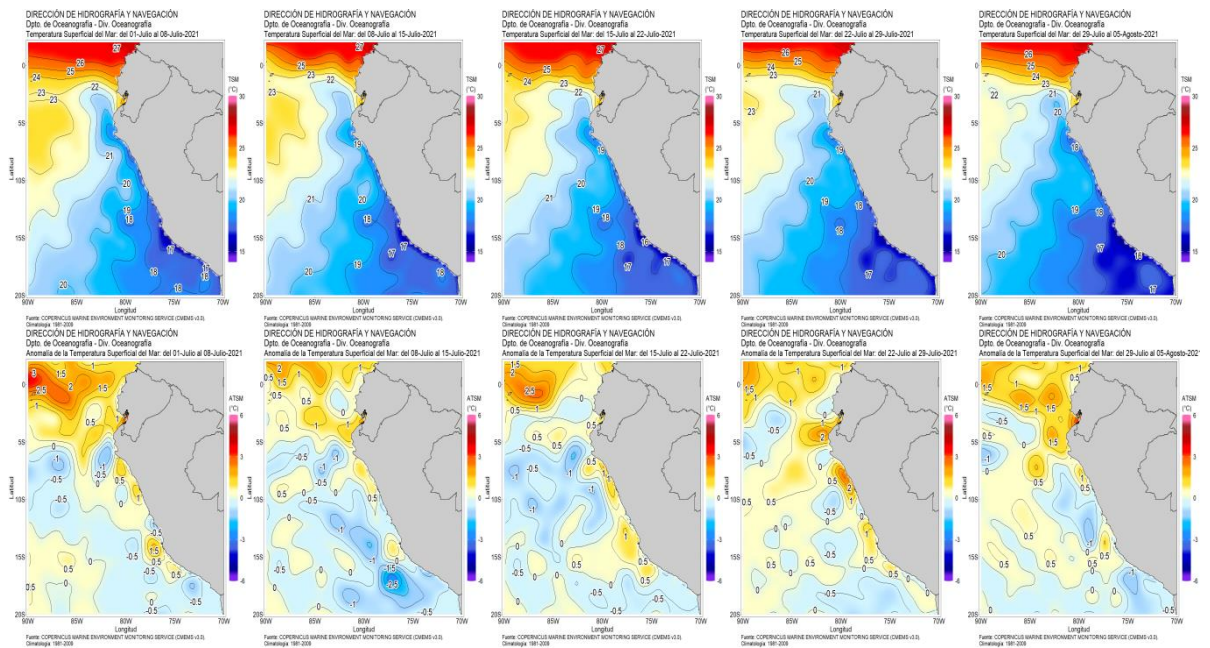
Durante el mes de julio el campo de viento se vio muy predominante con anomalías positivas de al norte de los 5°S hasta la tercera semana del mes, para luego incrementarse frente a toda la costa peruana hasta anomalías de 3 m/s; sin embargo, estos vientos se presentaron por fuera de las 50 millas; mientras que próximo a la costa se mantuvieron por debajo de lo normal, alcanzando valores de -5m/s de anomalía al sur de los 7°S durante los últimos meses (Figura 2.1.1).



**Figura 2.1.1.** Anomalia semanal de los vientos frente a la costa de Perú durante julio de 2021. Climatología 2000-2014 (QUIKSCAT-ASCAT). Fuente IFREMER CERSAT Global Blended Mean Wind Fields. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

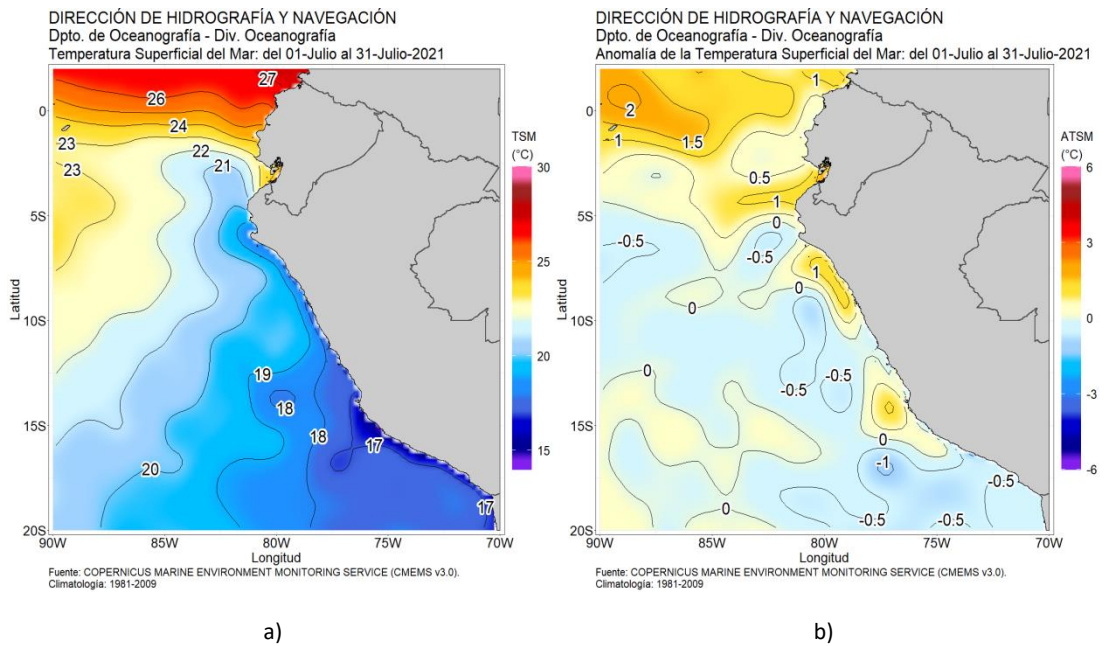
## 2.2. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En la región Niño 1+2, la TSM disminuyó de 23°C a 22°C, pero un predominio de anomalías positivas al norte de los 6°S y anomalías negativas al sur de esta latitud. Por otro lado, frente a la costa centro de Perú las anomalías positivas predominaron cerca de la costa (50 mn), mientras que, por fuera de esta distancia, continuaron las anomalías negativas hasta la tercera semana, para luego disminuir hasta presentar anomalías positivas. En la zona sur, predominaron anomalías negativas, siendo más intensas en la segunda semana (Figura 2.2.1).



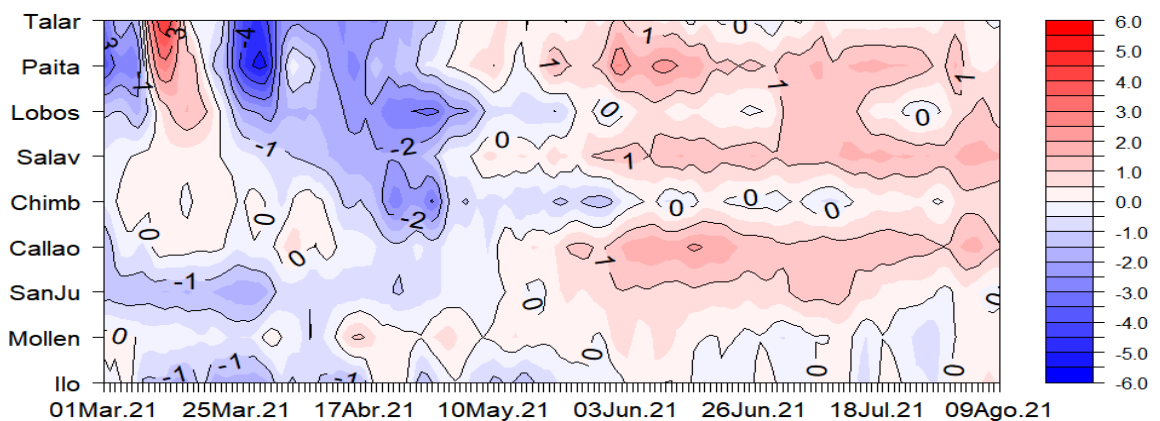
**Figura 2.2.1.** Promedios semanales de julio de la anomalía de la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2 y frente a la costa de Perú. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

En el mar de Perú la temperatura promedio de junio fue entre 19°C y 22°C en el norte, de 18°C a 20°C en el centro y de 16°C a 18°C en el sur, manifestándose condiciones ligeramente cálidas con anomalías de hasta +1°C al norte de los 5°S y entre los 7°S y 11°S replegadas a la costa. En comparación al mes de junio, se registra el incremento de núcleos fríos al sur de los 10°S, con anomalías de -0.5°C (Figura 2.2.2).

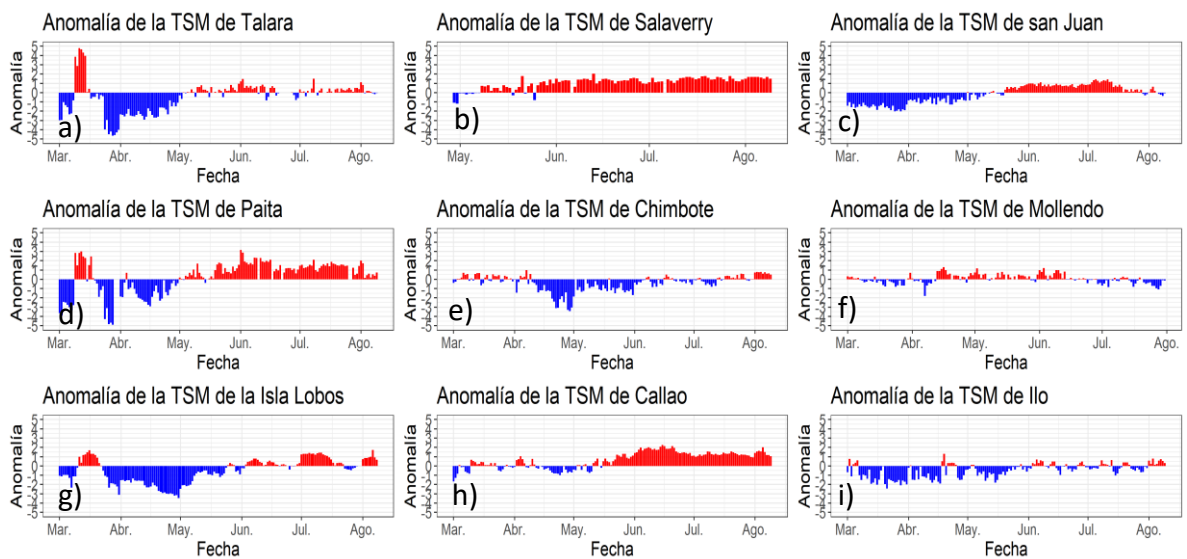


**Figura 2.2.2.** Promedio mensual en la región Niño 1+2 y frente a la costa peruana de la a) temperatura y b) anomalía de la temperatura de julio de 2021. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

Por otro lado, durante el mes de julio se mantuvieron las anomalías de temperatura que se desarrollaron desde fines de la quincena de mayo, registrando valores positivos mayores a 1°C durante todo el mes de julio. Este calentamiento se debería a la retención de la onda Kelvin cálida; sin embargo, se presenta una ligera disminución para la última semana del mes frente a la costa norte, disminuyendo a valores cercanos a +0.5°C frente a toda la costa al norte de Paita (Figura 2.1.3, Figura 2.1.4 y Tabla 2.6.1).



**Figura 2.2.3.** Diagrama Hovmöller de las anomalías de la TSM en el litoral de Perú de marzo a julio de 2021. Climatología: 1981–2010 DIHIDRONAV. Fuente: DIHIDRONAV.



**Figura 2.2.4.** Series de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar de estaciones costeras, durante cinco meses, de marzo a julio de 2021. a) Talara. b) Paita. c) Isla Lobos de Afuera. d) Salaverry. e) Chimbote. f) Callao. g) San Juan. h) Mollendo. i) Ilo. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.

### 2.3. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Cerca de la Isla de Galapagos se mantuvo la temperatura sobre los 40 m de profundidad, sin embargo, la termoclina se elevó alrededor de 10 m durante la segunda quincena, manifestando anomalías negativas de hasta  $-2^{\circ}\text{C}$ . Asimismo, próximo a la costa de Ecuador la termoclina también presenta este comportamiento; disminuyendo las anomalías positivas hasta un valor cercano a lo normal. Frente a la costa norte- centro de Perú, las anomalías positivas se debilitaron y hasta se desarrollaron núcleos negativos para la ultima semana de julio; asimismo, la termoclina también se elevó y el gradiente térmico se redujo. Por último, frente a la costa sur, se presentaron núcleos negativos hasta los 60 m de profundidad hasta  $-3^{\circ}\text{C}$  (Figura 2.3.1 y Figura 2.3.2).

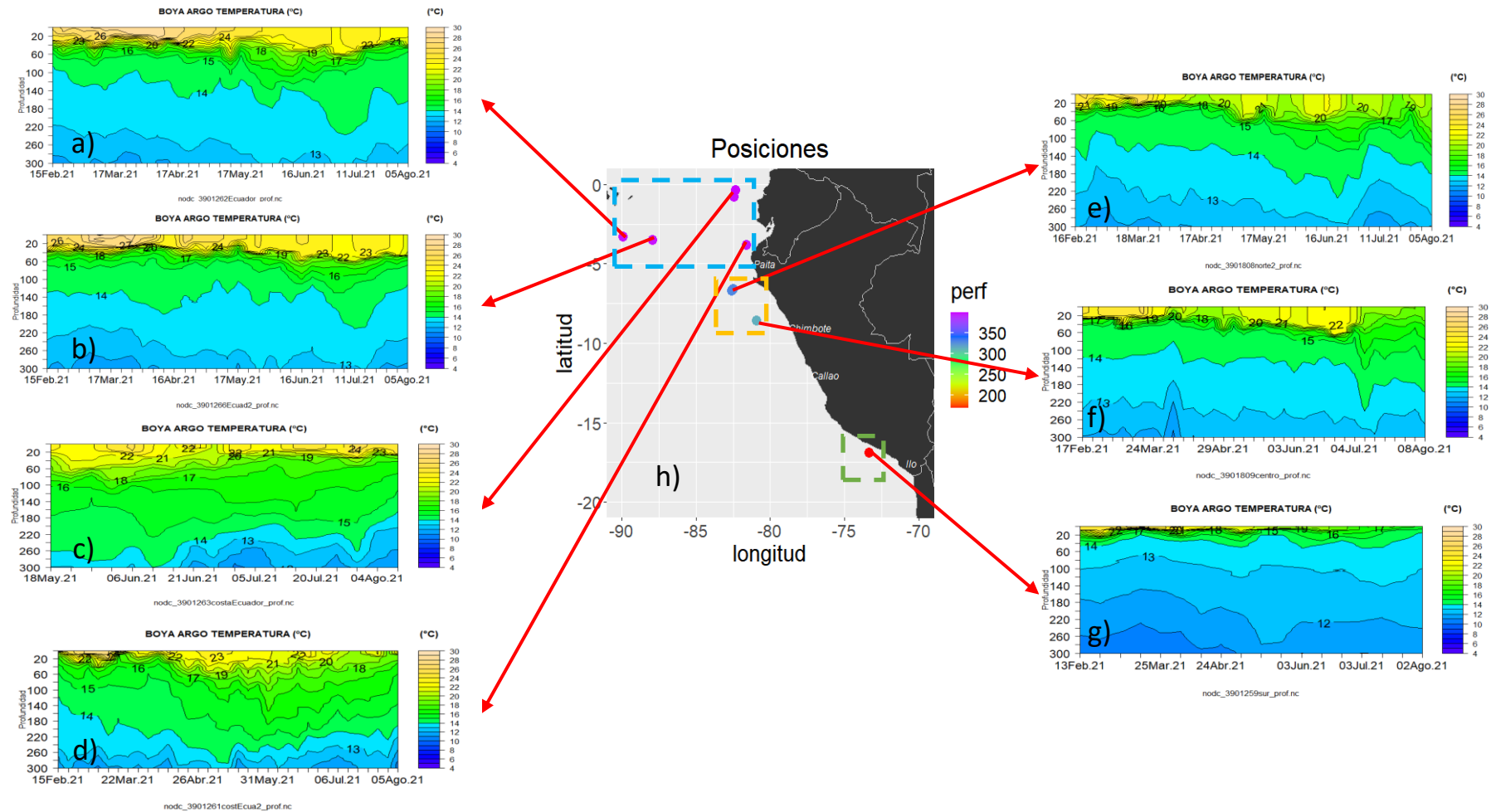
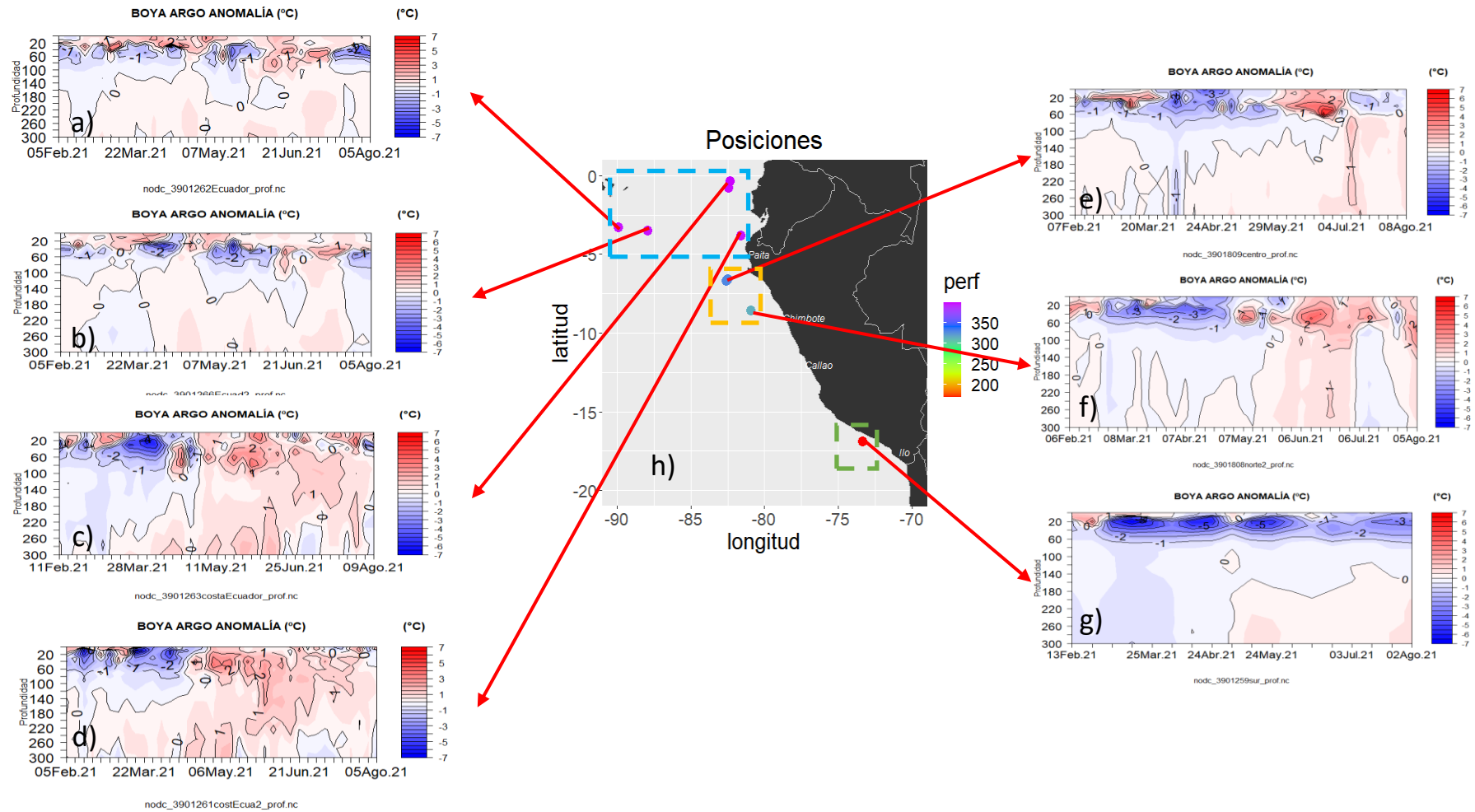


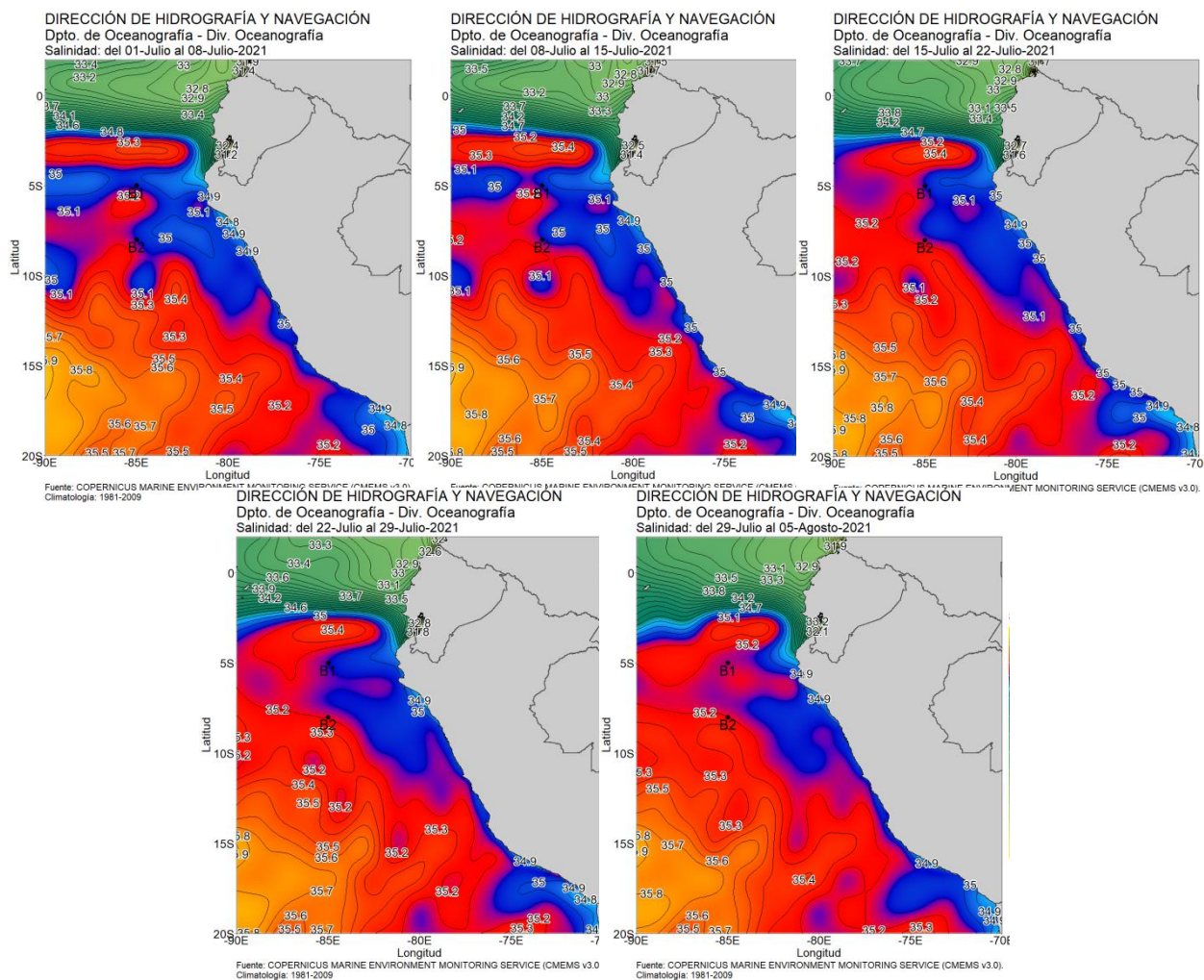
Figura 2.3.1. Temperatura del mar en los flotadores ARGO a) 3901262, b) 3901266, c) 3901263, d) 3901261, e) 3901808, f) 3901809, g) 3901250 y h) Mapa de ubicación de los flotadores ARGO para inicios de agosto 2021. Periodo del 13 de febrero al 8 de agosto de 2021. Fuente ARGO. Elaboración DIHIDRONAV.



**Figura 2.3.2.** Anomalía de la temperatura del mar de los flotadores ARGO a) 3901262, b) 3901266, c) 3901263, d) 3901261, e) 3901808, f) 3901809, g) 3901250 y h) Mapa de ubicación de los flotadores ARGO para inicios de agosto 2021. Periodo entre febrero y agosto de 2021. Fuente ARGO. Elaboración DIHIDRONAV.

### 2.4. SALINIDAD

En el mar de Perú, las aguas ecuatoriales superficiales (AES) con salinidad (<34.8 ups) continuaron presentando un intenso repliegue al norte de los 4°S debido al ingreso de las aguas subtropicales superficiales (ASS). Por otro lado, las aguas costeras frías (ACF) presentan una menor extensión al sur de los 8°S debido al ingreso de las ASS, mientras que frente a la costa sur se observe mayor cobertura hasta 100 millas en promedio. (Figura 2.4.1).



**Figura 2.4.1.** Promedio semanal de julio de la salinidad en el mar de Perú. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Mercator/CMEMS. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

2.5. NIVEL DEL MAR

Entre las 200 millas y 50 millas de la costa de Ecuador y Perú se registró la disminución de los niveles del mar debajo sus valores normales, desde el norte hasta la zona sur, alcanzando un valor de -2 cm frente a la costa al sur; sin embargo, para los primeros días de agosto los niveles se normalizaron al norte de los 8°S. Asimismo, dentro de las 50 millas durante la todo el mes de julio los niveles estuvieron por debajo de lo normal debido al paso de una Kelvin fría, las cuales se normalizaron rápidamente, para luego disminuir inferior a lo normal (Figura 2.5.1 a y b).

Similar comportamiento se dio en todo el litoral, presentando anomalías hasta -10 cm en la zona sur hasta la 3 semana, para luego aumentar hasta 5 cm sobre lo normal y disminuir nuevamente presentando anomalías de hasta -5 cm, asociados a arribos de ondas Kelvin frías, calidad y frías, respectivamente. Esta última estaría iniciando su paso. (Figura 2.5.1 c, Tabla 2.5.1).

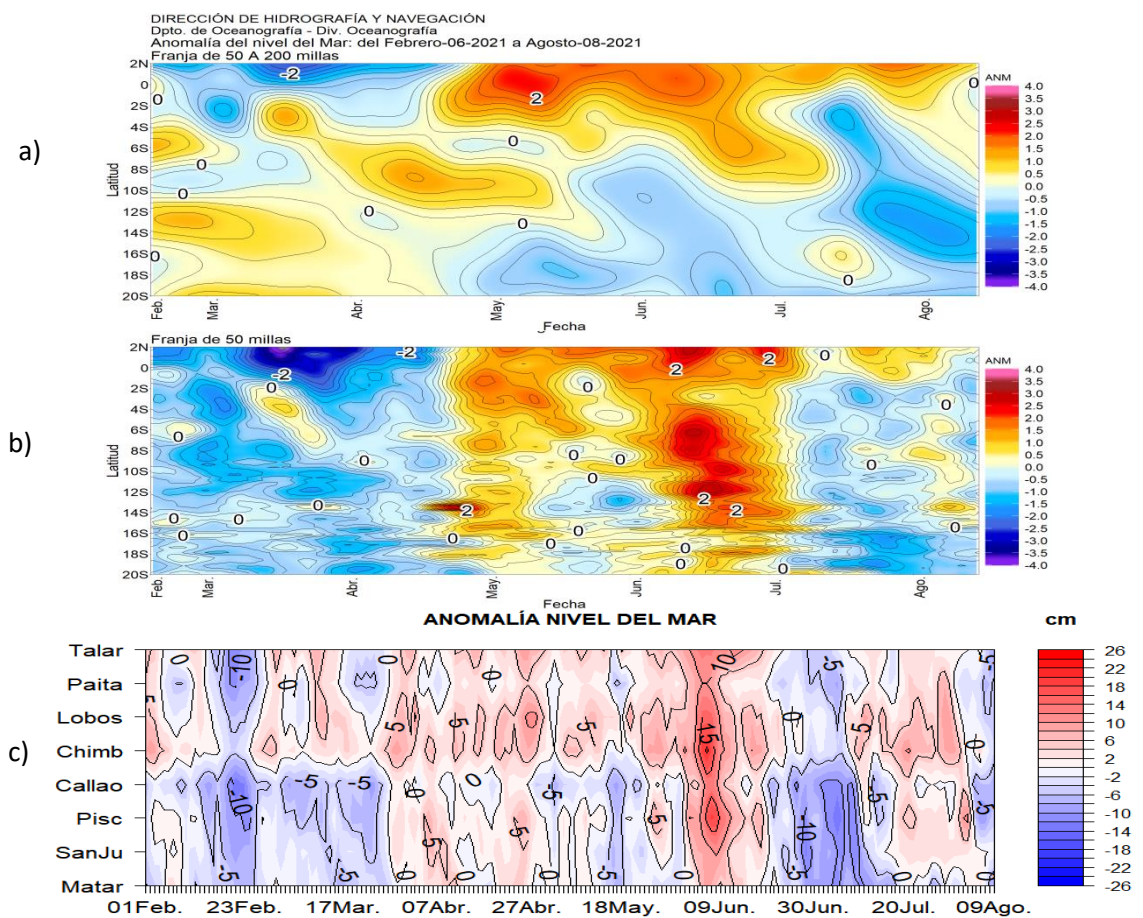


Figura 2.5.1. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar a) promedio entre las 200 y 50 millas de la costa, b) promedio entre 50 millas y la costa de Ecuador y Perú, entre los 2°N y 20°S, y c) en el litoral de Perú. Periodo de febrero a inicios de agosto de 2021 Fuente: DIHIDRONAV.

Estación	ATSM 2021				ANMM 2021			
	Abr	May	Jun	Jul	Abr	May	Jun	Jul
Talara	-2.1	0.2	0.3	0.3	4	4	0	-
Paita	-1.4	0.7	1.6	1.4	1	0	1	-1
Isla Lobos de Afuera	-2.2	-0.9	0.2	0.6	5	4	5	3
Salaverry	-1.2	0.5	1.3	1.4	-	-	-	-
Chimbote	-1.3	-0.9	-0.2	0.0	5	4	7	4
Callao	-0.2	0.4	1.7	1.2	-1	-4	1	-2
San Juan	-0.8	0.1	0.8	0.7	2	0	1	-
Mollendo	0.2	0.3	0.2	-0.3	2	-2	1	-6
Ilo	-0.8	-0.6	0.0	-0.2	-	-	-	-

**Tabla 2.5.2.** Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de abril – julio de 2021. Fuente: Estaciones costeras – DIIDRONAV.

### 3. CONCLUSIONES

En el Pacífico ecuatorial, la TSM continuó cerca de su valor normal. En promedio, su anomalía en la región central (Niño 3.4) se mantuvo en  $-0,3$  °C en julio y en la primera semana de agosto; en tanto que, en la región del extremo oriental (Niño 1+2) presentó  $+0,5$  °C y  $+0,7$  °C, respectivamente.

Durante el mes de julio, las anomalías de viento del este se intensificaron, presentándose sobre todo el Pacífico ecuatorial y con mayor intensidad sobre las regiones occidental y central; estos pulsos podrían generar una nueva onda Kelvin fría. Por otro lado, en la región occidental se observó una onda Kelvin cálida ubicándose en  $180^\circ$ . Las anomalías del nivel del mar en el Pacífico ecuatorial registro el paso de 4 ondas 2 frías y 2 cálidas.

Cerca de las Islas Galápagos y costa de Ecuador, se observó el paso de 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.

En el mar de Perú, la temperatura superficial promedio de julio se ubicó 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. En la primera semana de agosto, en todo el mar peruano incluyendo el litoral, las anomalías predominaron con valores cercanos de  $+0,5$  °C, excepto frente a la costa de Tumbes donde la anomalía aumentó hasta  $+2$  °C.

El nivel del mar (NM) en todo el litoral disminuyó progresivamente de norte a sur hasta 10 cm (zona sur) bajo el nivel medio en la primera quincena de julio; lo cual fue seguido por un ascenso de hasta  $+5$  cm de anomalía 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. En la primera semana de agosto el NM en el litoral nuevamente disminuyó, hasta 5 cm por debajo del nivel medio.

En la capa subsuperficial frente a la costa norte y centro durante julio se observó la disminución de las anomalías positivas, presentándose ligeras anomalías negativas de hasta  $-1$  °C en la columna de agua, posiblemente asociadas al arribo de la onda Kelvin fría. Entre fines de julio e inicios de agosto se observó el incremento, en promedio, de las anomalías positivas frente a la costa norte y centro, con valores de hasta  $+2$  °C sobre los 150 m de profundidad, asociadas al paso de la onda Kelvin cálida.

Respecto a las masas de agua, durante julio, se detectó un acercamiento anómalo hacia la costa norte y centro de las ASS. 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.

Para la región Niño 3.4, los patrones oceánicos y atmosféricos muestran la evolución hacia condiciones frías para los siguientes tres meses.

Para la región Niño 1+2 donde se encuentra la zona norte y centro del mar peruano, se espera la llegada de dos ondas Kelvin, fría y cálida, en setiembre y octubre, respectivamente. Sin embargo, estas tendrían una magnitud débil, por lo tanto, no afectarían significativamente la TSM.