



# 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

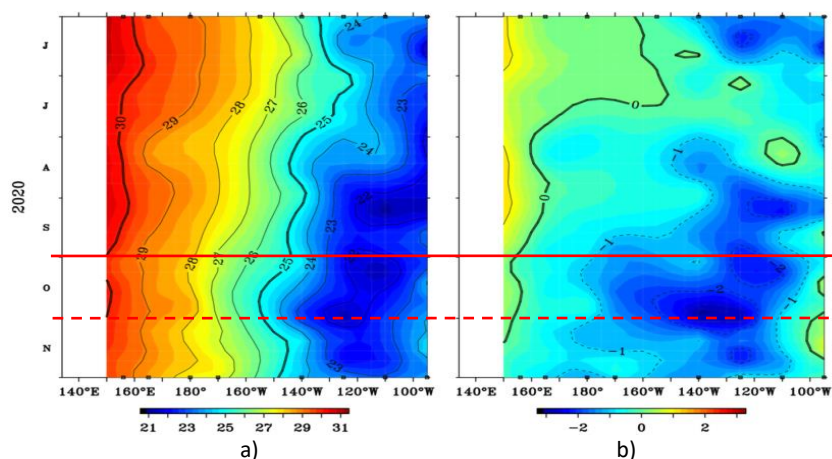
NOVIEMBRE 2020



## 1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL PACÍFICO ECUATORIAL

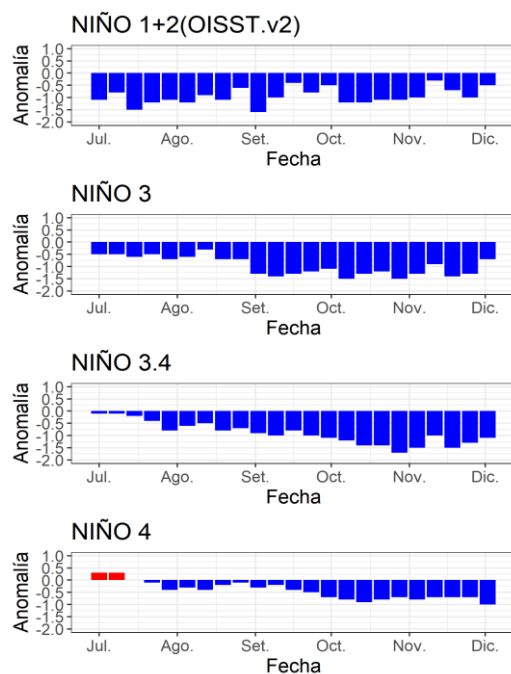
### 1.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

La temperatura superficial del mar (TSM) semanal en el Pacífico ecuatorial durante el mes de noviembre, se incrementó en 1°C en la región central; mientras que al este de los 110°W se mantuvieron las temperaturas desde la última semana de octubre, disminuyendo la intensidad de las condiciones frías hacia el este de los 140°W. Se observó la presencia de anomalías negativas desarrollándose hasta los 110°W con un valor de hasta -2°C en su núcleo sobre los 120°W en la tercera semana, para luego debilitarse a fines de mes (Figura 1.1.1).



**Figura 1.1.1** a) Temperatura superficial del mar. b) Anomalía de la temperatura superficial. Pacífico ecuatorial entre 02° N y 02° S de los últimos seis meses. Fuente: Boyas TAO - NOAA.

Por regiones Niño, las condiciones frías predominaron durante el mes de noviembre, aunque con una tendencia a la disminución de las anomalías en todas las regiones, excepto la región Niño 4 donde se intensificó de -0.7°C a -1°C en Niño 4; en tanto que, en las regiones Niño 3.4 y Niño 3 alcanzó anomalías de hasta -1.5 y -1.4, respectivamente. En tanto que, la región Niño 1+2 presentó máximos de hasta -1°C. Como promedio mensual en las regiones Niño 3.4 y Niño 3, las anomalías fueron de -1.3°C y -1.2°C; mientras que, en la región Niño 1+2, la anomalía promedio de noviembre fue de -0.7°C (Figura 1.1.2).



**Figura 1.1.2** Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño, de julio a noviembre de 2020. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV

En el Pacífico ecuatorial, en promedio las anomalías de la TSM se mantuvieron con anomalías negativas con mayor intensidad en la región central, observándose anomalías de hasta  $-2^{\circ}\text{C}$  desde los  $155^{\circ}\text{W}$  hasta los  $100^{\circ}\text{W}$ . Este incremento de la anomalía en la región central se relaciona la intensificación de los vientos en dicha zona (Figura 1.1.3).

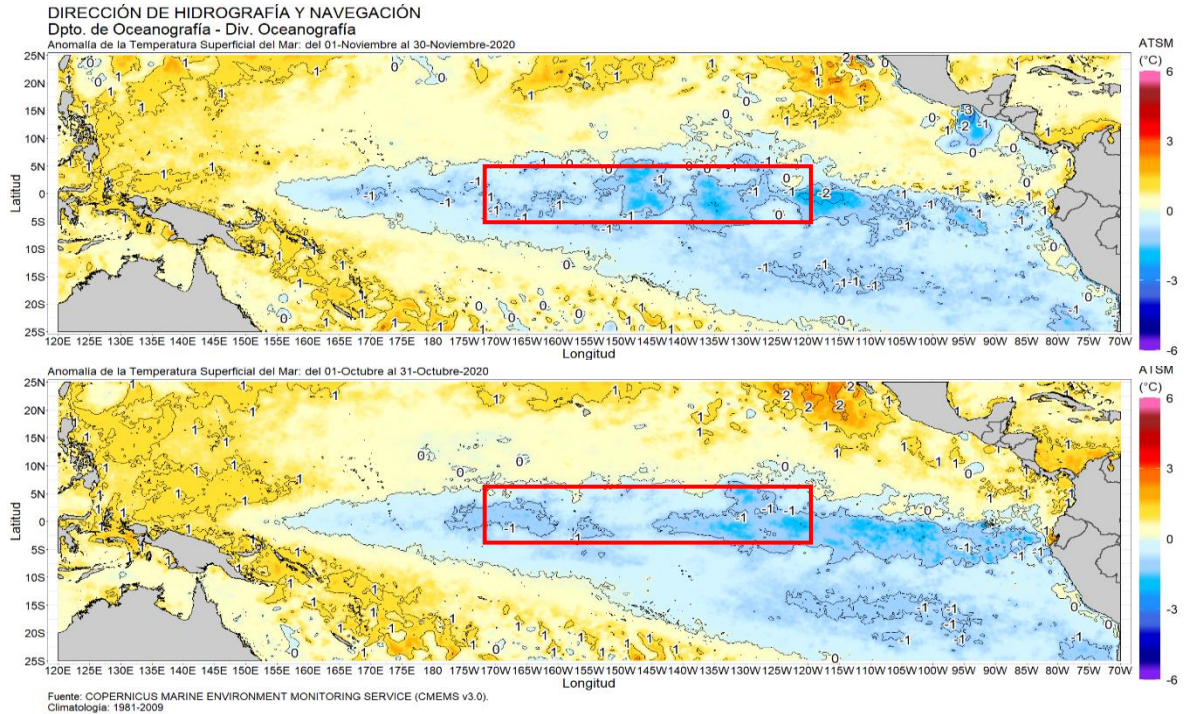


Figura 1.1.3 a) Anomalia promedio de octubre y noviembre de 2020 de la temperatura superficial del mar. Fuente: OSTIA, Gráfico: DIHIDRONAV.

## 1.2. INDICE OCEÁNICO EL NIÑO (ONI)

El índice ONI (Oceanic Niño Index en inglés) del Pacífico central (Niño 3.4) en agosto y setiembre indicaron condiciones frías débiles, mientras que para octubre alcanzo un valor de  $-1.2$ , pasando el umbral a condiciones frías moderadas; manteniendo la tendencia negativa por el desarrollo del fenómeno La Niña en el Pacífico central (Figura 1.2.1).

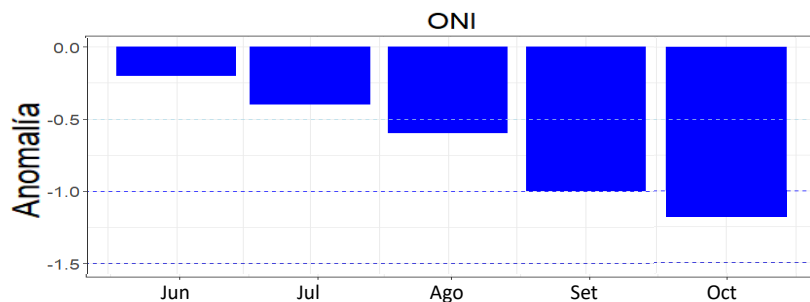
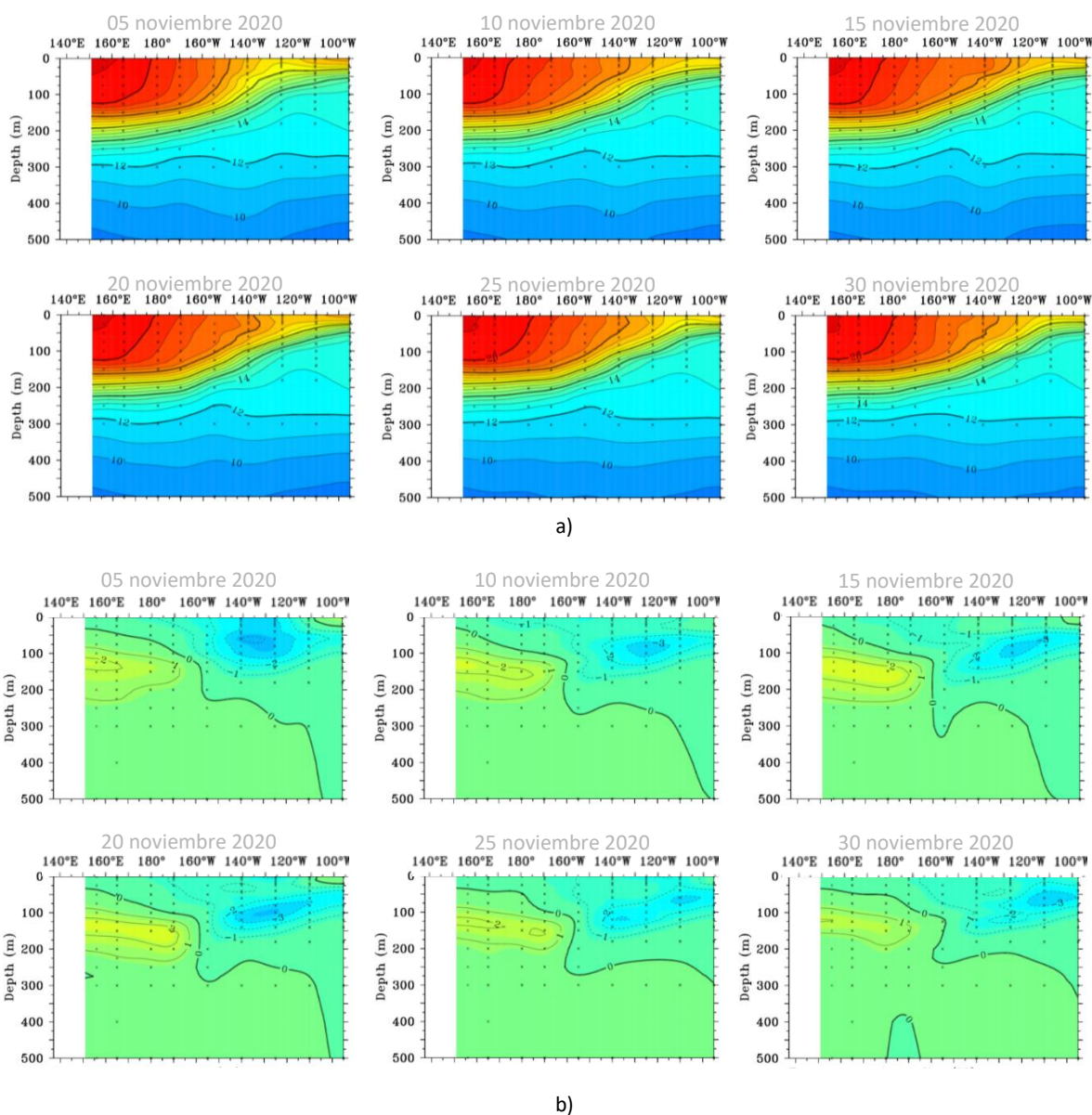


Figura 1.2.1 Serie del ONI, de los último seis meses. Fuente: NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV

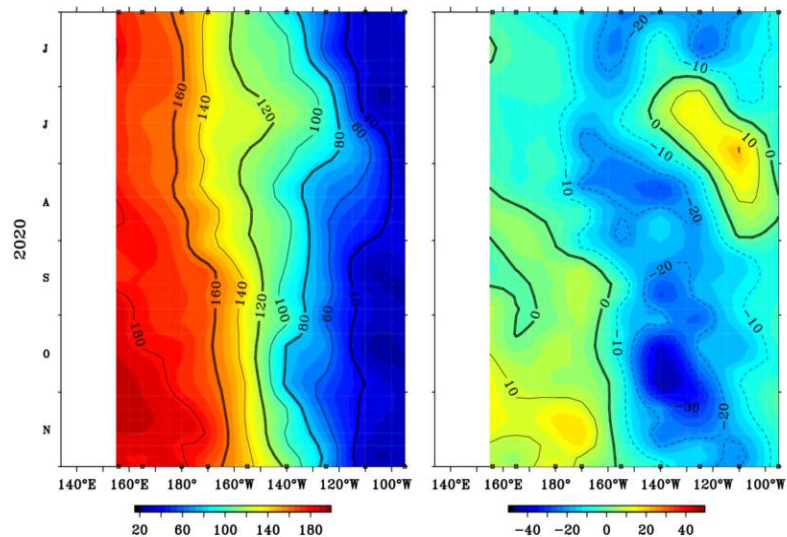
### 1.3. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Los datos in situ de las boyas TAO/TRITON, muestra una elevación de la termoclina al este de los 150°W durante la primera quincena de noviembre, surgiendo las isotermas de 22°C y 23°C sobre la superficie, notándose un aumento del gradiente térmico debido a la elevación de la isoterma de 16°C sobre los 60m de profundidad, generando una mayor inclinación de su pendiente entre la región oriental y central; sin embargo, durante la segunda quincena se elevaron las isotermas sobre la región oriental, somerizándose la de 21°C. Esta configuración térmica manifestó la extensión de su cobertura de las anomalías negativas hasta -3°C sobre los 180m de profundidad en la región oriental entre los 120°W y 100°W para los últimos días del mes. Asimismo, al oeste de los 170°W se desarrolla un núcleo anómalo de +2°C entre los 75-200m hacia el Pacífico ecuatorial central que se ha debilitado en la última semana (Figura 1.3.1 a y Figura 1.3.1 b).



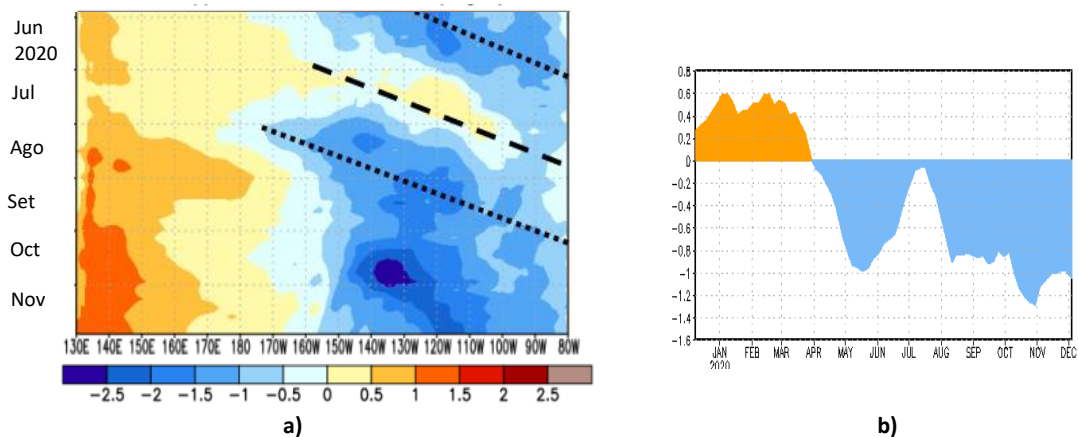
**Figura 1.3.1.** a) Sección transversal de la temperatura subsuperficial del mar (°C) en el Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S, promedio de cinco días, finalizando los días 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de noviembre 2020. b) anomalía de las secciones transversales de la temperatura subsuperficial del mar (°C). Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

Asimismo, los datos de las boyas mostraron que durante noviembre la isoterma de 20°C mostró una profundización de hasta 20m entre los 160°W-120°W, así como también al oeste de los 180°; esto debido, presentando las anomalías negativas hacia la región oriental, entre los 130°W y 100°W, aunque estas se vieron reducidas de hasta -40m a -20m. En general, se evidencia el paso de la onda Kelvin fría en la región oriental; mientras que, un núcleo anómalo de hasta 14m se desarrolla sobre los 180°, coincidiendo con el núcleo de anomalías térmicas positivas sobre la región occidental (Figura 1.3.2 a y Figura 1.3.2 b).



**Figura 1.3.2.** Diagrama longitud-tiempo (a), profundidad de la isoterma de 20°C (m). (b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m). Promedio entre 2°N – 2°S, de junio a noviembre de 2020. Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL.

En la región ecuatorial, el contenido de calor muestra el desarrollo de la onda Kelvin fría en la región central desde inicios de octubre, proyectándose durante noviembre hacia la región oriental, cruzando los 120°W-110°W para fines del mes. Sin embargo, su proyección se percibe retardada debido a la influencia de vientos desfavorables, por lo que se podría ver debilitada al igual que la anterior onda Kelvin fría, aunque la intensidad de esta última es considerablemente superior (Figura 1.3.3 a y Figura 1.3.3 b).

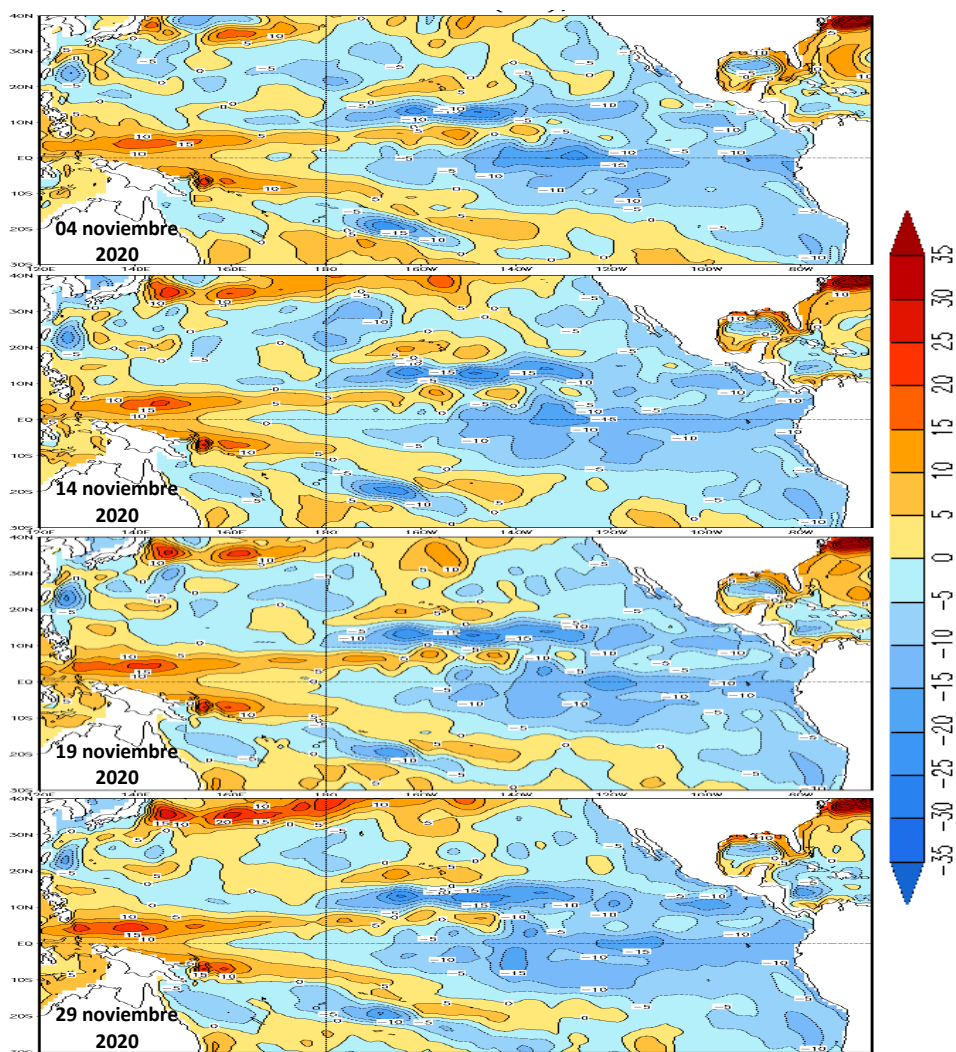


**Figura 1.3.3 a)** Anomalía del contenido de calor (°C) a) en la región ecuatorial, entre 130°E-80°W, de 0m a 300 m de profundidad. **b)** promedio de la región entre 180°-100°W. Periodo de junio a noviembre de 2020. Fuente: CPC-NOAA.

#### 1.4. NIVEL DEL MAR

El Nivel del mar en el Pacífico ecuatorial oriental presento condiciones por debajo del nivel normal durante todo el mes de noviembre, mostrando su mayor descenso a inicios del mes para luego aumentar su cobertura de -10cm de anomalía desde la región central hasta la costa de Perú (Figura 1.4.1).

En la franja ecuatorial, durante noviembre al este de los 120°W, el nivel del mar mantuvo una tendencia a la disminución, alcanzando anomalías de entre 0cm y +2cm, la cual venía desarrollándose desde el Pacífico central con dirección a la costa sudamericana por el paso de la onda Kelvin fría (Figura 1.4.2).



**Figura 1.4.1.** Anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical para los días 04, 14, 19 y 29 de noviembre de 2020. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS.

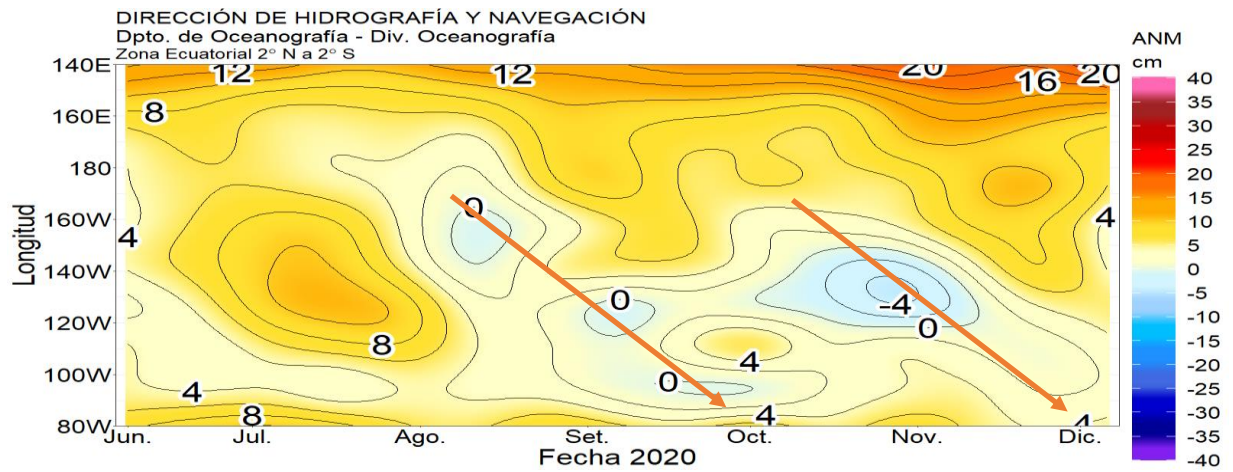


Figura .1.4.2. Anomalía del nivel del mar en la región ecuatorial, entre los 140°E-80°W y 2°N-2°S. Periodo de junio a noviembre 2020. Climatología 1981–2009. Fuente: GODAS. Gráfico: DIHIDRONAV.

### 1.5. VIENTO

El Pacífico ecuatorial se mantuvieron los pulsos de viento del este debilitados durante la primera quincena de noviembre, desarrollándose incluso un pulso anómalo oeste en los 130°W. Sin embargo, durante la segunda quincena se reanudaron las intensas anomalías negativas sobre la región occidental con hasta -4m/s. Así como también una anomalía de -1m/s sobre las regiones central y oriental, lo que sostuvo la intensificación y propagación de la nueva onda Kelvin fría (Figura 1.5.1).

La intensificación de estos pulsos de vientos del este, favorecerían el desarrollo y fortalecimiento de nuevas ondas Kelvin frías (Figura 1.5.1).

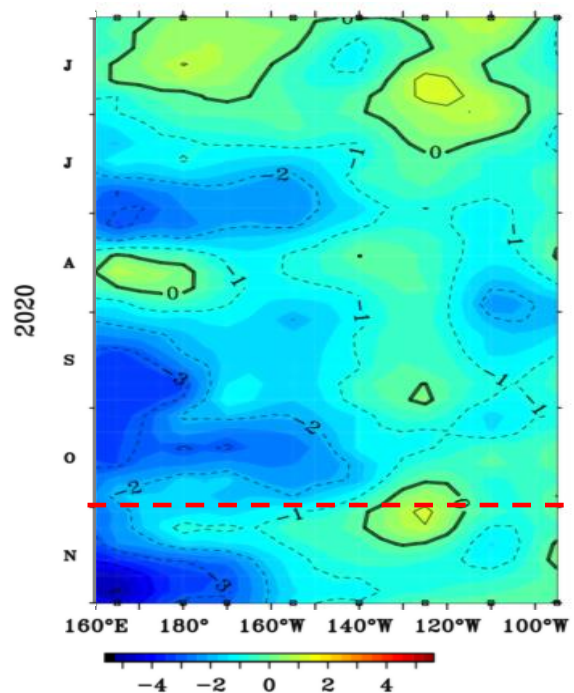
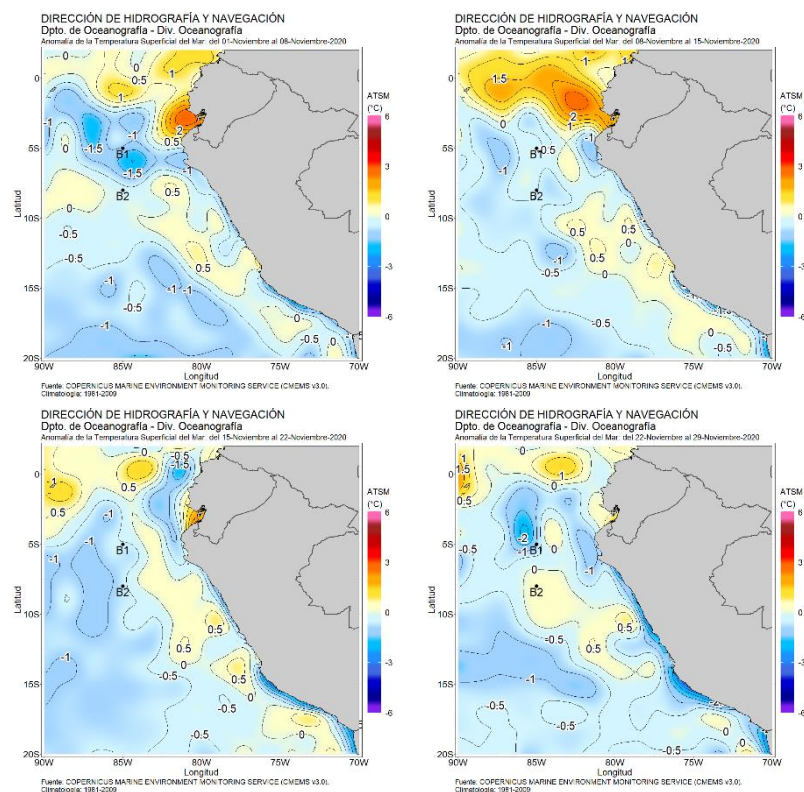


Figura .1.5.1. Anomalía del viento zonal (m/s) en el Pacífico ecuatorial, para el periodo de junio a noviembre de 2020. Fuente: TAO/NOAA.

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

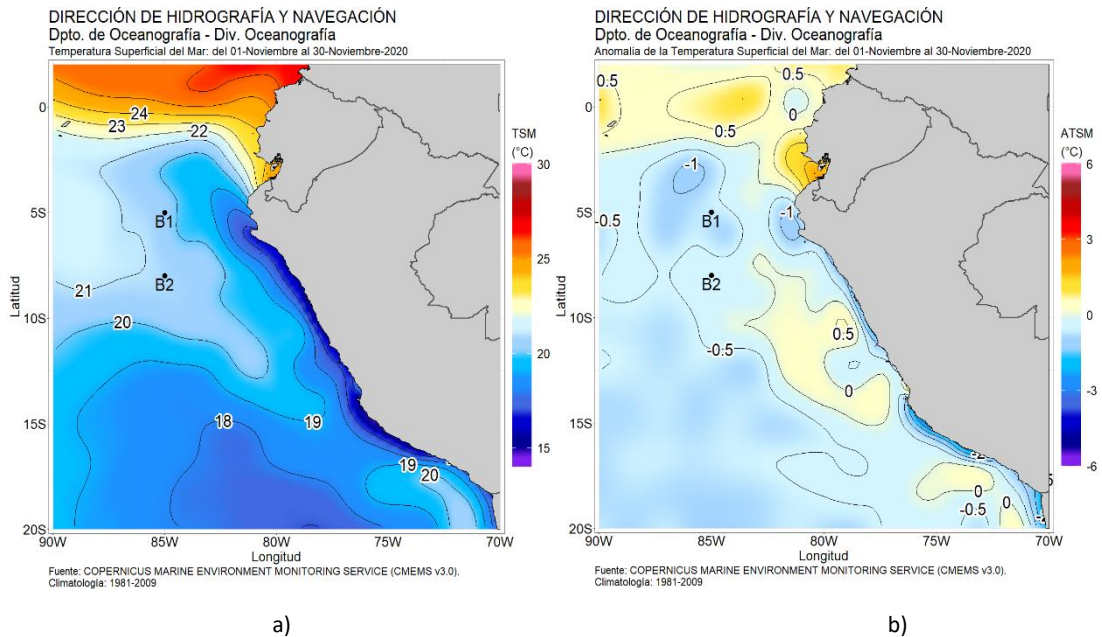
### 2.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En la región Niño 1+2, la anomalía negativa de la TSM semanal mostró la disminución de las anomalías negativas frente a la costa del Perú al norte de los 12°S durante la primera quincena de noviembre, debido incremento de sus anomalías hasta +3°C al norte de Tumbes. Sin embargo, durante la segunda quincena la TSM disminuyó predominando anomalías negativas hasta -1°C. Frente a la costa centro y sur las condiciones fueron más frías cerca de la costa a finales del mes, mientras que mar adentro presentó valores cercanos a lo normal (Figura 2.1.1).



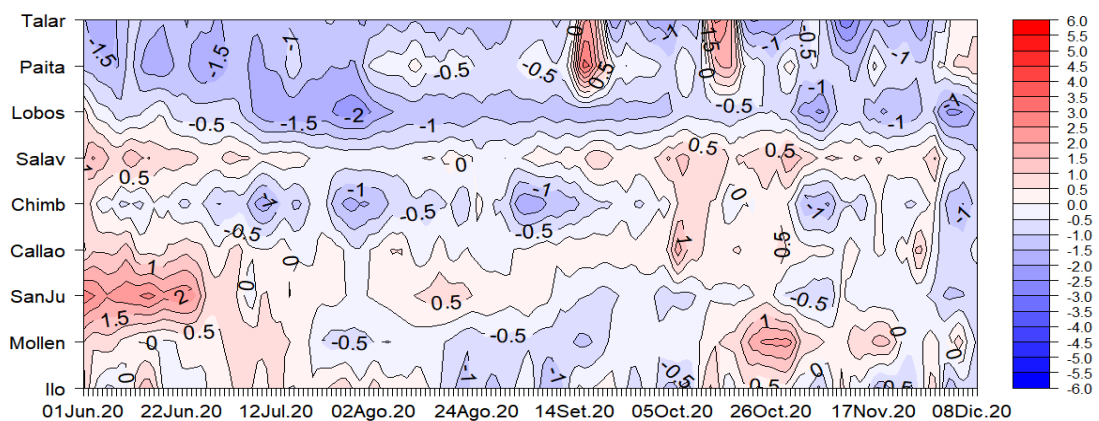
**Figura 2.1.1.** Temperatura promedio en la región Niño 1+2 y frente a la costa de Perú. Para noviembre 2020. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente: datos OSTIA, procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

En el mar de Perú la temperatura promedio de noviembre fue de 17°C a 23°C en el norte, de 16°C a 20°C en el centro y de 15°C a 20°C en el sur, manifestándose condiciones frías con anomalías de hasta -1.5°C dentro de las primeras 50 millas de distancia de la costa, al sur de los 5°S; en tanto que, por fuera de esta área, las anomalías estuvieron entre -0.5°C y +0.5°C. Por otro lado, frente a la costa al norte de los 4°S, se desarrolló un núcleo anómalo positivo de +1°C, el cual desaparecería para fines de noviembre. Lejos de la costa se presenta una condición dentro del rango normal a ligeramente negativa, estando entre +0.5°C y -0.5°C (Figura 2.1.2).

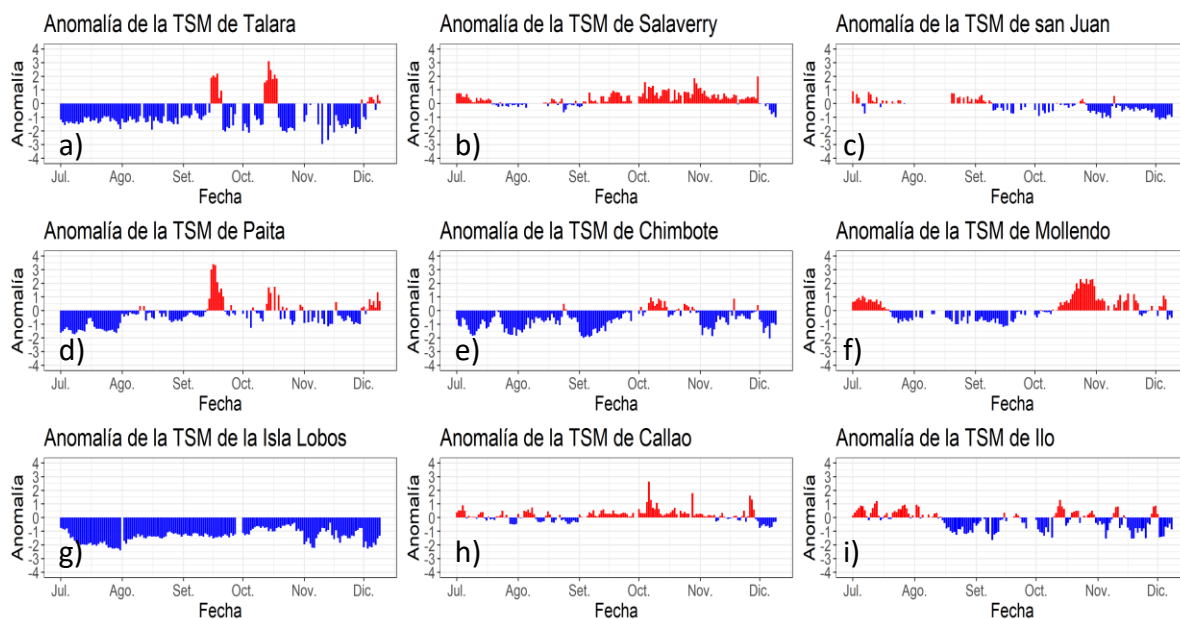


**Figura 2.1.2.** a) Temperatura promedio y b) anomalía de la temperatura promedio de noviembre de 2020 en la región Niño 1+2 y en el mar de Perú. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

Por otro lado, durante el mes de noviembre se mantuvo las anomalías negativas hasta la tercera semana de noviembre en la zona norte, para luego incrementarse hasta +0.5°C al norte de Paita. Frente a la costa centro y sur las anomalías disminuyeron hasta valores cercano a su normal. A inicios de diciembre las anomalías fueron negativas hasta -1°C al sur de la Isla Lobos (Figura 2.1.3, Figura 2.1.4 y Tabla 2.6.1).



**Figura 2.1.3.** Diagrama Hovmöller de las anomalías de la TSM en el litoral del Perú de junio a noviembre de 2020. Climatología: 1981–2010. Fuente: DIHIDRONAV.



**Figura 2.1.4.** Series de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar de las estaciones costeras, de julio a noviembre de 2020. 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. Fuente: DIHIDRONAV.

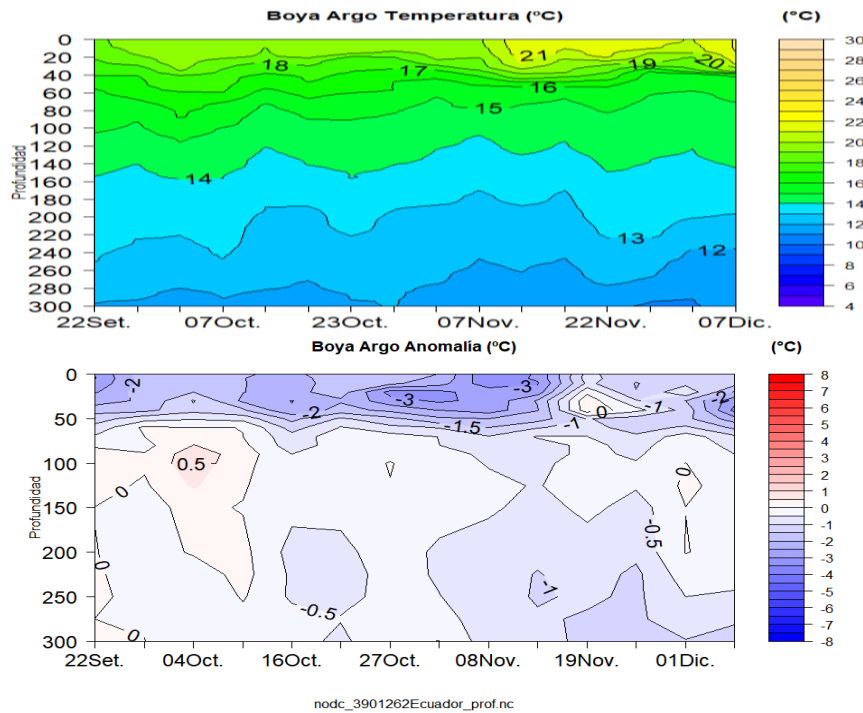
## 2.2. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Frente a la costa sur de Ecuador, alrededor de los  $2^{\circ}30'S$  y  $87^{\circ}W$  con ayuda de los flotadores ARGO, en los primeros 40m desde la superficie la temperatura se incrementó hasta  $21^{\circ}C$  a partir de la segunda quincena, disminuyendo la intensidad de las anomalías negativas hasta  $0^{\circ}C$ , para luego disminuir nuevamente a inicios de diciembre hasta  $-2^{\circ}C$  (Figura 2.2.1 a y Figura 2.2.1 b).

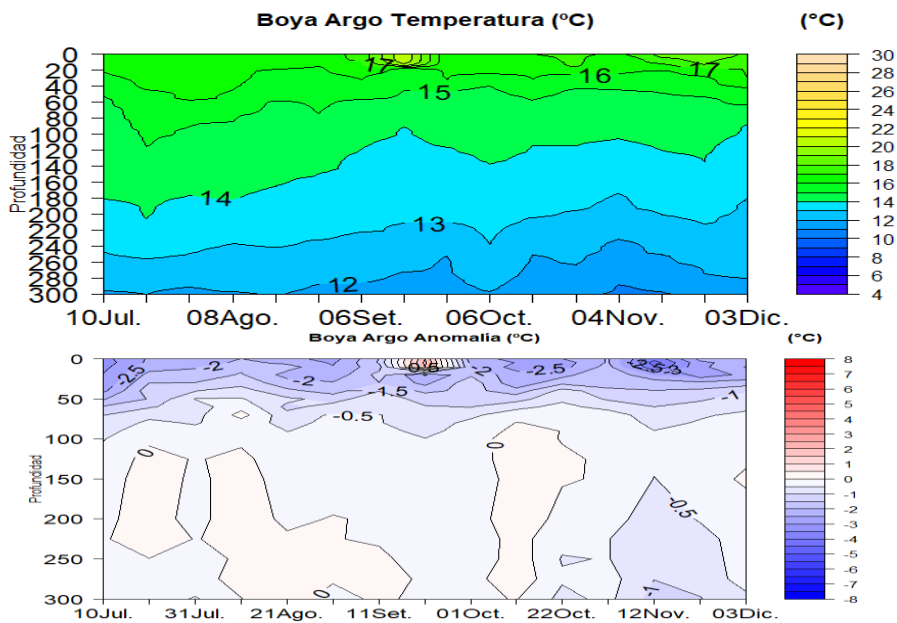
Frente a la costa norte de Perú, alrededor de los  $5^{\circ}45'S$   $82^{\circ}W$  con ayuda de los flotadores ARGO, la temperatura se incrementó sobre los 40 m de profundidad de  $17^{\circ}C$  a  $18^{\circ}C$ . Esta condición presento anomalías negativas hasta  $-3^{\circ}C$  sobre los 30 m de profundidad y  $-1^{\circ}C$  hasta los 500 m de profundidad, debido al paso de la onda Kelvin fría (Figura 2.2.2 a y Figura 2.2.2 b).

Frente a la costa centro de Perú, alrededor de los  $7^{\circ}30'S$   $81^{\circ}30'W$  con ayuda de los flotadores ARGO, en los primeros 60m de profundidad se mostró una elevación de las isotermas de  $15^{\circ}C$  a  $18^{\circ}C$ , elevando la termoclina durante todo el mes de noviembre, generando anomalías negativas hasta  $-1^{\circ}C$ , mostrándose muchas más intensas ( $-2^{\circ}C$ ) a inicios de diciembre (Figura 2.2.3 a y Figura 2.2.3 b).

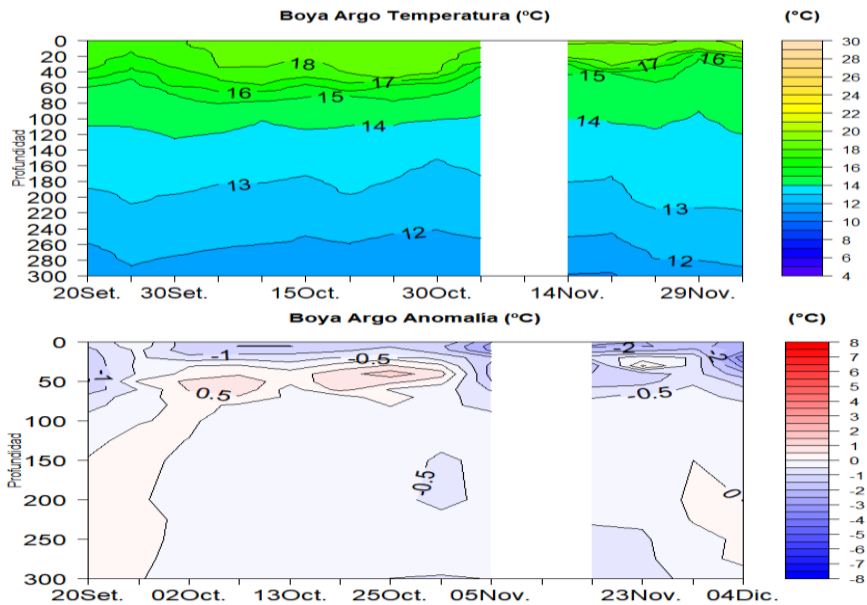
A 240 millas de la costa norte de Perú la temperatura durante el mes de noviembre presento incrementos en la capa de los 50 m, con valores de  $20^{\circ}C$  en la segunda quincena del mes, normalizando las condiciones hasta fines de mes. Por debajo de los 100 m de profundidad se mantienen las anomalías negativas ( $-0.5^{\circ}C$ ). A inicios de diciembre las anomalías disminuyeron hasta  $-1^{\circ}C$  (Figura 2.2.4).



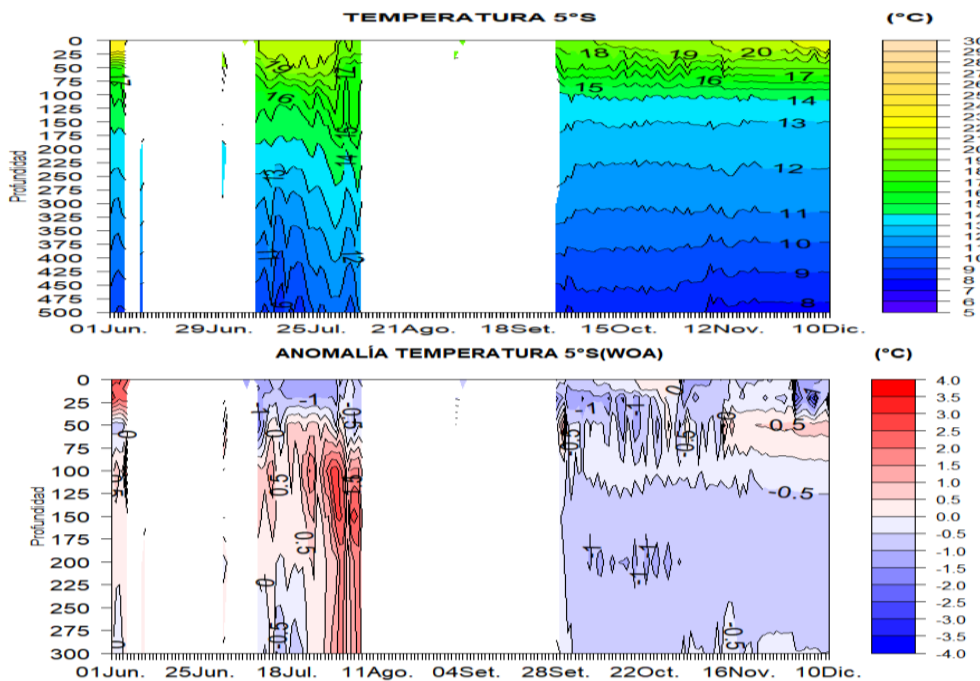
**Figura 2.2.1.** Diagrama Hovmöller de la temperatura del mar y anomalía del flotador oceanográfico 3901262 de ARGO. Periodo del 22 de setiembre al 07 de diciembre de 2020. Fuente: ARGO.



**Figura 2.2.2.** Diagrama Hovmöller de la temperatura del mar y anomalía del flotador oceanográfico 3901231 de ARGO. Periodo del 10 de julio al 03 de diciembre de 2020. Fuente: ARGO.



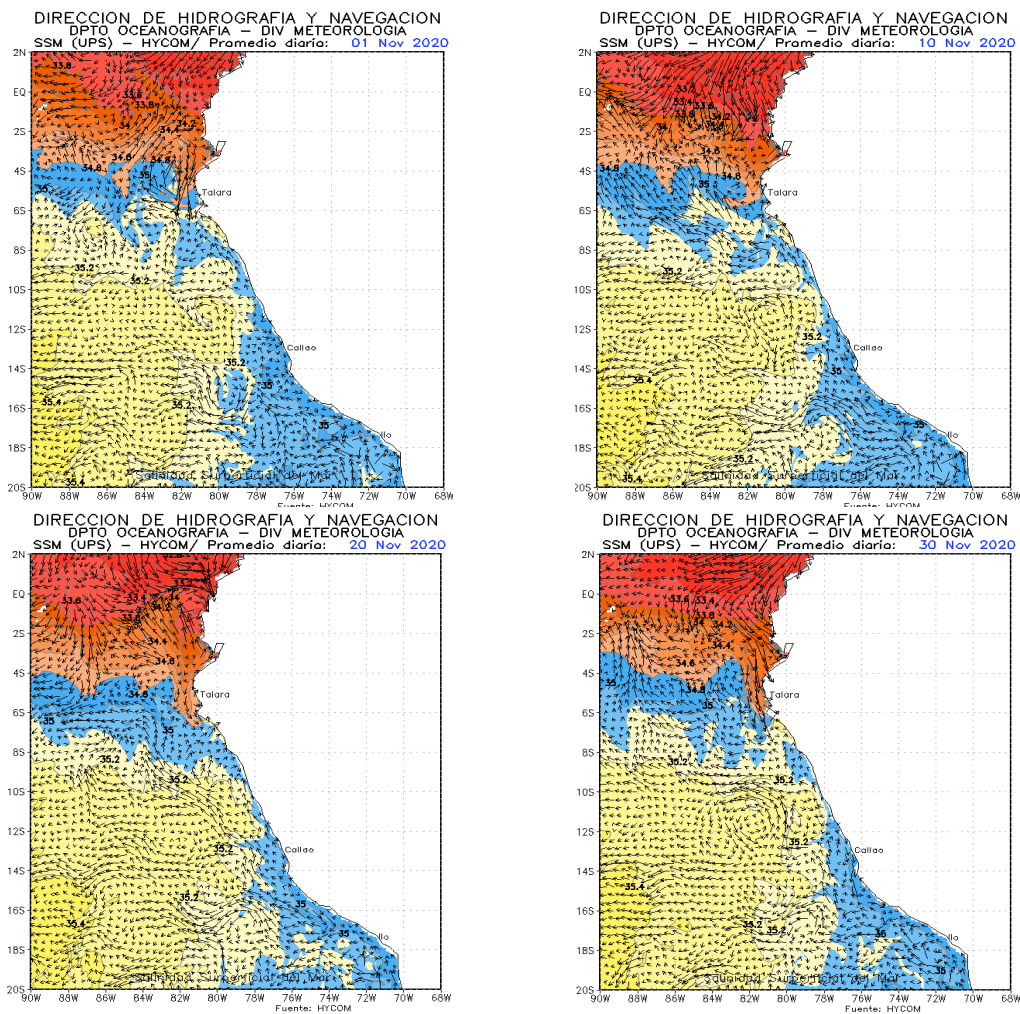
**Figura 2.2.3.** Diagrama Hovmöller de la temperatura del mar y anomalía del flotador oceanográfico 3901809 de ARGO. Periodo del 20 de setiembre al 04 de diciembre de 2020. Fuente: ARGO.



**Figura 2.2.4.** Diagrama Hovmöller de la temperatura del mar y anomalía de la Boya NAYMALMP (5°S-85°W). Periodo del 01 de junio al 10 de diciembre de 2020. Fuente: Boya de la DIHIDRONAV.

### 2.3. SALINIDAD

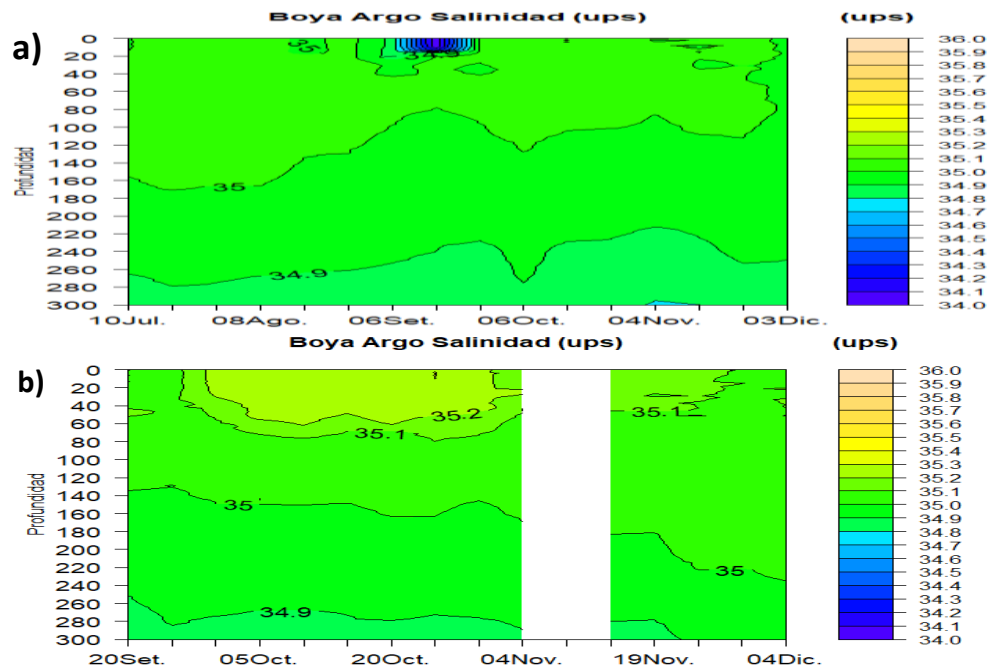
En el mar de Perú, la salinidad (<34.8 ups) se extendía hasta Paita, mostrando a las aguas ecuatoriales superficiales (AES) presentes en el norte; sin embargo, la salinidad de 34.8 a 35.1 correspondiente a las aguas costeras frías retrocedieron hasta los 6°S frente a la costa para la segunda quincena de noviembre. Las AES presentaron una extensión de 50 millas; mientras que, las ACF disminuyeron su extensión frente a la costa centro entre los 6°S y 14°S. Durante el mes las aguas subtropicales superficiales ASS se aproximaron a la costa, encontrándose hasta por dentro de las 50 millas entre los 12°S y 7°S, notándose un debilitamiento de la predominancia de las ACF propia de la época del año (Figura 2.3.1).



**Figura 2.3.1.** Salinidad promedio en el mar de Perú de los días 1, 10, 20 y 30 de noviembre. Fuente: Model HYCOM-NOAA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

### 2.4. SALINIDAD SUB-SUPERFICIAL

Frente a la costa norte del Perú, en los 5°45'S 82°W (ARGO) los datos de salinidad muestran la presencia de aguas costeras frías (ACF) predominantes, disminuyendo la salinidad para los primeros días de diciembre a menos de 35ups; mientras que más al sur, en los 7°30'S 81°30'W se presentó la misma disminución, mostrando la entrada de las ACF sobre la zona (Figura 2.4.1).

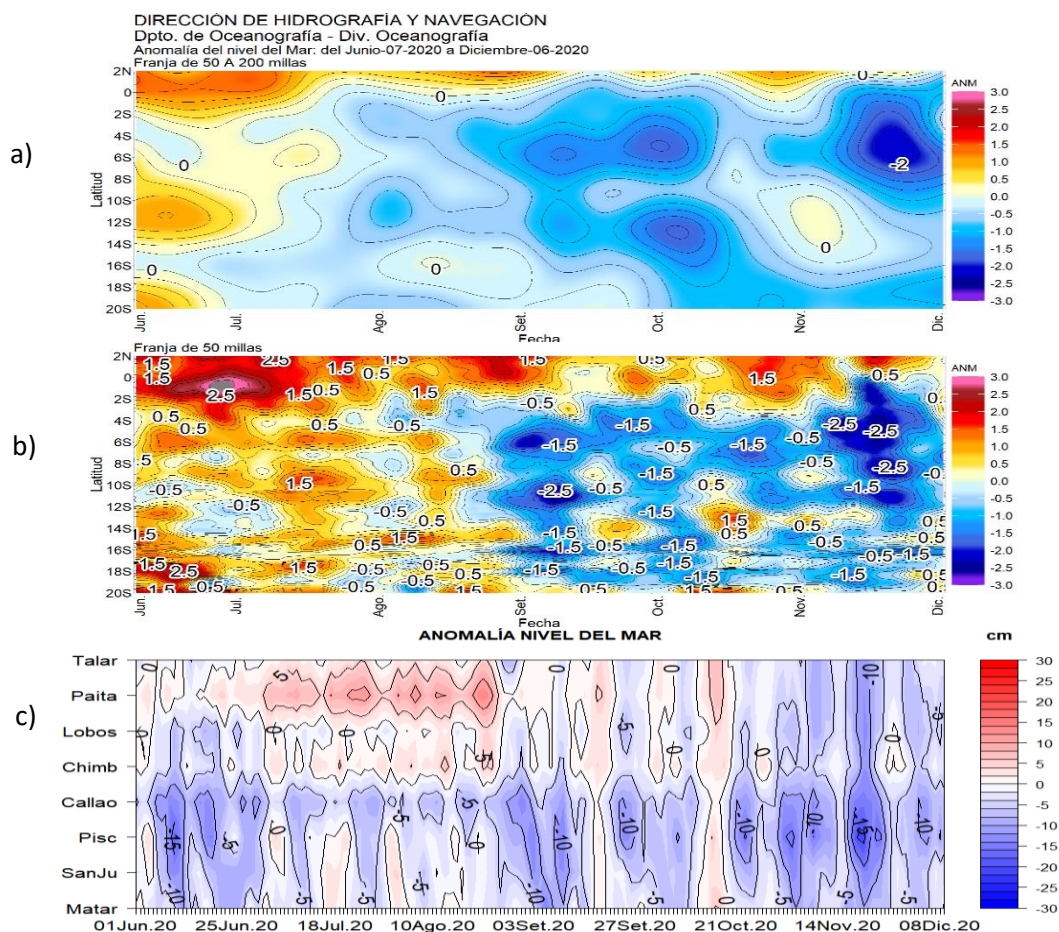


**Figura 2.4.1.** Diagrama Hovmöller de la salinidad del mar de los flotadores oceanográficos a) 3901231 del 10 de julio al 03 de diciembre de 2020 y b) 3901809 del 20 de setiembre al 04 de diciembre 2020. Fuente: ARGO.

## 2.5. NIVEL DEL MAR

Entre las 200 y 50 millas frente a la costa sudamericana se mostró la disminución del nivel del mar frente a la costa norte hasta -2cm en noviembre, debido al arribo de la onda Kelvin fría; mientras que, al sur de los 16°S se mantuvo los niveles por debajo de lo normal. Asimismo, dentro de las 50mn se observó el descenso mucho más intenso hasta -2.5cm, respecto a las anteriores ondas (Figura 2.5.1).

En el litoral, el nivel del mar mostró una intensificación de su anomalía negativa frente a toda la costa desde la quincena de octubre hasta fines de noviembre, alcanzando una anomalía por debajo de los -10cm frente a toda la costa y llegando hasta -15cm entre Callao y San Juan de Marcona, para luego disminuir a -5cm frente a todo el litoral para los primeros días de diciembre. Lo que muestra una mayor influencia de la onda kelvin cerca a la costa (Figura 2.5.1 b, 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 frente a la costa Sudamericana, b) franja de 50 millas de la costa Sudamericana, entre los 2°N y 20°S y c) en el litoral de Perú. Periodo de junio a noviembre 2020. Fuente: CMEMS/DIHIDRONAV.

Estación	ATSM 2020				ANMM 2020			
	Ago	Set	Oct	Nov	Ago	Set	Oct	Nov
Talara	-1.2	-0.4	-0.6	0.0	1	0	0	-6
Paita	-0.2	0.4	0.0	0.5	8	1	0	-6
Isla Lobos de Afuera	-1.4	-1.3	-0.8	-1.9	0	-2	-2	-6
Salaverry	0.0	0.4	0.8	-0.3	-	-	-	-
Chimbote	-0.7	-1.1	0.2	-1.2	2	0	0	-3
Callao	0.0	0.3	0.6	-0.6	-7	-7	-6	-10
San Juan	0.4	-0.1	-0.3	-1.0	-2	-6	-4	-7
Mollendo	-0.6	-0.7	0.8	0.1	-2	-4	-2	-6
Ilo	-0.4	-0.5	-0.1	-0.8	-	-	-	-

**Tabla 2.5.1.** Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de agosto a noviembre de 2020. Fuente: Estaciones costeras – DIHIDRONAV.

## 2.6. CONCLUSIONES

Durante noviembre, en el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) las condiciones se mantuvieron frías, y con una anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) promedio de  $-1,3^{\circ}\text{C}$ . Estas condiciones frías se siguen observando en lo que va de diciembre. Por otro lado, en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, la anomalía de la TSM disminuyó en magnitud de  $-1,2^{\circ}\text{C}$  (en octubre) a  $-0,7^{\circ}\text{C}$  (en noviembre), continuando la misma tendencia durante los primeros días de diciembre.

El paquete de ondas Kelvin frías, formado por el pulso de viento de inicios de setiembre y posiblemente reforzado por los pulsos de viento de inicios de octubre; habrían alcanzado su máxima influencia en la costa peruana durante el mes de noviembre. Por otro lado, se observó la presencia de una onda Kelvin cálida ubicándose en  $120^{\circ}\text{W}$ . Los pulsos de vientos, desarrollados entre la quincena de noviembre e inicios de diciembre, habrían proyectado en un nuevo paquete de ondas Kelvin frías, el cual estaría localizado alrededor de  $160^{\circ}\text{W}$ .

En el mar peruano, al norte de los  $5^{\circ}\text{S}$  y por fuera de las 50 millas náuticas, se viene evidenciando el incremento de la TSM, en tanto que, al sur, la TSM se mantiene ligeramente por debajo de lo normal; asimismo, en la franja de las 50 millas náuticas adyacente a la costa, la magnitud de las anomalías frías disminuyó.

En el litoral peruano, al norte de los  $5^{\circ}\text{S}$ , desde fines de noviembre se evidenció el incremento de la TSM, mientras que en la zona centro y sur se registró un descenso, alcanzando anomalías de hasta  $-1^{\circ}\text{C}$ . El nivel medio del mar en el litoral y en su franja adyacente se mantuvo por debajo de su promedio, con mayores anomalías negativas en la tercera semana de noviembre, esto debido al paso de la onda Kelvin fría, para luego aumentar ligeramente en los primeros días de diciembre.

Considerando la tendencia de las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial central que se ajusta al patrón de la evolución de La Niña en esa región, se espera que La Niña en el Pacífico central continúe presentando una intensidad moderada hasta al menos enero de 2021. Asimismo, para la región Niño 1+2 (frente a la costa norte y centro del Perú), la persistencia de la configuración zonal del APS, que favorece la ocurrencia de anomalías del oeste en el extremo del Pacífico oriental, podría debilitar el efecto de las ondas Kelvin frías a arribar entre diciembre y enero, por lo que las anomalías negativas de la TSM frente a la costa peruana tenderían a disminuir dentro del rango neutro en dicho período.