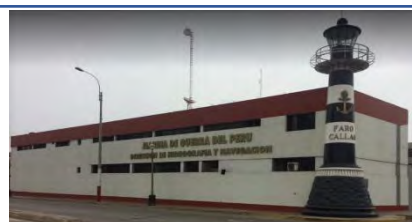




# DIHIDRONAV

DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN  
MARINA DE GUERRA DEL PERÚ



## MONITOREO DEL FENÓMENO EL NIÑO

### BOLETIN OCEANOGRÁFICO

### ENERO 2020



1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICO EN EL PACÍFICO ECUATORIAL

1.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

Los promedios semanales de enero muestran en el Pacífico occidental con anomalías de TSM de +1°C a +2°C, en la región central de +0,5°C a 1,0°C y en la oriental de +0,5°C. (Figura 1.1.1 a y Figura 1.1.1 b).

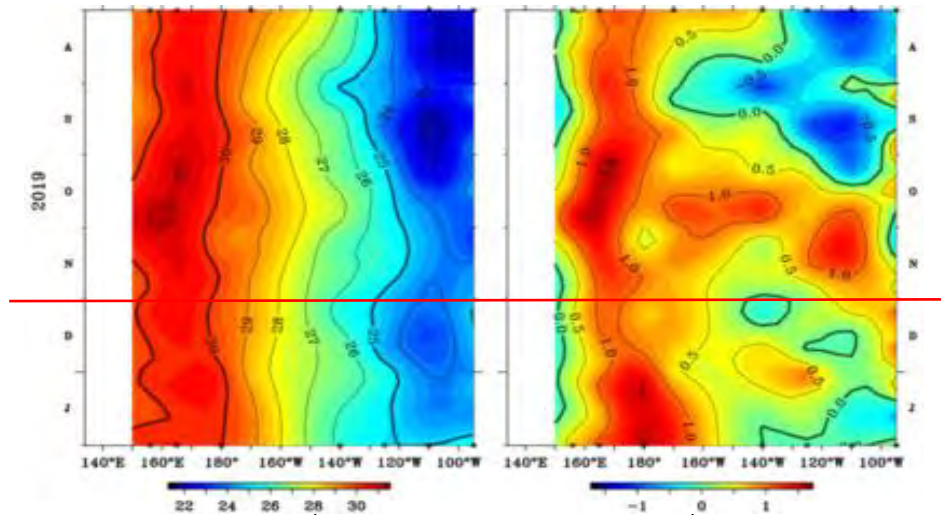


Figura 1.1.1 a) Temperatura superficial del mar. b) Anomalía de la temperatura superficial. Pacífico ecuatorial entre 02° N y 02° S de los últimos seis meses. Fuente: Boyas TAO - NOAA.

En las regiones Niño 4 y Niño 3.4 las anomalías semanales continuaron positivas; en tanto que, en las regiones Niño 3 y Niño 1+2 fluctuaron entre valores positivos y negativos, cercanos a cero. En promedio, la anomalía mensual no ha tenido cambios relevantes respecto al mes de diciembre, en Niño 4 y Niño 3.4 se mantuvo con valores de 1°C y 0,5°C, respectivamente; mientras en las regiones Niño 3 y Niño 1+2 disminuyó de 0,3°C a 0,2°C y de 0,3°C a 0,0°C, respectivamente. (Figura 1.1.2).

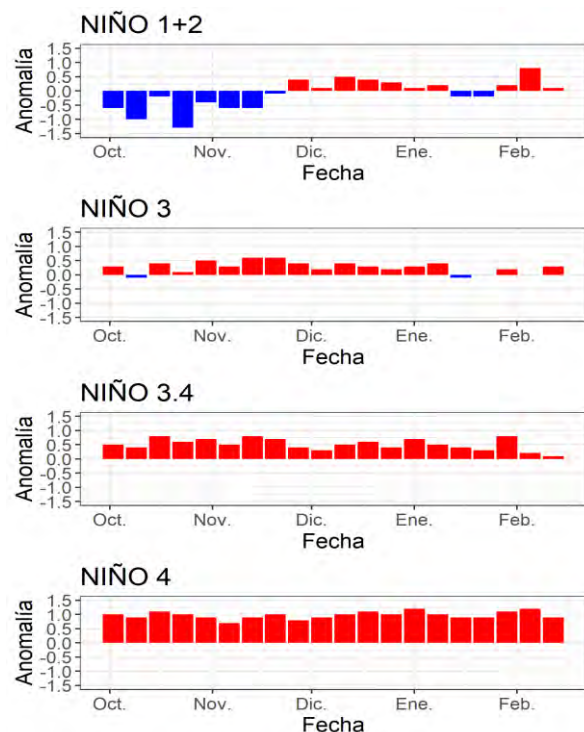
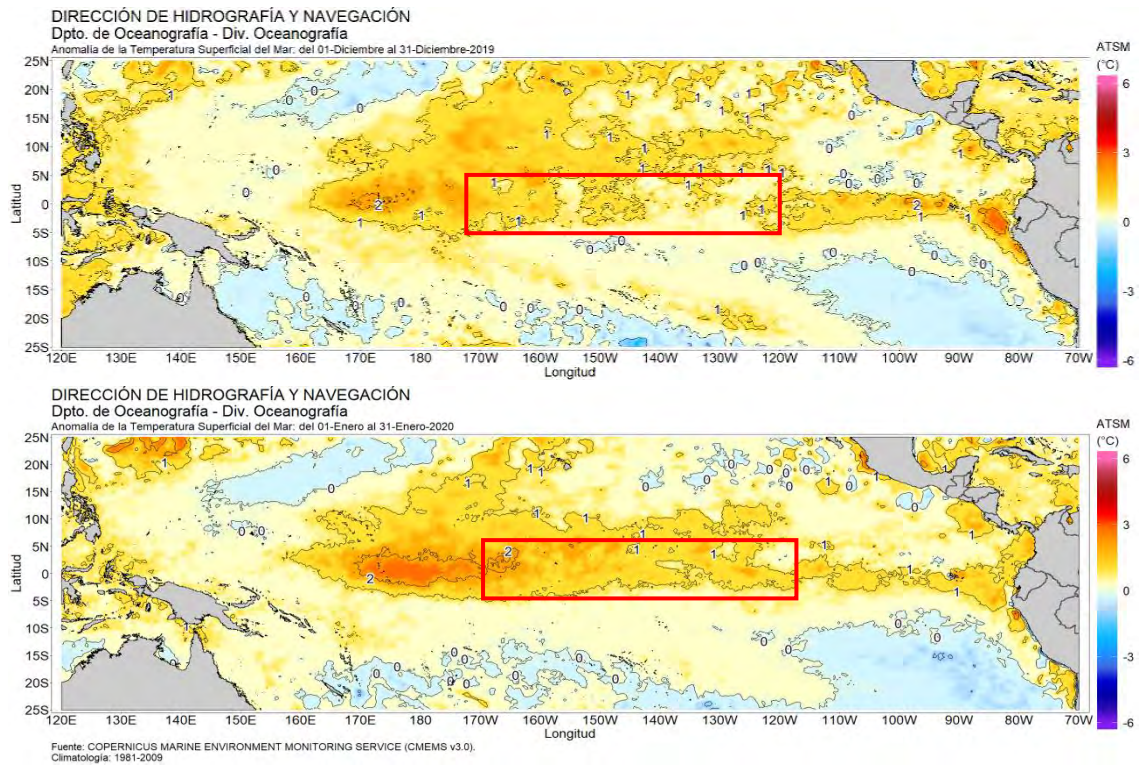


Figura 1.1.2 Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño, de octubre de 2019 a febrero de 2020. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV

Todo el Pacífico ecuatorial se mantuvo en condiciones cálidas, en la región occidental y central la anomalía fue mayor respecto al mes de diciembre; en tanto que en la región oriental fue menor. En promedio las anomalías de +2°C y +1°C aumentaron su cobertura espacial dentro de la región occidental y central, respectivamente; caso contrario en la región oriental, donde estas anomalías disminuyeron, predominando anomalías menores. (Figura 1.1.3).



**Figura 1.1.3** a) Anomalía promedio de diciembre de 2019 y enero de 2020 de la temperatura superficial del mar. Fuente: OSTIA, Gráfico: DIHIDRONAV.

## 1.2. INDICE OCEÁNICO EL NIÑO (ONI)

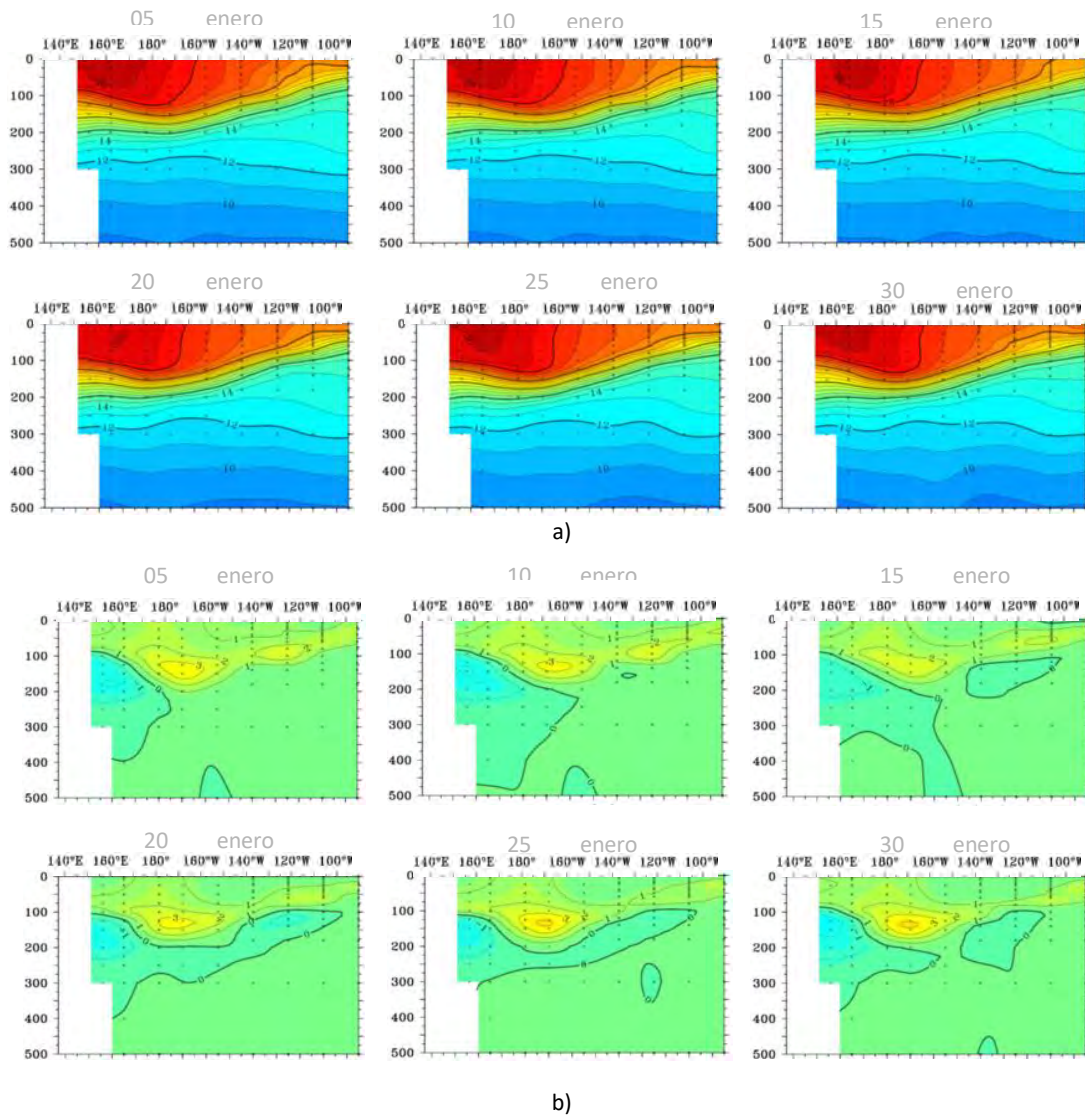
El índice ONI (Oceanic Niño Index en inglés) del Pacífico central (Niño 3.4) para noviembre y diciembre de 2019 fue de 0.5; es decir se mantiene en el umbral positivo por dos meses consecutivos, caracterizando a la región como condiciones cálidas débiles.



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

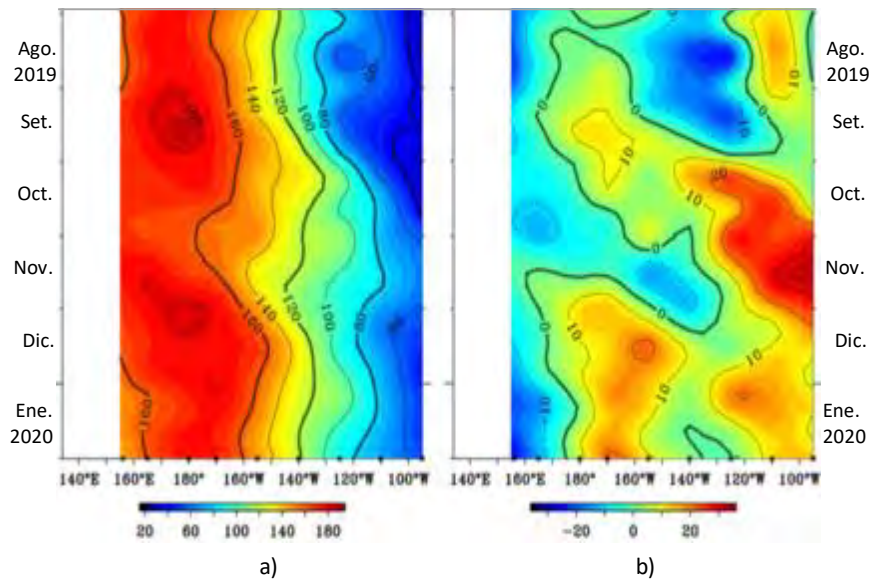
### 1.3. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Los datos in situ de las boyas TAO/TRITON de la región occidental-central (180° - 150°W) la termoclina se ubicó entre 100m y 200m de profundidad, con mayor gradiente térmico durante a segunda quincena del mes, lo que generó el incremento de las anomalías en esta zona, con un núcleo de +4°C. Por otro lado, en la región oriental, por encima de los 80m la termoclina ascendió ligeramente, manifestando condiciones frías, a través de un núcleo de anomalías de hasta -2°C. (Figura 1.3.1 a y Figura 1.3.1 b).



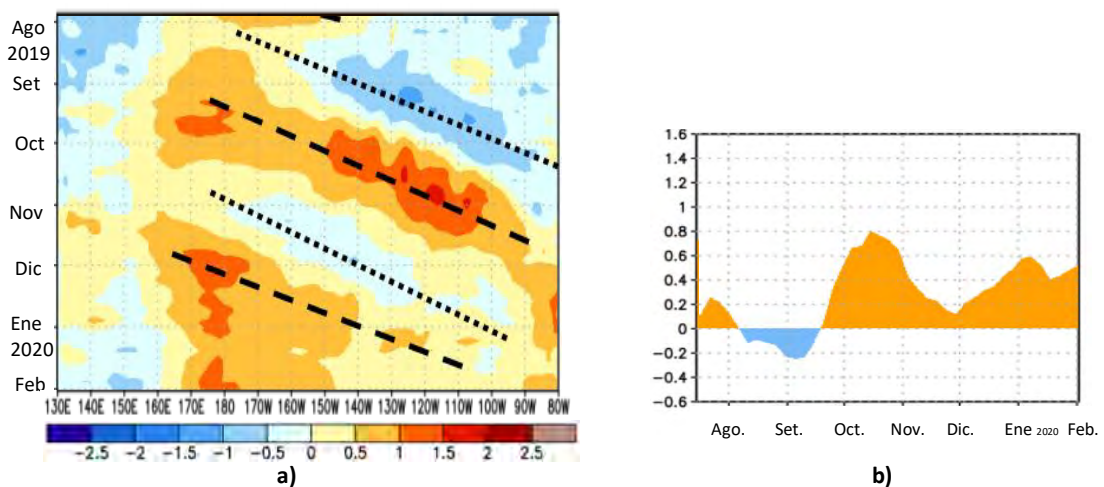
**Figura 1.3.1.** a) Sección transversal de la temperatura subsuperficial del mar (°C) en el Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S, promedio de cinco días, finalizando los días 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de enero. b) anomalía de las secciones transversales de la temperatura subsuperficial del mar (°C).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

Asimismo, los datos de las boyas mostraron la continuidad de la profundización de la isoterma de 20°C, con mayor incidencia en la región occidental. Entre 150°W y 120°W la profundización fue menor, guardando relación con la presencia de anomalías de vientos del Este sobre esta zona. Por otro lado, desde la quincena de diciembre, al oeste de 170°E la isoterma ascendió entre 10m y 20m, manifestando condiciones frías en esta región (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 agosto de 2019 a enero de 2020. Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL.

En la región ecuatorial, el contenido de calor muestra la propagación de dos ondas Kelvin cálidas, una en la región central-oriental, que se generó (región occidental) entre fines de noviembre y principios de diciembre de 2019; y otra, onda que se ha generado en este mes en la región occidental, que se propaga hacia el este. Por otro lado, al este de 090°W el contenido de calor se ha mantenido positivo, como diciembre. En general, toda la franja ecuatorial se mantiene con reserva de contenido de calor positivo. (Figura 1.3.3 a y Figura 1.3.3 b).

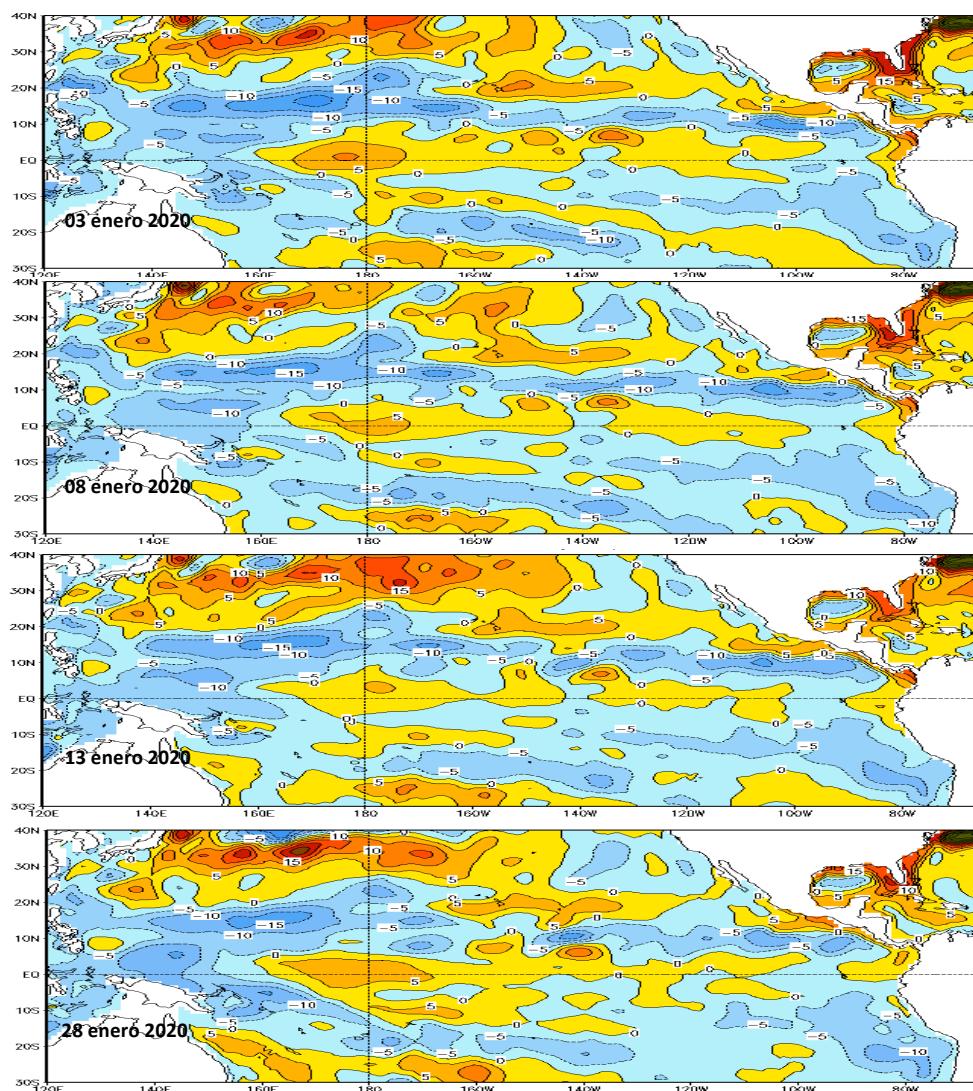


**Figura 1.3.3** Periodo de agosto de 2019 a enero de 2019. a) Anomalía del contenido de calor (°C) a) en la región ecuatorial, entre 130°E-80°W, de 0m a 300 m de profundidad. b) promedio de la región entre 180°-100°W. Periodo de agosto de 2019 a enero de 2020. Fuente: CPC-NOAA.

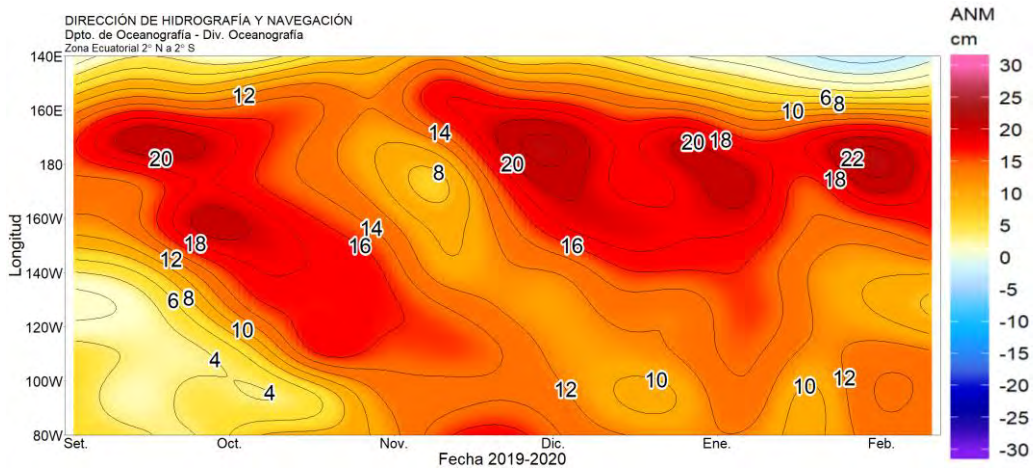
#### 1.4. NIVEL DEL MAR

El Nivel del mar en el Pacífico ecuatorial predominó por encima del nivel normal; con mayores anomalías positivas en la región occidental que se extendieron hasta los 10°S y propagaron hacia la región central y oriental. En áreas adyacentes a la costa Sudamericana el nivel se mantuvo con ligeras anomalías positivas hasta cerca de  $\pm 10^\circ$  de latitud, como resultado del arribo de la onda Kelvin cálida, en el mes de diciembre. (Figura 1.4.1).

En la franja ecuatorial, entre los 160°E-160°W, la anomalía del nivel del mar se incrementó rápidamente en dos momentos, a principios y fines de enero. El primero se extendió hacia la región central, disminuyendo sus anomalías conforme avanzó hacia el este. Por el lado de la región oriental, se mantuvo los niveles por encima del promedio, como parte de la onda kelvin anterior que arribó en esta zona. (Figura 1.4.2).



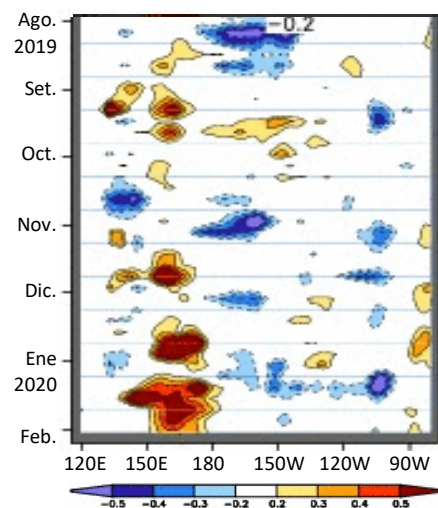
**Figura .1.4.1.** Anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical para los días 03, 08, 13 y 28 de enero de 2020. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS.



**Figura .1.4.2.** Anomalía del nivel del mar en la región ecuatorial, entre los 140°E-80°W de 2°N-2°S. Periodo de setiembre 2019 a febrero 2020. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS. Gráfico: DIHIDRONAV.

### 1.5. VIENTO

Sobre el Pacífico ecuatorial occidental entre los 150°E-180° se evidenció fuerte anomalías positiva de esfuerzo de viento, lo que favoreció al rápido incrementos del nivel del mar, profundización de la isoterma de 20°C y la formación de una onda kelvin cálida.

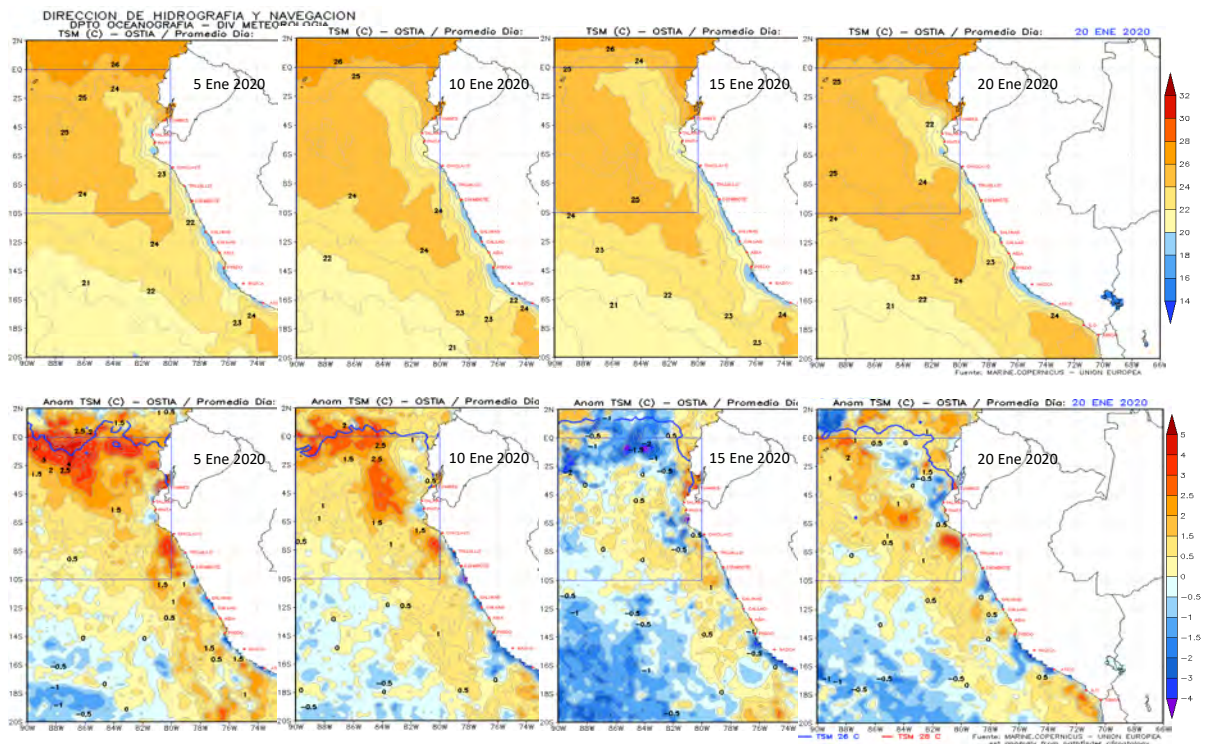


**Figura .1.5.1.** Anomalía del esfuerzo de viento zonal (dyna/cm<sup>2</sup>) a nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, para el periodo de setiembre de 2019 a enero de 2020. Fuente: NOAA.

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

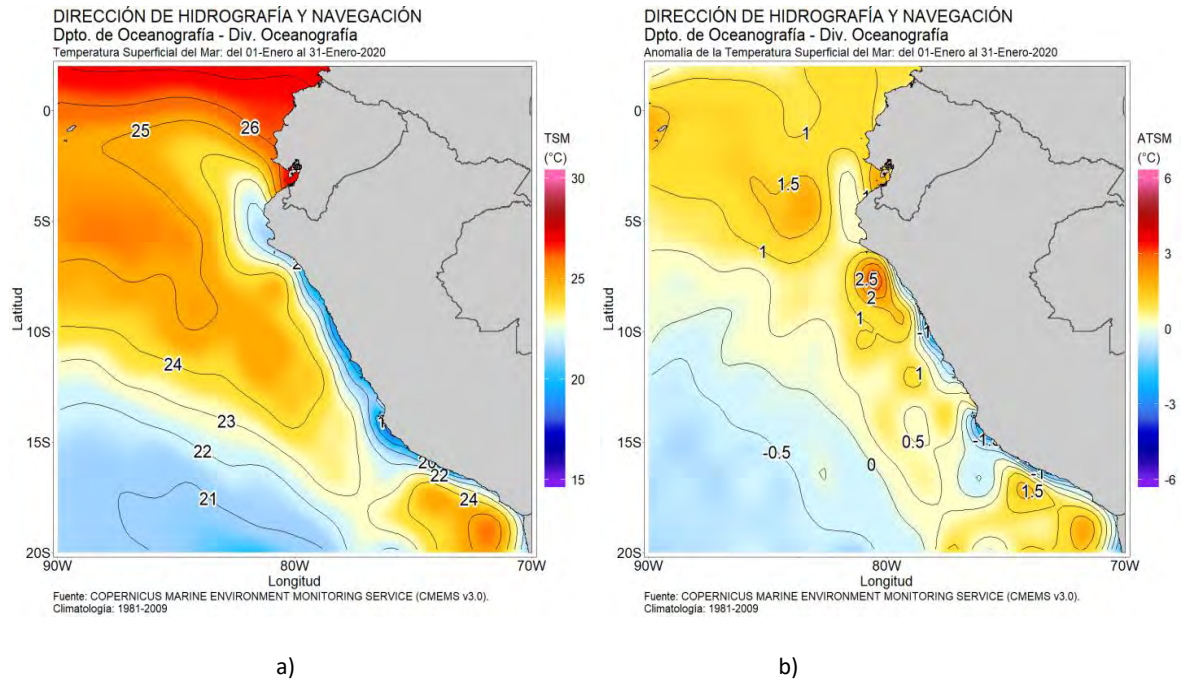
### 2.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En la región Niño 1+2, la temperatura diaria varió de 21°C en la zona más adyacente a la costa de Perú a 27°C en la norte de la región, manifestando condiciones cálidas al norte de los 06°S durante la primera quincena de enero y condiciones de normal a ligeramente fría durante las siguientes semanas. Como promedio mensual la temperatura fue de 22°C a 26°C, con anomalía de +1°C a +1,5°C al norte de los 06°S (Figura 2.1.1 y Figura 2.1.2).



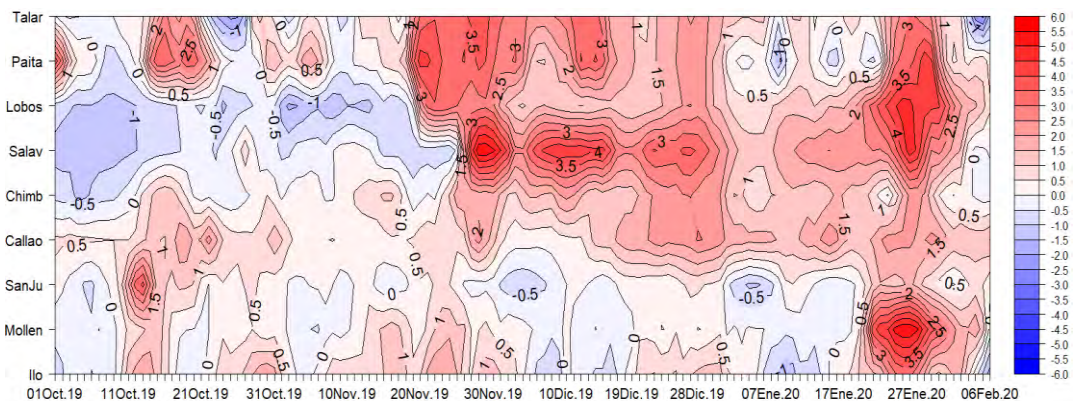
**Figura 2.1.1.** Temperatura promedio en la región Niño 1+2 y frente a la costa de Perú. Para enero 2020. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

En el mar de Perú la temperatura promedio de enero fue de 22°C a 26°C en el norte, de 20°C a 24°C en el centro y de 19°C a 25°C en el sur, manifestándose como un mes de condiciones cálidas en gran parte del mar peruano, con anomalías de +0,5°C a +2,5°C. Sólo en parte de la zona centro y sur de las primeras 50 millas en promedio las condiciones se presentaron frías con anomalía promedio de -1°C (Figura 2.1.2).

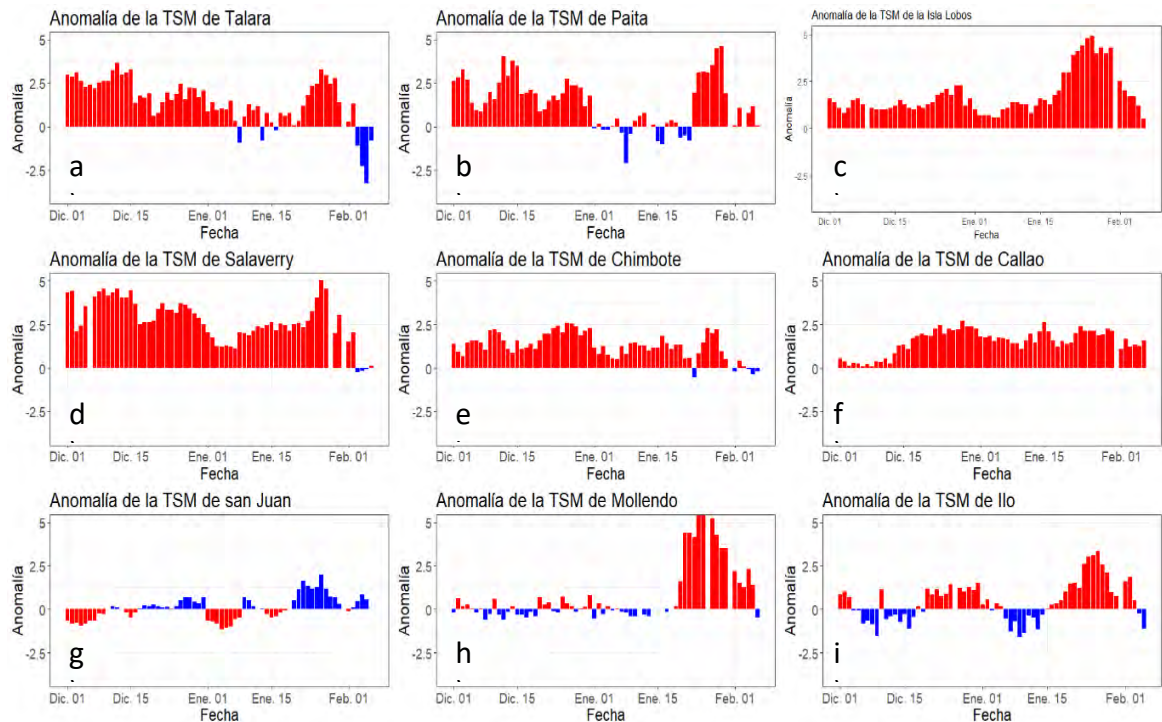


**Figura 2.1.2.** a) Temperatura promedio de enero de 2020 en la región Niño 1+2 y en el mar de Perú, b) Anomalia de la temperatura promedio de enero de 2020 en la región Niño 1+2 y en el mar de Perú. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

Por otro lado, en el litoral norte y centro las anomalías diarias de la TSM disminuyeron respecto al mes de diciembre, de un valor máximo de +3,5°C a -1°C en el norte y de +4°C a +1°C en el centro. Sin embargo, en la tercera semana nuevamente las anomalías aumentaron en todo el litoral, hasta +4°C. En los primeros días de febrero este calentamiento cayó, con anomalías cercanas a cero, en el orden de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  (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 de Perú de octubre de 2019 a enero de 2020. Climatología: 1981–2010 DIHIDRONAV. Fuente: DIHIDRONAV.



**Figura 2.1.4.** Series de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar de estaciones costeras, durante cuatro meses, de diciembre de 2019 a enero 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 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.

## 2.2. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

A 230 millas frente de la costa norte, en 085°W 05°S (boya oceanográfica DIHIDRONAV) la temperatura en los primeros 20m de profundidad aumentó respecto al mes de diciembre, hasta 2°C durante el mes de enero y 3°C en la primera semana de febrero, generándose una termoclina de mayor gradiente térmico, en la columna de 20m a 75m de profundidad. Esto generó una capa superficial de 10m de condiciones normales y otra capa entre 10m y 75m de condiciones ligeramente cálidas con anomalías de +0,5°C a +1°C (Figura 2.2.1 a y Figura 2.2.1 b).

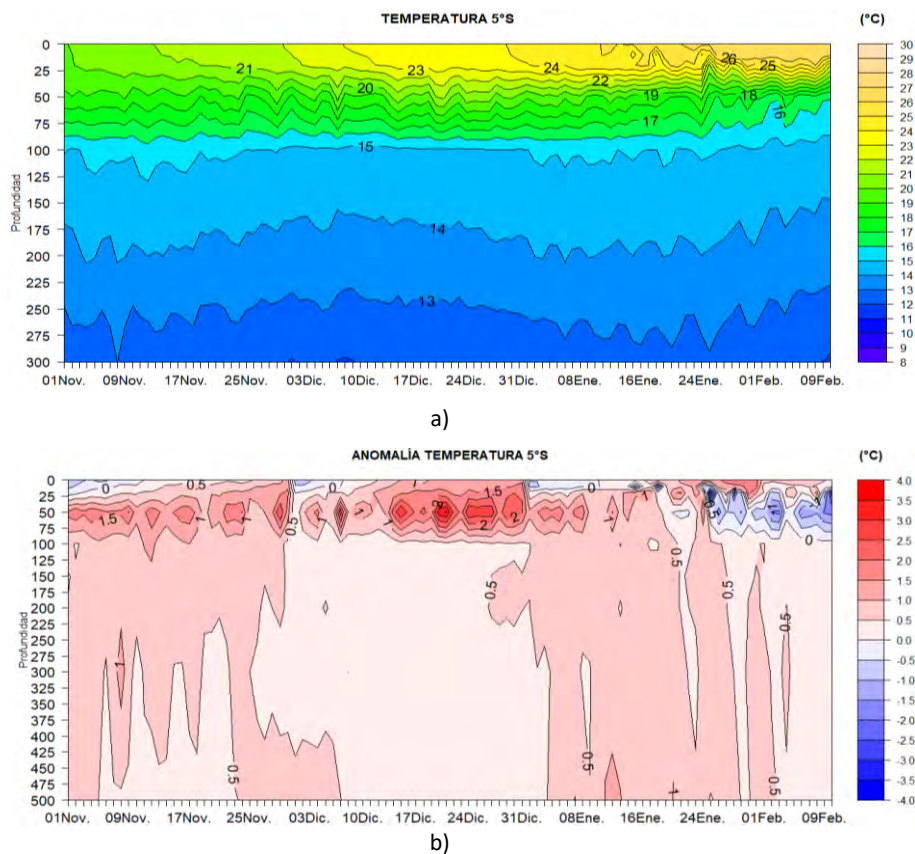


Figura 2.2.1. Diagrama Hovmöller de la temperatura del mar con datos recopilados por la boya oceanográfica (085°W 05°S). Periodo del 1 de noviembre de 2019 al 12 de febrero de 2020. Fuente: Boya de la DIHIDRONAV.

En otro punto, a 100 millas de la costa norte, durante el mes predominó una termoclina con fuerte gradiente térmico, en particular a fines de enero, manteniéndose desde la superficie hasta los 50 m de profundidad. (Figura 2.2.2 a y Figura 2.2.2 b)

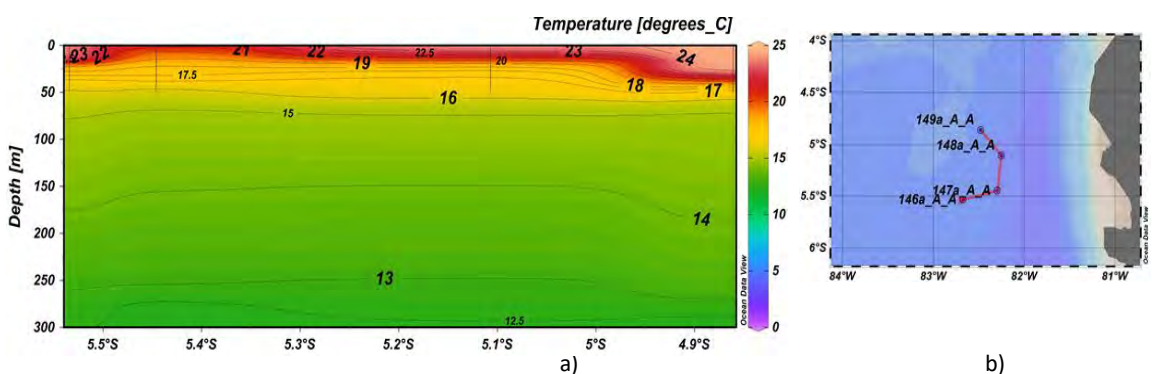


Figura 2.2.2. a) Diagrama Hovmöller de la temperatura del mar frente a la zona norte del Perú, hasta los 300m de profundidad, b) ruta seguida por la boya entre el 8 de enero y 8 de febrero de 2020. Fuente: Boya ARGO, gráfico: DIHIDRONAV.

### 2.3. SALINIDAD

En el mar de Perú, la salinidad (<34,8 ups) en la zona norte caracteriza la presencia de aguas ecuatoriales superficiales (AES) hasta los 05°S; y aguas subtropicales superficiales (ASS) en las zonas centro y sur, con concentraciones de 35,1 ups a 35,3 ups.

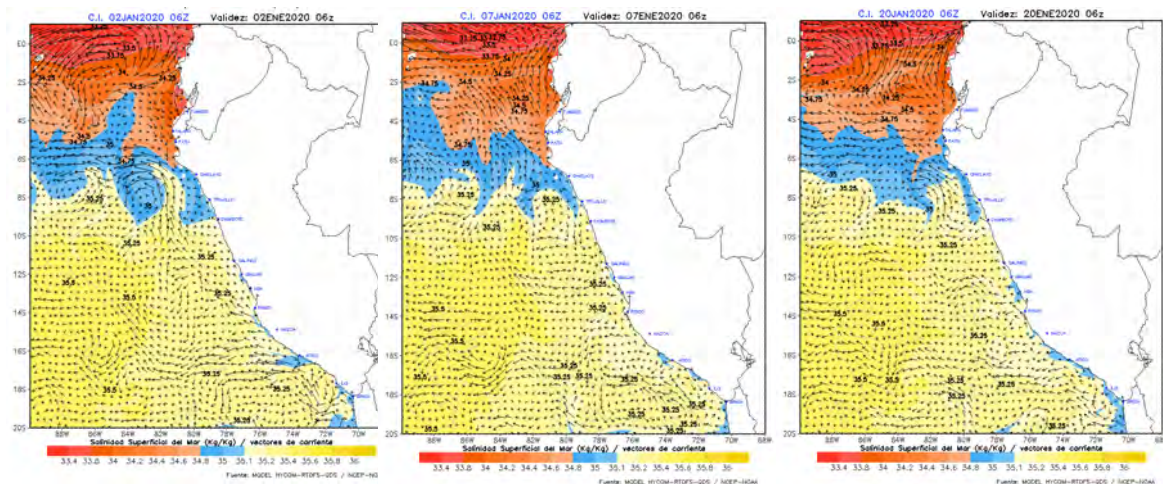


Figura 2.3.1. Salinidad promedio en el mar de Perú de los días 02, 07 y 20 de enero 2020. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Model HYCOM-RTOFS-ODS/ NCEP-NOAA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

### 2.4. SALINIDAD SUB-SUPERFICIAL

A 230 millas frente de la costa norte, en 085°W 05°S (boya oceanográfica DIHIDRONAV) los datos de salinidad en los primeros 30m de profundidad muestran el dominio de AES durante las tres primeras semanas, para luego durante la última semana aumentar la concentración hasta 35,1 ups, asociado a ASS. Por debajo de esta columna superficial hasta los 250 m de profundidad, la salinidad predominó dentro del rango de 35,0 ups a 35,1 ups, propias de aguas ecuatoriales subsuperficiales (AESS), seguida de aguas ecuatoriales profundas (AEP) con salinidad de 34,9 ups a 34,7 ups, hasta los 500 m de profundidad. (Figura 2.4.1)

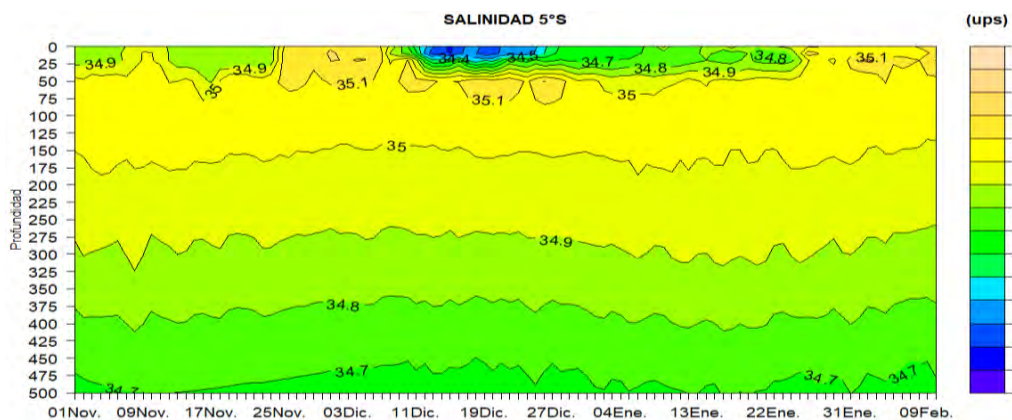
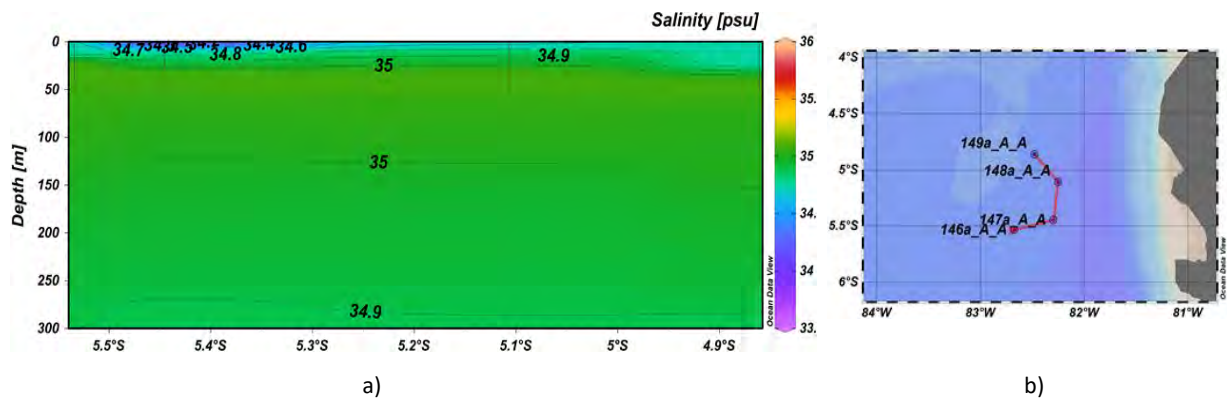


Figura 2.4.1. a) Diagrama Hovmöller de la salinidad del mar con datos recopilados por la boya oceanográfica (085°W 05°S). Periodo del 1 de noviembre de 2019 al 12 de febrero de 2020. Fuente: Boya de la DIHIDRONAV.

En otro punto, a 100 millas de la costa norte, las AES se ubicaron hasta los 20 m de profundidad aproximadamente, con salinidad de 34,4 ups a 34,8 ups. Por debajo predominaron las AES con salinidad de 34,9 ups a 35,0 ups. (Figura 2.4.2 a, Figura 2.4.2 b)



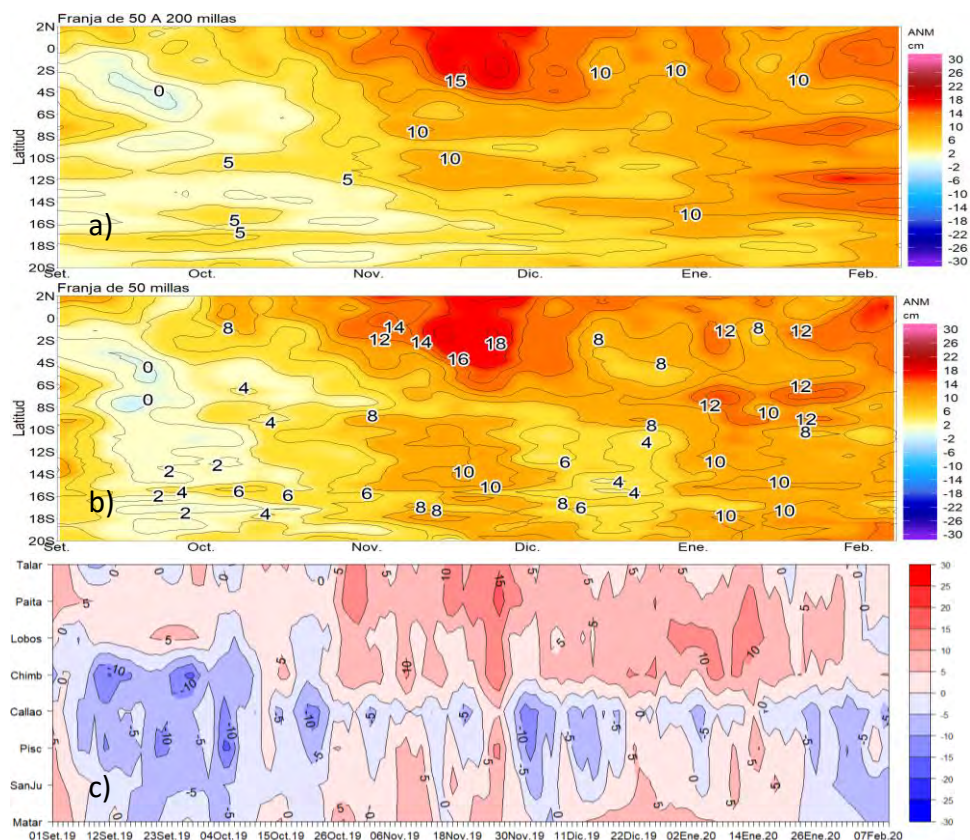
**Figura 2.4.2.** a) Diagrama Hovmöller de la salinidad del mar frente a la zona norte del Perú, hasta los 300m de profundidad. b) ruta seguida por la boya entre el 8 de enero y 8 de febrero de 2020. Fuente: Boya ARGOS, gráfico: DIHIDRONAV.

## 2.5. NIVEL DEL MAR

Entre 50 y 200 mn de la costa de Perú el nivel del mar se mantuvo con anomalías positivas, predominando con valores de 10 cm a 15 cm, evidenciándose un incremento de las anomalías respecto al mes de diciembre. (Figura 2.5.1 a).

Entre 0 y 50 mn, el nivel del mar se mantuvo con anomalías positivas, entre 8 cm y 12 cm, manifestando un incremento de éstas, respecto al mes anterior. (Figura 2.5.1 b).

En el litoral el nivel del mar al norte del Callao predominó con anomalías entre 5 cm y 10 cm, en tanto que en el sur osciló alrededor del nivel normal, con anomalías de  $\pm 0,5$  cm. En la última semana de enero estas anomalías disminuyeron hasta predominar valores cercanos a lo normal. (Figura 2.5.1 c, Tabla 2.5.1).



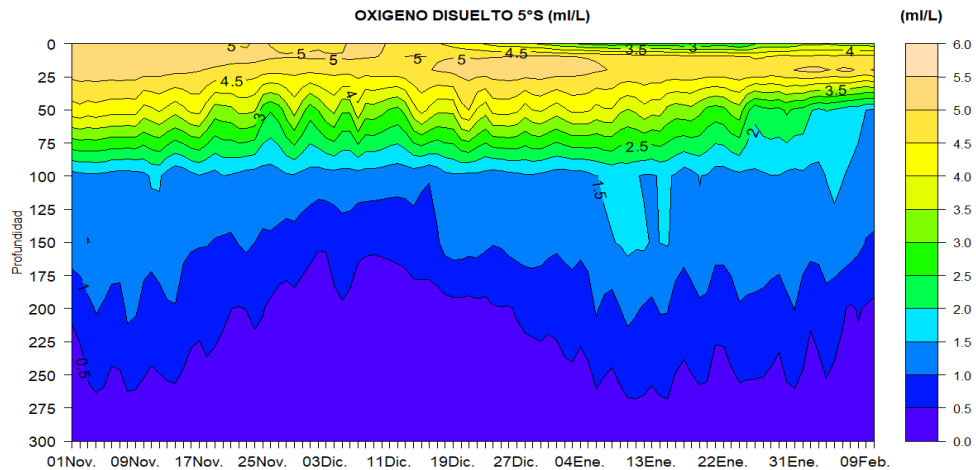
**Figura 2.5.1.** Diagrama Hovmöller de nivel anomalía del nivel del mar, a) entre 50mn y 200mn, b) Dentro de las 50mn. c) En el litoral de Perú. de setiembre 2019 a febrero 2020 Fuente: DIHIDRONAV.

**Tabla 2.5.1.** Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) en el semestre octubre de 2019– enero de 2020. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

Estación	ATSM 2019				ANMM 2019			
	Oct	Nov	Dic	Ene	Oct	Nov	Dic	Ene
Talara	0.2	1.4	1.4	1.1	2.2	8.8	8.8	2.9
Paita	1.2	1.8	1.8	0.7	9.0	10.3	10.3	6.3
Isla Lobos de Afuera	-0.8	0.1	0.1	2.3	0.6	5.3	5.3	8.0
Salaverry	-0.2	0.4	0.4	2.4	-	-	-	-
Chimbote	-0.1	0.6	0.6	1.1	-0.1	6.7	6.7	6.7
Callao	1.0	0.6	0.6	1.8	-5.1	-2.5	-2.5	-3.2
San Juan	0.7	0.1	0.1	0.4	-	-	-	-
Mollendo	0.2	0.4	0.4	1.5	0.2	4.4	-0.5*	3.4
Ilo	0.4	0.9	0.9	0.6	-	-	-	-

### 2.6. OXIGENO

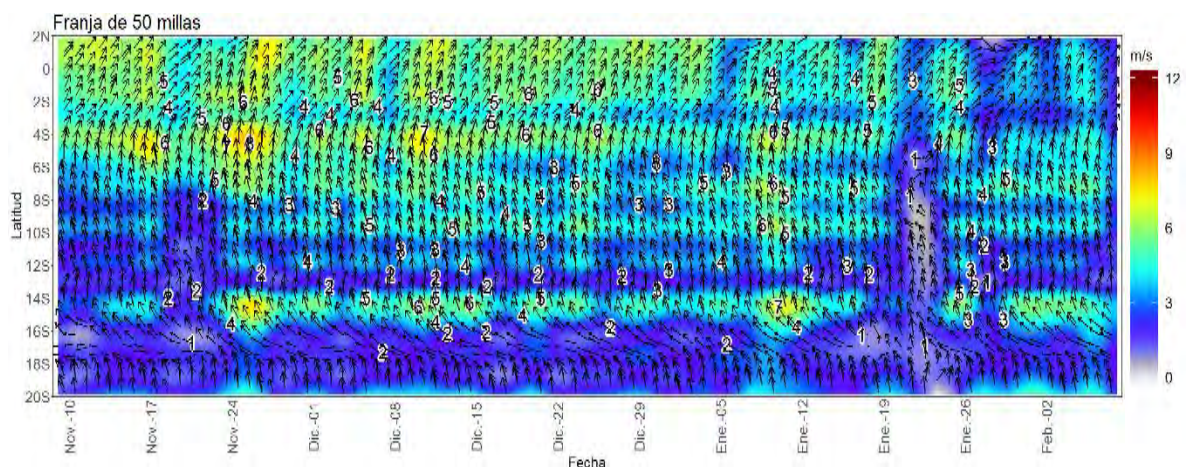
A 230 millas frente de la costa norte, en 085°W 05°S (boya oceanográfica DIHIDRONAV), en los primeros 25 m de profundidad el oxígeno disuelto se mantuvo con alta concentración, entre 3 ml/L y 5 ml/L, mientras que por debajo de esta capa superficial hasta los 100 m de profundidad se evidenció un fuerte gradiente, disminuyendo el oxígeno hasta 1,5 ml/L. La mínima de oxígeno (0,5 ml/L) se identificó por debajo de los 200 m de profundidad. (Figura 2.7.1).



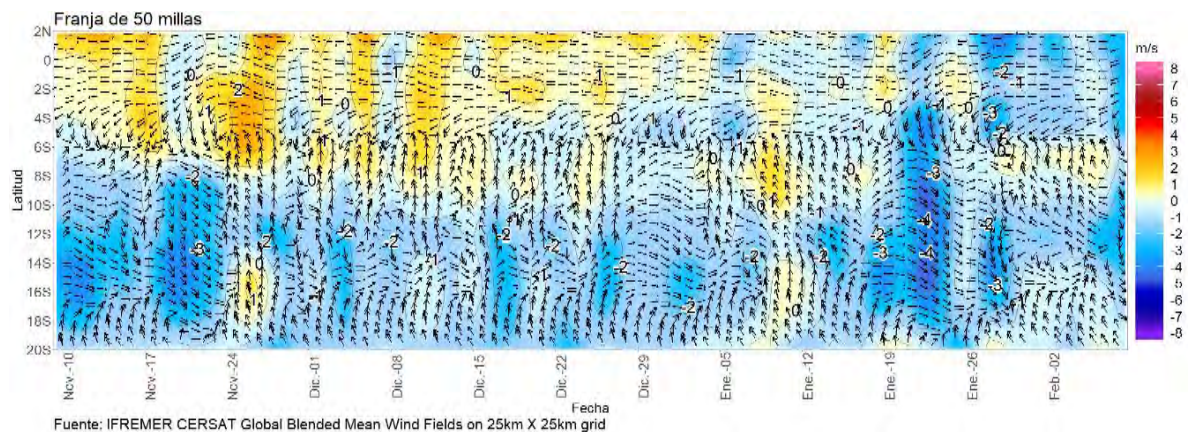
**Figura 2.7.1.** Diagrama Hovmöller de oxígeno disuelto en el mar. Datos recopilados por la boya oceanográfica número 1 de la DIHIDRONAV (085°W 05°S). Periodo del 1 de noviembre de 2019 al 12 de febrero de 2020.

### 2.7. VIENTOS

Durante enero predominaron vientos del sudeste con velocidades entre 3 m/s y 5 m/s al norte de los 15°S y de 1 m/s al sur de esta latitud. A mediados de enero la velocidad del viento disminuyó hasta 1 m/s, al sur de los 06°S (Figura 2.7.1 a). Esta disminución de la velocidad corresponde a la presencia de anomalías de hasta -5m/s, debido a la intensificación de vientos del noroeste. (Figura 2.7.1 a y Figura 2.7.1 b).



a)



b)

**Figura 2.7.1.** a) Diagrama Hovmöller de la velocidad y dirección del viento dentro de las 50mn, b) Diagrama Hovmöller de la anomalía de la velocidad del viento dentro de las 50mn. Periodo del 10 de noviembre de 2019 al 08 de febrero de 2020. Fuente: DIHIDRONAV.

## 2.8. CONCLUSIONES

Las ondas Kelvin cálidas se mantienen en la región ecuatorial, pero atenuadas respecto al mes anterior. Se evidencia en la región ecuatorial occidental la formación de una nueva onda Kelvin cálida, la cual arribaría frente a la costa sudamericana en marzo de 2020. En el Pacífico ecuatorial oriental aún se evidencia la presencia de la onda Kelvin cálida, que se formó a fines de octubre e inicios de noviembre.

Debido a los pulsos de viento del oeste y este desarrollados en la franja ecuatorial durante este mes de enero, se habrían formado dos ondas Kelvin, una cálida y otra fría, la cálida ubicada al oeste del meridiano 180 ° y la fría entre 150 °W y 120 °W.

En el mar peruano, al norte de los 05°S se manifestó el mayor calentamiento de este mes, en particular por fuera de las 50 millas de distancia de la costa, relacionadas a niveles del mar superiores a lo normal; generándose una termoclina de fuerte gradiente térmico, dentro de los primeros 50 m de profundidad. En la última semana de enero, las condiciones cambiaron en el mar peruano hasta en el mismo litoral, con menores anomalías de temperatura y nivel del mar.