



DIHIDRONAV

DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN
MARINA DE GUERRA DEL PERÚ



MONITOREO DEL FENÓMENO EL NIÑO

BOLETÍN OCEANOGRÁFICO

ABRIL 2020



1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL PACÍFICO ECUATORIAL

1.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En el Pacífico ecuatorial occidental la temperatura superficial semanal disminuyó en promedio 0,5°C respecto al mes de marzo, lo que llevó a que cayeran las anomalías desde su valor máximo de 1°C hasta valores cercanos a cero; en tanto que, en las regiones central y oriental la temperatura aumentó en 0,5°C, lo que llevó a que también aumenten las anomalías, de cero a hasta cerca de 1°C, en particular al este de los 140°W. (Figura 1.1.1 a y Figura 1.1.1 b).

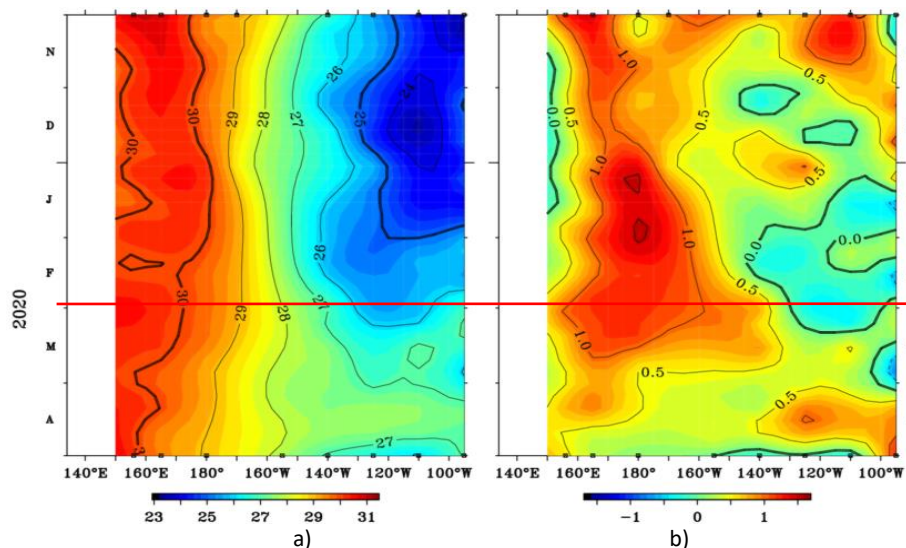


Figura 1.1.1 a) Temperatura superficial del mar. b) Anomalía de la temperatura superficial. Pacífico ecuatorial entre 02° N y 02° S de los últimos seis meses. Fuente: Boyas TAO - NOAA.

Por regiones Niño, las anomalías semanales (<+1°C) muestran condiciones cálidas durante todo el mes de abril, a pesar de presentar una tendencia descendente durante todo el mes de abril. Sólo en la región Niño 1+2, adyacente a la costa Sudamericana, predominaron condiciones neutras, con anomalías positivas menores de +0,5°C.

La anomalía mensual en las regiones Niño no superó al valor de 1°C. La mayor se dio en Niño 4 con +0.8°C y la menor anomalía en Niño 1+2 con +0,4°C. En la región Niño 3.4 la anomalía fue similar al mes de marzo, con +0.6°C. (Figura 1.1.2).

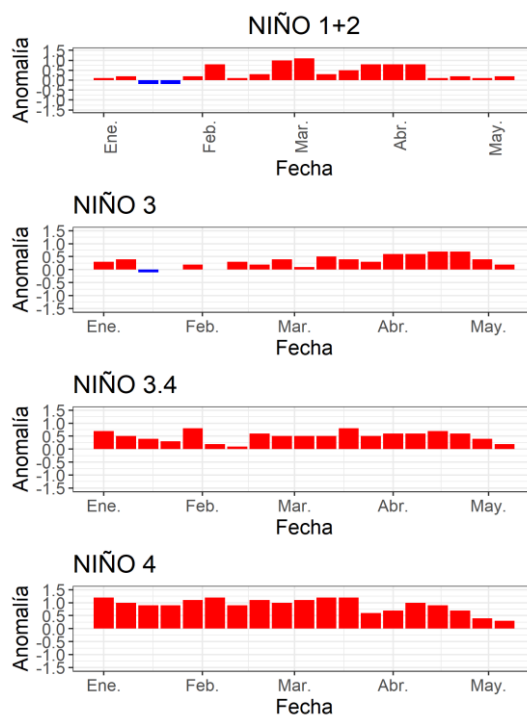


Figura 1.1.2 Anomalías semanales de la TSM (°C) en las regiones Niño, de enero a mayo de 2020. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV

En el Pacífico ecuatorial occidental y central, la anomalía de la TSM de abril disminuyó respecto al mes de marzo, en promedio 1°C; en tanto que, en la región oriental la anomalía aumento hasta valores de +2°C (090°W), Estos cambios de guardan relación con el avance de la onda Kelvin cálida observada en el mes pasado. (Figura 1.1.3).

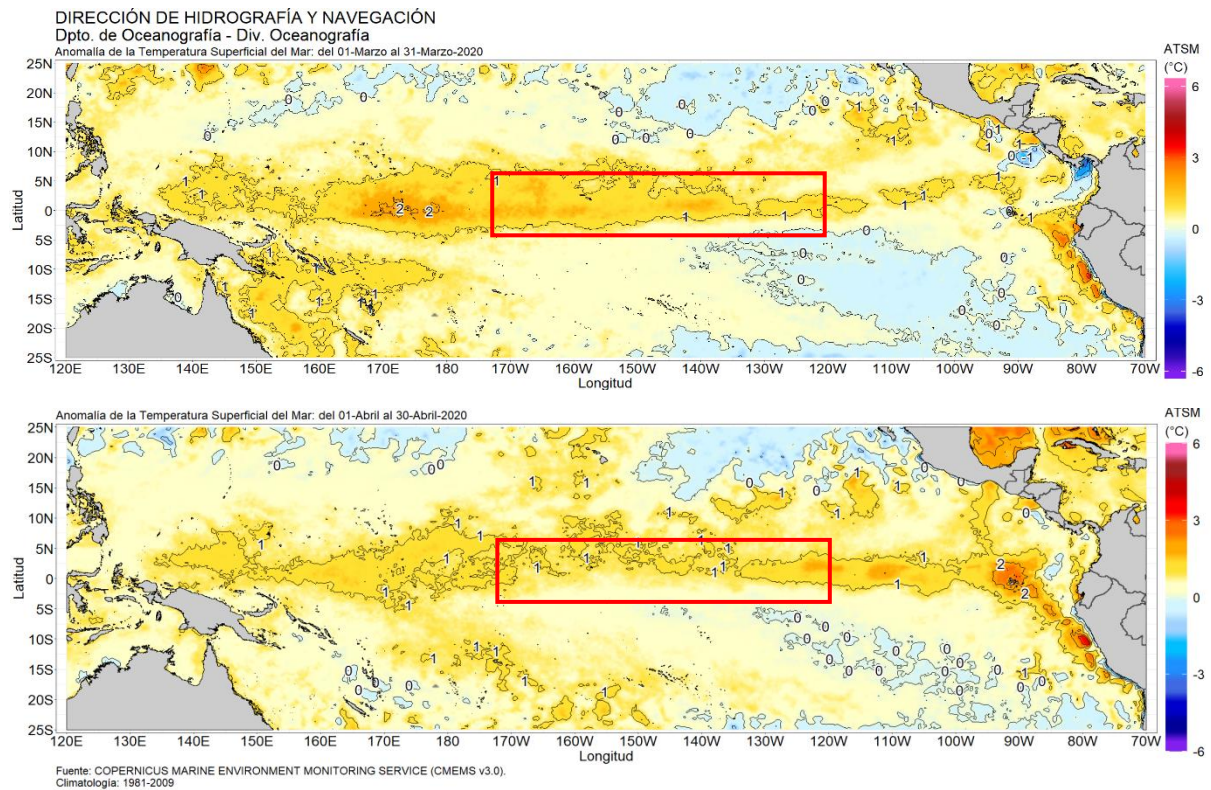


Figura 1.1.3 a) Anomalía promedio de marzo de 2020 y abril de 2020 de la temperatura superficial del mar. Fuente: OSTIA, Gráfico: DIHIDRONAV.

1.2. INDICE OCEÁNICO EL NIÑO (ONI)

El ONI (Oceanic Niño Index en inglés) del Pacífico central (Niño 3.4) en los dos últimos meses de 2019 alcanzó el umbral de +0,5. Los meses de enero, febrero y marzo 2020 se mantuvo con valores de +0,5 y +0,6; es decir, el ONI tiene cinco meses consecutivos con valores superior e igual al umbral positivo, por lo que se declara como un ENOS en su fase positiva, EL Niño débil.

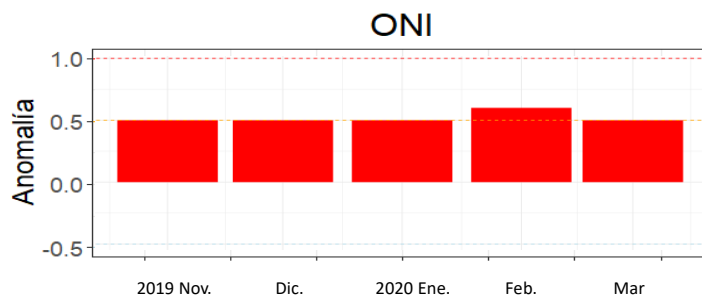


Figura 1.2.1 Serie del ONI, de noviembre 2019 a marzo 2020. Fuente: NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV

1.3. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Los datos *in situ* de las boyas TAO/TRITON, muestran una ligera profundización de la termoclina en la región oriental y ligero ascenso en la región central, lo que llevó a presentar una pendiente de menor grado. Esta configuración térmica, en la región oriental manifestó condiciones cálidas por encima de los 50m de profundidad; en tanto que, en la región central entre los 100m y 200m de profundidad manifestó condiciones frías, con anomalías de temperatura de hasta -3°C . (Figura 1.3.1 a y Figura 1.3.1 b).

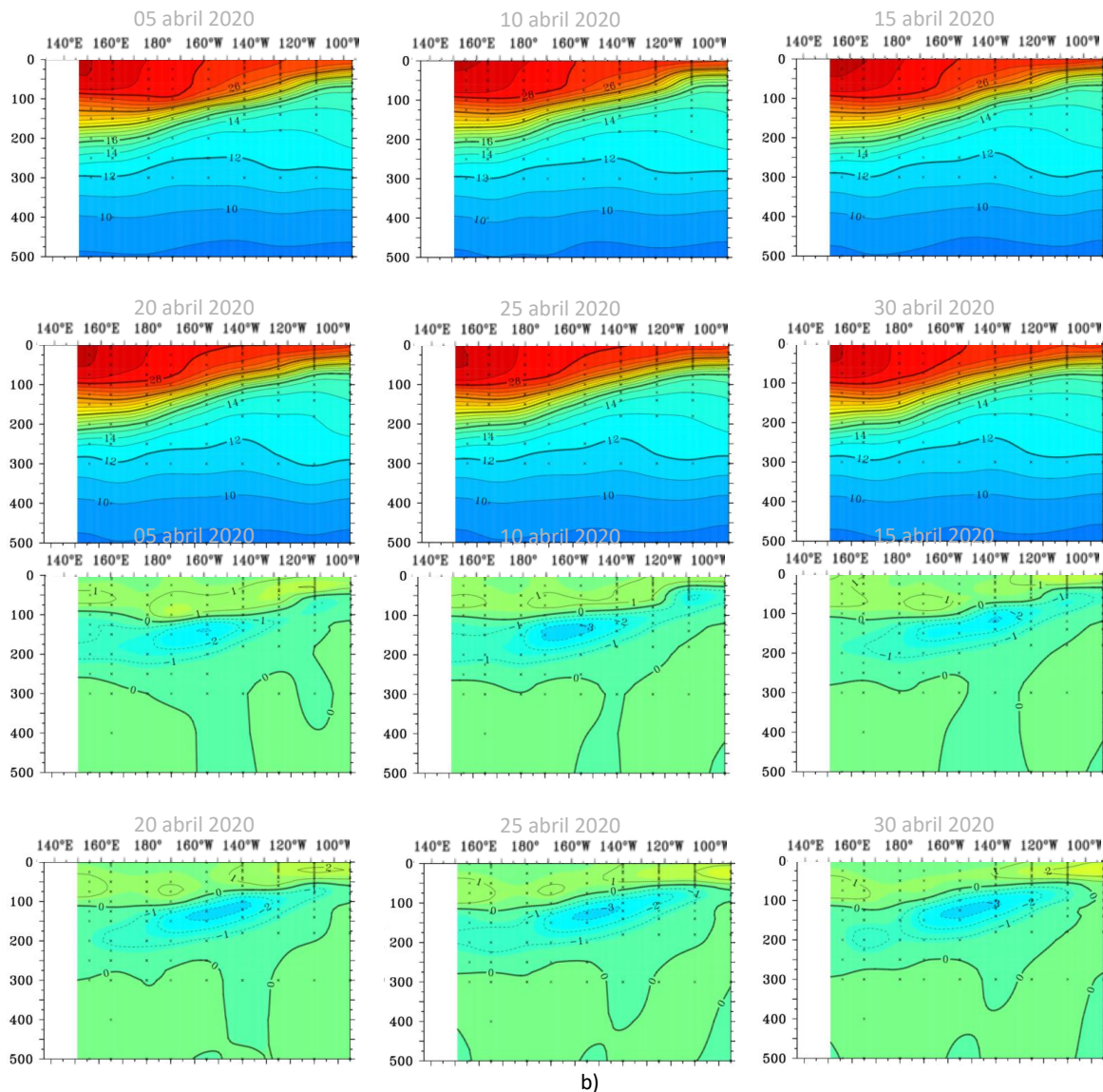


Figura 1.3.1. a) Sección transversal de la temperatura subsuperficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) en el Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S , promedio de cinco días, finalizando los días 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de abril. b) anomalía de las secciones transversales de la temperatura subsuperficial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

Asimismo, los datos de las boyas mostraron en la región central que durante abril la isoterma de 20°C disminuyó en profundidad, entre 10m y 20m; en tanto que, al este de los 100°W la isoterma aumentó ligeramente en profundidad, respecto al mes de marzo. En general, se evidencia el arribo de la onda Kelvin cálida en la región adyacente a la costa Sudamericana, además de una onda Kelvin fría que cruza la región central del Pacífico ecuatorial. (Figura 1.3.2 a y Figura 1.3.2 b).

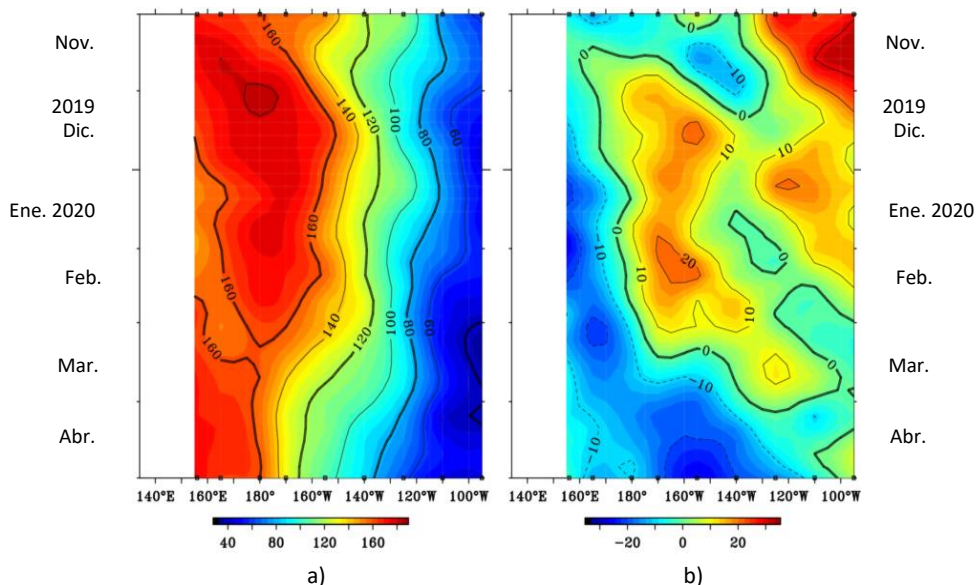


Figura 1.3.2. Diagrama longitud-tiempo (a), profundidad de la isoterma de 20°C (m). (b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m). Promedio entre 2°N – 2°S, de noviembre de 2019 a abril de 2020. Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL.

En la región ecuatorial, el contenido de calor muestra la culminación de la propagación de la onda Kelvin cálida en la región oriental, la cual disminuyó su intensidad por la presencia de vientos este. Por otro lado, una onda Kelvin fría se desplaza hacia la región oriental, mostrándose intensa y cruzando entre los 140°W y 120°W. En general, el resto de la franja ecuatorial se mantiene con reserva de contenido de calor dentro del rango normal (Figura 1.3.3 a y Figura 1.3.3 b).

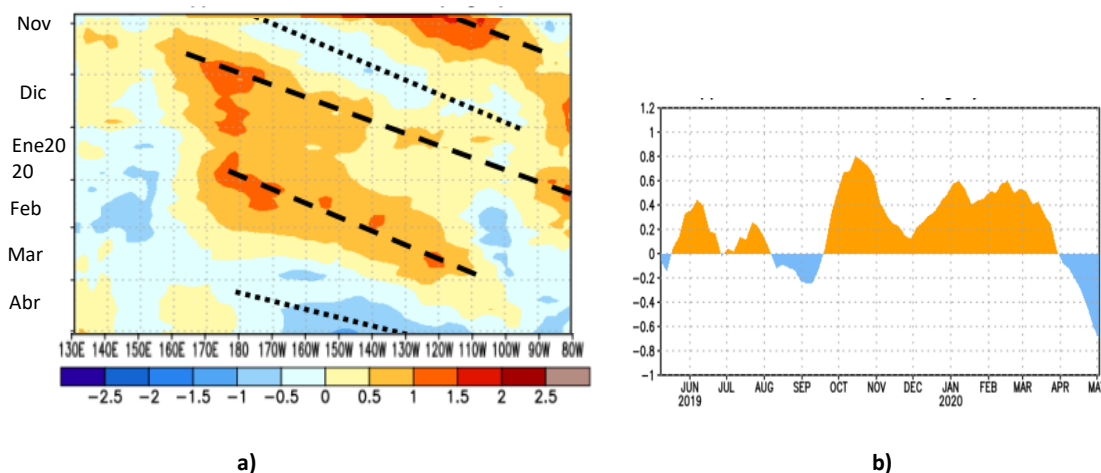


Figura 1.3.3 Periodo de Noviembre de 2019 a abril de 2020. a) Anomalía del contenido de calor (°C) a) en la región ecuatorial, entre 130°E-80°W, de 0m a 300 m de profundidad. b) promedio de la región entre 180°-100°W. Periodo de noviembre de 2019 a abril de 2020. Fuente: CPC-NOAA.

1.4. NIVEL DEL MAR

El Nivel del mar en el Pacífico ecuatorial central y oriental predominó por debajo del nivel medio; sin embargo, para fin de mes, las anomalías disminuyeron ligeramente entre los 130°W y 110°W. En áreas adyacentes a la costa Sudamericana, durante los primeros 20 días del mes se mantuvieron anomalías negativas, pero para fin de mes se mostraron anomalías pequeños, cercanas a cero. (Figura 1.4.1).

Durante este mes de abril se evidenció la propagación de la Onda Kelvin fría por toda la región centra y parte de la oriental, así como, la Onda Kelvin cálida que se propagó por la región oriental hasta alcanzar la zona adyacente a la costa Sudamericana. (Figura 1.4.2).

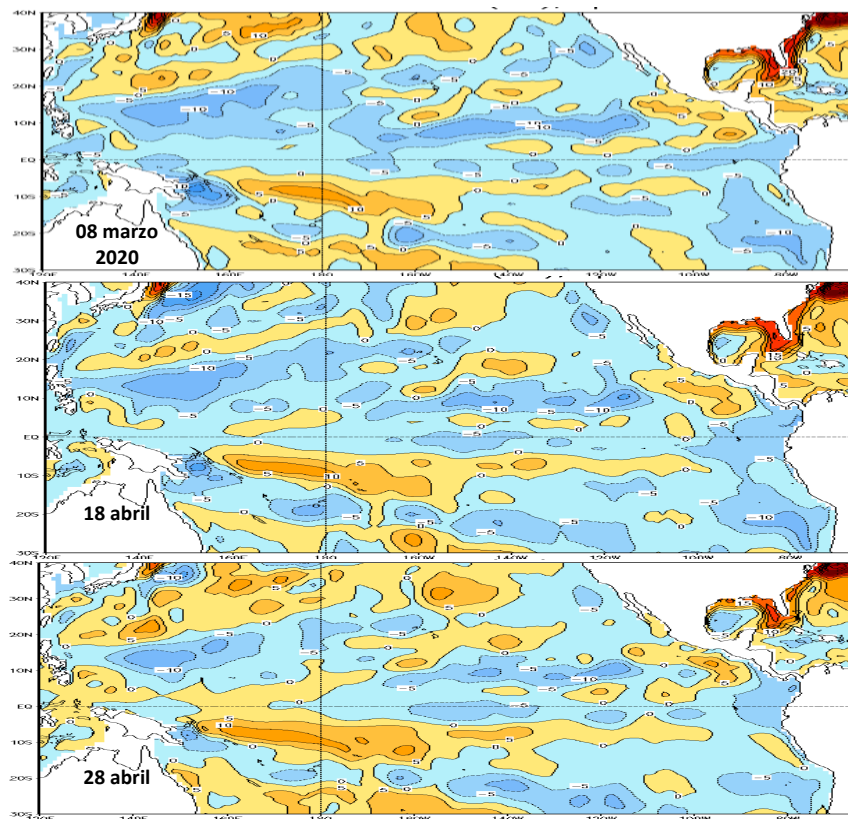


Figura .1.4.1. Anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical para los días 08, 18 y 28 de abril 2020. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS.

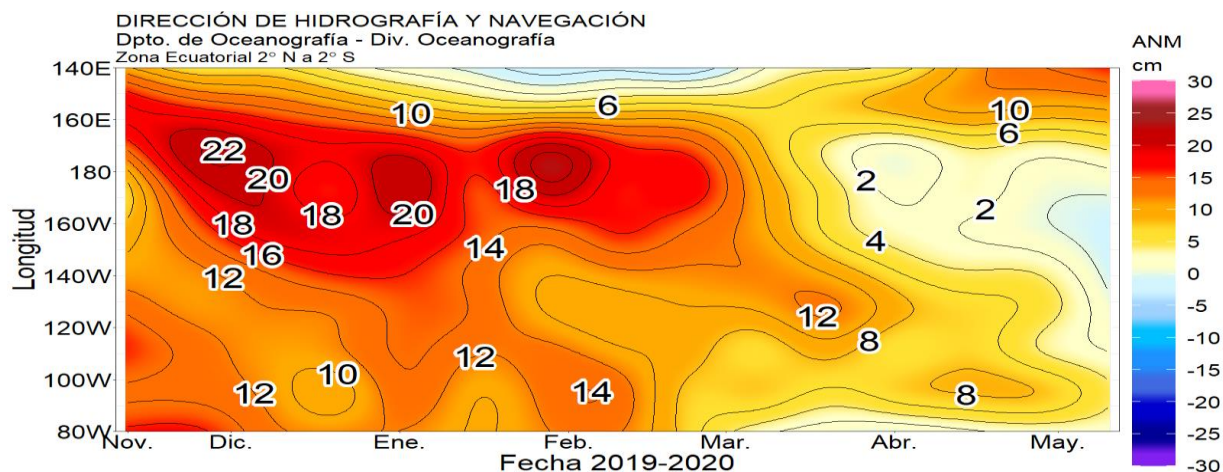


Figura .1.4.2. Anomalía del nivel del mar en la región ecuatorial, entre los 140°E-80°W de 2°N-2°S. Periodo de noviembre 2019 a abril 2020. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS. Gráfico: DIHIDRONAV.

1.5. VIENTO

Sobre el Pacífico ecuatorial occidental entre los 170°E-150°W, se evidenció anomalías negativas del esfuerzo del viento, indicando la presencia de vientos del este sobre esta región. Lo que favoreció a la intensificación de la onda Kelvin fría en el Pacífico central y las anomalías negativas de temperatura sub superficial. Asimismo, entre 130°W-90°W, en la última semana del mes, las anomalías se presentaron negativas, pero con menor magnitud; sin embargo favoreció como un bloqueo de la onda Kelvin cálida que se venía propagando en esta región. (Figura 1.5.1).

Estas anomalías negativas favorecieron al aumento de las anomalías negativas del nivel del mar y la elevación de la isoterma de 20°C (Figura 1.5.1).

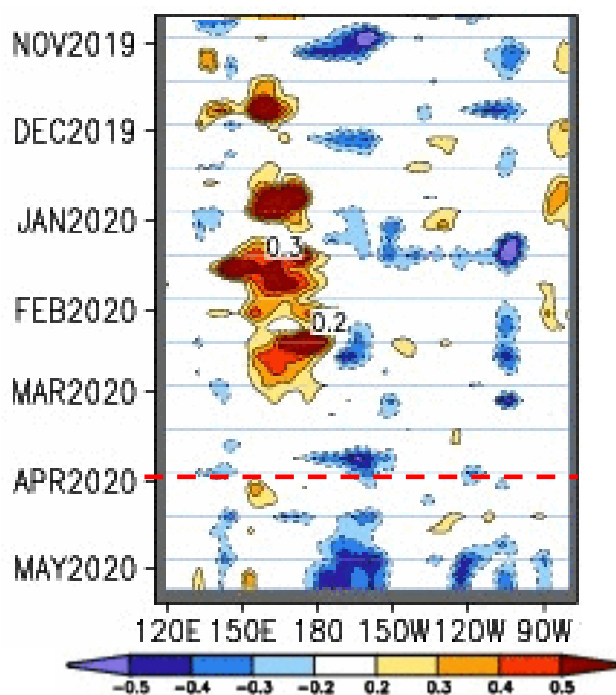


Figura .1.5.1. Anomalía del viento zonal a nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, para el periodo de noviembre de 2019 a abril de 2020. Fuente: NOAA.

2. CONDICIONES OCEANOGRÁFICO FRENTE A LA COSTA DE PERÚ

2.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En la región Niño 1+2, durante la primera quincena de abril, la anomalía de la TSM diaria prevaleció con valores positivos de hasta +4°C; sin embargo, durante la segunda quincena las anomalías fluctuaron entre positivas de hasta 3°C y negativas, de hasta -2.5°C. (Figura 2.1.1).

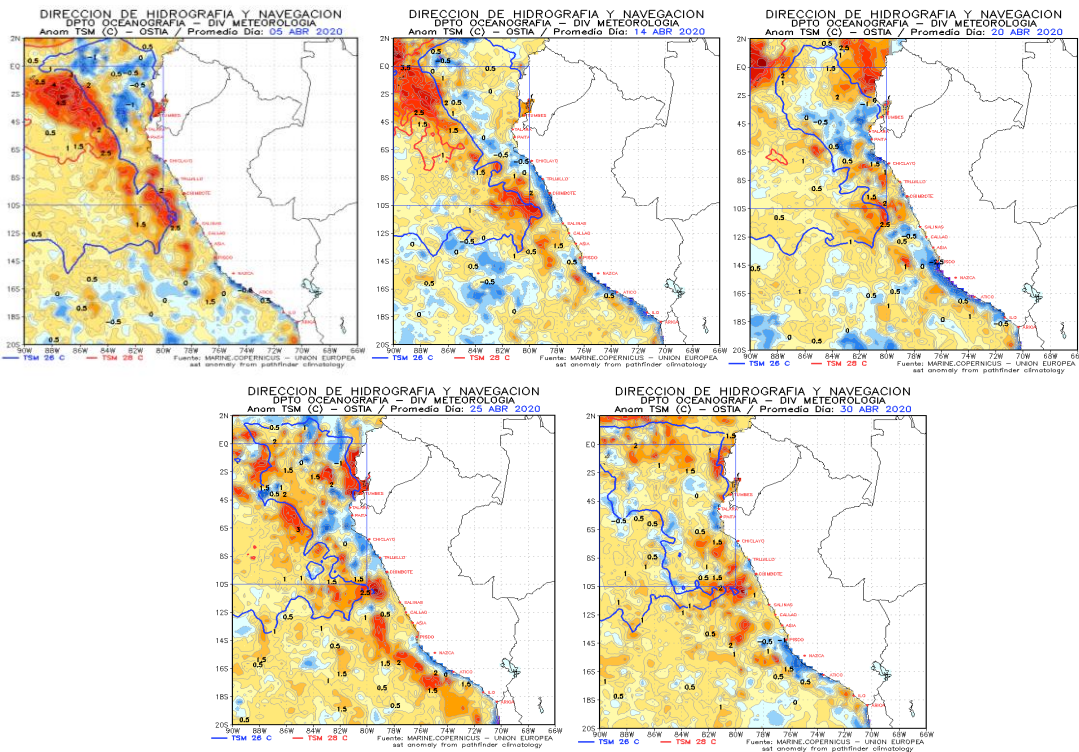


Figura 2.1.1. Temperatura promedio en la región Niño 1+2 y frente a la costa de Perú. Para abril 2020. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

Por otro lado, dentro de las primeras 50 millas del mar de Perú la TSM diaria se mantuvo con anomalías negativas, principalmente frente a la costa norte y sur. En la zona más oceánica la anomalía se mantuvo positiva, con núcleos de hasta 3°C. En promedio, la TSM mensual fue de 21°C a 26°C en el norte, de 19°C a 26°C en el centro y de 17°C a 23°C en el sur, manifestando condiciones ligeramente frías en la zona adyacente a la costa, con anomalías de hasta -1.5°C; en tanto que, por fuera de esta zona, predominaron condiciones cálidas con anomalías de hasta +3°C cerca de los 11°S (Figura 2.1.2).

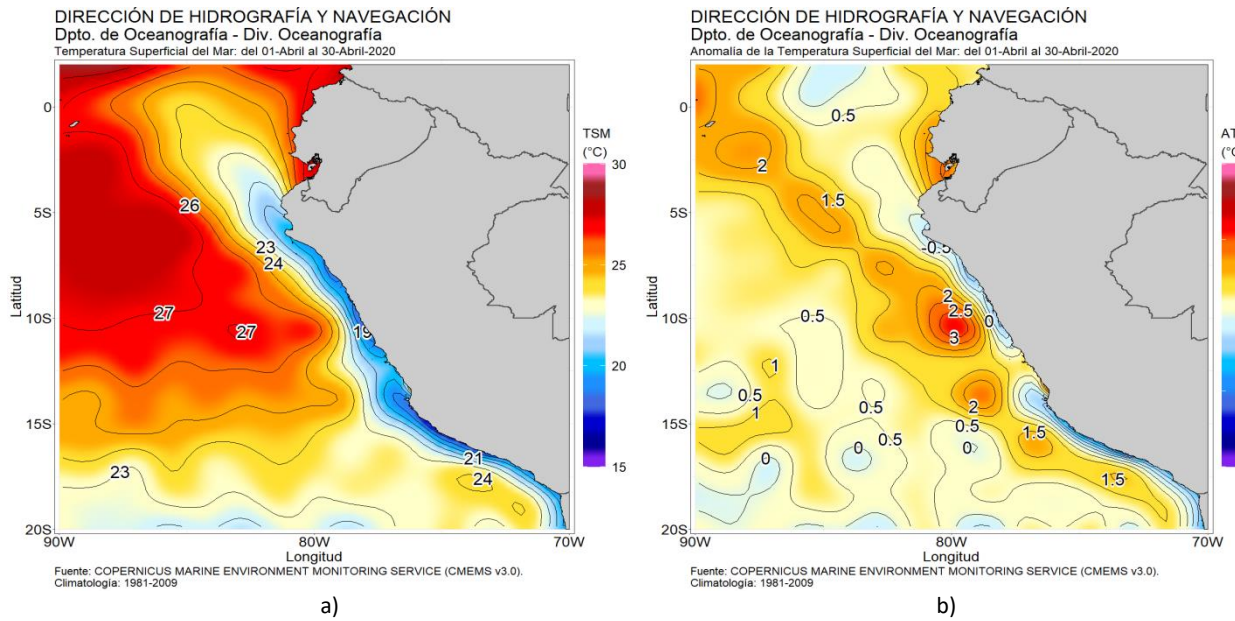


Figura 2.1.2. a) Temperatura promedio de abril de 2020 en la región Niño 1+2 y en el mar de Perú, b) Anomalia de la temperatura promedio de abril de 2020 en la región Niño 1+2 y en el mar de Perú. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

Por otro lado, en el litoral de Perú, a través de las estaciones costeras, desde el callao hacia el sur se registraron temperaturas con anomalías positivas en el orden de 1°C a 2,5°C; mientras que, frente a la costa norte dominaron temperaturas con anomalías negativas de hasta -2°C, los cuales disminuyeron durante la última semana de abril. (Figura 2.1.3, Figura 2.1.4 y Tabla 2.6.1).

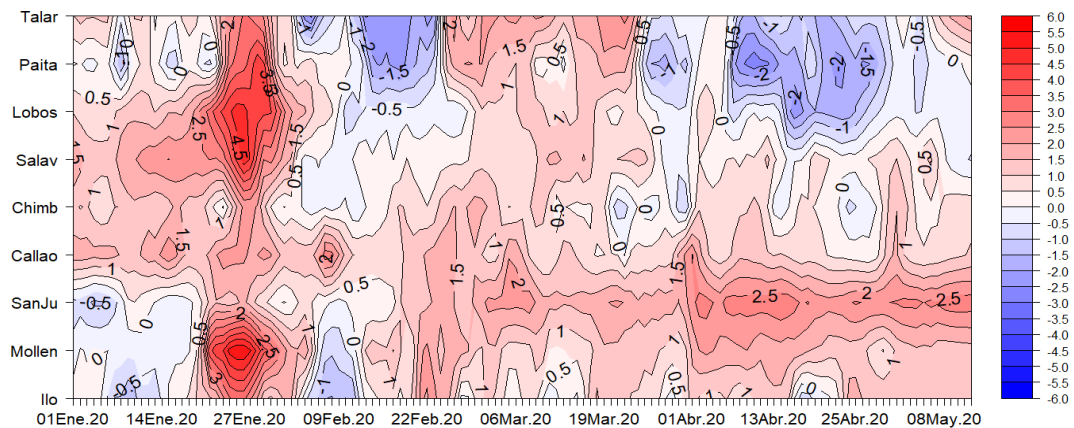


Figura 2.1.3. Diagrama Hovmöller de las anomalías de la TSM en el litoral de Perú de enero de 2020 a abril de 2020. Climatología: 1981–2010 DIHIDRONAV. Fuente: DIHIDRONAV.

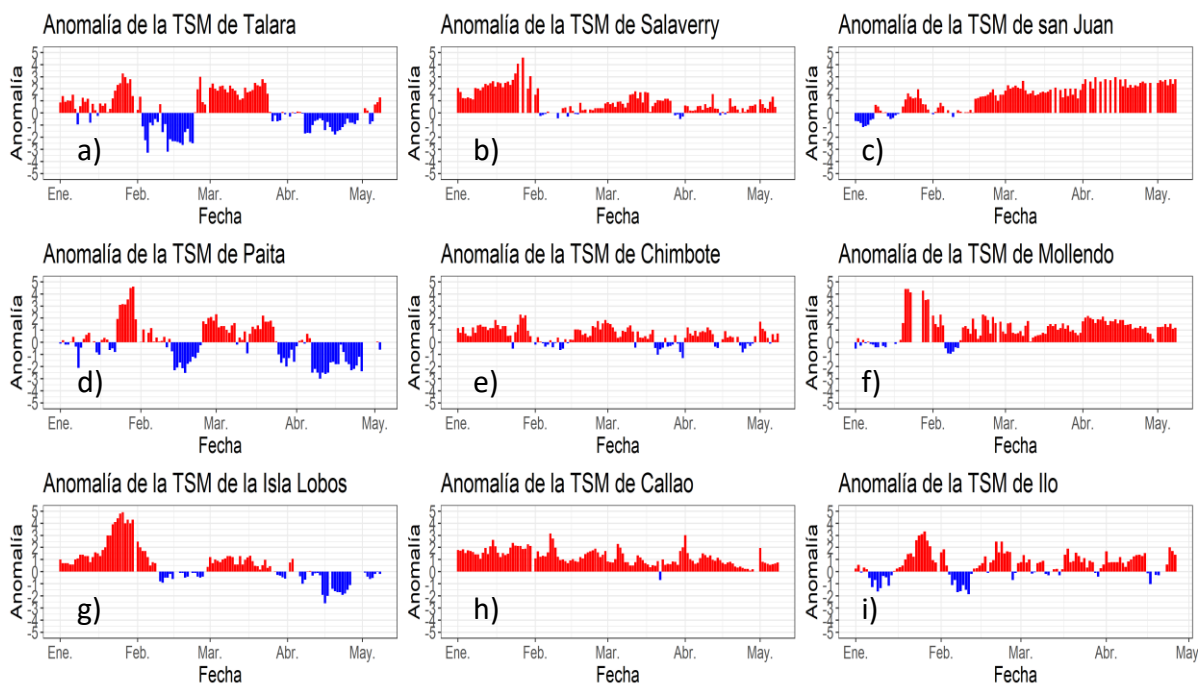


Figura 2.1.4. Series de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar de estaciones costeras, durante cuatro meses, de enero de 2020 a abril de 2020. a) Talara. b) Paita. c) Isla Lobos de Afuera. d) Salaverry. e) Chimbote. f) Callao. g) San Juan. h) Mollendo. i) Ilo. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.

2.2. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Frente a la costa sur de Ecuador, alrededor de los $02^{\circ}30'S$ $080^{\circ}30'W$ con información de los flotadores ARGO, en los primeros 40m de profundidad la temperatura disminuyó en $4^{\circ}C$ respecto al mes de marzo, de $28^{\circ}C$ a $23^{\circ}C$, manifestando condiciones frías con anomalías negativas de hasta $-4^{\circ}C$. Estas condiciones se relacionarían por la presencia de vientos anómalos y no necesariamente por la presencia de la Onda Kelvin fría (Figura 2.2.1 a y Figura 2.2.1 b).

Frente a la costa norte de Perú, alrededor de los $05^{\circ}S$ $083^{\circ}W$ también con información de los flotadores ARGO, en los primeros 60m de profundidad la temperatura disminuyó en $4^{\circ}C$ respecto al mes de marzo, de $27^{\circ}C$ a $22^{\circ}C$, disminuyendo el gradiente térmico y una ligera elevación de la termoclina. Las anomalías disminuyeron de $+4^{\circ}C$ a $-1^{\circ}C$ durante las primeras dos semanas de abril, para luego mantenerse con valores negativos. Las anomalías intensas negativas frente a Ecuador se mostraron leves frente a la costa norte de Perú. (Figura 2.2.2 a y Figura 2.2.2 b).

Frente de la costa Chimbote ($085^{\circ}W$ $08^{\circ}S$, boya oceanográfica DIHIDRONAV) en los primeros 25m de profundidad la temperatura disminuyó en $2^{\circ}C$ respecto al mes de marzo, de $27^{\circ}C$ a $25^{\circ}C$, generándose una termoclina de mayor gradiente térmico, en la columna de 20m a 75m de profundidad. Esto mantuvo una capa superficial de 50m en condiciones cálidas durante el mes de abril, con anomalías de hasta $+3^{\circ}C$; sin embargo, durante los últimos días de abril y primeros de mayo disminuyeron las anomalías positivas a dentro del rango normal, observándose que las condiciones cálidas generadas por la onda Kelvin cálida se atenuaron durante la tercera semana

de abril, una semana y media más tarde que frente a la costa al norte de los 05°S (Figura 2.2.3 a y Figura 2.2.3 b).

Finalmente, frente a la costa centro de Perú, alrededor de los 9°S 80°30'W, con información de los flotadores ARGO, en los primeros 80m de profundidad la temperatura disminuyó en 5°C respecto al mes de marzo, de 27°C a 22°C, generándose una disminución del gradiente térmico y la elevación de la termoclina. Las anomalías disminuyeron de +6°C a anomalías neutras durante la primera quincena de abril, para luego mantenerse con valores dentro del rango de condiciones normales. El término de la influencia de la onda Kelvin Cálida también se detectó durante la primera quincena del mes (Figura 2.2.4 a y Figura 2.2.4 b).

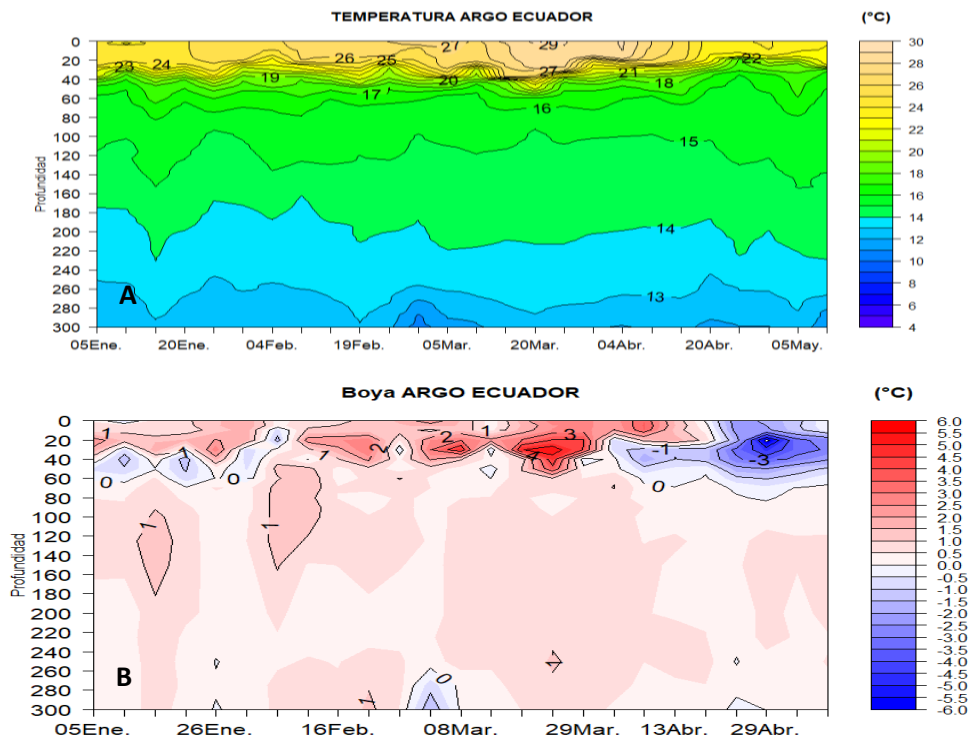


Figura 2.2.1. Diagrama Hovmöller de la temperatura del mar con datos recopilados por el flotador oceanográfico 3901262 de ARGO . Periodo del 05 de enero de 2020 al 10 de mayo de 2020. Fuente: ARGO.

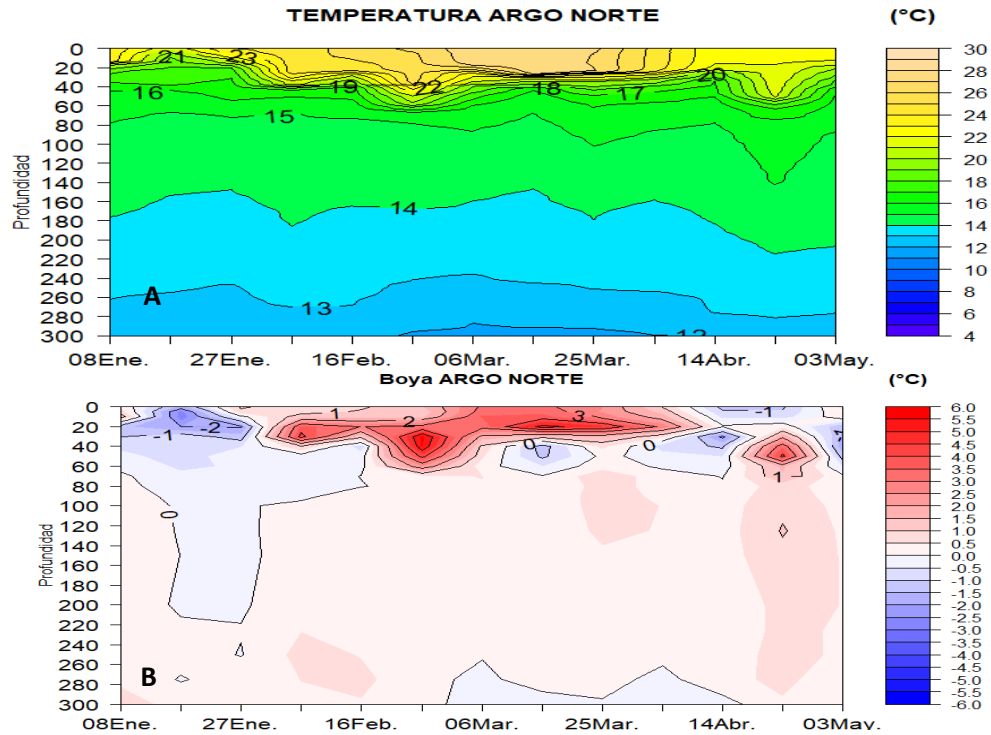


Figura 2.2.2. Diagrama Hovmöller de la temperatura del mar con datos recopilados por el flotador oceanográfico 3901231 de ARGO . Periodo del 8 de enero de 2020 al 03 de mayo de 2020. Fuente: ARGO.

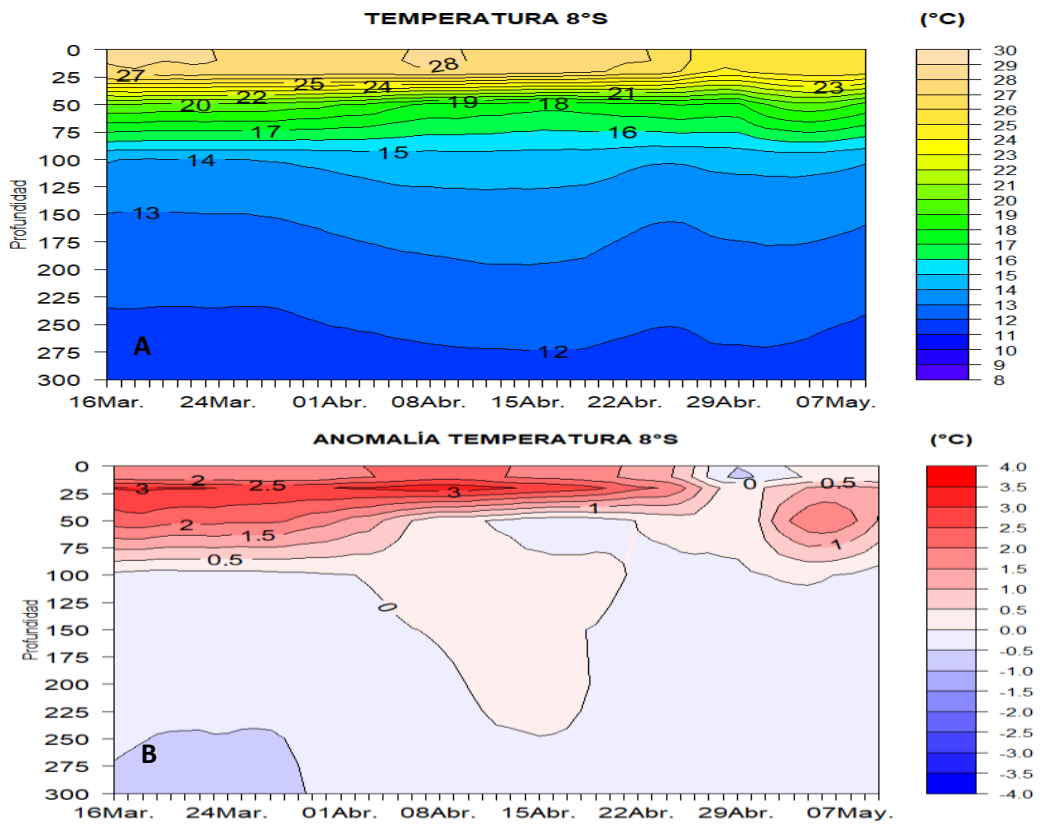


Figura 2.2.3. Diagrama Hovmöller de la temperatura del mar con datos recopilados por la boya oceanográfica (085°W 08°S). Periodo del 16 de marzo de 2020 al 10 de mayo de 2020. Fuente: Boya de la DIHIDRONAV.

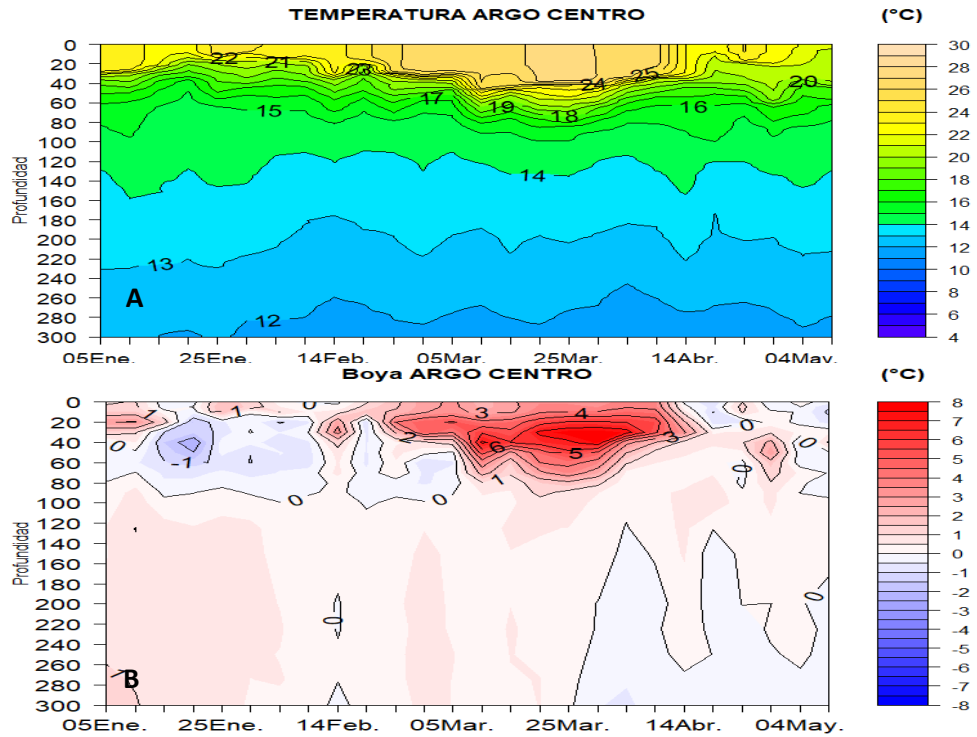


Figura 2.2.4. Diagrama Hovmöller de la temperatura del mar con datos recopilados por el flotador oceanográfico 3901808 de ARGO . Periodo del 8 de enero de 2020 al 03 de mayo de 2020. Fuente: ARGO.

2.3. SALINIDAD

En el mar de Perú, la salinidad (<34.8 ups) se observa al norte de los 05°30'S a inicios del mes y se extiende hasta los 06°S a fines de abril, lo que caracteriza la presencia de aguas ecuatoriales superficiales (AES); mientras que, en las zonas centro y sur se presentan predominantes las aguas subtropicales superficiales (ASS) con concentraciones de 35.1 ups a 35.25 ups. Las aguas de mezcla predominaron y cubrieron una mayor superficie entre los 09°S a los 06°S por dentro de las 100 primeras millas de la costa; asimismo, las aguas costeras frías (ACF) cubrieron una mayor superficie dentro de las primeras 50 millas entre las mismas latitudes.

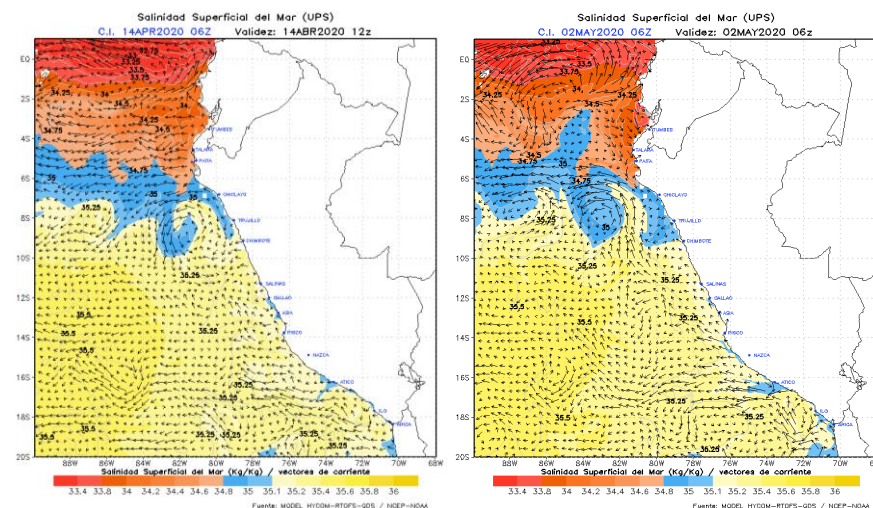


Figura 2.3.1. Salinidad promedio en el mar de Perú de los días 14 de abril y 02 de mayo 2020. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Model HYCOM-RTOFS-ODS/ NCEP-NOAA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

2.4. SALINIDAD SUB-SUPERFICIAL

A 230 millas frente de la costa norte, en 085°W 08°S (boya oceanográfica DIHIDRONAV) los datos de salinidad en los primeros 75m de profundidad muestran la presencia de las ASS durante todo el mes de abril e inicios de mayo. Por debajo de esta columna superficial hasta los 225 m de profundidad, la salinidad predominó dentro del rango de 35.0 ups a 34.9 ups, seguida de aguas ecuatoriales profundas (AEP) con salinidad menor a 34.9 ups (Figura 2.4.1).

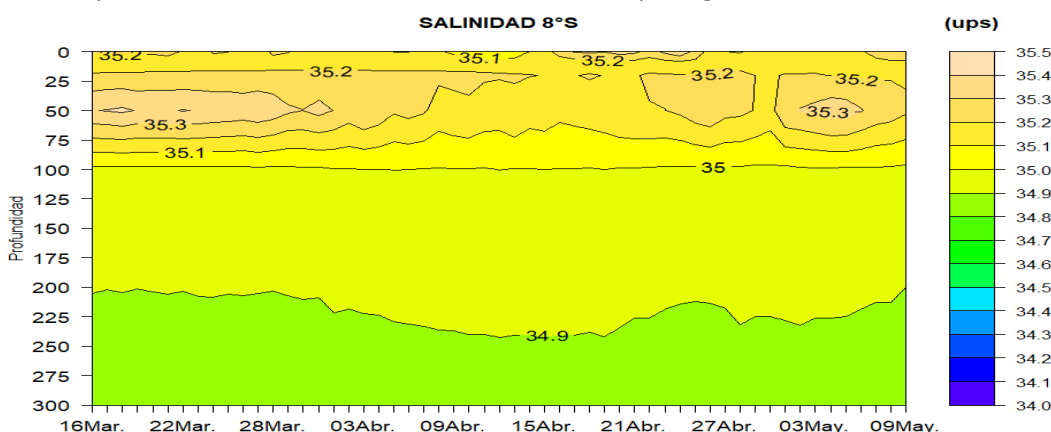


Figura 2.4.1. a) Diagrama Hovmöller de la salinidad del mar con datos recopilados por la boya oceanográfica (085°W 08°S). Periodo del 16 de marzo de 2020 al 10 de mayo de 2020. Fuente: Boya de la DIHIDRONAV.

2.5. NIVEL DEL MAR

En la región ecuatorial se mostró una disminución frente a la región oriental, disminuyendo de anomalías de 8cm a menos de 5cm, con una débil tendencia a la disminución debido a la aproximación de una onda Kelvin fría. Sin embargo, frente a la costa al norte de los 2°S se observa un aumento ligero de las anomalías, pasando de -6cm a 5cm para inicios de mayo (Figura 2.5.1 a y b).

En el litoral el nivel del mar estuvo dentro del rango de condiciones normales al norte de Isla Lobos de Afuera y frente a Matarani, durante todo el mes de abril; mientras que, frente a la costa entre Chimbote y San Juan de Marcona se intensificaron las anomalías negativas de -5cm en marzo a -10cm durante abril. Asimismo, durante los primeros días de mayo se registraron leves anomalías positivas de +5cm al norte de Chimbote (Figura 2.5.1 b, Tabla 2.5.1).

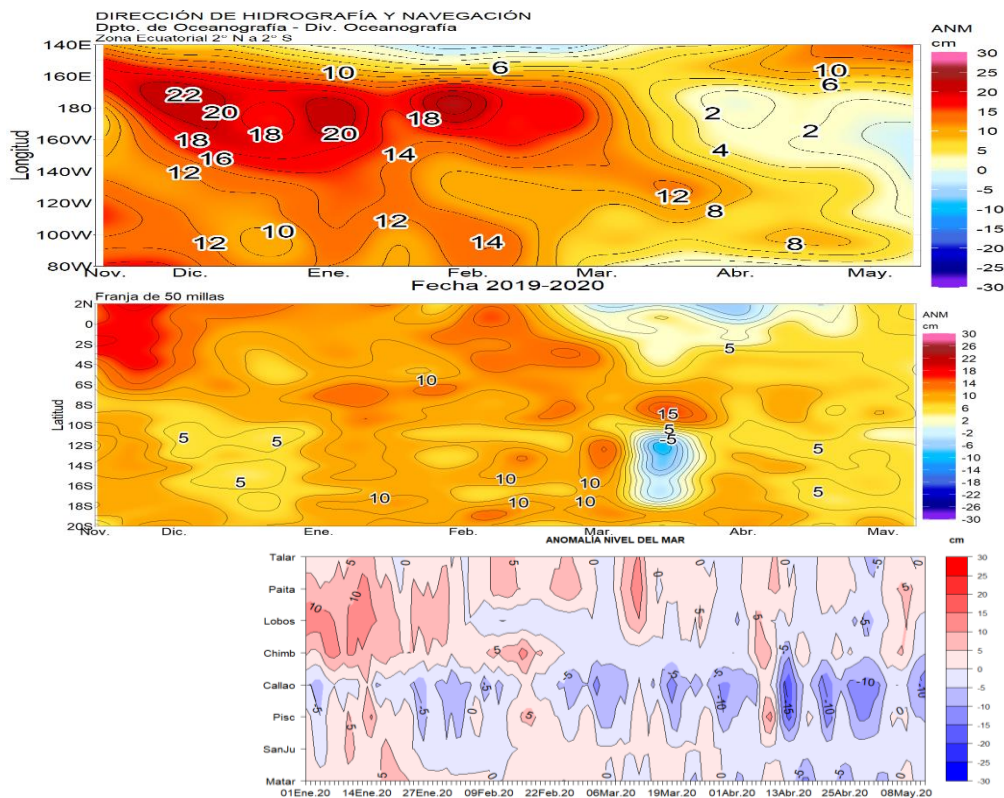


Figura 2.5.1. Diagrama Hovmöller de nivel anomalía del nivel del mar, a) Dentro de la región de Pacífico ecuatorial, b) En el litoral de Perú. de noviembre 2019 a mayo 2020 Fuente: DIHIDRONAV.

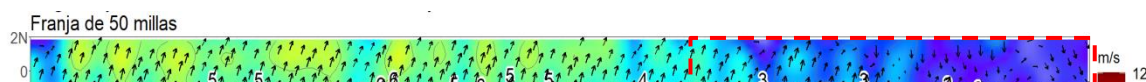
Tabla 2.5.1. Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) en el

Estación	ATSM 2020				ANMM 2020			
	Ene	Feb	Mar	Abr	Ene	Feb	Mar	Abr
Talara	1.1	-1.0	1.5	0.2	2.9	3.0	1.0	0.0
Paita	0.7	-0.2	0.5	0.3	6.3	5.1	3.0	1.0
Isla Lobos de Afuera	2.3	0.2	0.6	-0.5	8.0	0.2	1.0	-2.0
Salaverry	2.4	0.3	0.8	0.4	-	-	-	-
Chimbote	1.1	0.5	0.3	0.4	6.7	6.0	-	0.0
Callao	1.8	1.4	0.9	0.9	-3.2	-4.2	-7.0	-9.0
San Juan	0.4	0.7	1.8	2.5	-	-	-	-
Mollendo	1.5	0.9	1.0	1.5	3.4	1.0	0.0	-4.0
Ilo	0.6	0.3	0.6	0.5	-	-	-	-

semestre enero de 2020– abril de 2020. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

2.6. VIENTOS

Durante el mes de abril, los vientos se mantuvieron constantes frente a la costa centro y sur; sin embargo, frente a la costa al norte de los 7°S se registró un descenso de la intensidad de la velocidad del viento, pasando de 3m/s a 1m/s durante todo el mes. Asimismo, no se mostró una dirección del viento persistente, lo cual podría haber favorecido a la extensión al norte de esta latitud de las AES mostrada previamente. Esta interacción se corresponde con la presencia de anomalías negativas de velocidad del viento de -3m/s. Frente a la costa centro y sur registró una



anomalía zigzagueante de velocidad entre -1m/s a $+1\text{m/s}$, dentro del rango normal (Figura 2.7.1 a y Figura 2.7.1 b). Al sur de los 7°S se presenta una predominancia de vientos del sudeste con anomalías norte.

a)

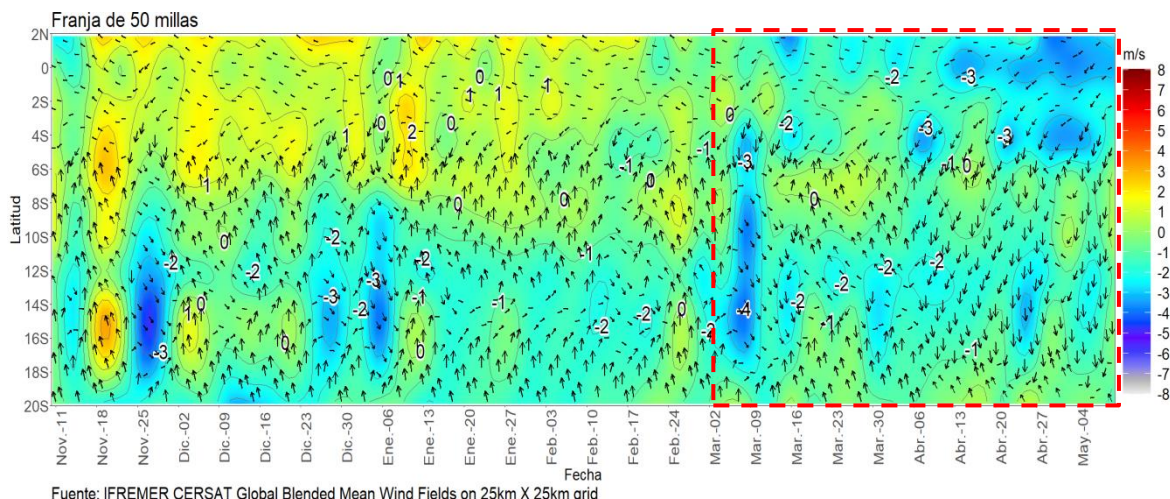


Figura 2.6.1. a) Diagrama Hovmöller de la velocidad y dirección del viento dentro de las 50mn, b) Diagrama Hovmöller de la anomalía de la velocidad del viento dentro de las 50mn. Periodo del 11 de noviembre de 2019 al 09 de mayo de 2020. Fuente: DIHIDRONAV.

2.7. CONCLUSIONES

La onda Kelvin cálida arribó a las costas sudamericanas durante la primera quincena de abril, pero con poca intensidad debido a los intensos vientos del este sobre la región oriental y central; por lo que se mantuvieron anomalías térmicas cercanas a lo cálidas durante esta primera quincena. Aunque posteriormente se acentuaron anomalías negativas replegadas a la costa.

El pulso de viento del este desarrollado en la región occidental dio paso a una nueva onda Kelvin fría que para inicios de mayo se encuentra cursando por la región del Pacífico central, además podría favorecer la generación de intensas anomalías negativas sobre la región oriental y la costa del Perú, de presentarse una persistencia del pulso sobre la región central y oriental.

La onda Kelvin fría que cruza el Pacífico central llegaría a frente a la costa sudamericana para mediados de junio, aunque podría intensificarse por los vientos.

En el mar peruano se evidenció el culminó del efecto de la onda kelvin cálida a través de anomalías positivas de la temperatura durante la primera quincena del mes; sin embargo, posteriormente decayeron las anomalías entre normales a negativas, probablemente por el núcleo frío desarrollado por la intensificación de vientos del sudeste.