



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

DICIEMBRE 2020



1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL PACÍFICO ECUATORIAL

1.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En el Pacífico ecuatorial, durante el mes de diciembre, la temperatura superficial del mar (TSM) semanal disminuyó hasta en 1.5°C en la región entre los 170°E y los 130°W, encontrándose más al oeste, respecto al mes anterior; mientras que al este de los 110°W las condiciones se normalizaron (Figura 1.1.1 a y Figura 1.1.1 b).

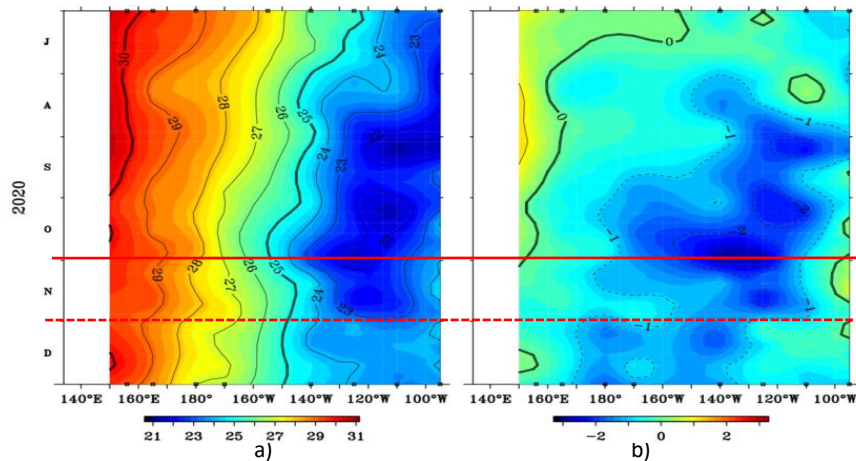


Figura 1.1.1 Diagrama de Hovmöller de la a) temperatura superficial del mar y b) anomalía de la temperatura superficial del Pacífico ecuatorial entre 02° N y 02° S de los últimos seis meses. Fuente: Boyas TAO - NOAA.

Por regiones Niño, las condiciones frías se mantuvieron en las regiones Niño 4,3.4 y 3, mientras que en la región 1+2 se intensificaron en la segunda quincena. Las anomalías semanales fueron de -0.7°C a -1.2°C en Niño 4; en tanto que, en las regiones Niño 3.4 y Niño 3 alcanzó anomalías de hasta -1.2 y -0.9, respectivamente. Así mismo, la región Niño 1+2 presentó anomalías negativas de -0.1°C a -1.3°C. Como promedio mensual en las regiones Niño 3.4 y Niño 3, la anomalía fue de -1°C y -0.8°C, respectivamente; mientras que, en la región Niño 1+2, la anomalía promedio de diciembre fue de -0.7°C (Figura 1.1.2).

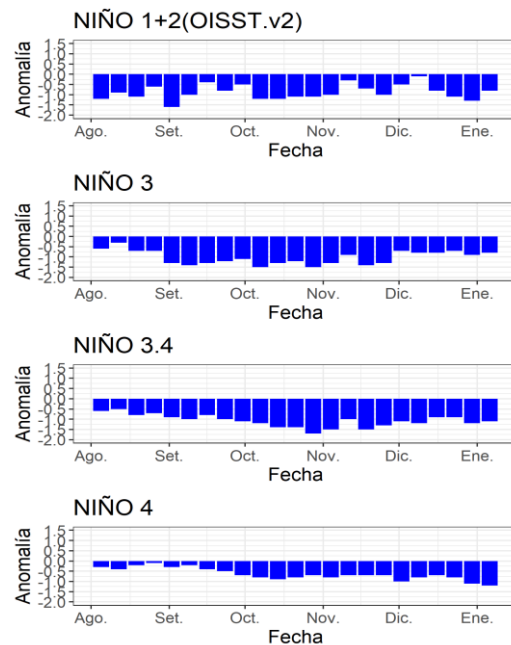


Figura 1.1.2 Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño, de agosto a diciembre de 2020. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV.

En el Pacífico ecuatorial, en promedio la anomalía de la TSM en toda la región ecuatorial presentó la disminución de las anomalías negativas en intensidad y cobertura, principalmente en la región oriental y central, donde se normalizaron las condiciones. Las anomalías negativas se presentaron al oeste de los 140°W. (Figura 1.1.3).

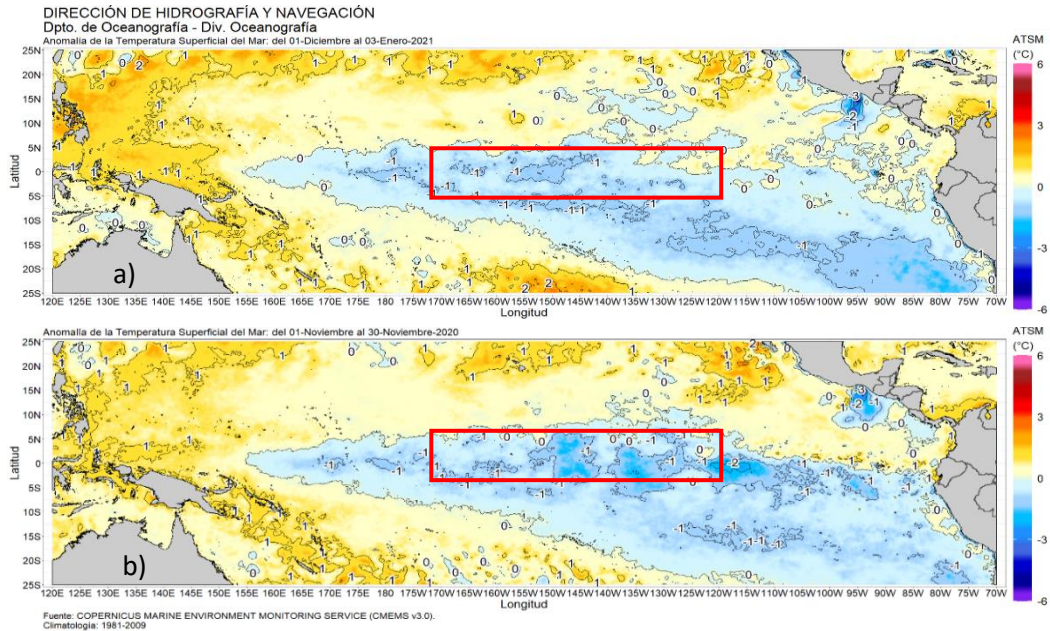


Figura 1.1.3 Promedios mensuales de la anomalía de la temperatura superficial del mar de a) diciembre y b) noviembre de 2020. Fuente: OSTIA, Gráfico: DIHIDRONAV.

1.2. INDICE OCEÁNICO EL NIÑO (ONI)

El índice ONI (Oceanic Niño Index en inglés) del Pacífico central (Niño 3.4) desde agosto hasta noviembre ha mantenido un valor por debajo de -0.5°C y desde setiembre un valor menor a -1°C , alcanzando en noviembre un valor de -1.3°C ; encontrándose en condiciones moderadas de La Niña en el Pacífico ecuatorial central. Se sigue presentando una tendencia a la disminución en el valor del índice ONI a pesar de la disminución de las anomalías negativas sobre la región Niño 3.4. (Figura 1.2.1).

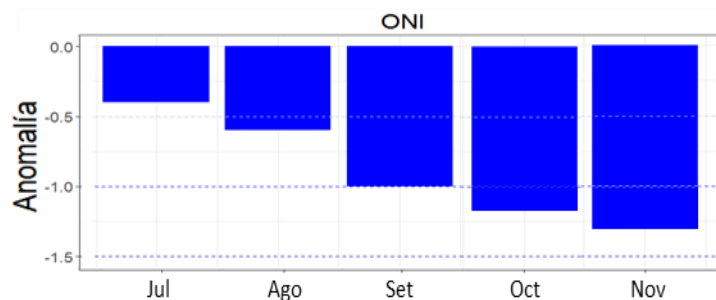


Figura 1.2.1 Serie del ONI, de los último cinco meses. Fuente: NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV

1.3. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Los datos in situ de las boyas TAO/TRITON, muestra la profundización de la termoclina entre los 180° y 130°W sobre los 100m de profundidad durante la segunda quincena de diciembre, notándose el aumento del gradiente térmico en el Pacífico central. Esta configuración térmica manifestó el predominio de anomalías negativas sobre los 200m de profundidad en las regiones central y oriental durante todo el mes de diciembre mostrando su mayor intensidad en la segunda semana hasta -3°C . Asimismo, al oeste de los 170°W se desarrolla un núcleo anómalo de hasta $+2^{\circ}\text{C}$ entre los 100 y 220m de profundidad (Figura 1.3.1 a y Figura 1.3.1 b).

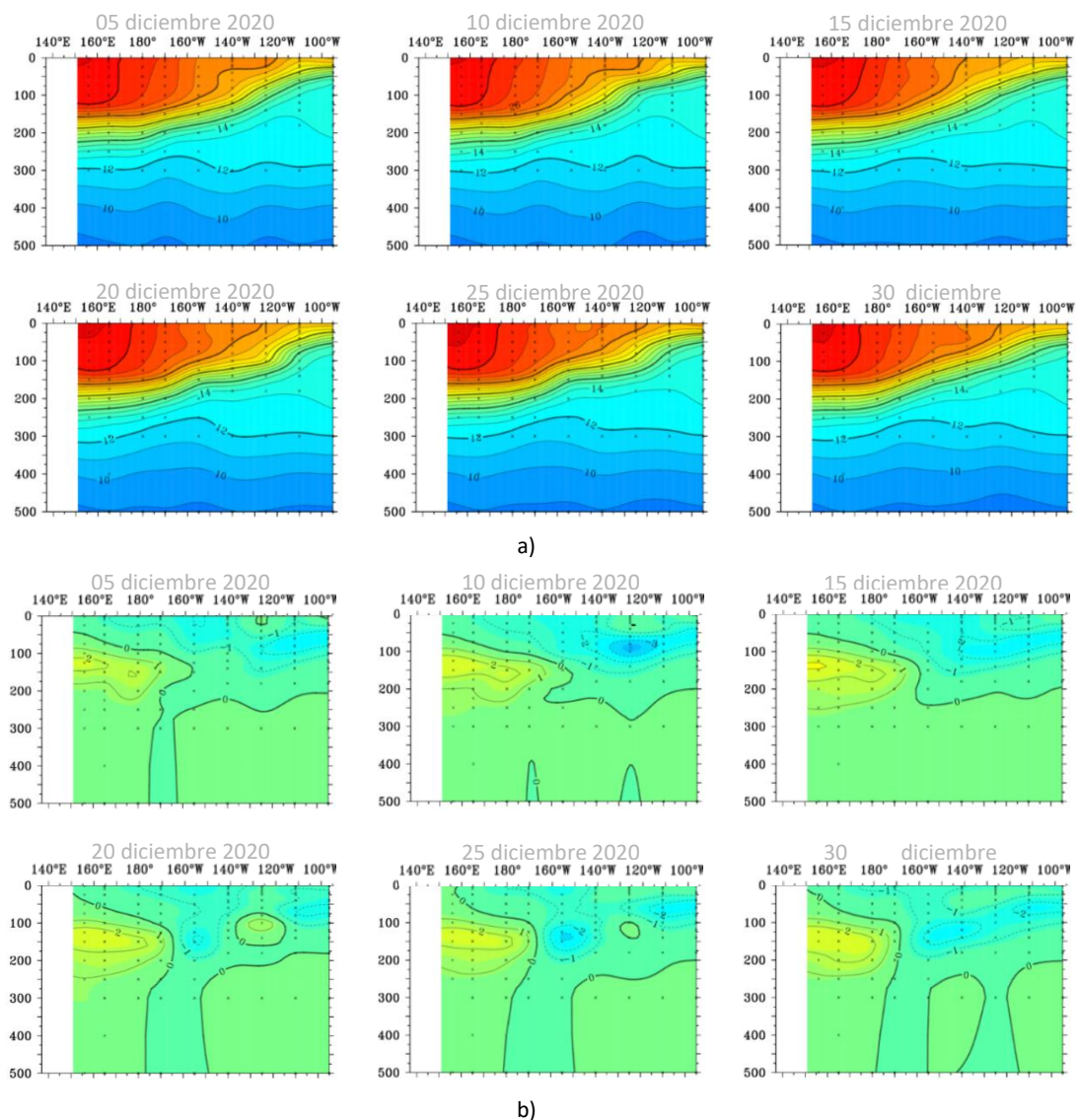


Figura 1.3.1. Sección transversal de la a) temperatura subsuperficial ($^{\circ}\text{C}$) y b) anomalía de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en el Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S , promedio de cinco días, finalizando los días 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de diciembre 2020. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

Asimismo, los datos de las boyas mostraron que durante diciembre la isoterma de 20°C mostró una leve profundización de hasta 10m entre los 160°W-120°W; debido a la formación de una onda Kelvin cálida, causando una normalización en la profundidad de la isoterma de 20°C. En general, se evidencia el desarrollo debilitado de una onda Kelvin fría en la región central y oriental del Pacífico ecuatorial (Figura 1.3.2 a y Figura 1.3.2 b).

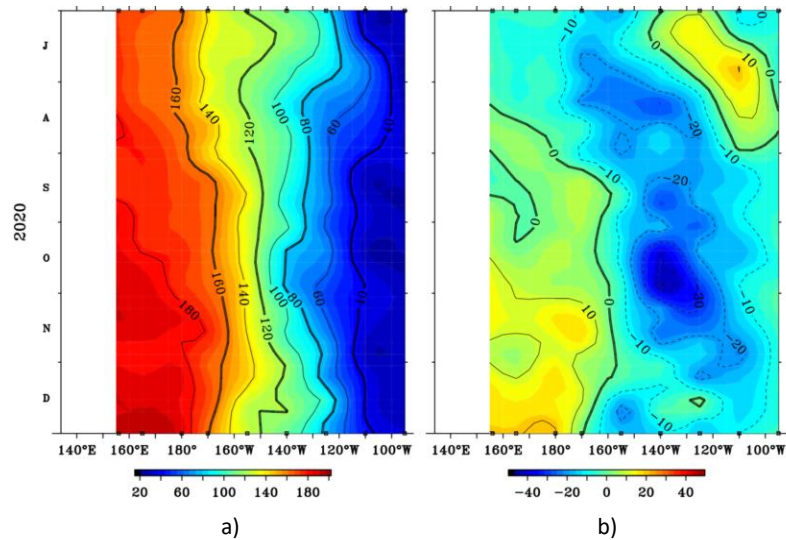


Figura 1.3.2. Diagrama longitud-tiempo de la a) profundidad de la isoterma de 20°C (m) y b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m), promedio entre 2°N – 2°S, de julio a diciembre de 2020. Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL.

En la región ecuatorial, el contenido de calor muestra el desarrollo de la onda Kelvin fría en la región del Pacífico ecuatorial central desde inicios de octubre, debilitándose durante su propagación para diciembre en la región oriental. Asimismo, se observó en la región central la formación de una nueva onda Kelvin fría (Figura 1.3.3 a y Figura 1.3.3 b).

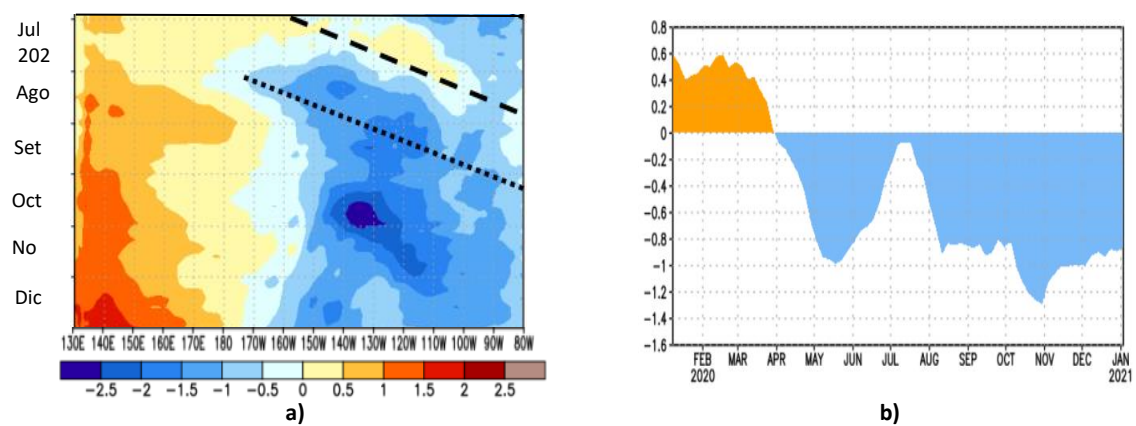


Figura 1.3.3 a) Anomalía del contenido de calor (°C) en la región ecuatorial, entre 130°E-80°W, de 0m a 300 m de profundidad de julio a diciembre 2020 y **b)** promedio de la región entre 180°-100°W de enero 2020 a enero 2021. Fuente: CPC-NOAA.

1.4. NIVEL DEL MAR

El Nivel del mar en el Pacífico ecuatorial oriental continuo con niveles por debajo de lo normal durante todo el mes de diciembre, predominando valores de -10 cm en el océano Pacífico ecuatorial central, oriental y frente a la costa del Perú, llegando registrar hasta -15 cm a inicios del mes alrededor de 120°W y a finales del mes en 150°W debido a la formación de una nueva onda Kelvin fría (Figura 1.4.1).

En la franja ecuatorial, durante diciembre 2020 en la región ecuatorial se presentó el incremento de los niveles del mar debido a la propagación de una onda Kelvin cálida que se habría presentado en la costa de Sudamérica a fines de diciembre después de una onda Kelvin fría habría arribado a inicios del mes (Figura 1.4.2).

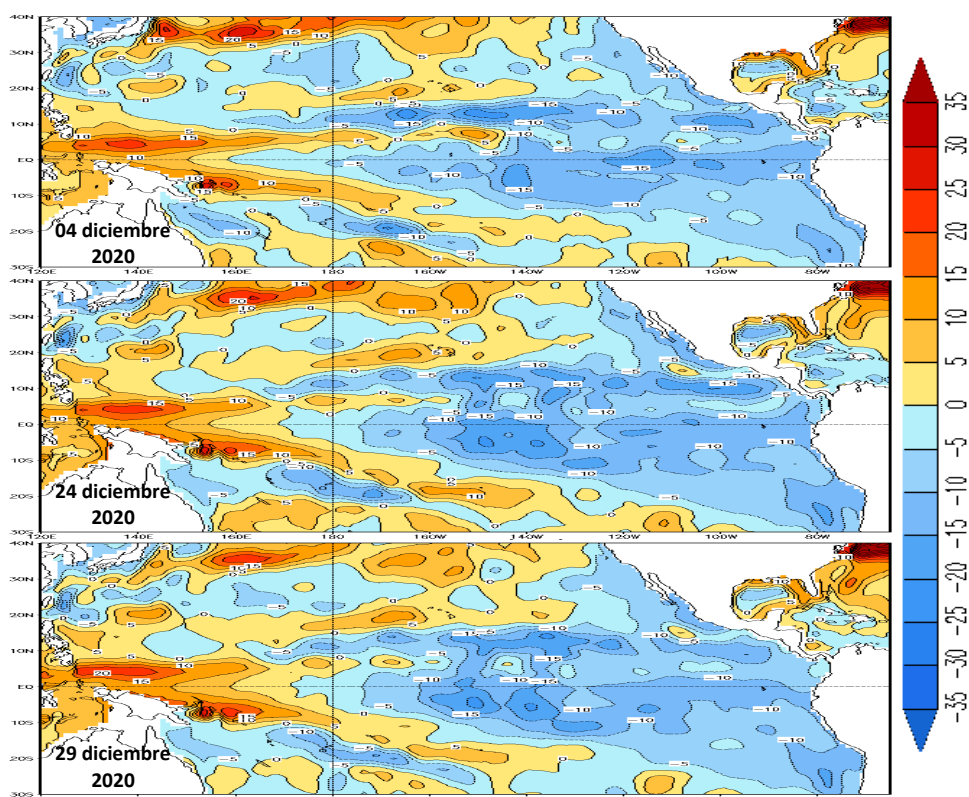


Figura 1.4.1. Promedios semanales de la anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical para los días 04, 24 y 29 de diciembre de 2020. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS.

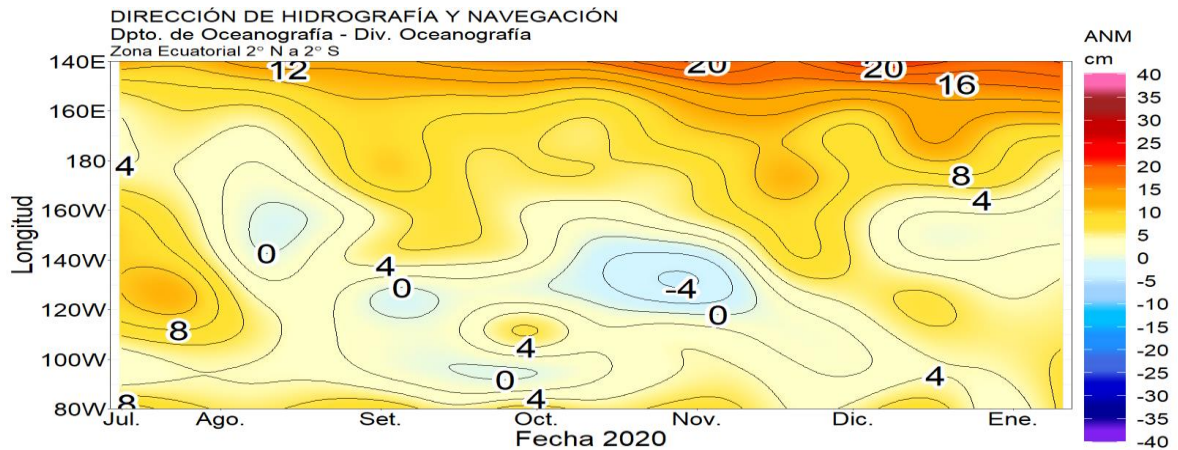


Figura .1.4.2. Diagrama de Hovmöller de la anomalía del nivel del mar en la región ecuatorial, entre los 140°E-80°W de 2°N-2°S de julio a principios de enero 2021. Climatología 1981–2009. Fuente: GODAS. Gráfico: DIHIDRONAV.

1.5. VIENTO

Sobre el Pacífico ecuatorial al oeste de los 160°W se intensificaron los pulsos de vientos del este durante todo el mes de diciembre, lo cual favorecería la formación de ondas Kelvin frías sobre la región occidental y central. Sin embargo, también se desarrollaron debilitamiento del viento del este sobre la región entre los 150°W y 110°W; disipando la intensidad de las ondas Kelvin fría y hasta proyectando una nueva onda Kelvin cálida (Figura 1.5.1).

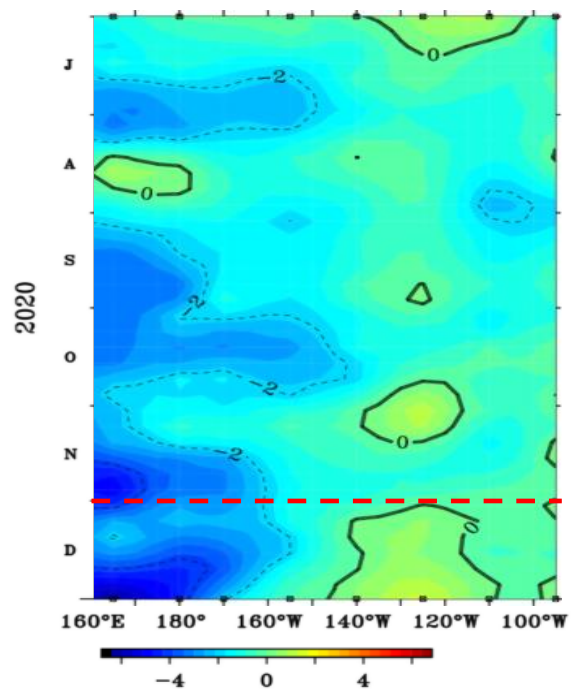


Figura .1.5.1. Diagrama de Hovmöller de la anomalía del viento zonal a nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, para el periodo de julio a diciembre de 2020. Fuente: NOAA.

2. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS FRENTE A LA COSTA DE PERÚ

2.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En la región Niño 1+2, frente a la costa norte y centro del mar peruano, las anomalías positivas presentadas hasta de 2°C al norte de los 5°S fueron disminuyendo gradualmente, mostrado en la última semana del mes anomalías negativas de la TSM hasta -2°C hasta las 200 millas, mientras que frente a la costa centro y sur las anomalías negativas se mantuvieron, pero dentro de las 50 millas de la costa, en tanto que por fuera de esta área las condiciones térmicas continuaron normales (Figura 2.1.1).

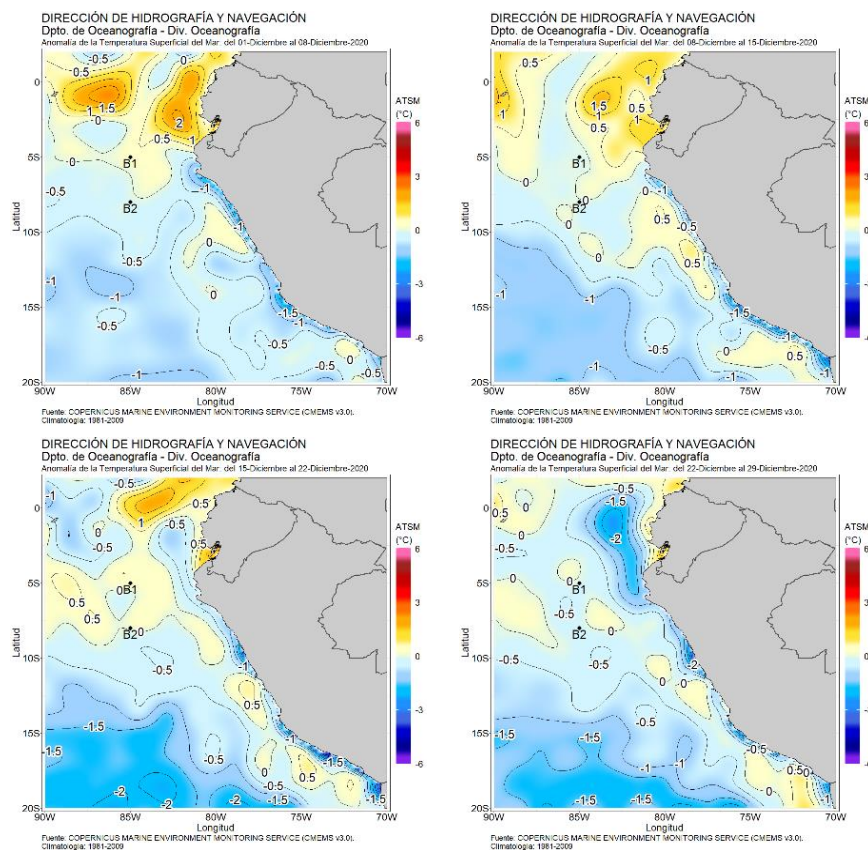


Figura 2.1.1. Promedio semanal de la anomalía de la temperatura en la región Niño 1+2 y frente a la costa de Perú. Para diciembre 2020. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

En el mar de Perú la temperatura promedio de diciembre fue de 18°C a 22°C en el norte, de 16°C a 21°C en el centro y de 16°C a 21°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 4°S; en tanto que, por fuera de esta área, las anomalías estuvieron entre 0°C y -0.5°C (Figura 2.1.2).

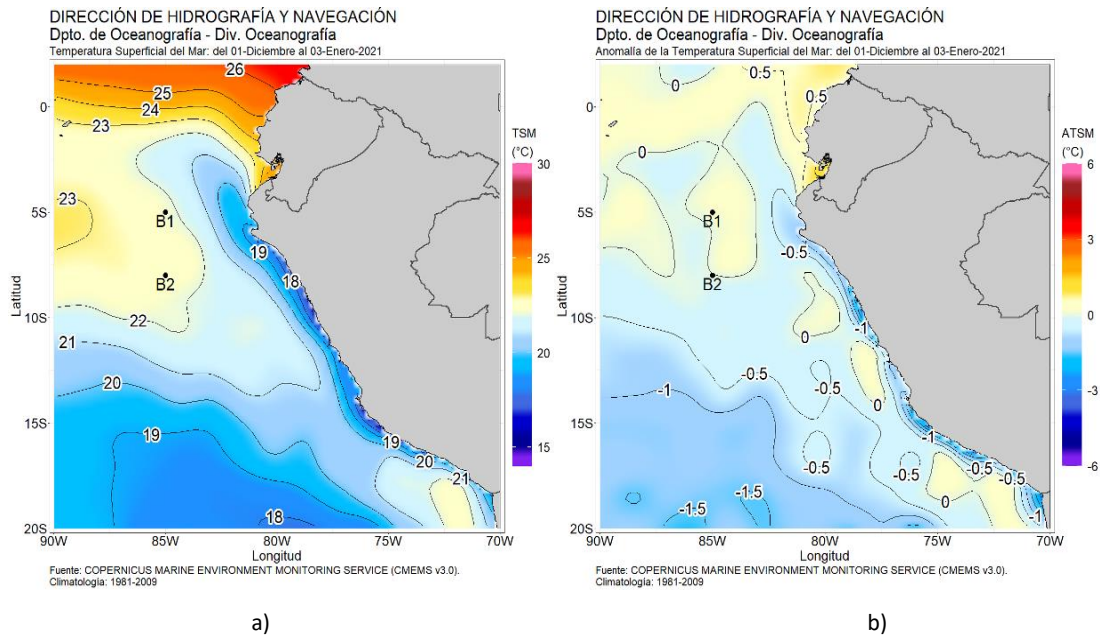


Figura 2.1.2. Promedio de diciembre 2020 de la a) temperatura y b) Anomalía de la temperatura en la región Niño 1+2 y en el mar de Perú. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

Por otro lado, durante el mes de diciembre se mantuvieron las condiciones en la zona norte mientras que en el centro y sur disminuyeron hasta anomalías hasta -1°C . Frente a la costa al norte de la Isla Lobos disminuyó la temperatura hasta 3°C por debajo de lo normal durante los primeros días de enero; asimismo en la zona centro, pero hasta anomalías negativas de -2°C . (Figura 2.1.3, Figura 2.1.4 y Tabla 2.6.1).

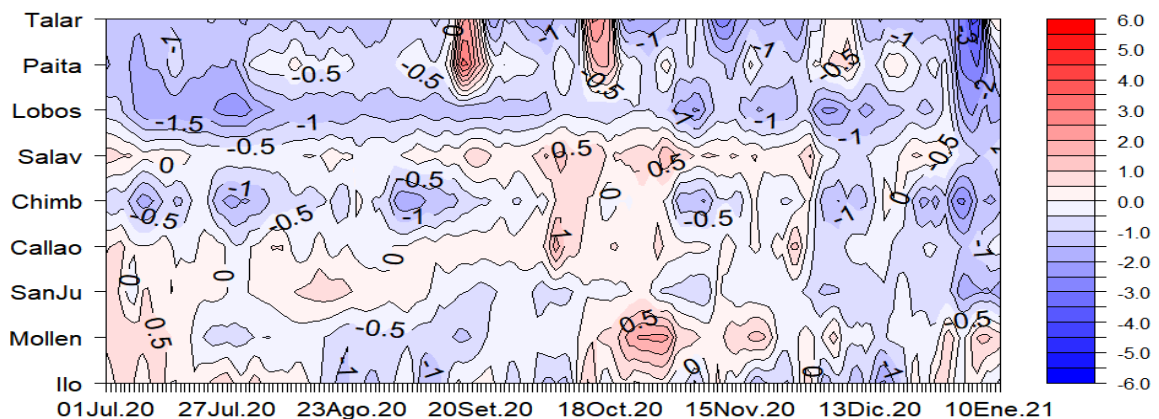


Figura 2.1.3. Diagrama Hovmöller de las anomalías de la TSM en el litoral de Perú de julio a diciembre de 2020. Climatología: 1981–2010. Fuente: DIHIDRONAV.

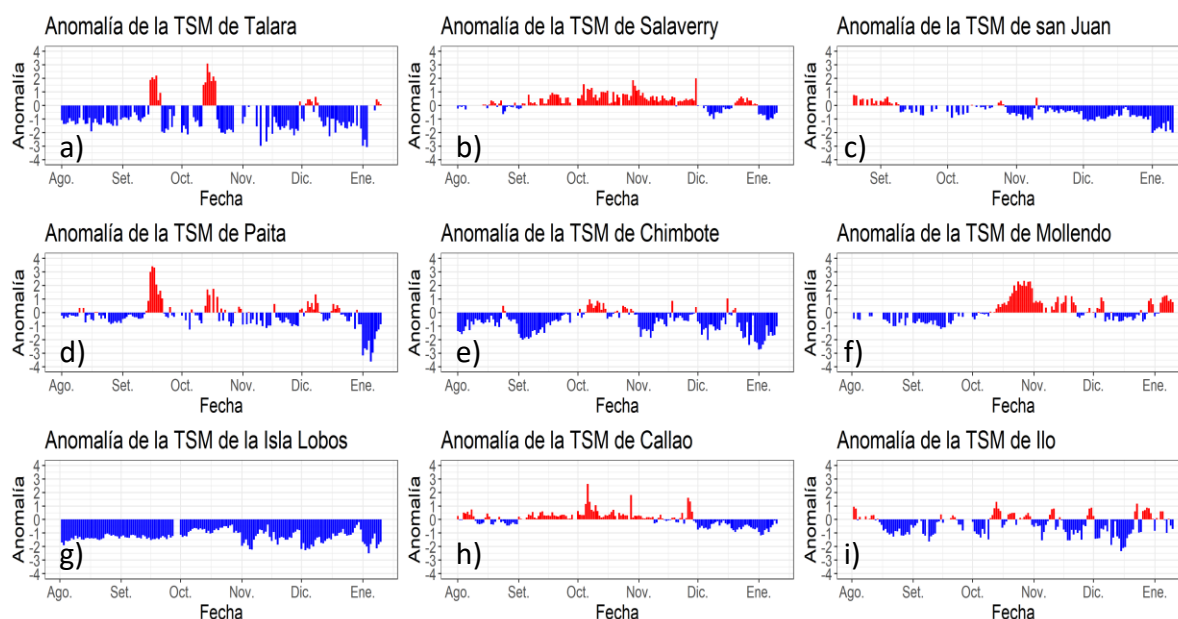


Figura 2.1.4. Series de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar de las estaciones costeras, durante cinco meses, de agosto a diciembre de 2020. a) Talara. b) Paita. c) Isla Lobos de Afuera. d) Salaverry. e) Chimbote. f) Callao. g) San Juan. h) Mollendo. i) Ilo. Climatología 1981 – 2010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

2.2. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Frente a la costa sur de Ecuador, alrededor de los 3°S y entre 87°W- 89°W, en los primeros 20m de profundidad se presentó condiciones normales hasta fines de diciembre en tanto que por debajo hasta los 80 m de profundidad se mantuvieron las anomalías negativas hasta -2°C, A fines del mes se observó el incremento de la temperatura hasta 22°C; pero aún se encuentra por debajo de lo normal hasta -2°C sobre los primeros 60m de profundidad (Figura 2.2.1 y Figura 2.2.2).

Frente a la costa sur de Ecuador, alrededor de los 2°S 84°W, a inicios de diciembre sobre los 40m de profundidad se incrementó la temperatura hasta 1°C sobre lo normal, para luego disminuir hasta los 300 m de profundidad con anomalías negativas hasta -1°C y -4°C sobre los 40 m de profundidad. A inicios de enero las anomalías negativas disminuyeron en cobertura presentándose sobre los 20 m (Figura 2.2.3 a y Figura 2.2.3 b).

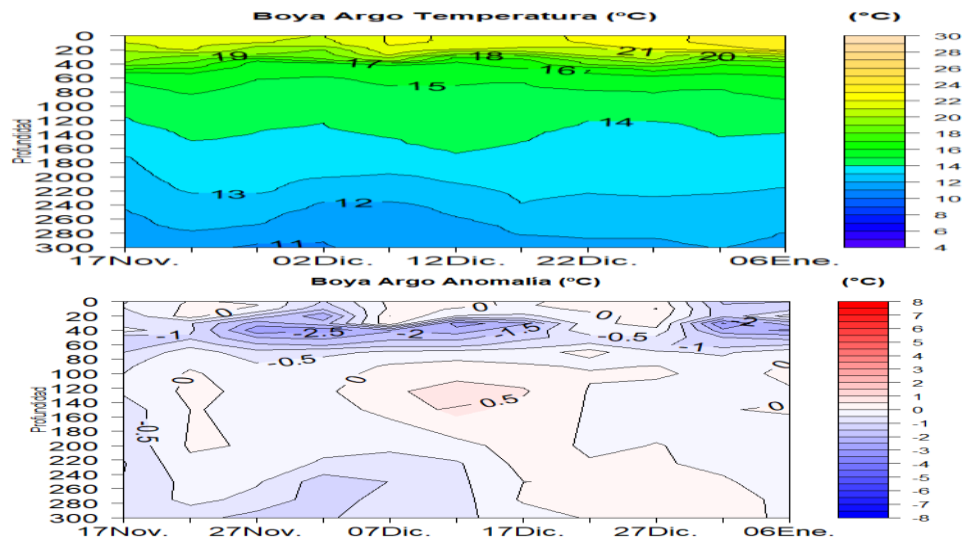


Figura 2.2.1. Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía del mar con datos recopilados por el flotador oceanográfico 3901262 de ARGO. Periodo del 17 de noviembre de 2020 al 06 de enero de 2021. Fuente: ARGO.

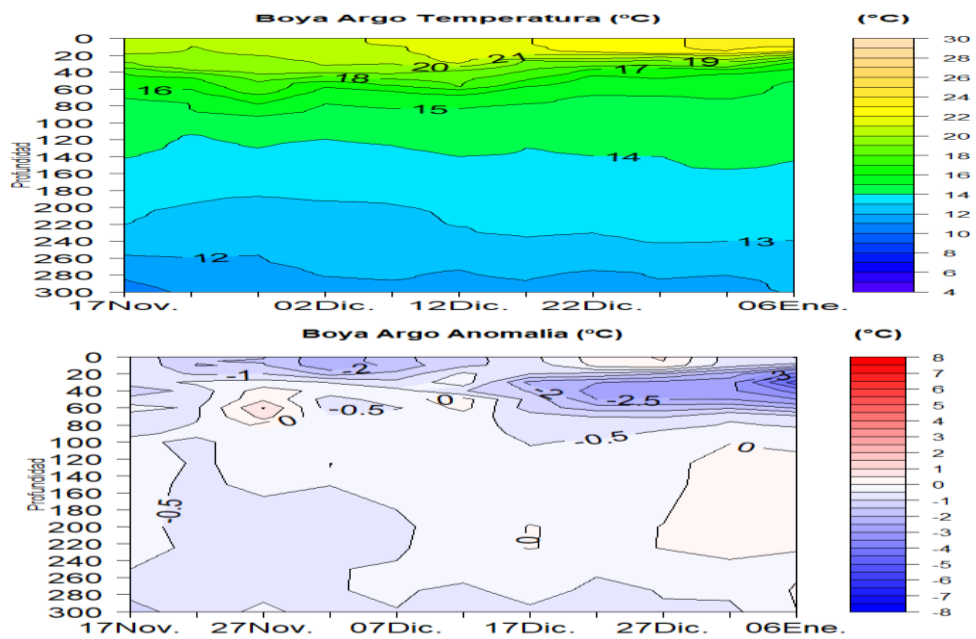


Figura 2.2.2. Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía del mar con datos recopilados por el flotador oceanográfico 3901266 de ARGO. Periodo del 17 de noviembre de 2020 al 06 de enero de 2021. Fuente: ARGO.

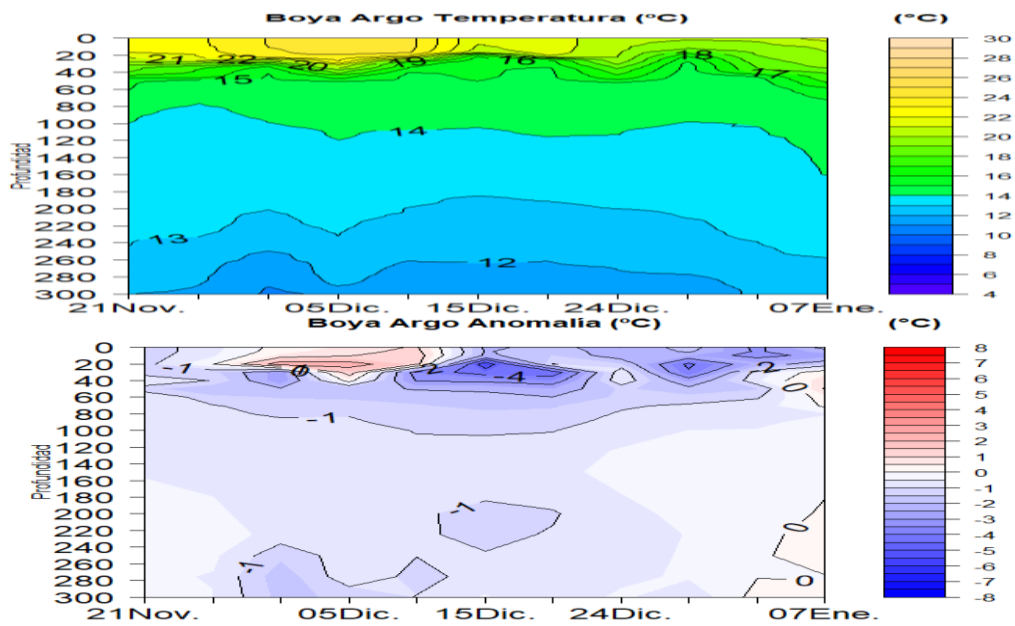


Figura 2.2.3. Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía del mar con datos recopilados por el flotador oceanográfico 3901263 de ARGO. Periodo del 21 de noviembre de 2020 al 07 de enero de 2021. Fuente: ARGO.

Frente a la costa norte de Perú, alrededor de los 6°S 83°W, se presenta el incremento de la temperatura sobre los 20m hasta 22°C, pero aun mostrando anomalías negativas hasta -4°C a inicios de enero sobre los 60 m de profundidad. (Figura 2.2.4 a y Figura 2.2.4 b).

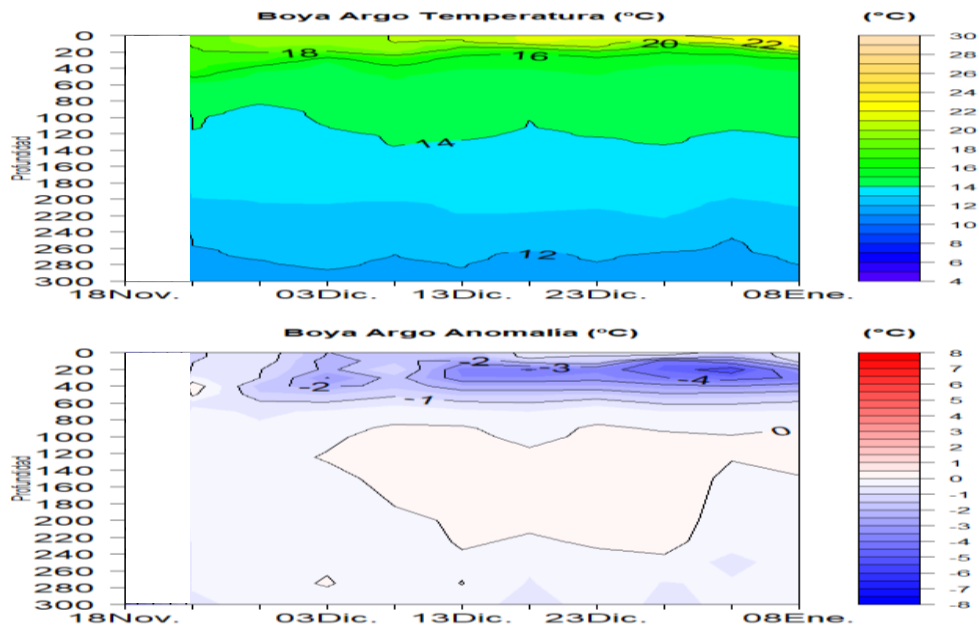


Figura 2.2.4. Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía del mar con datos recopilados por el flotador oceanográfico 3901808 de ARGO. Periodo del 18 de noviembre de 2020 al 08 de enero de 2021. Fuente: ARGO.

Cerca de la costa norte de Perú, alrededor de los 5°S 82°W, se registró el ascenso de las isotermas desde 14°C a 18°C, generando anomalías negativas hasta los 160 m de profundidad mucho más intensos sobre los 60 m de profundidad (Figura 2.2.5 a y Figura 2.2.5 b).

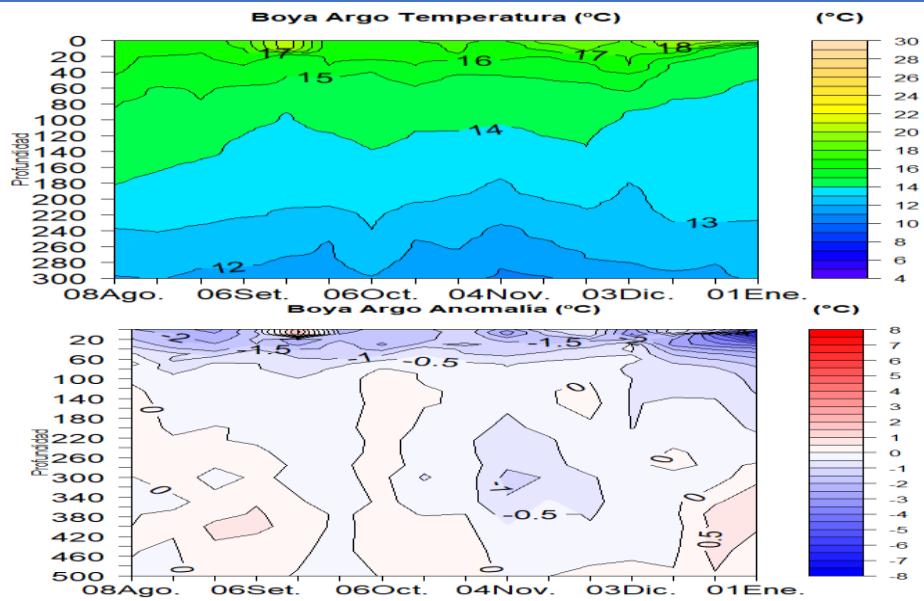


Figura 2.2.5. Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía del mar con datos recopilados por el flotador oceanográfico 3901231 de ARGO. Periodo del 08 de agosto de 2020 al 01 de enero de 2021. Fuente: ARGO.

Frente a la costa centro de Perú, alrededor de los 7°30'S 83°W, en los primeros 20m de profundidad se mostró el incremento de la temperatura hasta 23°C, pero aun por debajo de lo normal, manifestando anomalías negativas de hasta -4.5°C sobre los 80m de profundidad (Figura 2.2.6 a y Figura 2.2.6 b).

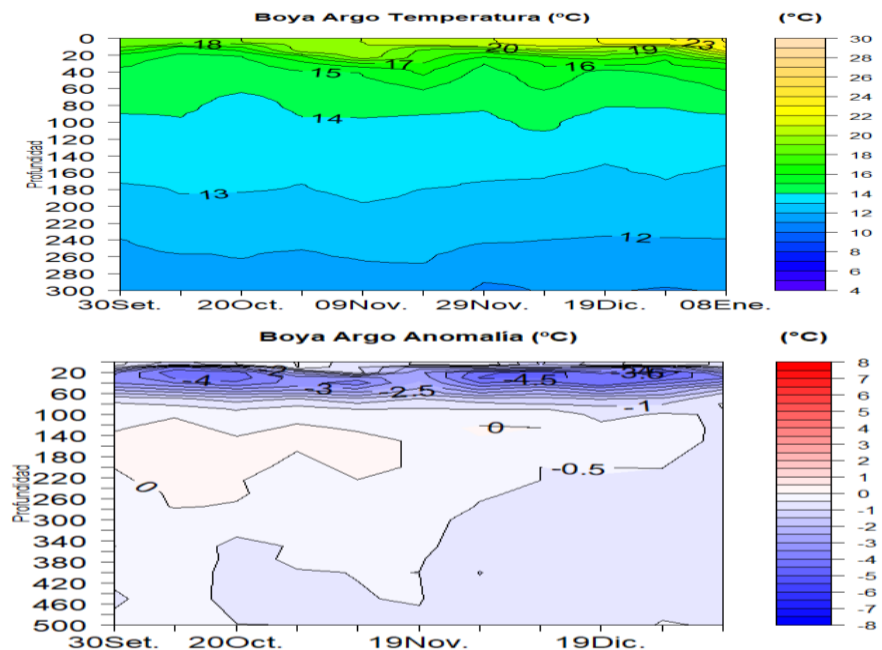


Figura 2.2.6. Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía del mar con datos recopilados por el flotador oceanográfico 3901181 de ARGO. Periodo del 30 de setiembre de 2020 al 08 de enero de 2021. Fuente: ARGO.

Frente a la costa centro de Perú, alrededor de los 7°S y 82°W, en los primeros 40m de profundidad se incrementó la temperatura hasta 21°C profundizando las isotermas durante la quincena, debido al arribo de una onda Kelvin cálida, generando anomalías positivas, para luego disminuir las anomalías hasta valores negativos sobre los 80m de profundidad (Figura 2.2.7 a y Figura 2.2.7 b).

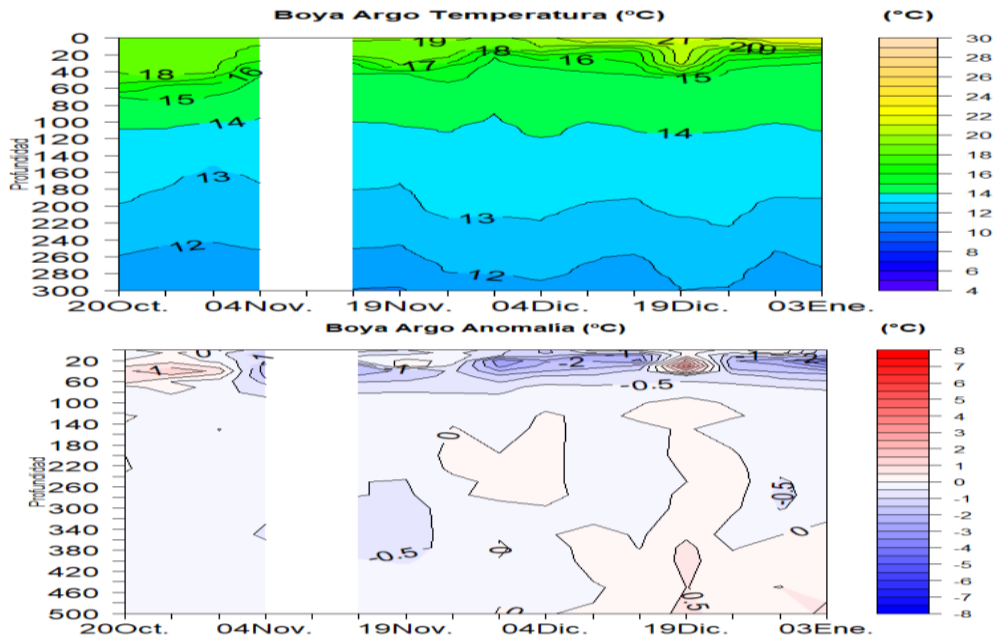


Figura 2.2.7. Diagrama Hovmöller de la temperatura del mar con datos recopilados por el flotador oceanográfico 3901809 de ARGO. Periodo del 20 de octubre de 2020 al 03 de enero de 2021. Fuente: ARGO.

A 250 millas frente a la costa norte (5°S) se muestra el ascenso de las temperaturas sobre los 25m de profundidad encontrándose dentro de su patrón normal, mientras que por debajo se registró anomalías negativas hasta -5°C. A inicios de enero las anomalías también se registraron en la superficie hasta los 50 m de profundidad (Figura 2.2.8 a. y Figura 2.2.8 b).

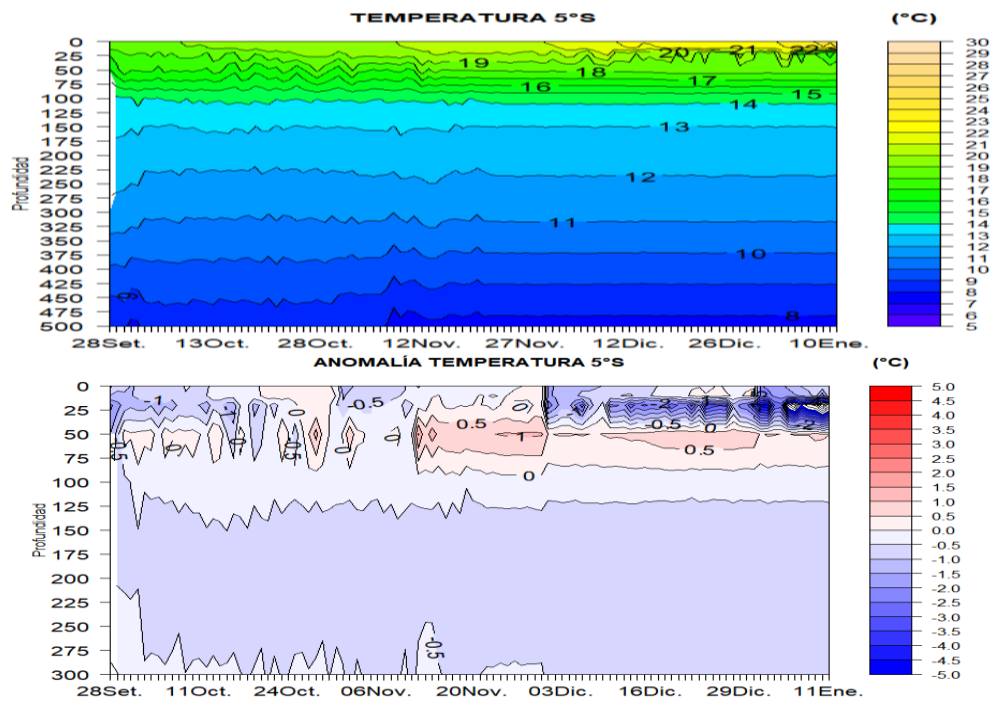


Figura 2.2.8. Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía del mar con datos recopilados por la Boya oceanográfica (5°S-85°W) del 28 de setiembre de 2020 al 11 de enero de 2021. Fuente: Boya de la DIHIDRONAV.

2.3. SALINIDAD

En el mar del Perú, las aguas ecuatoriales superficiales (AES) (<34.8 ups) se presentaron hasta La Isla Lobos de afuera dentro de las 50 millas, mientras que la salinidad de 34.8 ups a 35.1 ups correspondiente a las aguas costeras frías (ACF) se presentaron más pegadas a la costa en la zona centro y sur debido al ingreso de aguas subtropicales superficiales (ASS) (Figura 2.3.1).

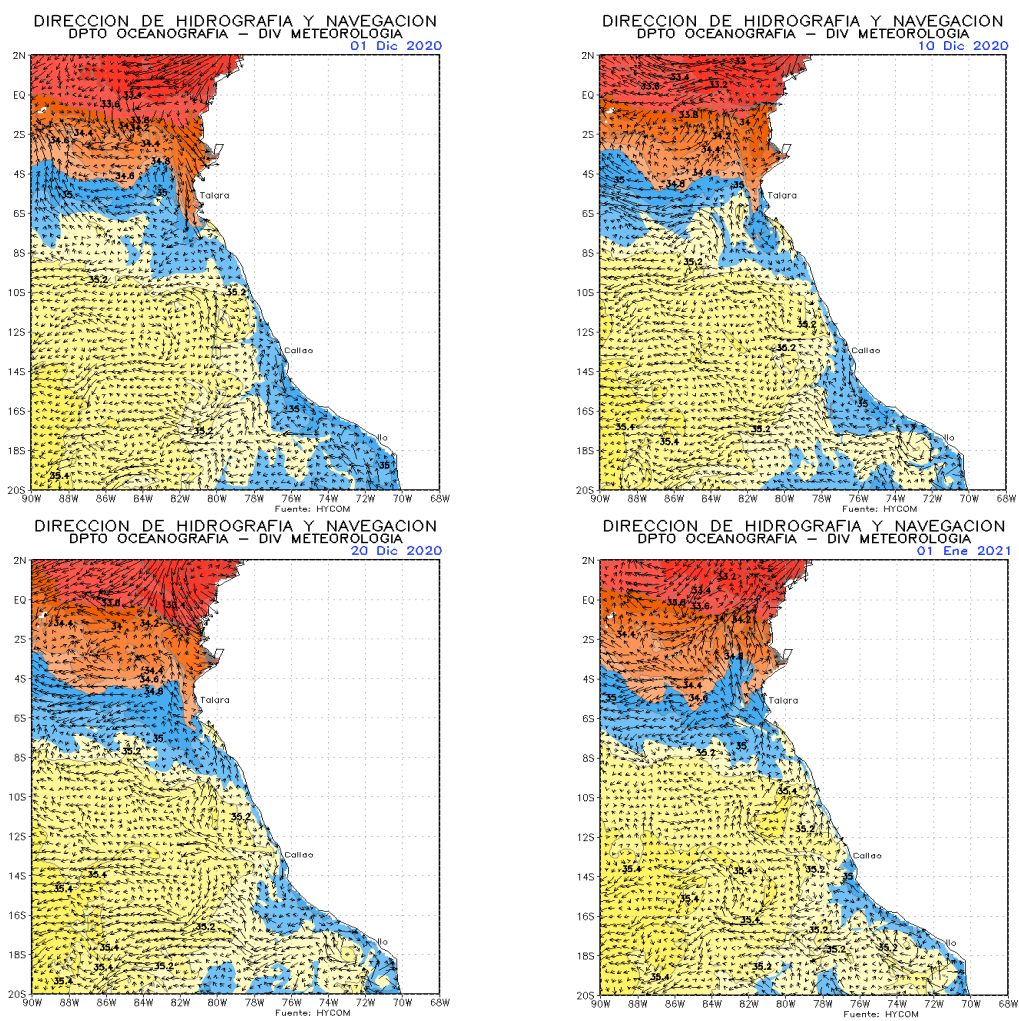


Figura 2.3.1. Salinidad promedio en el mar de Perú de los días 1, 10 y 20 de diciembre 2020 y 01 de enero 2021. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Model HYCOM-RTOFS-ODS/ NCEP-NOAA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

2.4. SALINIDAD SUB-SUPERFICIAL

Frente a la costa norte del Perú, en los 5°S y 82°W, los datos de salinidad muestran la presencia de aguas costeras frías (ACF) predominantes durante todo el mes de diciembre sin mayor variación con una salinidad entre 34.9 ups y 35 ups. Sin embargo, en latitudes más al sur, alrededor de los 7°30'S 83°W se notó la presencia de las aguas de mezcla entre las ACF y ASS (Figura 2.4.1).

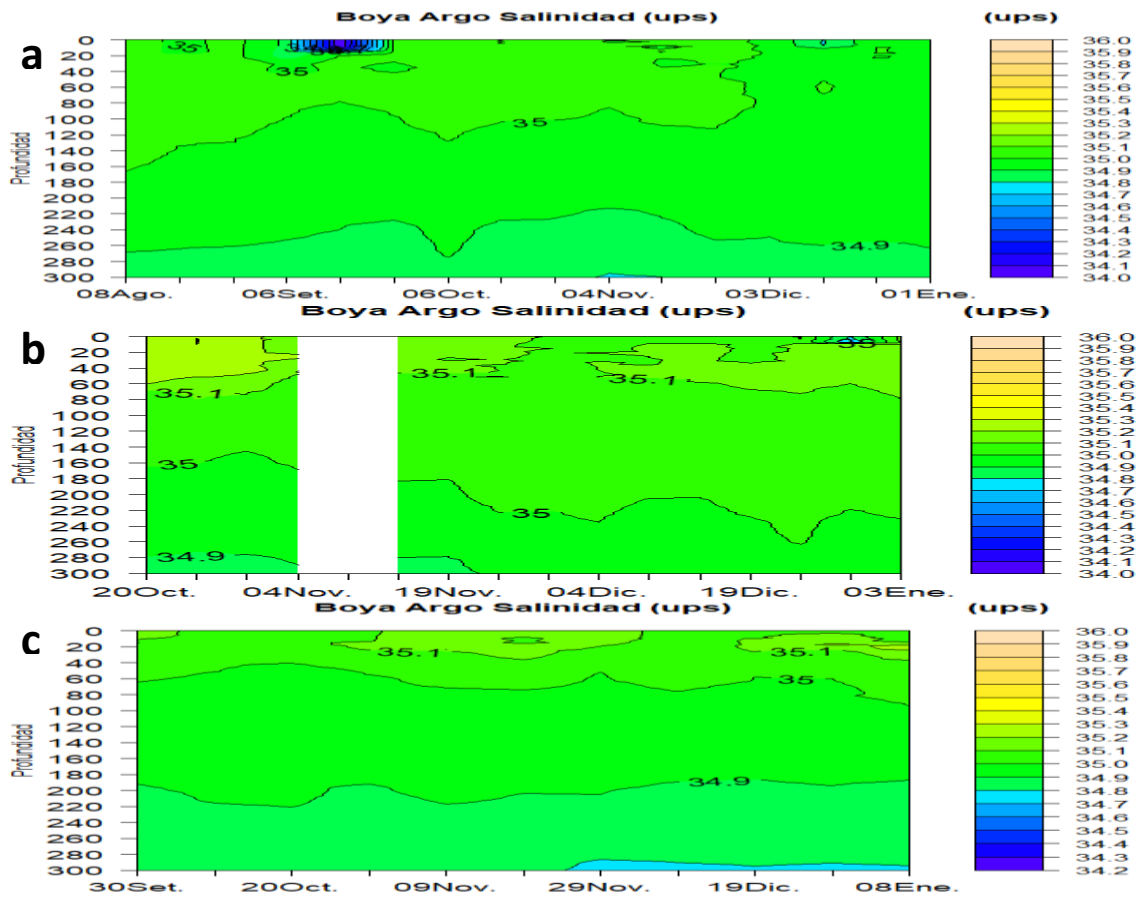


Figura 2.4.1. Diagrama Hovmöller de la salinidad del mar con datos recopilados por los flotadores oceanográficos a) 3901231 del 08 de agosto 2020 al 01 de enero 2021, b) 3901809 del 20 de octubre 2020 al 03 de enero 2021 y c) 3901181 del 30 de setiembre 2020 al 08 de enero 2021. Fuente: ARGO.

2.5. NIVEL DEL MAR

En el mar peruano a inicios de diciembre se observó el incremento de los niveles, generados por el arribo de una onda Kelvin cálida y al ingreso de las AES en la zona norte; asimismo lo incrementos al sur de los 10°S. A finales de diciembre se registró el descenso de los niveles en la zona norte, debido al paso de la onda Kelvin fría (Figura 2.5.1 a y b).

En el litoral, el nivel del mar mostró la disminución de sus niveles a inicios del mes, menos intensas en comparación a noviembre, mientras que a fines de diciembre e inicios de enero las disminuciones fueron aisladas en la zona norte hasta -5 cm y entre Callao y Pisco hasta -10 cm (Figura 2.5.1 b, Tabla 2.5.1).

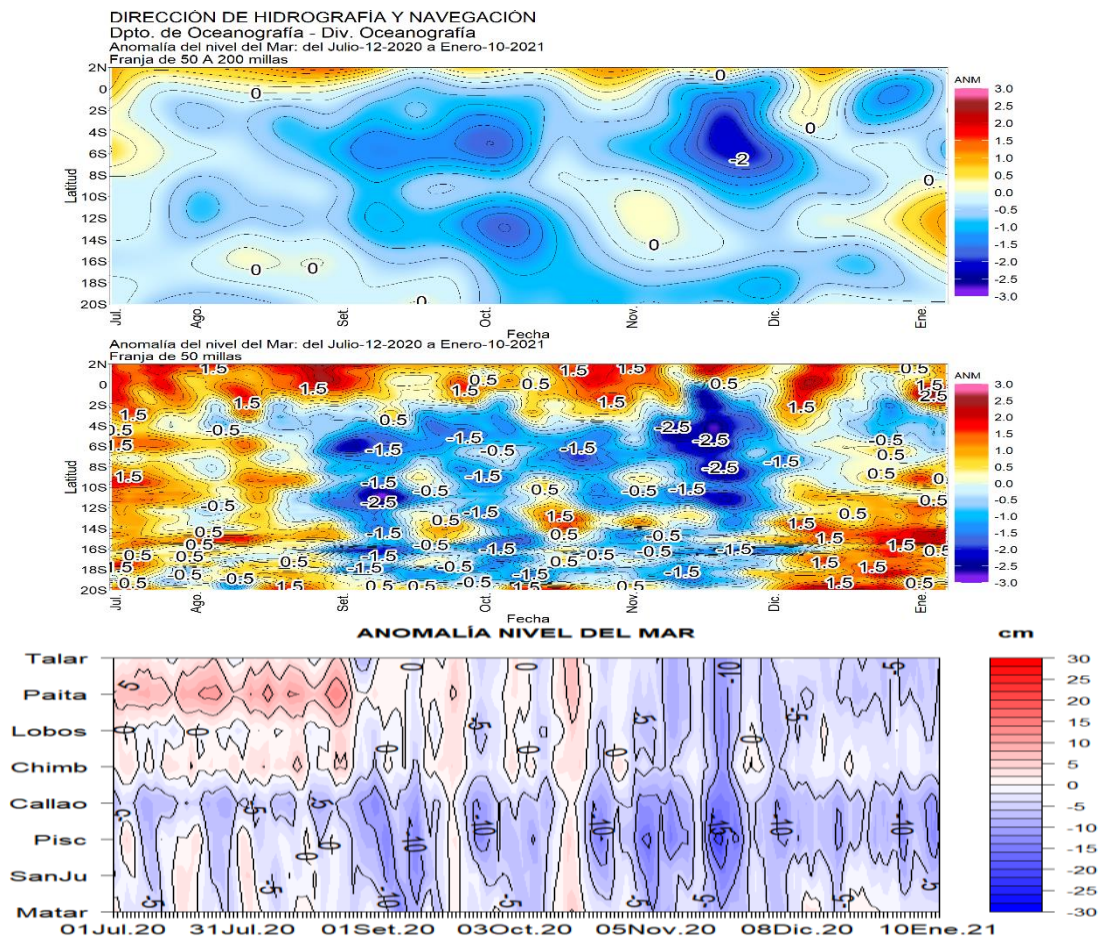


Figura 2.5.1. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar a) promedio entre las 200 y 50 millas del litoral sudamericano entre los 2°N y 20°S, b) franja de 50 millas del litoral sudamericano entre los 2°N y 20°S, c) frente a el litoral de Perú de julio a diciembre 2020 Fuente: DIHIDRONAV.

Estación	ATSM 2020				ANMM 2020			
	Set	Oct	Nov	Dic	Set	Oct	Nov	Dic
Talara	-0.4	-0.6	0.0	-1.0	0	0	-6	-4
Paita	0.4	0.0	0.5	0.0	1	0	-6	-5
Isla Lobos de Afuera	-1.3	-0.8	-1.9	-1.3	-2	-2	-6	-4
Salaverry	0.4	0.8	-0.3	-0.1	-	-	-	-
Chimbote	-1.1	0.2	-1.2	-1.0	0	0	-3	-2
Callao	0.3	0.6	-0.6	-0.5	-7	-6	-10	-7
San Juan	-0.1	-0.3	-1.0	-0.8	-6	-4	-7	-3
Mollendo	-0.7	0.8	0.1	-0.1	-4	-2	-6	-2
Ilo	-0.5	-0.1	-0.8	-0.7	-	-	-	-

Tabla 2.5.1. Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de setiembre a diciembre de 2020. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

2.1. VIENTOS

Durante el mes de diciembre, los vientos se mantuvieron por debajo de los 5 m/s dentro de las 50 millas al sur de los 4°S y de forma oceánica entre los 4°S y 1°S, con un ligero incremento de la intensidad durante la segunda y tercera semana que podría haber favorecido la retención de las condiciones. Las anomalías mostraron condiciones cercanas a su normal, fuera de las 50 millas las primeras semanas, para luego disminuir hasta -3 m/s, mientras que cerca de la costa mostraron por debajo a excepción en el extremo norte donde fueron superiores hasta la tercera semana (Figura 2.7.1 a y Figura 2.7.1 b).

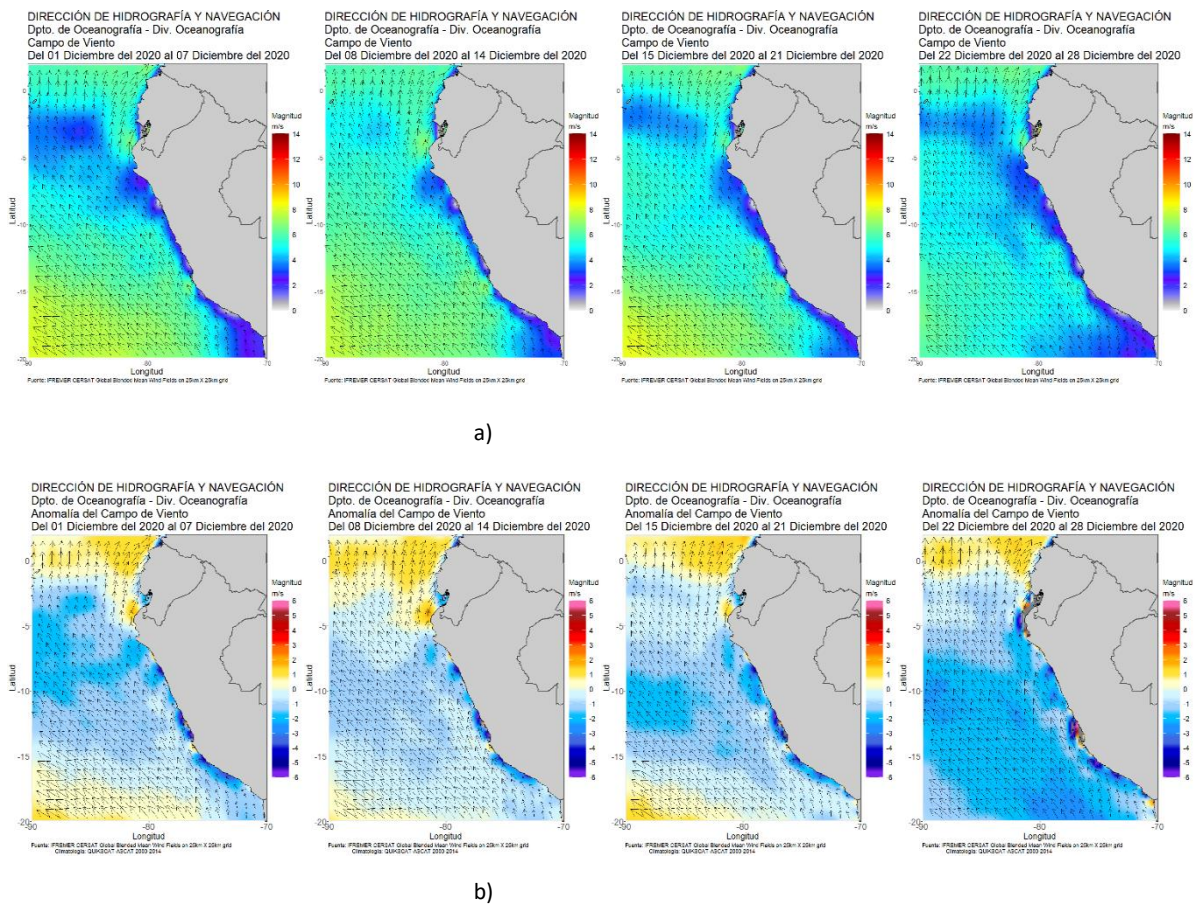


Figura 2.6.1. Promedio semanal del a) viento y b) anomalía del viento del mes de diciembre 2020. Fuente Datos IFREMER CERSAT, climatología QUIKSCAT-ASCAT 2000-2014. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

2.2. CONCLUSIONES

En el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) las condiciones frías se atenuaron ligeramente en diciembre, disminuyendo la anomalía mensual promedio de la temperatura superficial del mar (TSM) respecto al mes de noviembre, de $-1,3\text{ °C}$ a $-1,0\text{ °C}$; manteniéndose estas condiciones frías en lo que va del mes de enero 2021. Por otro lado, en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, la anomalía negativa de la TSM se intensificó hacia la última semana del mes de diciembre alcanzando el valor de $-1,3\text{ °C}$, aunque su promedio mensual fue de $-0,7\text{ °C}$, similar al de noviembre, y continuó con un valor de $-0,7\text{ °C}$ durante la primera semana de enero.

El paquete de ondas de Kelvin frías, formadas por el pulso de viento de inicios de setiembre, continuó afectando la costa peruana. La onda Kelvin cálida, que se habría formado en la zona occidental del Pacífico, habría iniciado su llegada a la costa peruana con una magnitud débil a fines de diciembre. Al paquete de ondas Kelvin frías, desarrollado entre la quincena de noviembre, se le habrían sumado nuevas ondas Kelvin frías, formadas por pulsos de viento del este alrededor de los 180°W .

Frente a la costa, desde los 05°S hasta Ecuador y hasta los 85°W , se observaron anomalías negativas de la TSM con valores de hasta -3 °C entre fines de diciembre e inicios de enero, aunque con una tendencia a disiparse en los últimos días. Entre Punta Falsa e Ilo, en la franja de las 50 millas náuticas adyacente a la costa, las magnitudes de las anomalías frías fueron débiles y similares a las de noviembre.

En el litoral, de norte a sur, las condiciones frías dominaron durante diciembre, intensificándose hacia finales de mes e inicios de enero, con anomalías diarias de TSM de hasta -3 °C . El nivel del mar se mantuvo por debajo del nivel medio: de -6 cm en el norte y de hasta -12 cm en el centro (Callao y Pisco). Por otro lado, en la franja de 60 millas náuticas adyacente a la costa se registró una elevación del nivel del mar desde fines de diciembre, posiblemente asociada a la llegada de la onda Kelvin cálida.

Se espera que la magnitud de La Niña en el Pacífico central cambie a una condición débil para febrero y tienda hacia una normalización en el otoño de 2021. Para la región Niño 1+2 (frente a la costa norte y centro del Perú), se espera la llegada de las ondas Kelvin frías hasta febrero. Sin embargo, de persistir las anomalías del oeste en el Pacífico oriental, estas podrían debilitar el efecto de las ondas frías y/o fortalecer las ondas Kelvin cálidas débiles provenientes del Pacífico occidental.