



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 2021



1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL PACÍFICO ECUATORIAL

1.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En el Pacífico ecuatorial, respecto al mes de octubre, se continuó presentando una disminución de la temperatura superficial, disminuyendo hasta en 4°C sobre la región oriental, al este de los 115°W; registrándose una intensificación de los núcleos de anomalía negativa y alcanzando hasta -3°C desde inicios del mes de noviembre. Por el contrario, al oeste de los 150°W se mantuvieron las anomalías negativas, predominando intensos núcleos fríos; debido a eso, las anomalías negativas sobre la región central se continúan intensificando (Figura 1.1.1 a y Figura 1.1.1 b).

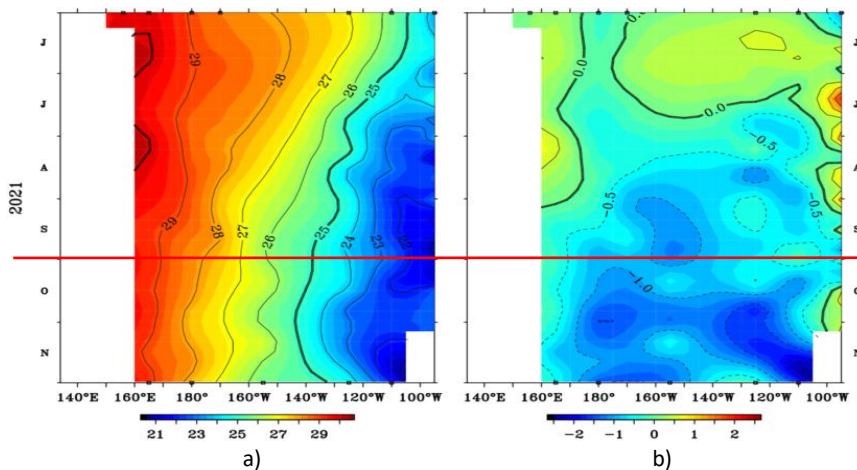


Figura 1.1.1 Diagrama de longitud-tiempo de la a) temperatura superficial del mar y la b) anomalía de la temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial entre 02° N y 02° S de los últimos seis meses. Fuente: Boyas TAO - NOAA.

Por regiones Niño, siguen predominando e intensificándose las anomalías negativas, manteniendo una intensificación sostenida, principalmente en las regiones Niño 3 y Niño 1+2, pasando incluso a estar dentro del umbral de una condición fría moderada desde la segunda quincena de noviembre. Las anomalías semanales fluctuaron durante el mes de noviembre de -0.5°C a -0.9°C, en Niño 4; de -0.8°C a -1.1°C en Niño 3.4; en Niño 3 de -0.6°C a -1.4°C y de -0.7°C a -1.4°C en Niño 1+2. Como promedio mensual en la región Niño 3.4 la anomalía fue de -0.7 y en Niño 3 fue de -0.9; mientras que, en la región Niño 1+2 de -1.0°C (Figura 1.1.2).

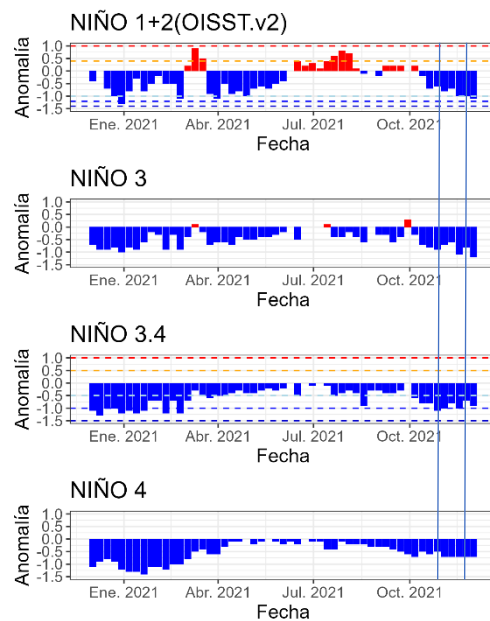


Figura 1.1.2 Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño, de diciembre 2020 a noviembre 2021. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV.

En el Pacífico ecuatorial se registró una disminución de las anomalías de nivel, intensificándose esta tendencia y expandiéndose sobre toda la región ecuatorial, disipando los núcleos de anomalías positivas en la región oriental que se mantenían hasta octubre. Esta intensificación estuvo más presente en las regiones occidental y oriental. En la región oriental se mantuvieron anomalía dentro del umbral normal a ligeramente negativas; sin embargo, en el extremo oriental se presentó una normalización, disminuyendo los núcleos fríos hasta condiciones normales. A pesar de eso, en el ecuador se desarrollan núcleos fríos con dirección hacia la región oriental (Figura 1.1.3).

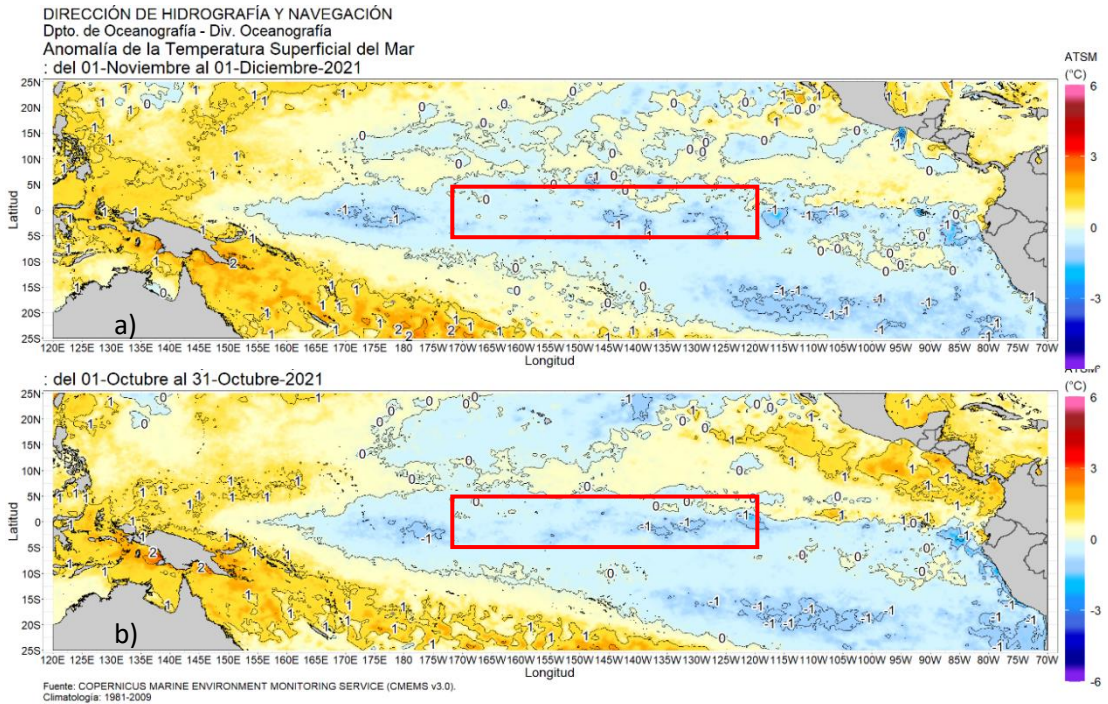


Figura 1.1.3 Promedio mensual de la anomalía de la temperatura superficial del mar de a) noviembre de 2021 y b) octubre de 2021. Fuente: OSTIA, Gráfico: DIHIDRONAV.

1.2. INDICE OCEÁNICO EL NIÑO (ONI)

El índice ONI (Oceanic Niño Index) del Pacífico central (Niño 3.4) mostraba el declive de la Niña para junio de 2021; sin embargo, para agosto mostró un valor por debajo del umbral normal y propio de condiciones frías, alcanzando una continuidad fría de tres meses para octubre 2021 con un valor de -0.8, por lo que oficialmente se puede determinar como un evento La Niña en el Pacífico central. Las presentes condiciones sugieren una intensificación de estas condiciones. (Figura 1.2.1).

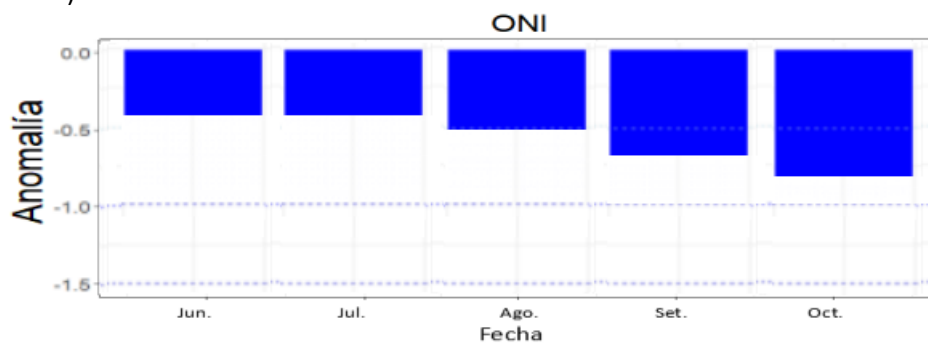


Figura 1.2.1 Serie del ONI, de los último seis meses. Fuente: NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV.

1.3. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

En el Pacífico ecuatorial, se registró una elevación de la termoclina en la región oriental, al este de los 120°W, durante el mes de noviembre de 2021; mientras que, entre los 150°W – 130°W se registró una ligera profundización y calentamiento superficial sobre los 50m de profundidad. Se dio una disminución del gradiente térmico, debido a la expansión de las isothermas sobre la región central por el desarrollo de un núcleo negativo sobre los 120m de profundidad de hasta -3°C durante todo el mes. Por otro lado, en la región occidental se continuó desarrollando un intenso núcleo de anomalía positiva entre los 90m y 200m de profundidad durante el transcurso del mes, registrándose anomalías de +2°C hasta los 160°W. (Figura 1.3.1).

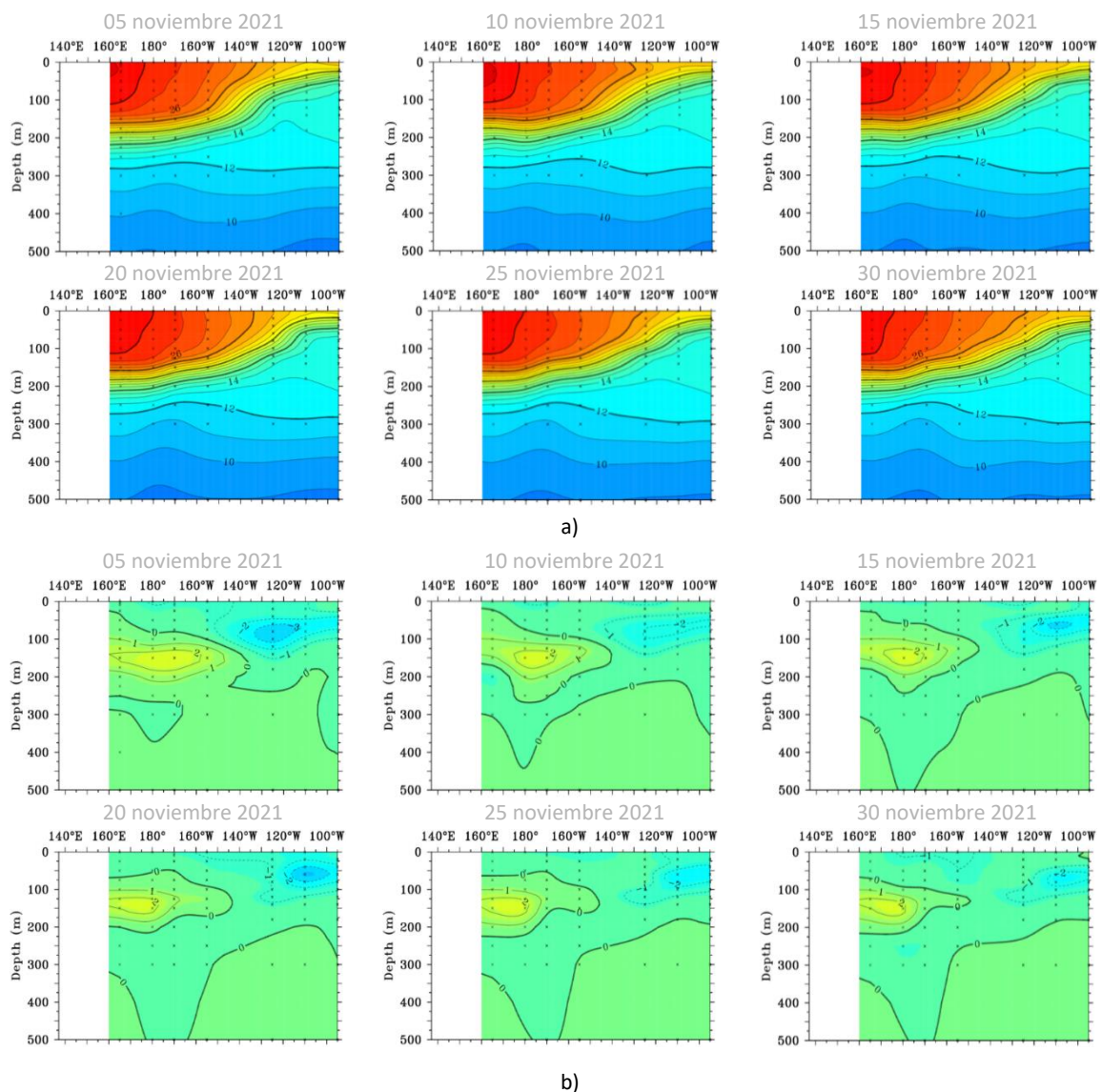


Figura 1.3.1. Sección transversal en el Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S, promedio de cinco días, finalizando los días 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de noviembre 2021 de la a) temperatura subsuperficial del mar (°C) y b) anomalía de la temperatura subsuperficial del mar (°C). Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

En el Pacífico ecuatorial la isoterma de 20°C presentó una elevación al este de los 140°W para inicios de noviembre hasta pasar los 120°W para la segunda quincena; así como, una profundización sostenida en la región occidental hacia la central, alcanzado los 130W para fin de mes. En el Pacífico central, entre los 150°W-110°W se alcanzó una elevación anómala de hasta 20m; mientras que, en contraparte se desarrolla una elevación de 10m al este de los 110°W, localizándose la termoclina a 35m de profundidad. Por otro lado, la profundización que se registra en la región occidental, se debería debido al desarrollo de un posible paquete de ondas cálidas en la región occidental que se venía gestando desde inicios de julio de 2021 (Figura 1.3.2).

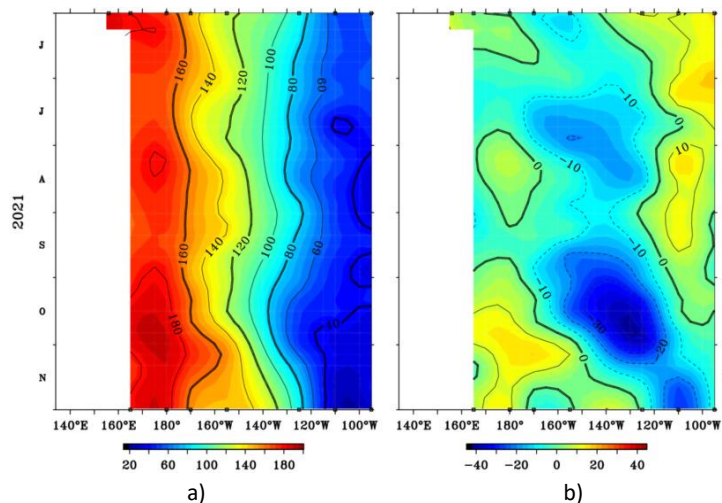


Figura 1.3.2. Diagrama longitud-tiempo de la a) profundidad de la isoterma de 20°C (m) y b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) promedio entre 2°N – 2°S, de junio 2021 a noviembre 2021. Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL.

En la región ecuatorial, el contenido de calor mostró una intensificación de sus valores sobre la región oriental durante el mes de noviembre, debiéndose a un avance del núcleo negativo y las condiciones en la región central hacia la región oriental; sin embargo, esta ocurre ralentizada sobre la región oriental en general por la influencia de los vientos. Por otro lado, sobre la región occidental se registra un aumento de calor sostenido desde inicios de setiembre y que registra una proyección hacia el este a partir de octubre, el cual se debería a un paquete de ondas Kelvin cálidas que podrían atenuar las condiciones frías a su paso o atenuarse con estas (Figura 1.3.3 a y Figura 1.3.3 b).

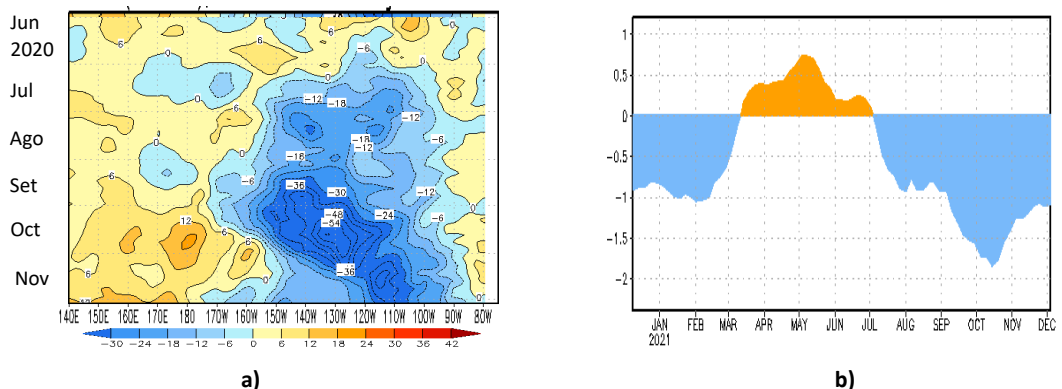


Figura 1.3.3 a) Anomalía del contenido de calor (°C) en el a) Pacífico ecuatorial entre 130°E-80°W, de 0m a 300 m de profundidad de junio 2021 a noviembre 2021, y b) promedio de la región entre 180°-100°W de enero 2021 a noviembre 2021. Fuente: CPC-NOAA.

1.4. NIVEL DEL MAR

El Nivel del mar en el Pacífico ecuatorial continúa registrando la presencia de la onda Kelvin fría en la región central y oriental, observándose una intensificación durante el transcurso del mes de noviembre en la región oriental; así como, la presencia de núcleos negativos que se desarrollan sobre la región oriental con hasta un valor de -15cm; mientras que, en la región central el nivel descendió de valor hasta una anomalía de -10cm. Por otro lado, en la región occidental hay una extensión de ligeras anomalías negativas, replegándose hacia el oeste las condiciones normales hasta los 160°E para la segunda quincena del mes, desarrollándose una disminución tanto en la región occidental como la oriental (Figura 1.4.1).

Asimismo, en la región central de la franja ecuatorial, durante noviembre de 2021, se corrobora la presencia de una tendencia a la disminución de los valores de nivel hasta los 120°W; sin embargo, también se registra la tendencia al incremento de nivel para fines noviembre e inicios de diciembre al oeste de los 160°W, apreciándose un debilitamiento de la onda Kelvin fría en el Pacífico central (Figura 1.4.2).

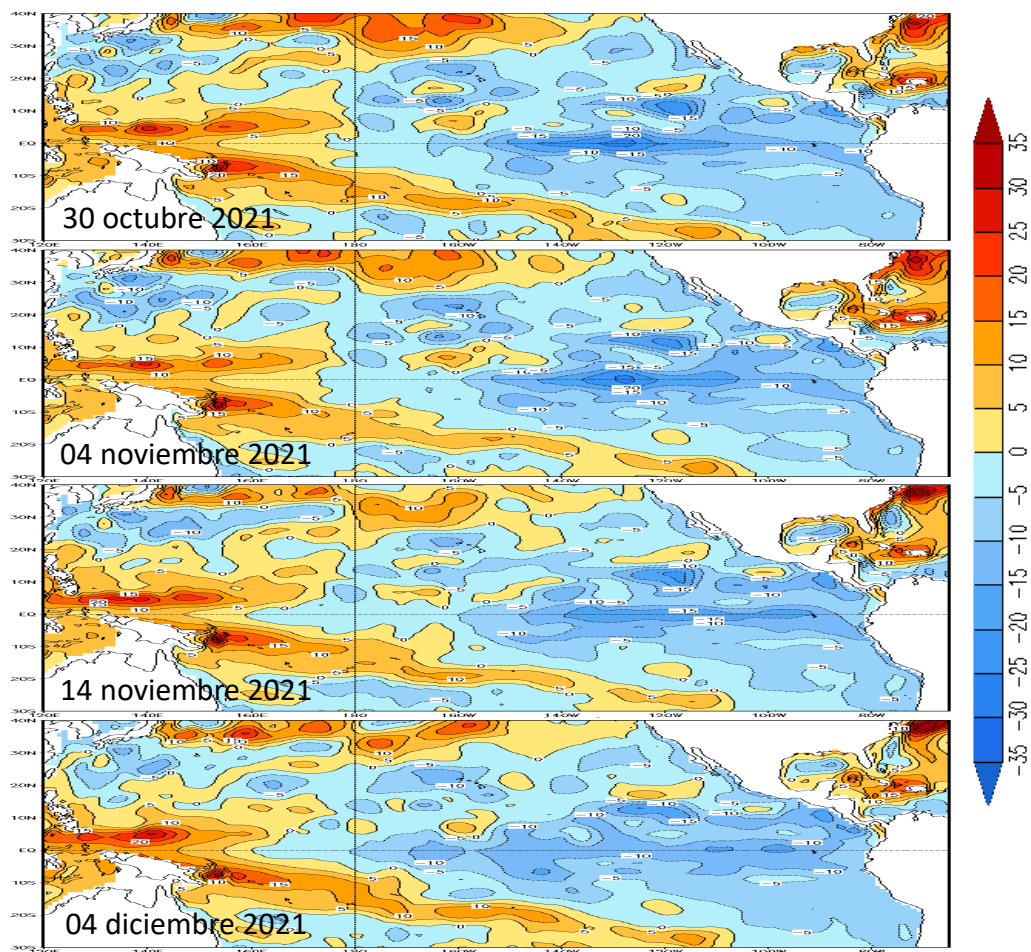


Figura 1.4.1. Anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical para los días 30 de octubre 2021, 04 y 14 de noviembre 2021 y 04 de diciembre 2021. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS.

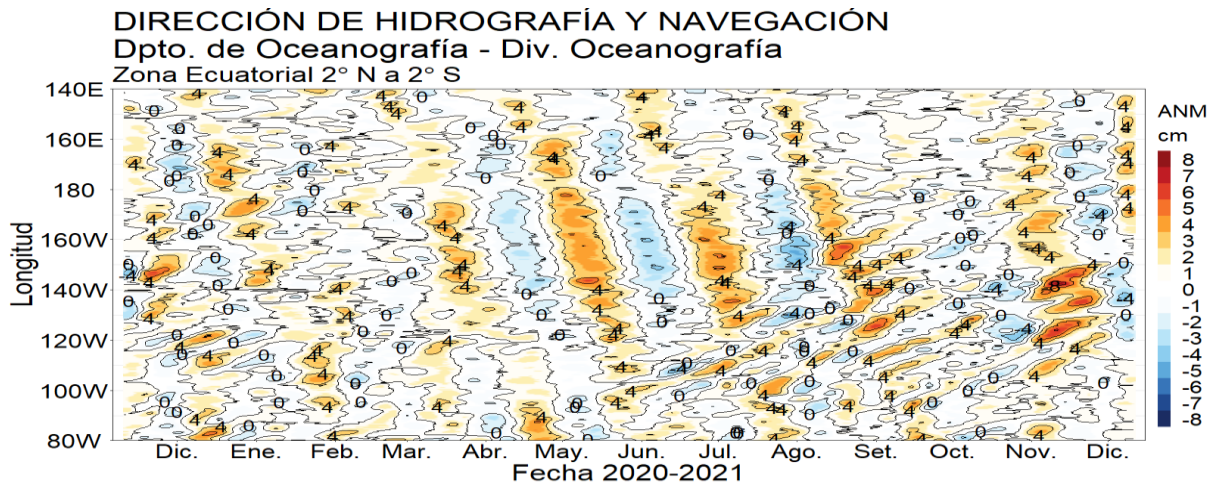


Figura 1.4.2. Diagrama de Hovmöller de la anomalía del nivel del mar en la región ecuatorial con filtro de pasa banda de 10_120 días, entre los 140°E-80°W de 2°N-2°S. Periodo de noviembre de 2020 a noviembre de 2021. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS. Gráfico: DIHIDRONAV.

1.5. VIENTO

Sobre el Pacífico ecuatorial occidental y central, se registró una intensificación de los vientos del este durante todo el mes de noviembre al oeste de los 150°W, alcanzando valores de hasta 4m/s. Estos vientos habrían favorecido la extensión de las anomalías negativas; sin embargo, el incremento anómalo de los vientos del oeste al este de los 140°W habría contribuido a la ralentización de las condiciones frías al cruzar de la región central a la oriental. Asimismo, para los últimos días del mes, se registra un incremento de los vientos del oeste alrededor de los 110°W. Esto podría disminuir las condiciones frías en el Pacífico ecuatorial oriental (Figura 1.5.1).

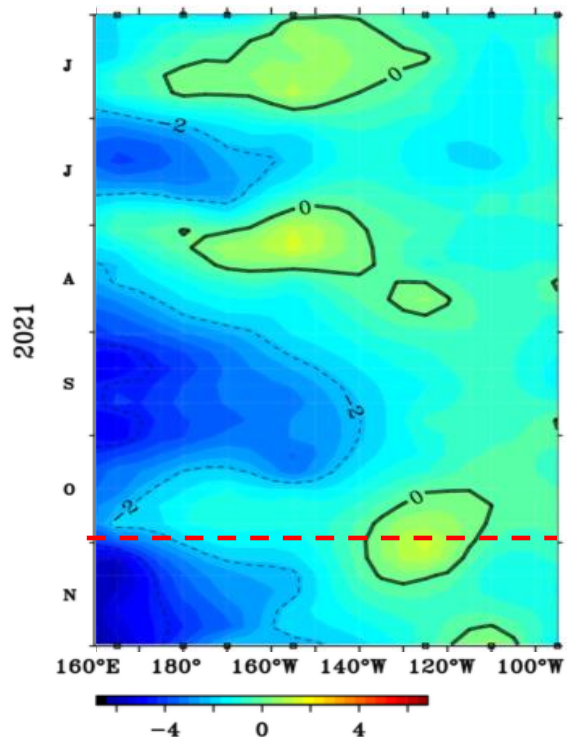


Figura 1.5.1. Diagrama de Hovmöller de la anomalía del viento zonal a nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, para el periodo de junio de 2021 a noviembre de 2021. Fuente: NOAA.

2. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS FRENTE A LA COSTA DE PERÚ

2.1. VIENTOS

Durante el mes de noviembre el campo de viento se vio muy predominante con anomalías negativas de forma oceánica y por dentro de las 50 primeras millas, teniendo una intensa presencia frente a toda la costa peruana. Estos vientos debilitados del sudeste y su predominancia se presentaron por fuera de las 50 millas con hasta -4m/s de anomalía para fin de mes; asimismo, próximo a la costa también se mantuvieron intensos los valores anómalos negativos de viento, alcanzando hasta -5m/s de anomalía al sur de los 8°S . Se registra un incremento de las anomalías negativas de viento durante el transcurso de noviembre, sucediendo una mayor intensificación de forma oceánica entre los 4°S y 17°S (Figura 2.1.1).

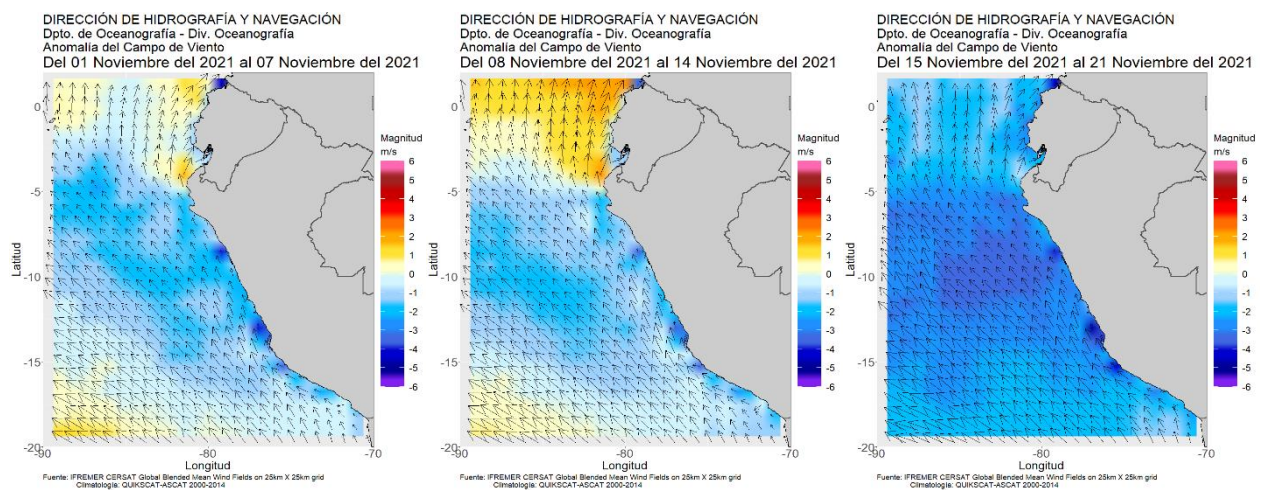


Figura 2.1.1. Anomalia de campo de viento semanal promedio en el mar de Perú para noviembre de 2021. Climatología 2000-2014 (QUIKSCAT-ASCAT). Fuente IFREMER CERSAT Global Blended Mean Wind Fields. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

2.2. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En la región Niño 1+2, se mantuvo una conservación de las anomalías negativas y de su intensificación durante la segunda quincena del mes de noviembre. Asimismo, frente a la costa centro y norte de Perú también se presentó una tendencia al enfriamiento, intensificándose los núcleos negativos de temperatura y alcanzando valores de hasta -3°C al norte de los 5°S hasta la franja ecuatorial. Por otro lado, cerca de la costa al norte de los 4°S se desarrolló un núcleo cálido próximas a la costa, manteniéndose el núcleo frío de formas más oceánica. Asimismo, también se presentaron núcleos fríos de -1°C frente a la costa centro y sur durante el transcurso de la segunda quincenal (Figura 2.2.1).

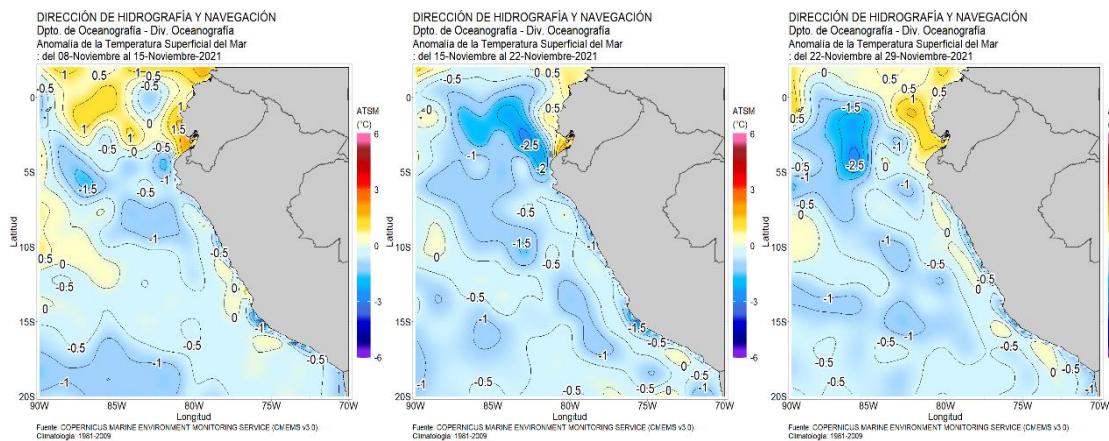


Figura 2.2.1. Promedios semanales de la anomalía de la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2 y frente a la costa de Perú. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

En el mar de Perú la temperatura promedio de noviembre fue entre 17°C y 24°C en el norte, de 15°C a 19°C en el centro y de 15°C a 20°C en el sur, manifestándose un predominio de anomalías negativas frente a la costa al sur de los 4°S con anomalías de hasta de -1.5°C y con un alcance oceánico. En comparación al mes de octubre, se mantiene una tendencia al enfriamiento de la costa. Por otro lado, de forma oceánica desde el ecuador hasta los 20°S , se presentan núcleos anómalos negativos de -0.5°C , alcanzando estar por debajo del -1°C entre los 3°S y 7°S ; asimismo, se mantiene una anomalía de -1°C frente a la costa al sur de los 9°S (Figura 2.2.2).

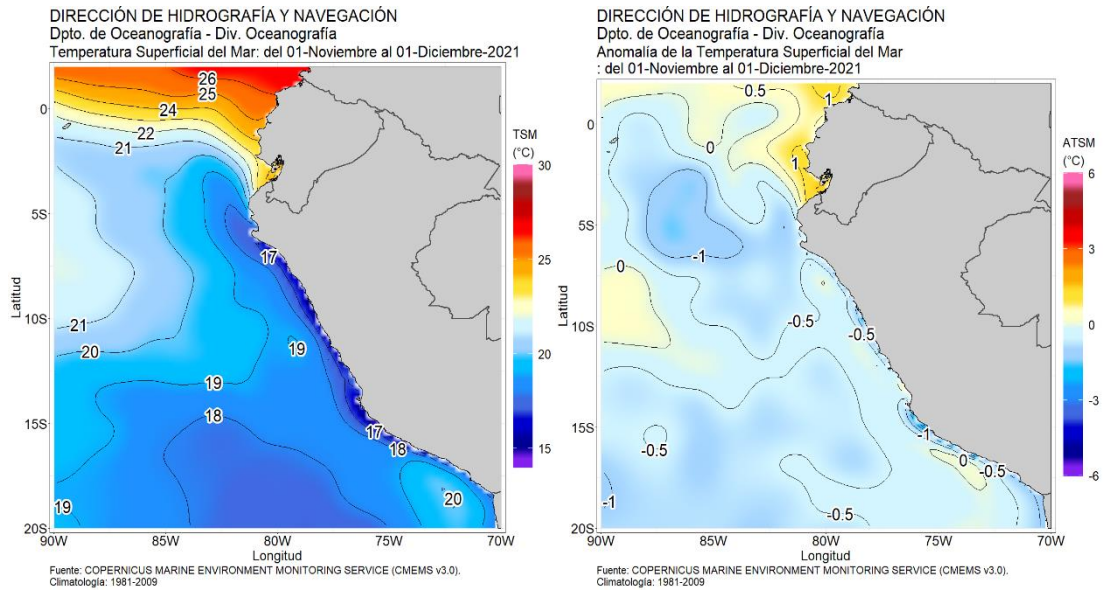


Figura 2.2.2. Promedio mensual en la región Niño 1+2 y frente a la costa peruana de la a) temperatura y b) anomalía de la temperatura de noviembre de 2021. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

Por otro lado, durante el mes de noviembre disminuyeron las anomalías de temperatura frente a toda la costa, continuando la tendencia desde inicios de setiembre, alcanzando un valor de -1°C entre Paita y Chimbote desde inicios de noviembre; para luego descender la temperatura hasta el valor de -1.5°C frente a la costa al norte de Chimbote para fin de mes y los primeros días de diciembre. Frente a la costa al sur de Callao se mantuvo una anomalía de -0.5°C durante todo el mes. Asimismo, este enfriamiento mantiene una tendencia que podría persistir durante el próximo mes, mostrando una totalidad de condiciones frías para los primeros días del mes de diciembre frente a toda la costa (Figura 2.1.3, Figura 2.1.4 y Tabla 2.6.1).

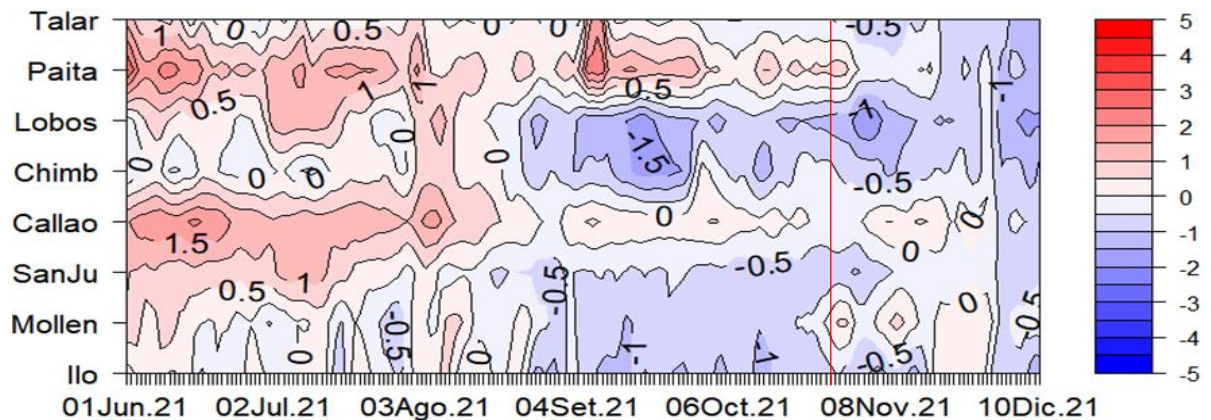


Figura 2.2.3. Diagrama Hovmöller de las anomalías de la TSM en el litoral de Perú de junio a noviembre de 2021. Climatología: 1981–2010 DIHIDRONAV. Fuente: DIHIDRONAV.

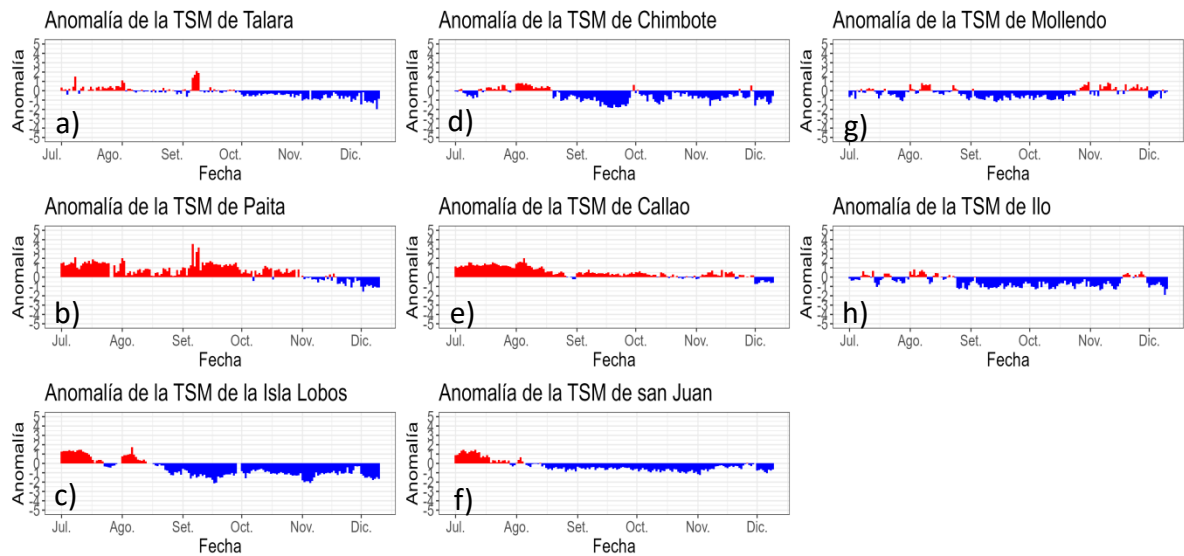


Figura 2.2.4. Series de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar de estaciones costeras, durante cinco meses, de julio a noviembre de 2021. a) Talara. b) Paita. c) Isla Lobos de Afuera. d) Chimbote. e) Callao. f) San Juan. g) Mollendo. h) Ilo. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: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

2.3. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Frente a la costa norte de Perú se registró una ligera disminución de la temperatura superficial del mar, intensificándose las anomalías negativas durante el mes de noviembre y extendiéndose hasta los 80m de profundidad, alcanzando hasta el valor de -3°C para la segunda quincena del mes. Por otro lado, frente a la costa central se observó una ligera normalización de las condiciones cerca de la costa; mientras que de forma más oceánica se registra una conservación de las anomalías negativas; aunque, si se aprecia una reducción de la profundidad, siendo de unos 60m para fines de noviembre. Por el contrario, frente a la costa sur nuevamente se registra una disminución de los valores anómalos; sin embargo, este enfriamiento tiene una menor pendiente, por lo que apenas disminuye en 1°C desde la segunda quincena y alcanzando los -3°C (Figura 2.3.1)

Frente a la costa de Perú se presenta una predominancia de anomalías negativas y con una tendencia a un ligero enfriamiento, producto de la aproximación de condiciones frías desde el Pacífico ecuatorial oriental, pero que a su vez estas aún no han arribado a la costa, por lo que este enfriamiento podría verse intensificado durante el próximo mes y manifestarse de forma más intensa de ser el caso haya condiciones favorables (Figura 2.3.1).

2.4. SALINIDAD

En el mar de Perú, las aguas ecuatoriales superficiales (AES) con salinidad (<34.8 ups) se presentaron con una extensión hasta los 5°S y un alcance de poco más de 60 millas, observándose también un frente con las aguas costeras frías (ACF). Las aguas subtropicales superficiales (ASS) se presentaron lejos de la costa y de forma oceánica frente al litoral peruano; aunque, se registraron aguas de mezclas entre estas y las ACF entre los 10°S y 15°S. Mientras que, frente a la costa al sur de los 16°S se presentaron predominantes las ACF dentro de las primeras 50 millas para luego dar paso a las ASS (Figura 2.3.2 y Figura 2.4.1).

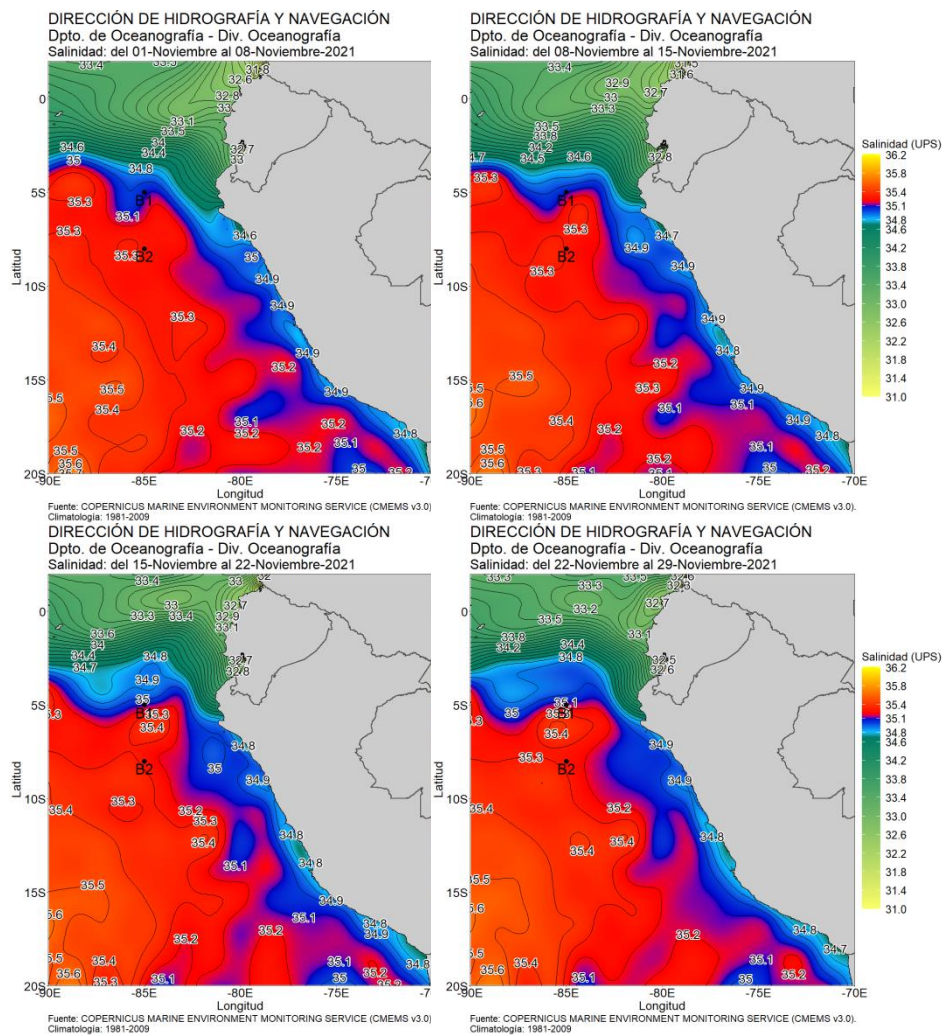


Figura 2.4.1. Salinidad semanal promedio en el mar de Perú para noviembre de 2021. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Model HYCOM-RTOFS-ODS/ NCEP-NOAA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

2.5. NIVEL DEL MAR

En la región ecuatorial se registró la llegada de anomalías negativas de nivel del mar para inicios de noviembre, así como también se aprecia la aproximación anomalías positivas y negativas sucesivas para diciembre (Figura 2.51 a). Reflejándose estas anomalías negativas frente a las primeras 60 millas frente a la costa de Perú, mostrándose primero un incremento del nivel del mar desde fines de octubre hasta la quincena de noviembre, para luego dar pie a las anomalías negativas entrantes desde el ecuador, la cuales normalizaron las condiciones establecidas por las anomalías positivas, exceptuando frente a la costa al sur de los 16°S, donde se acentuaron anomalías, mostrando la llegada de una onda Kelvin fría poco predominante por fuera de la costa, disipando las anomalías positivas que se desarrollaron al inicio del mes (Figura 2.5.1 a y b).

Asimismo, en el litoral se apreció la disminución de las anomalías negativas de -15cm a -10cm frente a todo el litoral hasta mediados de noviembre, donde se reanudaron nuevamente las anomalías de -15cm de forma casi pareja frente a toda la costa de Perú, mostrando una misma conducta entre el promedio de las primeras 60 millas y el litoral. La onda Kelvin fría tuvo una mayor repercusión próximo al litoral debido a la presencia de vientos del sudeste debilitados, manteniéndose todo el mes con presencia de anomalías negativas. Para inicios de diciembre se presenta nuevamente una normalización de las anomalías negativas, pero alcanzando a expresar hasta valores neutrales ligeramente positivos (Figura 2.5.1 c, Tabla 2.5.1).

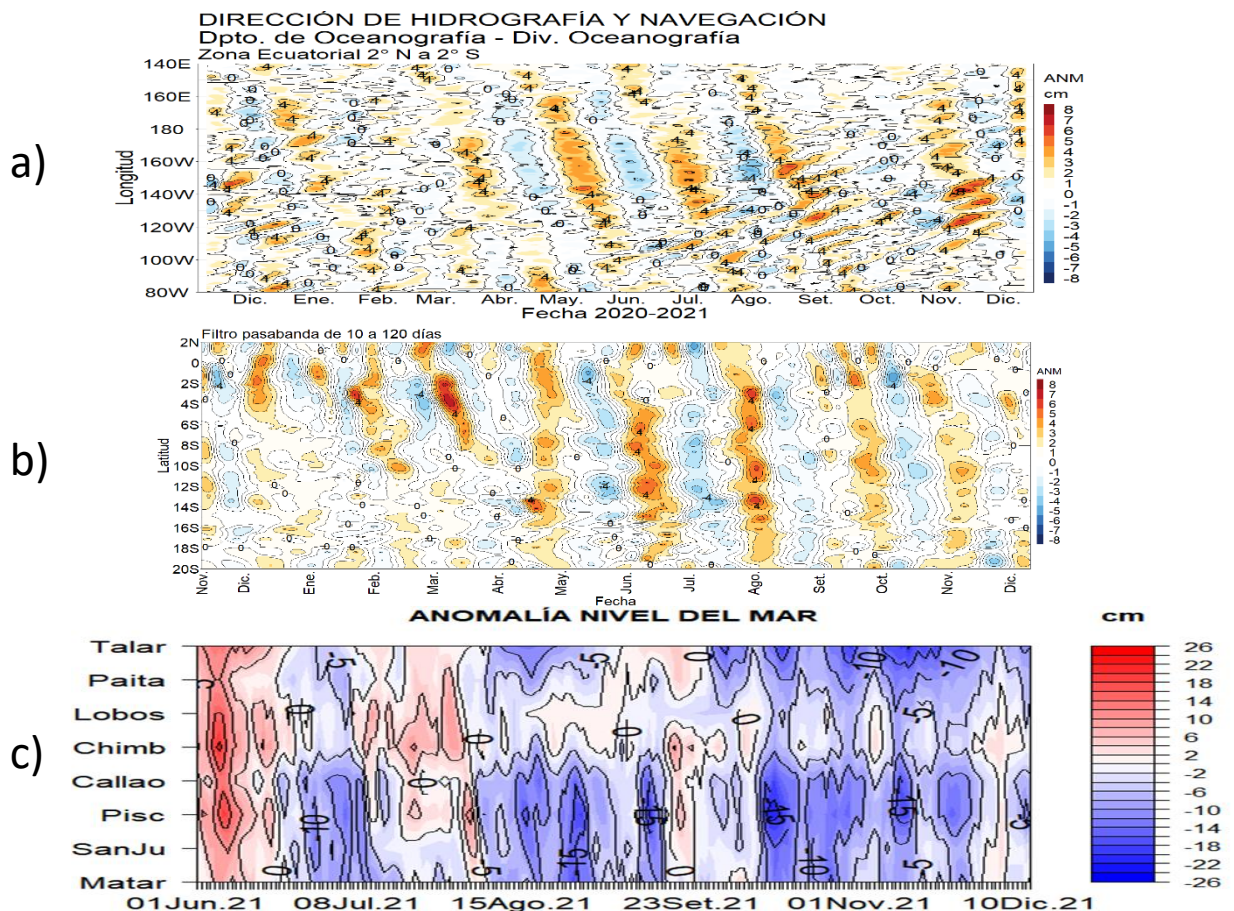


Figura 2.5.1. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar a) promedio la región del Pacífico ecuatorial, b) promedio entre 60 millas y la costa de Ecuador y Perú, entre los 2°N y 20°S, y c) en el litoral de Perú. Periodo de junio 2021 a inicios de diciembre de 2021 Fuente: DIHIDRONAV.

Estación	ATSM 2021				ANMM 2021			
	Ago	Set	Oct	Nov	Ago	Set	Oct	Nov
Talara	0.0	0.2	-0.4	-0.7	-	-	-12	-13
Paita	0.6	1.4	0.6	-0.3	-4	-1	-7	-9
Isla Lobos de Afuera	0.0	-1.3	-1.0	-1.1	0	0	-3	-4
Salaverry	1.3	1.3	1.1	1.7	-	-	-	-
Chimbote	0.1	-1.2	-0.6	-0.6	-1	2	-3	-3
Callao	0.7	0.4	0.2	0.3	-8	-5	-10	-8
San Juan	-0.3	-0.5	-0.7	-0.4	-7	-4	-8	-5
Mollendo	0.0	-0.7	-0.4	+0.2	-8	-4	-7	-6
Ilo	-0.1	-0.9	-0.8	-0.4	-	-	-	-

Tabla 2.5.2. Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de agosto–noviembre de 2021. Fuente: Estaciones costeras – DIHIDRONAV.

3. CONCLUSIONES

En el Pacífico ecuatorial, la TSM predominó con anomalías negativas, en promedio, con $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$; y con la presencia de algunos núcleos de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sólo en el extremo occidental se mantuvo la anomalía de $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, similar al mes anterior. Por regiones Niño, en Niño 3.4 la anomalía promedio fue de $-0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ para noviembre y $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante los primeros diez días de diciembre; y en la región Niño 1+2, de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ para los mismos periodos.

Debido al desarrollo de pulsos de viento del este en el Pacífico ecuatorial occidental y central, se formó un nuevo paquete de ondas Kelvin frías cuyo núcleo se localiza aproximadamente entre 160°W y 120°W .

Frente a la zona costera peruana se registraron vientos débiles a moderadas, durante todo el periodo de noviembre.

Para el mes de noviembre, en el mar peruano la TSM varió entre $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ frente al litoral de Pisco a San Juan de Marcona y $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el extremo del litoral norte. La zona costera del mar peruano se caracterizó por presentar temperaturas menores de $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ en varios sectores adyacentes a la costa. Asimismo, en promedio, el enfriamiento anómalo del mar continuó, aunque con leve intensidad (menor a $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) de Paita al sur, notándose una mayor extensión hacia sectores oceánicos. A fines de noviembre, se observó condiciones frías anómalas ($> 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) en la zona costera.

El nivel del mar (NM) en el litoral se mantuvo por debajo del nivel medio, en correlato con las condiciones frías predominantes. Estos descensos fueron significativos en noviembre, alcanzando anomalías de -10 cm y -15 cm en la primera y tercera semana, respectivamente; y estuvieron asociados al paso de ondas Kelvin frías, las cuales tuvieron un alcance cercano a las 60 millas náuticas. En lo que va de diciembre, el nivel del mar aumentó ligeramente por encima de su valor medio, fuera de la costa.

La temperatura sub-superficial frente a la costa peruana, durante el mes de noviembre, exhibió el predominio de anomalías negativas dentro de las 100 millas náuticas, con valores entre $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, sobre los 90 m de profundidad, acorde al efecto del paso de la onda Kelvin fría.

La salinidad superficial del mar (SSM) durante noviembre y lo que va de diciembre indicó la permanencia de las aguas costeras frías (ACF) dentro de las 60 mn, desde Punta Falsa hacia el sur, aunque con un acercamiento de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) entre Chicama y Callao. Al norte de Punta Falsa, se observó la proyección de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) hacia Paita, principalmente a partir de la segunda quincena de noviembre.

Los modelos numéricos de agencias internacionales continúan indicando el desarrollo del evento La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) y prevén su presencia por lo menos hasta mayo de 2022, alcanzando su máxima intensidad en enero de 2022. En la región Niño 1+2, se esperarían, en promedio, condiciones frías débiles hasta enero de 2022.