



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 ENERO 2022



1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL PACÍFICO ECUATORIAL

1.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En el Pacífico ecuatorial, respecto al mes de diciembre, se presentó la continuación de los valores de temperatura entre los 180° y 150°W; mientras que, un enfriamiento intenso se registró entre los 150°W y 115°W, alcanzando anomalías de hasta -2°C y acumulándose una gran masa de agua en condiciones frías en la región oriental. Sin embargo, en la región del extremo oriental se presentó una ligera normalización de las condiciones después del paso de las anomalías negativas durante diciembre. Por otra parte, en la región occidental se observó un incremento de la temperatura y el desarrollo de anomalías positivas de hasta +1.5°C (Figura 1.1.1 a y Figura 1.1.1 b).

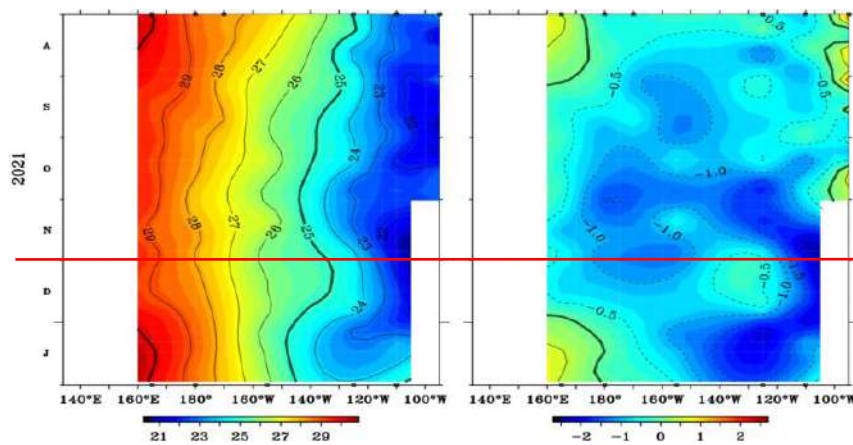


Figura 1.1.1 Diagrama de longitud-tiempo de la a) temperatura superficial del mar y la b) anomalía de la temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial entre 02° N y 02° S de los últimos seis meses. Fuente: Boyas TAO - NOAA.

Por regiones Niño, siguen predominando las anomalías negativas, pero registrando una tendencia a la disminución durante el mes de enero; sin embargo, todavía se mantiene en el límite entre una condición fría débil y moderada. Las anomalías semanales fluctuaron durante el mes de enero en la región Niño 4 de -0.4°C a -0.1°C; de -1.1°C a -0.6°C en Niño 3.4; de -1.4°C a -1.0°C en Niño 3 y de -1.5°C a -0.4°C en Niño 1+2. Como promedio mensual en la región Niño 3.4 la anomalía fue de -1.0; mientras que, en la región Niño 1+2 de -1.1°C, mostrándose una clara tendencia a la disminución (Figura 1.1.2).

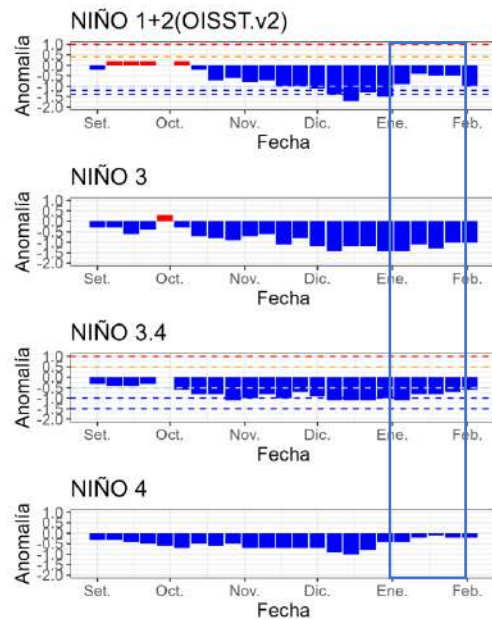


Figura 1.1.2 Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño, de setiembre 2021 a enero 2022. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV.

En el Pacífico ecuatorial oriental se mantuvieron las anomalías negativas de temperatura, al este de los 120°W, expandiéndose sobre la región, pero disminuyendo ligeramente su intensidad, mientras que en la región occidental y central se debilitaron las anomalías negativas; aunque, permaneciendo esta última todavía ligeramente por debajo de lo normal, con tendencia a lo normal. Por otro lado, en la región del extremo oriental se presentó una disminución de las anomalías negativas, debido al repliegue de estas condiciones lejos de la costa sudamericana (Figura 1.1.3).

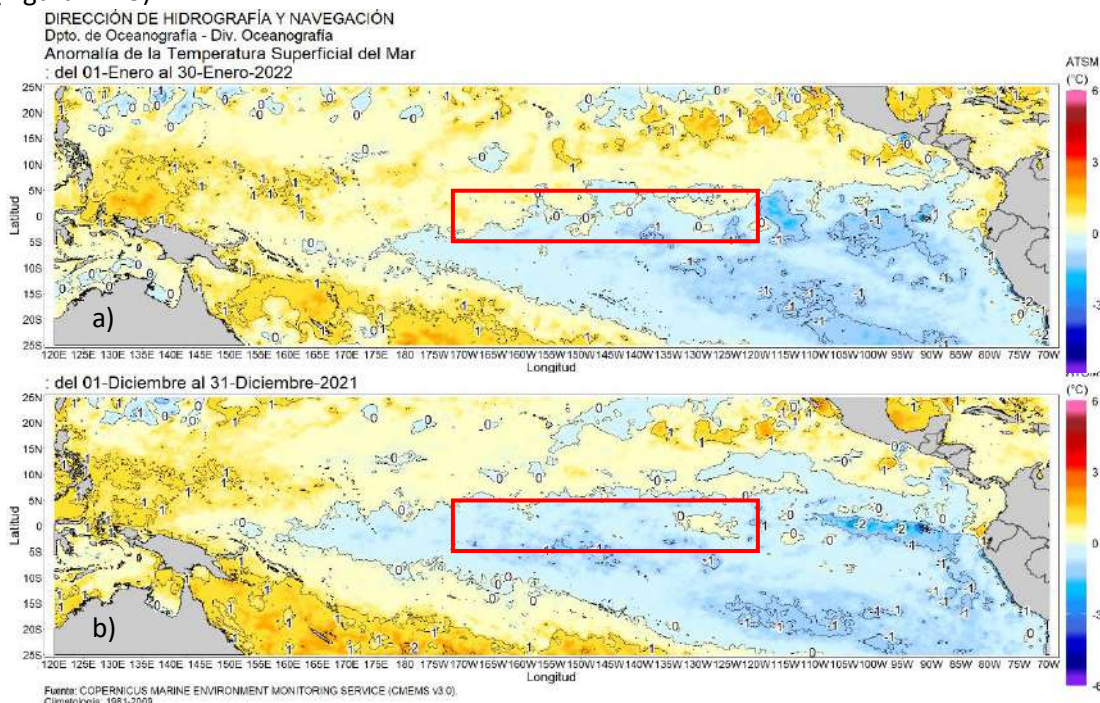


Figura 1.1.3 Promedio mensual de la anomalía de la temperatura superficial del mar de a) enero de 2022 y b) diciembre de 2021. Fuente: OSTIA, Gráfico: DIHIDRONAV.

1.2. INDICE OCEÁNICO EL NIÑO (ONI)

El índice ONI (Oceanic Niño Index) del Pacífico central (Niño 3.4) mostró una continuidad del evento La Niña en la región central de Pacífico ecuatorial desde agosto hasta diciembre 2021, cumpliéndose una continuidad de 4 meses con un valor por debajo del patrón normal, siendo este valor de -1 durante noviembre y diciembre, manteniéndose en el límite entre una condición fría débil y fría moderada, por lo que podría mantenerse una condición fría para el próximo mes y continuar el evento (Figura 1.2.1).

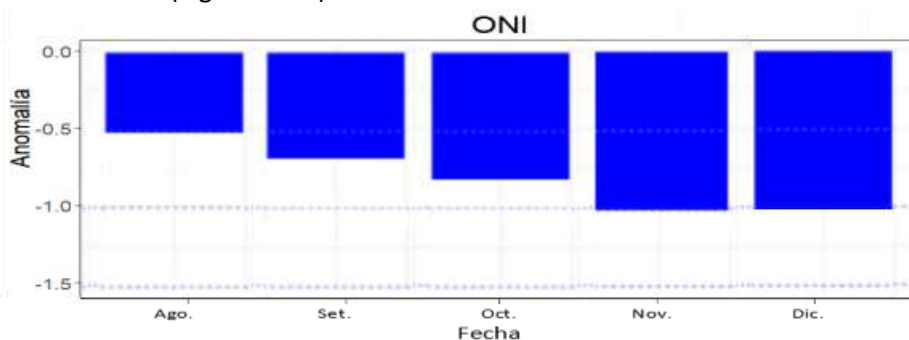


Figura 1.2.1 Serie del ONI, de los último seis meses. Fuente: NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV.

1.3. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

En el Pacífico ecuatorial, se registró una profundización de la termoclina en la región central y oriental por 25m y 10m durante el mes de enero de 2022, respectivamente. Se registra un incremento de la temperatura desde la superficie producto de la temporada, además de también desarrollarse un núcleo cálido intenso entre los 100m y 220m con hasta +4°C de anomalía. Asimismo, el desarrollo de este núcleo cálido, la profundización de la termoclina y el calentamiento superficial llevó a disminuir las anomalías negativas que se presentaban durante diciembre, pasando este núcleo de -3°C a -1°C para fines de enero. Se dio un incremento del gradiente térmico, debido al repliegue de las isotermas sobre la región central y oriental. Asimismo, se desarrolló la isoterma de 24°C sobre la superficie en la región oriental, aumentando en 2°C y con una a la normalización de las condiciones sobre esta misma región (Figura 1.3.1).

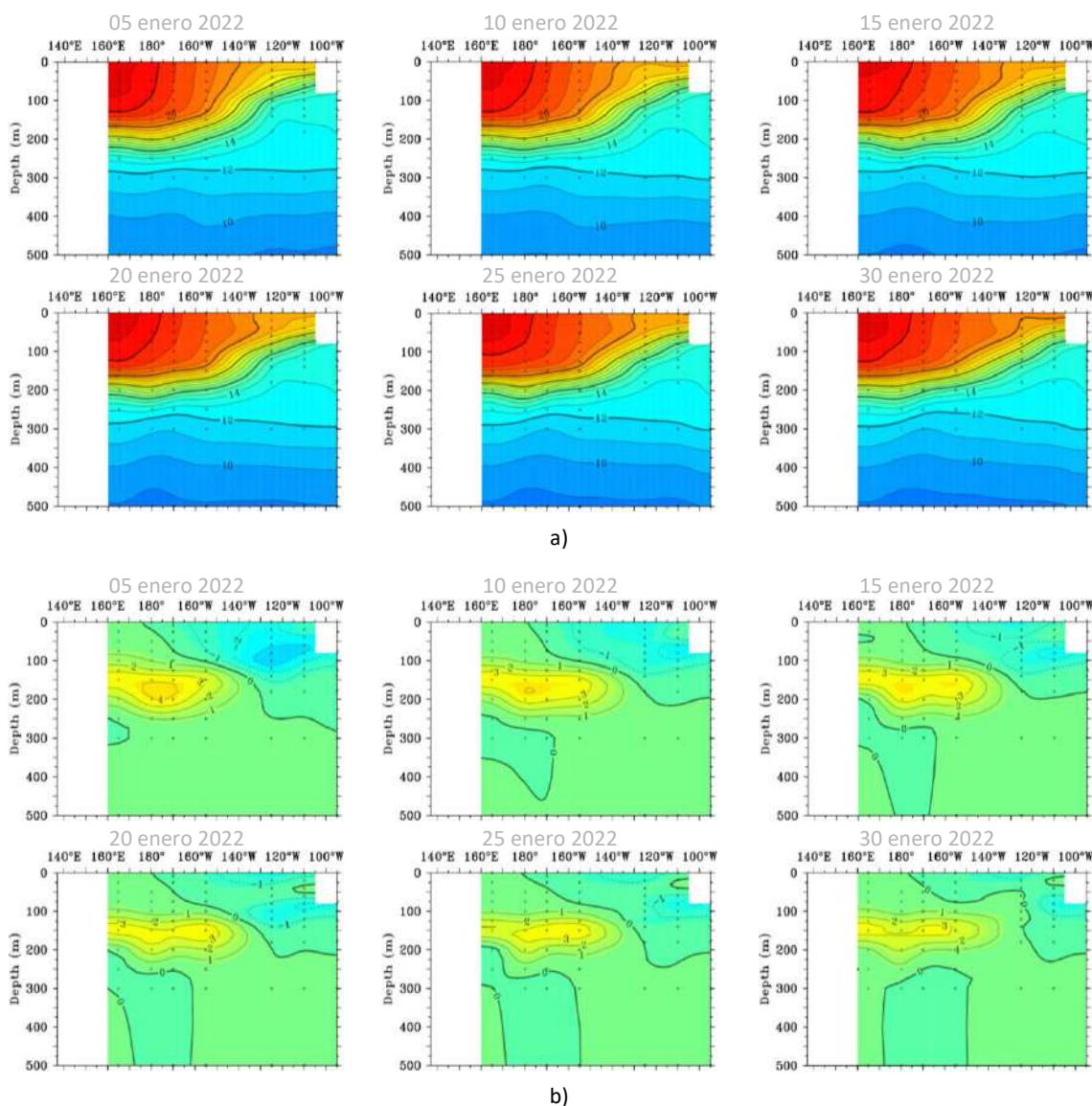


Figura 1.3.1. Sección transversal en el Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S, promedio de cinco días, finalizando los días 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de enero 2022 de la a) temperatura subsuperficial del mar (°C) y b) anomalía de la temperatura subsuperficial del mar (°C). Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

En el Pacífico ecuatorial la isoterma de 20°C presentó una intensa profundización al oeste de los 130°W para fin de mes, alcanzando a estar hasta 32m más profunda de lo normal; mientras que, las anomalías negativas que se presentaron durante los meses anteriores parecen disiparse al normalizarse la isoterma en la región oriental para la segunda quincena de enero. Asimismo, esta intensa profundización que se registra se debería al desarrollo de un posible paquete de ondas cálidas, que se venía formando desde inicios de noviembre, en la región occidental y durante su proyección sobre la región central (Figura 1.3.2).

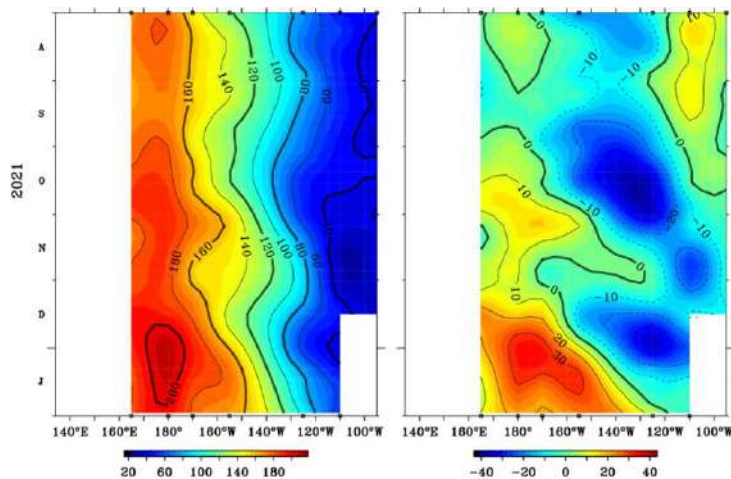


Figura 1.3.2. Diagrama longitud-tiempo de la a) profundidad de la isoterma de 20°C (m) y b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) promedio entre 2°N – 2°S, de agosto 2021 a enero 2022. Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL.

En la región ecuatorial, el contenido de calor continuó mostrando una disminución de sus valores negativos sobre las regiones central y oriental durante el mes de enero, debiéndose al avance de un núcleo cálido que avanza sobre la región central con dirección a la oriental, manifestando intensas anomalías de calor que persisten desde su formación a inicios de diciembre. Por otro lado, sobre la región oriental se registra un avance de las condiciones negativas, manteniéndose al este de los 120°W para fines de enero; proyectándose para llegar al extremo oriental para febrero. Sobre la región occidental no se observa el desarrollo de nuevos núcleos positivos, aunque si se mantiene una importante condición cálida (Figura 1.3.3 a y Figura 1.3.3 b).

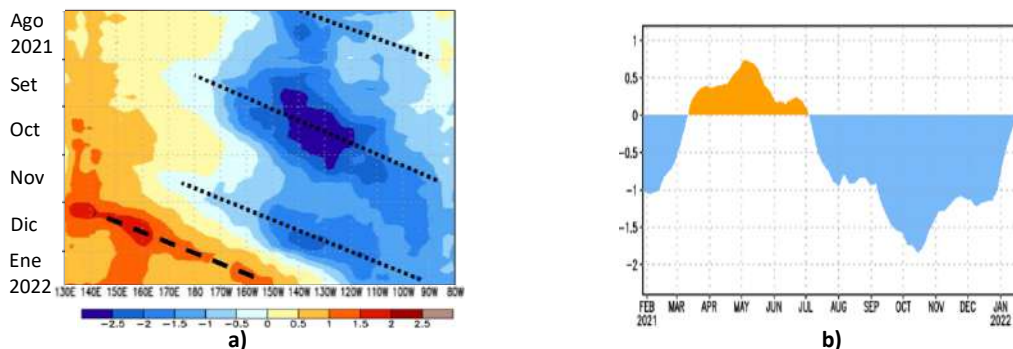


Figura 1.3.3 a) Anomalía del contenido de calor (°C) en el Pacífico ecuatorial entre 130°E-80°W, de 0m a 300 m de profundidad de agosto 2021 a enero 2022, y b) promedio de la región entre 180°-100°W de febrero 2021 a enero 2022. Fuente: CPC-NOAA.

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 del extremo oriental, observándose una disminución durante el transcurso del mes de enero tanto en la región central como en la oriental; sin embargo, se presentó un incremento de nivel en la región occidental, donde se presentó una intensificación de anomalías positivas durante enero. Este núcleo se desarrolló hacia la región central, alcanzando hasta los 135°W. En la región del extremo oriente se presentó una ligera disminución de las condiciones negativas, pasando de un predominio de -10cm a -5cm en los valores anómalos. Para los primeros días de febrero 2022 se muestra que este núcleo positivos en la región central se encuentra dentro del patrón de valores normales (Figura 1.4.1).

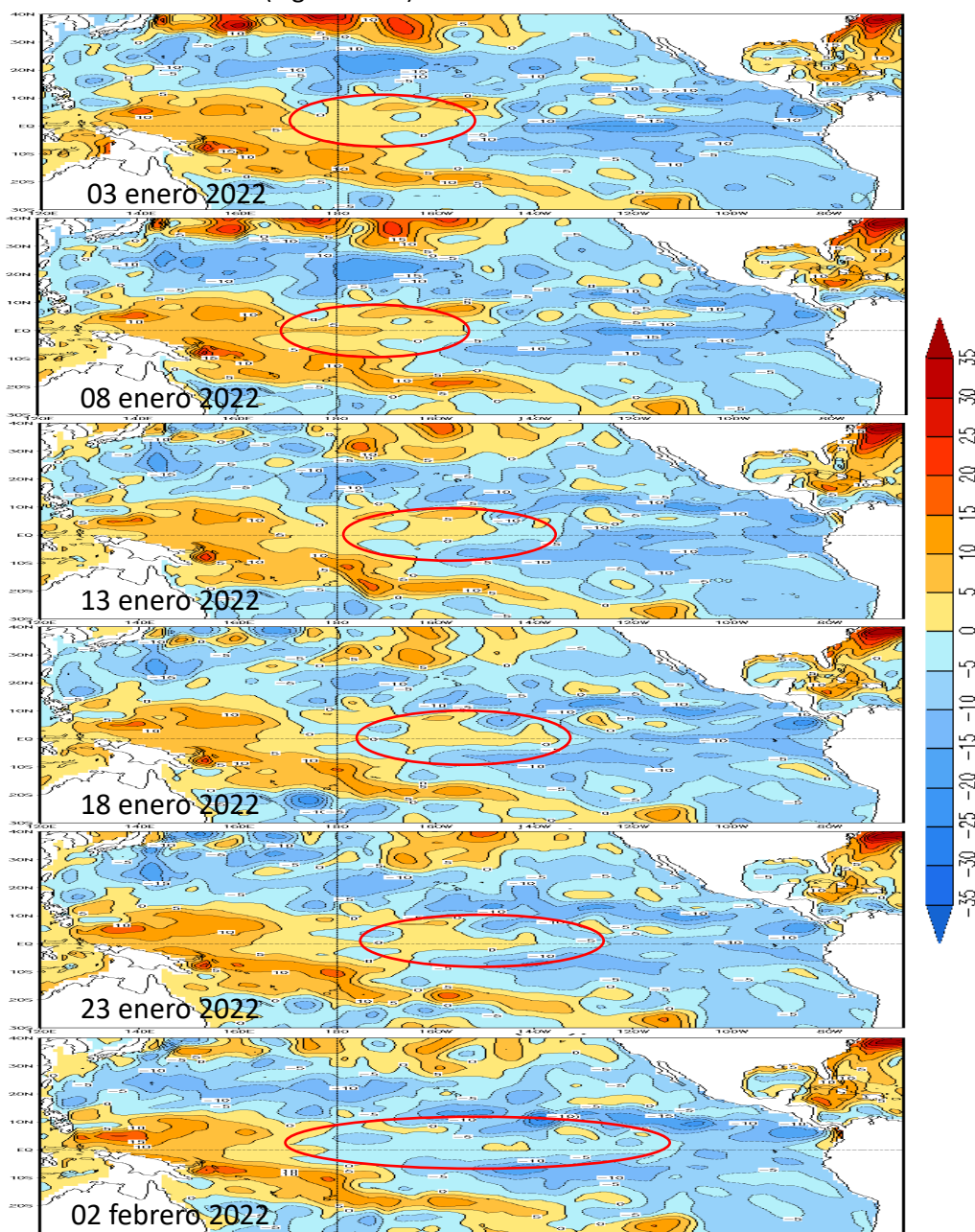


Figura 1.4.1. Anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical para los días 03, 08, 13, 18 y 23 de enero y 02 de febrero de 2022. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS.

Asimismo, en la región central de la franja ecuatorial, durante enero de 2022, se corrobora la presencia de un núcleo anómalo positivo que atraviesa la región central con rumbo a la oriental, alcanzando los 100°W para los últimos días del mes, disipando los núcleos negativos ya presentes; sin embargo, en la región occidental se volvieron a registrar núcleos negativos que podrían indicar un retorno de estas condiciones, aproximándose hacia la región central para los primeros días de febrero. Asimismo, esto también mostraría un posible nuevo paquete de ondas Kelvin frías en el Pacífico occidental (Figura 1.4.2).

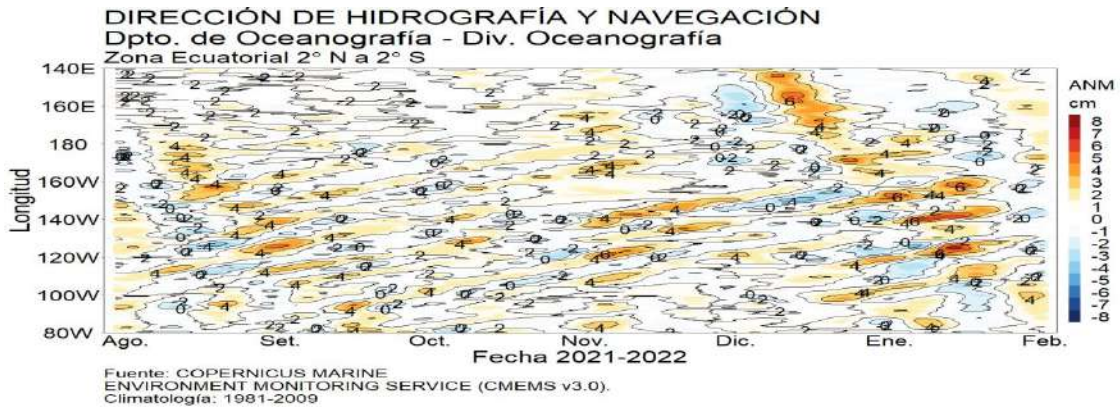


Figura 1.4.2. Diagrama de Hovmöller de la anomalía del nivel del mar en la región ecuatorial, entre los 140°E-80°W de 2°N-2°S. Periodo de agosto de 2021 a enero de 2022. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS. Gráfico: DIHIDRONAV.

1.5. VIENTO

Sobre el Pacífico ecuatorial occidental y central, se registraron vientos del oeste desde fines de diciembre que se desarrollaron sucesivamente hasta predominar sobre la región central, habiendo favorecido a la expansión de condiciones cálidas hacia la región central y oriental. Para la segunda quincena del mes se retornaron los vientos este sobre la región occidental, al oeste de los 155°W, desarrollándose una intensa anomalía de casi -2m/s. Este declive de vientos anómalos del este en la región occidental y central habría favorecido al desarrollo de las condiciones cálidas sobre esta misma región, así como a la proyección de estas hacia la región oriental y al haber vientos favorables en esta región, podría verse una normalización de las condiciones (Figura 1.5.1).

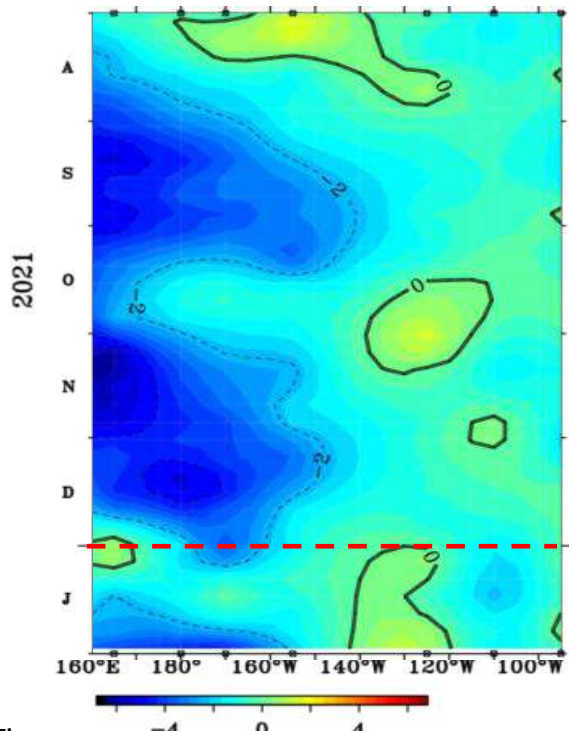


Figura 1.5.1. Diagrama de Hovmöller de la anomalía del viento zonal a nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, para el periodo de agosto de 2021 a enero de 2022. Fuente: NOAA.

2. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS FRENTE A LA COSTA DE PERÚ

2.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En la región Niño 1+2, se presentó un enfriamiento de las condiciones anómalo negativas frente a la costa de Perú al sur de los 8°S durante el mes de enero y alcanzando valores de hasta -3.5°C. Por otro lado, frente a la costa norte, al norte de los 6°S, se registró un debilitamiento de las condiciones frías, acercándose a estar dentro de las condiciones normales; mientras que, frente a la costa centro y sur, las condiciones frías tuvieron un alcance mayor frente a la costa para la segunda quincena del mes. De forma oceánica, se presentó una disminución de la intensidad de los núcleos negativos de temperatura, principalmente al norte de los 15°S, pues por fuera de la costa sur si se presenta una presencia de núcleos negativos (Figura 2.2.1).

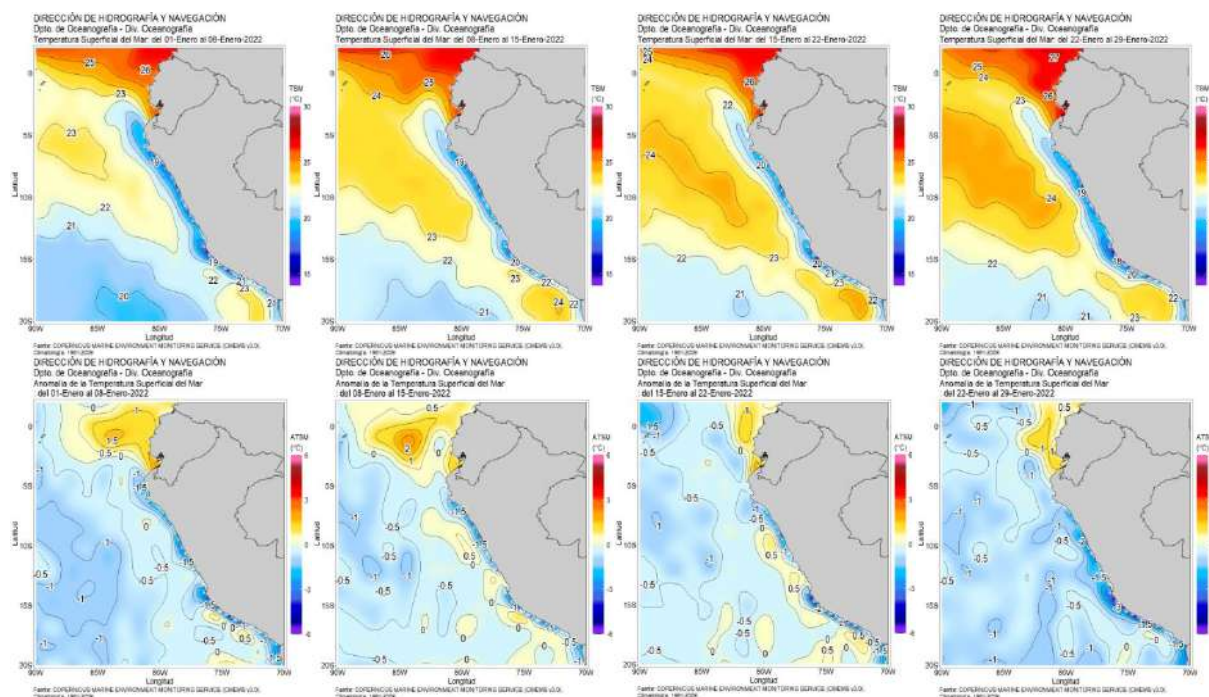


Figura 2.1.1. Promedios semanales de la temperatura superficial del mar y su anomalía en la región Niño 1+2 y frente a la costa de Perú. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

En el mar de Perú la temperatura promedio de enero fue entre 20°C y 25°C en el norte, de 18°C a 23°C en el centro y de 17°C a 23°C en el sur, continuando el predominio de anomalías negativas a pesar del incremento de la temperatura por la estacionalidad, predominando frente a la costa al sur de los 6°S con valores de hasta de -3°C y por dentro de las 50 millas. En comparación al mes de diciembre, se mantienen las anomalías frías frente a la costa; sin embargo, de forma oceánica si se registró un debilitamiento de la intensidad de las anomalías negativas (Figura 2.2.2).

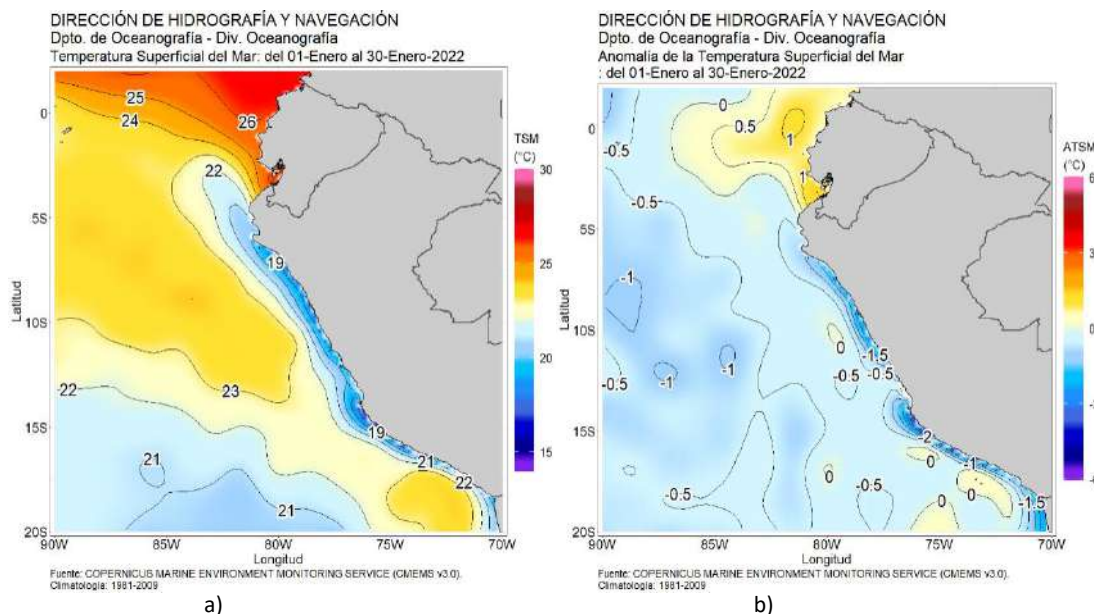


Figura 2.1.2. Promedio mensual en la región Niño 1+2 y frente a la costa peruana de la a) temperatura y b) anomalía de la temperatura de enero de 2022. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

Por otro lado, durante el mes de enero continuaron intensificándose las anomalías de temperatura frente a toda la costa, manteniéndose la tendencia desde inicios de setiembre, predominando una anomalía de -1.5°C frente a la costa al norte de Chimbote y alcanzando hasta -3.5°C durante el transcurso del mes. Frente al resto de la costa, al sur de Callao, se mantuvo una anomalía con un valor alrededor de -1°C ; excepto frente a Mollendo. Asimismo, este enfriamiento alcanza una anomalía de hasta -2.5°C para los primeros diez días de febrero al norte de Chimbote (Figura 2.1.3, Figura 2.1.4 y Tabla 2.6.1).

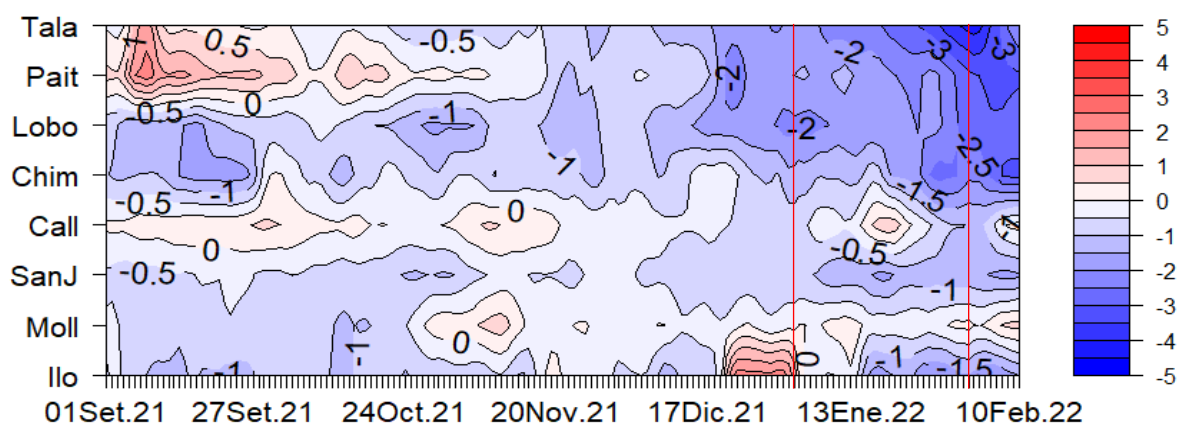


Figura 2.1.3. Diagrama Hovmöller de las anomalías de la TSM en el litoral de Perú de setiembre de 2021 a enero de 2022. Climatología: 1981–2010 DIHIDRONAV. Fuente: DIHIDRONAV.

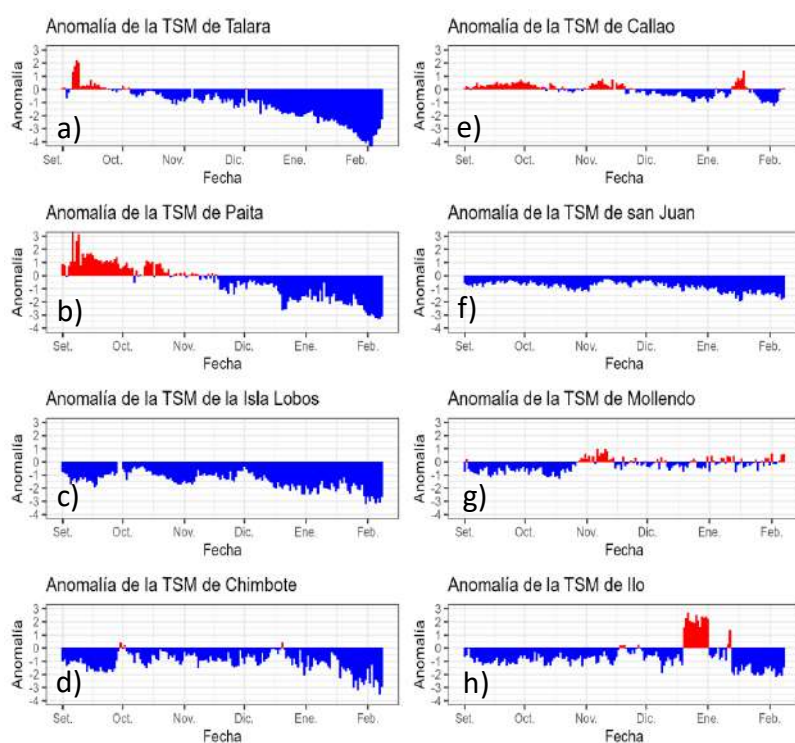


Figura 2.1.4. Series de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar de estaciones costeras, durante cinco meses, de setiembre de 2021 a enero de 2022. a) Talara. b) Paita. c) Isla Lobos de Afuera. d) Chimbote. e) Callao. f) San Juan. g) Mollendo. h) Ilo. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.

2.2. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Frente a toda la costa de Perú se registró un incremento de la temperatura superficial del mar por estacionalidad, surgiendo la isoterma de 20°C cerca de la costa y 23°C de forma mas oceánica; sin embargo, las anomalías negativas permanecen pese a la estacionalidad y por sobre los 70m de profundidad, alcanzando hasta un valor de -4°C. Asimismo, en la Boya NAYLAMP 5°S también se perciben estas anomalías negativas hasta 90m de profundidad. Por otro lado, frente a la costa central, al sur de los 10°S, se observó un ligero calentamiento superficial que conllevó al desarrollo de anomalías térmicas positivas sobre los primeros 20 m o 30 m y alcanzando hasta +2°C, pero predominando el valor de +1°C; sin embargo, por debajo de estas anomalías y hasta alrededor de los 80m se mantienen todavía los núcleos de anomalía negativa, alcanzando hasta -2°C. Frente a la costa sur se reflejo el mismo comportamiento que frente a la costa central, con la diferencia que la anomalía positiva solo alcanzó una profundidad aproximada de 10m sobre la superficie (Figura 2.2.1 y Figura 2.2.2).

Frente a la costa de Perú se presentó una predominancia de anomalías negativas y con una retención de sus anomalías de diciembre 2021, unicamente observándose un calentamiento superficial propio de la estacionalidad (Figura 2.2.2).

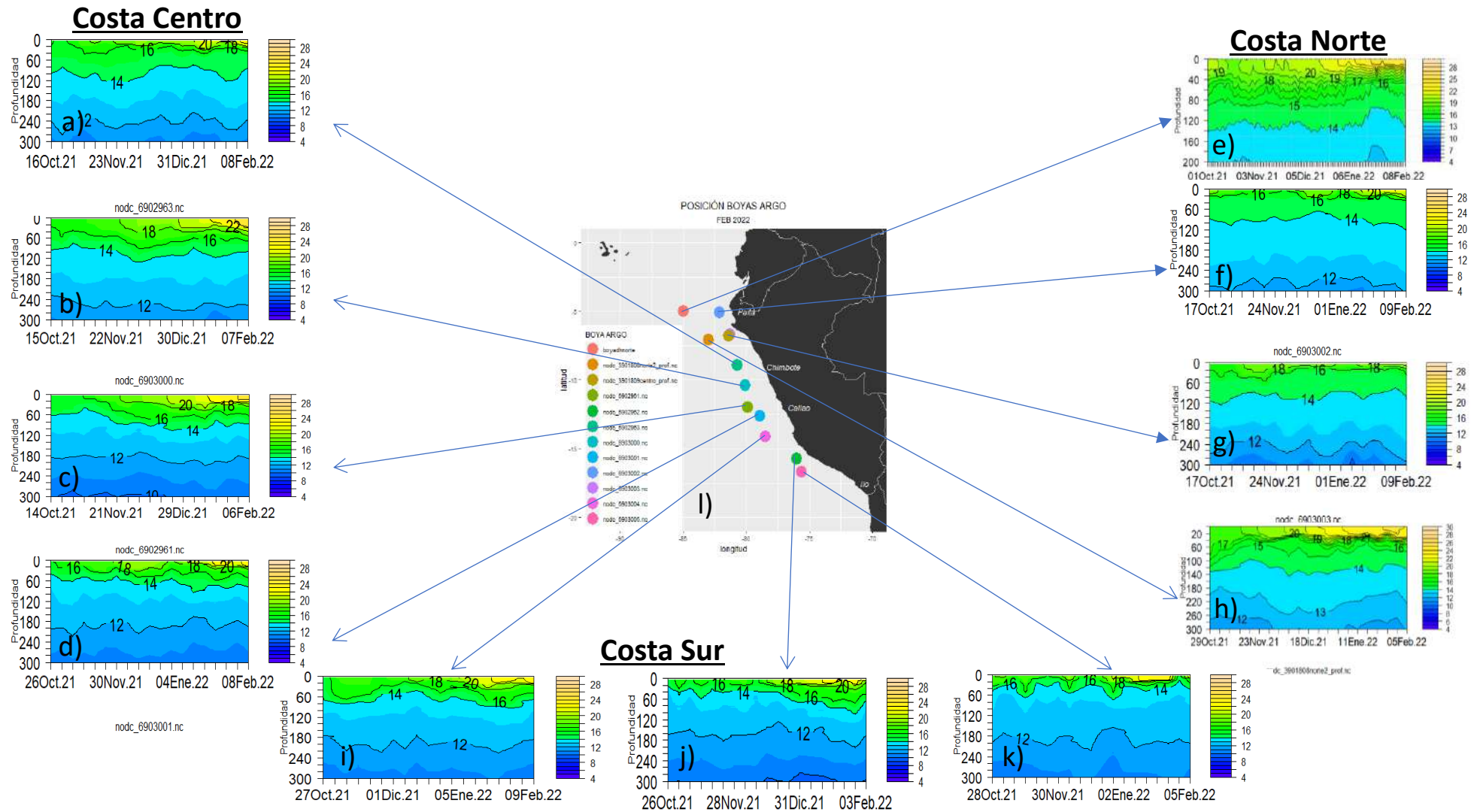


Figura 2.2.1. Temperatura del mar en los flotadores ARGO a) 6902963, b) 6903000, c) 6902961, d) 6903001, e) boya NAYLAMP 5°S, f) 6903002, g) 6903003, h) 3901808, i) 6903004, j) 6902962, k) 6903005, l) Mapa de ubicación de los flotadores ARGO para inicios de febrero 2022. Periodo del 01 de octubre 2021 al 09 de febrero 2022. Fuente ARGO. Elaboración DIHIDRONAV.

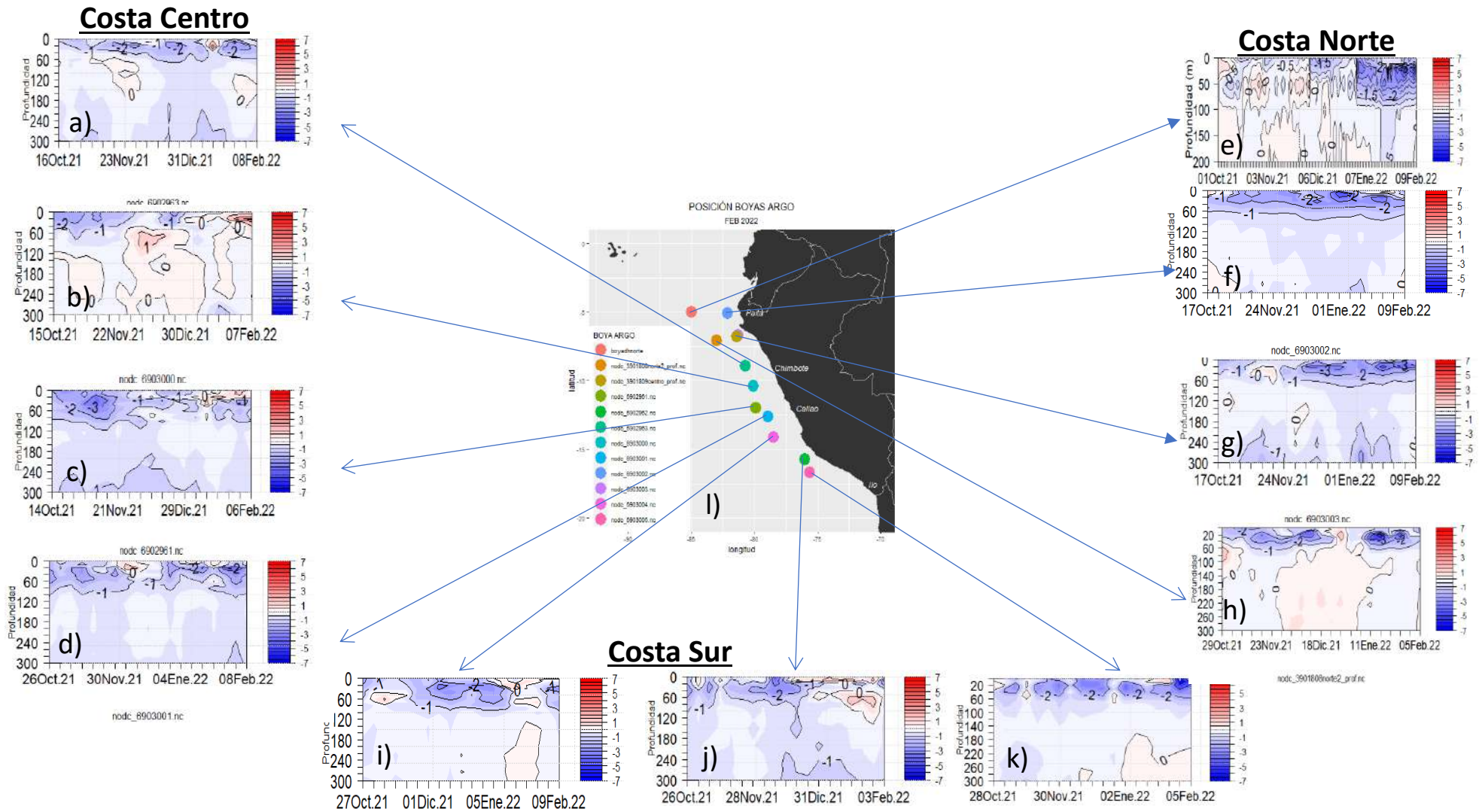


Figura 2.2.2. Temperatura del mar en los flotadores ARGO a) 6902963, b) 6903000, c) 6902961, d) 6903001, e) boya NAYLAMP 5°S, f) 6903002, g) 6903003, h) 3901808, i) 6903004, j) 6902962, k) 6903005, l) Mapa de ubicación de los flotadores ARGO para inicios de febrero 2022. Periodo del 01 de octubre 2021 al 09 de febrero 2022. Fuente ARGO. Elaboración DIHIDRONAV.

2.3. SALINIDAD

A 50 millas por fuera de la costa, se registra la presencia de las aguas ecuatoriales superficiales (AES) con un alcance hacia el sur hasta los 7°S durante la segunda quincena de enero, para luego volver a replegarse hacia los 5°S para los últimos días del mes; mientras que, más al sur, entre los 9°S y 11°S, se llegó a registrar la presencia de aguas de mezcla entre las aguas costeras frías (ACF) y las aguas subtropicales superficiales (ASS). Frente al resto de la costa se registra una presencia clara de las ACF (Figura 2.3.1).

En el mar de Perú, frente a la costa norte, las AES con salinidad (<34.8 ups) se registraron al norte de los 5°S, para luego presentarse aguas de mezcla entre estas y las ASS alrededor de 50 millas de la costa. Mientras que, frente a la costa central y por fuera de las 100 millas se observa una predominancia de las ASS, que las ACF estarían muy replegadas a la costa. Caso contrario que frente a la costa sur, donde si se tiene un dominio de las ACF, con algunas excepciones muy superficiales de mezcla con las ASS; así mismo, durante enero se presenciado la aparición de aguas templadas de la subantártica (ATSA) en la boya ARGO mas al sur (17°S), la cual ha surgido poco durante los últimos años (Figura 2.3.2).

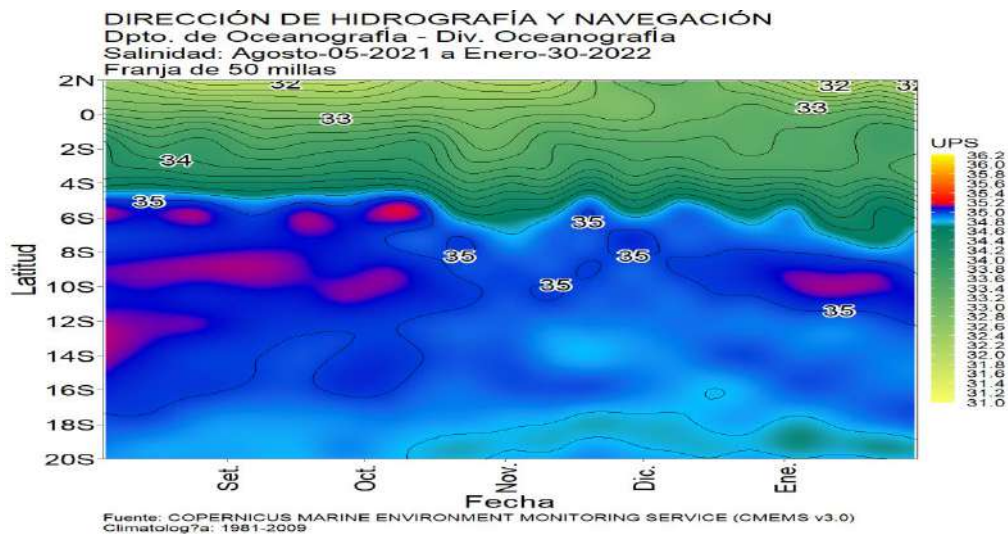


Figura 2.3.1. Salinidad superficial del mar en la franja de 50 millas frente a la costa desde los 2°N a 20°S. Periodo de agosto de 2021 a enero 2022. Elaboración DIHIDRONAV.

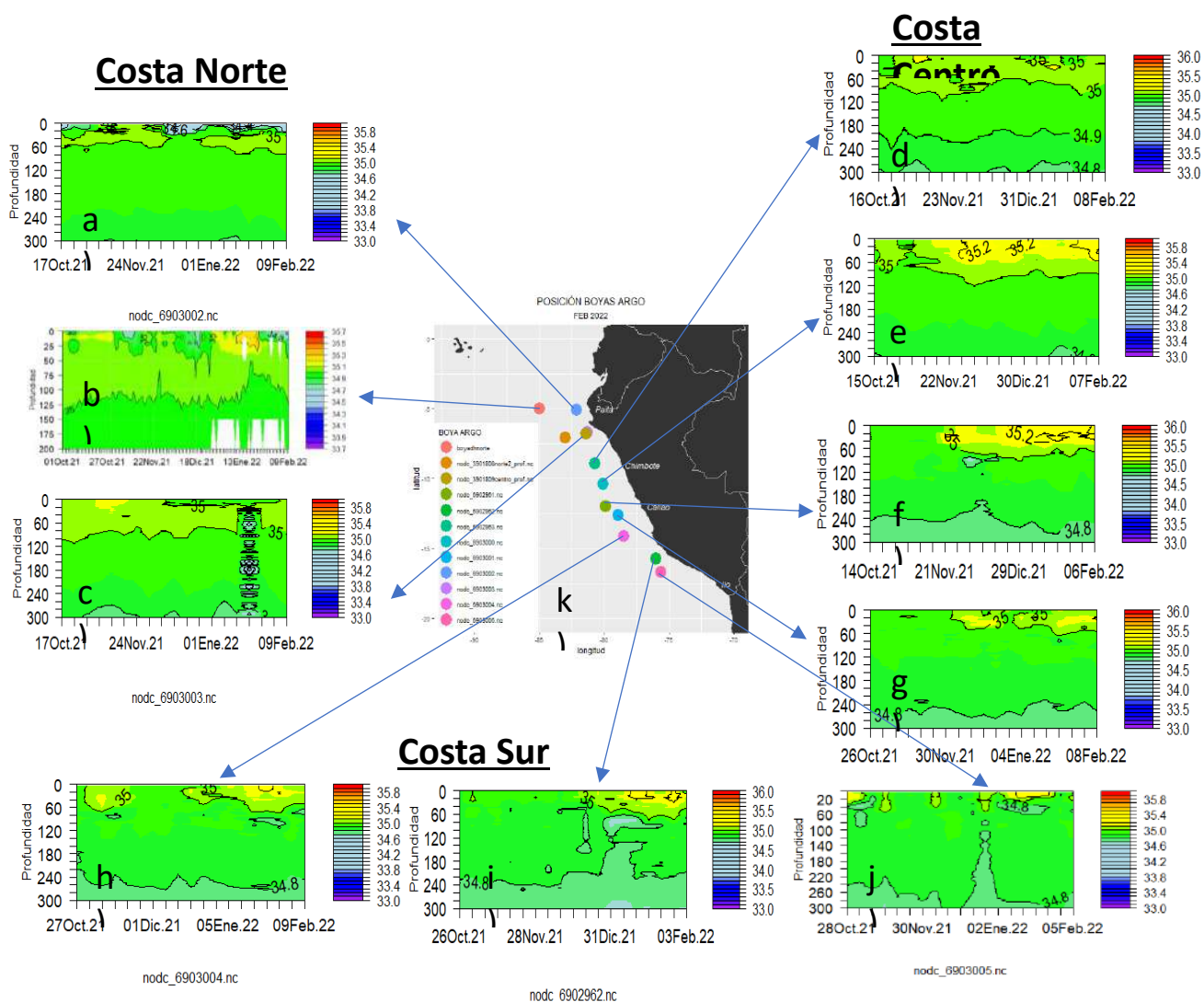


Figura 2.3.2. Salinidad sub-superficial del mar en los flotadores ARGO a) 6903002, b) Boya NAYLAMP 5°S, c) 6903003, d) 6902963, e) 6903000, f) 6902961, g) 6903001, h) 6903004, i) 6902962, j) 6903005 y k) Mapa de ubicación de los flotadores ARGO para inicios de febrero de 2022. Periodo del 01 de octubre de 2021 al 09 de febrero de 2022. Fuente ARGO. Elaboración DIHIDRONAV.

2.4. NIVEL DEL MAR

En la franja ecuatorial se registró el desarrollo anomalías a través del Pacífico y alcanzando la región oriental, corroborándose la entrada de condiciones negativas producto del paquete de ondas Kelvin frías que se refleja en el trascurso de condiciones negativas de nivel, así como en su extensión en la franja de 60 millas, donde se aprecia la propagación de esta onda Kelvin fría durante enero; así mismo, también se percibe el desarrollo de una onda Kelvin cálida, pero que no se ve reflejada su llegada; sin embargo, si se percibe una influencia temprana frente a la costa de Perú para los primeros días de febrero. Las anomalías negativas durante enero alcanzaron hasta un valor de -4cm al norte de los 5°S durante mediados del mes, con una menor presencia frente a la costa más al sur (Figura 2.4.1 a, Figura 2.4.1 b).

Asimismo, en el litoral se apreció una totalidad de anomalías negativas mayores de -5cm, las cuales se mantienen casi constantes desde fines de noviembre. Estas anomalías alcanzaron hasta -10cm frente a casi toda la costa durante mediados de enero, para luego tener un decaimiento hasta los primeros días de febrero, donde parecen alcanzar una normalización, que estaría asociado al inicio del arribo de la onda Kelvin cálida (Figura 2.4.1 c, Tabla 2.4.1).

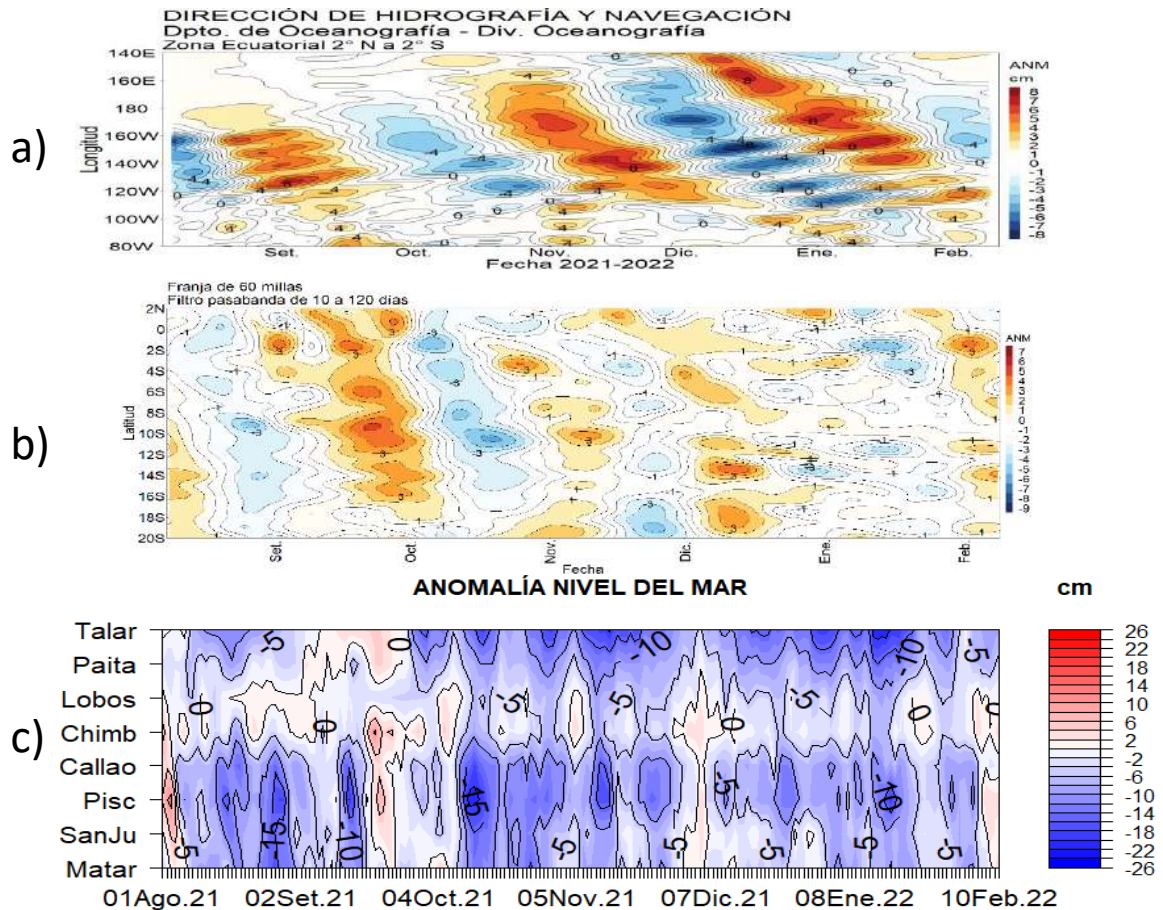


Figura 2.4.1. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar en a) la región del Pacífico ecuatorial, b) el promedio entre 60 millas y la costa de Ecuador y Perú, entre los 2°N y 20°S, y c) en el litoral de Perú. Periodo de agosto de 2021 a inicios de febrero de 2022 Fuente: DIHIDRONAV.

Estación	ATSM 2021			ATSM 2022	ANMM 2021			ATSM 2022
	Oct	Nov	Dic	Ene	Oct	Nov	Dic	Ene
Talara	-0.4	-0.7	-1.2	-2.6	-12	-13	-12	-15
Paita	0.6	-0.3	-1.3	-2	-7	-9	-7	-10
Isla Lobos de Afuera	-1	-1.1	-1.6	-1.9	-3	-4	-3	-4
Salaverry	1.1	1.7	1.6	0.4	-	-	-	-
Chimbote	-0.6	-0.6	-0.5	-1.4	-3	-3	-1	-2
Callao	0.2	0.3	-0.4	-0.1	-10	-8	-7	-8
San Juan	-0.7	-0.4	-0.8	-1.4	-8	-5	-1	-6
Mollendo	-0.4	0.2	-0.3	0.1	-7	-6	-2	-7
Ilo	-0.8	-0.4	0.3	-1.1	-	-	-	-

Tabla 2.4.2. Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de octubre de 2021 a enero de 2022. Fuente: Estaciones costeras – DIIDRONAV.

3. CONCLUSIONES

Durante enero, la TSM en el Pacífico ecuatorial, entre 160°W y 100°W, se mantuvo en promedio con anomalías negativas de hasta $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$; sólo en el extremo occidental se observaron anomalías positivas de hasta $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$. En la región Niño 3.4 (Niño 1+2) la anomalía de la TSM promedio de enero fue $-0,95\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-1,14\text{ }^{\circ}\text{C}$) y para los primeros diez días de febrero fue $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Según la información observada en el Pacífico ecuatorial, el paquete de ondas Kelvin frías alcanzó la costa americana. Por otro lado, la onda Kelvin cálida, durante este mes, continuó aproximándose a la costa americana.

En enero, la TSM frente a la costa peruana presentó valores de $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $23\text{ }^{\circ}\text{C}$, con anomalías negativas de hasta $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, en promedio, dentro de las 50 millas náuticas. En lo que va de febrero, la TSM continuó incrementándose de acuerdo a su estacionalidad hasta $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ por fuera de las 100 millas náuticas; sin embargo, las anomalías negativas se expandieron hasta cerca de las 100 millas e incrementaron sus valores hasta $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el sector sur. Sólo en el extremo norte, frente de Tumbes, la TSM mantuvo anomalías positivas de hasta $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figuras 8 y 9). Asimismo, en el litoral la TSM desde enero y lo que va de febrero se mantiene con anomalías negativas, habiéndose acentuado en este último periodo, alcanzando valores diarios de hasta $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Solo en el Callao la anomalía fue positiva durante la segunda semana de enero, mientras que en Mollendo fluctuó alrededor de su valor normal.

El nivel del mar en el litoral se mantuvo por debajo del nivel normal durante todo enero, en correlato con las condiciones frías predominantes, presentando una mayor anomalía a mediados del mes de hasta -15 cm , lo que se asocia al paso de la onda Kelvin fría e intensificación de los vientos. Durante febrero, al norte de Paita, se registró el incremento de las ANM que habrían alcanzado valores cercanos a $+5\text{ cm}$ cerca al sector ecuatorial, influenciada por la onda Kelvin cálida, similar comportamiento se registró en promedio de 60 millas náuticas.

La temperatura subsuperficial frente a la costa norte, muestra para enero el predominio de anomalías negativas dentro de las 120 mn, con valores entre $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, sobre los 70 m de profundidad principalmente, acorde al efecto del paso de la onda Kelvin fría. Debajo de los 100 m, se observaron ligeras anomalías negativas, en promedio. En lo que va del mes de febrero se mantuvo las anomalías negativas frente a la costa norte, sobre los 70 m de profundidad y ligeras anomalías positivas por debajo de los 100 m de profundidad. Entre Chimbote y Huacho por fuera de las 130 mn, desde la segunda semana de enero hasta lo que va de febrero, se observaron anomalías positivas de hasta $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 30 m de profundidad, asociado al ingreso de ASS, en tanto que en la zona sur se incrementaron ligeramente las anomalías negativas.

Los modelos numéricos de los centros internacionales continúan mostrando el desarrollo del evento La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) y prevén su desarrollo por lo menos hasta junio de 2022, alcanzando su máxima intensidad en abril de 2022. Con respecto a la región Niño 1+2, se espera condiciones frías en el mes de febrero de 2022 y las anomalías térmicas negativas se mantendrían hasta setiembre, pero dentro del rango normal