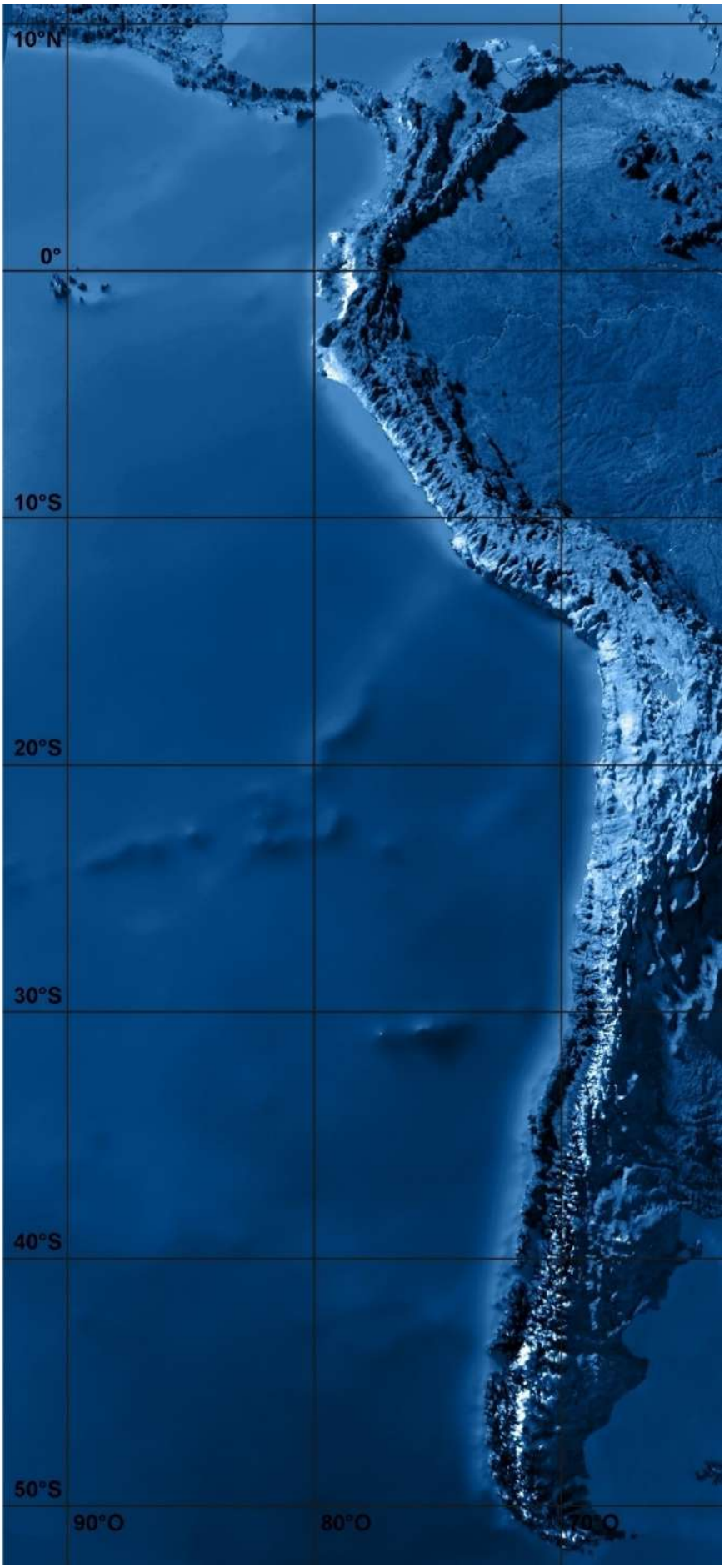
Boletín de Alerta Climático

BAC 381

JUNIO 2022



ERFEN

Comité Regional para el Estudio del Fenómeno El Niño

CPPS
Comisión Permanente del Pacífico Sur

IDEAM-DIMAR/CCCP
Colombia

INOCAR
Ecuador

DIHIDRONAV
Perú

SHOA-DMC
Chile

RESUMEN

El presente documento describe las condiciones oceanográficas y atmosféricas del Océano Pacifico Tropical (OPT), índices oceánicos y atmosféricos de los países de la región y la situación actual del evento La Niña.

En la OPT hubo una disminución de la magnitud de los vientos alisios del norte y una intensificación de los vientos del sureste ocasionando una reducción de la zona de calmas frente a Centroamérica con velocidades menor a 2m/s, donde se ubicó la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), mientras que zonas de máxima velocidad (9m/s) se concentró en zonas centrales del OPT. La dirección de vientos predominante fue sureste.

En lo referente a precipitación, la zona con mayor acumulación, mantuvo una posición latitudinal, entre 8 y 10°N, siendo más abundante en el continente con valores superiores a 300 mm. En el OPT Oriental, los mayores acumulados de precipitación se desplazaron hacia el oeste concentrándose frente a la costa de Centroamérica donde se observó un acumulado mensual de hasta 300 mm en el sur y de hasta 200 mm en el noreste.

El rango de TSM estuvo entre 18 y 28 °C, siendo más variable en el este, teniendo de norte a sur un aumentó cerca de 12 °C. Se observó la franja de agua fría y el Frente Ecuatorial (FE), estructuras térmicas características de la época. La magnitud de las anomalías disminuyó en la mayor parte del OPT, incluyendo las aguas frente al continente americano.

En la capa subsuperficial, en toda la franja ecuatorial predominaron anomalías positivas de temperatura, dentro de la termoclina. Anomalías que se propagaron durante todo junio, de oeste a este, alcanzando la región oriental con valores de hasta -3 °C, lo que se asocia a la propagación de una onda Kelvin cálida.

Los indicadores de diagnóstico de El Niño, como el Índice oceánico El Niño (ONI), el índice de oscilación sur (SOI) y el SOI ecuatorial (SOI-ec) señalan condiciones de La Niña. El último valor del ONI (trimestre abril-mayo-junio) fue -1.0 °C, el del SOI 1.7 y del SOI-ec 1.2.

En los países de la región, los parámetros de temperatura del aire (TA), TSM y precipitaciones (en zonas con precipitación climatológicamente) mantuvieron el predominio de anomalías negativas. Los valores de NMM y sus anomalías fueron variables; sin embargo prevalecieron las anomalías negativas.

A partir de las condiciones analizadas, se espera que en el Pacífico Sudeste las condiciones se mantengan entre normales a cálidas al norte de Ecuador; mientras que, al sur de éste continúen frías, para el mes de julio.

ABSTRACT

This document describes the oceanographic and atmospheric condition of the Tropical Pacific Ocean (TPO), oceanic and atmospheric indices of the countries of the region (Colombia, Ecuador, Perú and Chile) and the current situation of the La Niña event.

In the TPO there was a decrease in the magnitude of northeast trade winds and an intensification of the southeast, causing a reduction of the Convergence Zone, off Central America, with speeds less than 2m/s, where the Intertropical Convergence Zone (ITCZ) was located, while zones of maximum speed (9m/s) were concentrated in central zones of the TPO. The predominant wind direction was southeast.

Regarding precipitation, the area with the highest accumulation keep on its latitudinal position, between 8 and 10°N, being more abundant on the continent with values greater than 300 mm. In the Eastern OPT, the highest accumulations of precipitation moved towards the west, concentrating off the coast of Central America, where a monthly accumulation of up to 300 mm was observed in the south and up to 200 mm in the northeast.

The Sea Surface Temperature (SST) range was between 18 and 28 °C, being more variable in the east, having an increase of about 12 °C from north to south. The pacific equatorial cold tongue and the Equatorial Front (EF), characteristic thermal structures of the time, were observed. The magnitude of the anomalies decreased in most of the TPO, including the waters off the American continent.

In the subsurface layer, positive temperature anomalies prevailed throughout the equatorial belt, within the thermocline. Anomalies that spread throughout June, from west to east, reaching the eastern region with values of up to -3°C, which is associated with the propagation of a downwelling Kelvin wave.

El Niño diagnostic indicators such as the El Niño Oceanic Index (ONI), Southern Oscillation Index (SOI), and Equatorial SOI (SOI-ec) signal La Niña conditions. The last ONI value (March-April-May quarter) was -1.1 °C, SOI 1 and SOI-ec 1.1.

In the countries of the region, the parameters of air temperature (AT), SST and precipitation (in climatologically rainy areas) maintained the predominance of negative anomalies. Sea level and anomalies were variable; however negative anomalies prevailed.

In accordance with the above, it is expected SST in the Southeast Pacific the SST tends to decrease and shows negative anomalies, related to the La Niña moderate.

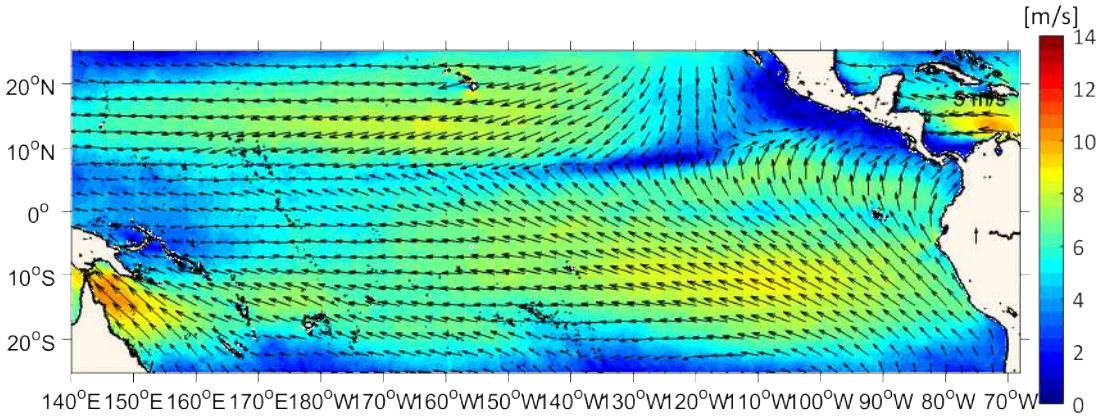
Based on the current conditions, it is expected that in the Southeast Pacific conditions will remain between normal and warm north of Ecuador; while, to the south of it, they continue cold, for the month of July.

I. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ATMOSFÉRICAS REGIONALES

B. PACÍFICO TROPICAL

En la OPT hubo una disminución de la magnitud de los vientos alisios del norte y una intensificación de los vientos del sureste ocasionando una reducción de la zona de calmas frente a Centroamérica con velocidades menor a 2m/s, donde se ubicó la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), otros sectores con similares características fueron el sur y noroeste del OPT y este de Australia. La máxima magnitud observada fue 9 m/s en zonas centrales del OPT, Figura 1a. La dirección mantiene su patrón típico, con dirección predomínate sureste. Estas características del viento, configuraron anomalías positivas en la mayor parte de la región, aunque también se observan valores neutrales y negativos, Figura 1b.

a)



b)

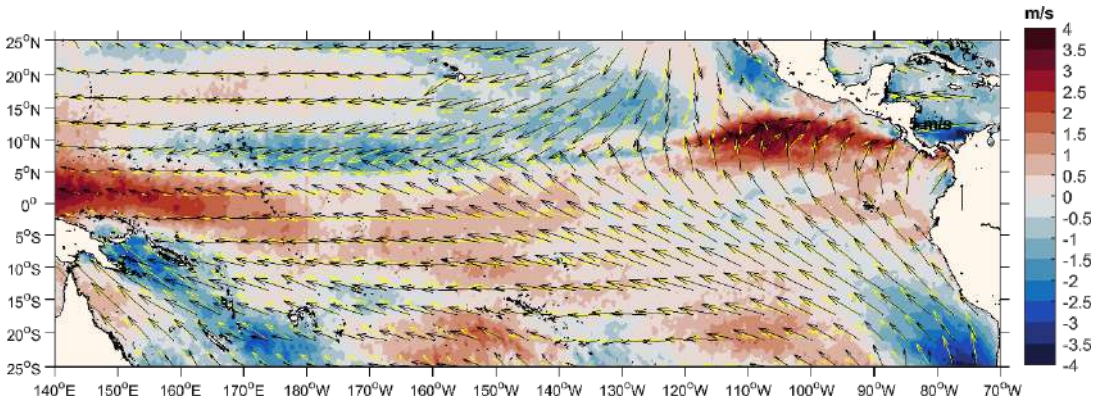


Figura. 1. Vientos superficiales. a) Promedio mensual y b) Valor mensual (flechas negras), climatología (flechas amarillas) y anomalía (colores). Base climatológica del 1990-2020. Fuente Ifremer (Quickast y Ascat).

En relación a la precipitación, en general se mantuvo el mismo esquema de abril, con mayores acumulados (> 300 mm) en la franja de este a oeste, entre 08 y 10°N, siendo más abundante sobre el continente, desde el norte de Ecuador hasta Costa Rica. En el OPT Oriental, los mayores acumulados de precipitación se desplazaron hacia el oeste concentrándose frente a la costa de Centroamérica donde se observó un acumulado mensual de hasta 300 mm en el sur y de hasta 200 mm en el noreste. El eje de la ZCIT, de acuerdo al patrón de precipitaciones estuvo alrededor de 9.5°N, Figura 2.

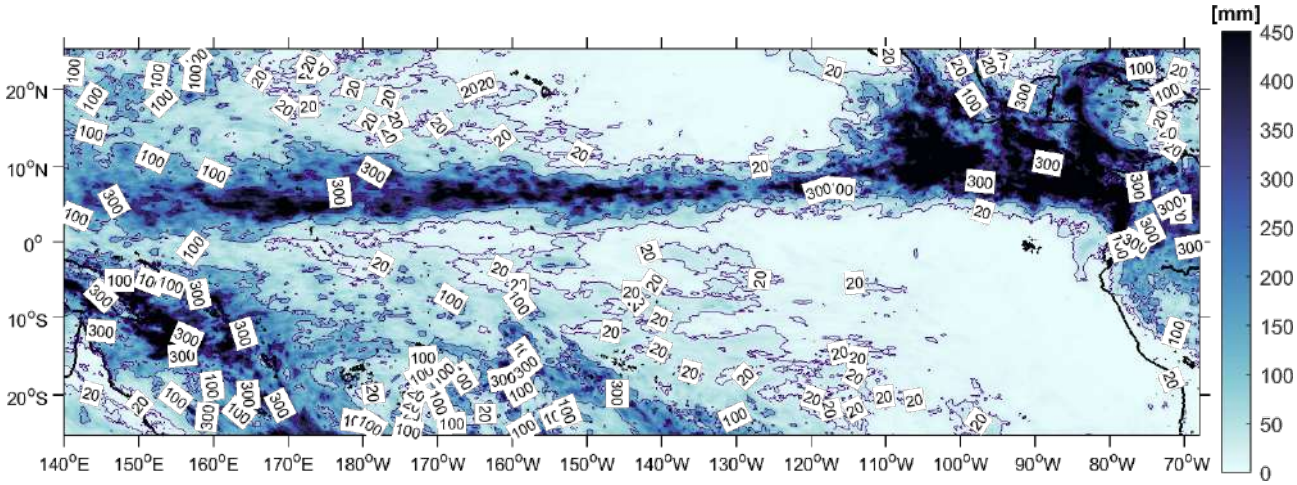


Figura. 2. Acumulado de precipitación mensual. Fuente: Imerg Satelital.

El rango de TSM estuvo entre 18 y 28 °C, siendo más homogéneo en el oeste con 28 °C, mientras en el este se observó más variable, teniendo de norte a sur el rango de variabilidad de 12 °C. Desde el sureste, se observa el ingreso de agua de menor temperatura, que contribuyó a la disminución de la temperatura y a la formación de las estructuras térmicas características de la época: lengua de agua fría y Frente Ecuatorial (FE) en el Pacífico ecuatorial, Figura 3a. La magnitud de las anomalías disminuyó en la mayor parte del OPT, incluyendo las aguas frente al continente americano, figura 3b.

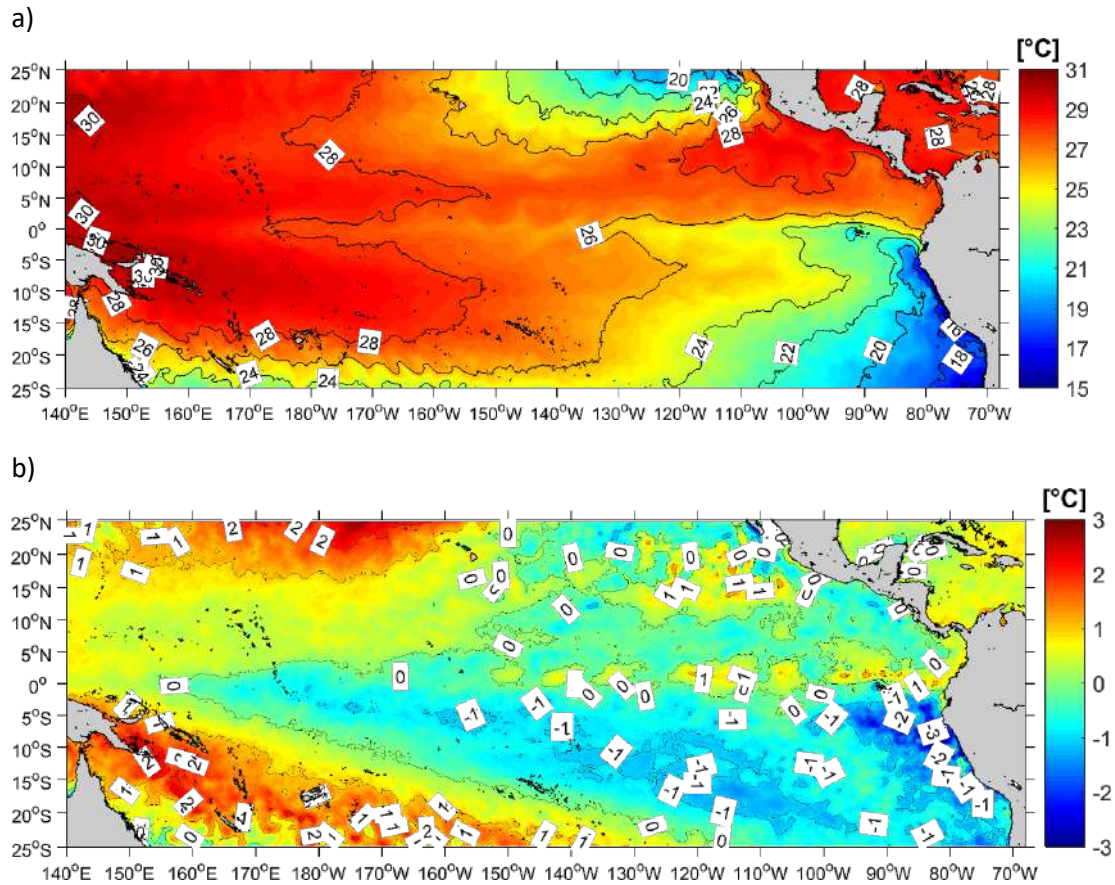


Figura. 3. Temperatura Superficial del Mar a) Promedio mensual y b) Anomalía de la TSM (b). Fuente: CMEMS, producto OSTIA.

La salinidad muestra su valor máximo (~36.5ups) en 120°O y 20°S y mínimo (~32) frente a la cuenca de Panamá, costa pacífica colombiana y costa norte de Ecuador, prolongándose hasta 90°O, Figura 4

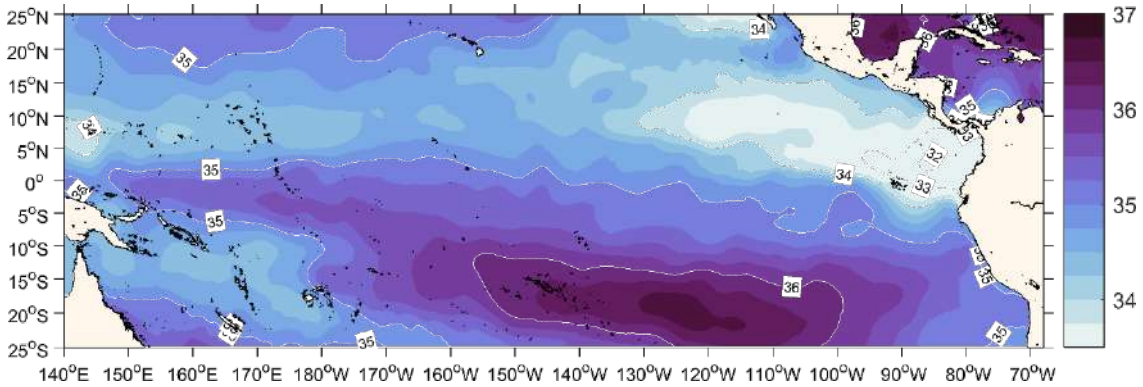


Figura. 4. Mapa de la Salinidad superficial del NM en la cuenca del Pacífico Sur. Fuente: datos: CMEMS. Gráfico: INOCAR.

C. PACÍFICO ECUATORIAL

En la capa subsuperficial, en toda la franja ecuatorial predominaron anomalías positivas de temperatura, dentro de la termoclina. Anomalías que se propagaron durante todo junio, de oeste a este, alcanzando la región oriental con valores de hasta -3 °C, lo que se asocia a la propagación de una onda Kelvin cálida (Figura 5).

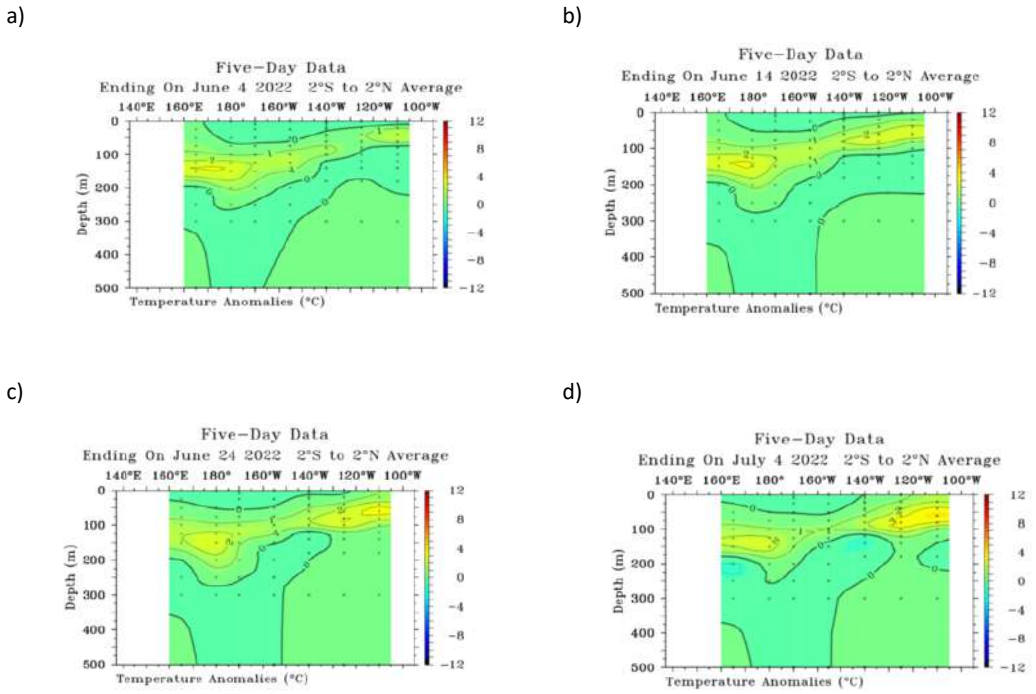


Figura 5. Anomalía de la temperatura subsuperficial en el Pacífico ecuatorial (02°N-02°S) de 4, 14, 24 de junio y 4 de julio de 2022. Fuente: TAO/NOAA.

Durante este mes, en la franja ecuatorial predominaron vientos de anomalías del este sobre los 140°E y 150°W. Por otro lado, la isoterma de 20 °C se mantuvo por debajo de lo normal en la región occidental-central y sobre los 120°W (Figura 6).

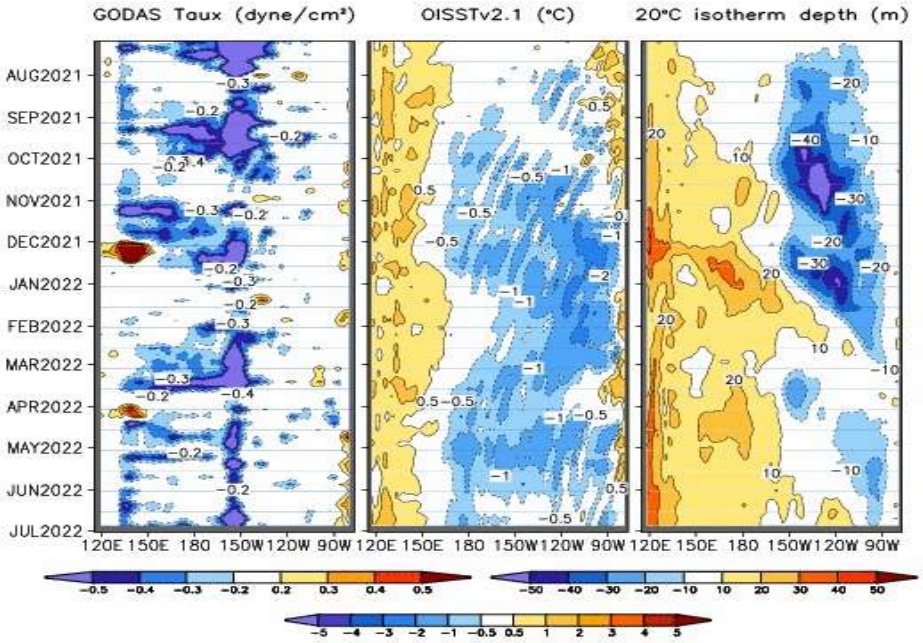


Figura 6. Diagrama de Hovmöller de la a) anomalía del viento zonal, b) anomalía de la TSM y c) anomalía de la profundidad de las isoterma de 20°C. Promedio de 02°N-02°S entre julio 2021 y junio 2022. Fuente: a) CMEMS V3.0. climatología del 1981-2009/b) GODAS. NCEP.CPS.NOAA y OISST.NOAA

La ATSM en las regiones Niño se mantiene negativa. De oeste a este (Niño 4, Niño 3.4, Niño 3, Niño 1+2) los valores fueron -0.57, -0.68, -0.62, -1.41 °C. Con respecto a mayo, la magnitud de las anomalías disminuyó, con excepción de la región Niño 1+2 donde se mantuvo.

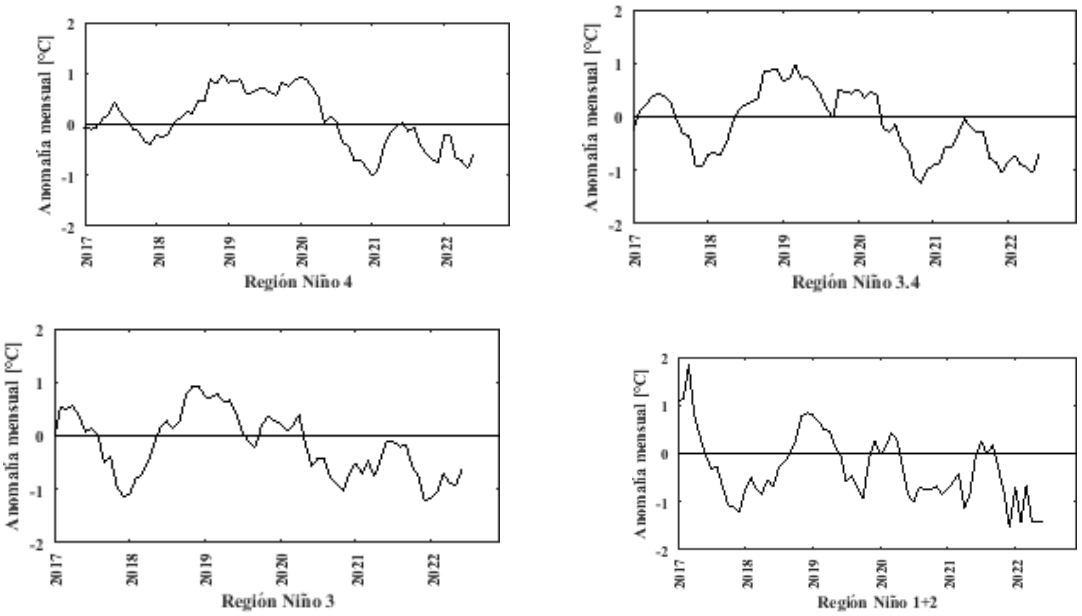


Figura 7. Anomalías de Temperatura Superficial del mar (ATSM) en las regiones Niño. Fuente: Información ERSSTv5 (1991-2020, base climatológica).

La evolución de los índices ONI, SOI y SOI-ec indica condición La Niña. El último valor del ONI (trimestre abril-mayo-junio) fue -1.0 °C, el del SOI 1.7 y del SOI-ec 1.2, Figura 8. En el Pacífico ecuatorial, se mantienen las condiciones La Niña.

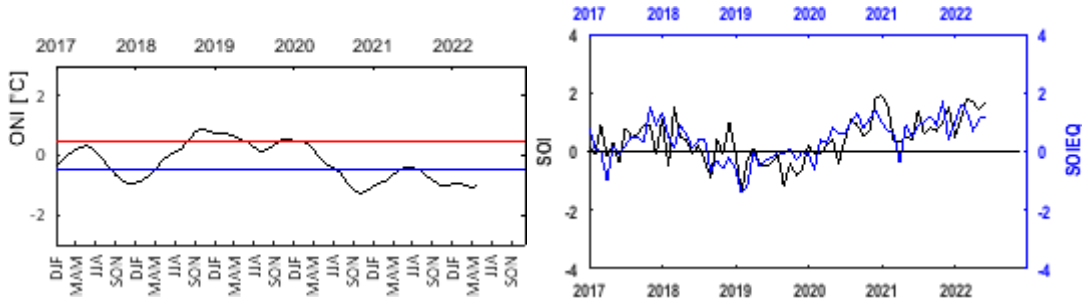


Figura. 8. Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios. Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) en el Pacífico ecuatorial (135°E – 120°O), disminuyeron en la zona central y oriental (0.4 y 0) y se mantuvieron en la zona occidental (1.1, en sentido oeste-este), indicando condiciones cercanas a la normalidad de los vientos superficiales, Figura 9.

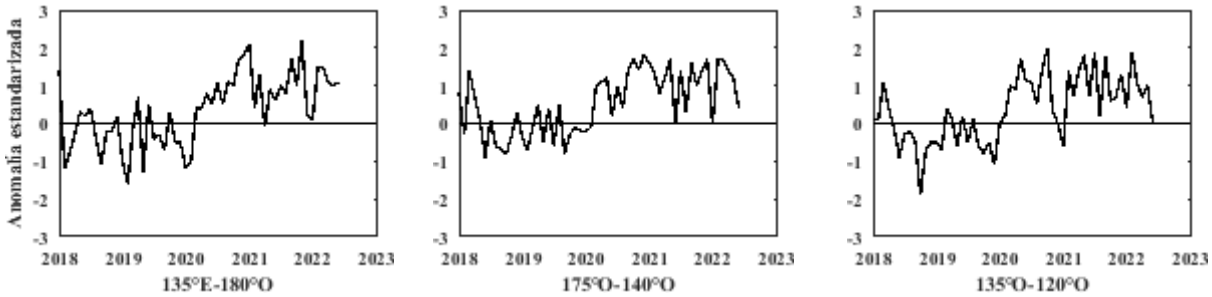


Figura 9. Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios. Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

D. PACÍFICO SURORIENTAL

El análisis de condiciones océanicas-atmosféricas del Pacífico Suroriental (PSO) se realiza con información de estaciones costeras oceanográficas y meteorológicas ubicadas en zonas marítima y terrestre (tanto cerca del perfil costero como en localidades interiores) de Colombia, Ecuador, Perú y Chile. Además se complementa el análisis con información de formato libre de los repositorios de datos oceanográficos (Ifremer-Ascat para vientos y NASA-IMERG para precipitaciones).

En el PSO predominaron vientos de dirección Suroeste y Sureste, con anomalías positivas, no mayores a 0.5 m/s frente a Colombia y Ecuador; y anomalías del orden de ± 0.5 m/s frente a Perú y Chile. Mientras los acumulados de precipitación indicaron condiciones secas desde la costa central del Ecuador hasta el norte de Chile con predominio de anomalías negativas en el perfil costero.

La temperatura superficial del aire (TSA) fue menor a su promedio climatológico en casi todas las estaciones

muestreadas, pocas excepciones fueron estaciones de Ecuador y Chile. La mínima anomalía negativa fue -2.5 °C en Lobos de Afuera-Perú sin embargo cabe recalcar que en la mayoría de estaciones la anomalía negativa fue cercana a -1 °C , figura 10

Las precipitaciones en las estaciones costeras del centro y sur de Ecuador y de Perú, son casi nulas en este mes, por lo que su ausencia no se considera déficit. Sin embargo, en las estaciones de Chile, las precipitaciones estuvieron por debajo de su acumulado mensual, especialmente Curicó, donde el déficit fue cercano a 100mm. Las estaciones en el norte de Ecuador y Colombia regsitraron superávit, siendo el mayor en Buenaventura-Colombia, Figura 11.

Tanto en la media de cinco días de la TSM como en el promedio mensual, se observaron valores por debajo de lo normal en la mayor parte de las estaciones de la región, exceptuando Esmeraldas-Ecuador. El mínimo de la anomalía de TSM fue en Talara-Perú (> 7 °C), Figuras 12 y 13.

En el promedio de cinco días y el promedio mensual del NMM se observó un comportamiento variable, tanto en los valores de NMM registrados como en las anomalías. Ecuador y Chile predominan valores positivos mientras en Perú las anomalías se encuentran por debajo del normal mensual, Figuras 14 y 15.

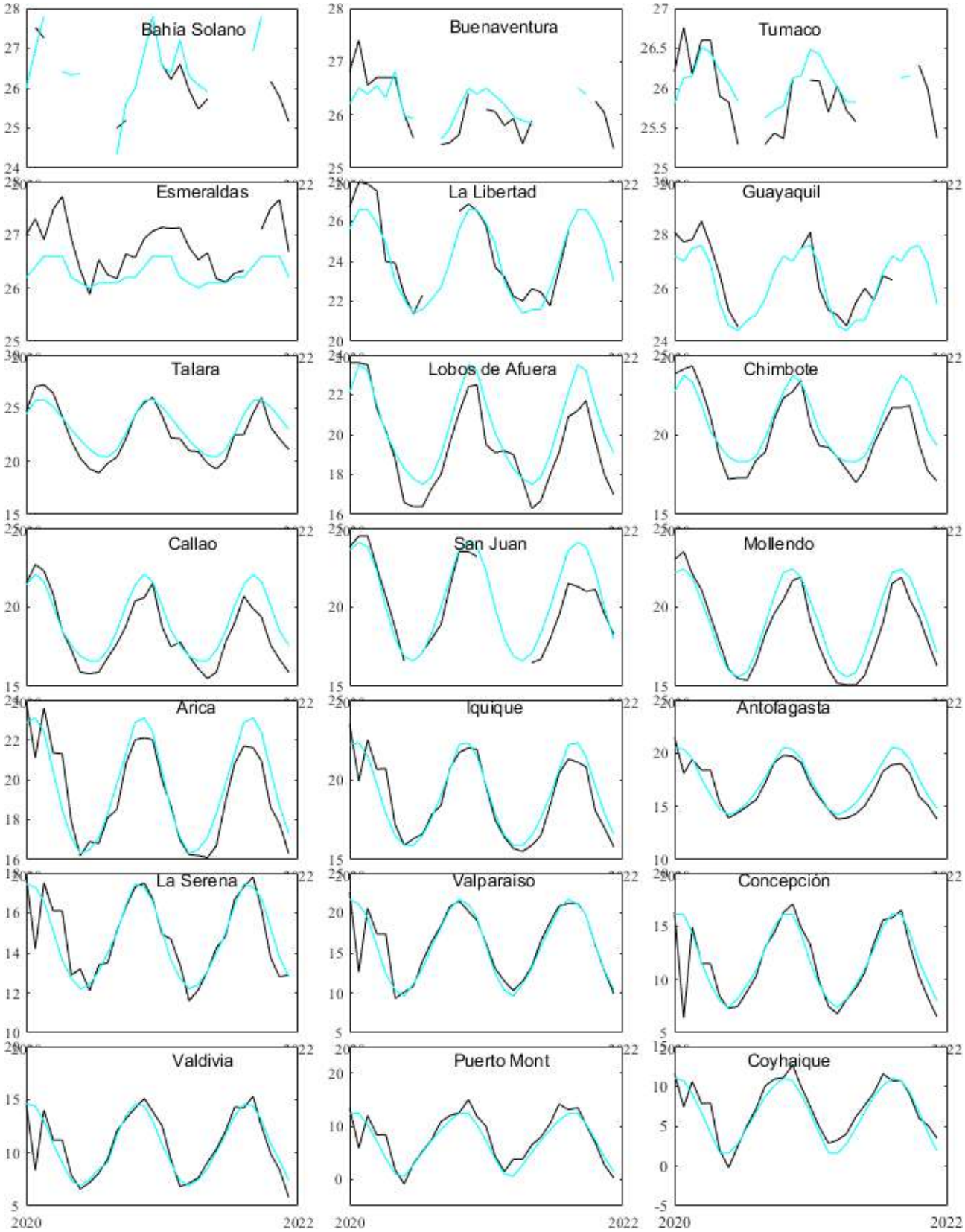


Figura. 10. Medias mensuales de TSA (°C) en localidades de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea celeste. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN).

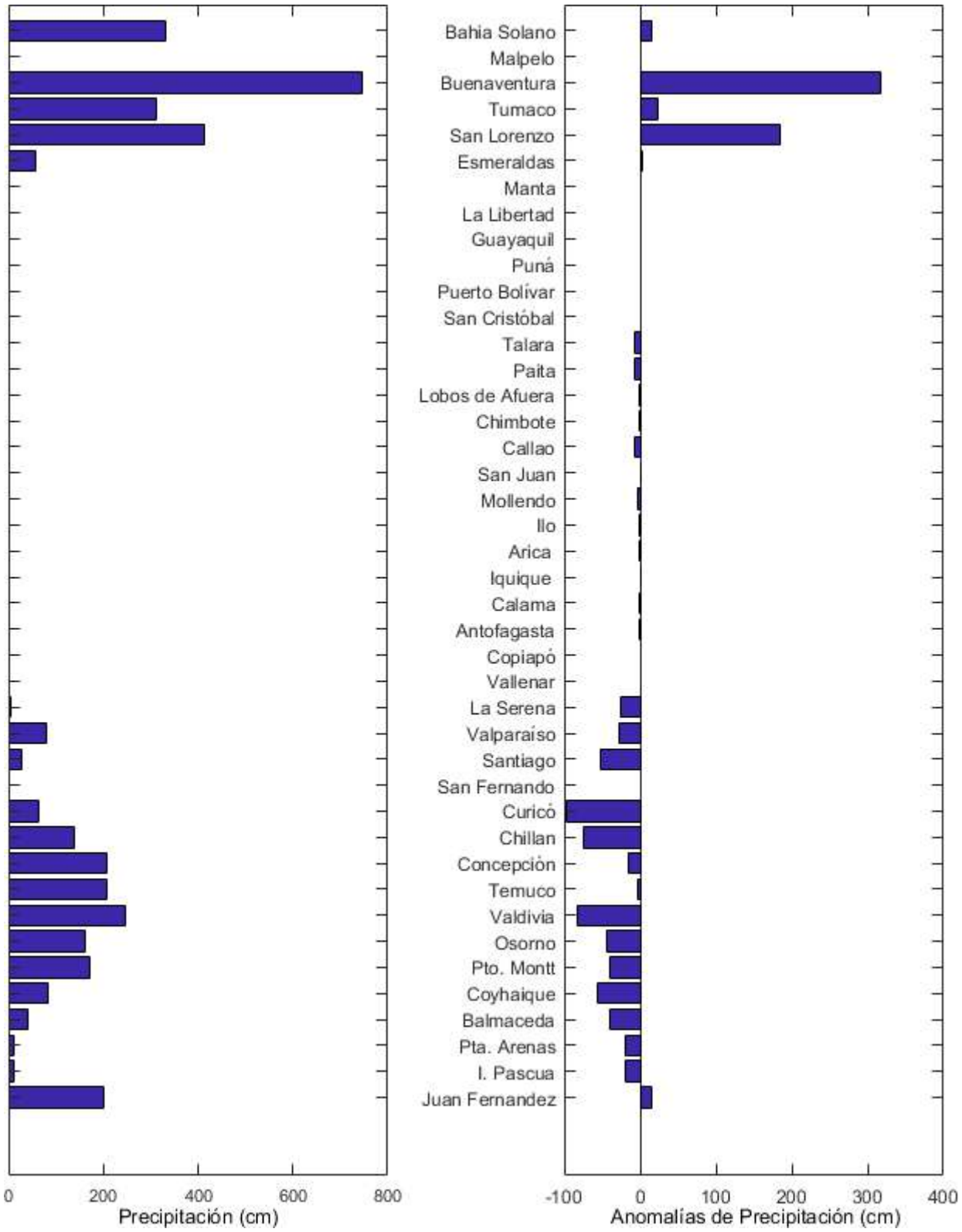


Figura 11. Precipitación y anomalías de la precipitación en ciudades de los países que conforman el Comité ERFEN-regional.

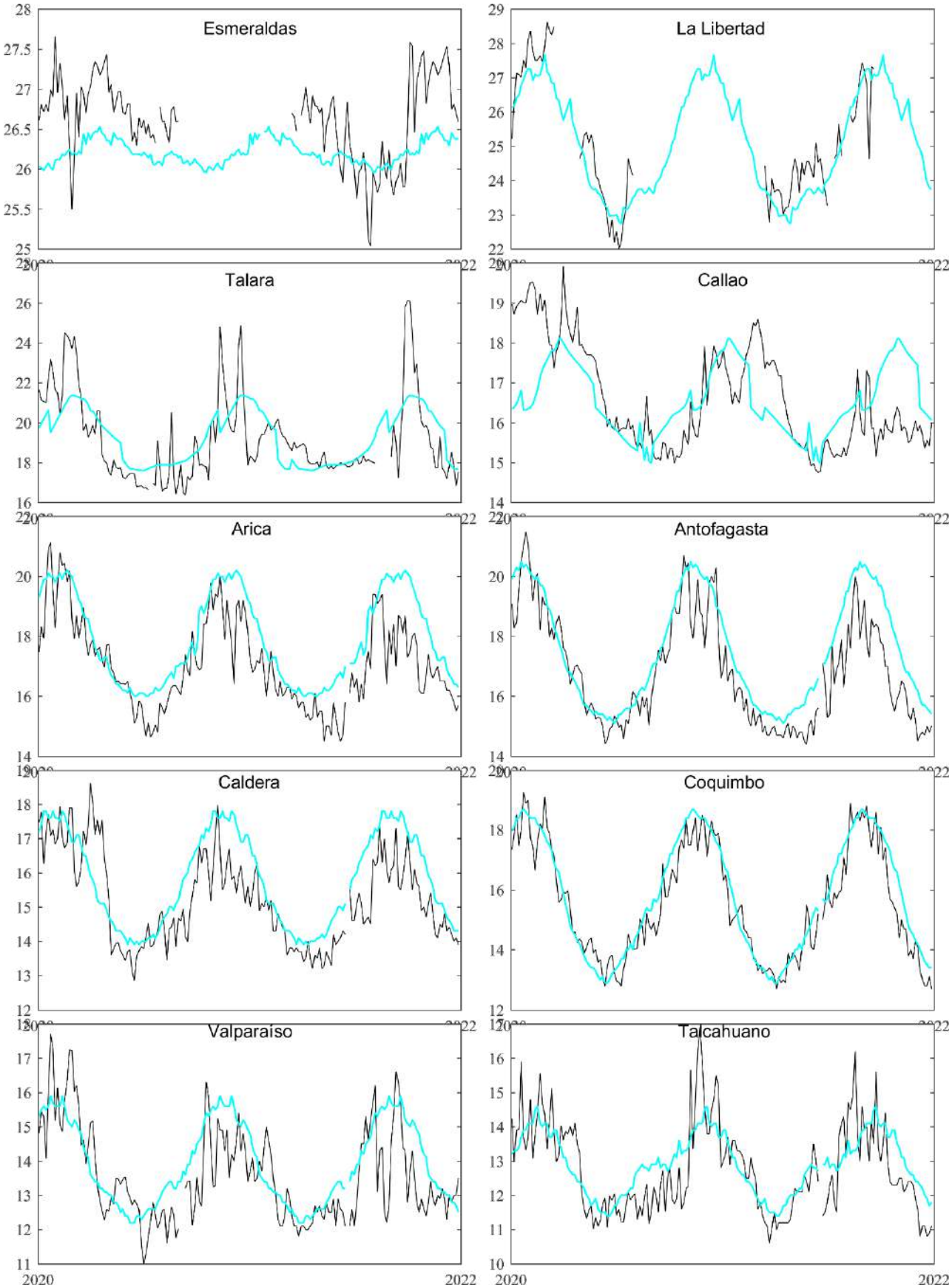


Figura 12. Medias de cinco días (quinarios) de TSM (°C) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile desde 2016. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la carátula. (Fuente: INOCAR – INAMHI – DHN - SHOA).

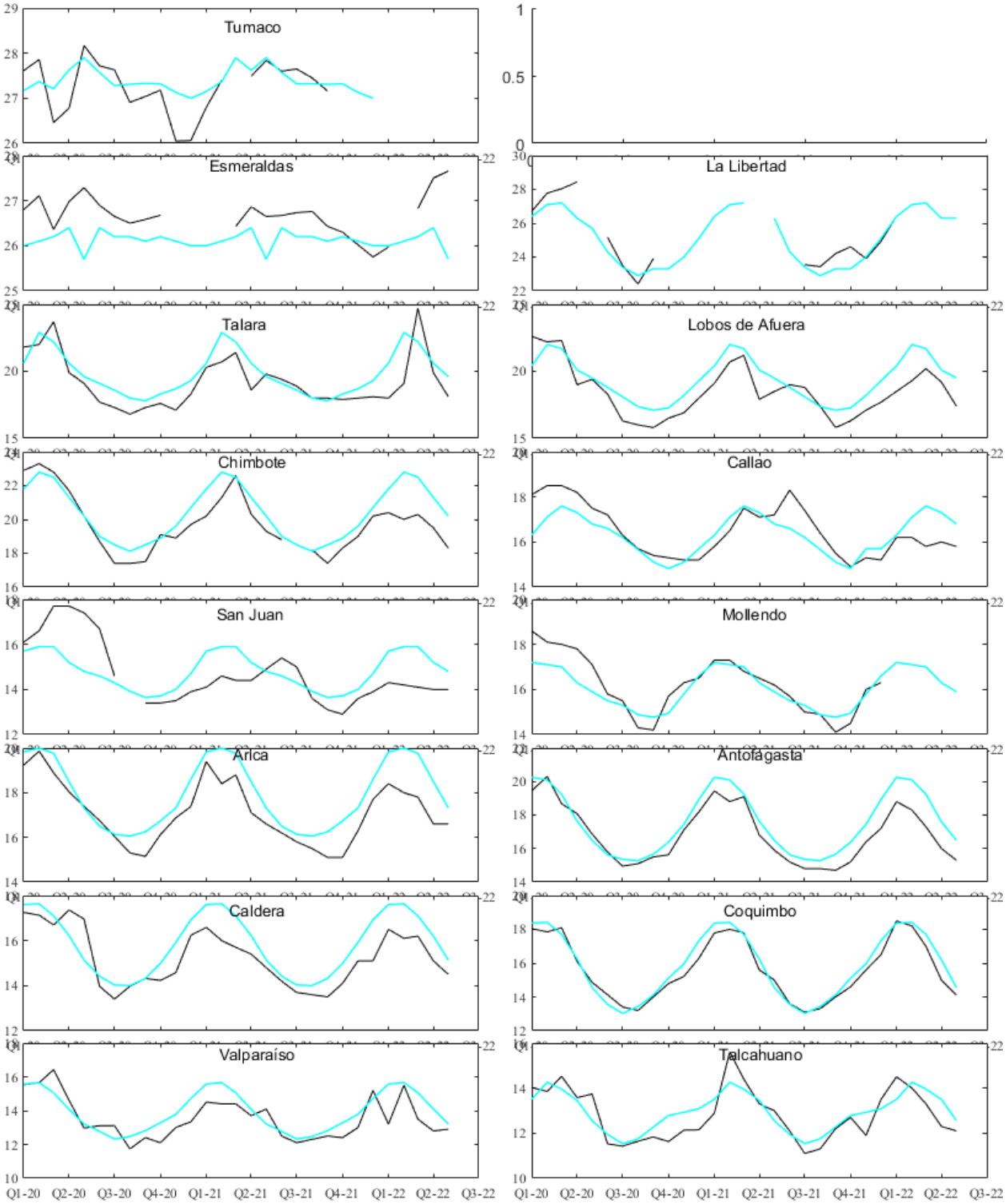


Figura 13. Medias mensuales de TSM (°C) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea celeste. El periodo de cálculo de la climatología es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR, DHN, SHOA).

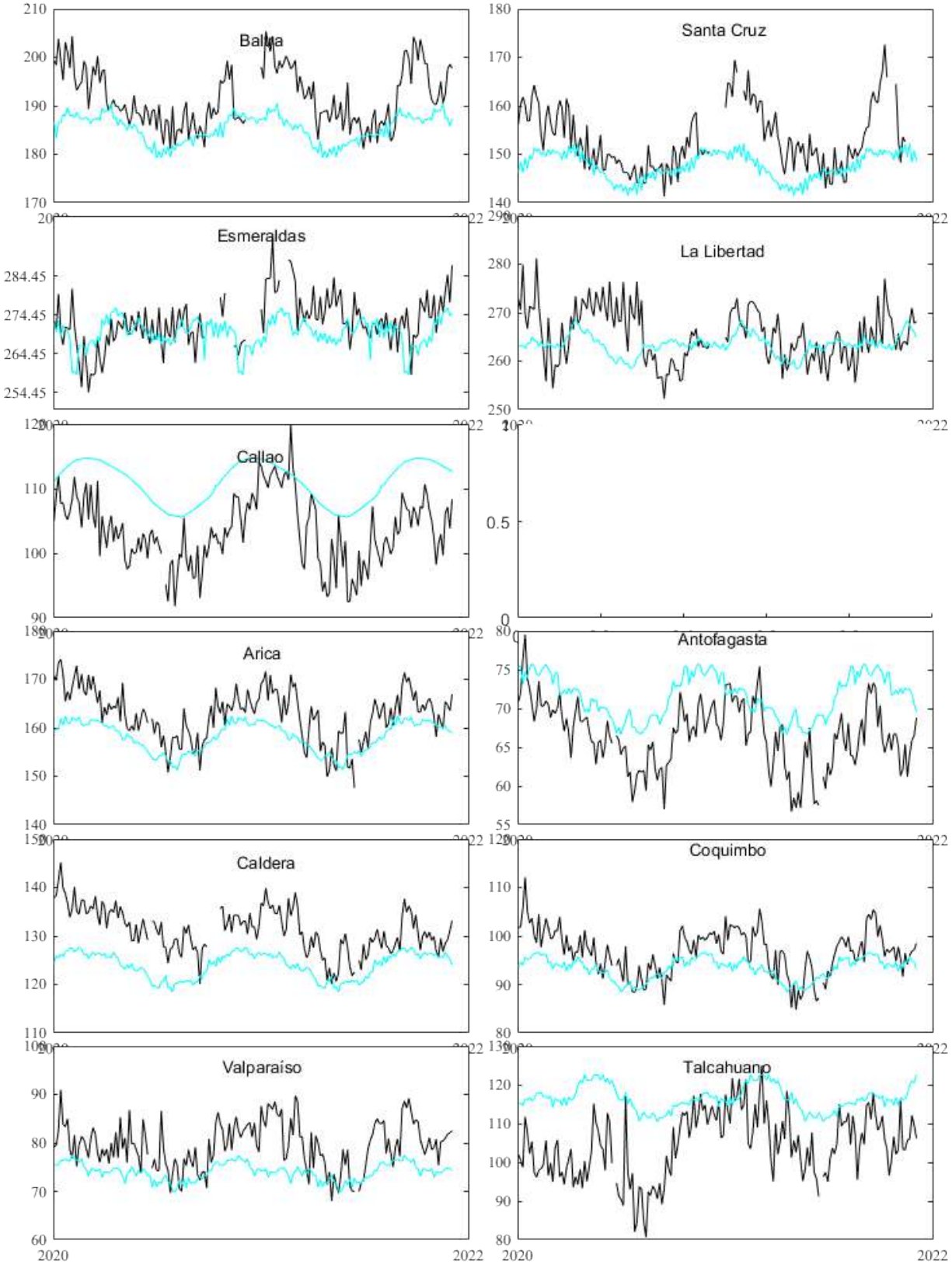


Figura 14. Medias de cinco días (quinarios) del NMM (cm) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. (Fuentes: INOCAR-DHN - SHOA).

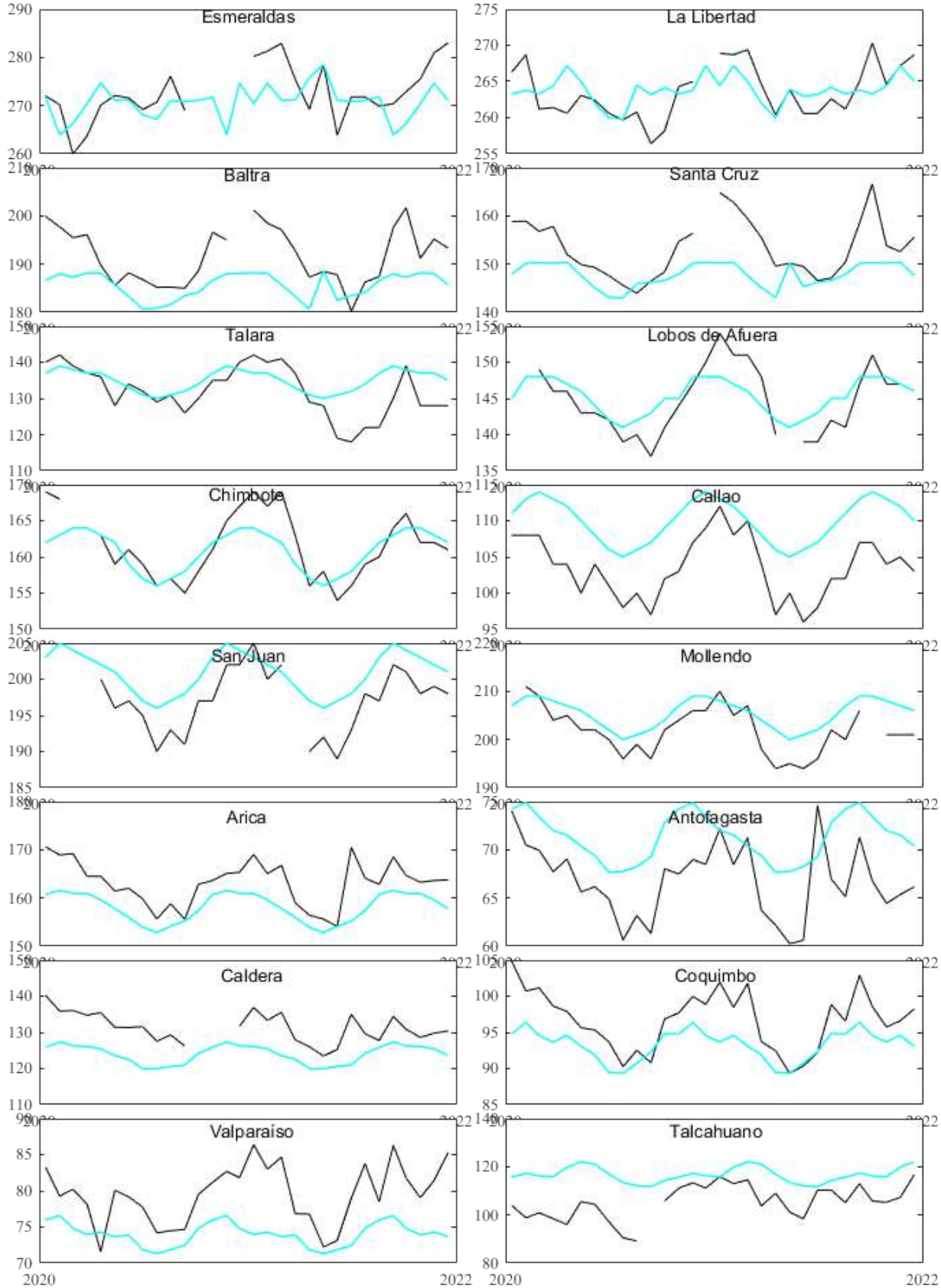
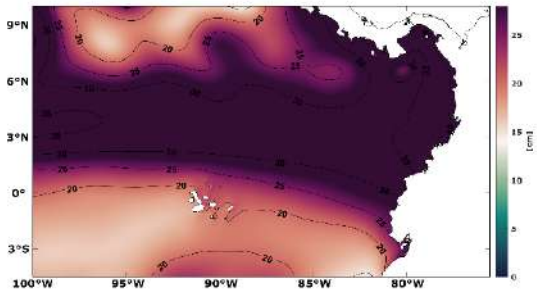


Figura. 15. Medias mensuales de NMM (cm) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN.

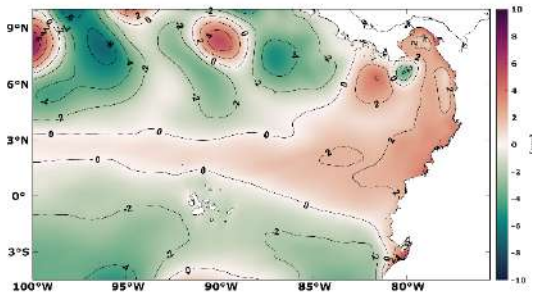
II. CONDICIONES NACIONALES

A. COLOMBIA

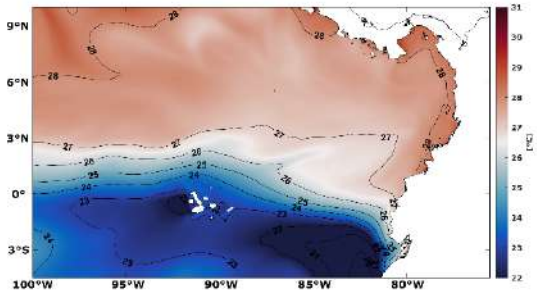
Nivel del mar (NM)



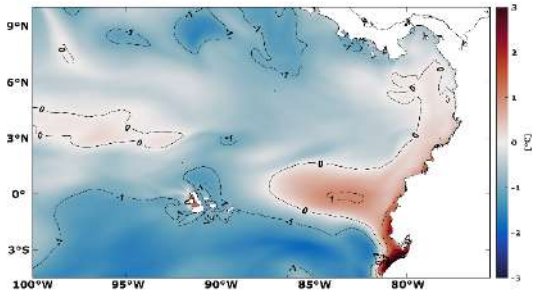
Anomalía de Nivel del Mar (ANM)



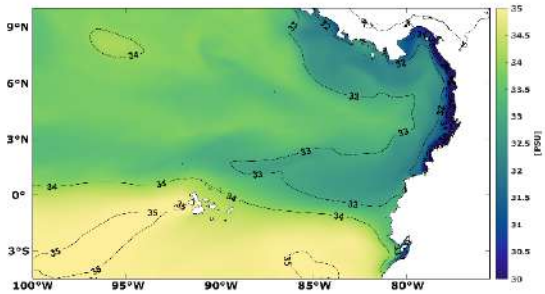
Temperatura Superficial del Mar (TSM)



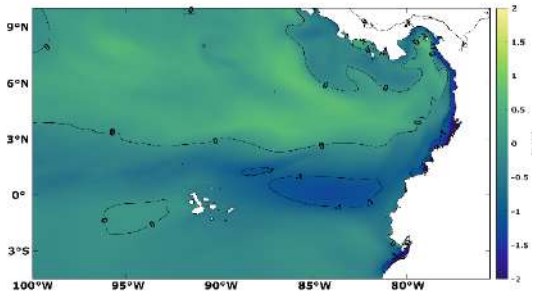
Anomalía de Temperatura Superficial del Mar (ATSM)



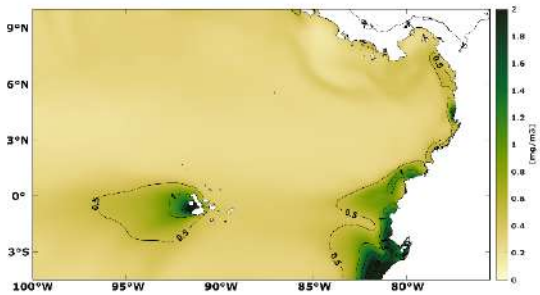
Salinidad Superficial del Mar (SSM)



Anomalía Salinidad Superficial del Mar (ASSM)



Clorofila-*a*



Anomalía Clorofila-*a*

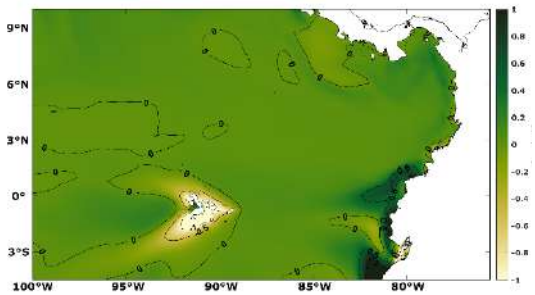


Figura 16. Distribución espacial mensual de variables océano-atmosféricas en la Cuenca Pacífica Colombiana. Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.

El nivel del mar en la CPC durante junio 2022 osciló entre 30 - 40 cm, con anomalías por encima del promedio en la mayor parte del dominio que alcanzaron los 2 cm. Por su parte la TSM evidenció temperaturas alrededor de los 28 °C, la salinidad se posicionó entre 30 y 32, y las magnitudes de la clorofila-a estuvieron comprendidas entre 0.5 y 1 mg/m3, las anomalías de estas variables se centraron para este mes en particular sobre la neutralidad; lo anterior es acorde al comportamiento climatológico esperado para este periodo del año (Figura 16).

En el registro realizado el 15 de junio 2022 y 01 de julio 2022, se obtuvo un valor promedio de TSM de 27.3 °C, identificando anomalías por debajo del promedio de -0.26 °C. Los valores de la temperatura en la columna de agua oscilaron entre 16.96 °C y 27.54 °C (de 0 a 73 metros) para el primer registro (línea azul, Figura 17a), con una termoclina posicionada entre los 30 m y 55 m aproximadamente. Para el segundo registro (línea roja, Figura 17b), se identificó una termoclina situada igualmente entre 30 m y 55 m aproximadamente, los valores en profundidad (de 0 a 81 m) estuvieron entre 16.51 °C y 27.24 °C.

En cuanto a la Salinidad Superficial del Mar (SSM), tuvo un valor promedio de 30.78, con una anomalía negativa de -0.5 y valores de salinidad que oscilaron entre 30.54 y 34.94 para el registro del 15 de junio 2022 (línea azul, Figura 17d), y entre 30.99 y 34.98 para el registro del 01 de julio 2022 (línea roja, Figura 17d).

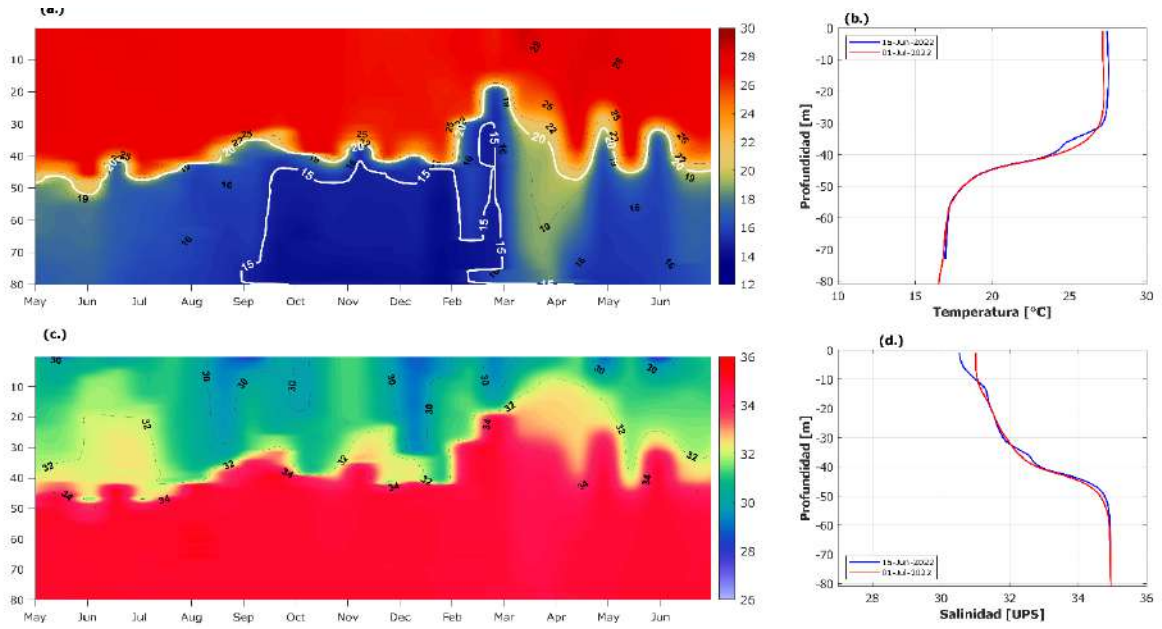
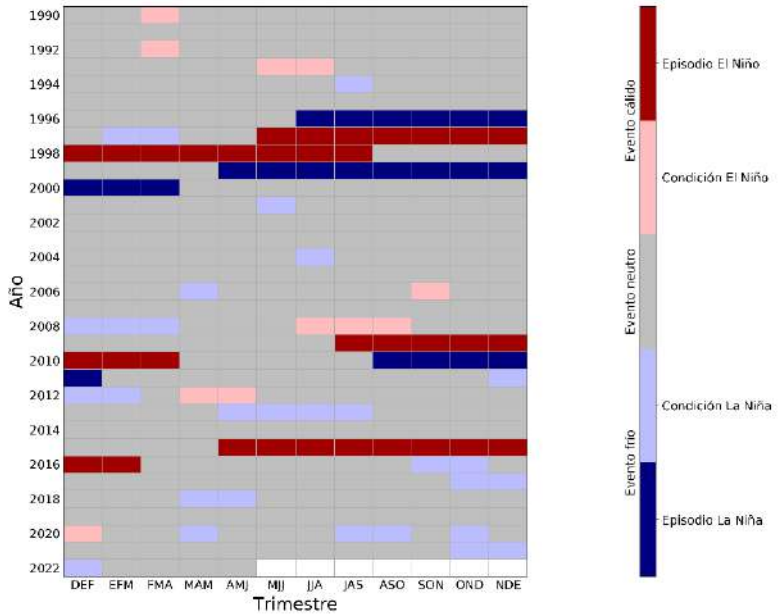


Figura 17. a) Serie temporal de la temperatura subsuperficial, b) Perfiles de temperatura, c) Serie temporal de la salinidad subsuperficial y d) Perfiles de salinidad. Fuente: CCCP.

El Índice Multivariado de Tumaco (IMT) presentó un valor de -0.64 con categoría “F1”, indicando Fase Neutra para esta zona del país. Con respecto al mes anterior (mayo 2022), se observa continuidad de las condiciones normales en el sector (Figura 18).

Histórico de eventos persistencia IMT (DEF 1990 – AMJ 2022)



Evolución del IMT (FMA 2021 – FMA 2022)

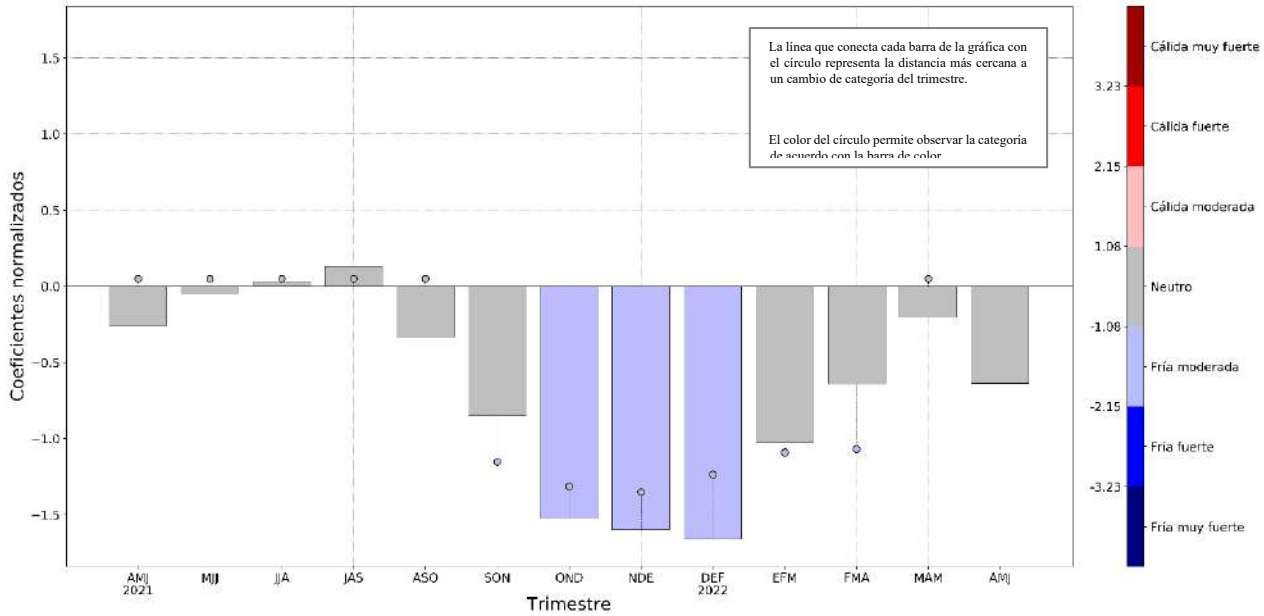
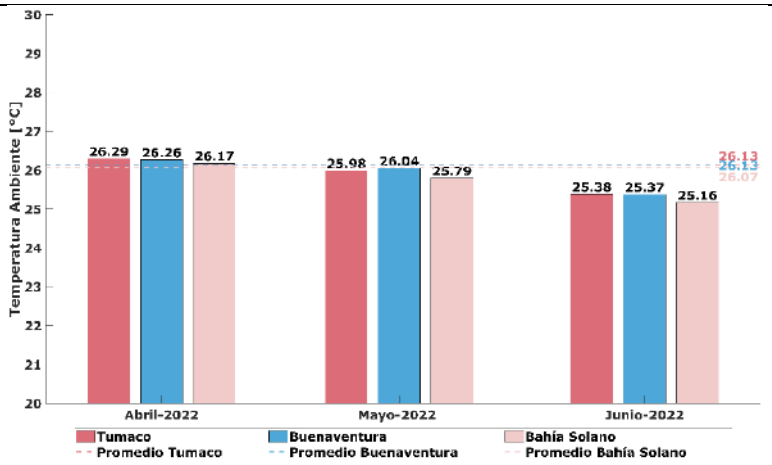


Figura 18. Comportamiento del Índice Multivariado de Tumaco (IMT). Fuente: CCCP.

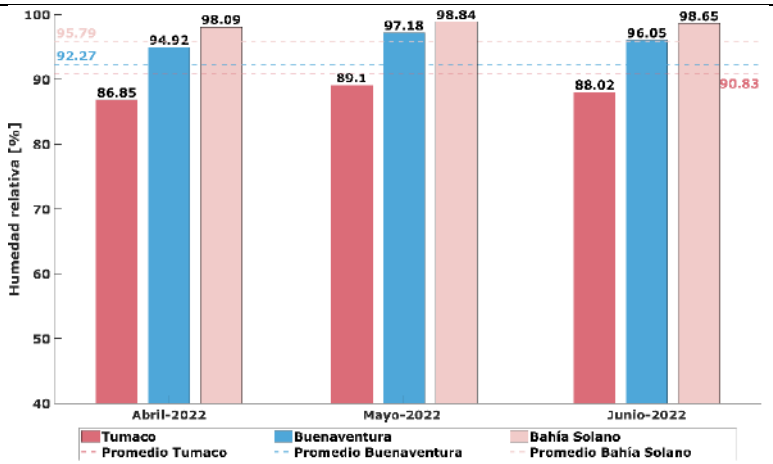
En relación con los parámetros meteorológicos en los principales puertos del Pacífico Colombiano, durante el periodo comprendido entre el 01 y el 30 de junio del 2022, se observa que en las condiciones meteorológicas presentadas la media de temperatura ambiente se mantuvo por debajo del promedio multianual en los tres puertos, siendo mayor en Tumaco con 25.38 °C y menor en Bahía Solano con 25.16 °C. A su vez se registraron niveles de humedad relativa por encima del promedio multianual en Buenaventura y Bahía Solano, con valores de 96.05% y 98.65% respectivamente. Con respecto a la precipitación, las menores se presentaron en Tumaco con 311.4 mm/mes y las mayores en Buenaventura con 745.1 mm/mes, superando esta última localidad el promedio multianual (Figura 19).

Variables meteorológicas

Temperatura Ambiente



Humedad Relativa



Precipitación Acumulada

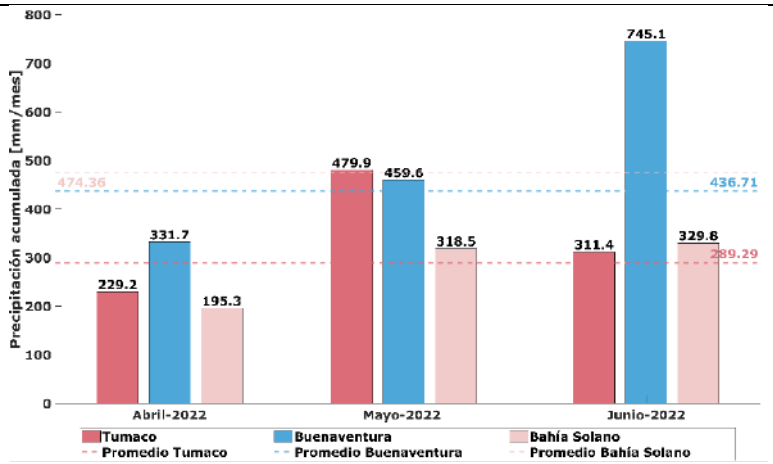


Figura 19. Variables meteorológicas en los puertos del Pacífico colombiano. Fuente: CCCP.

En el mes de junio, la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) presentó alta actividad, moviéndose entre los 6°N y 15°N en la zona marítima del Pacifico colombiano, en el océano Atlántico, entre los 3°S a los 7°N, con un aporte significativo de la Vaguada Monzónica; la cual se caracterizó por lluvias en el país en especial en el centro y occidente. Como un factor adicional a lo anterior, se presentó la influencia de las ondas tropicales, con el tránsito de 13 ondas, entre el ecuador y 15 ° N.

Se mantuvieron las condiciones atmosféricas y oceánicas de La Niña, en la mayor parte de la cuenca. Los Índices, Oceánico de El Niño, Multivariado de El Niño y de Oscilación del Sur, muestran valores correspondientes a esta fase del ENOS con una tendencia suave hacia la neutralidad de las variables oceánicas.

Respecto a la variabilidad intraestacional, la oscilación Madden y Julian (OMJ) se presentó valores altos para una fase convectiva y débiles para la fase subsidente sobre el país Hubo mayor correlación de lluvias con los valores altos de la fase convectiva que con valores bajos tanto en fase convectiva como en subsidente.

El seguimiento realizado por el IDEAM muestra que se presentaron excedencias, mayores a 120 % respecto a las normales climáticas, en el Sucre, Bolívar Atlántico, Magdalena, Cesar, Guajira y en el archipiélago de San Andrés y Providencia, en la región Caribe; mayores a 120 % en la mayor parte de Chocó, Valle, Cauca y Nariño, en la región Pacífica; mayores a 120 %, en el centro y suroccidente de Antioquia, norte y centro de Norte de Santander, norte y sur de Santander, centro y occidente de Cundinamarca y Boyacá, el centro, occidente y sur de la región, en la región Andina; Entre 120 y 160 %, en el sur del piedemonte Arauca, en la Orinoquia; excedencias, entre 120 y 160 %, en área comprendida entre el noroccidente de Caquetá y suroeste de Meta, en el centro y sur de Amazonas, en la Amazonia.

Las lluvias deficitarias se presentaron, menor a 80 % de las normales climatológicas, en el norte de Córdoba, en la región Caribe; en Valle y norte de Cauca, en la región Pacífica; en el sur de Norte de Santander, nororiente de Santander, oriente de Cundinamarca y sur de Boyacá, en la región Andina; Entre 40 y 80 %, en la zona comprendida entre oriente de Meta, Casanare, Arauca, Vichada, en la Orinoquia; y entre 40 y 80 %, en oriente de Putumayo, oriente de Guaviare, Guainía y oriente de Vaupés, en la Amazonia. El resto del territorio presentó valores dentro de los umbrales las normales climatológicas.

Los valores de precipitaciones más altos en el mes se presentaron en la estación San Rafael, municipio de Sabana de Torres (Santander) el día 2 de junio con 283,2 mm, la estación Andagoya, municipio de Medio San Juan (Chocó) el día 12 de junio, con 224,0 mm, y la estación El Trueno, municipio de San José del Guaviare (Guaviare), el día 29 de junio, con 198,0 mm.

Las máximas temperaturas se presentaron en: la estación Manaure, en el municipio de Manaure (La Guajira), los días 2 de junio, con el valor de 39,2 °C, los días 1, 10, 23 y 25 de junio con 38.6 °C, los días 19 y 24 de junio con 38,4 °C; y la estación San Alfonso, en el municipio de Villavieja (Huila), el día 27 de junio, con un valor de 38,4 °C.

Las temperaturas mínimas se presentaron en: la estación Berlín, municipio de Toná (Santander), el día 2 de junio con 0,2 °C; la estación Valencia, municipio de San Sebastián (Cauca), el día 28, con un valor 1,0 °C.

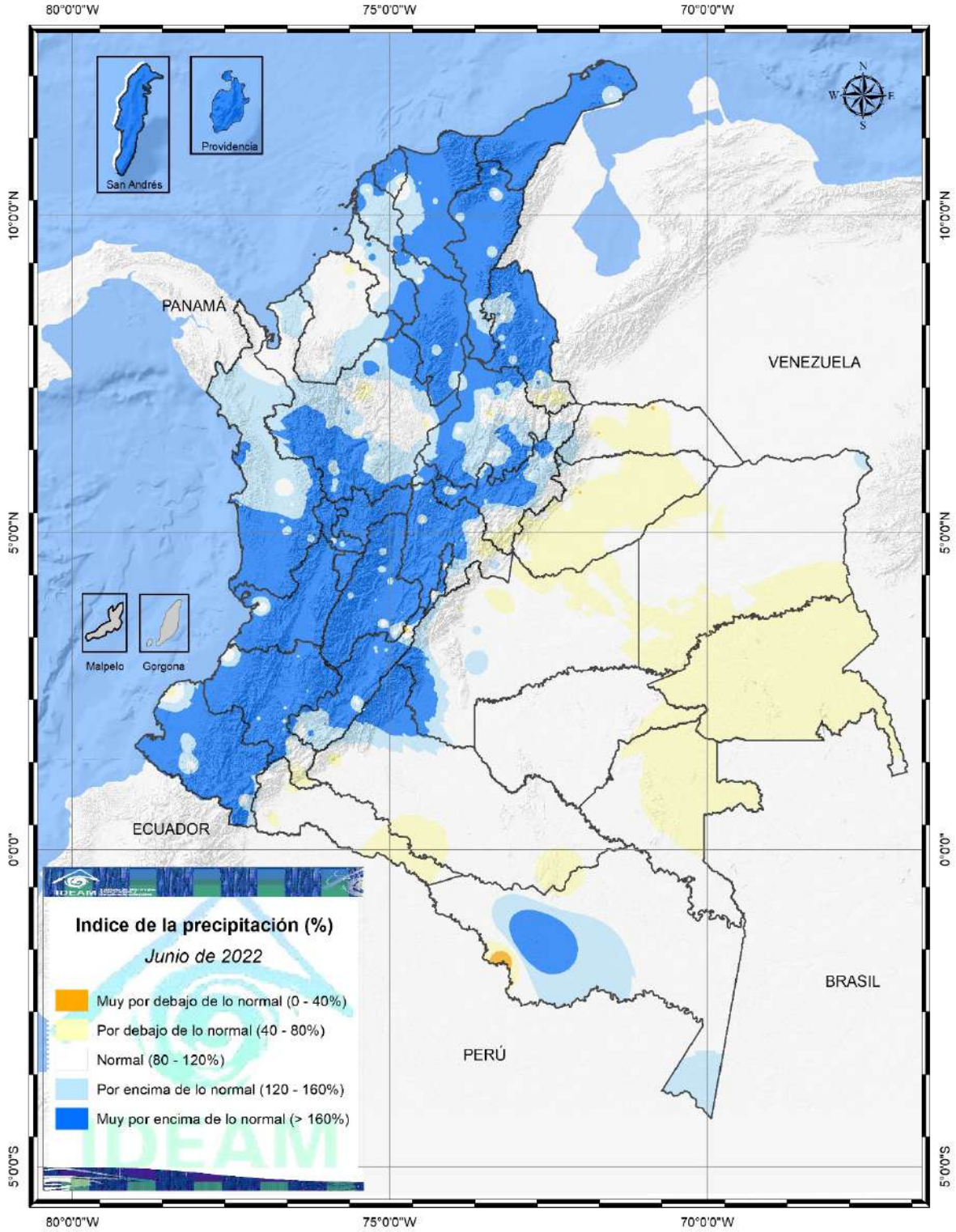


Figura 20. Anomalía porcentual de la precipitación mes de mayo de 2022.

B. ECUADOR

El viento superficial tiene dirección sureste, con variaciones suroeste junto al perfil costero y magnitud entre 5 y 7 m/s. Alrededor de las islas Galápagos, se observaron magnitudes menores a 5 m/s, Figura 21a. En mar abierto la velocidad fue similar a su climatología; sin embargo junto al borde costero y hacia el norte las magnitudes fueron inferiores a la media mensual, Figura 21b. La estimación de las anomalías meridional (Figura 21c) y zonal (Figura 21d) mostraron valores bajo la normal en la componente meridional y condiciones sobre la normal en la componente zonal.

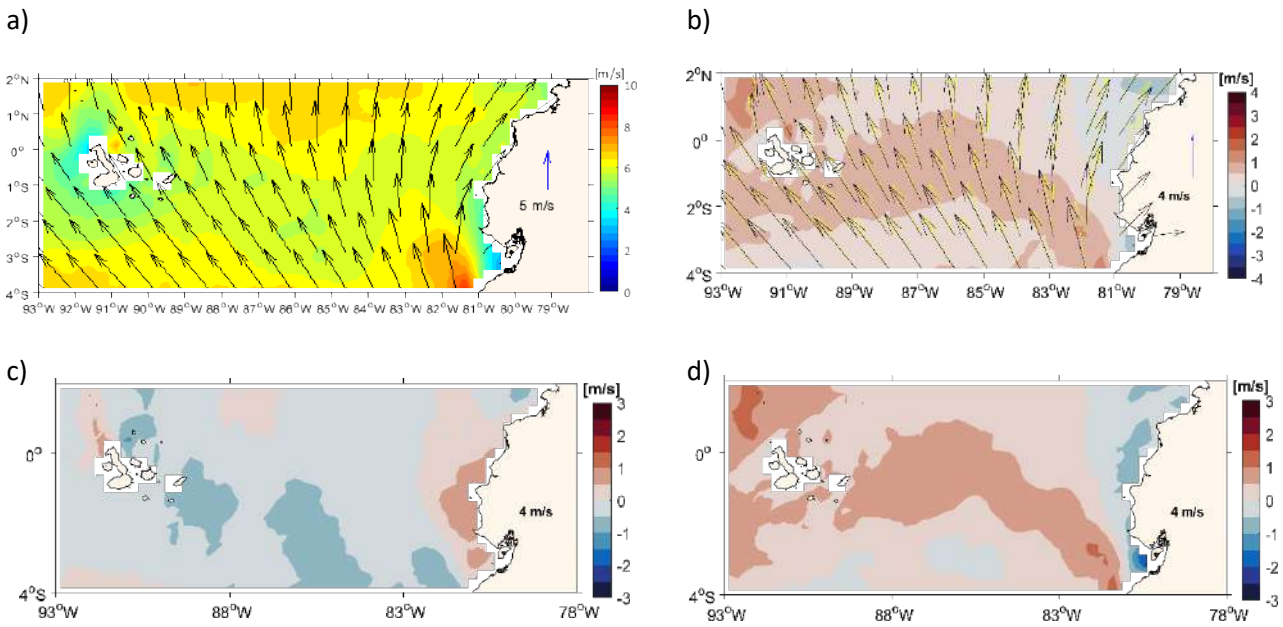


Figura 21. Vientos superficiales. a) Promedio mensual, b) Anomalía de la velocidad (color), promedio mensual flechas negras, climatología (flechas amarillas), c) anomalía de la velocidad zonal y c) Anomalía de la velocidad meridional. Fuente: Ifremer, ASCAT. Las flechas negras corresponden al vector mensual y las amarillas al vector climatológico.

Las precipitaciones se presentaron en el norte e interior del país y en el mar ecuatoriano hasta 85°O. En el mar el máximo acumulado fue de 60 mm en la latitud ecuatorial y 83°O y en tierra de 200 mm, al norte del territorio nacional. Desde 85°O hacia el oeste no se observaron huellas de precipitación, Figura 22.

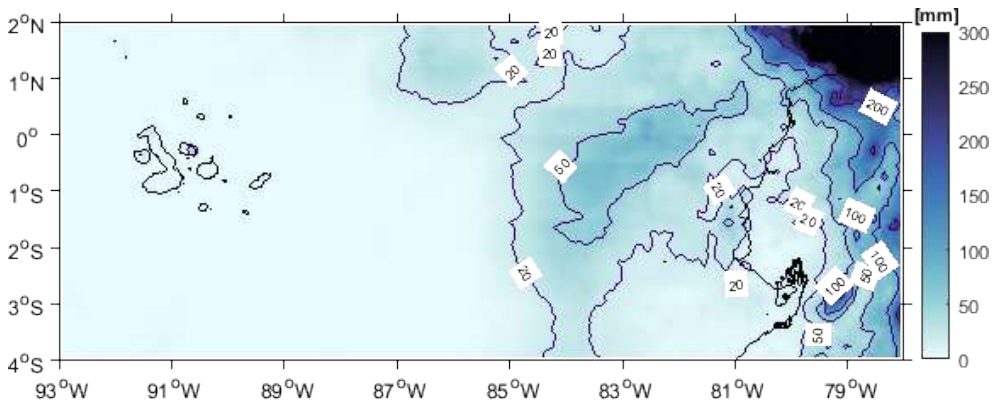
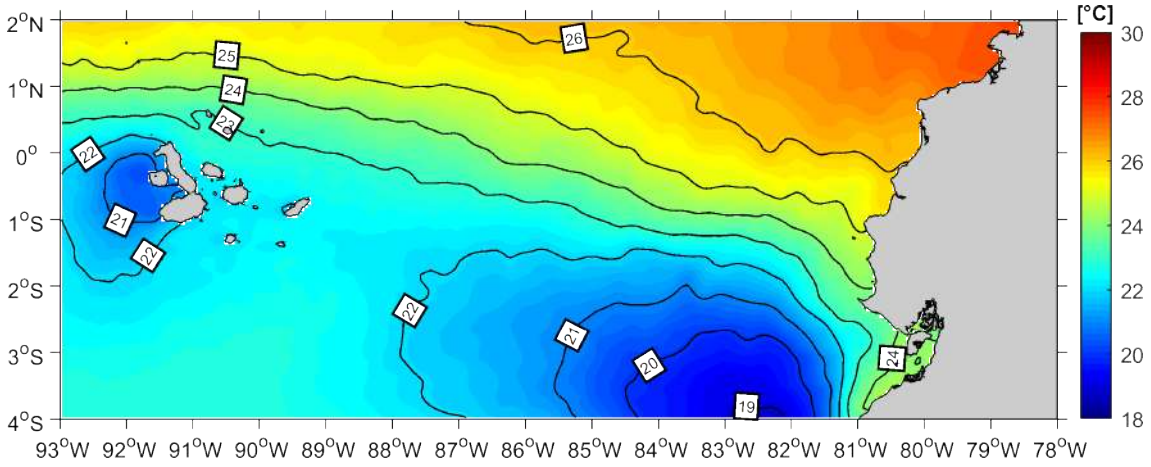
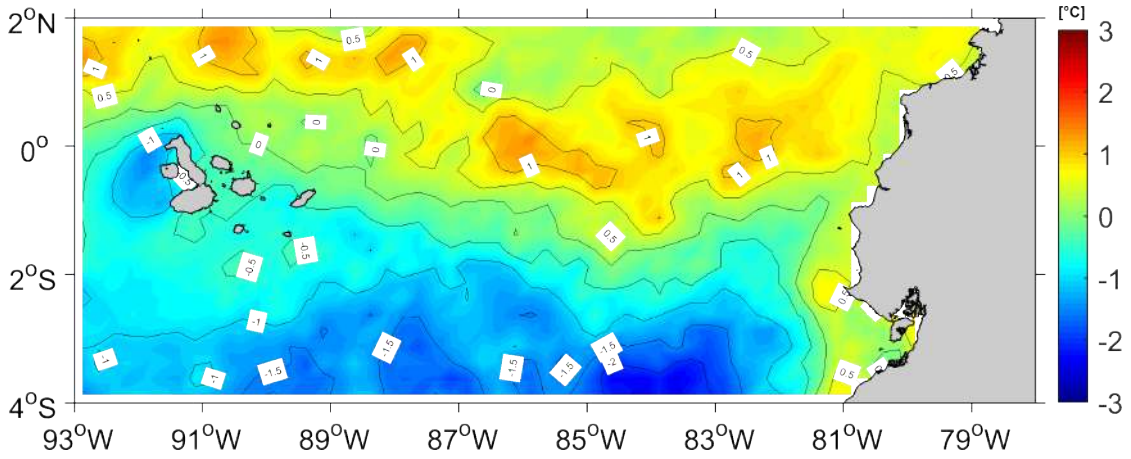


Figura 22. Acumulado mensual de precipitación. Fuente: ASCAT, satelital.

a)



b)



c)

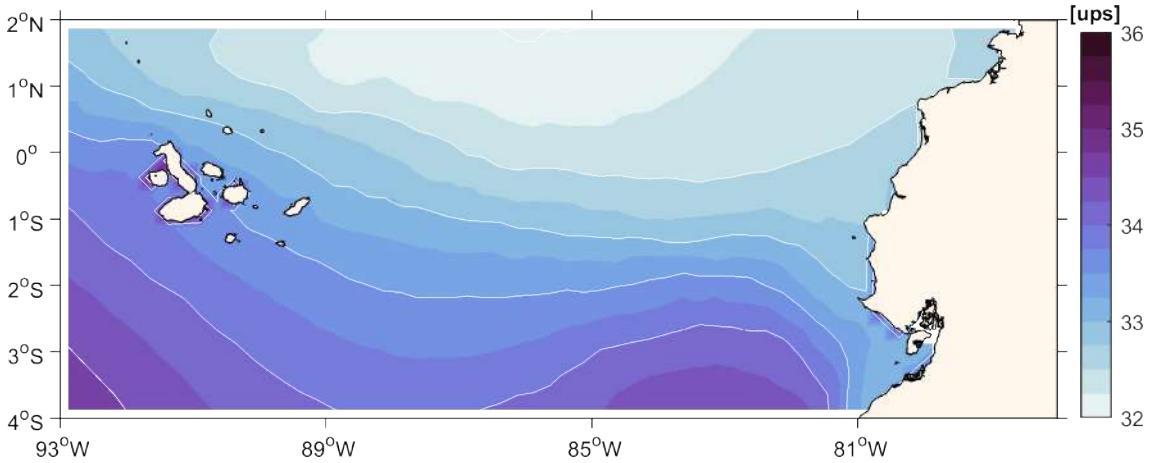


Figura 23 a) Temperatura Superficial del Mar y (b) Anomalía de la TSM en el mar ecuatoriano y c) Distribución de la salinidad superficial en territorio marítimo ecuatoriano. Fuente: Base de datos Copernicus-Ostia.

La distribución de TSM en mayo muestra valores entre 19 y 26 °C, con los mayores valores en el noroeste y menores en el sureste y oeste de Galápagos. El FE se encuentra bien estructurado con una posición del sureste (frente a la Puntilla de Santa Elena) al noroeste (norte de Galápagos). Está limitado por las isotermas de 26 °C (norte) y 22 °C, Figura 23a. Asimismo la distribución de la salinidad superficial del Mar (SSM), mostró una definición clara del FE, con el eje centrado en 2.5°S en el suroeste (frente a la costa continental) y 1°N en el noroeste (norte de la isla Isabela), Figura 23b. Al norte del FE se encuentran aguas de mayor TSM (>26 °C) y SST (< 33 ups) en comparación con las aguas al Sur del FE, de menor TSM (< 22 °C) y mayor SST (> 34 ups). En el sur, frente al perfil costero continental y oeste de las Galápagos se observaron zonas de surgencia. La distribución de la TSM, con el FE desplazado al norte de su posición climatológica implicó en la ampliación e intensificación de la condición de menor temperatura en el mar ecuatoriano. Las magnitudes de las anomalías disminuyeron entre Ecuador continental y Galápagos, con valores negativos al sur del FE y positivos al norte. El mínimo valor de anomalía de TSM (-2 °C) se mostró en el sureste en 84°O y 4°S, Figura 23c. Sin embargo, cabe recalcar que frente a la costa continental ecuatoriana los valores tienden a la neutralidad.

A nivel profundo se observa la intrusión del agua proveniente de norte, mediante la configuración de las isotermas e isohalinas de temperatura entre 26 y 28 °C y salinidad menor a 33 ups en los primeros 20 m de profundidad. En la sección 82°O (Figuras 24a y 24b) la masa de agua cálida, y de menor salinidad, del norte, ingresa hasta 1°S y en la sección 86°O (Figuras 24b y 24d) hasta ~0.5°S y se encuentra con agua del sur de temperatura menor a 24°C y salinidad mayor a 33 UPS, formando el FE. Desde 30 a 100 m, la variabilidad es menor que en la capa superficial, la temperatura desciende de 22 °C a 18 °C y la salinidad aumenta de 34.5 a 35.5 UPS.

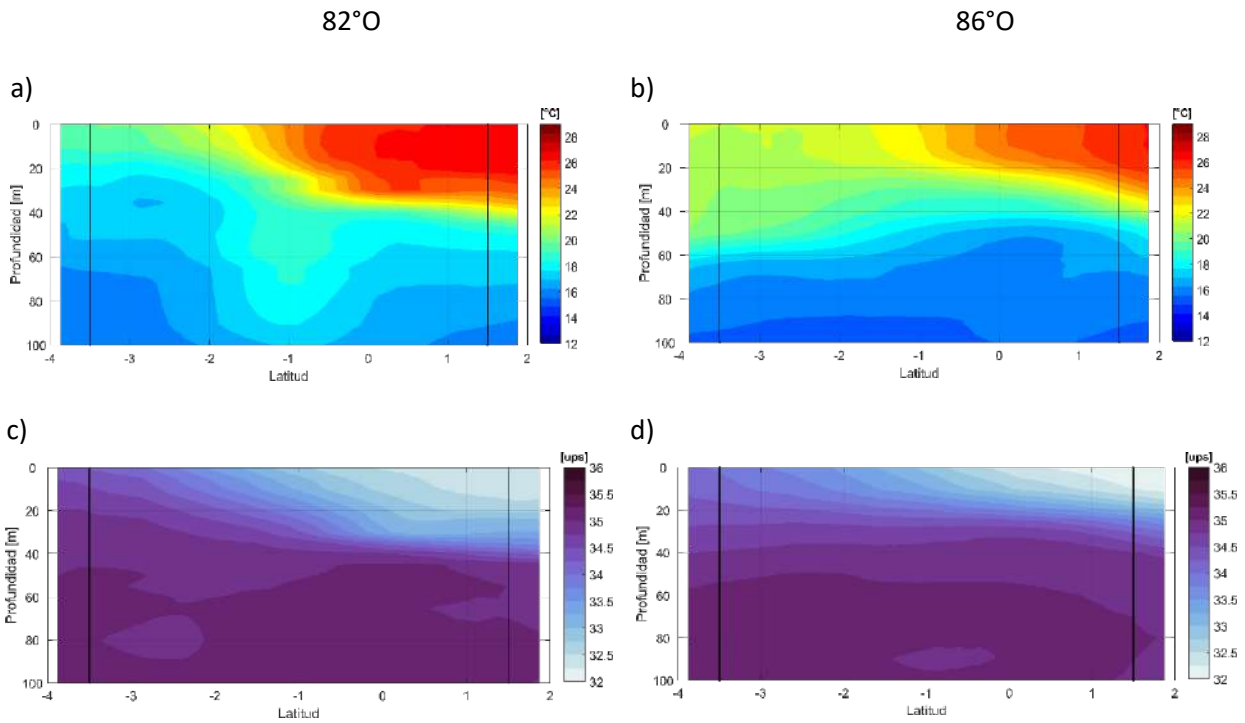


Figura 24. Sección de distribución de la Temperatura en a) 82°O y b) 86°O. Sección de distribución de Salinidad en c) 82°O y d) 86°O.

C. PERÚ

La TSM promedio de junio fue de 15 °C a 20 °C frente a la costa de Perú, excepto al norte de los 04°S donde fue de 21 a 24 °C. La anomalía continúa mostrando un escenario frío en todo el mar de Perú, con mayor intensidad al norte de los 12°S (hasta -3.5 °C). Sólo frente de Tumbes (frentera norte) las condiciones se mostraron normales Figura 25.

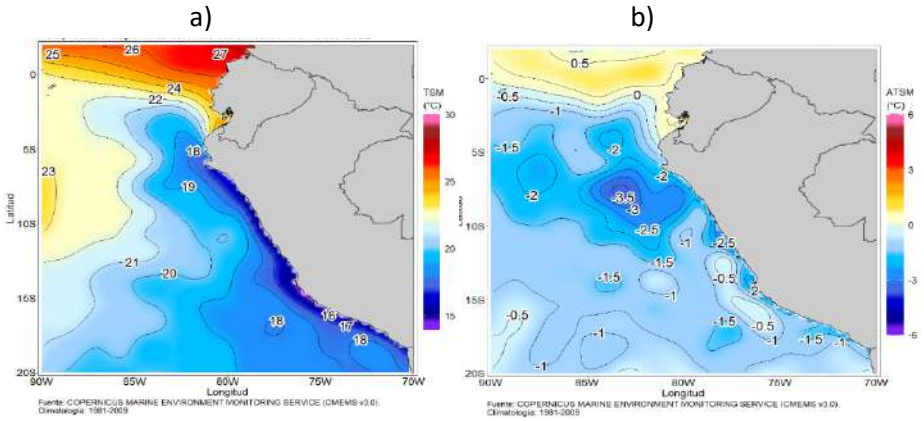


Figura 25. Promedio junio 2022. a) TSM, y b) anomalía de la TSM. Fuente: datos: Ostia-CMEMS V3.0. Gráfico: DIHIDRONAV-Perú

En la capa subsuperficial, en los 07°S (100 millas de la zona norte-centro) las condiciones frías se mantienen, con anomalías de temperatura de hasta -2 °C, en los primeros 100 m de profundidad; a fines de junio este enfriamiento se extendió hasta los 300 m de profundidad, con anomalía de -1°C (Figura 26). Frente a la costa centro-sur (a 50 millas) las condiciones frías continuaron sobre los 100 m de profundidad, con anomalías de hasta -1 °C; a fines del mes las anomalías cambiaron a positivas, en el orden de +1°C (Figura 27).

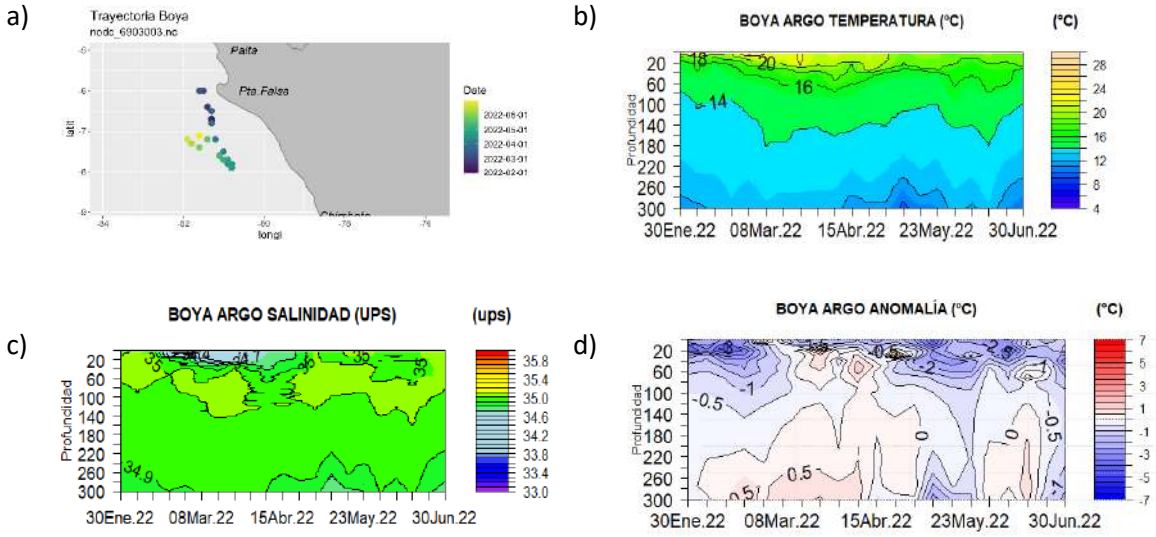


Figura 26. a) Posición de boya (07°S-100 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) distribución vertical de la salinidad d) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De enero a junio 2022.Fuente: Fuente: Boya ARGO. Gráfico: DIHIDRONAV-Perú

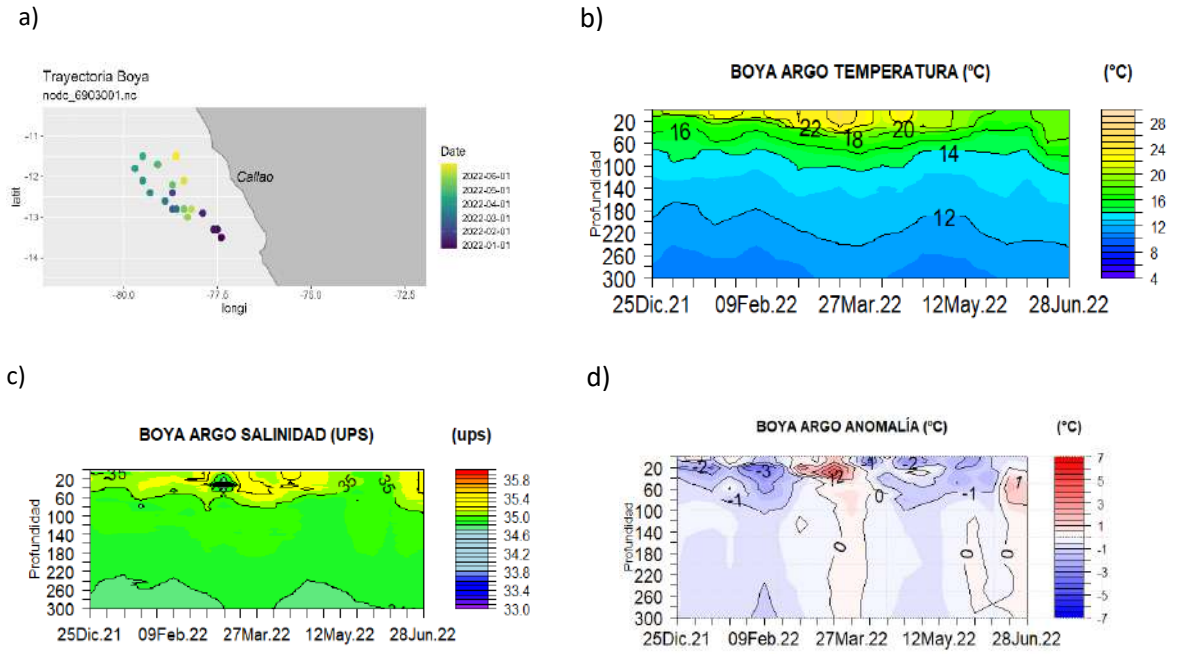


Figura 27. a) Posición de boya (13.5°S-60 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la salinidad y d) Distribución vertical de la anomalía de temperatura de diciembre 2021 a junio 2022.Fuente: Boya ARGO. Gráfico: DIHIDRONAV-Perú.

En el litoral, las condiciones frías se mantienen, pero menos intensas respecto al mes de mayo. Las mayores anomalías de TSM se registraron en el norte, con valores de hasta -2 °C (norte). (Cuadro 1 y Figura 28).

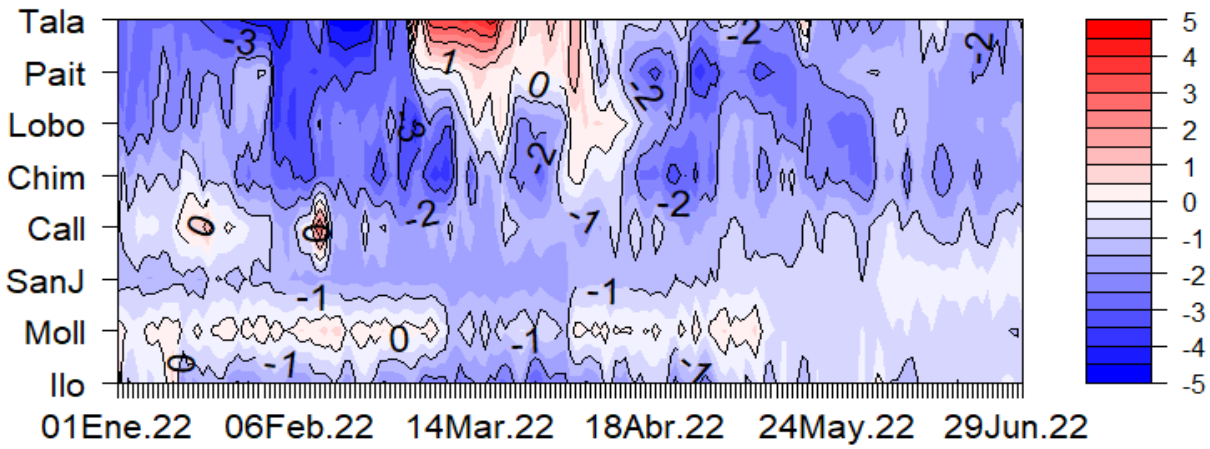


Figura 28. Anomalía diaria de la temperatura superficial del mar (°C) en el litoral de Perú. Periodo de enero a junio 2022. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV-Perú

Desde fines de mayo gasta la segunda semana de junio el nivel del mar cambió de anomalías negativas a valores cercanos de cero, lo que se asocia al paso de una onda Kelvin cálida. Posteriormente el nivel disminuyó por debajo del nivel medio, alcanzado anomalías de -10 cm, lo que se asocia también a una onda Kelvin, fría. (Figura 29 y Cuadro N°1).

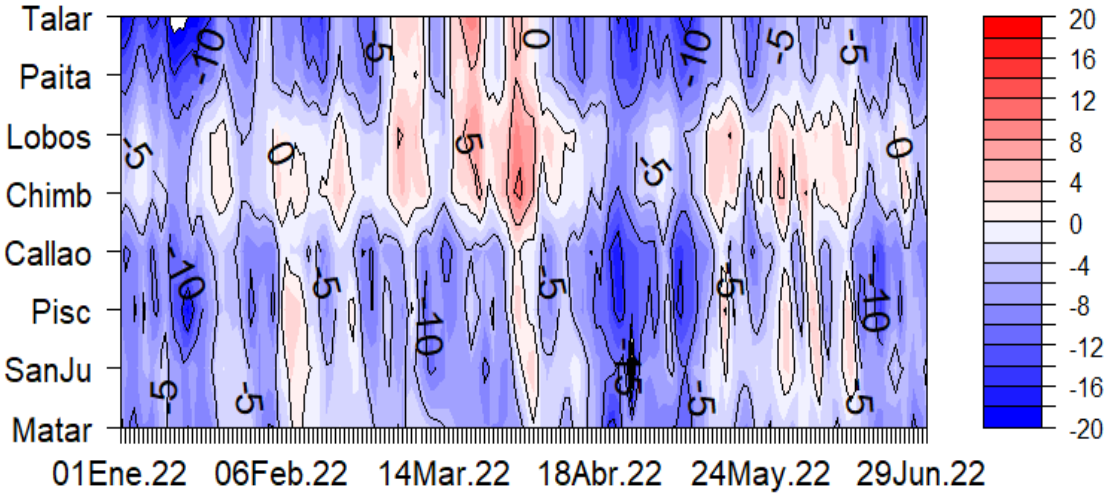


Figura 29. a) Anomalía diaria del nivel del mar (cm) en el litoral de Perú. Periodo enero a junio 2022. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV-Perú.

Continuaron las condiciones frías, con anomalía promedio de TA de -2°C (Figura 30 y Cuadro 1).

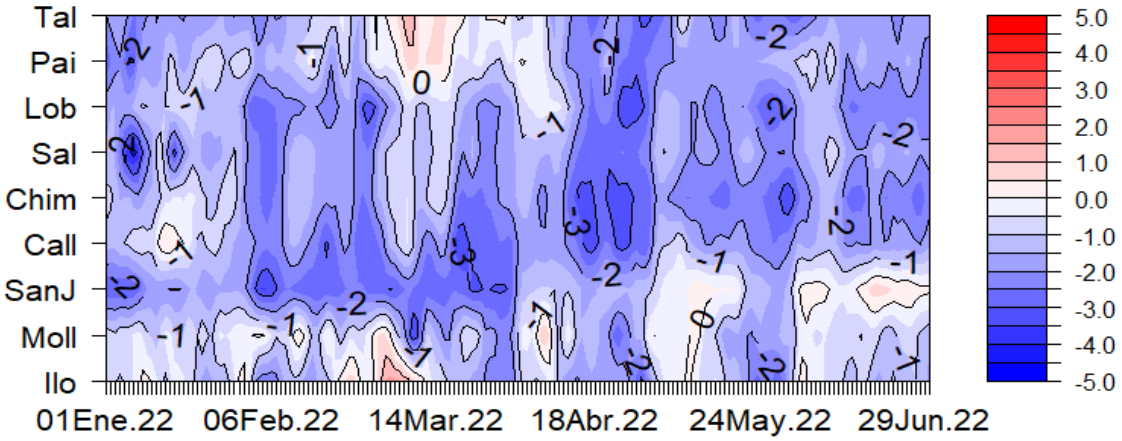


Figura 30. Anomalía diaria de la temperatura del aire (°C) en el litoral de Perú. Periodo enero a junio 2022. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

En la zona costera la precipitación en este mes no cero; sin embargo en el Callao se resgistró ligeras lloviznas durante los días 7 y 8 de junio (0.3 mm).

El viento en el litoral fueron del Sur (S), con velocidades entre 2.9 m/s y 10 m/s. Estas intensidades tuvieron anomalías entre 0.4 m/s y 4 m/s. En Paita, Isla Lobos de Afuera e Ilo, el viento fue débil, con anomalias negativas (-5 cm/s) (Figura 31, Cuadro N°1).

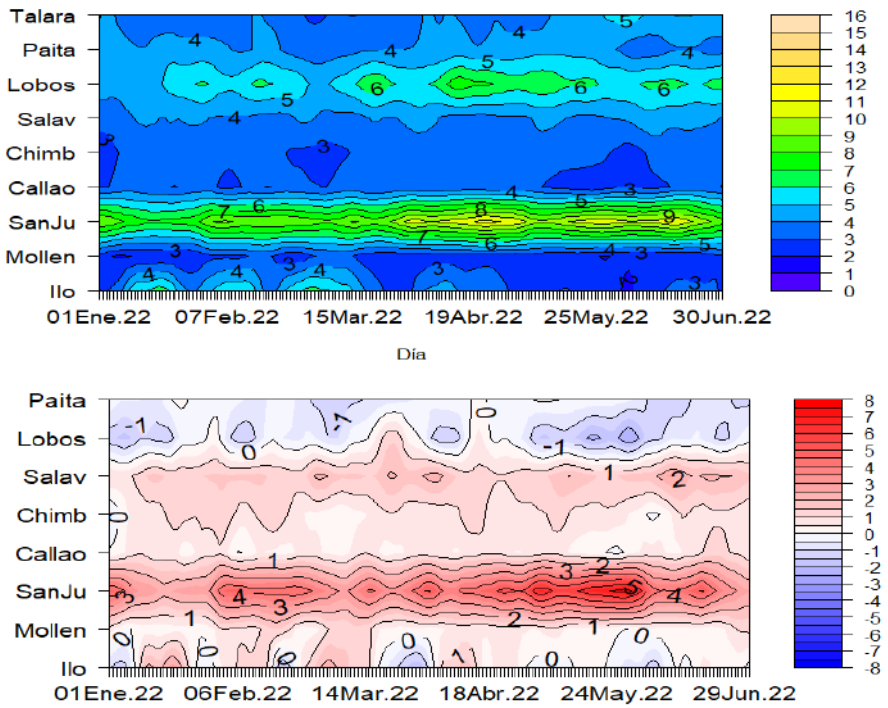


Figura 31. Viento en el litoral de Perú a) velocidad diaria (m/s). b) anomalía de la velocidad diaria (m/s). Periodo diciembre 2021 a mayo 2022. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV-Perú

Cuadro N°1. Promedio mensual de variables oceanográficas y meteorológicas en el litoral de Perú.

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR		NIVEL MEDIO DEL MAR		TEMPERATURA DEL AIRE EN SUPERFICIE		PRECIPITACIÓN	VIENTO		
			(° C)	Anomalía	(cm)	Anomalía	(° C)	Anomalía	(mm)	Dirección	Velocidad	Anomalía (m/s)
Talara	04°35' 00''	81°17'00''	17.6	- 1.5	128	- 7	21.1	- 1.9	0.0	W	5.0	-
Paita	05°05' 00''	81°06'30''	16.2	- 1.6	119	- 5	20.6	- 1.5	0.0	S	3.2	- 1.5
Lobos de Afuera	06°36' 00''	80°42'30''	16.6	- 2.2	146	0	17.0	- 2.1	0.0	S	6.0	- 0.9
Chimbote	09°04' 00''	78°36'00''	17.2	-1.8	161	- 1	17.1	- 2.2	0.0	S	3.1	+ 0.6
Callao	12°03' 30''	77°09'00''	15.7	- 0.9	103	- 7	15.9	- 1.7	0.3	S	3.0	+ 0.8
San Juan	15°21' 00''	75°09'00''	14.1	- 0.5	198	- 3	18.3	+ 0.3	0.0	S	10.0	+ 4.0
Mollendo	16°55' 54''	72°06'24''	14.8	- 0.7	201	- 5	16.3	- 0.8	0.0	SE	2.2	+ 0.4
Ilo	17°37' 00''	71°21'00''	14.8	- 0.8	158	-	16.9	- 0.9	0.0	S	2.9	- 0.1

D. CHILE

Durante el mes de junio las estaciones de Arica, Antofagasta, Caldera, Coquimbo y Talcahuano presentaron valores de TSM bajo el promedio climatológico mensual (-0.6,-0.7,-0.3,-0.6 y -0.9 °C, respectivamente), lo que es producto de una onda Kelvin de subsidencia, que comenzó su propagación en el mes de febrero y arribó a las costas de Sudamérica a principios del mes de mayo y continuó en junio.

La figura espacio-temporal de la TSM satelital (Fig. 32a), mostró un desplazamiento de la isoterma de 15 °C hacia el norte, hasta Caldera. Mientras que la isoterma de 20 °C que se observaba en los primeros meses del año, ya no se muestra en junio. En la imagen de la variabilidad espacio-temporal de la ATSM satelital (Fig. 32b), se observa que las anomalías negativas se debilitaron con respecto a los meses anteriores.

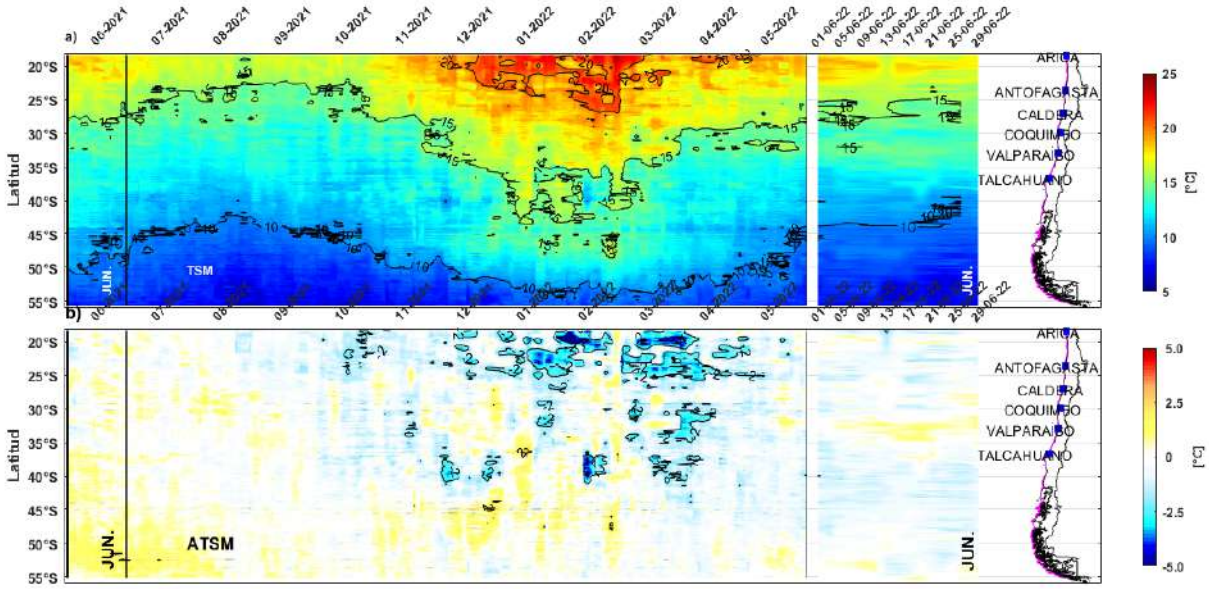


Figura 32. Variabilidad espacio-temporal de la a) TSM y b) ATSM satelital a lo largo de la costa chilena (izquierda). La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal de los pixeles entre los 5 y 10 km desde la costa. Producto derivado de: JPL MUR MEaSUREs Project. 2015. GHRSST Level 4 MUR Global Foundation Sea Surface Temperature Analysis (v4.1). Ver. 4.1. PO.DAAC, CA, USA. Dataset accessed [2022-04-04] at http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ04.

En la Figura 33 se observa la comparación entre los datos satelitales y las estaciones de monitoreo de TSM, utilizando para ello el promedio latitudinal de los pixeles entre los 5 y 10 km desde la costa (Fig. 33b). En la Fig. 33a se observa que todas las estaciones mostraron valores levemente más bajos que los representados por la información satelital.

En relación con la ATSM (Fig. 33c), Arica es la única estación que presenta valores de anomalías positivos y por el contrario en Talcahuano se observaron valores de anomalía menores.

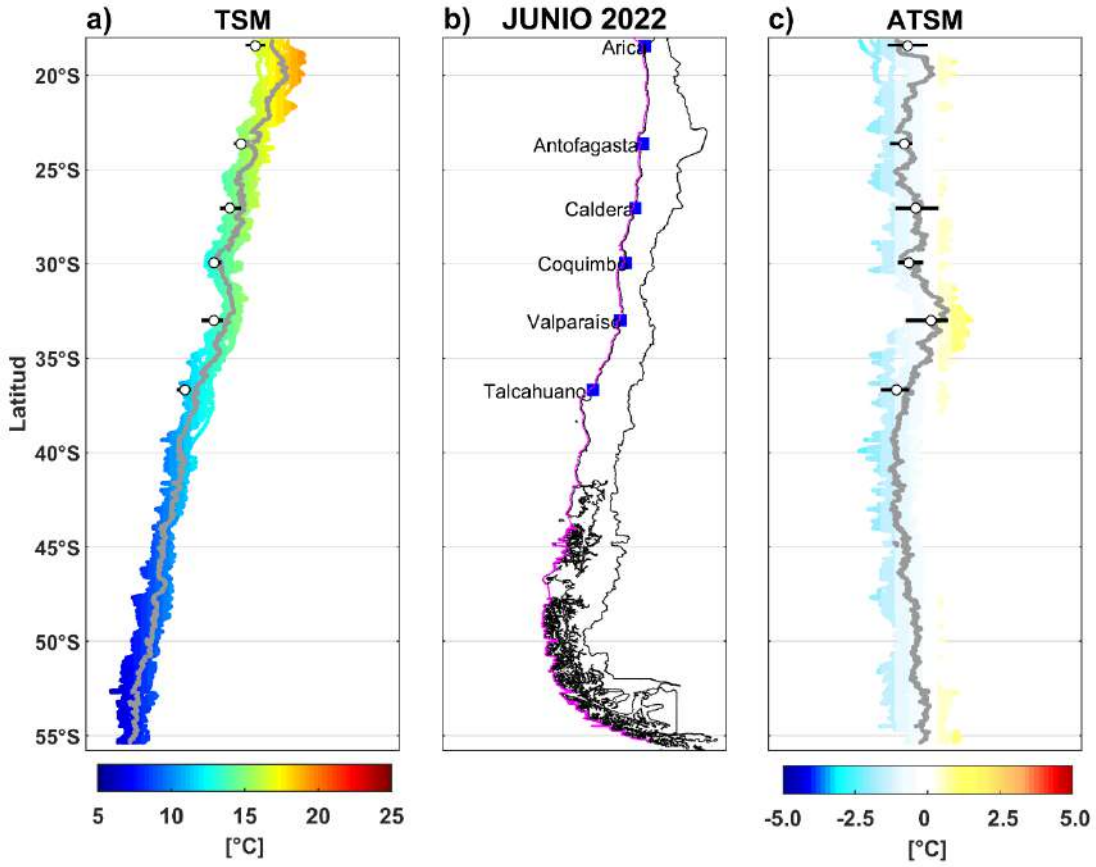


Figura 33. Muestra la información de a) TSM y c) ATSM satelital y de las estaciones de monitoreo permanente, a lo largo de la costa chilena. Los datos in situ son representados con una línea horizontal negra mostrando mínimo, mediana (círculo) y máximo de la serie de tiempo del mes de mayo del año 2022. b) en el mapa, la línea magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal de los pixeles entre los 5 y 10 km desde la costa.

Respecto al nivel del mar, esta variable presentó una disminución en todas las estaciones respecto al mes anterior.

Las anomalías tienden a ser positivas en la mayoría de las estaciones de monitoreo, con variaciones entre los 5 cm (Coquimbo) y 12 cm (Valparaíso), observando un aumento con respecto al mes anterior. Por su parte, las estaciones de Antofagasta y Talcahuano presentan anomalías de -4 cm y -5 cm, respectivamente.

La información altimétrica de anomalía de nivel del mar (ANM) (Fig. 34b), coincidió solo en la estación de Valparaíso, el resto de las estaciones presentaron diferencias. Además, las estaciones de Antofagasta y Talcahuano llevan varios meses presentando valores inferiores a las anomalías satelitales

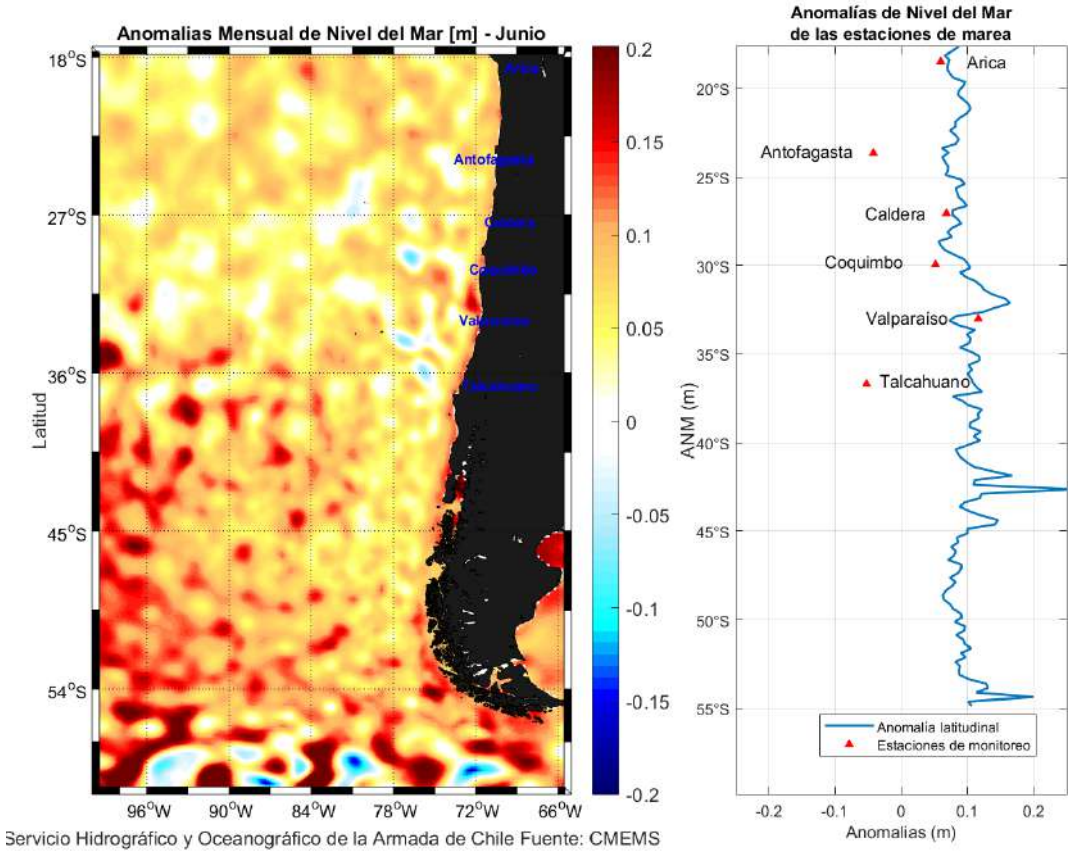


Figura 34. a) Información satelital promedio mensual de la anomalía de nivel del mar para el mes de mayo del año 2022, b) representación latitudinal de los valores de la anomalías del nivel del mar de las estaciones de monitoreo (▲) y el promedio latitudinal de los 4 pixeles más cercanos a la línea de costa de la anomalía satelital mensual (línea azul).

En la figura espacio-temporal de la ANM satelital (Fig. 35), se observó que prácticamente durante todo el mes hubo presencia de anomalías positivas de nivel del mar en todo el país. En general, este aumento de los datos altimétricos fue superior a lo detectado por las estaciones de monitoreo. Al comparar con el año anterior, el mes de junio 2022 tuvo una altura inferior. Adicionalmente se observa que a finales de junio, al sur de Talcahuano se observaron anomalías positivas de 9 cm.

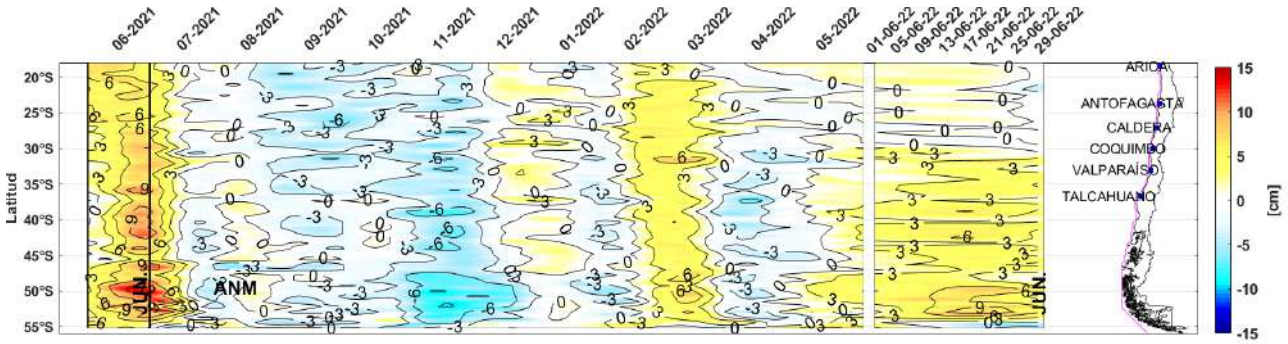


Figura. 35. Variabilidad espacio-temporal de la ANM satelital a lo largo de la costa chilena. A los datos satelitales se les extrajo la tendencia lineal y se utilizó un filtro Coseno Lanczos pasa baja de 90 pesos. La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal entre los primeros 30 km desde la costa aproximadamente.

Durante junio las anomalías de temperaturas medias (Fig. 36), presentaron valores negativos en casi todo el país, destacándose la zona sur de Chile, con la anomalía más baja en la ciudad de Osorno con un valor de -1.9 °C. En cambio, valores positivos de anomalía se registraron en las ciudades de Valparaíso, Curicó, Concepción, Punta Arenas e Isla de Pascua. En la zona central de Chile, Curicó evidenció la mayor anomalía positiva de la temperatura media, alcanzado un valor de 0.9 °C y hacia el extremo sur, Punta Arenas alcanzó un valor 1.6 °C.

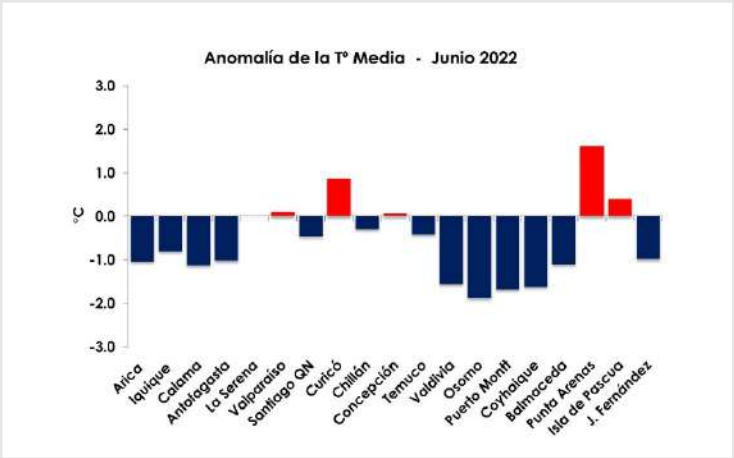


Figura 36. Anomalía de temperatura media de mayo de 2022 (Climatología 1991-2020). Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Las anomalías de temperaturas máximas durante junio (Fig. 37), evidenciaron un comportamiento bajo lo normal en gran parte de Chile. Destacándose la ciudad de Calama, que registró una anomalía de -1.5 °C. En tanto, las ciudades de Santiago, Curicó, Balmaceda, Punta Arenas e Isla de Pascua, presentaron valores de anomalía positiva de temperatura máxima. Cabe destacar las ciudades de Curicó y Punta Arenas, presentaron un mayor aumento de temperatura de 1.2 °C y 1.9 °C, respectivamente.

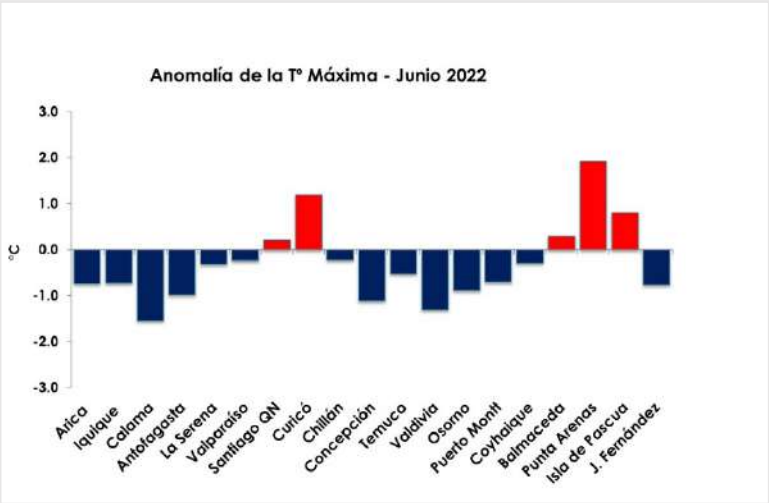


Figura 37. Anomalía de temperatura máxima de mayo de 2022 (Climatología 1991-2020). Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Durante junio, las anomalías de temperaturas mínimas (Fig. 38), se observaron con un comportamiento bajo lo normal en gran parte del territorio. Se destaca la zona sur y extremo sur de Chile, por registrar una disminución de la temperatura entre los -1.8 °C y -2.9 °C. En cambio, las anomalías positivas oscilaron entre los valores de 0.3 °C y 1.3 °C, para las ciudades de La Serena, Valparaíso, Curicó, Concepción y Punta Arenas. Cabe mencionar que Isla de Pascua estuvo dentro de los valores normales para el mes.

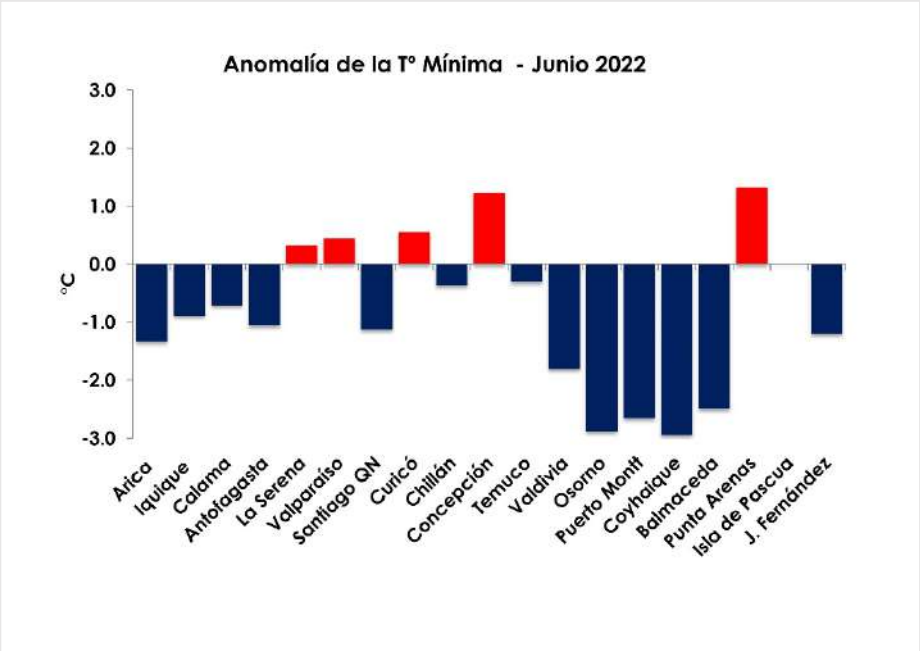


Figura 38. Anomalía de temperatura mínima media de mayo de 2022 (Climatología 1991-2020). Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Las anomalías estandarizadas de presión atmosférica durante junio (Fig. 39), presentaron condiciones sobre el valor climatológico en casi todo el país, donde destacan las ciudades de Santiago y Coyhaique, con un valor de anomalía estandarizado de 2.4 u.e y 1.4 u.e, respectivamente. En cambio, se registró anomalía negativa de presión atmosférica en la ciudad de Temuco de -0.7 u.e.

Figura 39. Anomalía estandarizada de la presión a nivel medio del mar para mayo de 2022 (Climatología 1991-2020). Las barras verdes representan anomalías positivas y anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Las precipitaciones acumuladas en junio (Fig. 40), mostraron montos bajo lo normal en gran parte del país, destacándose la ciudad de La Serena con un déficit del 87%. En la zona central, el déficit de precipitación registró valores entre 26% y 66%. La zona sur y austral del país evidencia rangos de déficit entre 1% y 63%. En contraparte, se observa rangos sobre lo normal de precipitación, para la Isla Juan Fernández, con un 9% de superávit de precipitación. Cabe mencionar que la zona norte del país se considera como estación seca y corresponde al comportamiento climatológico.

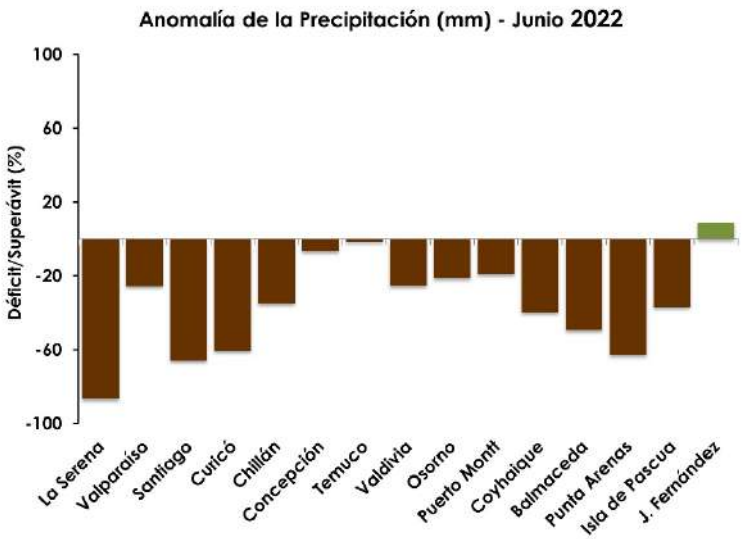
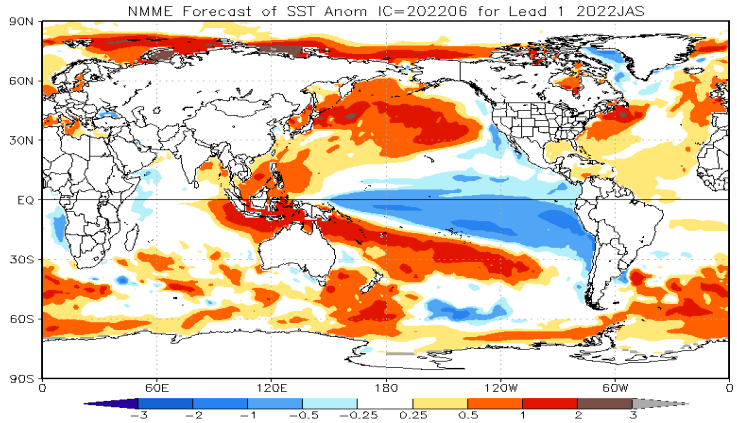


Figura 40. Anomalía de la precipitación (%) para mayo de 2022(Climatología 1991-2020). Las columnas de color café representan déficits y las columnas de color verde representan superávits de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

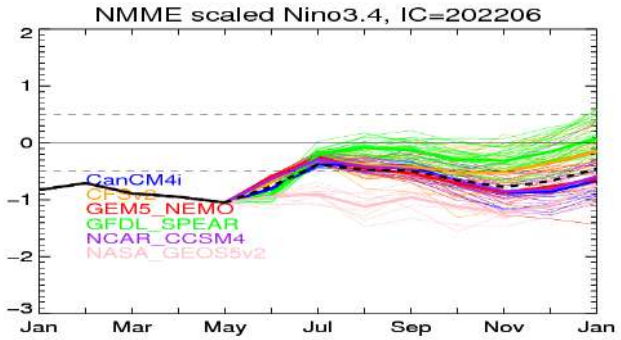
III. MODELOS

Los modelos de diferentes agencias internacionales (modelo de sistema de pronóstico acoplado NCEP versión 2 (CFSv2), The North American Multi-Model Ensemble (NMME)), en promedio muestran condiciones frías de julio a setiembre de 2022, en el Pacífico ecuatorial central y oriental (Figura 41)

a)



b)



c)

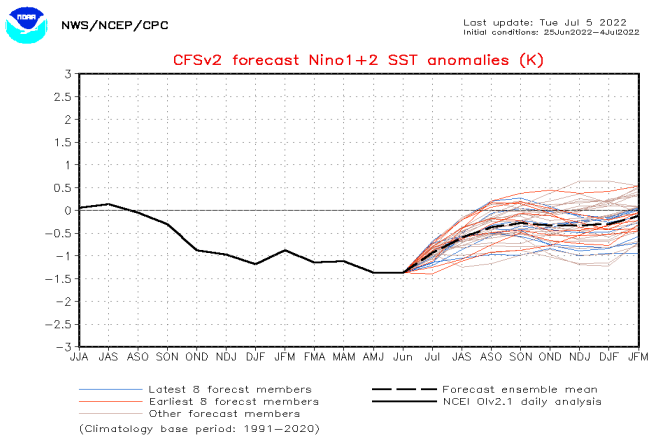


Figura 41. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el trimestre julio a setiembre de 2022 a) mapa NMME, b) plumas de modelos del NMME para la región Niño 3.4, y c) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 1+2. Fuente: NMME, CFSv2.

IV. PERSPECTIVAS

Se espera que en el Pacífico Sudeste las condiciones se mantengan entre normales a cálidas al norte de Ecuador; mientras que, al sur de éste continúen frías, para el mes de julio.

ANEXO DE TABLAS

TABLA 1

DATOS OCEÁNICOS COSTEROS DE LA REGIÓN ERFEN: Medias mensuales de los últimos cinco meses para la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en °C, Estaciones: Tumaco (TCO), La Libertad-Salinas (LLS), Paita (PAI), Callao (CAL), Arica (ARI), Antofagasta (ANT), Caldera (CDA), Coquimbo (COQ) y Valparaíso (VAL).

MES	TCO	LLS	PAI	CAL	ARI	ANT	CDA	COQ	VAL
ene-22	NaN	26.4	18.7	16.2	18.4	18.8	16.5	18.5	13.2
feb-22	NaN	NaN	20.2	16.2	18.0	18.3	16.1	18.2	15.5
mar-22	NaN	28.2	23.2	15.8	17.8	17.3	16.2	17.0	13.5
abr-22	NaN	NaN	18.4	16.0	16.6	16.0	15.1	15.0	12.8
may-22	0.0	NaN	NaN	15.8	16.6	15.3	14.5	14.1	12.9
jun-22	27.5	NaN	16.2	15.7	15.9	14.9	14.1	13.0	13.0

Fuentes: CCCP (Colombia), INOCAR (Ecuador), DHN (Perú), SHOA (Chile).

Nota: * Dato no disponible.

TABLA 2

DATOS OCEÁNICOS COSTEROS DE LA REGIÓN ERFEN: Medias mensuales de los últimos cuatro meses para el Nivel del Mar (NM) en cm, Estaciones: Tumaco (TCO), La Libertad-Salinas (LLS), Callao (CAL), Arica (ARI), Antofagasta (ANT), Caldera (CDA), Coquimbo (COQ), Valparaíso (VAL) y Talcahuano (TAL).

MES	TCO	LLS	CAL	ARI	ANT	CDA	COQ	VAL	TAL
ene-22	*	261.2	102	162.81	65.14	127.77	96.58	78.49	105.14
feb-22	*	265.0	107	168.53	71.29	134.4	102.88	86.28	112.97
mar-22	*	270.3	107	164.68	66.76	130.85	98.57	81.76	105.78
abr-22	*	264.6	104	163.28	64.44	128.63	95.74	79.06	105.27
may-22	*	267.2	105	163.63	65.36	129.75	96.58	81.41	107.21
jun-22	*	268.7	103	163.74	66.15	130.38	98.25	85.28	116.71

Fuentes: INOCAR (Ecuador), DHN (Perú), SHOA (Chile).

* Dato no disponible.

TABLA 3

DATOS OCEÁNICOS COSTEROS DE LA REGIÓN ERFEN: medias de cinco días (quinario) de la TSM (°C) y del NMM (cm). La Libertad-Salinas (LLS), San Cristóbal (SCRIS), Talara (TAL), Callao (CAL), Valparaíso (VAL) y Talcahuano (TLC).

	Temperatura Superficial del Mar (TSM)				Nivel Medio del Mar (NMM)			
QUINARIOS	LLS (INOCAR)	SCRIS (INAMHI)	TAL (DHN)	CAL (DHN)	LLS (INOCAR)	CAL (DHN)	VALPO (SHOA)	TLC (SHOA)
3-ene-22	*	*	NaN	15.6	259.4	102.5	77.80	104.60
8-ene-22	*	*	NaN	15.9	263.0	101.3	80.90	112.00
13-ene-22	*	*	NaN	16.3	255.6	99.9	77.80	107.40
18-ene-22	*	*	NaN	17.3	259.4	100.8	75.00	95.50
23-ene-22	*	*	NaN	16.3	268.2	105.7	79.00	104.20
28-ene-22	*	*	NaN	15.8	261.8	102.9	80.80	107.60
2-feb-22	*	*	18.3	15.7	269.3	103.4	77.20	104.60
7-feb-22	*	*	19.9	17.3	263.8	109.4	87.20	114.60
12-feb-22	*	*	19.0	17.1	261.8	108.0	88.60	115.50
17-feb-22	*	*	17.2	15.9	267.1	106.9	87.20	111.10
22-feb-22	*	*	19.5	15.9	265.0	106.6	89.20	117.70
27-feb-22	*	*	20.9	15.1	263.1	104.0	86.40	112.20
4-mar-22	*	*	25.8	15.6	273.5	107.2	83.90	108.30
9-mar-22	*	*	26.1	15.9	266.7	106.1	84.80	109.40
14-mar-22	*	*	26.1	15.6	263.6	104.2	84.40	112.00
19-mar-22	*	*	24.5	16.1	277.0	107.2	80.70	105.90
24-mar-22	*	*	22.5	15.8	272.3	106.9	79.10	103.50
29-mar-22	*	*	22.9	15.8	269.6	110.7	77.60	96.60
3-abr-22	*	*	21.1	15.7	268.8	109.0	79.20	100.50
8-abr-22	*	*	20.1	16.1	265.0	106.6	81.10	106.60
13-abr-22	*	*	19.8	16.4	262.3	105.1	78.60	102.10
18-abr-22	*	*	19.9	16.3	265.8	102.3	79.00	103.20
23-abr-22	*	*	19.6	15.8	262.2	98.2	80.80	115.90
28-abr-22	*	*	18.8	15.9	263.9	101.5	75.40	103.40
3-may-22	*	*	18.7	15.8	264.0	102.9	80.30	103.20
8-may-22	*	*	17.8	15.5	263.4	99.7	80.40	105.70
13-may-22	*	*	17.8	15.6	267.9	106.2	81.00	106.00
18-may-22	*	*	19.3	15.8	271.0	107.1	81.80	112.10
23-may-22	*	*	17.7	16.0	267.8	103.8	82.10	109.50
28-may-22	*	*	17.5	15.8	268.2	108.3	82.50	106.20
2-jun-22	*	*	17.20	15.94	266.7	107.0	83.7	116.4
7-jun-22	*	*	17.85	15.69	265.9	104.6	85.4	114.6
12-jun-22	*	*	18.54	15.36	265.4	105.0	88.5	116.9
17-jun-22	*	*	17.79	15.57	264.1	99.0	81.4	111.4
22-jun-22	*	*	16.83	15.42	264.3	102.1	91.5	122.8
27-jun-22	*	*	17.53	16.00	265.0	102.3	82.2	117.4

Fuentes: INOCAR (Ecuador), DHN (Perú), SHOA (Chile).

* Dato no disponible.

El Boletín de Alerta Climático (BAC) es una publicación mensual de la CPPS en coordinación con instituciones gubernamentales de Colombia, Ecuador, Perú y Chile, donde se analizan las condiciones oceánicas y atmosféricas de la región del Pacífico Sudeste dentro del Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN). La versión digital del BAC está disponible a partir del 10 de cada mes en las páginas web dela CPPS: http://www.cpps-int.org y del INOCAR: http://www.inocar.mil.ec.

Las sugerencias, comentarios o información científica serán bienvenidas a los correos electrónicos: dircient@cpps-int.org, nino@inocar.mil.ec, (grupo BAC-ECUADOR), o mediante comunicación escrita dirigida a la sede de la Comisión Permanente del Pacífico Sur, Secretaría General, Av. Francisco de Orellana y Miguel H. Alcívar, Edificio "Las Cámaras" - Torre B - Planta baja, 593-4-3714390- sgeneral@cpps-int.org - Guayaquil, Ecuador.

Los correos de las instituciones aportantes en la elaboración del presente Boletín, se listan a continuación:

INSTITUCIÓN	Dirección electrónica
DIMAR/CCCP-Centro de Investigaciones Oceanográficas e	cccp@dimar.mil.co
IDEAM -Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	meteorologia@ideam.gov.co
INOCAR - Instituto Oceanográfico de la Armada (Ecuador).	nino@inocar.mil.ec
DIHIDRONAV - Dirección de Hidrografía y Navegación (Perú).	oceanografia@dhn.mil.pe
SHOA - Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (Chile).	shoa@shoa.cl
DMC - Dirección de Meteorología (Chile).	metapli@meteochile.cl

Cite este boletín como: Comité Regional ERFEN, 2022. BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 381. www.inocar.mil.ec

PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE ESTE BOLETÍN

COLOMBIA

CCCP:	TF. Manuel Gutiérrez Moreno
	Ma2. Kevin Paz Quintero
	Oc. Ana Lucia Caicedo Laurido
IDEAM:	Ing. Luis Reinaldo Barreto Pedraza

ECUADOR

INOCAR:	Ing. Sophia Nativí Merchán
	Dr. Freddy Hernández Vaca

PERÚ

DHN:	Investigador Ingeniero Roberto Chauca
	Investigador Ingeniero Fernando Allasi
	Investigadora Bachiller Carol Estrada Ludeña
	Investigadora Ingeniera Rina Gabriel

CHILE

SHOA:	Investigador Oceanógrafo Julio Castro Barraza
	Investigador Oceanógrafo Mario Cáceres Soto
DMC:	Investigador Meteorológico Catalina Cortés
	Investigador Meteorológico Alicia Moya
	Investigador Meteorológico Diego Campos

EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Leonor Vera San Martín
Instituto Oceanográfico de la Armada - ECUADOR

COORDINACIÓN EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Embajador José Luis Pérez Sánchez-Cerro
Secretario General de la CPPS
Marcelo Nilo Gatica
Director de Asuntos Científicos de la CPPS

ISBN: 978-9978-9985-1-9

Editado en: INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DEL ECUADOR
Av. 25 de julio., Base Naval Sur. Guayaquil, Ecuador.
Teléfono: (593)-42481300,
Fax: (593)4-2485166