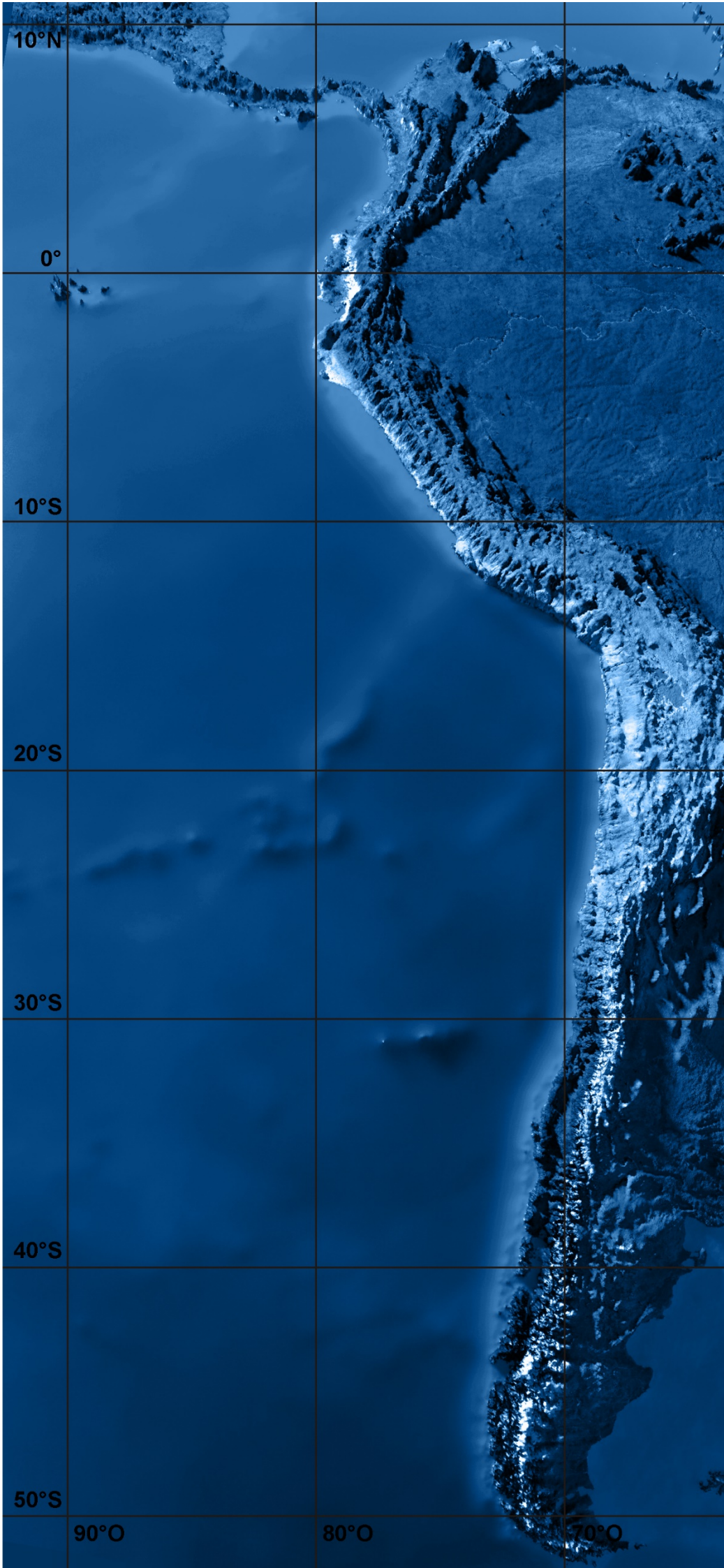
30 AÑOS

Boletín de Alerta Climático

BAC 364

ENERO 2021



ERFEN

Comité Interinstitucional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño

CPPS
Comisión Permanente del Pacífico Sur

IDEAM-DIMAR/CCCP
Colombia

INOCAR
Ecuador

DIHIDRONAV
Perú

SHOA-DMC
Chile

EDITORIAL

SERVICIO INFORMATIVO PERMANENTE PARA LA REGIÓN DEL PACÍFICO SUDESTE (PSE)

El Pacífico Sudeste (PSE) es un notable ejemplo de la riqueza de los océanos dado sus condiciones y características oceanográficas y ecológicas únicas e influenciado por corrientes cálidas ecuatoriales y frías (Humboldt), que producen altos niveles de productividad primaria y biodiversidad. Los Estados ribereños son usuarios directos de estas riquezas que sustentan los sistemas productivos y de servicios de esta región. Los efectos de las condiciones océano atmosféricas asociadas a El Niño y La Niña sobre los aspectos ecosistémicos son claves para poder dimensionar los impactos de esta variabilidad climática en estos sectores socioeconómicos.

Los Estados Miembros de la CPPS: Colombia, Ecuador, Perú y Chile, conscientes de la importancia de contar con información fidedigna aportada por los servicios oceanográficos y meteorológicos nacionales concibieron, hace tres décadas, la implementación de un sistema que ha permitido apoyar al proceso de toma de decisiones multisectorial, frente a los cambios en el ambiente. Un componente clave de éste ha sido la publicación ininterrumpida del Boletín de Alerta Climático BAC que celebra 30 años, el cual cuenta con un respaldo interinstitucional multidisciplinario de características transcendentales para la región del PSE. Este producto regional es el resultado del esfuerzo de una red dinámica de especialistas comprometidos con la necesidad de informar y comunicar con la mejor ciencia disponible sobre la variabilidad recurrente del PSE y su pronóstico de corto y mediano plazo, tanto a nivel regional como local.

Las actuales redes de observación y monitoreo costeras, satelitales, de boyas y otras herramientas permiten contextualizar los escenarios a distintas escalas y niveles, si bien, aún son insuficientes, ya vienen fortaleciendo la capacidad de pronóstico a nivel regional. Por otra parte, las manifestaciones crecientes del cambio climático que modifican la dinámica físico-química y los ecosistemas del océano, imponen un nuevo desafío para la previsión de El Niño, La Niña y sus impactos en el PSE. En este contexto, el Boletín de Alerta Climático BAC renueva su compromiso con la región y espera contribuir y reflejar la modernización del sistema de alerta temprana, para beneficio de los estados miembros y la comunidad en general.

RESUMEN

En el presente mes el índice oceánico El Niño (ONI), cumple su quinto mes consecutivo con anomalía negativa en el rango considerado como La Niña, lo que confirma el desarrollo de este evento. De la misma manera, los indicadores atmosféricos, Índice de Oscilación Sur e Índice de Oscilación Sur ecuatorial se mantienen positivos, asociado a La Niña.

La Temperatura Superficial del Mar en el Pacífico ecuatorial continúa con anomalías negativas, aunque la región Niño 4 es la única que mantiene una tendencia negativa, en las demás regiones, la anomalía es casi constante.

La componente zonal de vientos alisios mantiene su intensificación en el oeste del Pacífico ecuatorial, sin embargo en la parte central-este disminuyó, lo que podría contribuir al ingreso de ondas Kelvin a las costas de Sudamérica en marzo.

El nivel del mar en las estaciones oceanográficas de los países de la región fueron variables de norte a sur. Se observaron anomalías positivas de hasta 10 cm en Ecuador, hacia el sur, en Perú fueron negativas, de hasta -8 cm y en Chile no se observó un patrón definido y fueron tanto negativas como positivas. Por su parte la TSM fue menor valor a su normal y se registró anomalía negativa en el rango de -0.3 a 1.6 °C.

En el presente mes las observaciones in situ mostraron superávit de precipitaciones en localidades al norte de los países de la región (Tumaco-Colombia y Esmeraldas, San Lorenzo-Ecuador) y en el centro-sur de Chile (desde Valparaíso hasta Temuco). Déficits importantes, mayores a 40 mm, se registraron en Puerto Bolívar-Ecuador, Paita-Perú. Puerto Montt e Isla de Pascua en Chile. La temperatura media del aire fue negativa en la mayoría de las estaciones.

Los modelos climáticos indican el desarrollo del evento La Niña se mantendrá hasta el trimestre febrero-marzo-abril de 2021, pero disminuirá su intensidad.

I. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ATMOSFÉRICAS REGIONALES

La temperatura Superficial del Mar (TSM) en la cuenca sur del Pacífico Tropical (CSPT) se muestra en la figura 1, con valores superiores a 26 y hasta 30 °C, al oeste de 120°O y norte de 25°S. Al sur de 25°S las isolíneas de TSM se configuran paralelas y disminuyen gradualmente de 26 a 14 °C. En el lado oriental de la CSPT, junto a la costa, la TSM es menor que la observada en océano abierto y se advierten de norte a sur valores desde 28 a 15 °C. La distribución de TSM evidenció anomalías negativas frente a Chile, que se extendieron hacia el noroeste hasta 150 °E, con un valor promedio de 1 °C (Fig. 2). Al norte y sur de esta lengua de anomalías negativas, predominaron valores positivos, con un núcleo máximo de 3 °C, al noreste de Nueva Zelanda (15°O-25°S). Por su parte el patrón de distribución de la salinidad superficial, indicó una zona de menor salinidad (~33 ups), en la cuenca de Panamá, cubriendo la costa pacífica de Colombia y norte de Ecuador. Se presentó una zona de máxima salinidad (> 36 ups), centrada en 120°O y 20°S. En el resto del área la salinidad promedio fue de 35 ups, Fig. 3.

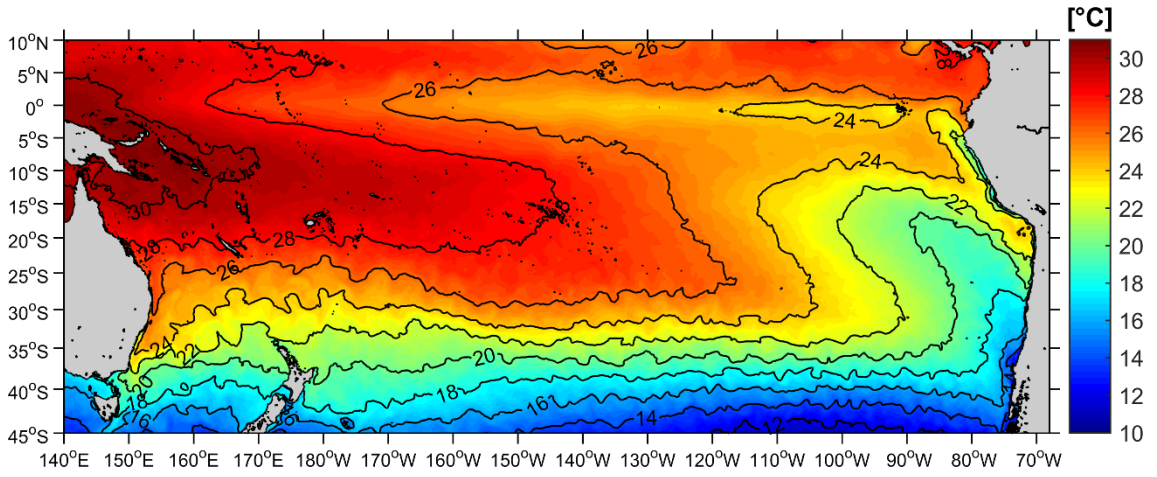


Fig. 1. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar. Fuente: CMEMS, producto OSTIA

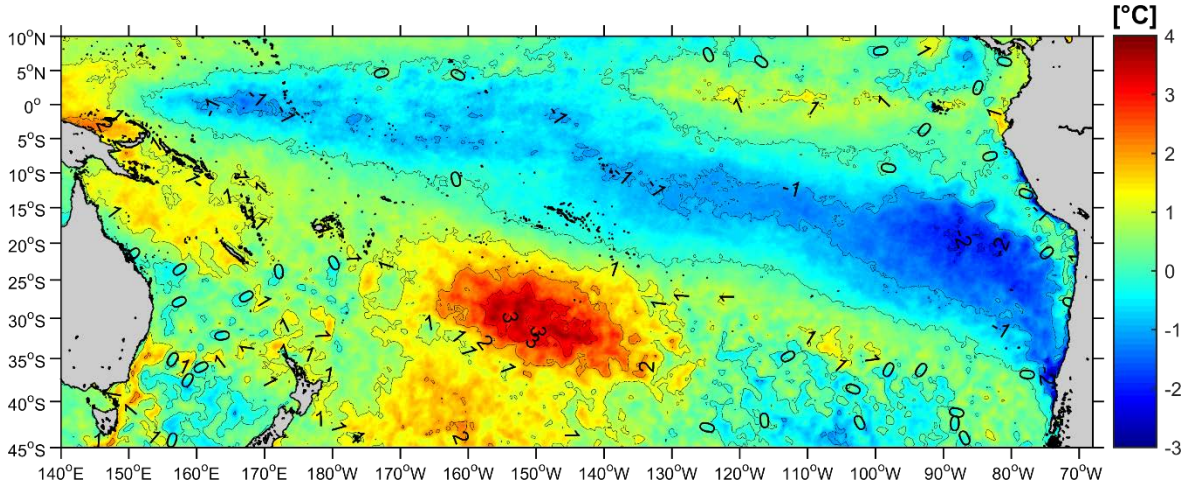


Fig. 2. Anomalía de TSM en la cuenca del Pacífico. Fuente: CMEMS, producto OSTIA

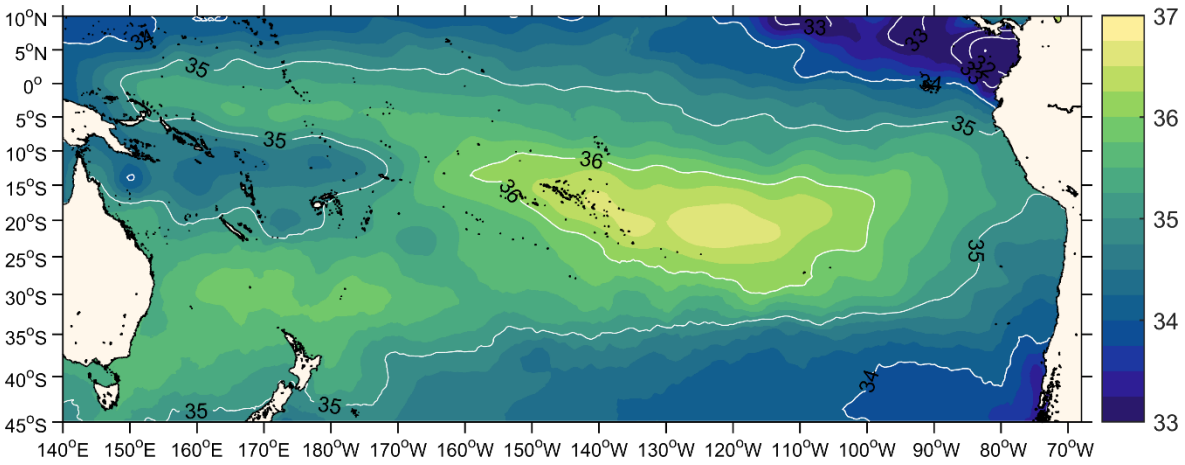


Fig. 3. Mapa de la Salinidad superficial del NM en la cuenca del Pacífico Sur. Fuente: datos: CMEMS NOAA Gráfico: INOCAR

La anomalía del nivel del mar continúa positiva en toda la CSPT, con 0.1 m en promedio, observándose sectores dispersos con anomalías de hasta 0.2 m. En la región ecuatorial la anomalía se mantuvo alrededor de 0.1 m, con ma. Fig. 4

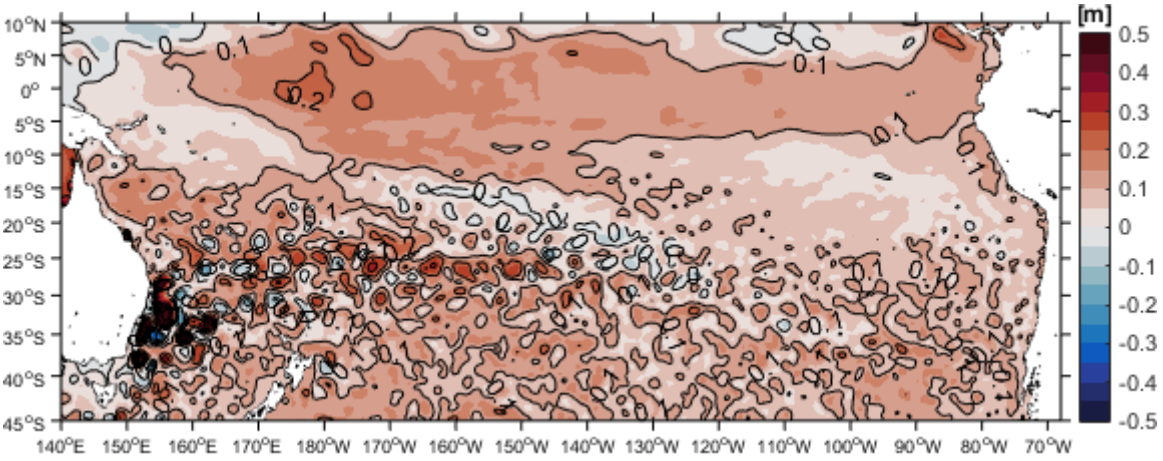
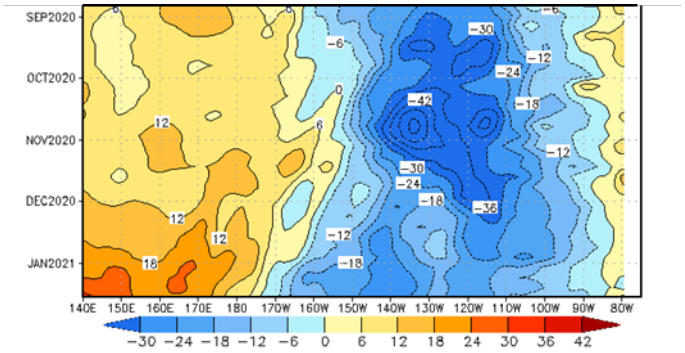


Fig. 4. Mapa superficial de las anomalías del NM en la CPS de octubre 2020. Fuente: datos: AVISO

A nivel sub superficial, en gran parte del Pacífico ecuatorial (90°O y 160°O) la profundidad de la isoterma de 20 °C se mantuvo con anomalías negativas, pero con menores valores respecto al mes anterior; mientras que, en el extremo oriental la isoterma se ubicó muy cerca de su profundidad normal. Con relación al esfuerzo del viento zonal, éstos fueron del este e intensos, al oeste de 150°O, lo cual retroalimentarían las condiciones frías en dicha zona; sin embargo, alrededor de 130°O los vientos del este se debilitaron, lo cual podría generar una onda Kelvin cálida (Fig. 5).

En cuanto la propagación de ondas kelvin para el OPE, se evidencia disminución espacial de aguas frías desde las costas suramericanas hasta el centro del Pacífico Ecuatorial con valores que van desde -0.5 °C hasta los -2 °C, y el aumento de valores positivos en el occidente de la OPE, fig. 6.

a)



b)

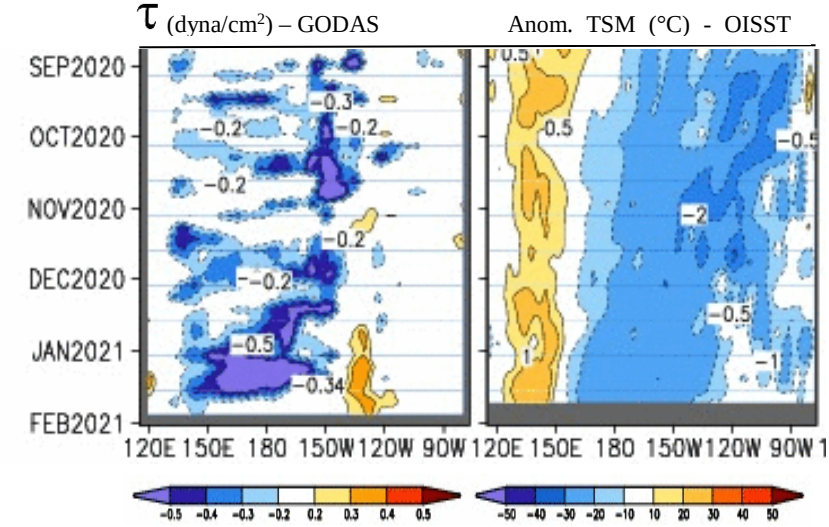


Fig. 5. Diagrama Hovmöller de a) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C y b) esfuerzo del viento y anomalía de la TSM del Pacífico ecuatorial (02°N-02°S). Fuente: a) CMEMS V3.0. climatología del 1981-2009/b) GODAS. NCEP.CPS.NOAA y OISST.NOAA

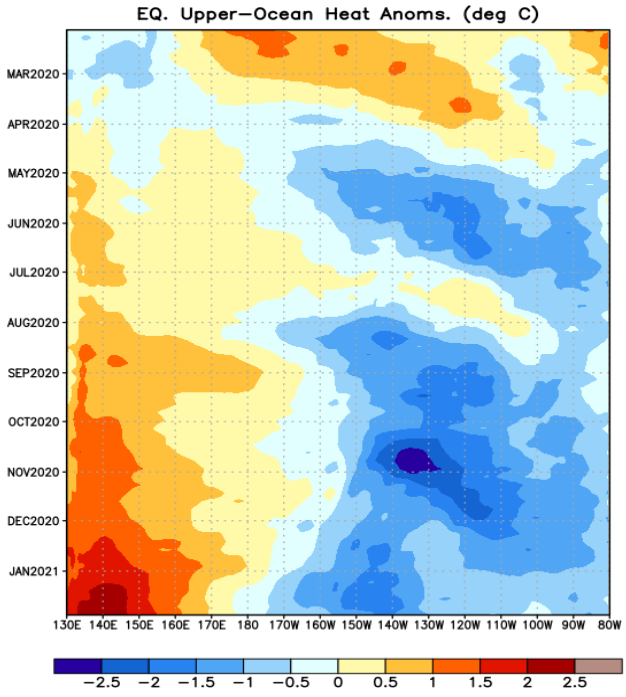


Fig. 6. Ondas Oceánicas Kelvin de hundimiento (Downwelling-rojo) y surgencia (Upwelling-azul), en el OPE. La escala de colores representa la magnitud de las anomalías en °C. Fuente: Climate Prediction Center-NOAA.

Las anomalías de TSM (ATSM) continuaron negativas en enero en las cuatro regiones Niño. En Niño 4, la tendencia se mantuvo negativa y disminuyó a -1.2 °C, siendo el menor valor registrado desde el 2016. En las regiones Niño 3.4 y 3, los valores se mantienen similares al mes anterior (1.05 y 0.67 °C) y en la región Niño 1+2, fue ligeramente menos negativa (-0.78 °C).

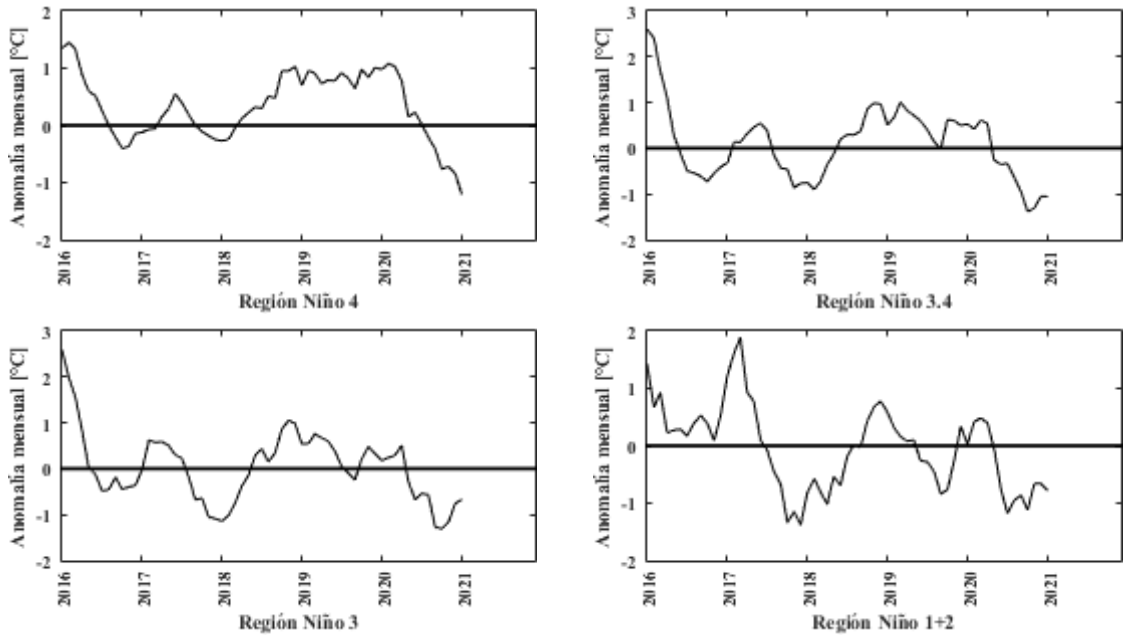


Fig. 7. Anomalías de TSM en las regiones Niño. Fuente: Información OISST v.2

El indicador de condiciones Niño, índice oceánico ONI, continúa negativo ((-1.2 °C), siendo el quinto mes consecutivo menor a -0.5 °C, lo cual confirma el desarrollo de La Niña. De la misma manera el SOI y SOI-eq, se mantienen positivos, asociados a eventos LN, Fig. 8.

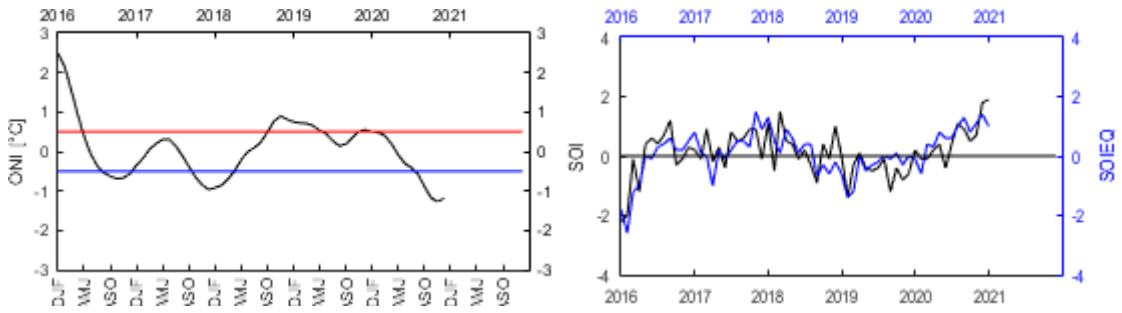


Fig.8. Índices de seguimiento de ENOS. Índice ONI (izquierda). SOI tradicional, línea negra y SOI ecuatorial, línea azul (derecha). Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) en el Pacífico ecuatorial (PE)l fueron positivos al oeste y centro del PE, lo que implica un fortalecimiento de los vientos asociado a LN, mientras entre 135°O y 120°O), el valor fue negativo, contrario a lo esperado durante el desarrollo de un evento frío, Fig. 9.

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 para los próximos tres meses: en la región central del Pacífico ecuatorial (Niño 3.4), condiciones frías

moderadas; y en la región oriental (Niño 1+2), condiciones por debajo de lo normal, pero aun dentro del rango neutral según el Índice Costero El Niño, Fig. 10.

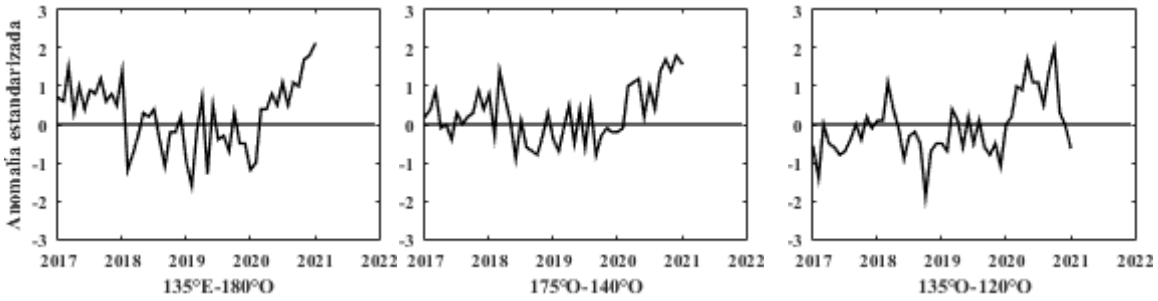


Fig. 9. Índice de vientos zonales en el Pacífico Ecuatorial

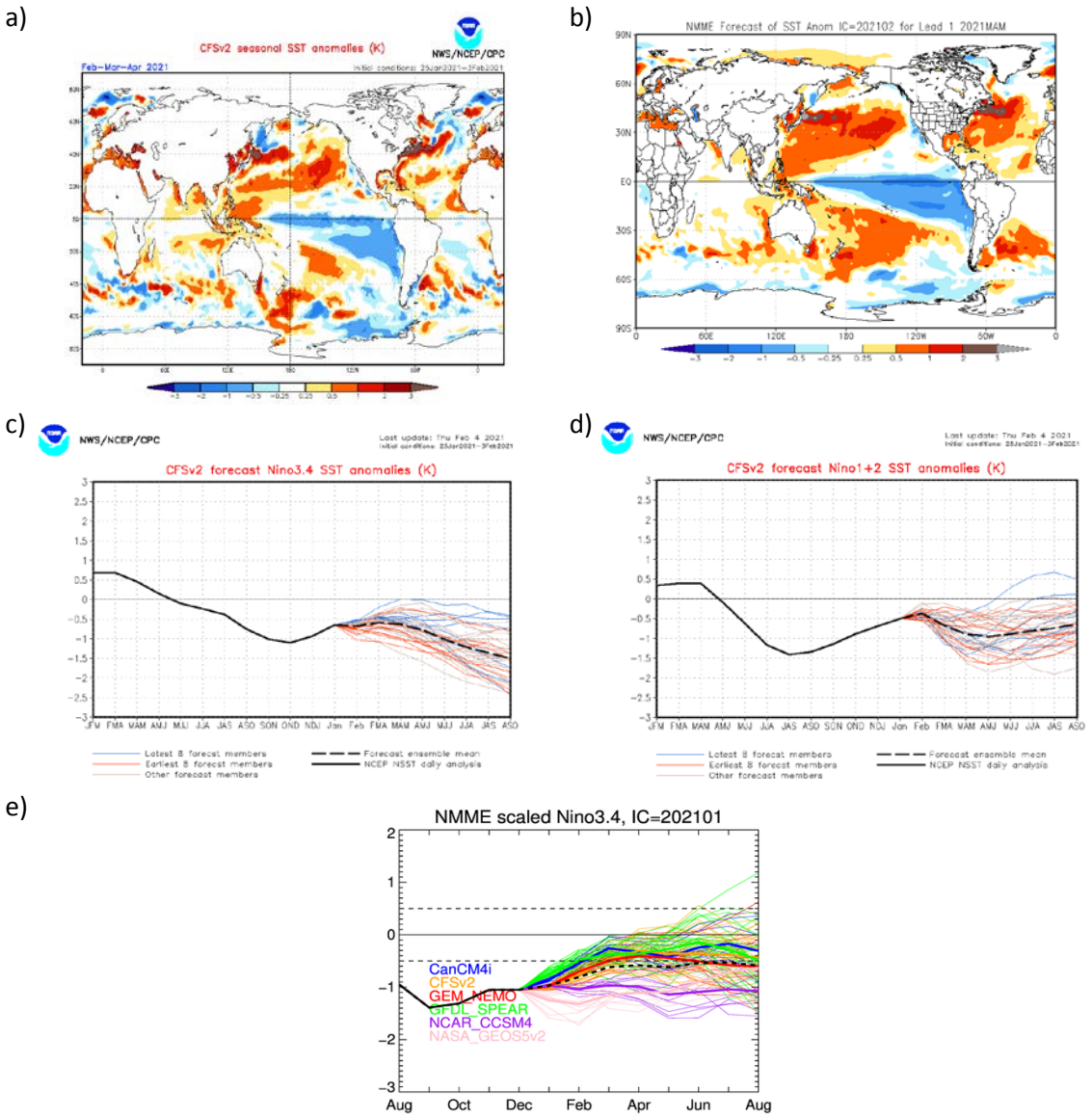


Fig. 10. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el trimestre febrero- marzo-abril de 2021 a) mapa de CFSv2, b) mapa NMME. c) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 3.4, d) plumas de modelos del CFSv.2 para Niño 1+2, e) plumas de modelo del NMME para Niño 3.4.

CONDICIONES NACIONALES

A. COLOMBIA

Con respecto a la temperatura en la estación costera fija de Tumaco (02°00'00" N - 78°48'00" O), en enero del 2021 se obtuvo un promedio mensual de la TSM de 26.80 °C, con anomalías negativas de -0.35 °C, con respecto a la media histórica del mes (Figura 11). En el registro realizado el 15 de enero del 2021 (línea roja), la termoclina se ubicó entre 43 y 55 m. La temperatura en la columna de agua (0 a 80 m), osciló entre 14.48 °C y 27.17 °C (Figura 12).

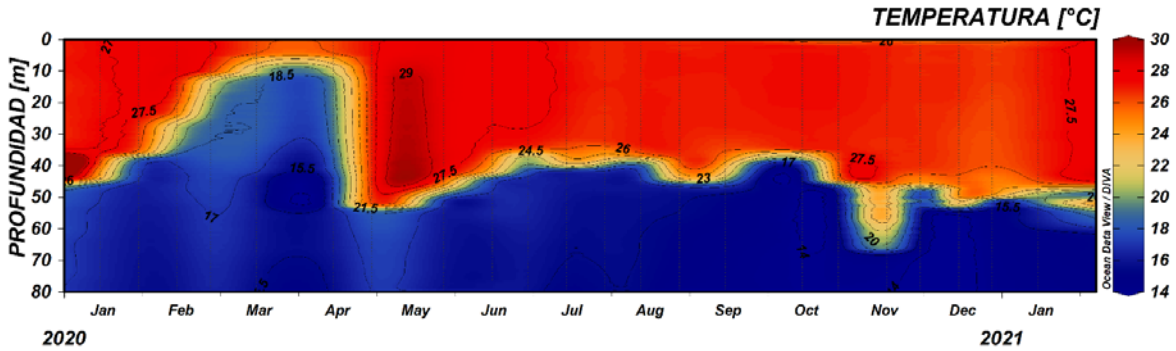


Figura 11. Serie temporal de temperatura del agua entre 0 a 80 metros de profundidad. Fuente: CCCP.

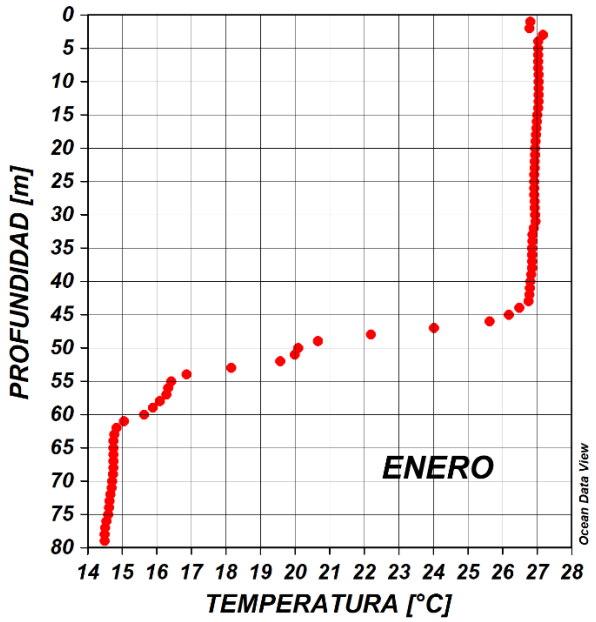


Figura 12. Perfiles de temperatura para el mes de enero 2021 registrado en la estación costera fija de Tumaco. Fuente: CCCP.

El Índice Multivariado de Tumaco (IMT) presenta categoría "F1", indicando fase fría neutra -1.26 para esta zona del país (Figura 13 y Tabla 1). Se presenta una disminución en los Valores Medios Mensuales de Temperatura Superficial del Mar (VMMTSM), en los Valores Medios Mensuales de Temperatura Ambiente (VMMTA) y disminución en los Valores Totales Mensuales de Precipitación (VTMP). Con respecto a diciembre, se observa la continuidad de condiciones frías en los valores que se venían presentando en los últimos meses.

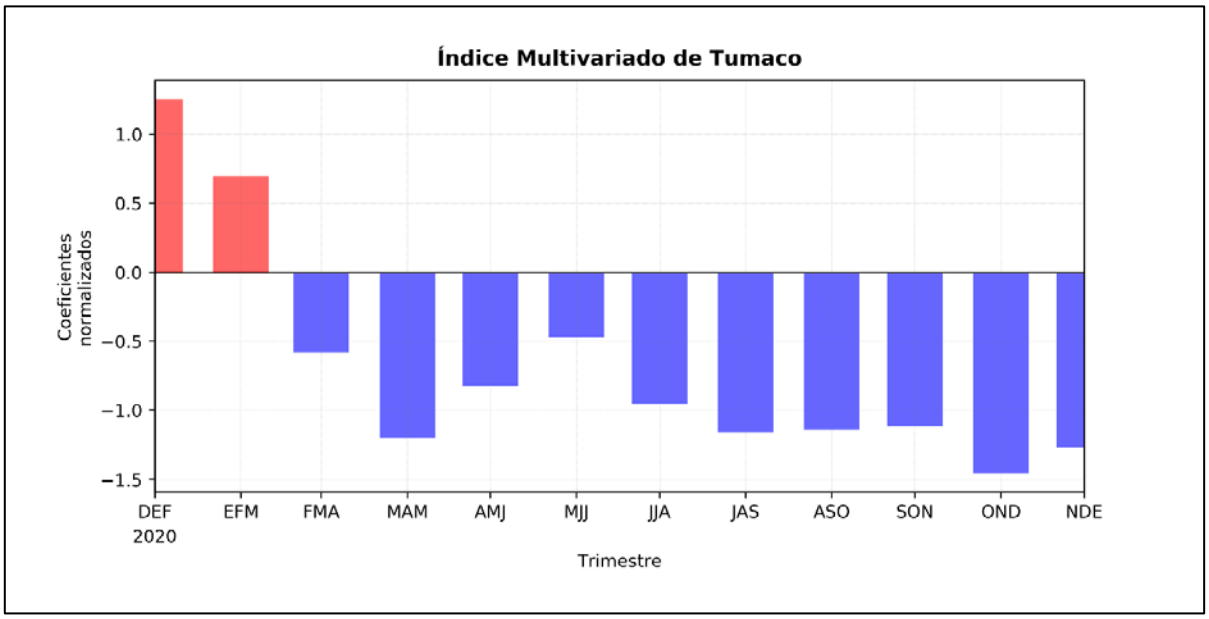


Figura 13. Comportamiento del Índice Multivariado de Tumaco (IMT) para el periodo comprendido entre diciembre del 2019 y enero del 2021. Fuente: CCCP.

Tabla 1. . Valores Índice Multivariado Tumaco (IMT) para el periodo comprendido entre los años 2016 y 2021. En color rojo se presentan Condiciones cálidas, en Color azul condiciones frías y en color negro condiciones neutrales (Fuente: CCCP).

AÑO	**TRIMESTRE AÑO**											
	ENE	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
2016	1.92	0.79	-0.04	0.14	1.15	1.13	0.66	0.18	0.40	-0.17	-0.45	-0.28
2017	-0.15	-0.19	-0.36	0.46	0.86	0.75	0.34	0.30	0.35	-0.25	-0.83	-0.98
2018	-0.7	-0.50	-0.63	-0.78	-0.55	-0.8	-0.6	-0.5	0.05	0.31	0.14	0.29
2020	0.49	0.9	0.6	0.18	0.16	0.26	0.5	0.0	0.08	0.22	0.32	0.41
2020	0.84	1.3	0.81	0.47	-0.77	-0.22	0.18	-0.37	-0.52	-0.60	-0.41	-0.73
2021	-1.26											

Las condiciones meteorológicas en los principales puertos del Pacífico Colombiano en el periodo comprendido entre el 01 y el 31 de diciembre de 2020, se describen a continuación:

- En Buenaventura la Temperatura ambiente (TA) presentó un promedio de 25.63 °C, evidenciándose una anomalía negativa de -0.52°C. El valor máximo registrado fue de 29.1 °C y el valor mínimo de 22.4 °C. El promedio mensual para la Humedad Relativa fue de 87.94%, con una anomalía negativa de -2.73%. El valor máximo registrado fue de 99% y el valor mínimo de 68%.
- En Tumaco la TA presentó un promedio de 25.37°C, evidenciándose una anomalía negativa de -0.41°C. El valor máximo registrado fue de 28.5°C y el valor mínimo de 22.3°C. El promedio mensual para la Humedad Relativa fue de 93.66%, con una anomalía positiva de 1.88%, el valor máximo registrado fue de 100% y el valor mínimo de 71%. El total de Precipitación observado fue de 416.6 mm, obteniendo una anomalía positiva de 79.98 mm.

En el mes de enero, la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) presentó alta actividad, entre los 5°N a 10°N en la zona marítima del Pacifico colombiano; sobre el territorio entre 7°N y 11°N, en el océano Atlántico, entre los 5° N a los 10° N. Los frentes fríos para este periodo de tiempo se mantuvieron en gran parte de los 20°N al norte. Se presentaron bajas presiones sobre el oeste de la región Caribe, aguas territoriales del Pacífico y el norte de la Orinoquia, tiempo durante las cuales determinaron las precipitaciones en noroccidente del país y oriente del país.

En lo que respecta a la variabilidad intraestacional, la oscilación Madden y Julian (OMJ) no tuvo una influencia en su fase convectiva y fue muy débil en la fase subsidente en el comportamiento de las lluvias en el territorio nacional en enero.

El seguimiento realizado por el IDEAM, muestra precipitaciones, entre por encima y muy por encima de la normal climática1, en: litoral y centro de Bolívar y Sucre, sur de Sucre y occidente de Córdoba, centro de Guajira, en la región Caribe; sur de Antioquia, área del sur de Bolívar y norte de Santander, sur de Norte de Santander, Risaralda, Caldas, norte de Tolima, y sur de Cauca, en la región Andina; centro de Chocó y litoral de Nariño, en la región Pacífica; la mayor parte de la Orinoquía; piedemonte de Putumayo y sur de Caquetá, Guaviare, oriente de Caquetá, Vaupés, Guainía, centro y oriente de Amazonas, en la Amazonia.

Condiciones deficitarias se presentaron en: Golfo de Urabá, nororiente de Córdoba, Sucre, centro-norte de Bolívar, Atlántico, norte y centro de Magdalena, Cesar y península de La Guajira, en la región Caribe; en la Cordillera Oriental desde Norte de Santander, hasta el norte de Huila, Quindío, y norte de Cauca, en la región Andina; oriente y occidente de Arauca, norte y occidente de Casanare, en la Orinoquia. El resto del territorio presentaron valores de precipitaciones dentro de los umbrales de las normales climáticas. Adicionalmente, se observó la disminución del número de días con lluvias con respecto a las normales climatológicas.

Con respecto a la temperatura, tanto la temperatura media como la temperatura máxima presentaros anomalías mayores en 1 °C, en el centro y occidente de la región Caribe; norte del Chocó, en la región Pacífica; Santander, Antioquia y occidente de Cundinamarca en la región Andina. El resto del país estuvieron dentro de los límites de las normales climáticas.

Los valores de precipitaciones más altos en el mes se presentaron en: la estación Samaná, municipio de Samaná (Caldas) en el día 22 de enero, con 209,0 mm; la estación Aeropuerto Gerardo Tobar L, municipio de Buenaventura (Valle del Cauca) el 4 de enero, con 179,0 mm.

Las temperaturas máximas del mes se presentaron en: la estación Jerusalén del municipio Jerusalén (Cundinamarca) con un valor de 39.8 °C, y la estación Guaymaral del municipio Bosconia (Cesar) con un valor de 38.8 °C, el día 24 de enero.

La temperatura mínima del mes se presentó en el día 5 de enero, en la estación Berlín, en el municipio de Toná (Santander), con un valor de -7.6 °C.

[1] Índice de precipitación mayor a 160%.

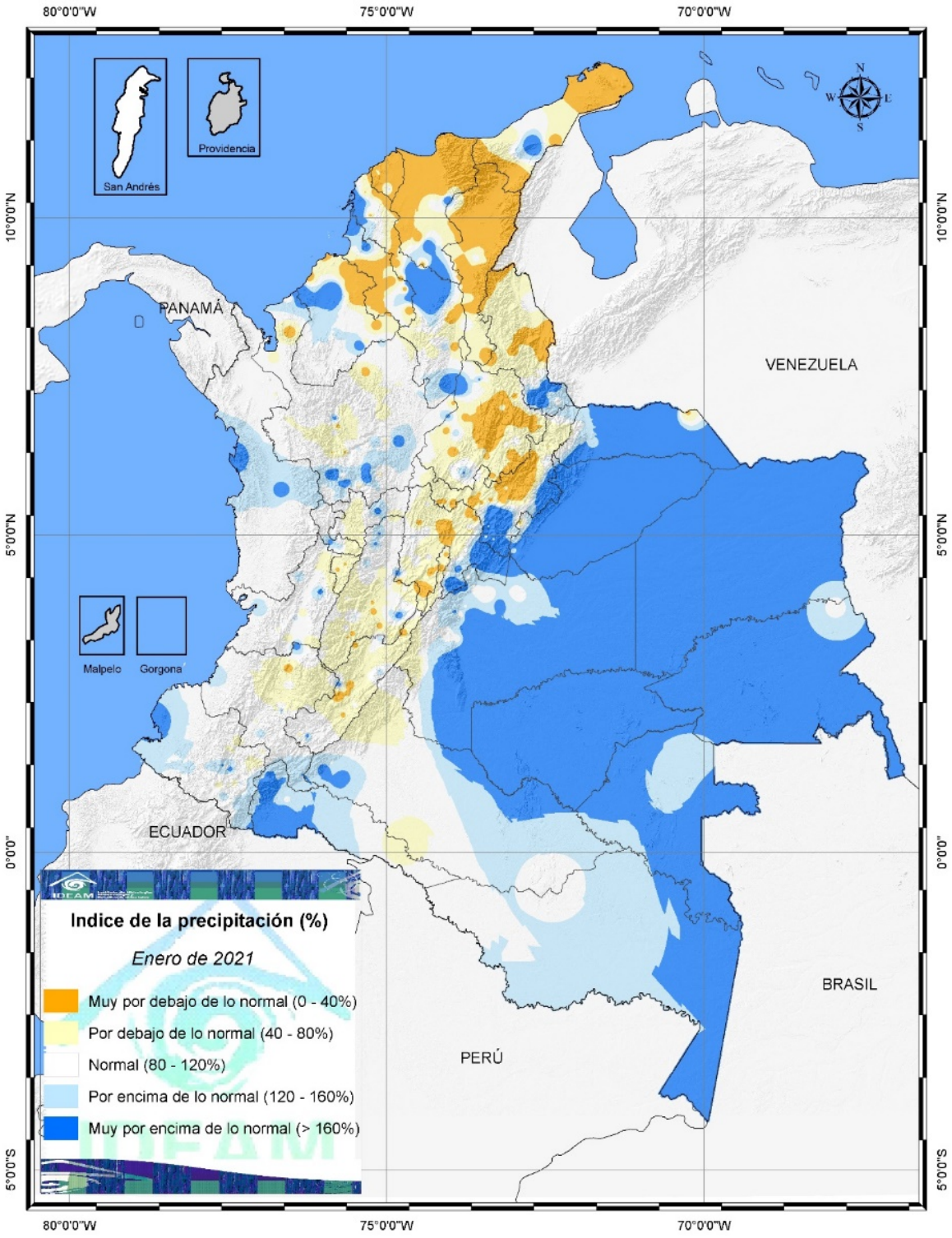


Fig. 14. Anomalía porcentual de la precipitación mes de enero de 2021.

B. ECUADOR

En la figura 15, se observa que la dirección de los vientos superficiales es predominante del sur, con desviación hacia el oeste en la parte oceánica y hacia el este cerca del borde continental. La magnitud es de máximo 5 m/s y en general es menor a la de diciembre 2020. Al sur de Galápagos se registraron los valores mínimos de aproximadamente 3 m/s.

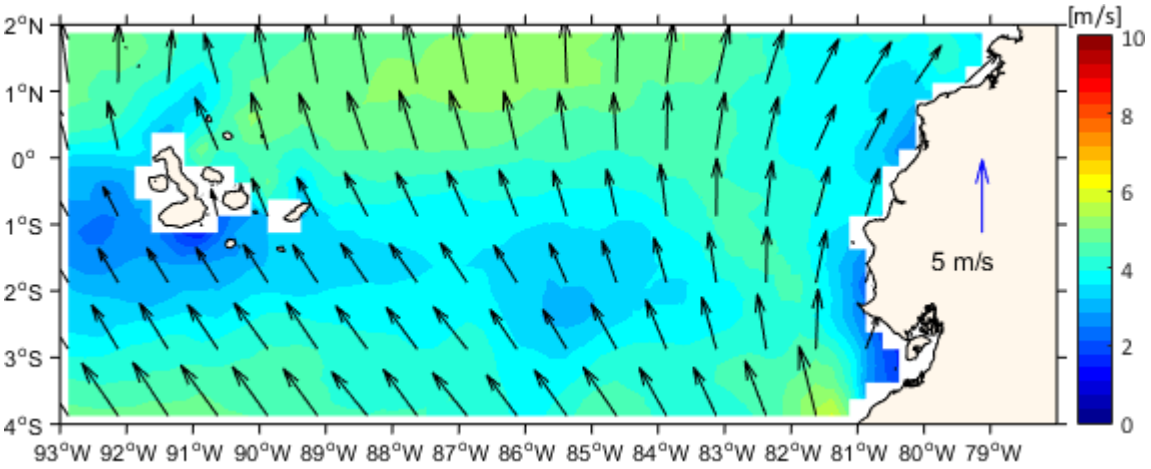


Fig. 15. Patrón de vientos superficiales. Fuente: ASCAT

La precipitación acumulada mensual en el océano y en las regiones insular y continental ecuatorianas aumentó como consecuencia del desplazamiento de la ZCIT hacia el sur. Las precipitaciones superaron los 200 mm en el norte continental y marítimo del país; en tanto que al sur tuvieron un promedio de 100 mm. Fig. 16.

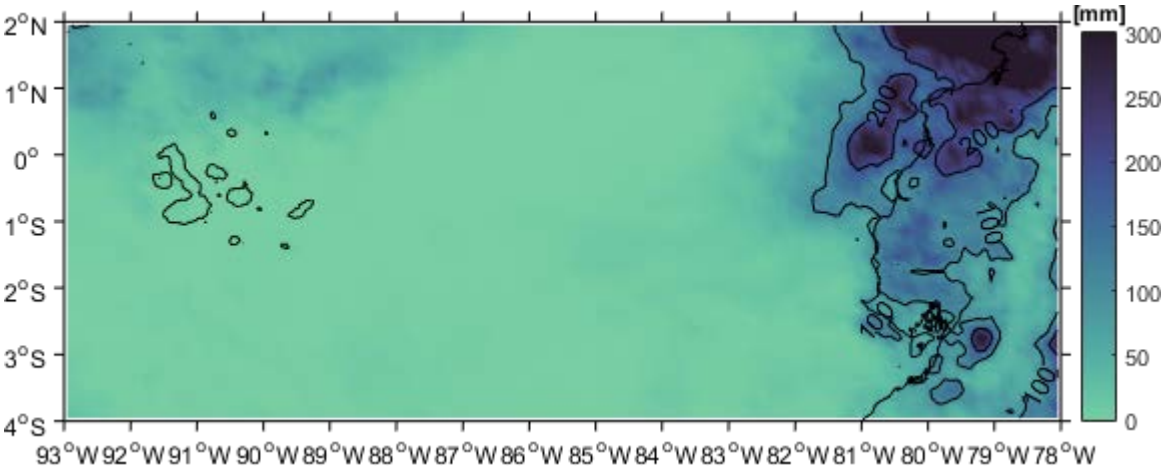


Fig. 16. Acumulado mensual de precipitación

El Frente Ecuatorial (FE) que representa el encuentro del Agua Tropical Superficial (ATS) y del agua Ecuatorial Superficial (AES) está debilitado, con las isotermas de 25 y 26 °C como límites sur y norte. La temperatura mínima, de 23 °C, es observada al oeste de Galápagos y en la extensión de aguas provenientes del sur (83°O -3°S). En la costa del Ecuador desde el Golfo de Guayaquil hasta 1°S la TSM es de 25.5 a 26 °C y en dirección norte de 26 a 26.5 °C. La anomalía de TSM fue positiva, en promedio de 1 °C, figura 17 b.

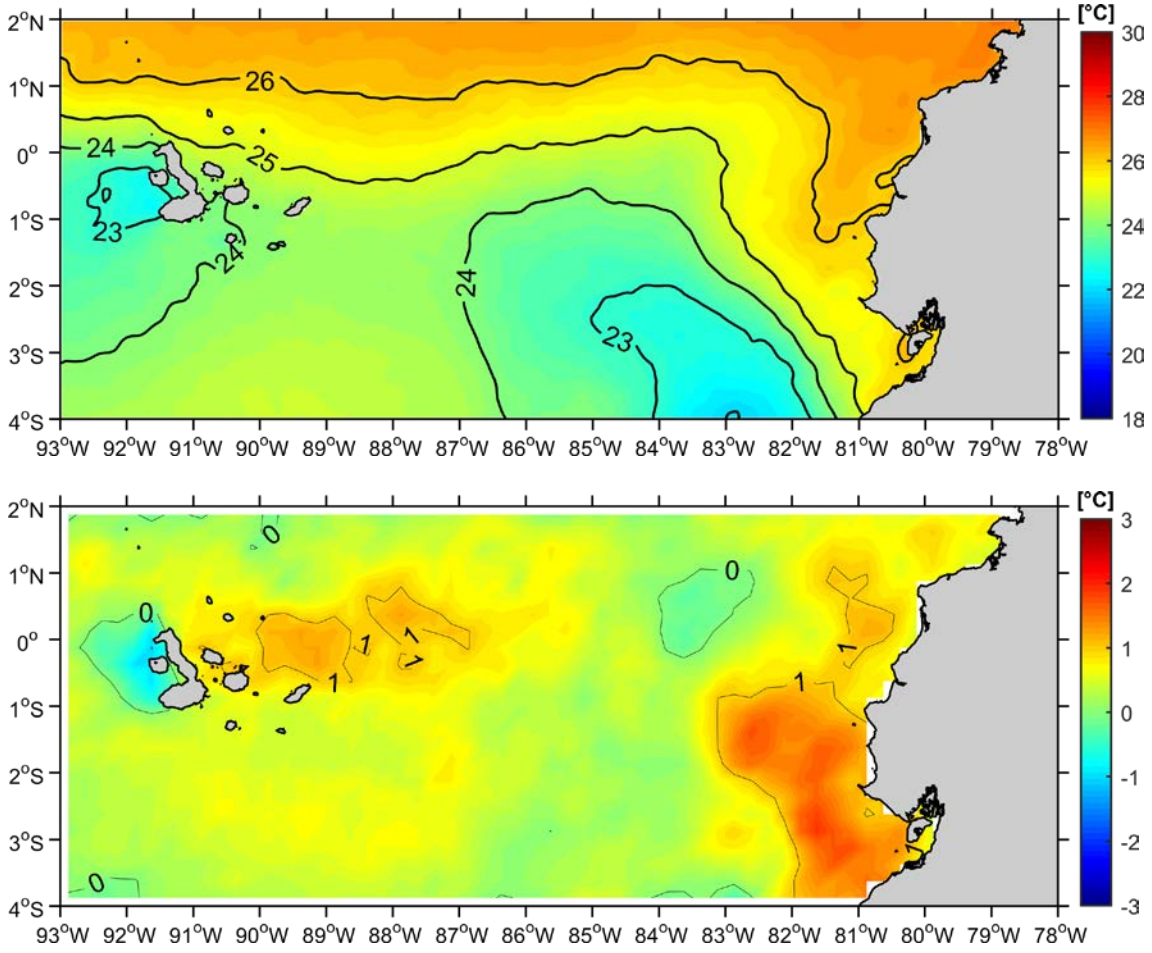


Fig. 17. (a) Temperatura Superficial del Mar y (b) Anomalía de la TSM en el mar ecuatoriano. Fuente: Base de datos Copernicus-Ostia.

El patrón de salinidad indica un incremento de salinidad de noreste a suroeste, con el mínimo (33.5 ups) junto a la costa norte de Ecuador y el máximo (34.5 ups) al sur en de 3°S. Fig. 18.

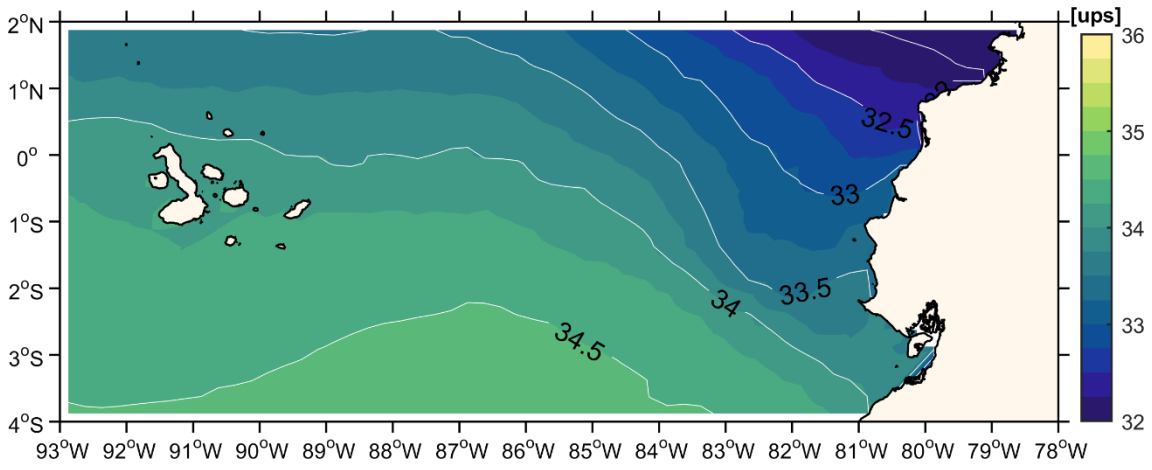


Fig. 18 Distribución de la salinidad superficial en territorio marítimo ecuatoriano

En las latitudes que corresponden a Ecuador, representadas por líneas verticales en la figura 19, se observa, al norte (0-1.2°N), el agua de mayor temperatura (24 a 26 °C) y menor salinidad de toda la sección, correspondiente al Agua Tropical Superficial (ATS). La influencia de esta masa de agua se registra hasta 20 m de profundidad aproximadamente. Al sur de la sección (1°S - 3°S) la temperatura oscila alrededor de 23 °C y la salinidad de 34.5 hasta los 20 m de profundidad, lo que se identifica como Agua Ecuatorial Superficial, figura 19.

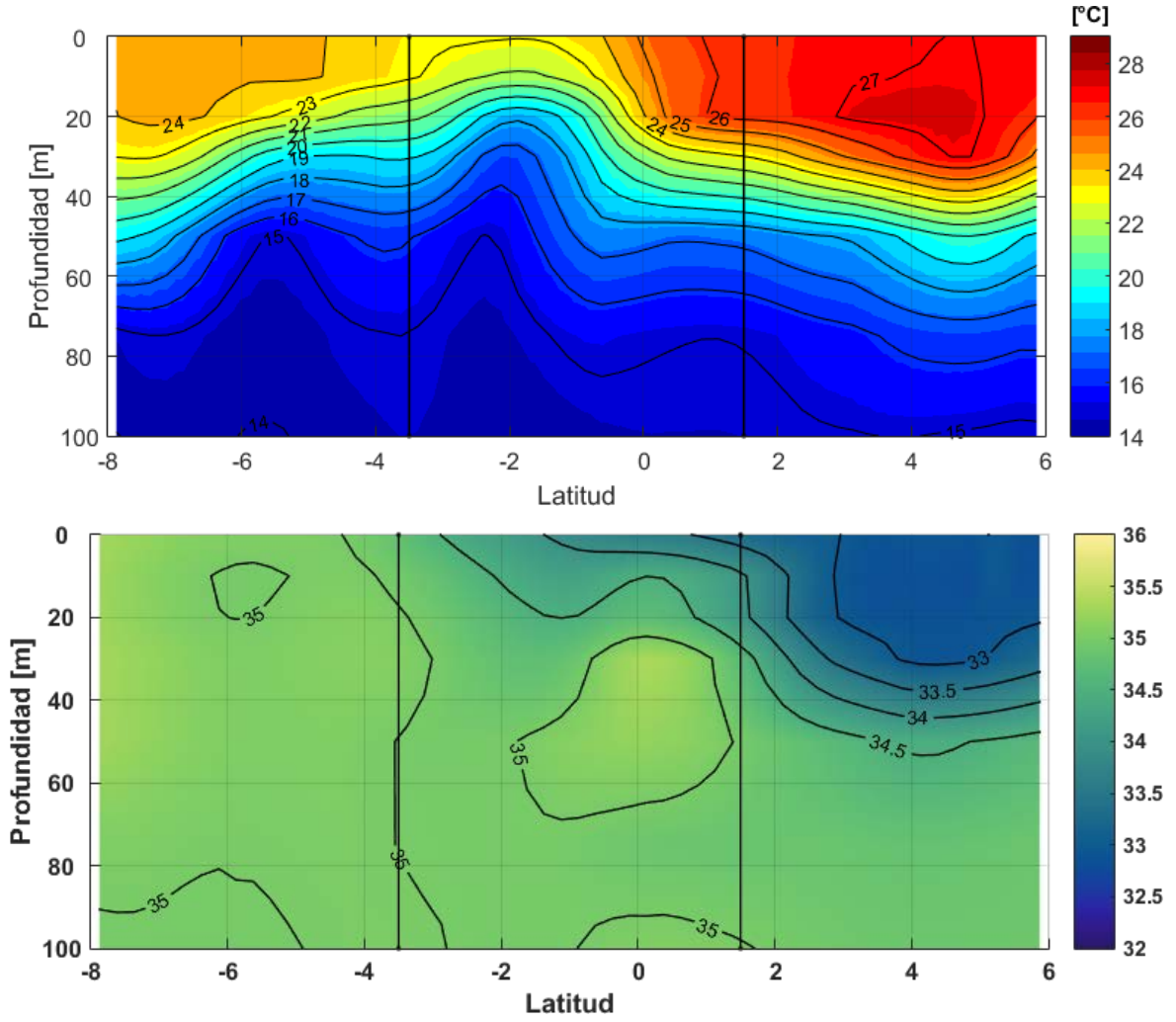


Fig. 19. Sección en profundidad a lo largo del 82°O entre el 8N y 8°S. (a) Temperatura del mar y (b) Salinidad del mar. Fuente: Copernicus Data set armor weekly

Las estaciones 10 millas costa afuera mostraron una TSM promedio de 26 °C. La Capa de Mezcla (CM) fue menor que en meses anteriores y su amplitud, de aproximadamente 20 m, lo cual es cercano a su condición normal. En la figura 20, la estación de la izquierda, corresponde a la ubicada mas al norte (Esmeraldas) y hacia el sur están Manta, La Libertad y Puerto Bolívar (derecha). En los primeros 20 m, en Esmeraldas, predomina la ATS, hasta con el 80 % de presencia. La AES se ubicó en toda la columna de agua, al menos con 20 % de ocurrencia y con mayor predominio (40 %) en Manta, La Libertad y Puerto Bolívar. El Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) registró un porcentaje mayor al 60 %, bajo los 50 m de profundidad.

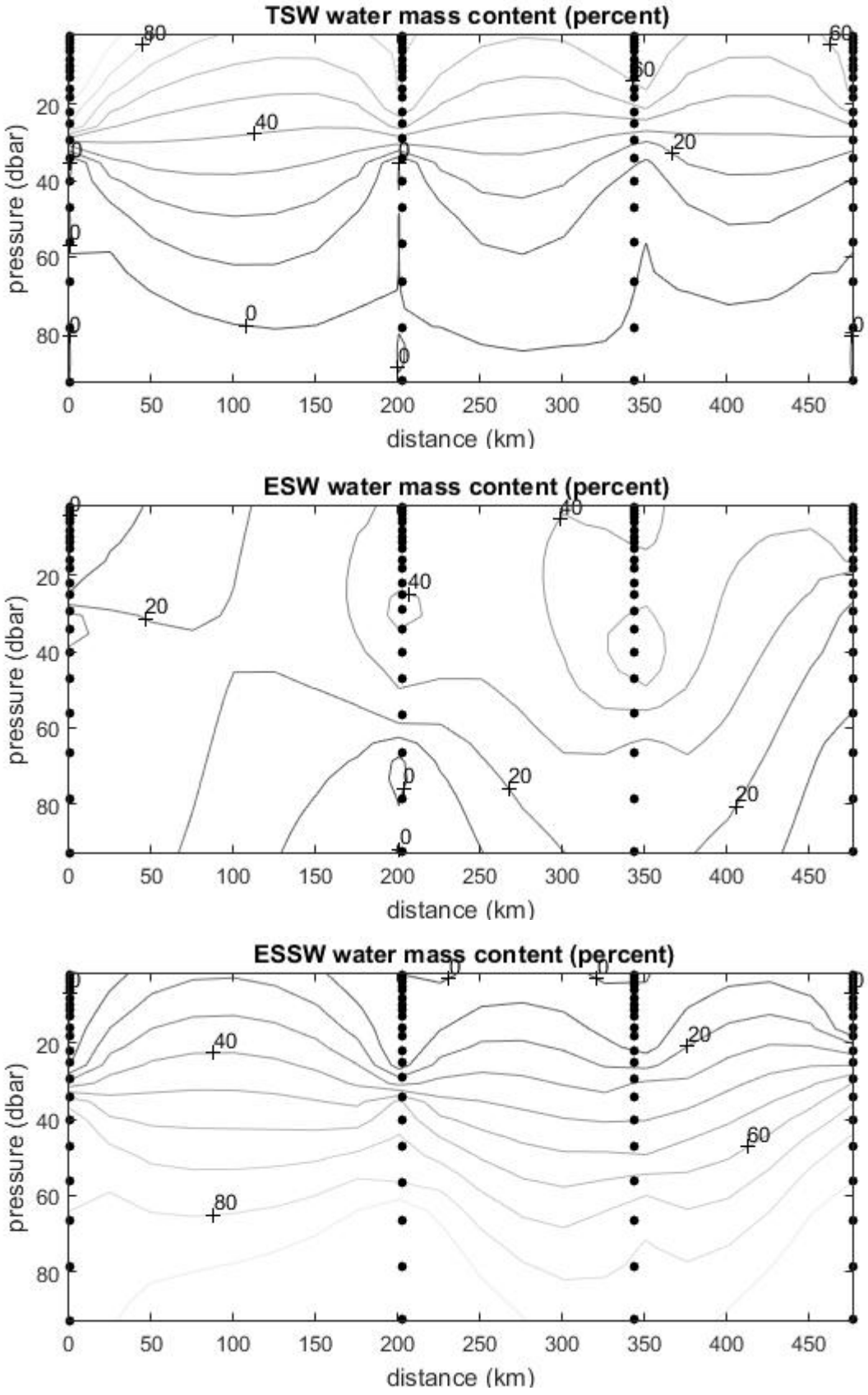


Figura 20. Distribución de masas de agua. Panel Superior Agua Tropical Superficial (TSW), Agua Ecuatorial Superficial (ESW). Panel Inferior Agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW).

C. PERÚ

La TSM promedio se ubicó en el rango de 19ºC a 24 °C, configurando dos escenarios paralelos, la primera de condiciones frías dentro de las cien millas adyacente a la costa, con anomalías negativas de hasta -1.5 °C; y la segunda, condiciones normales, por fuera de esta zona. Sólo al norte de los 05°S la TSM superó sus valores normales, con anomalías de hasta +1.5ºC (Fig. 21).

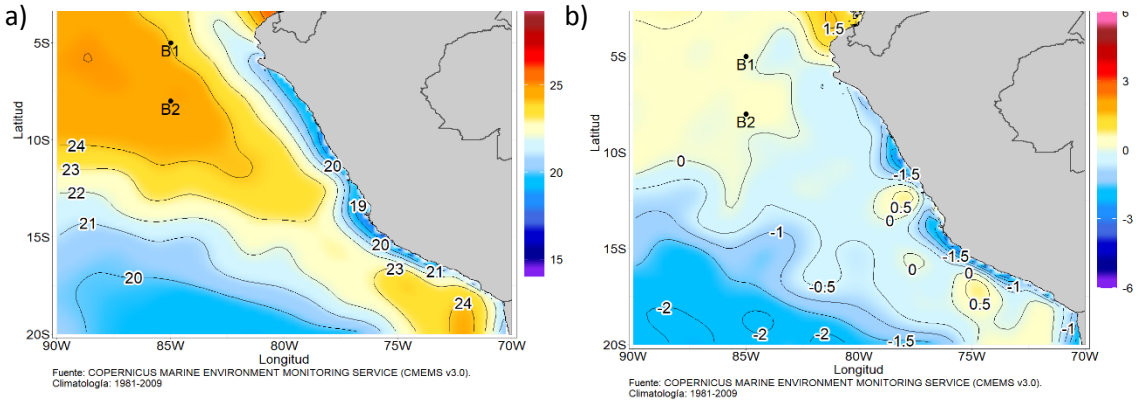


Fig. 21. Promedio enero 2021. a) TSM, y b) anomalía de la TSM. Fuente: datos: Ostia-CMEMS V3.0. Gráfico: DIHIDRONAV

Sub superficialmente, al norte de los 05°S, en los primeros 20 m debajo de la superficie la temperatura aumentó rápidamente, asociado a salinidades menores de 34,8 UPS, caracterizando la presencia de aguas ecuatoriales superficiales (AES). El ingreso de estas aguas del norte favoreció a la disminución del enfriamiento que se registró en diciembre, manifestando en enero condiciones cercanas a lo normal (Figs. 22 y 24). En los 05°S, por fuera de las doscientas millas, la temperatura se mantuvo con anomalías negativas hasta 50 m de profundidad, con salinidades de 35 UPS, propias de aguas de mezcla de aguas subtropicales superficiales y aguas ecuatoriales superficiales (Figs. 23a, 23b, 23c y 23d).

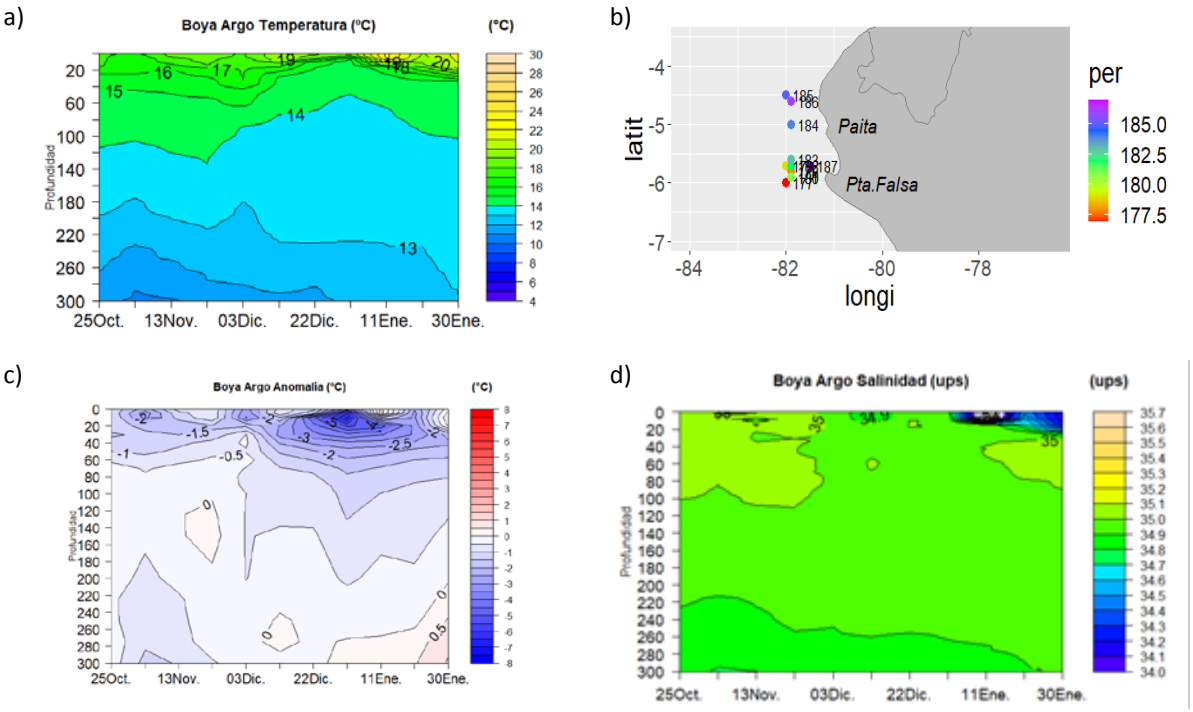


Fig. 22. Distribución vertical de la a) temperatura, c) anomalía de temperatura y d) salinidad, frente a la costa norte (b), del 25 octubre 2020 al 30 de enero 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV

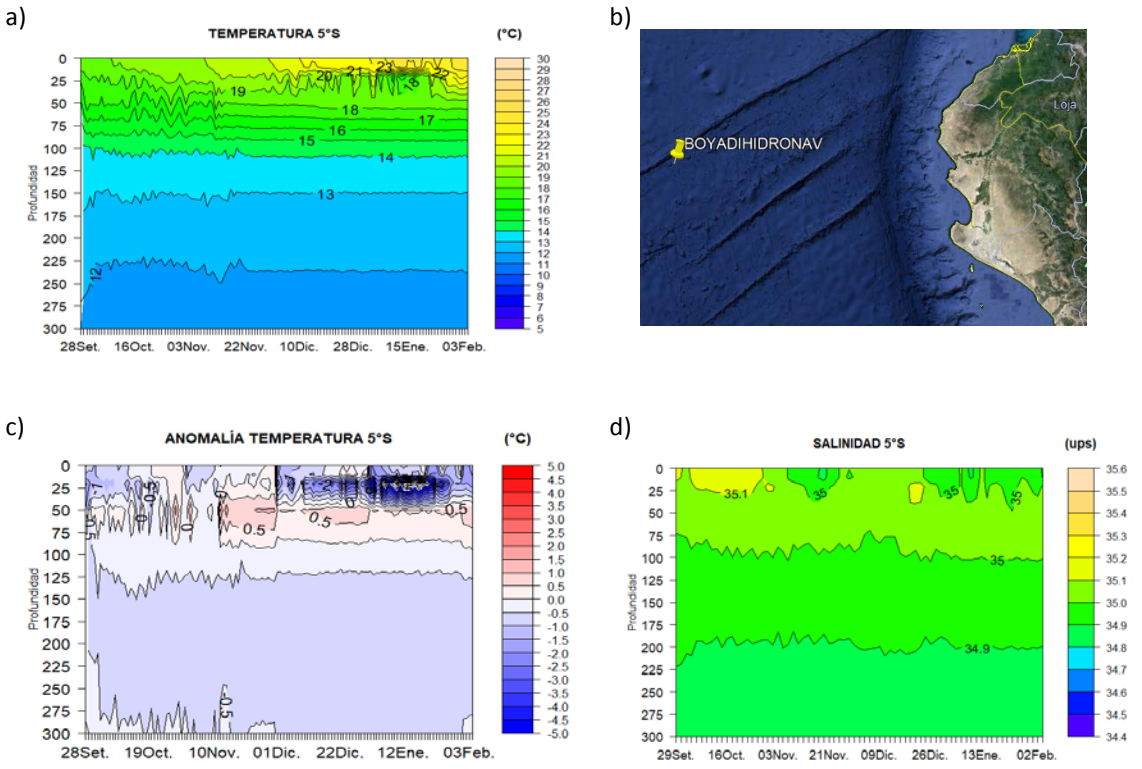


Fig. 23. Distribución vertical de la a) temperatura, c) anomalía de temperatura y d) salinidad, frente a la costa norte (05°S), del 28 de setiembre 2020 al 3 de febrero 2021. Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV

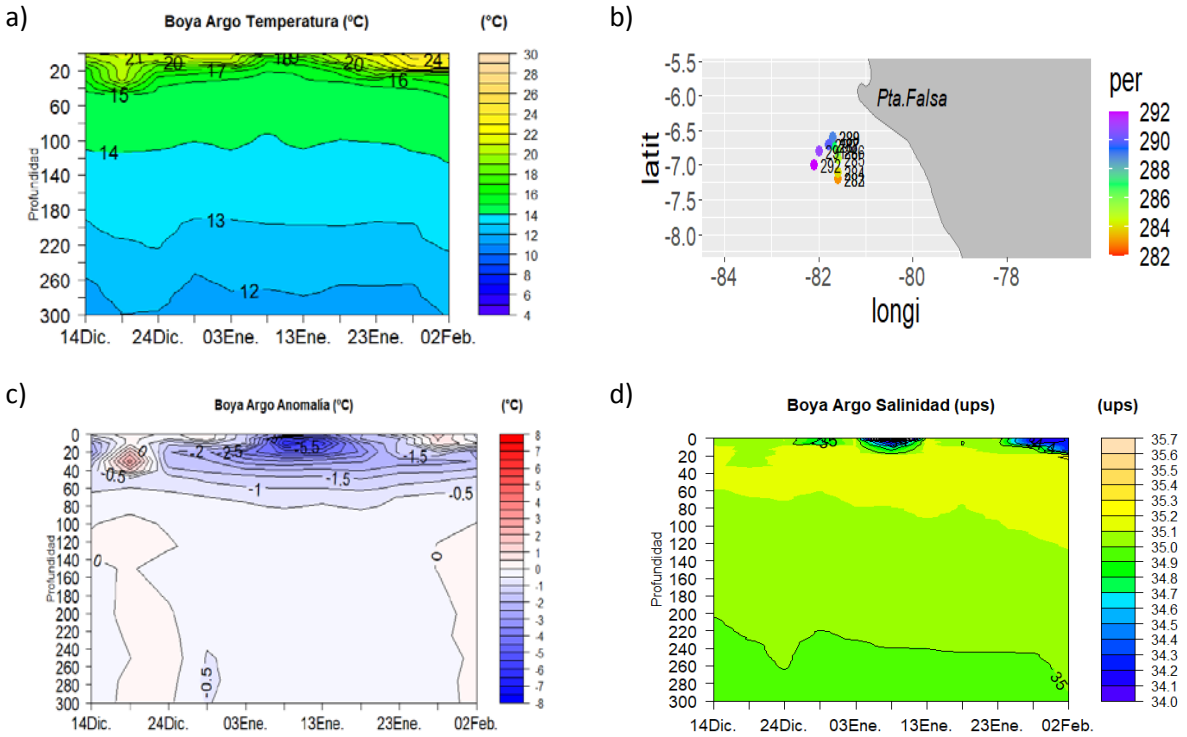


Fig. 24. Distribución vertical de la a) temperatura, c) anomalía de temperatura y d) salinidad, frente a la costa norte (b), del 14 de diciembre 2020 al 2 de febrero 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV

Por otro lado, en el litoral peruano la TSM predominó con anomalías negativas, con mayores valores en el norte (-3 °C). En la última semana del mes, al norte de la Isla Lobos de Afuera la TSM aumentó rápidamente, hasta en 4 °C, esto debido a la incursión de AES y a una onda Kelvin cálida (Tabla 2, Fig. 25).

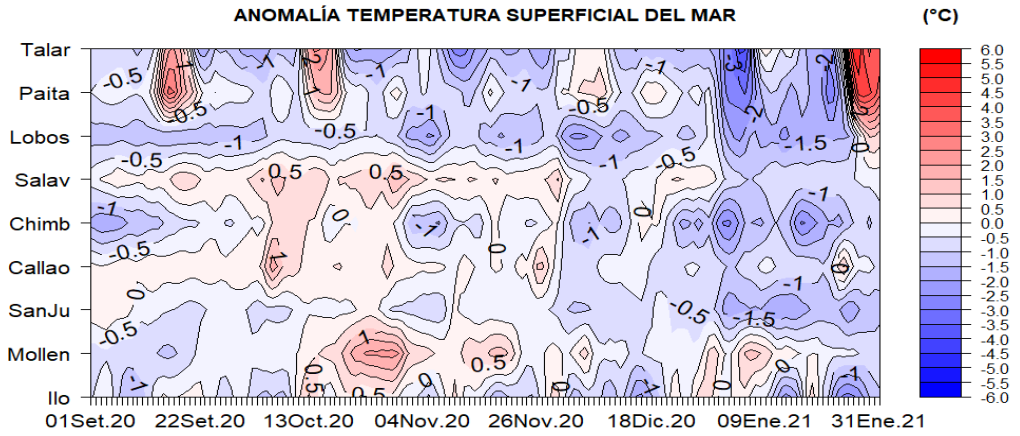


Fig. 25. Anomalía diaria de la temperatura superficial del mar (°C) en el litoral de Perú, entre setiembre 2020 y enero 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Asimismo, el nivel del mar en el litoral se mantuvo con anomalías negativas, de -6 cm en el norte y de hasta -12 cm en el centro (Callao y Pisco). En la última semana de enero, en el norte el nivel aumentó gradualmente hasta su valor medio, debido al paso de una onda Kelvin cálida (Fig. 26 Tabla 2.

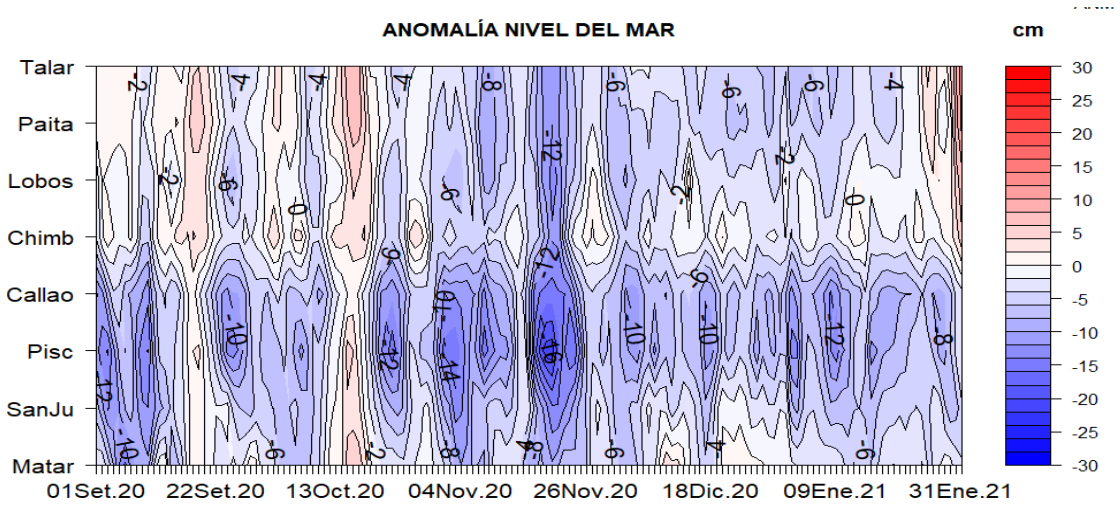


Fig. 26. Anomalía diaria del nivel del mar (cm) en el litoral de Perú entre setiembre 2020 y diciembre 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

La TA también predominó con anomalías negativas, con valores diarios de hasta -1.5°C. Similar a la TSM, en la última semana de enero la TA aumentó raídamente, en particular en el norte, hasta en 0,5°C por encima de lo normal. (Fig. 26 y Tabla 2).

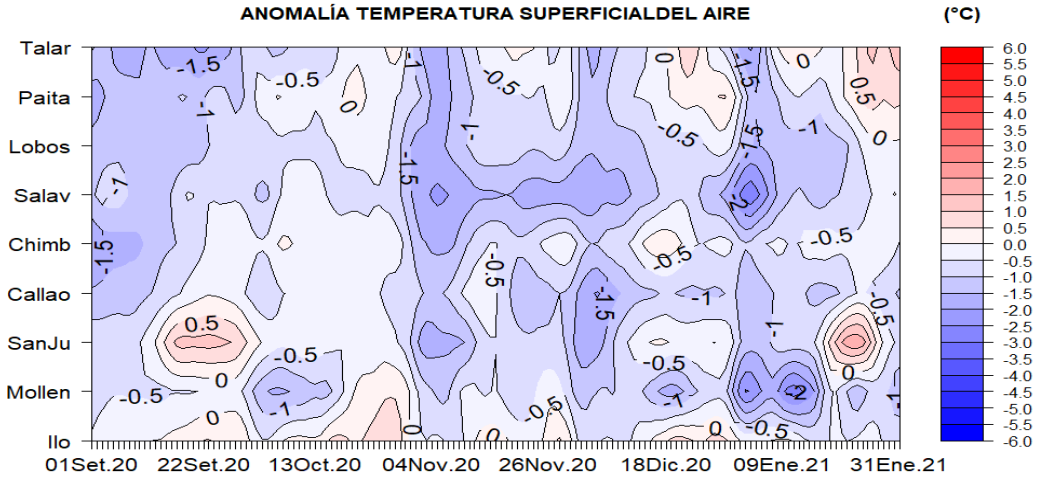


Fig. 27. Anomalía diaria de la temperatura del aire en el litoral del Perú entre setiembre 2020 y enero 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Se registró información de precipitación sólo en la Isla Lobos de Afuera y parte del litoral centro (Chimbote y Callao); lloviznas intermitentes (09 y 10 de enero) acumulando 1.2 mm y trazas (1 – 3 enero), respectivamente, Tabla 2.

En el litoral se registraron vientos del Suroeste (SO), Sur (S) y Sureste (SE), con velocidades entre 3.1 y 6.4 m/s. Predominaron velocidades con anomalías positivas del orden 0.6 a 1.4 m/s; Sólo en Paita (-1.6 m/s) e Isla Lobos de Afuera (-2.5 m/s) fueron negativas (Tabla 2).

Tabla 2. 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 (mm)	VIENTO		
			(° C)	Anomalía	(cm)	Anomalía	(° C)	Anomalía		Dirección	Velocidad	Anomalía (m/s)
Talara	04°35'00''	81°17'00''	*20.3*	*- 0.3*	*135*	*- 2*	*24.4*	*0.0*	*0.0*	*SW*	*6.4*	-
Paita	05°05'00''	81°06'30''	*19.9*	*- 0.8*	*121*	*- 3*	*25.4*	*- 0.3*	*0.0*	*S*	*3.1*	*- 1.6*
Lobos de Afuera	06°36'00''	80°42'30''	*19.1*	*- 1.3*	*144*	*- 1*	*21.1*	*- 1.0*	*1.2*	*SE*	*3.8*	*- 2.1*
Chimbote	09°04'00''	78°36'00''	*20.2*	*- 1.6*	*161*	*- 1*	*22.3*	*- 0.4*	*Trazas*	*S*	*4.0*	*+ 1.4*
Callao	12°03'30''	77°09'00''	*15.8*	*- 0.5*	*103*	*- 8*	*20.4*	*- 1.0*	*Trazas*	*S*	*3.3*	*+ 0.7*
San Juan	15°21'00''	75°09'00''	*14.1*	*- 1.6*	*197*	*- 6*	*23.5*	*- 0.1*	*0.0*	*SE*	*4.7*	*- 0.1*
Mollendo	16°55'54''	72°06'24''	*17.3*	*+ 0.1*	*204*	*- 3*	*20.5*	*- 1.7*	*0.0*	*SE*	*3.1*	*+ 1.3*
Ilo	17°37'00''	71°21'00''	*16.1*	*- 1.0*	*159*	-	*23.3*	*- 0.3*	*0.0*	*SE*	*4.7*	*+ 0.6*

D. CHILE

Durante enero, la TSM registró valores de anomalía negativos en todas las estaciones de monitoreo, alcanzando valores bajo lo normal en la estación de Antofagasta (-0,8 °C), Caldera (-1,0 °C), Coquimbo (-0,6 °C), Valparaíso (-1,1 °C) y Talcahuano (-0,6 °C), consistente con el actual estado de La Niña en el océano Pacífico Sur Oriental. En la gráfica espacio-temporal de la TSM satelital (Fig. 28a), se observó un desplazamiento hacia el polo menor a lo esperado de las isotermas 10, 15 y 20 °C, con un notable retroceso a mediado de mes, lo que generó anomalías negativas a lo largo de la costa de Chile, que alcanzaron valores bajo lo normal (< -2,0 °C) desde el norte hasta los 40° de latitud sur (Fig. 28b). En comparación con los años anteriores (2019 y 2020), el mes de enero de 2021 fue notablemente más frio al del año 2020 y levemente más frio que enero de 2019.

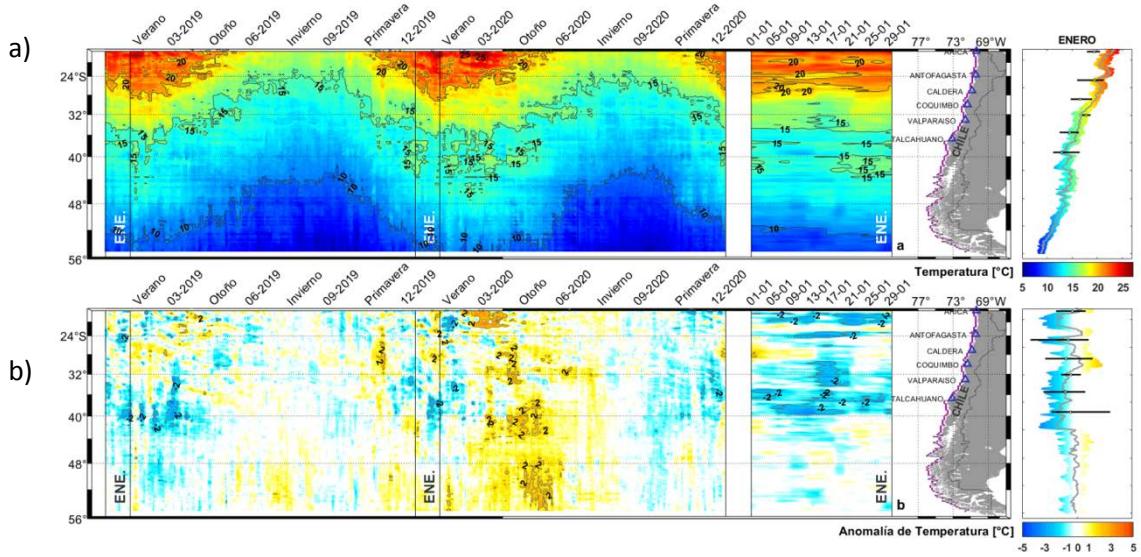


Fig. 28. Variación espacio-temporal de la TSM satelital a lo largo de la costa de Chile (izquierda) y su comparación con la TSM del mes de diciembre de las estaciones de monitoreo (derecha) (máximo, mínimo y media). La línea violeta en el mapa muestra la selección de puntos para la extracción de la información satelital. Climatología satelital entre los años 2003 a 2014. 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 [2021-01-08] at http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ04.

Durante enero del presente año, en general se presentó un aumento del nivel del mar de casi todas las estaciones de monitoreo (exceptuando Antofagasta), similar al mes anterior, no obstante con amplitudes menores. El mayor aumento promedio en relación al mes anterior, se detectó en Talcahuano (5 cm) y el menor aumento fueron en las estaciones de Arica y Coquimbo (1 cm).

La información altimétrica (Fig. 29 a), coincide con tres estaciones de nivel del mar (Fig. 29 b), estas son las estaciones de Arica, Coquimbo y Valparaíso. En cambio, las estaciones de Antofagasta y Talcahuano su anomalía es menor a lo registrado por los datos altimétricos.

Al efectuar un análisis de las climatologías con las mediciones in situ del mes de enero, las anomalías mostraron fluctuaciones entre -7 cm (Antofagasta) y 5 cm (Coquimbo). Para este boletín se descartó la información de nivel del mar de Caldera, por encontrarse en mantención durante el mes de enero.

La estación de Talcahuano, donde se presentaron valores negativos en los últimos meses, influenciados principalmente por procesos locales, como fenómenos de resonancia al interior de la bahía y batimetría abrupta, mantiene su tendencia negativa, incluso aumentando. También, se debe considerar que el satélite por su resolución espacial no podrá mostrar adecuadamente lo que ocurre en Talcahuano. Esta estación al comparar con su climatología tiene una diferencia de -5 cm.

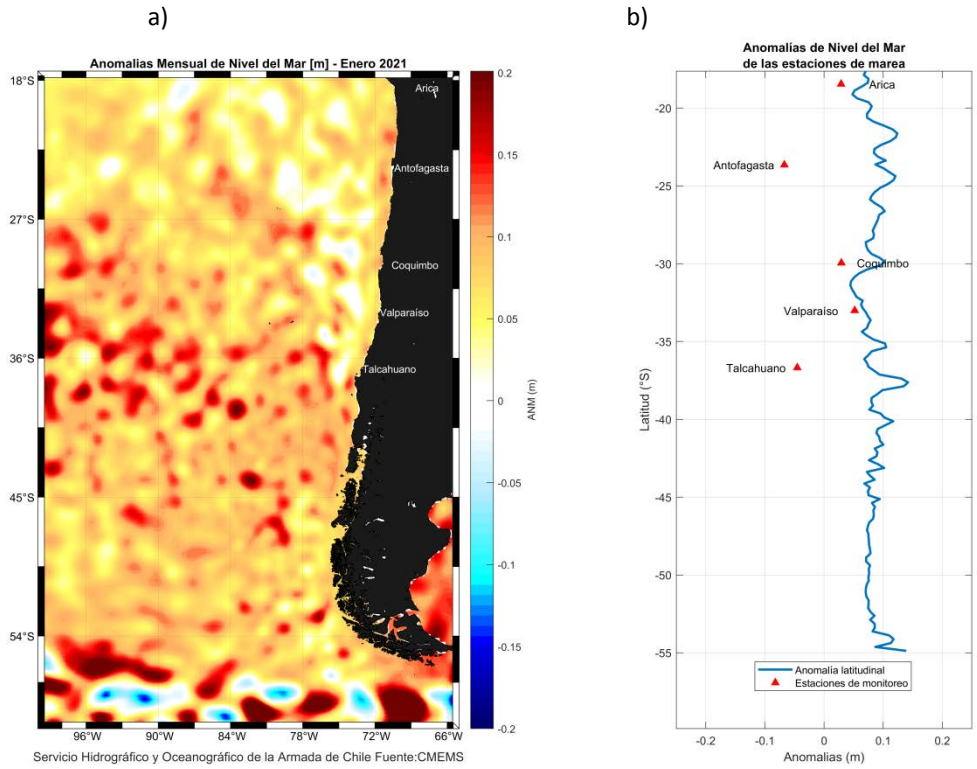


Figura 29. a) información satelital mensual de la anomalía de nivel del mar para el mes de enero del año 2021, b) representación latitudinal de los valores de la anomalías del nivel del mar de las estaciones de monitoreo (▲) y el promedio latitudinal de los 4 pixeles más cercanos a la línea de costa de la anomalía satelital mensual (línea azul).

El año comenzó con TA media sobre lo normal en el centro del país. Ciudades como Curicó y Chillán, alcanzaron 1.0 y 0.9 °C, de anomalía positiva respectivamente. Del mismo modo en Calama, se registró una anomalía de +0.6 °C. A diferencia de lo anterior, desde la costa norte del país hasta La Serena, se mostró una disminución de la TA media, destacando la ciudad de Arica con un valor de -0.9 °C. Igualmente, Juan Fernández, presentó una condición bajo lo normal, registrando de anomalía -0.6 °C. El resto de las ciudades, como Santiago o Puerto Montt, presentaron valores de anomalías considerados dentro del rango normal (± 0.5 °C), Fig. 30

La TA máxima se presentó sobre los valores normales, desde Chillán hasta el extremo sur del país, destacando las anomalías positivas registradas en Valdivia de 1.6 °C y en Temuco con 1.0 °C. Misma condición mostraron Calama e Isla de Pascua, que presentaron 0.6 y 0.8 °C, respectivamente. Por otra parte, una disminución de la TA máxima media, se observó entre Arica y La Serena, donde la ciudad de Antofagasta mostró la mayor disminución, alcanzando una anomalía de -1.5 °C. De igual modo, Concepción y Juan Fernández registraron -1.3 y -0.8 °C, respectivamente, Fig. 31.

Las temperaturas mínimas medias, se caracterizaron por un comportamiento bajo lo normal desde Temuco hasta el extremo sur del país, donde la ciudad de Valdivia alcanzó la mayor disminución con -1.3 °C. Misma condición se presentó en Isla de Pascua y Arica, registrando -1.1 y -0.6 °C, respectivamente. En la vereda opuesta, un aumento de la temperatura mínima media, se mostró en el valle del centro del país en ciudades como Curicó con 1.7 °C y Chillán con 1.1 °C. Así mismo, Calama registró un aumento de 0.7 °C de temperatura mínima, Fig. 32

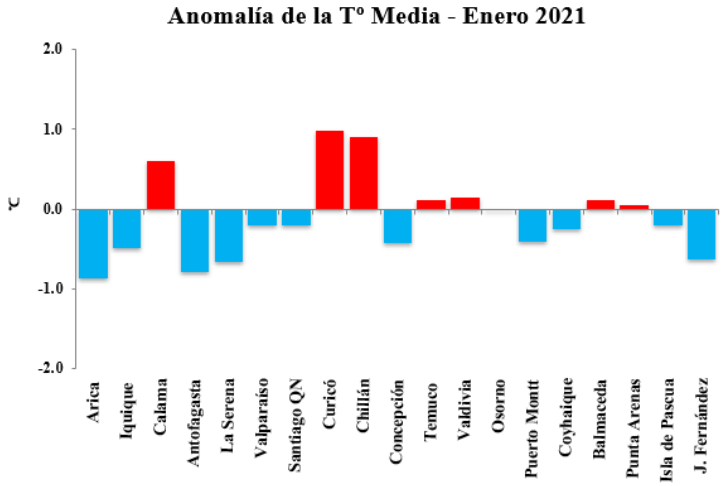


Fig. 30. Anomalías de TA media en las estaciones meteorológicas chilenas

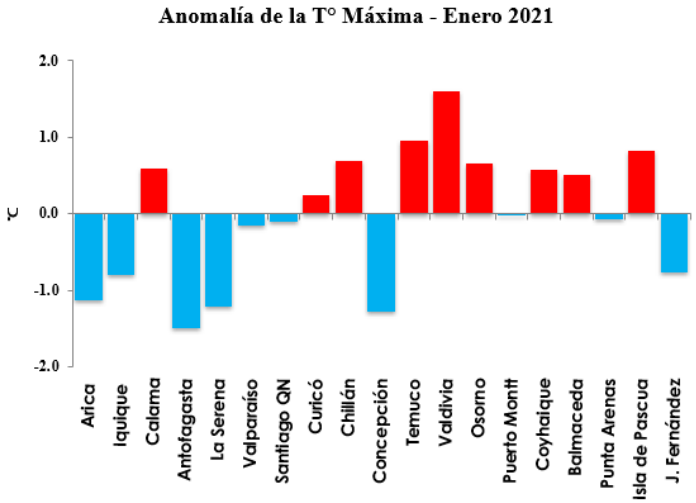


Fig. 31. Anomalías de TA máxima en las estaciones meteorológicas chilenas

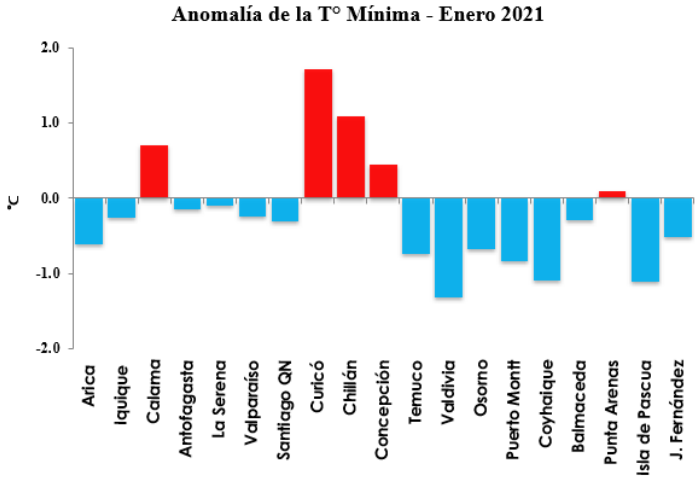


Fig. 32. Anomalías de TA mínima en las estaciones meteorológicas chilenas

La presión atmosférica durante enero, estuvo bajo valores normales en el norte del país, Concepción y Temuco, siendo Temuco la ciudad que destacó con -2.3 hPa bajo lo normal o una anomalía estandarizada de -1.6 u.e. En cambio, Valparaíso, Santiago y desde Puerto Montt hasta Punta Arenas, se registraron anomalías positivas que fluctuaron entre 0.6 y 2.2 u.e. Igualmente, en el territorio insular, Isla de Pascua, registró una anomalía de 1.8 u.e, Fig. 33.

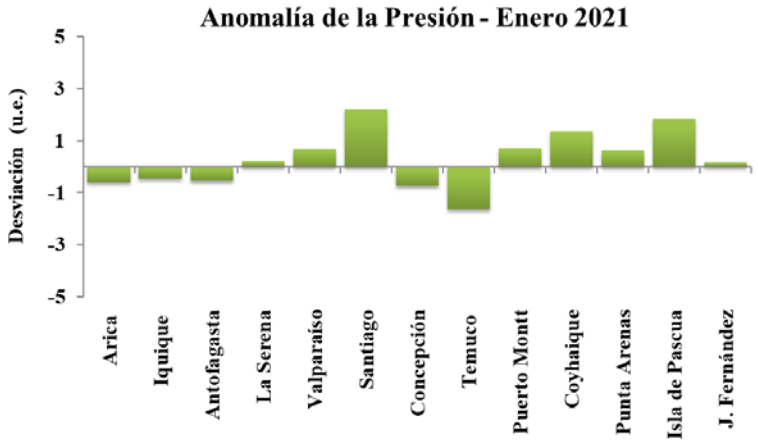


Fig. 33 Anomalías de la Presión Atmosférica en las estaciones meteorológicas chilenas

Enero 2021, se presentó en la mayoría de las estaciones de la zona centro del país, una condición de 100 % de superávit, gracias a que se registraron importantes montos de precipitaron acumulada durante los últimos días de enero, destacando ciudades como Valparaíso con 18,2 mm, Santiago con 40 mm y Curicó con 72,2 mm., siendo lo normal 0,2; 0,5 y 2,6 mm, respectivamente. Otras ciudades, como Arica y Juan Fernández, tuvieron un superávit de 100 y 69% respectivamente. En cambio, hacia el sur y extremo sur del país, entre Valdivia y Punta Arenas se registraron déficits, donde destaca Osorno con 63 %. Además, Isla de Pascua y Putre, registraron déficits que alcanzaron los 69 y 81%, respectivamente, Fig. 34.

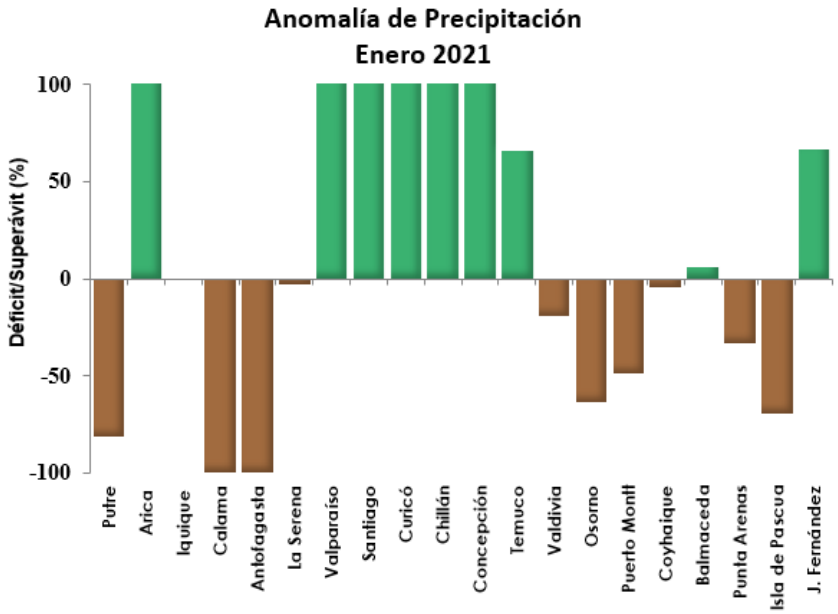


Fig. 34. Anomalías de la Precipitación en las estaciones meteorológicas chilenas

II. PERSPECTIVAS

Los pronósticos de los modelos climáticos internacionales, con análisis centrados en la TSM en el Pacífico Central (región Niño 3.4), indican que La Niña disminuirá su intensidad en los siguientes meses. En la región Niño 1+2, las condiciones de TSM se presentarán cercanas a lo normal.

En el ecuatoriano se prevé para febrero de 2021 condiciones oceanográficas normales y precipitaciones sobre la normal en el litoral.

En Perú las condiciones de La Niña en el Pacifico central durante el verano podrían contribuir a la ocurrencia de lluvias superiores a lo normal en gran parte de los sectores central y sur durante lo que resta del verano austral (marzo), especialmente en la zona andina. En la selva peruana no se descartaría episodios de lluvia superiores a sus valores normales.

ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS

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
26.9	22.4	16.6	15.7	15.3	15.1	14.0	13.2	11.7	26.9
27.0	23.9	17.0	15.4	15.1	15.5	14.3	14.0	12.4	27.0
27.2	*	17.1	15.3	16.1	15.6	14.2	14.8	12.1	27.2
26.1	*	17.3	15.2	16.9	17.1	14.6	15.2	13.0	26.1
26.1	*	18.7	15.2	17.4	18.2	16.2	16.3	13.3	26.1
26.8	*	19.9	15.8	19.4	19.4	16.6	17.8	14.5	26.8

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
ago-20	*	260.6	101	159.8	64.91	131.58	93.67	77.73	97.15
sep-20	*	259.7	98	155.67	60.64	127.54	90.26	74.21	90.51
oct-20	*	260.8	100	158.8	63.19	129.31	92.54	74.49	89.23
nov-20	*	256.4	97	155.61	61.33	126.21	90.79	74.66	*
dic-20	*	2.6	102	162.86	68.02	*	96.86	79.5	105.8
ene-21	*	264.3	103	163.63	67.49	*	97.7	81.17	111.1

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).

	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)
01-ago-20	22.3	*	16.8	16.1	266.9	102.9	79.80	102.70
06-ago-20	22.8	*	16.8	15.9	273.2	103.6	74.80	94.70
11-ago-20	22.2	*	16.8	15.8	268.2	101.4	76.70	91.30
16-ago-20	22.5	*	16.7	16.2	268.3	102.5	74.30	90.40
21-ago-20	22.0	*	16.7	15.8	276.3	101.2	74.30	88.90
26-ago-20	22.2	*	16.6	15.9	267.4	99.9	86.60	117.00
31-ago-20	22.8	*	NaN	15.9	262.0	NaN	78.90	97.30
05-sep-20	23.2	*	17.0	15.8	273.6	95.2	75.70	93.00
10-sep-20	24.6	*	16.8	16.1	269.8	92.6	74.30	97.20
15-sep-20	24.3	*	19.1	15.8	268.7	98.3	69.70	82.10
20-sep-20	24.1	*	17.7	15.9	276.4	98.9	73.70	84.40
25-sep-20	*	*	16.6	15.6	267.3	91.8	76.70	93.70
30-sep-20	*	*	16.7	15.4	272.5	96.3	75.50	93.10
05-oct-20	*	*	16.7	15.5	260.8	99.9	70.60	84.60
10-oct-20	*	*	17.5	15.4	258.9	99.3	70.00	80.70
15-oct-20	*	*	20.5	15.9	262.3	105.5	76.70	92.40
20-oct-20	*	*	17.3	16.7	262.4	99.3	75.30	91.50
25-oct-20	*	*	16.4	15.7	260.1	97.2	78.60	93.90
30-oct-20	*	*	17.0	15.8	261.5	99.7	76.40	92.80
04-nov-20	*	*	17.9	15.2	256.5	96.2	75.00	90.60
09-nov-20	*	*	16.5	15.1	256.7	96.2	79.10	94.60
14-nov-20	*	*	16.4	15.1	256.8	101.2	73.50	89.20
19-nov-20	*	*	17.3	15.1	252.3	93.1	72.30	*
24-nov-20	*	*	17.2	15.5	257.4	96.7	74.00	*
29-nov-20	*	*	17.3	15.5	257.2	101.3	74.10	*
04-dic-20	*	*	19.3	15.1	260.5	99.3	70.70	96.50
09-dic-20	*	*	19.0	15.4	260.0	101.1	80.80	109.10
14-dic-20	*	*	17.9	15.4	258.1	104.1	75.90	101.00
19-dic-20	*	*	17.9	15.0	258.2	102.4	77.50	104.50
24-dic-20	*	*	17.8	15.2	255.9	103.0	84.20	109.20
29-dic-20	*	*	17.8	15.1	256.3	101.5	86.30	112.80
03-ene-21	*	*	17.1	15.2	261.7	101.7	84.00	112.10
08-ene-21	*	*	19.9	15.8	261.0	99.9	82.70	113.10
13-ene-21	*	*	20.2	15.6	262.9	104.0	78.30	106.30
18-ene-21	*	*	19.0	15.5	266.1	102.5	79.60	109.70
23-ene-21	*	*	20.4	16.5	265.2	103.7	84.00	117.20
28-ene-21	*	*	24.8	15.9	266.7	104.1	78.50	108.90

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

* Dato no disponible.

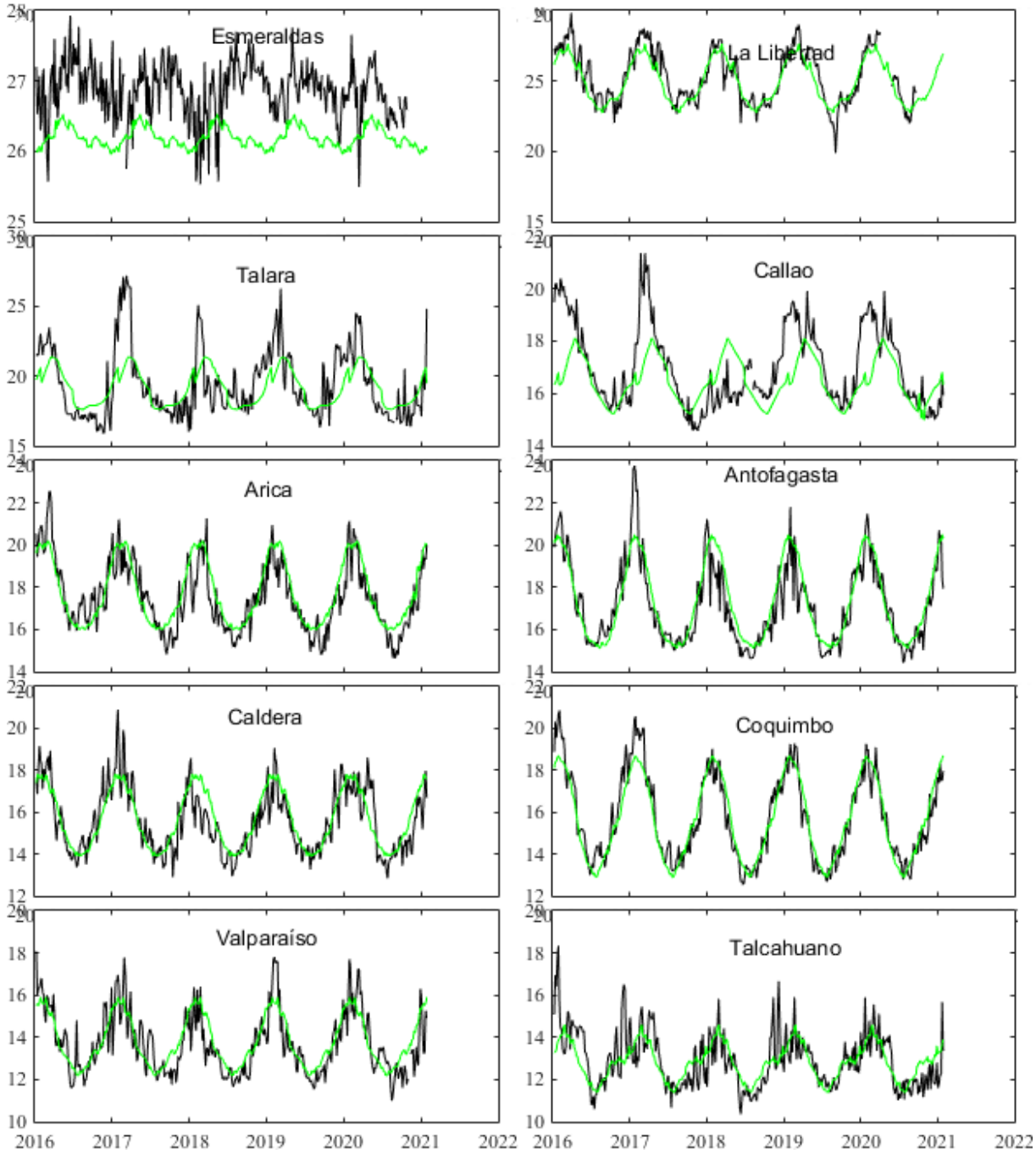


Fig.1. Medias de cinco días (quinarios) de TSM (°C) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile desde 2016. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la carátula. (Fuente: INOCAR – INAMHI – DHN - SHOA).

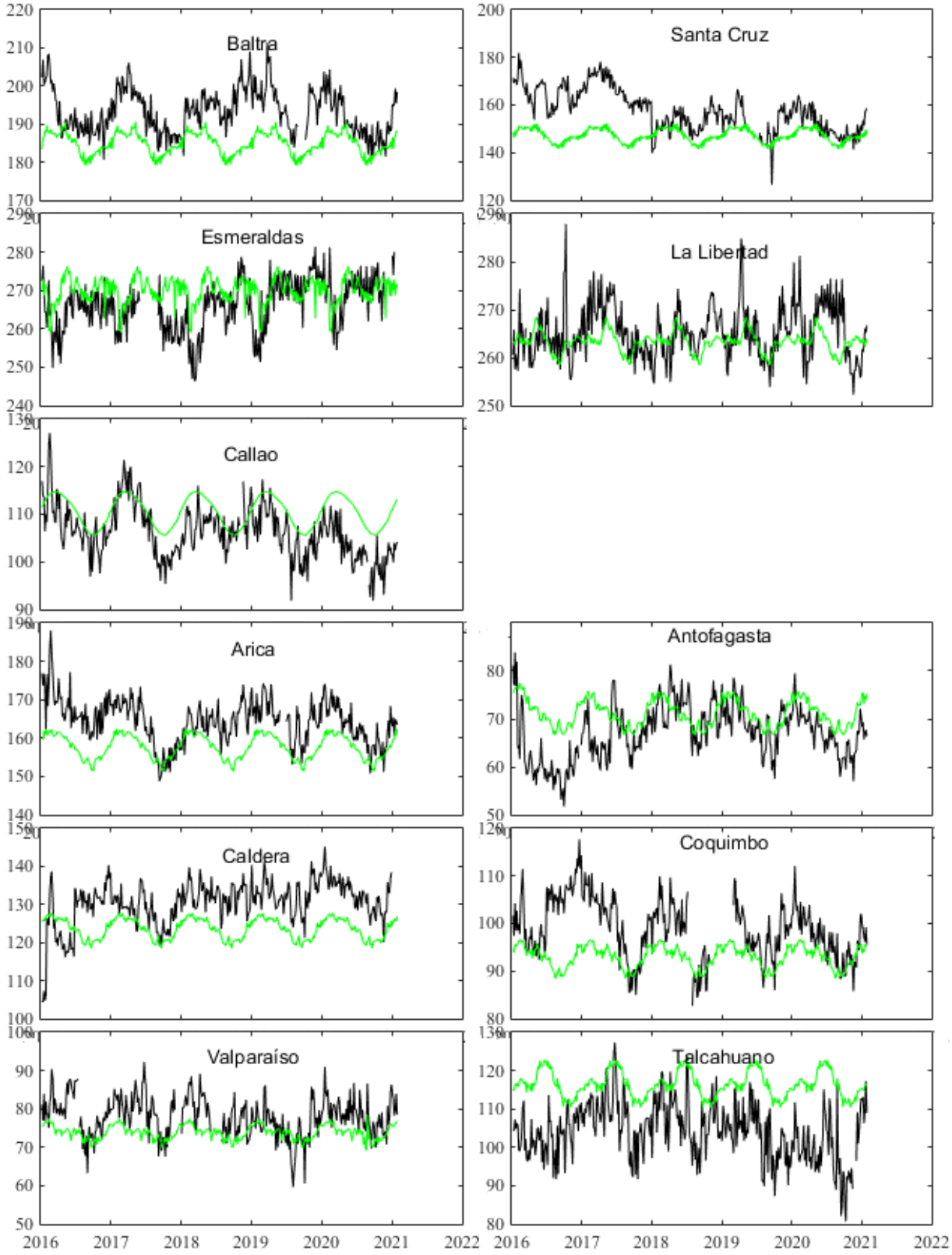


Fig. 2. Medias de cinco días (quinarios) del NMM (cm) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. (Fuentes: INOCAR-DHN - SHOA).

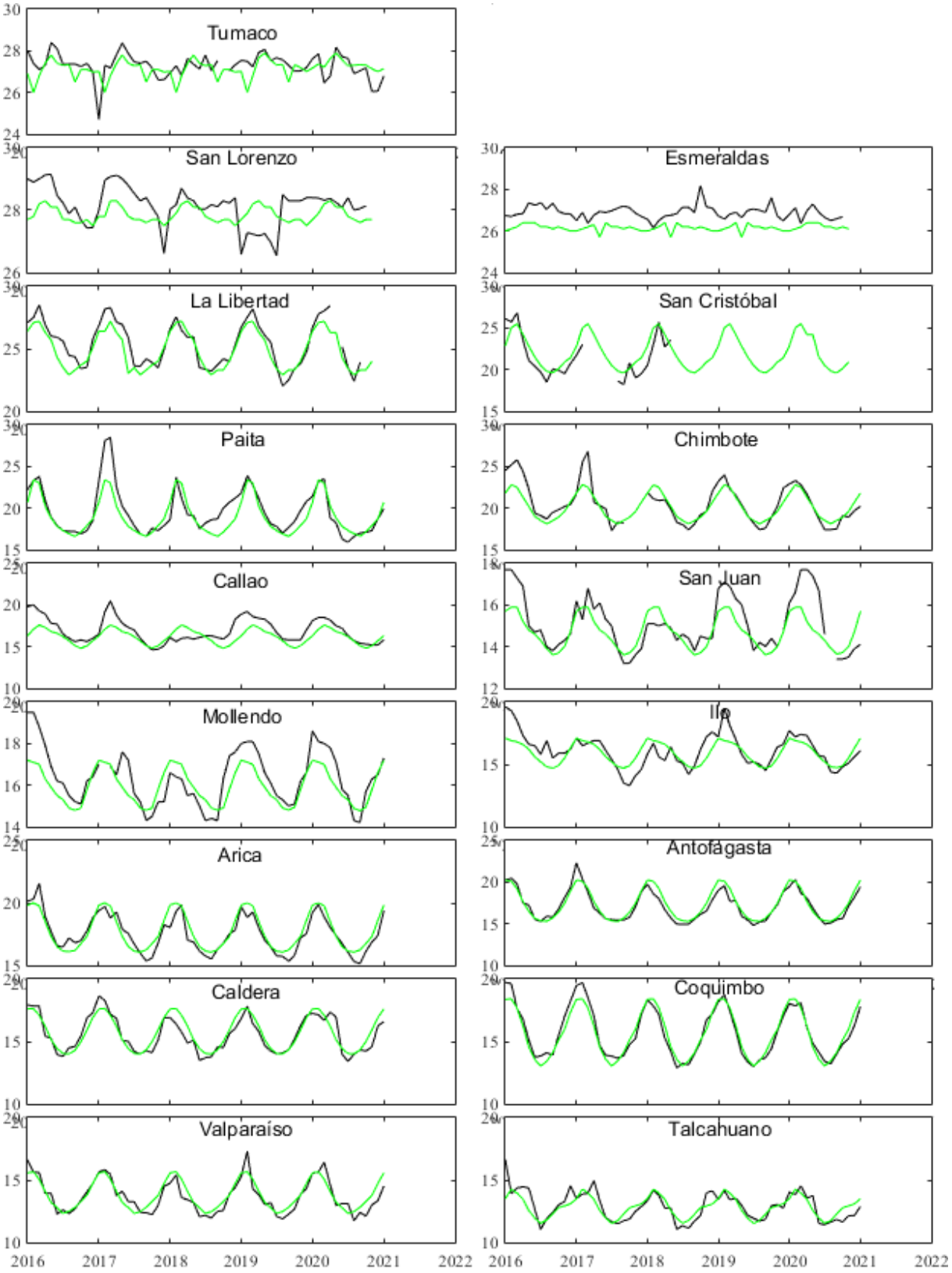


Fig. 3. Medias mensuales de TSM (° C) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo de la climatología es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR, DHN, SHOA).

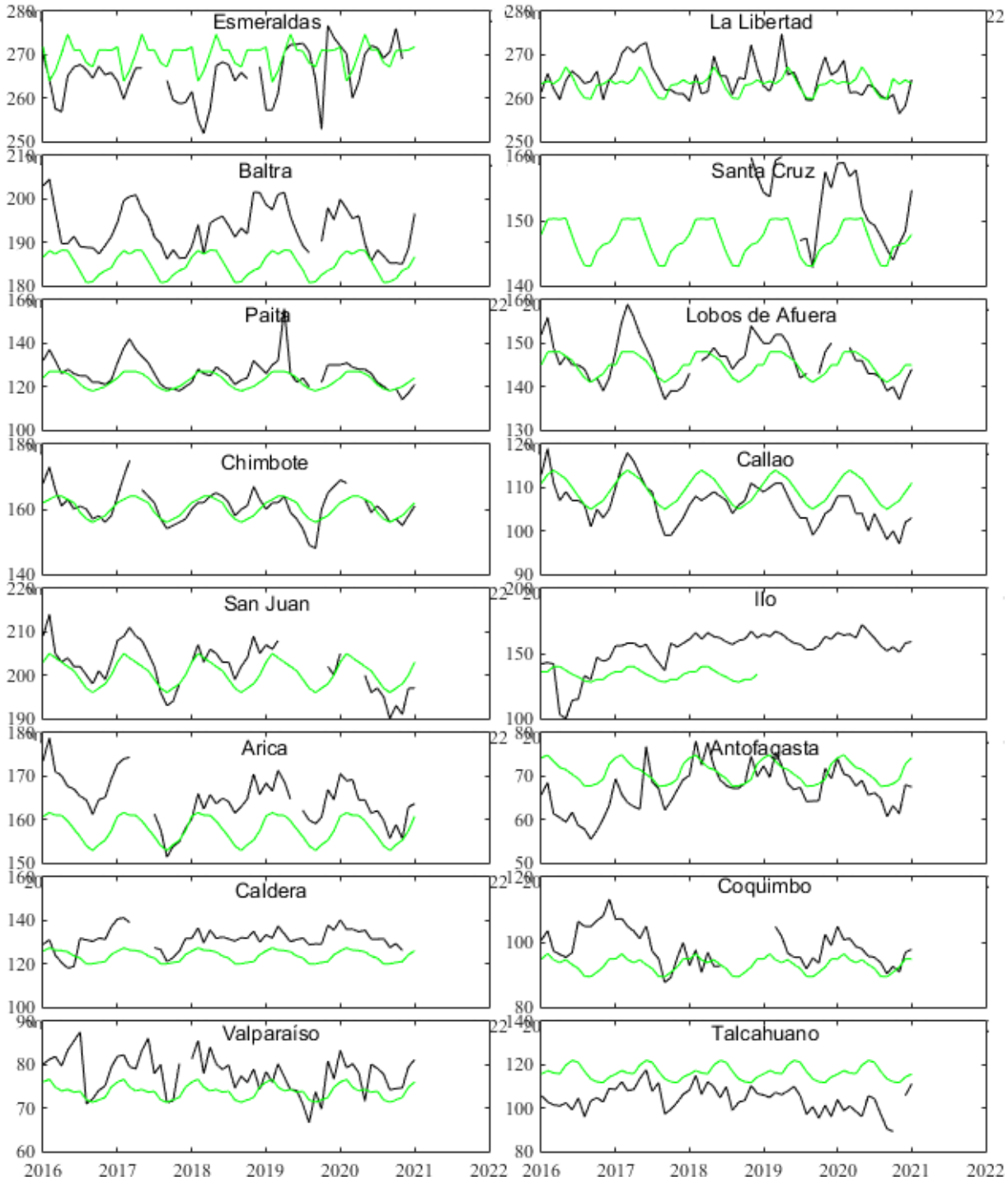


Figura 4. Medias mensuales de NMM (cm) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN.

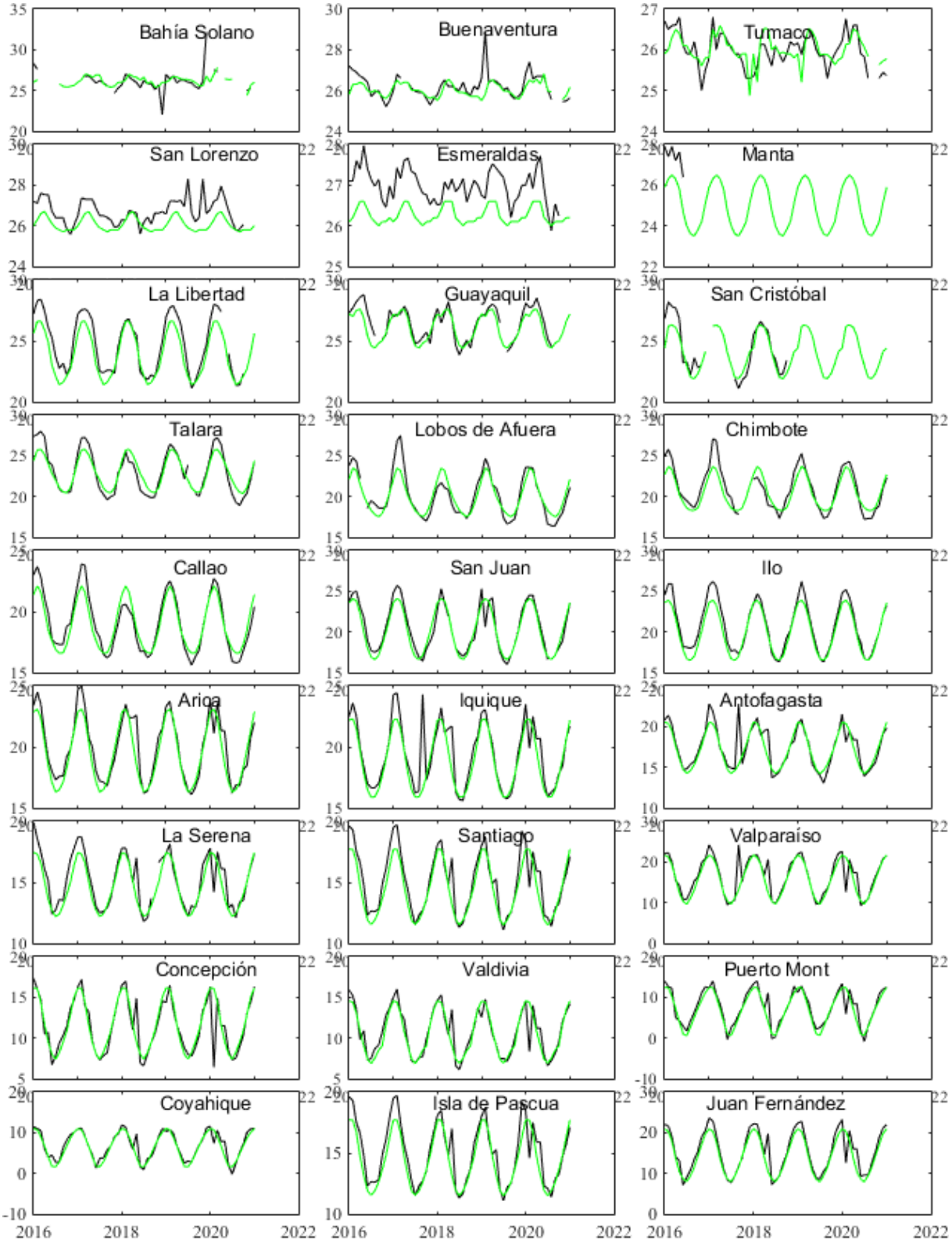


Figura 5. Medias mensuales de TSA (°C) en localidades de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN).

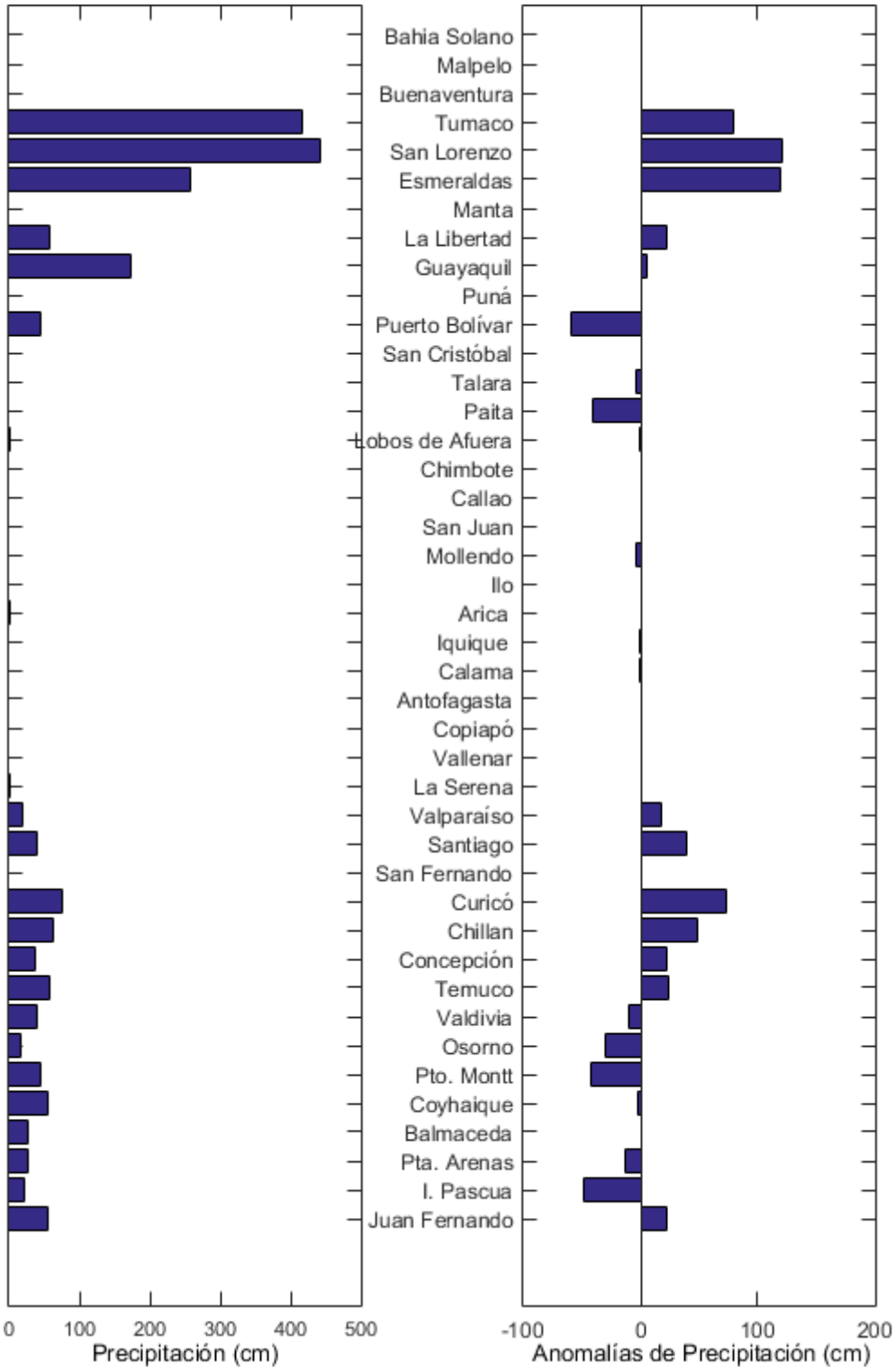


Figura 6. Precipitación y anomalías de la precipitación en ciudades de los países que conforman el Comité ERFEN-regional.

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, 2021. BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 364. www.inocar.mil.ec

PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE ESTE BOLETÍN

COLOMBIA

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

ECUADOR

INOCAR:	Oceanógrafa Leonor Vera San Martín

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 Pablo Córdova Montecinos
	Investigador Oceanógrafo Mario Cáceres Soto
DMC:	Investigador Meteorológico Catalina Cortés
	Investigador Meteorológico José Vicencio
	Investigador Meteorológico Diego Campos

EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Leonor Vera San Martín
Instituto Oceanográfico de la Armada - ECUADOR

COORDINACIÓN EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Méntor Villagómez
Secretario General de la CPPS
Marcelo Nilo Gatica
Director de Asuntos Científicos de la CPPS

ISBN: 978-9978-9985-1-9

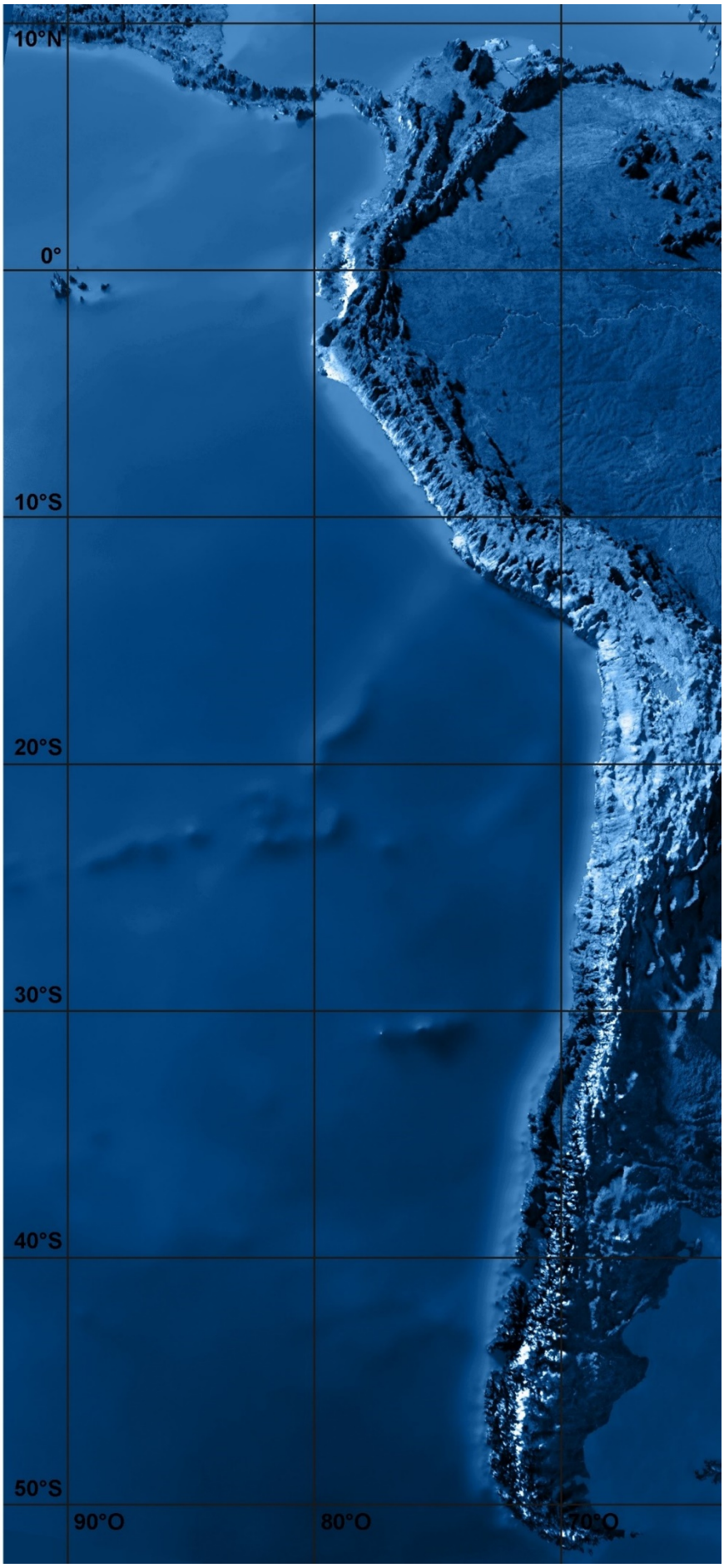
Editado en: INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DEL ECUADOR
Av. 25 de julio., Base Naval Sur. Guayaquil, Ecuador.
Teléfono: (593)-42481300,
Fax: (593)4-2485166
Casilla: 5940e

30 AÑOS

Boletín de Alerta Climático

BAC 365

FEBRERO 2021



ERFEN

Comité Interinstitucional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño

CPPS
Comisión Permanente del Pacífico Sur

IDEAM-DIMAR/CCCP
Colombia

INOCAR
Ecuador

DIHIDRONAV
Perú

SHOA-DMC
Chile

RESUMEN

El evento La Niña tuvo su máximo desarrollo en noviembre de 2020 y actualmente se encuentra en un proceso de declinación, lo que se observa en el comportamiento del Niño Oceánico (ONI), del índice de oscilación sur (IOS) y del índice de oscilación sur ecuatorial (SOI-eq), que disminuyeron en magnitud, acercándose hacia valores neutrales. Por su parte los índices estandarizados de viento zonal en el Pacífico ecuatorial, indicaron vientos del este fortalecidos, lo que contribuyó a que mantengan condiciones asociadas a la Niña.

Las anomalías de la Temperatura Superficial del mar (TSM) en las regiones Niña continúan negativas, siendo de mayor magnitud (-1°C) en la región central del Pacífico ecuatorial (Niño 3.4) que en la región oriental (Niño 1+2), donde se aproxima a condiciones normales (0.6 °C). De igual manera, sub superficialmente, continuaron anomalías negativas de temperatura.

El esfuerzo del viento zonal estuvo dentro de lo normal; sin embargo, se debilitó al oeste del Pacífico Ecuatorial (130°E).

La TSM fue menor a su normal en casi todas las estaciones de Perú y Chile. De otro modo, la anomalía del nivel del mar en las estaciones oceanográficas de los países de la región fueron positivas en las estaciones de Ecuador, con máximo 13.5 cm. Hacia el sur, el comportamiento fue variable, los valores negativos, máximos en magnitud (-6 cm), ocurrieron en Callao-Perú y Caldera-Chile.

La temperatura del aire fue mayor a su valor climatológico en las estaciones de Colombia, Perú y norte y centro de Chile (Santiago); hacia el sur prevalecieron temperaturas menores a sus promedios mensuales

Respecto a precipitaciones fue importante observar el superávit de precipitación en la estación de Tumaco (123 mm); en tanto que en las estaciones de Perú y Chile, no se presentaron precipitaciones o fueron deficitarias.

Los modelos climáticos indican que el evento La Niña se encuentra en un proceso de declinación y que se espera la evolución hacia condiciones neutrales en los siguientes meses.

I. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ATMOSFÉRICAS REGIONALES

La distribución de temperatura superficial del mar (TSM) en la cuenca tropical del Pacífico sur (CTPS) se caracterizó por valores máximos en la parte noroeste (Fig. 1); mientras que los mínimos (14-16 °C) se ubican en el sur y junto a la costa centro-sur de Chile. La TSM, en la franja latitudinal entre 10°N y 20°S, y aumenta de 26 °C a 30 °C de este a oeste. El mayor gradiente de TSM (variación entre 14 y 22 °C) se observó al sur de 40°S y frente a la zona costera de Chile. Estas condiciones de temperatura fueron normales en la mayor parte del área de estudio, Fig. 2; sin embargo se observaron anomalías positivas de hasta de 3 °C concentradas alrededor de 150 y 35°S, de 2°C en la cuenca de Panamá y otros de 1°C o menores, dispersos en el área de estudio. Por otro lado, anomalías negativas (-1°C), se configuraron al este de 120°O a lo largo de la franja latitudinal de 15°S, en núcleos dispersos junto a las costas de Perú y Chile y en el Pacífico ecuatorial central.

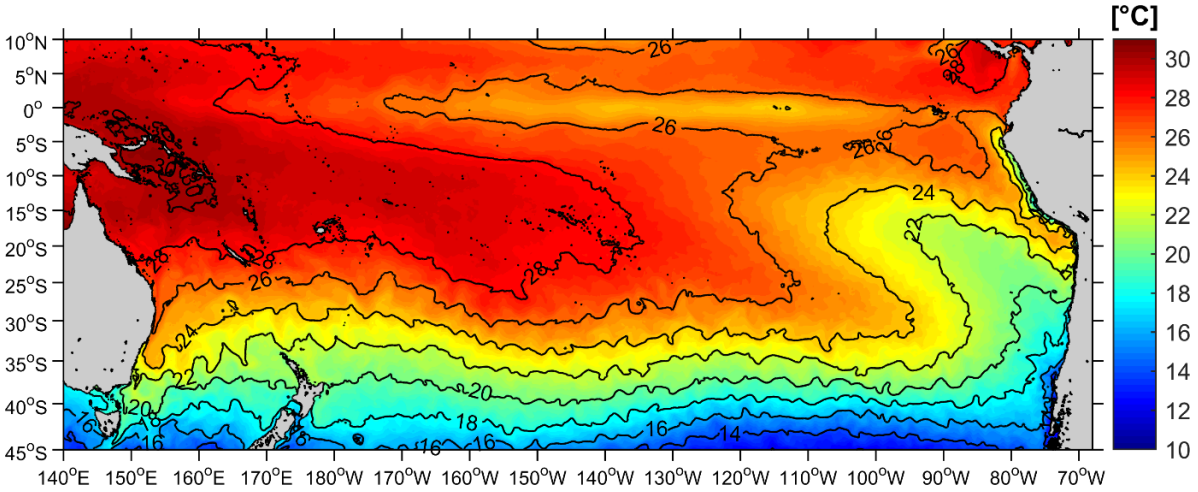


Fig. 1. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar. Fuente: CMEMS, producto OSTIA.

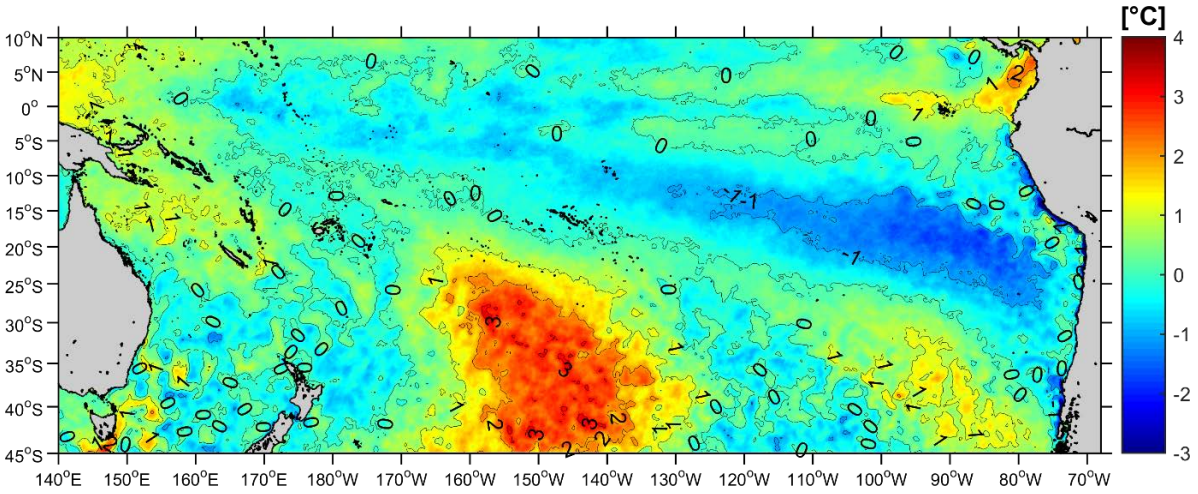


Fig. 2. Anomalía de TSM en la cuenca del Pacífico. Fuente: CMEMS, producto OSTIA

La distribución de salinidad muestra el valor máximo (36.5 ups) en 130 - 110°O y 15 - 30°S, y los valores mínimos (< 33 ups) concentrados en la esquina superior derecha de la Fig. 1. La salinidad promedio fue de 35 UPS.

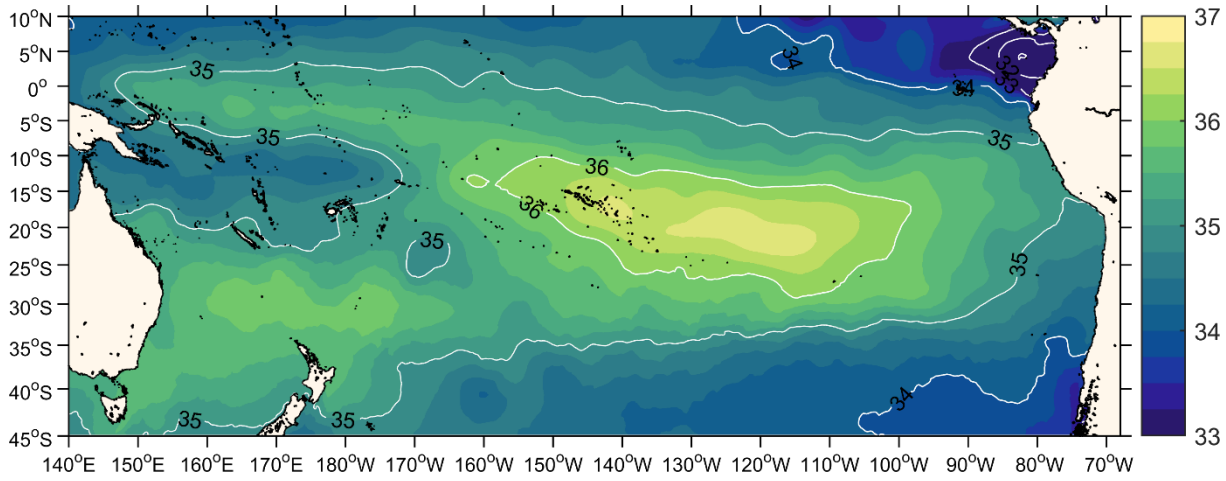


Fig. 3. Mapa de la Salinidad superficial del NM en la cuenca del Pacífico Sur. Fuente: datos: CMEMS NOAA Gráfico: INOCAR

La anomalía del nivel del mar en general fue positiva en toda la CTPS, con los máximos al oeste de 120°O hasta las costas este de Australia y nueva Zelanda, donde se observaron valores de 0.3 m. En la región ecuatorial, entre 10°N y 5°S, se registraron condiciones entre neutrales y ligeramente negativas, Fig. 4.

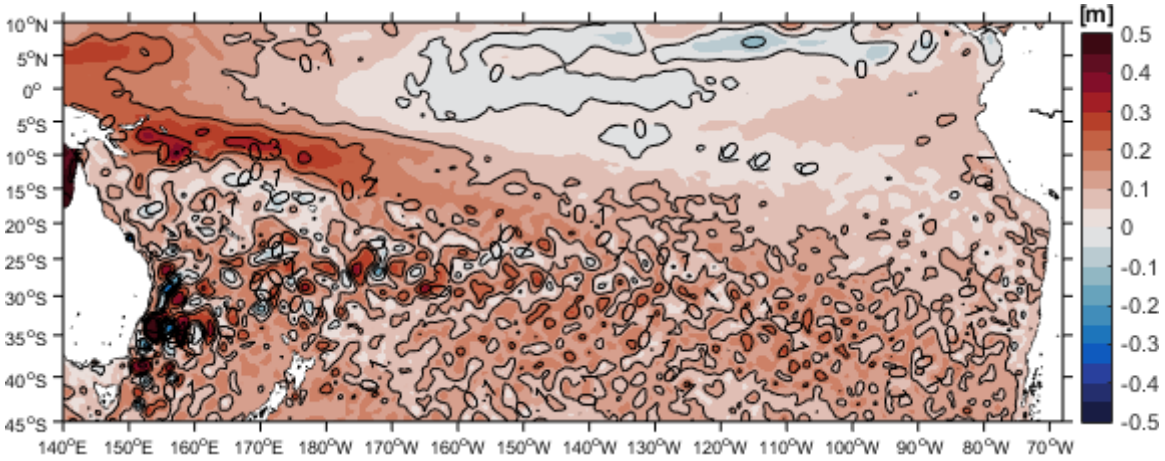
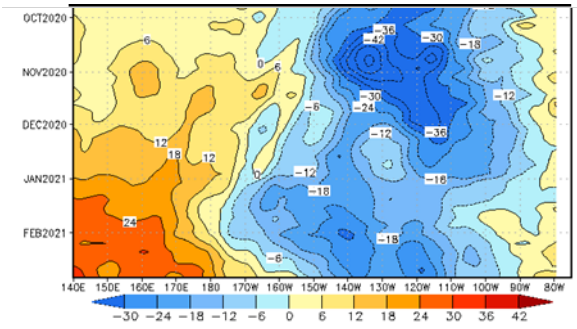


Fig. 4. Mapa superficial de las anomalías del NM en la CPS. Fuente: datos: AVISO

A nivel sub superficial, en gran parte del Pacífico ecuatorial (090°O y 160°O) la profundidad de la temperatura de 20 °C (Z20) se mantuvo con anomalías negativas, pero más superficial respecto al mes anterior; mientras que, en el extremo oriental la isoterma continuó cerca de su profundidad normal. Con relación al esfuerzo del viento zonal, predominaron dentro de lo normal; sin embargo, alrededor de 130°E los vientos del este se debilitaron, lo cual podría generar o fortalecer la onda Kelvin cálida, (Fig. 5).

En el periodo comprendido entre agosto del 2020 y febrero del 2021, se evidencia una prevalencia de anomalías negativas de la temperatura subsuperficial (0 a 300 m) en el océano Pacífico central y oriental, posiblemente por el arribo de ondas Kelvin de afloramiento. A partir de febrero del 2021, se empieza a observar un desplazamiento de las aguas cálidas del Pacífico occidental hasta los 170°O (Figura 6), donde las anomalías fueron de 0.5 °C. Sin embargo, las anomalías negativas persisten en el Pacífico oriental con valores de anomalías entre los -0.5 y -2.0 °C.

a)



τ (dyna/cm^2) – GODAS Anom. TSM (°C) - OISST

b)

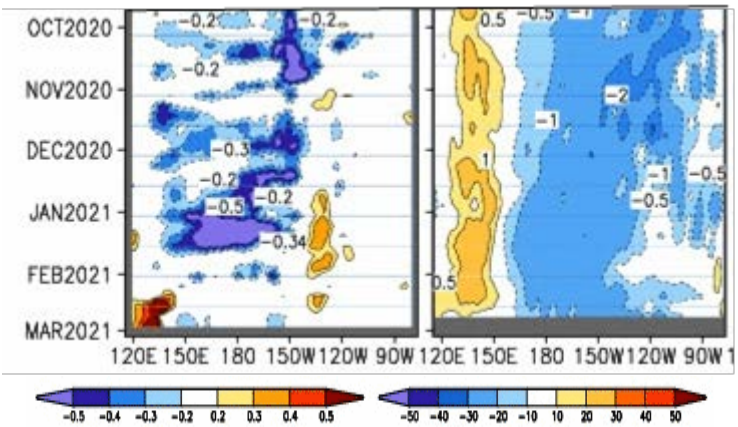


Fig. 5. Diagrama de Hovmöller de la a) anomalía de la profundidad de las isoterma de 20°C y b) esfuerzo del viento y anomalía de la TSM del Pacífico ecuatorial (02°N-02°S), entre octubre e inicios de marzo de 2021. Fuente: a) CMEMS V3.0. climatología del 1981-2009/b) GODAS. NCEP.CPS.NOAA y OISST.NOAA.

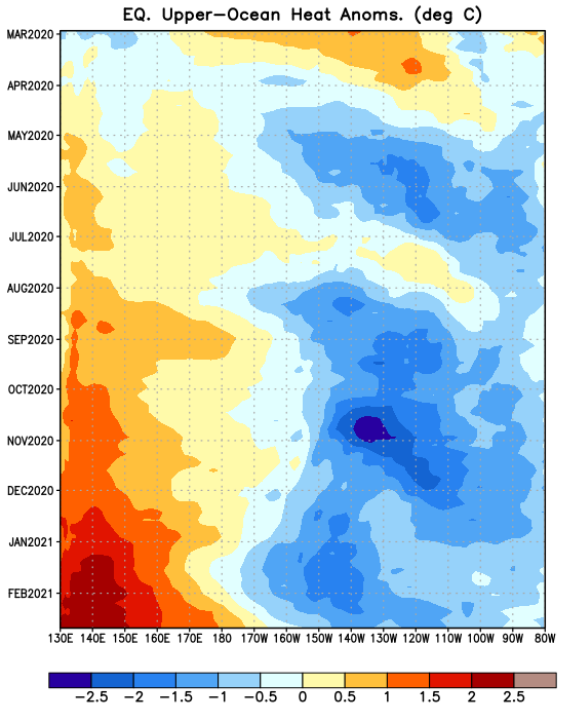


Fig. 6. Ondas Oceánicas Kelvin de hundimiento (Downwelling-rojo) y surgencia (Upwelling-azul), en el OPE. La escala de colores representa la magnitud de las anomalías en °C. Fuente: Climate Prediction Center-NOAA.

Las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial se mantuvieron negativas, oscilando entre -0.6 °C en la región Niño 3 y -1.02 °C en la región Niño 4. En el centro del Pacífico ecuatorial, región Niño 3.4, la anomalía fue de 0.93 °C y en la zona oriental, Niño 1+2, la anomalía fue de -0.71 °C.

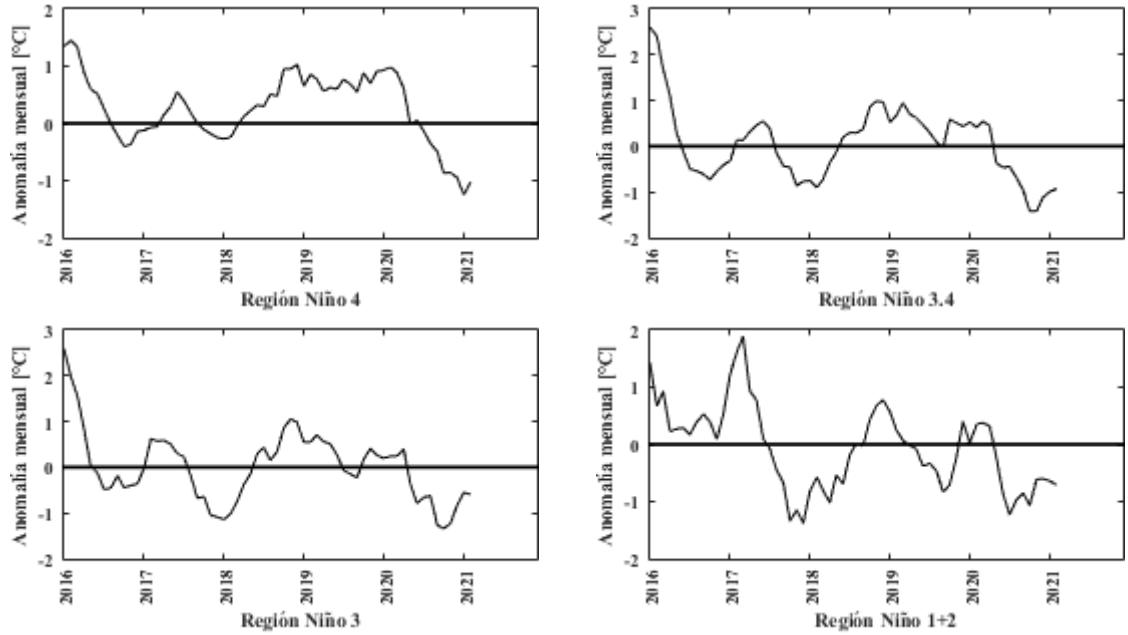


Fig. 7. Anomalías de TSM en las regiones Niño. Fuente: Información OISST v.2

El indicador de condiciones Niño, índice oceánico ONI (-1.1 °C) fue negativo en el trimestre diciembre- enero-febrero, con tendencia a ubicarse dentro de los umbrales de neutralidad. Asimismo los índices SOI y SOI-eq, se mantienen positivos, pero de menor magnitud, Fig. 8.

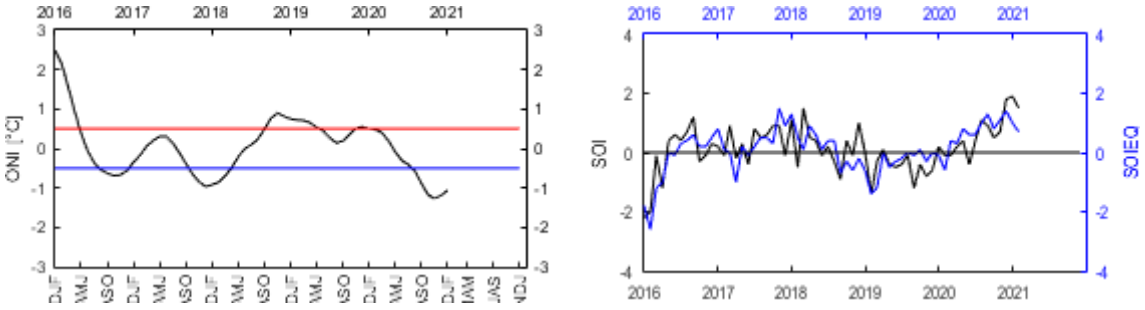


Fig.8. Índices de seguimiento de ENOS. Índice ONI (izquierda). SOI tradicional, línea negra y SOI ecuatorial, línea azul (derecha). Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) en el Pacífico ecuatorial, entre 135°E y 120°O, fueron positivos, lo que implica que se mantiene el fortalecimiento de los vientos, asociado a eventos La Niña. Fig. 9.

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 para los próximos tres meses de marzo, abril y mayo en la región central del Pacífico ecuatorial (Niño 3.4), la disminución de sus condiciones frías moderadas a frías débiles; y en la región oriental (Niño 1+2), condiciones por debajo de lo normal, pero aun dentro del rango neutral según el Índice Costero El Niño. (Fig. 10)

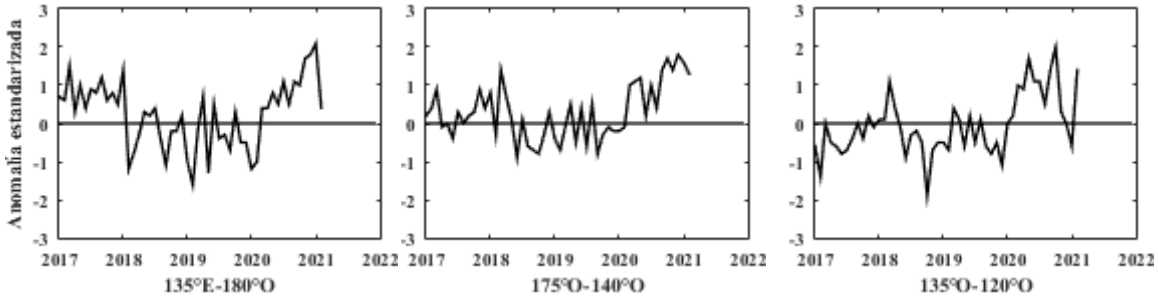


Fig. 9. Índice de vientos zonales en el Pacífico Ecuatorial

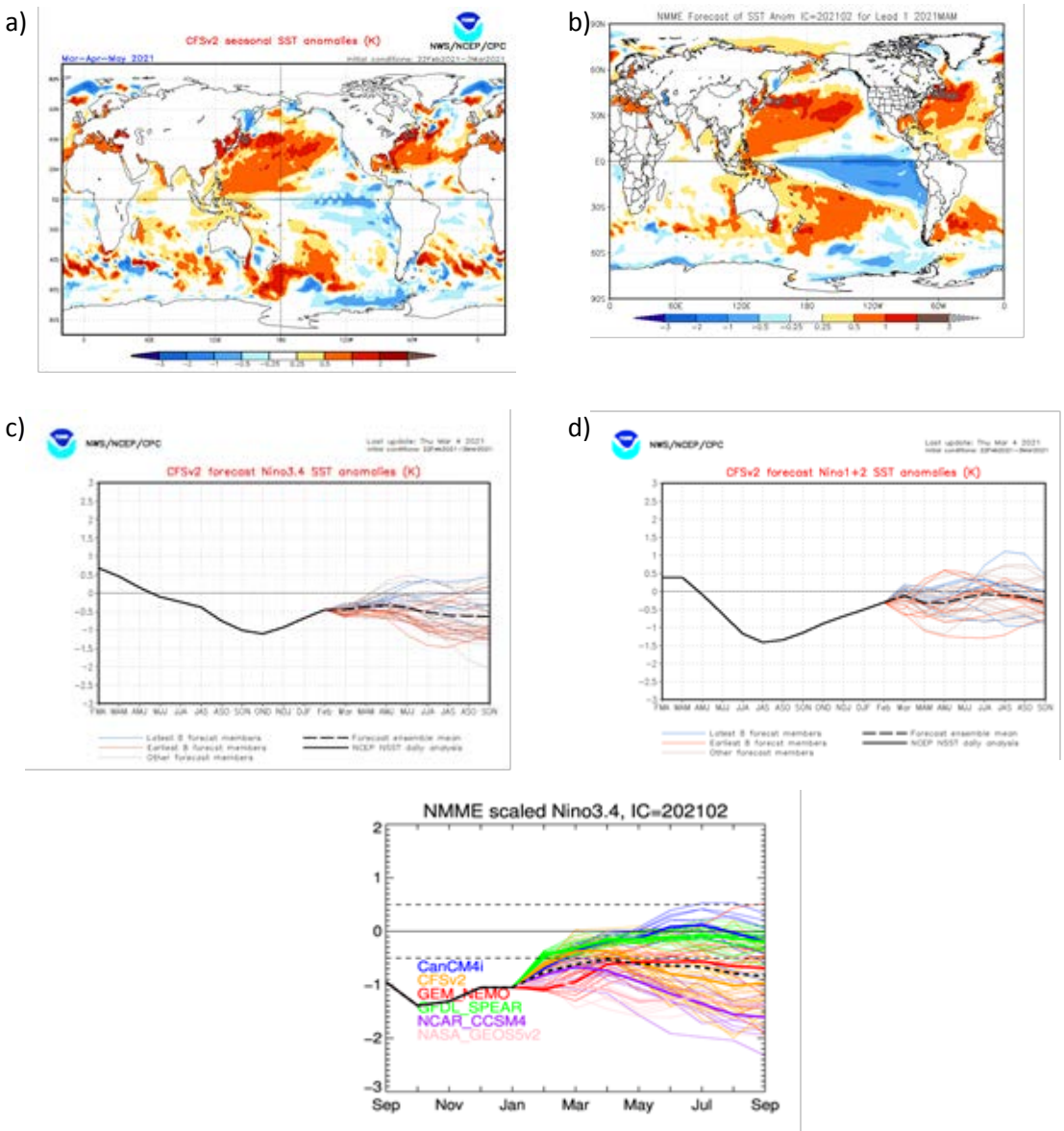


Fig. 10. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el trimestre febrero- marzo-abril de 2021 a) mapa de CFSv2, b) mapa NMME. c) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 3.4, d) plumas de modelos del CFSv.2 para Niño 1+2, e) plumas de modelo del NMME para Niño 3.4.

II. CONDICIONES NACIONALES

A. COLOMBIA

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) en la Cuenca Pacífica Colombiana (CPC), presentó para el mes de febrero del 2021 valores entre 26.5 °C y 29 °C, evidenciándose una zona de temperaturas más bajas en forma de lengua sobre los 80°O entre los 4°N y 6°N aproximadamente (Figura 11a). En cuanto al nivel del mar, se presenta un núcleo de valores menores (0.12m) que coinciden con la lengua fría, coherente al comportamiento climatológico de la variable para este mes (Figura 11 b).

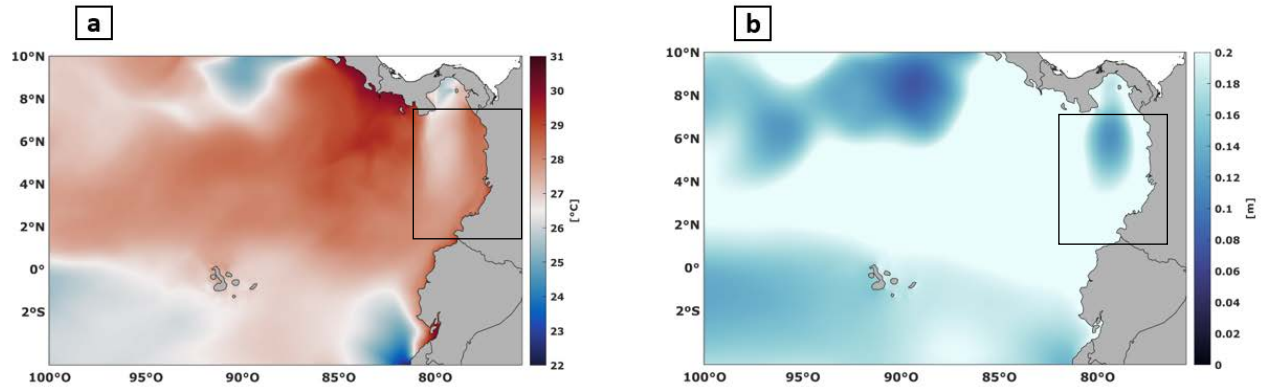


Fig. 11. a) Promedio mensual de la temperatura superficial del mar para el mes de febrero del 2021 en °C. b) Promedio mensual del nivel del mar para el mes de febrero del 2021 en metros. Fuente: COPERNICUS Marine Service.

De acuerdo a los datos tomados in situ en la estación costera fija de Tumaco (02° 00’ 00” N - 78° 48’ 00” O), se obtuvo para febrero del 2021 un promedio mensual de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) de 27.40 °C, presentándose anomalías positivas de 0.03 °C. En el registro realizado el 15 de febrero del 2021 (línea azul), los valores de la temperatura oscilaron entre 15.60 °C y 27.59 °C, con una termoclina ubicada entre 10 y 53 m aproximadamente (Figura 12b). Por otra parte, los datos adquiridos el 26 de febrero del 2021 (línea roja), muestran temperaturas en el rango de los 15.71°C a los 27.63°C, con una termoclina posicionada entre 30 y 43 m aproximadamente (Figura 12b). Contrastando con el mes anterior (enero 2021), hubo un ascenso de la termoclina, indicando presencia de aguas más frías en profundidades menores que alcanzaron aproximadamente los 30 m (Figura 12a).

En cuanto a la Salinidad Superficial del Mar (SSM), el promedio mensual fue de 29.62 PSU, con anomalías negativas de -1.18 y valores de salinidad que oscilaron entre 29.34 y 35.01 PSU. Se presentó un comportamiento concordante entre los valores de temperatura y salinidad, evidenciándose un aumento de la salinidad con el ascenso de aguas a menor temperatura.

El Índice Multivariado de Tumaco (IMT) presentó un valor de -0.63 con categoría “F1”, indicando fase fría neutra para esta zona del país (Fig. 13). Con respecto al mes anterior (enero 2021), se observa la continuidad de condiciones neutras.

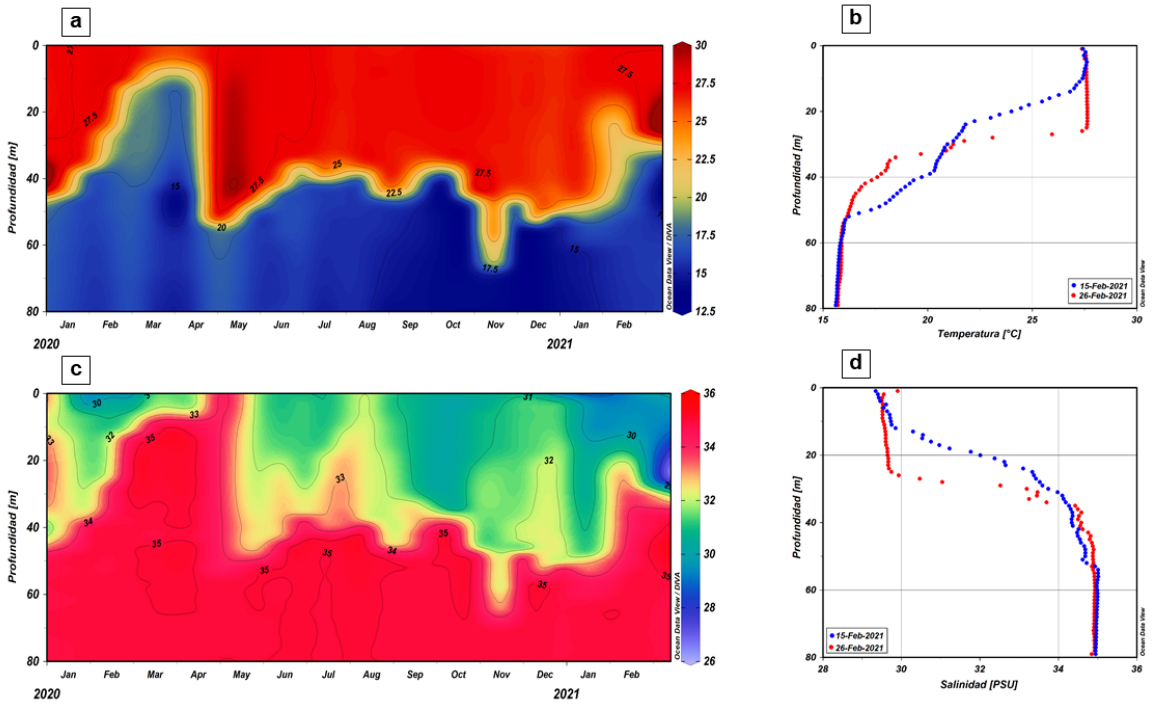


Fig. 12. a) Serie temporal de la temperatura subsuperficial para el periodo comprendido entre enero del 2020 y febrero del 2021. b) Perfiles de temperatura, la línea en color azul para el 15 de febrero del 2021 y en color rojo para el 26 de febrero del 2021. c) Serie temporal de la salinidad subsuperficial para el periodo comprendido entre enero del 2020 y febrero del 2021. d) Perfiles de salinidad, la línea en color azul para el 15 de febrero del 2021 y en color rojo para el 26 de febrero del 2021. Los valores de temperatura están dados en °C y los de salinidad en PSU. Fuente: CCCP.

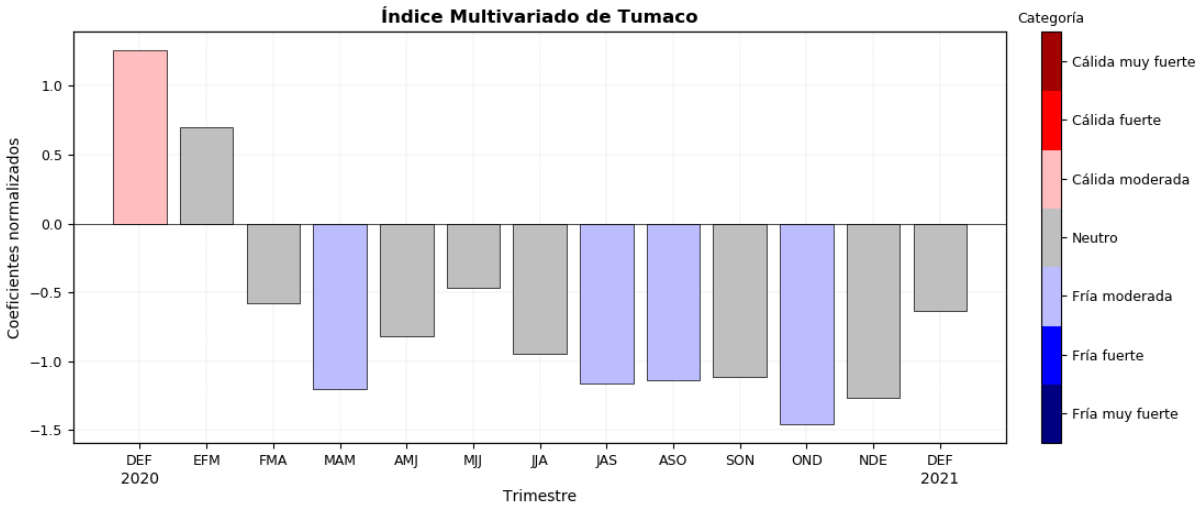


Fig. 13. Comportamiento del Índice Multivariado de Tumaco (IMT) para el periodo comprendido entre diciembre del 2020 y febrero del 2021. Fuente: CCCP.

En relación a los parámetros meteorológicos, en los principales puertos del Pacífico Colombiano, durante el periodo comprendido entre el 1 y el 28 de febrero del 2021, las condiciones meteorológicas de los principales puertos del Pacífico Colombiano se describen a continuación

En Bahía Solano la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 26.64 °C, con un valor máximo registrado de 31.0 °C y un valor mínimo de 23.0 °C; se evidenció una anomalía negativa de -0.29 °C. En cuanto

a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 87.12%, con un valor máximo de 100% y un valor mínimo de 61%; se presentó una anomalía negativa de -2.87%.

En Buenaventura la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 26.40 °C, con un valor máximo registrado de 30.3 °C y un valor mínimo de 22.8 °C; se evidenció una anomalía negativa de -0.1 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 86.87%, con un valor máximo de 100% y un valor mínimo de 53%; se presentó una anomalía negativa de -3.86%.

En Tumaco la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 26.12°C, con un valor máximo registrado de 29.9 °C y un valor mínimo de 22.6 °C; se evidenció una anomalía negativa de -0.01 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 93.34%, con un valor máximo de 100% y un valor mínimo de 64%; se presentó una anomalía positiva de 2.37%. El total de Precipitación observado fue de 360.7 mm, con una anomalía positiva de 123.99 mm.

En el mes de febrero, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) presentó alta actividad, entre los 0° a 8°N en la zona marítima del Pacifico colombiano, en el océano Atlántico, entre los 0° N a los 5° N. Los frentes fríos para este periodo de tiempo llegaron a latitudes menores a los 20 °N sobre el golfo de México, Yucatán y el mar Caribe. Un frente estacionario llegó a los 15°N, entre Panamá, el archipiélago de San Andrés y Providencia, y la isla de Jamaica. Se presentaron bajas presiones sobre el oeste de la región Caribe, aguas territoriales del Pacífico y el norte de la Orinoquia, tiempo durante las cuales determinaron las precipitaciones en noroccidente del país y oriente del país.

En lo que respecta a la variabilidad intraestacional, la oscilación Madden y Julian (OMJ) no tuvo una influencia en su fase convectiva y fue muy débil en la fase subsidente en el comportamiento de las lluvias en el territorio nacional en febrero.

El seguimiento realizado por el IDEAM muestra precipitaciones, entre por encima y muy por encima de la normal climática[1], en el sur de Guajira, norte de Cesar, sur de Atlántico, litoral de Sucre y oriente de Córdoba, en la región Caribe; sur de Norte de Santander, franja central de Santander, sur de Cundinamarca, el viejo Caldas, Valle, Cauca, Huila y centro de Nariño, en la región Andina; nororiente de Vichada, en la Orinoquia; norte del piedemonte de Caquetá, en la Amazonia.

Las condiciones deficitarias se presentaron en: Golfo de Urabá, litoral de Córdoba, centro de Sucre, norte y centro-oriente de Bolívar, Magdalena, centro de Cesar, centro y norte de Guajira, en la región Caribe; en la mayor parte de la Orinoquia. El resto del territorio presentaron valores de precipitaciones dentro de los umbrales de las normales climáticas.

Con respecto a la temperatura, tanto la temperatura media como la temperatura máxima presentaros anomalías mayores en 1 °C, en la mayor parte de la región Caribe; norte del Chocó, en la región Pacífica; Norte, Santander, noroccidente Antioquia, norte de Boyacá, nororiente de Tolima, norte de Cauca y oriente de Nariño, en la región Andina; sur del piedemonte y occidente de Meta, área del piedemonte de Arauca y Casanare, en la Orinoquia y la mayor parte de la Amazonia. El resto del país estuvieron dentro de los límites de las normales climáticas.

Los valores de precipitaciones más altos en el mes se presentaron en: la estación Andagoya, municipio de Medio San Juan (Chocó) en el día 25 de febrero, con 136.0 mm; la estación El Hatillo, municipio de Tesalia (Huila) el 13 de febrero, con 121.0 mm.

Las máximas temperaturas se presentaron en: la estación El Difícil, en el municipio de Ariguaní (El Difícil) (Magdalena), el día 1 de febrero, con un valor 40.3°C; la estación Jerusalén del municipio Jerusalén (Cundinamarca), el día 7 de febrero, con un valor de 40.0°C.

[1] Índice de precipitación mayor a 160%.

La temperaturas mínimas se presentaron en: la estación Aeropuerto Alberto Lleras, municipio de Sogamoso (Boyacá), el día 1 de febrero con un valor de 2.2 °C; y la estación Cerinza, en el municipio Cerinza (Boyacá), el día 4 de febrero, con un valor de -2.0 °C.

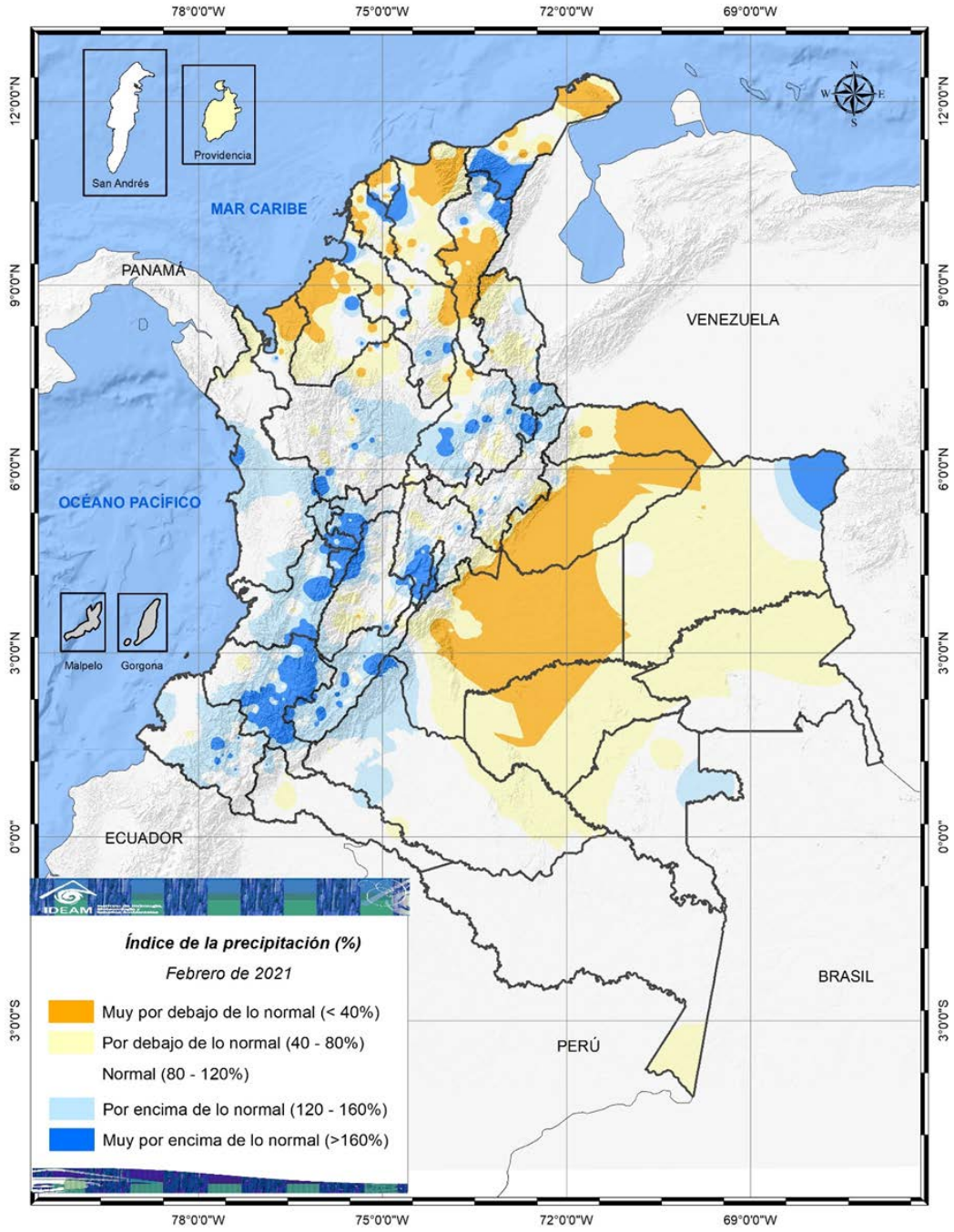


Fig. 14. Anomalía porcentual de la precipitación mes de enero de 2021.

B. ECUADOR

Los vientos mantienen el mismo patrón que el mes anterior, con dirección predominante sur, con variaciones hacia el sureste, cerca del borde costero y suroeste hacia mar abierto. Se observó el fortalecimiento de la magnitud de los vientos, con relación al mes anterior, especialmente en el sur del área de estudio, con valores cercanos a 6 m/s, Fig. 15.

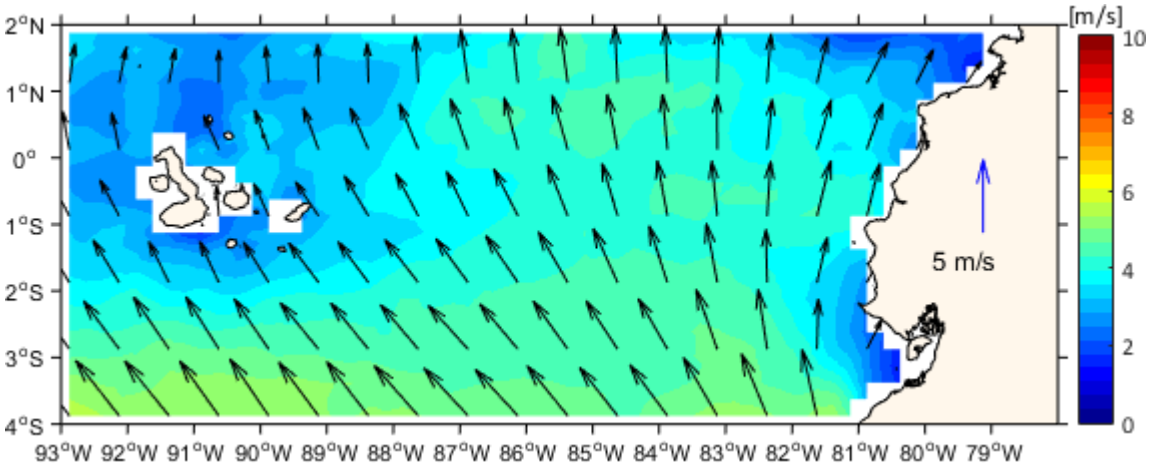


Fig. 15. Patrón de vientos superficiales. Fuente: ASCAT

Las precipitaciones se generalizaron al norte del territorio marítimo del Ecuador y en la franja marina-costera continental. En algunos sectores, los acumulados mensuales de precipitación superaron los 200 mm, especialmente en la costa centro norte de Ecuador y su mar adyacente, Fig. 16.

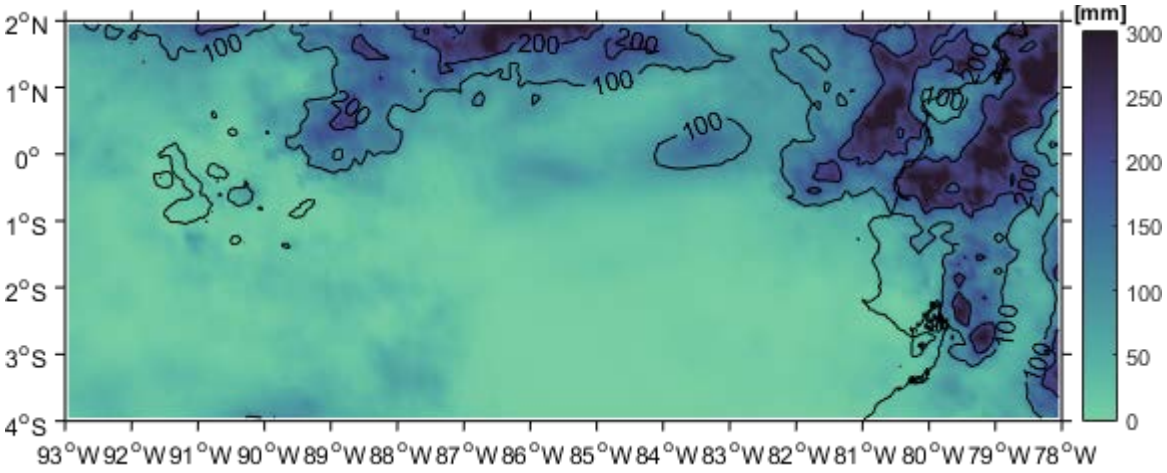


Fig. 16. Acumulado mensual de precipitación

En febrero el frente ecuatorial (FE) desapareció completamente y el gradiente de temperatura fue mínimo en toda el área, con 24 °C y 26 °C como los valores extremos. La lengua de agua fría del sureste fue observada has los 2°S y 84°O, replegada en sureste. En este mes la TSM aumentó en toda el área, Fig. 17 a. Se observaron anomalías positivas de hasta 2 °C frente a la costa continental y alrededor de Galápagos y un núcleo de anomalías negativas (-1 °C), lo que indica condiciones atípicas de TSM, Fig. 17b.

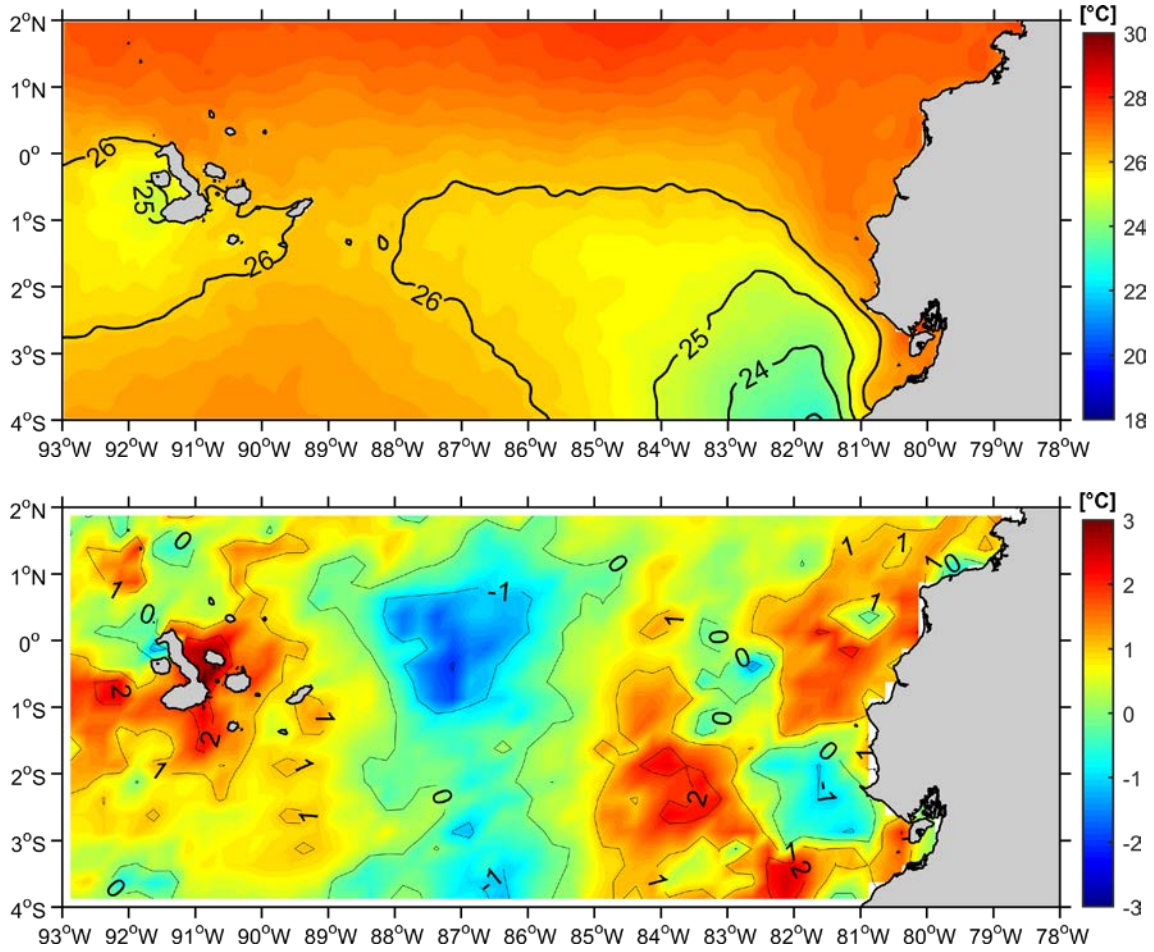


Fig. 17. (a) Temperatura Superficial del Mar y (b) Anomalía de la TSM en el mar ecuatoriano. Fuente: Base de datos Copernicus-Ostia.

La salinidad aumenta de noreste a suroeste desde 32 a 34.5 ups. La zona de valores mínimos (< 33.5 ups) que se encuentra frente a la costa norte y central del Ecuador se proyecta hacia el sur hasta la Península de Santa Elena, Fig. 18. Estas condiciones de temperatura y salinidad corresponden a Agua Tropical Superficial, de baja salinidad (~33 ups) y temperatura > 25 °C, Fig. 18.

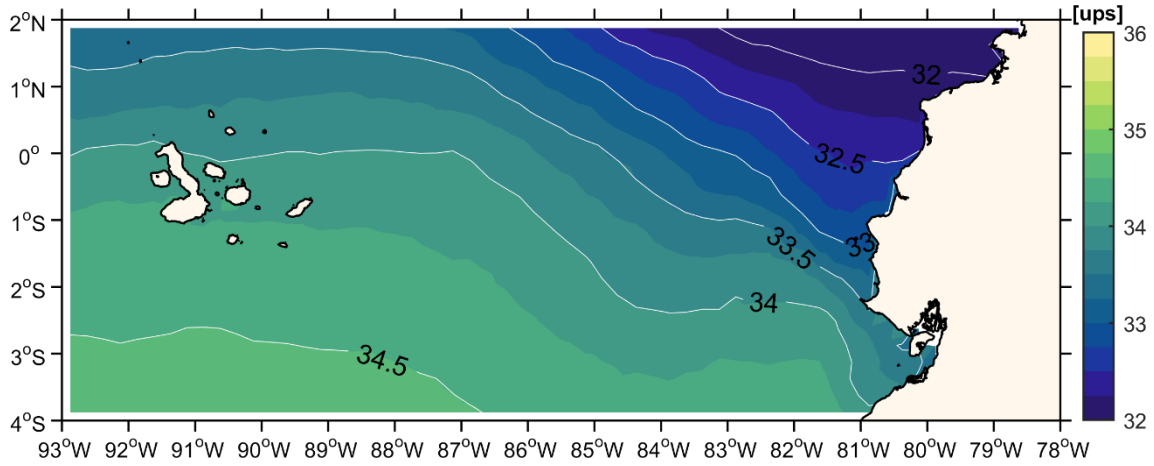


Fig. 18 Distribución de la salinidad superficial en territorio marítimo ecuatoriano

La distribución vertical de la temperatura en Ecuador, limitada por las líneas verticales en la figura 19, muestra el ingreso desde el norte de agua de mayor temperatura y menor salinidad, con influencia en los primeros 30 m. En todo este sector predomina el agua Tropical Superficial.

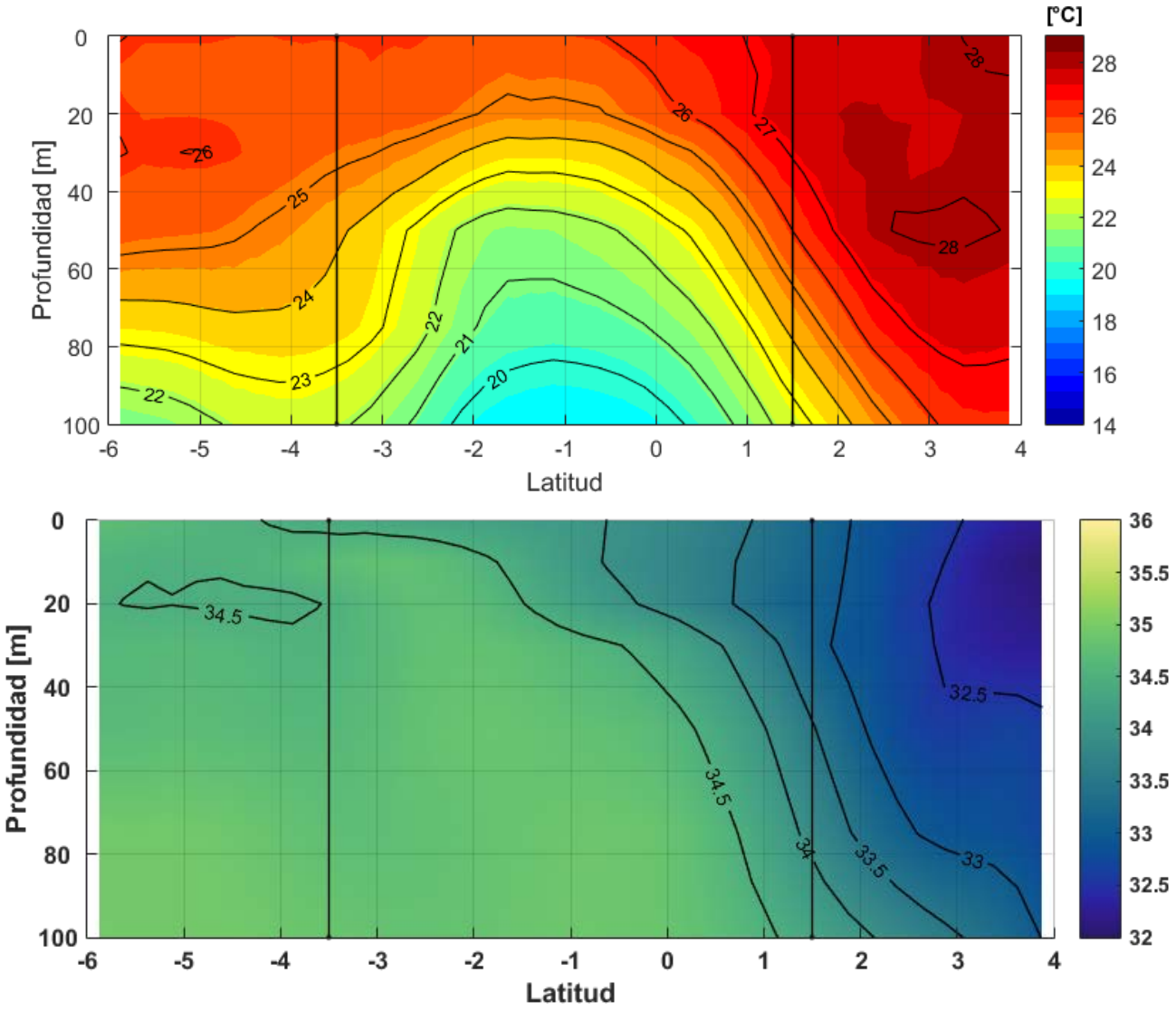


Fig. 19. Sección en profundidad a lo largo del 82°O entre el 8N y 8°S. (a) Temperatura del mar y (b) Salinidad del mar. Fuente: Copernicus Data set armor weekly

Las mediciones en las estaciones 10 millas costa afuera de Esmeraldas, Manta y La Libertad fueron realizadas los dos últimos días de enero y primer día de febrero. La TSM en la capa entre 0 y 20 m, estuvo entre 26.7 °C (La Libertad) y 27.2 °C y la SSM entre 29.8 y 33.2 (La Libertad), lo que se asocia a la intrusión de agua del norte. Se observaron anomalías positivas de temperatura (0-50 m) en Manta y La Libertad y negativas en Esmeraldas en toda la columna de agua. En cuanto a las anomalías de salinidad, los valores fueron negativos en casi toda la columna de agua, excepto a nivel superficial frente a La Libertad. En el análisis de masas de agua, figura 20, predomina el Agua Tropical Superficial (TSW por sus siglas en inglés), especialmente en Esmeralda (izquierda de la figura 20a). Se identificaron además el agua Subtropical Superficial (STSW) y el agua ecuatorial subsuperficial (ESSW), pero en menor porcentaje.

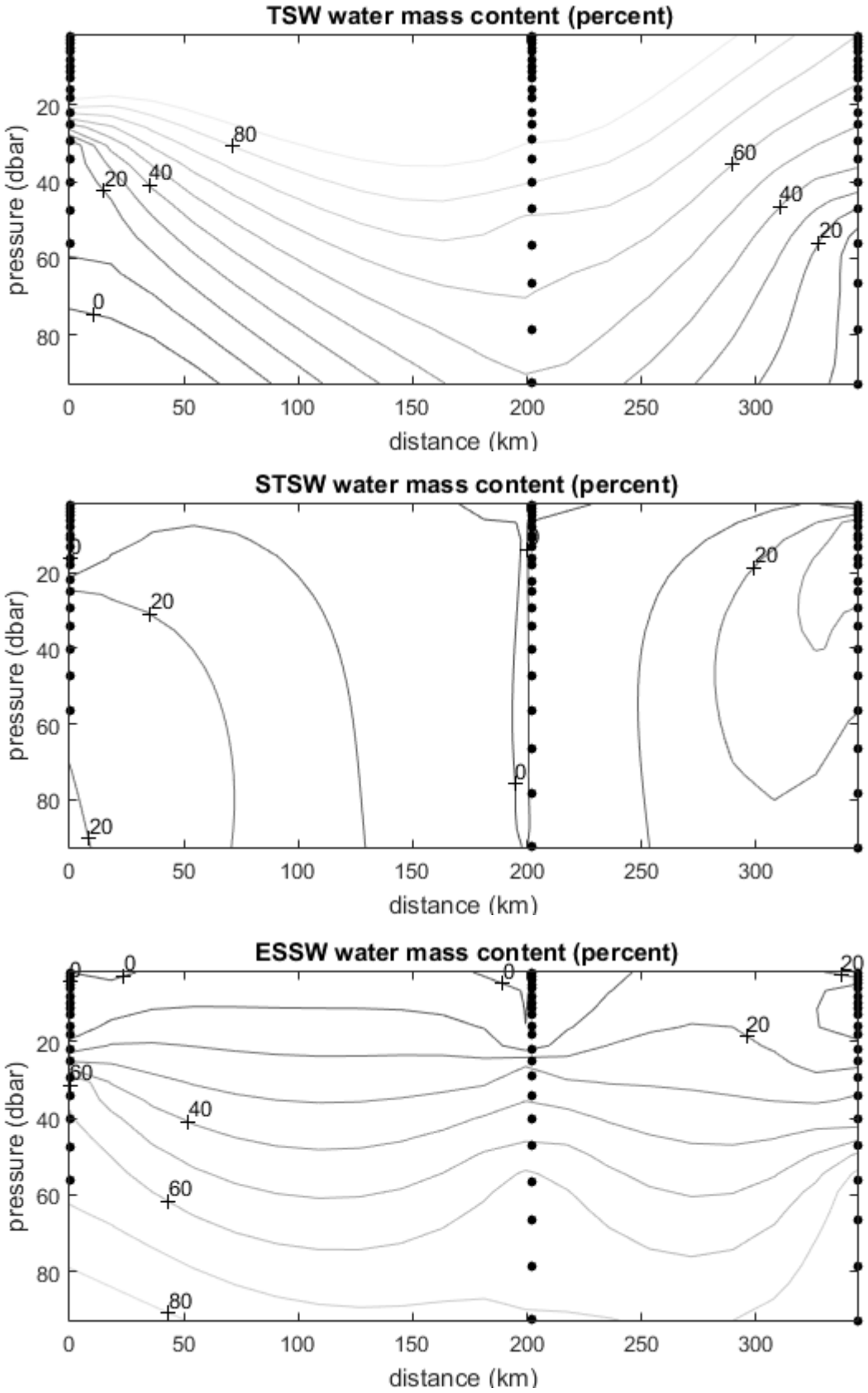
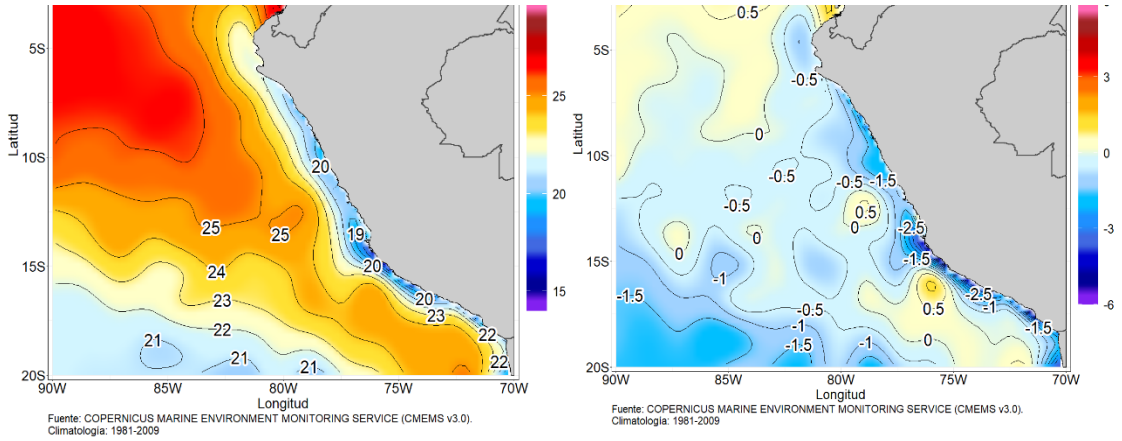


Fig. 20. Distribución de masas de agua. Panel Superior Agua Tropical Superficial (TSW), Agua Ecuatorial Superficial (ESW). Panel Inferior Agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW).

C. PERÚ

La TSM promedio se ubicó en el rango de 19 °C a 25 °C, configurando dos escenarios paralelos, la primera de condiciones frías dentro de las cien millas adyacente a la costa, con anomalías negativas de hasta -2.5 °C en la zona sur; y la segunda, condiciones normales, por fuera de esta zona (Fig. 21).



a) b)

Fig. 21. Promedio febrero 2021. a) TSM, y b) anomalía de la TSM. Fuente: datos: Ostia-CMEMS V3.0. Gráfico: DIHIDRONAV

Sub superficialmente, al norte de 7°S, en los primeros 50 m la temperatura aumentó rápidamente hasta25°C, dentro de las 100 millas frente a la costa, asociado a salinidades menores de 34.8 UPS, caracterizando la presencia de aguas ecuatoriales superficiales (AES). El ingreso de estas aguas del norte generó un escenario cálido, por encima de lo normal, dentro de las primeras 100 millas de costa (Fig. 22 y 24) y otro de condiciones normales por fuera de esta distancia (Fig. 23). Sin embargo, en los últimos días del mes, la temperatura disminuyó hasta cerca de los 300 m de profundidad, en particular sobre los 50 m de profundidad; esto debido al arribo de una onda Kelvin fría (Fig. 22).

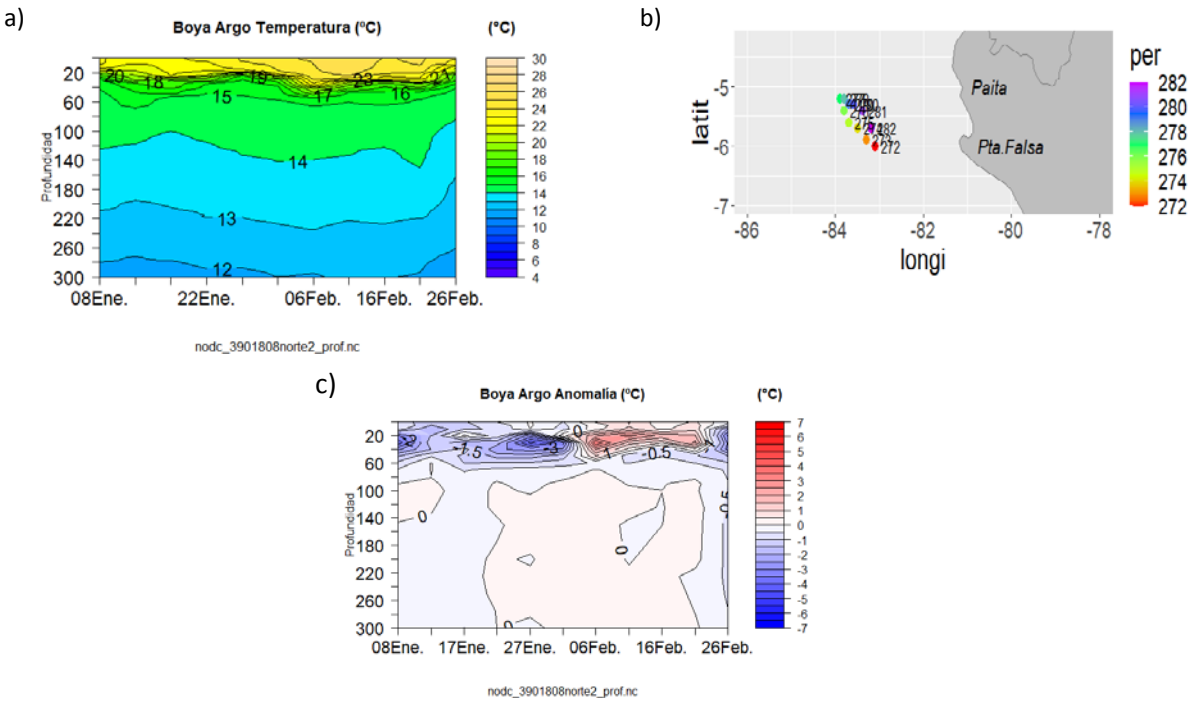


Fig. 22. Distribución vertical de la a) temperatura, c) anomalía de temperatura frente a la costa norte (b), del 8 enero al 26 de febrero 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV

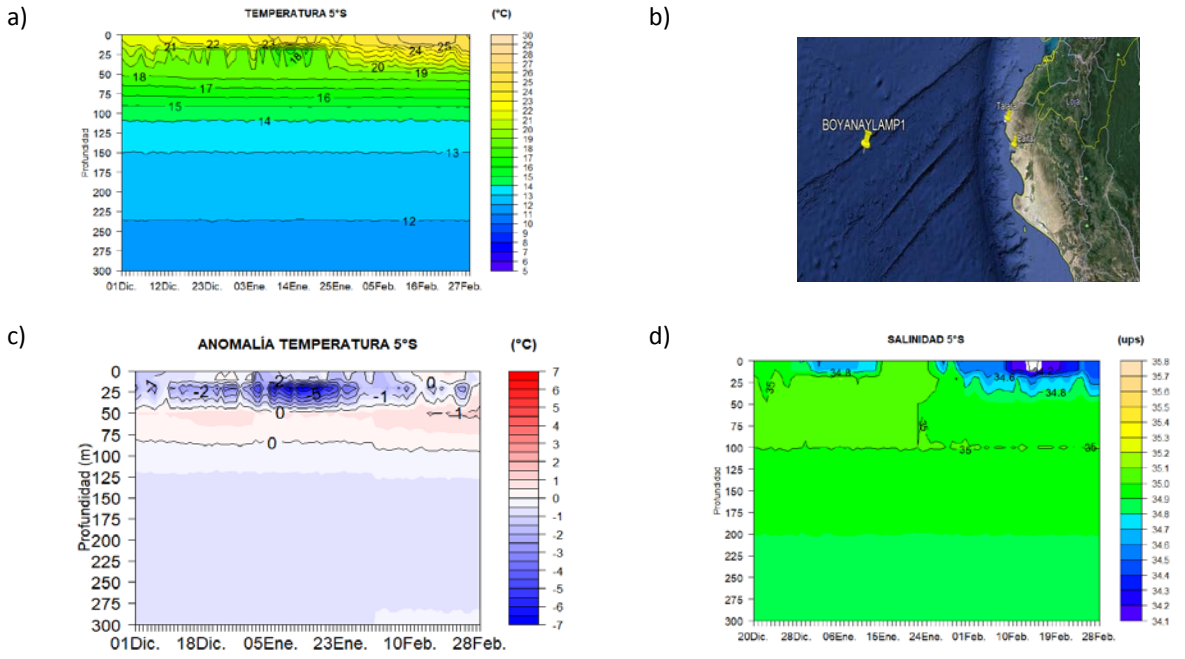


Fig. 23. Distribución vertical de la a) temperatura, c) anomalía de temperatura y d) salinidad, frente a la costa norte (05°S), del 1 diciembre 2020 al 28 de febrero 2021. Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV

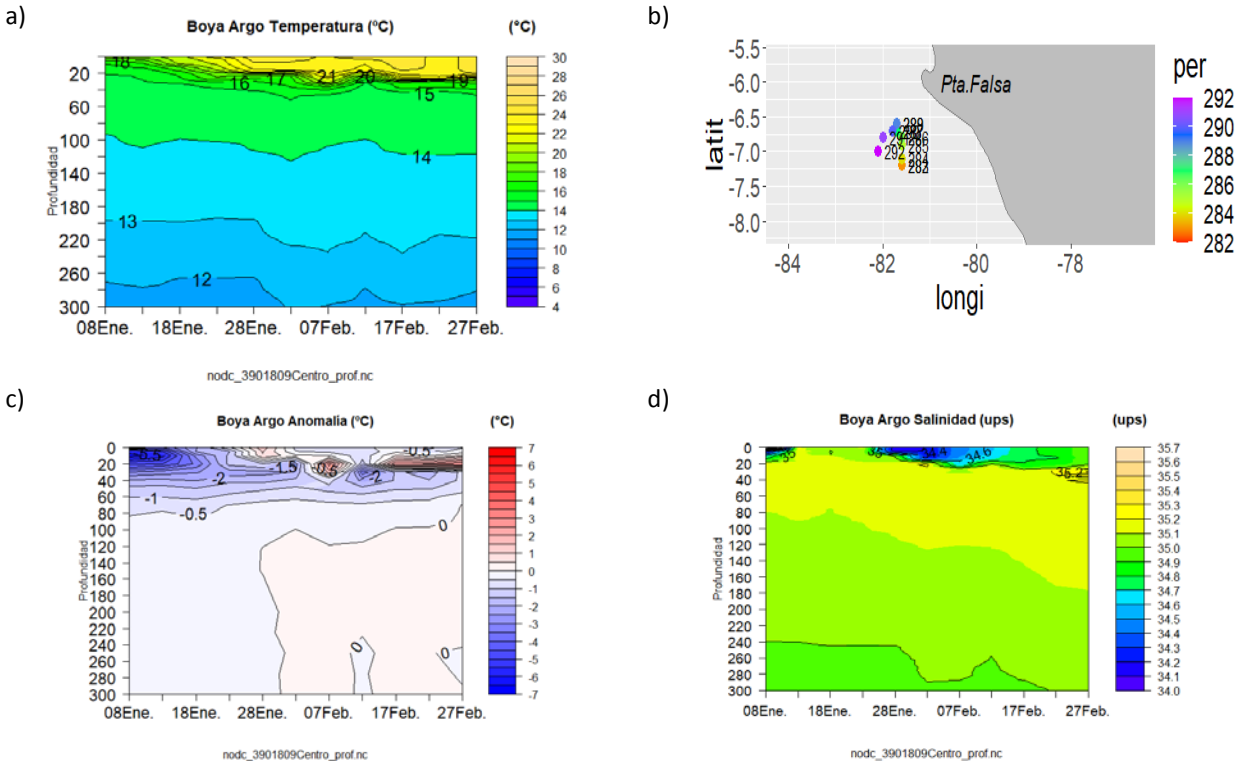


Fig. 24. Distribución vertical de la a) temperatura, c) anomalía de temperatura y d) salinidad, frente a la costa norte (b), del 8 de enero al 27 de febrero 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV

Por otro lado, en el litoral peruano la TSM se mantuvo con anomalías negativas, con valores mayores de -1,5 °C en la zona norte; en particular después de la segunda quincena del mes, en que éstas aumentaron hasta en -4°C, guardando relación con el paso de la onda fría. (Tabla 1 y Fig. 25)

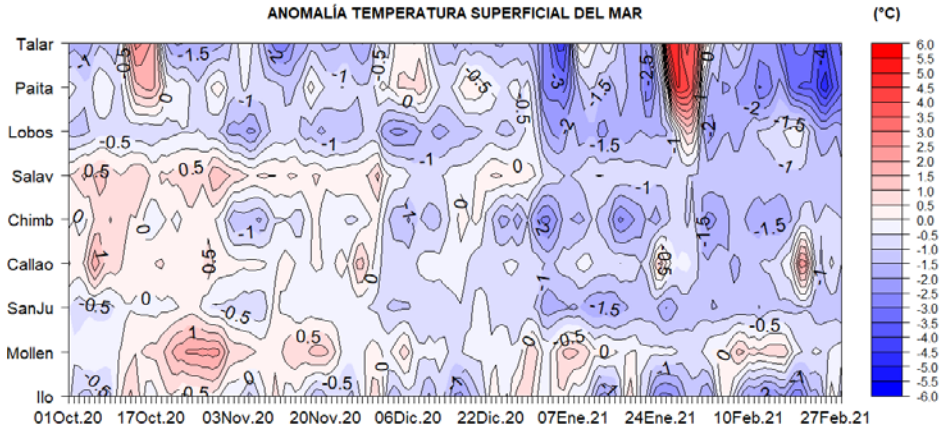


Fig. 25. Anomalía diaria de la temperatura superficial del mar (°C) en el litoral de Perú, entre octubre 2020 y febrero 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Asimismo, el nivel del mar en el litoral disminuyó sostenidamente durante casi todo el mes, hasta 10 cm por debajo del nivel medio, esto relacionado también al paso de la onda Kelvin fría (Fig. 26 y Tabla 1).

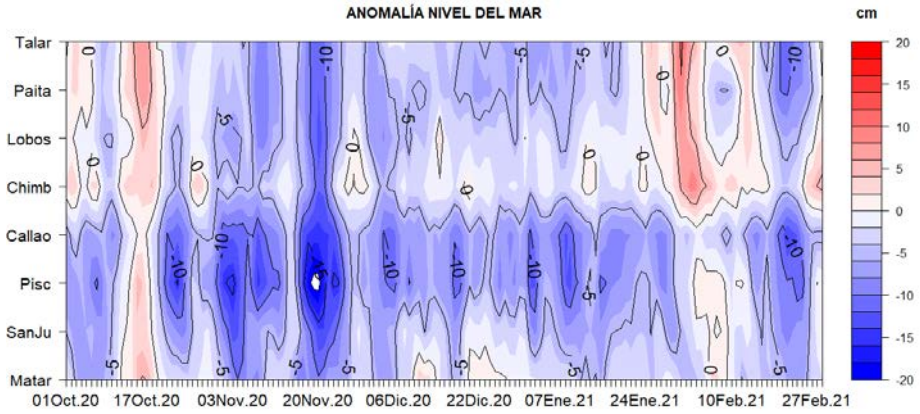


Fig. 26. a) Anomalía diaria del nivel del mar (cm) en el litoral de Perú entre octubre 2020 y febrero 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

La TA predominó con anomalías diarias negativas, de hasta -2 °C, principalmente en la zona centro y sur. En la última semana de febrero la TA disminuyo un poco más, al sur de Chimbote (09°Sur). (Fig. 27 y Tabla 1).

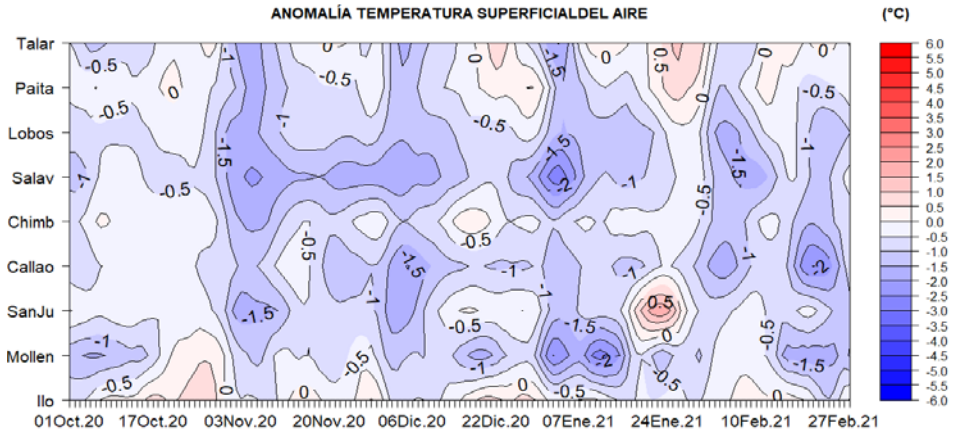


Fig. 27. Anomalía diaria de la temperatura del aire en el litoral del Perú entre octubre 2020 y febrero 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Durante el mes, no se registraron precipitaciones en la zona costera. (Tabla 1)

En el litoral predominaron vientos entre 3 y 7 m/s, del Sur (S) y Sureste (SE), con anomalías negativas y positivas al norte y sur de la Isla Lobos de Afuera (07°Sur), respectivamente. En la segunda y tercera semana del mes la velocidad del viento aumentó, con mayor intensidad en el litoral sur (Tabla 1, Fig. 28).

a)

b)

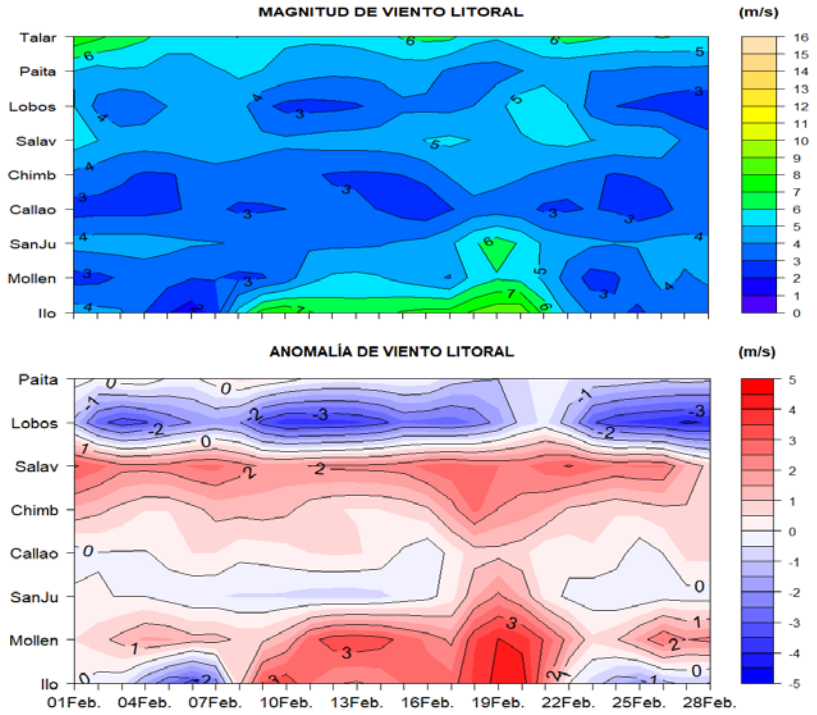


Fig. 28. Anomalía diaria del viento en el litoral del Perú de febrero 2021. Fuente: Estaciones

Tabla 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 (mm)	VIENTO		
			(° C)	Anomalía	(cm)	Anomalía	(° C)	Anomalía		Dirección	Velocidad	Anomalía (m/s)
Talara	04°35'00''	81°17'00''	*20.7*	*- 2.2*	*135*	*- 4*	*25.5*	*- 0.2*	*0.0*	*SW*	*5.8*	-
Paita	05°05'00''	81°06'30''	*20.6*	*- 2.8*	*123*	*- 3*	*26.2*	*- 0.5*	*0.0*	*S*	*3.6*	*- 0.9*
Lobos de Afuera	06°36'00''	80°42'30''	*20.7*	*- 1.3*	*147*	*- 1*	*22.4*	*- 1.1*	*0.0*	*SE*	*3.7*	*- 2.9*
Chimbote	09°04'00''	78°36'00''	*21.3*	*- 1.5*	*165*	*+ 2*	*22.7*	*- 1.0*	*0.0*	*S*	*3.7*	*+ 1.3*
Callao	12°03'30''	77°09'00''	*16.5*	*- 0.6*	*107*	*- 6*	*20.6*	*- 1.5*	*0.0*	*S*	*3.2*	*+ 0.6*
San Juan	15°21'00''	75°09'00''	*14.6*	*- 1.3*	*202*	*- 3*	*23.5*	*- 0.6*	*0.0*	*SE*	*4.6*	*0.0*
Mollendo	16°55'54''	72°06'24''	-	-	*206*	*- 3*	*21.7*	*- 0.7*	*0.0*	*SE*	*4.3*	*+ 2.5*
Ilo	17°37'00''	71°21'00''	*15.3*	*- 1.6*	*161*	-	*23.8*	*- 0.1*	*0.0*	*SE*	*6.8*	*+ 2.2*

D. CHILE

Durante febrero, la TSM registró anomalías negativas en varias de las estaciones de monitoreo, alcanzando valores de -1,6 °C en las estaciones de Arica y Caldera y -1,3 °C en Antofagasta, coincidiendo con el actual estado de La Niña en el océano Pacífico Sur Oriental. Por su parte, la estación de Talcahuano presento una anomalía positiva de 1,3 °C.

En la figura espacio-temporal de la TSM satelital (Fig. 29a), se observó un desplazamiento hacia el polo de la isoterma de 15 °C y una disminución considerable de la temperatura en la zona norte, entre Arica y Antofagasta, a partir de la segunda semana de febrero. Lo anterior, posiblemente por el aumento de los vientos alisios y el surgimiento de aguas más frías de fondo, por efecto del incremento de la surgencia.

Por otro lado, la figura espacio-temporal de la ATSM satelital (Fig. 29b) evidenció la presencia de anomalías negativas con valores menores a -4,0 °C en la zona norte y menores a -2,0 °C al sur de Talcahuano. En comparación con los años anteriores (2019 y 2020), febrero de 2021 fue notablemente más frio que febrero/2020 y levemente más frio que febrero/ 2019. Al comparar los datos satelitales con las estaciones de monitoreo, en la mayoría existe una coincidencia, exceptuando Caldera.

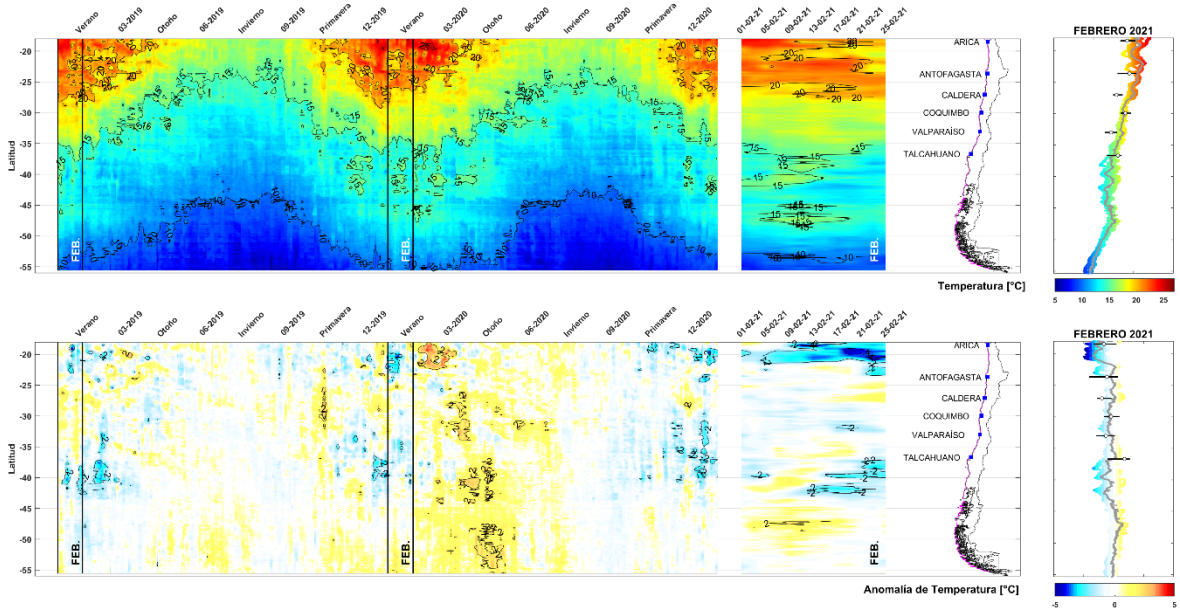


Fig. 29. Variabilidad espacio-temporal de la TSM y ATSM satelital a lo largo de la costa chilena (izquierda) y su comparación con los datos in situ de las estaciones de monitoreo (derecha) (mínimo, mediana y máximo). La línea magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal de los pixeles entre los 5 y 10 km desde la costa. 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 [2021-02-26] at http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ04.

Respecto al nivel del mar, durante el mes de febrero e igual al mes anterior, se presentó un aumento del nivel del mar de todas las estaciones de monitoreo. El mayor aumento promedio, en relación al mes anterior, fue de 2 cm que se repitió en varias estaciones.

La información altimétrica (Fig. 30 b), fue coincide con los valores registrados en las estaciones de Arica, Coquimbo y Valparaíso. En cambio, las estaciones de Antofagasta y Talcahuano presentaron anomalías inferiores a las registradas por los datos altimétricos.

Al efectuar un análisis de las climatologías con las mediciones in situ del mes de febrero, las anomalías mostraron fluctuaciones entre -6 cm (Antofagasta) y 6 cm (Valparaíso).

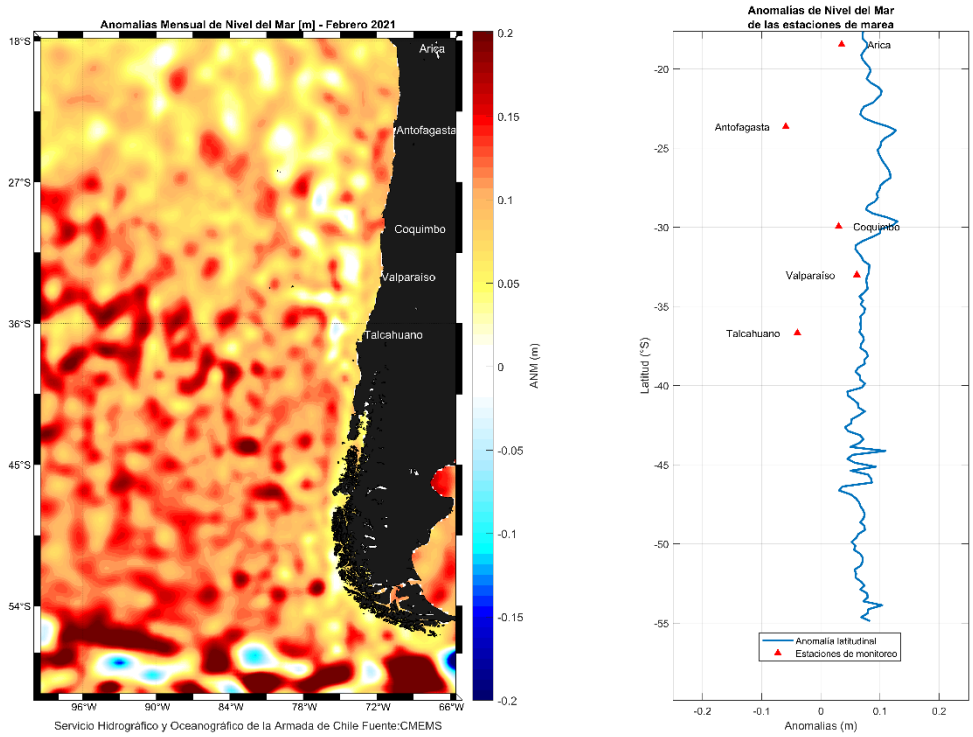


Figura 30. a) información satelital mensual de la anomalía de nivel del mar para el mes de febrero del año 2021, b) representación latitudinal de los valores de la anomalías del nivel del mar de las estaciones de monitoreo (▲) y el promedio latitudinal de los 4 pixeles más cercanos a la línea de costa de la anomalía satelital mensual (línea azul).

La Temperatura del Aire media durante febrero tuvo un comportamiento sobre lo normal en Calama y desde Temuco hasta Punta Arenas. Las mayores anomalías se registraron en la zona austral del país, destacando Balmaceda, Coyhaique y Punta Arenas, con valores de 2.6, 2.5 y 2.0 °C, respectivamente. Por otra parte, una disminución de la temperatura media se observó en la costa norte del país, Santiago y Juan Fernández. La anomalía negativa más alta se alcanzó en Arica con -1.1 °C. Mientras que, ciudades como Valparaíso, Curicó y Chillán, mostraron temperaturas medias consideradas dentro del rango normal (± 0.5 °C), Fig. 31.

Las temperaturas máximas medias, registraron una condición sobre lo normal en toda la zona sur y austral del país. Llaman la atención los altos valores de anomalías que se alcanzaron en la Patagonia chilena, donde la ciudad de Coyhaique destacó con 5.1 °C, seguida por Balmaceda que registró 4.7 °C. A diferencia de lo anterior, las temperaturas máximas medias en gran parte del norte y centro del país, estuvieron bajo lo normal. Las disminuciones mayores se observaron en Curicó con 1.8 °C, seguida por Santiago y Concepción, cada una con 1.5 °C. Igualmente, Juan Fernández en el territorio insular, presentó una condición bajo lo normal, registrando -0.7 °C de anomalía, Fig. 32.

El comportamiento de las temperaturas mínimas medias, mostró un aumento en la ciudad de Calama, así como también en la zona centro y extremo sur del país. Dentro de las anomalías más altas, se encuentran; Curicó con un aumento 1.7 °C y Concepción con 1.5 °C, mientras que, Punta Arenas registró 1.8 °C sobre lo normal. De modo contrario, Arica, Valdivia y Juan Fernández, registraron temperaturas mínimas medias bajo lo normal, con valores de -0.8, -1.6 y -0.7 °C, respectivamente, Fig. 33.

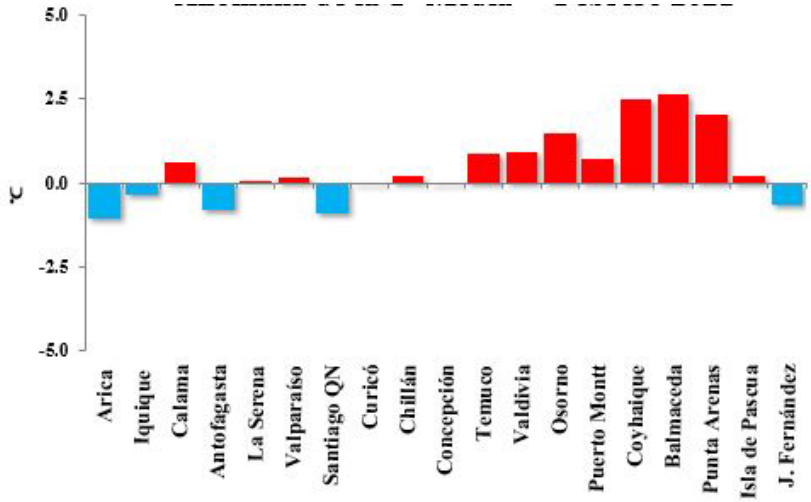


Fig. 31. Anomalía de la TA media en las estaciones de Chile, Febrero 2021

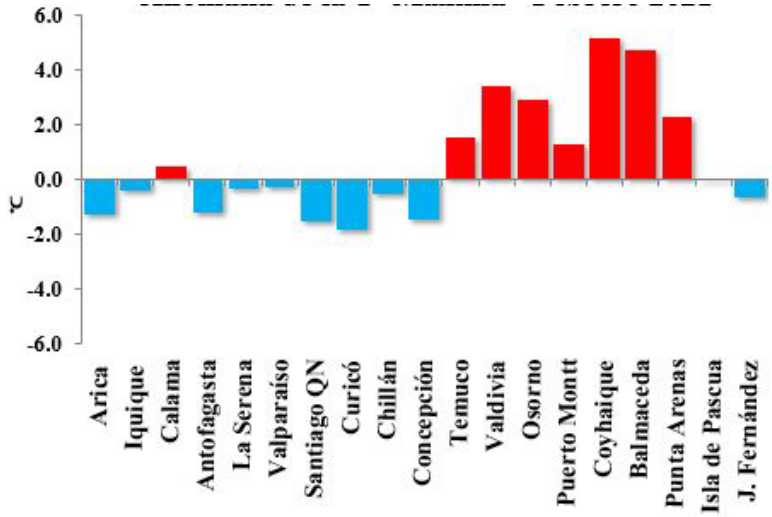


Fig. 32. Anomalía de la TA Máxima en las estaciones de Chile, Febrero 2021

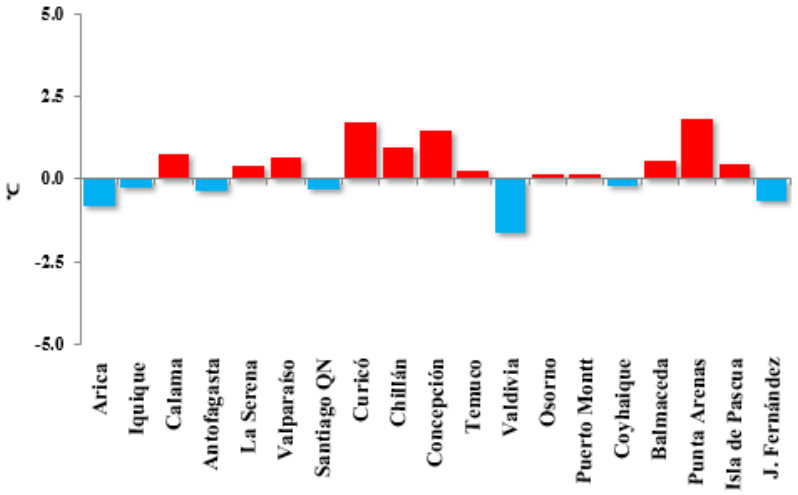


Fig. 33 Anomalía de la TA Mínima en las estaciones de Chile, Febrero 2021

La Presión atmosférica en febrero, presentó valores bajo lo normal en el norte del país, Concepción, Temuco y el territorio insular, siendo Iquique la ciudad que destacó con una anomalía estandarizada de -1.0 u.e. En cambio, anomalías positivas se registraron en Valparaíso, Santiago y el extremo sur del país, donde la mayor anomalía estandarizada se alcanzó en Santiago con 2.8 u.e., seguida por Coyhaique y Balmaceda, ambas con 1.2 u.e., Fig. 34.

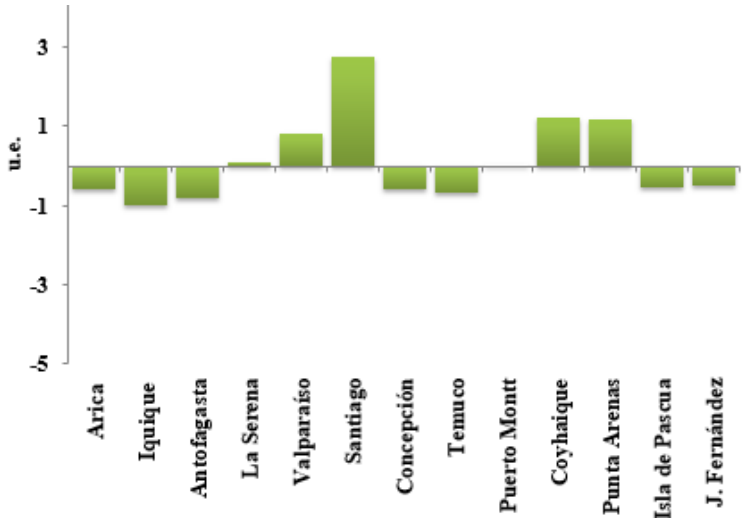


Fig. 34. Anomalía de la Presión en las estaciones de Chile, Febrero 2021

Las precipitaciones en febrero, se caracterizaron por presentar una condición bajo lo normal en casi todo el país. Entre Santiago y Punta Arenas, la disminución de la precipitación fluctuó entre 1.1 y 61.8 mm, siendo las estaciones de Santiago, Curicó y Chillán en la zona centro, las que alcanzaron un 100 % de déficit. En cambio, hacia el sur y extremo sur del país, los montos de déficit variaron entre 62 y 93%. Igualmente, las estaciones de Putre y Juan Fernández, mostraron una anomalía de precipitación bajo lo normal, con montos de 48.9 y 20.5 mm. Por otra parte, Valparaíso registró superávit de precipitación del 75 %, con un aumento de 0.7 mm de precipitación, mientras que, Isla de Pascua alcanzó 10% de superávit con un aumento en la precipitación de 7.9 mm, Fig. 35.

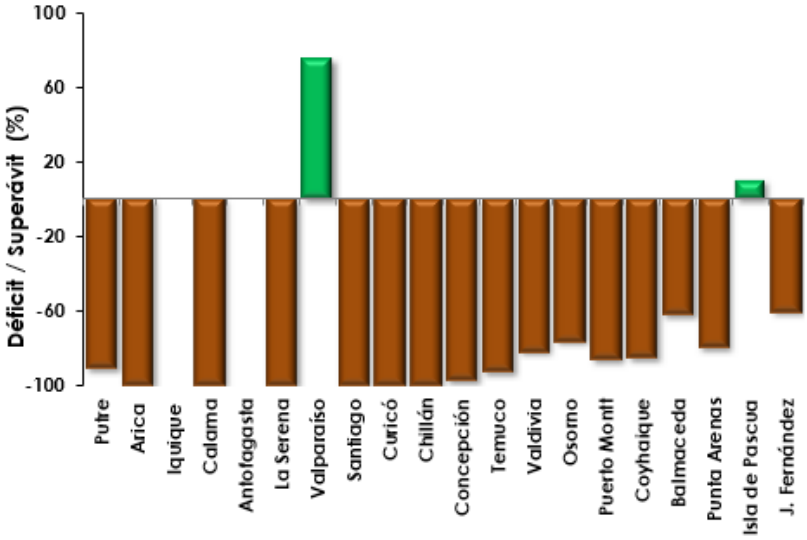


Fig. 35. Anomalía de la Precipitación en las estaciones de Chile, Febrero 2021

III. PERSPECTIVAS

Se espera que La Niña tienda a declinar y que evolucione hacia condiciones neutrales en los siguientes meses, tanto en el Pacífico Central como oriental.

La actual Niña, aún podría contribuir a la ocurrencia de lluvias superiores a lo normal en la sierra central y sur del Perú, así como en algunos sectores de la selva del país, en lo que resta del verano.

Se espera que frente a la costa norte de Perú, la TSM aumente hasta valores por encima de lo normal, con ligeros incrementos del nivel del mar, por encima del nivel medio, entre marzo y abril.

En la costa de Ecuador se espera que las anomalías positivas de TSM se mantengan positivas con tendencia a disminuir.

ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS

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
sep-20	27.0	23.9	17.0	15.4	15.1	15.5	14.3	14.0	12.4
oct-20	27.2	NaN	17.1	15.3	16.1	15.6	14.2	14.8	12.1
nov-20	26.1	NaN	17.3	15.2	16.9	17.1	14.6	15.2	13.0
dic-20	26.1	NaN	18.7	15.2	17.4	18.2	16.2	16.3	13.3
ene-21	26.8	NaN	19.9	15.8	19.4	19.4	16.6	17.8	14.5
feb-21	27.4	NaN	20.6	16.5	18.4	18.8	16.0	18.0	14.4

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
sep-20	*	259.7	98	155.67	60.64	127.54	90.26	74.21	90.51
oct-20	*	260.8	100	158.8	63.19	129.31	92.54	74.49	89.23
nov-20	*	256.4	97	155.61	61.33	126.21	90.79	74.66	*
dic-20	*	258.2	102	162.86	68.02	*	96.86	79.5	105.8
ene-21	*	264.3	103	163.63	67.49	*	97.7	81.17	111.1
feb-21	*	265.0	107	165.09	68.98	*	99.39	82.69	113.33

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).

	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)
05-sep-20	23.2	*	17.0	15.8	273.6	95.2	75.70	93.00
10-sep-20	24.6	*	16.8	16.1	269.8	92.6	74.30	97.20
15-sep-20	24.3	*	19.1	15.8	268.7	98.3	69.70	82.10
20-sep-20	24.1	*	17.7	15.9	276.4	98.9	73.70	84.40
25-sep-20	*	*	16.6	15.6	267.3	91.8	76.70	93.70
30-sep-20	*	*	16.7	15.4	272.5	96.3	75.50	93.10
05-oct-20	*	*	16.7	15.5	260.8	99.9	70.60	84.60
10-oct-20	*	*	17.5	15.4	258.9	99.3	70.00	80.70
15-oct-20	*	*	20.5	15.9	262.3	105.5	76.70	92.40
20-oct-20	*	*	17.3	16.7	262.4	99.3	75.30	91.50
25-oct-20	*	*	16.4	15.7	260.1	97.2	78.60	93.90
30-oct-20	*	*	17.0	15.8	261.5	99.7	76.40	92.80
04-nov-20	*	*	17.9	15.2	256.5	96.2	75.00	90.60
09-nov-20	*	*	16.5	15.1	256.7	96.2	79.10	94.60
14-nov-20	*	*	16.4	15.1	256.8	101.2	73.50	89.20
19-nov-20	*	*	17.3	15.1	252.3	93.1	72.30	*
24-nov-20	*	*	17.2	15.5	257.4	96.7	74.00	*
29-nov-20	*	*	17.3	15.5	257.2	101.3	74.10	*
04-dic-20	*	*	19.3	15.1	260.5	99.3	70.70	96.50
09-dic-20	*	*	19.0	15.4	260.0	101.1	80.80	109.10
14-dic-20	*	*	17.9	15.4	258.1	104.1	75.90	101.00
19-dic-20	*	*	17.9	15.0	258.2	102.4	77.50	104.50
24-dic-20	*	*	17.8	15.2	255.9	103.0	84.20	109.20
29-dic-20	*	*	17.8	15.1	256.3	101.5	86.30	112.80
03-ene-21	*	*	17.1	15.2	261.7	101.7	84.00	112.10
08-ene-21	*	*	19.9	15.8	261.0	99.9	82.70	113.10
13-ene-21	*	*	20.2	15.6	262.9	104.0	78.30	106.30
18-ene-21	*	*	19.0	15.5	266.1	102.5	79.60	109.70
23-ene-21	*	*	20.4	16.5	265.2	103.7	84.00	117.20
28-ene-21	*	*	24.8	15.9	266.7	104.1	78.50	108.90
02-feb-21	*	*	22.9	15.7	262.9	109.3	83.10	112.10
07-feb-21	*	*	21.8	15.6	264.6	108.7	85.40	117.60
12-feb-21	*	*	20.8	16.1	262.9	108.7	82.50	113.40
17-feb-21	*	*	20.0	16.7	263.0	105.2	81.10	114.80
22-feb-21	*	*	19.6	17.9	262.6	101.6	82.40	109.70
27-feb-21	*	*	19.6	16.6	263.6	105.8	*	*

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

* Dato no disponible.

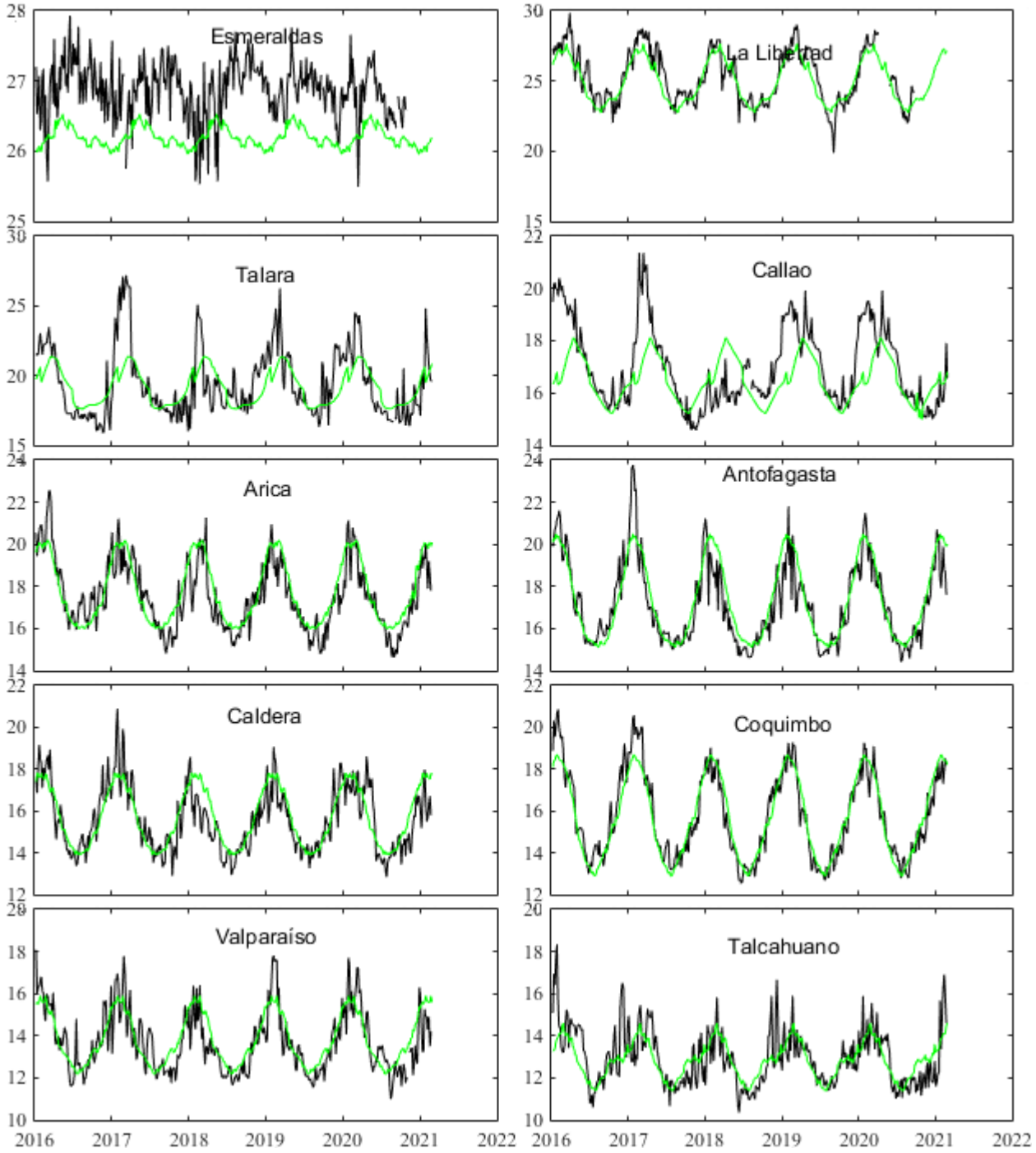


Fig.1. Medias de cinco días (quinarios) de TSM (°C) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile desde 2016. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la carátula. (Fuente: INOCAR – INAMHI – DHN - SHOA).

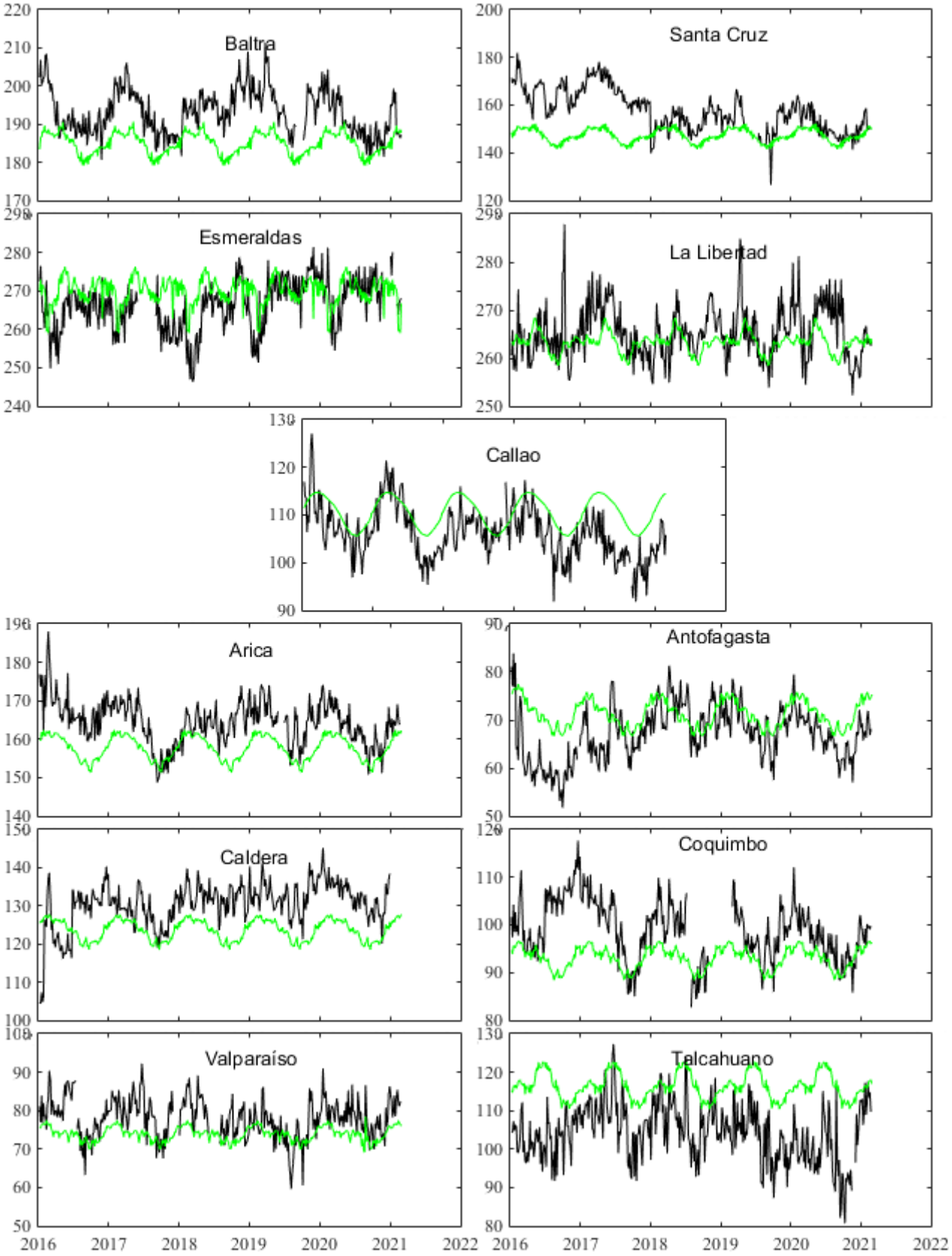


Fig. 2. Medias de cinco días (quinarios) del NMM (cm) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. (Fuentes: INOCAR-DHN - SHOA).

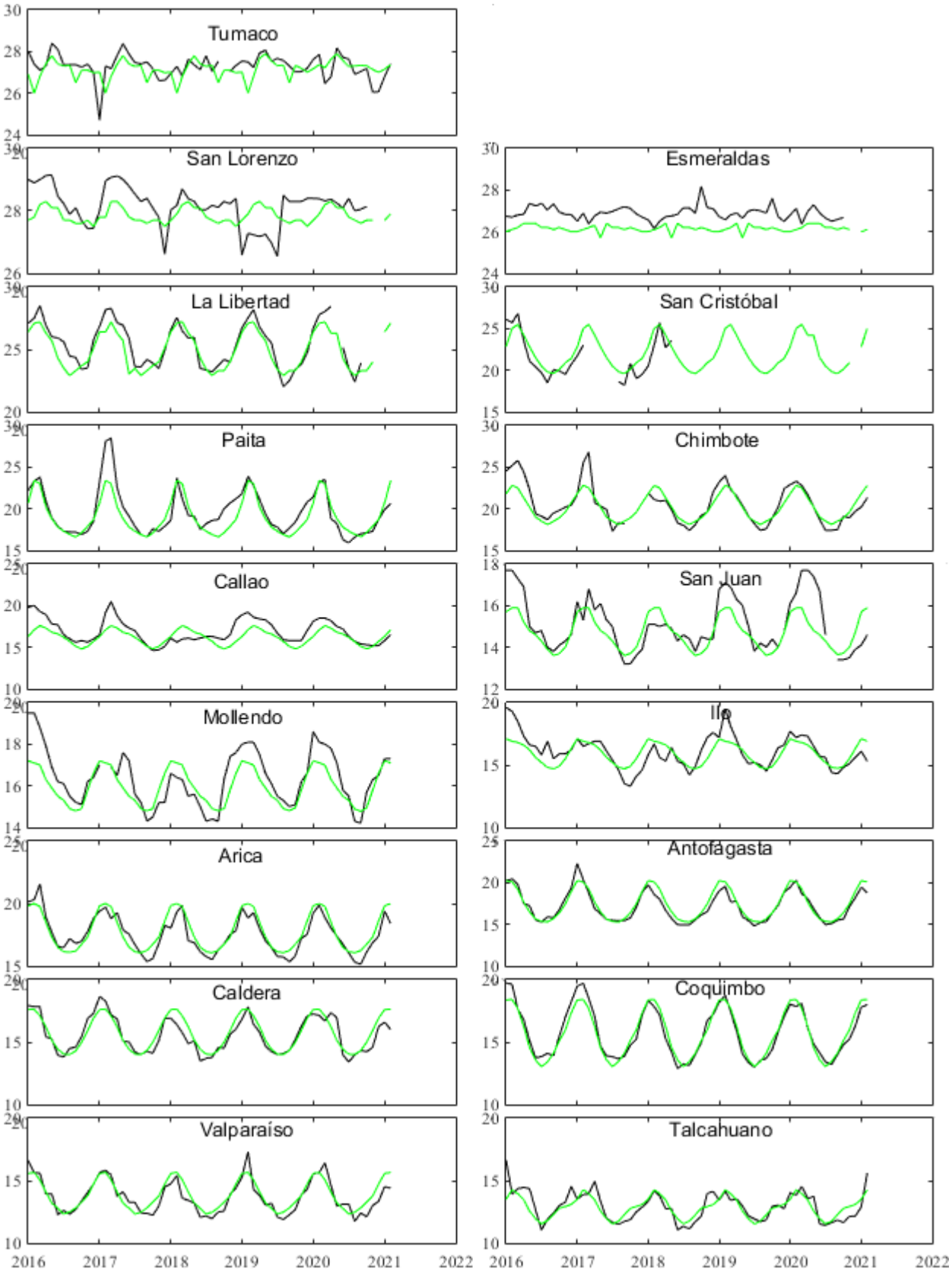


Fig. 3. Medias mensuales de TSM (° C) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo de la climatología es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR, DHN, SHOA).

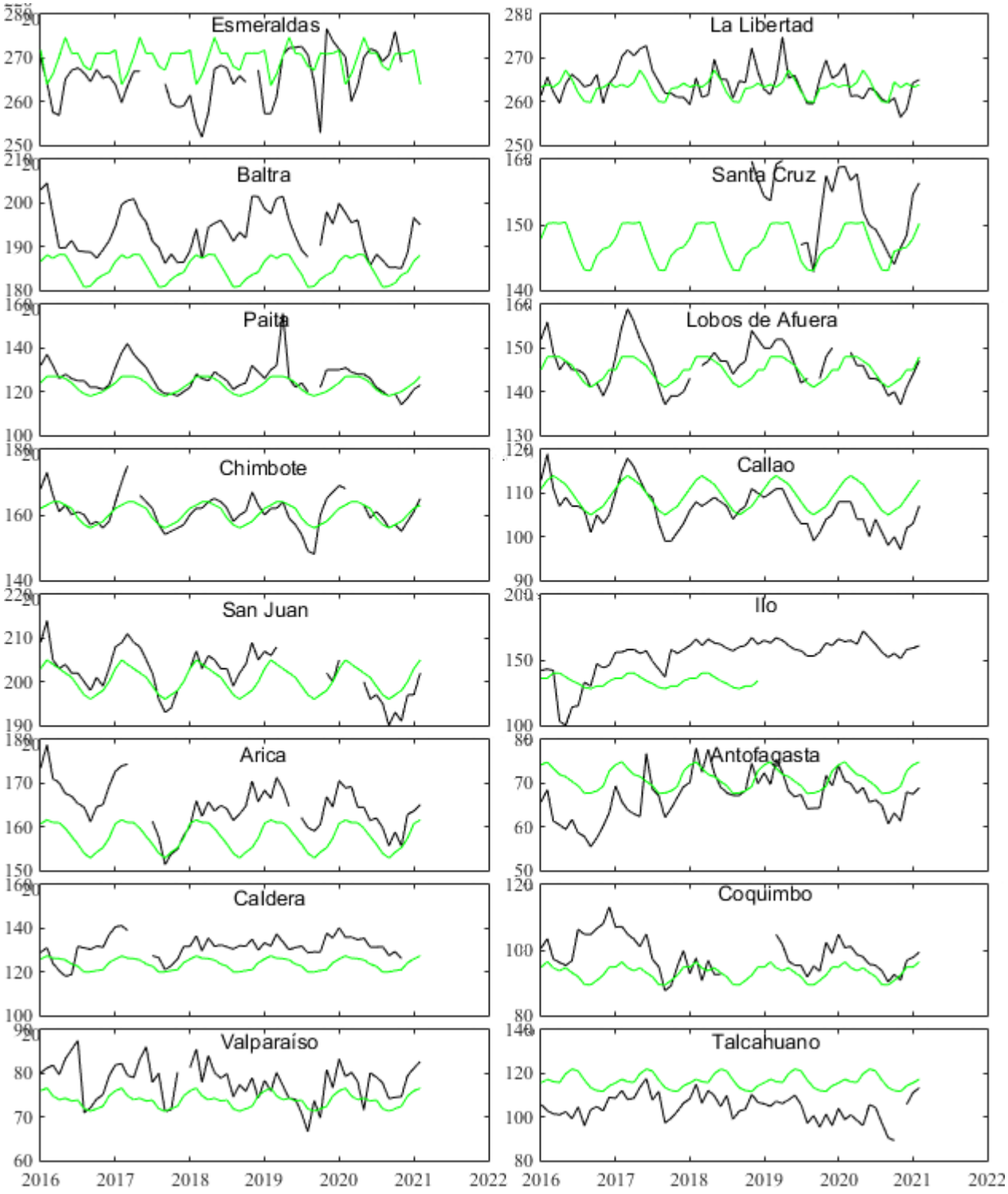


Figura 4. Medias mensuales de NMM (cm) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN.

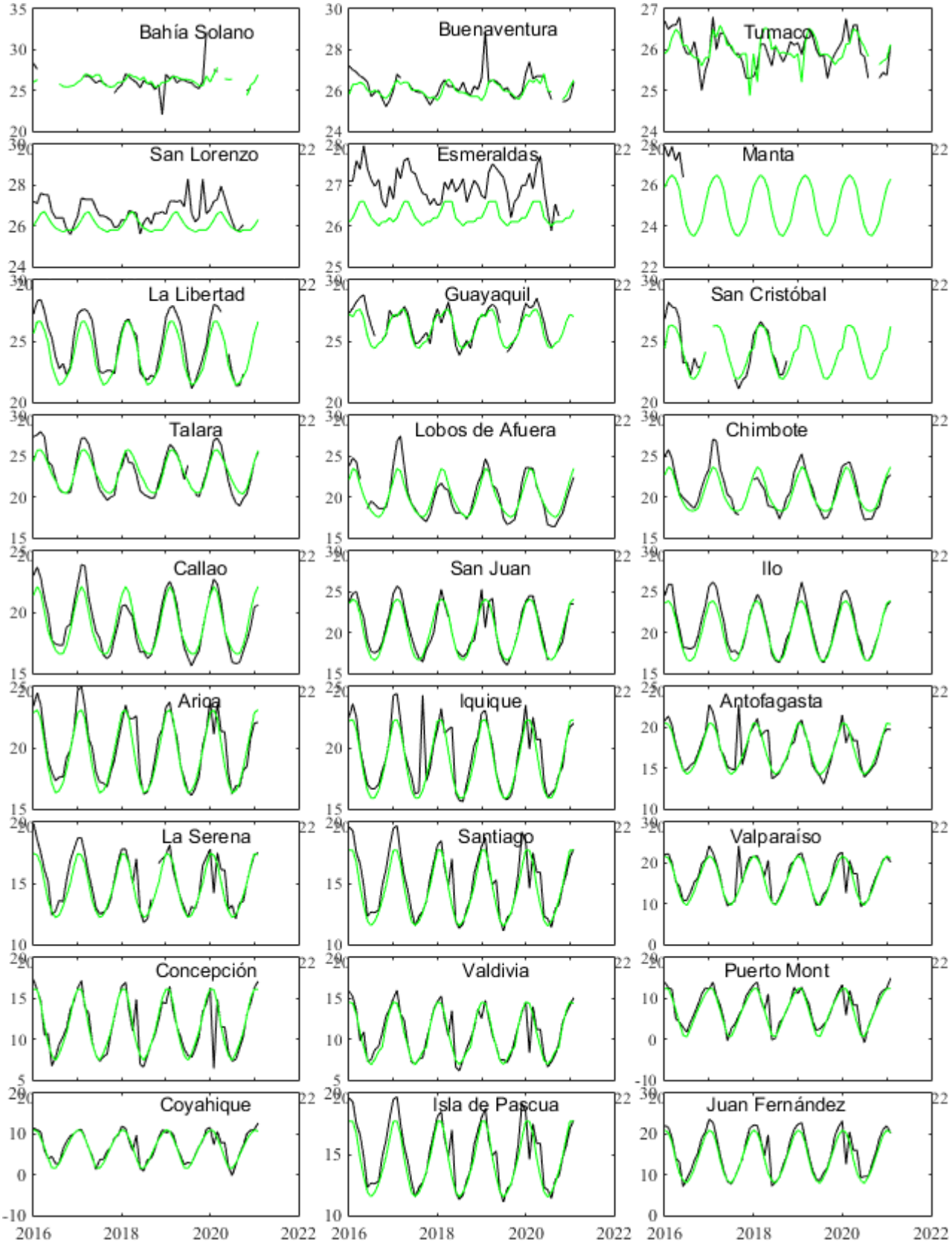


Figura 5. Medias mensuales de TSA (°C) en localidades de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN).

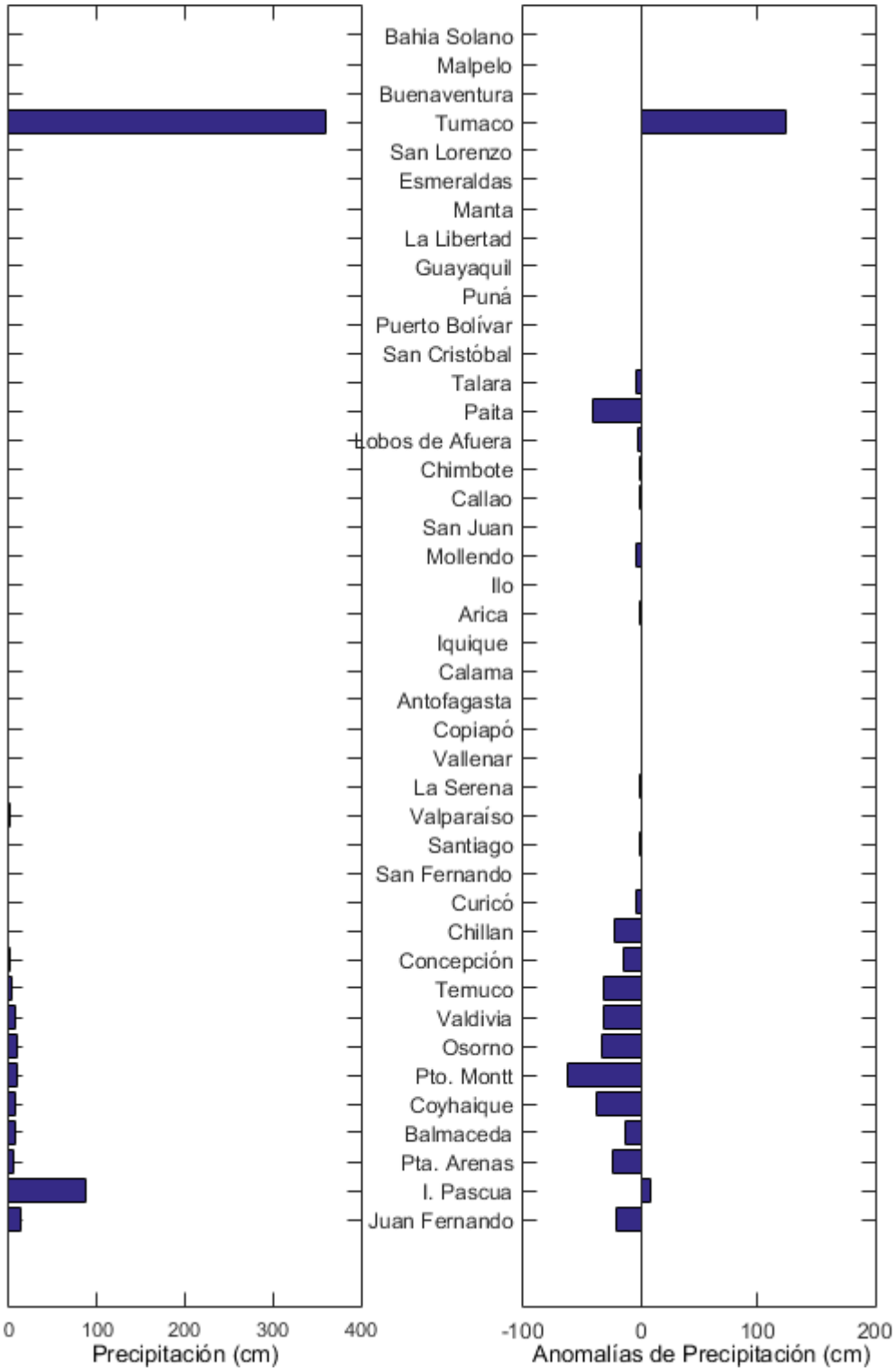


Figura 6. Precipitación y anomalías de la precipitación en ciudades de los países que conforman el Comité ERFEN-regional.

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, 2021. BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 365. www.inocar.mil.ec

PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE ESTE BOLETÍN

COLOMBIA

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

ECUADOR

INOCAR:	Oceanógrafa Leonor Vera San Martín

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 Pablo Córdova Montecinos
	Investigador Oceanógrafo Mario Cáceres Soto
DMC:	Investigador Meteorológico Catalina Cortés
	Investigador Meteorológico José Vicencio
	Investigador Meteorológico Diego Campos

EDICIÓN GENERAL REGIONAL
Leonor Vera San Martín
Instituto Oceanográfico de la Armada - ECUADOR

COORDINACIÓN EDICIÓN GENERAL REGIONAL
Méntor Villagómez
Secretario General de la CPPS
Marcelo Nilo Gatica
Director de Asuntos Científicos de la CPPS

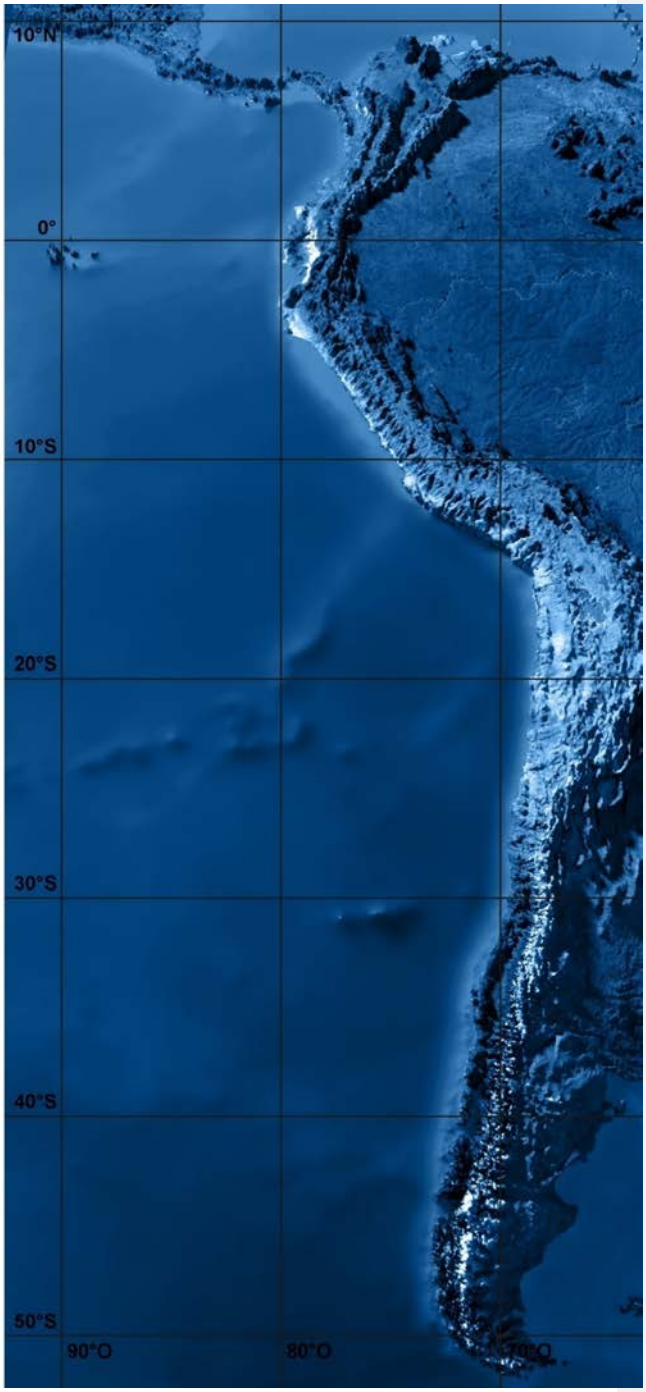
ISBN: 978-9978-9985-1-9

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
Casilla: 5940e

30 AÑOS Boletín de Alerta Climático

BAC 366

MARZO 2021



ERFEN

Comité Interinstitucional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño

CPPS
Comisión Permanente del Pacífico Sur

IDEAM-DIMAR/CCCP
Colombia

INOCAR
Ecuador

DIHIDRONAV
Perú

SHOA-DMC
Chile

RESUMEN

Las condiciones del evento ENOS de fase fría, La Niña, persisten, pero mantienen una declinación sostenida, con el indicador oceánico ONI (Índice Oceánico el Niño) y los índices atmosféricos IOS (Índice de Oscilación Sur) e IOS-ec (IOS ecuatorial), aproximándose a su posición neutral. Por otro lado los índices zonales estandarizados de vientos Alisios en el Pacífico ecuatorial (IZVA), aunque en menor magnitud, mantienen su intensificación asociados a condiciones la Niña.

Las anomalías de la Temperatura Superficial del mar (TSM) en las regiones Niño continúan negativas, cercanas a valores normales. La región de mayor magnitud (- 0.55 °C) fue Niño 4 (centro-oeste del Pacífico ecuatorial) En Niño 3.4, 3 y 1+2, las anomalías fueron de-0.31, -0.39 y -0.26 °C, respectivamente. De manera similar las anomalías de temperatura subsuperficiales continuaron negativas.

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) fue menor a su normal en todas las estaciones oceanográficas de Perú y Chile; mientras que Colombia reportó condiciones normales y Ecuador anomalías positivas de TSM en su costa adyacente.

La anomalía del nivel del mar en las estaciones oceanográficas de los países de la región tuvo comportamiento variable en Perú y Chile, se presentaron anomalías tanto positivas como negativas sin una tendencia prevaleciente.

La temperatura del aire en Colombia mostró condiciones cercanas a lo normal, Perú presentó anomalías negativas y positivas, sin un patrón específico, siendo las negativas las de mayor valor (hasta -0.7 °C) y las positivas menores (< a 0.4 °C). En Chile las anomalías fueron positivas de hasta 1.6 °C.

Respecto a precipitaciones el déficit fue generalizado en las estaciones de Tumaco-Colombia y en las estaciones habitualmente lluviosas en Perú y Chile. Ecuador reportó condiciones de superávit de precipitación en las regiones Litoral y Andina.

Los modelos climáticos indican la evolución del evento La Niña hacia condiciones neutrales en los siguientes meses.

I. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ATMOSFÉRICAS REGIONALES

La temperatura Superficial del Mar en la Cuenca del Pacífico Sur (CPS) aumenta latitudinalmente de 14 °C a 26 °C desde el límite sur de la Figura 1 hasta 25°S. Al norte de esta latitud, la variación de TSM aumenta hasta 28 °C, con el máximo al noreste de Nueva Zelanda. En el este, frente a la costa de Chile y Ecuador la TSM es menor a causa del afloramiento costero, cuya influencia es notable hacia el norte y oeste.

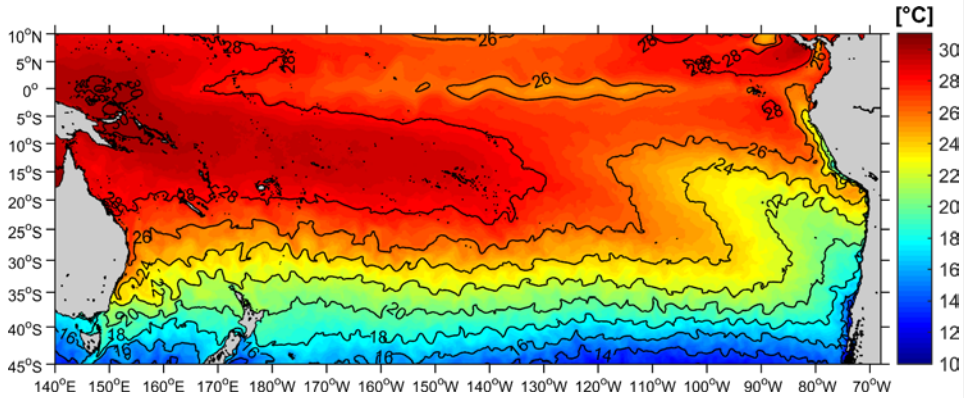


Fig. 1. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar. Fuente: CMEMS, producto OSTIA.

La anomalía de TSM asociada a la distribución de la TSM fue neutral en la mayoría del área, con excepción de zonas frente a la costa de Panamá, Colombia y Ecuador y el sur (centro-este) de la CPS, donde se registraron anomalías positivas de 1 °C. En la región del Pacífico ecuatorial central predominaron condiciones normales, con pequeños núcleos cálidos y puntuales, que evidenció la tendencia descendente de la magnitud del índice ONI (Fig. 8a). Por otro lado, en la región oriental la TSM manifestó condiciones cálidas en áreas adyacentes a la costa Sudamericana, Fig. 2.

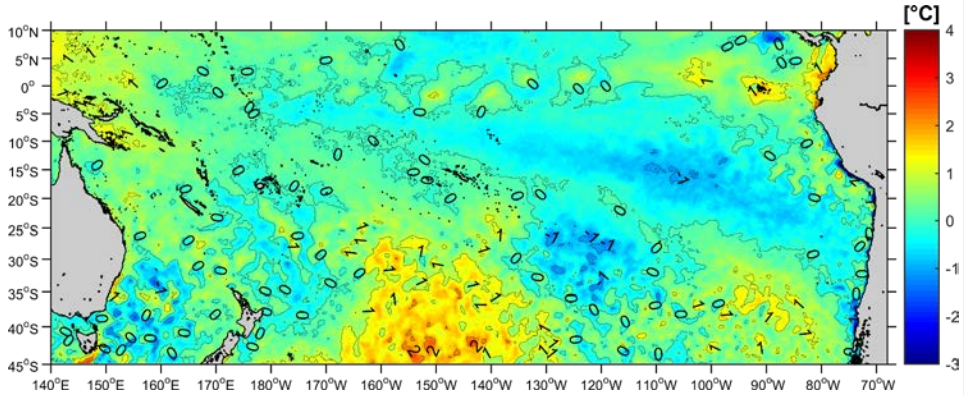


Fig. 2. Anomalía de TSM en la cuenca del Pacífico. Fuente: CMEMS, producto OSTIA

La salinidad en la CPS oscila entre 34 y 36 ups, es mayor en la zona entre 160°O-100°O y 10°S-30°S y su valor es es superior a 36 ups. Por su parte, la menor salinidad, entre 32 ups y 34, estuvo localizada en la frente a la costa norte de Ecuador, de Colombia y Panamá. Este sector coincide con anomalías positivas, Fig. 3.

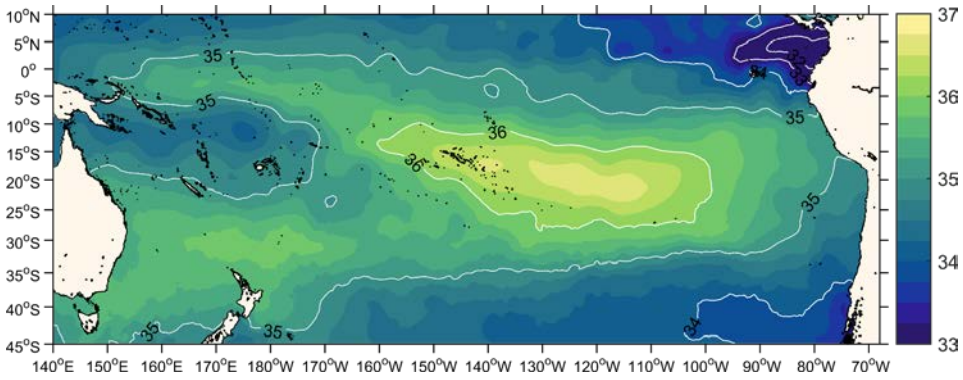


Fig. 3. Mapa de la Salinidad superficial del NM en la cuenca del Pacífico Sur. Fuente: datos: CMEMS NOAA Gráfico: INOCAR

La anomalía del nivel del mar fue positiva en toda la CPS, con los valores más altos al este de Australia, con valores superiores a 0.4 m. Al norte de 5°S las anomalías fueron de menor magnitud y neutrales Fig. 4.

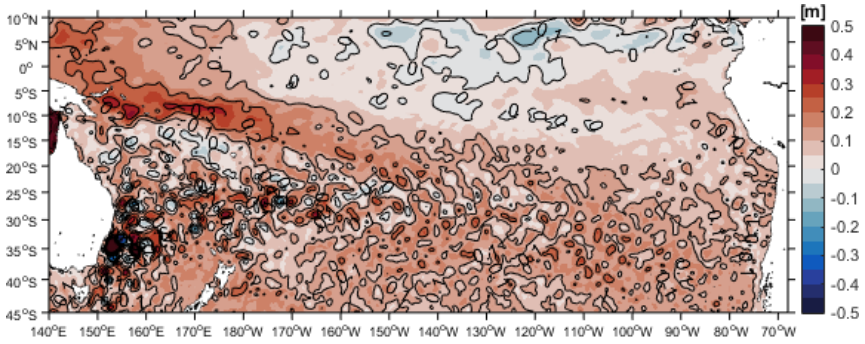


Fig. 4. Mapa superficial de las anomalías del NM enla CPS. Fuente: datos: AVISO

A nivel subsuperficial, en gran parte del Pacífico ecuatorial la profundidad de la isoterma de 20 °C se mantuvo con anomalías positivas, en particular en la región central, sólo entre los 110°O y 090°O la anomalía de profundidad fue negativa. Con relación al esfuerzo del viento zonal, predominaron dentro de lo normal; sin embargo, alrededor de 160°E los vientos del este se incrementaron (Fig. 5).

a)

b)

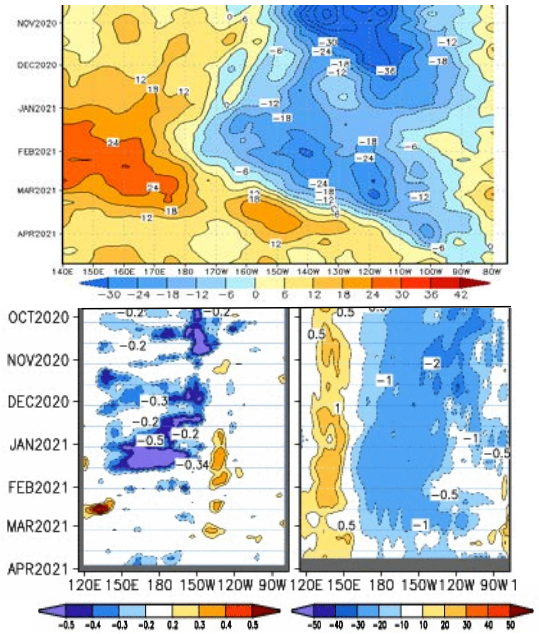


Fig. 5. Diagrama de Hovmöller de la a) anomalía de la profundidad de las isoterma de 20°C y b) esfuerzo del viento y anomalía de la TSM del Pacífico ecuatorial (02°N-02°S), entre octubre e inicios de abril de 2021. Fuente: a) CMEMS V3.0. climatología del 1981-2009/b) GODAS. NCEP.CPS.NOAA y OISST.NOAA.

En las cuatro regiones Niño las anomalías de TSM continúan negativas y mantienen su tendencia de aproximación hacia condiciones neutrales. Sin embargo, están anomalías evidencian la persistencia de condiciones ENOS frías asociadas a La Niña. En el registro de marzo, en las regiones Niño 4, Niño 3.4 y Niño 3 Niño 1+2, la anomalía fue de -0.6 °C, -0.3 °C, -0.4 °C y -0.3 °C respectivamente. Fig. 6

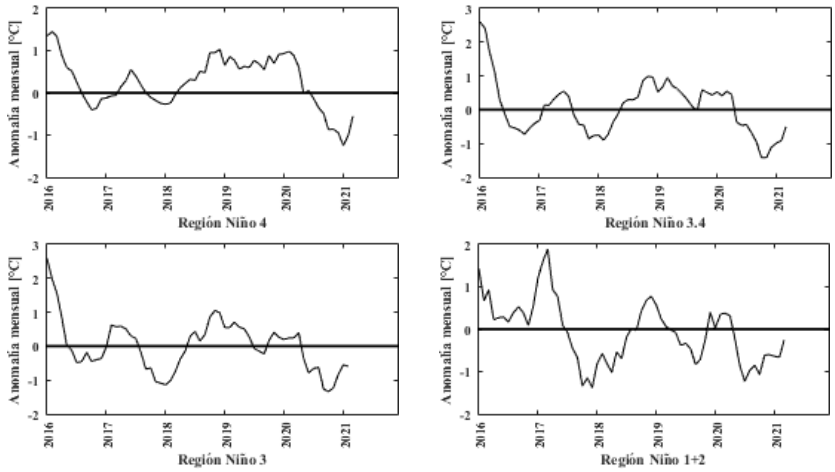


Fig. 6. Anomalías de TSM en las regiones Niño. Fuente: Información OISST v.2

El indicador de condiciones El Niño-Oscilación Sur (ENOS), índice oceánico ONI (-0.9.1°C) se mantuvo negativo, pero disminuyó en magnitud en el trimestre enero-febrero-marzo, y mantiene la tendencia hacia los umbrales de neutralidad. De la misma manera los índices SOI y SOI-ec, se mantienen positivos, dentro de condiciones normales, Fig. 7.

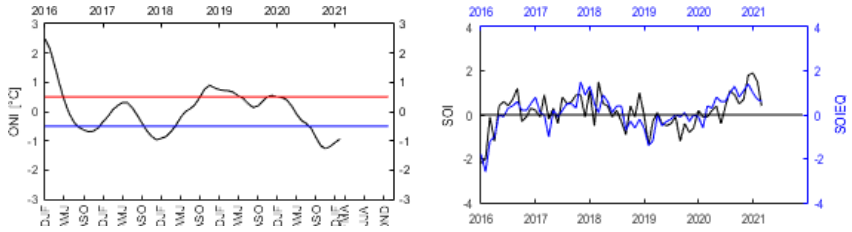


Fig.7. Índices de seguimiento de ENOS. Índice ONI (izquierda). SOI tradicional, línea negra y SOI ecuatorial, línea azul (derecha). Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) en el Pacífico ecuatorial, entre 135°E y 120°O, se mantienen positivos, cercanos a la unidad, lo que representa que están fortalecidos y se relacionan con eventos La Niña, Fig. 8.

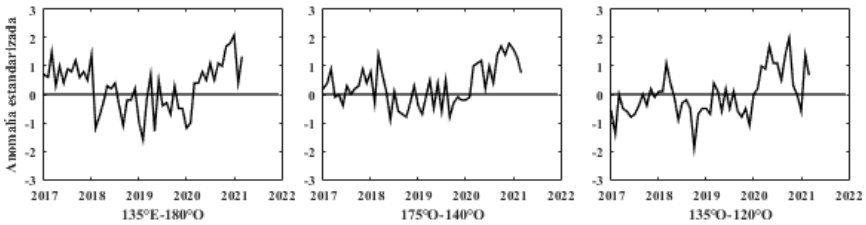


Fig. 8. Índice de vientos zonales en el Pacífico Ecuatorial

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 para abril, mayo y junio en la región central del Pacífico ecuatorial (Niño 3.4), la disminución de sus condiciones frías moderadas a frías débiles; y en la región oriental (Niño 1+2), condiciones neutras (Fig. 9).

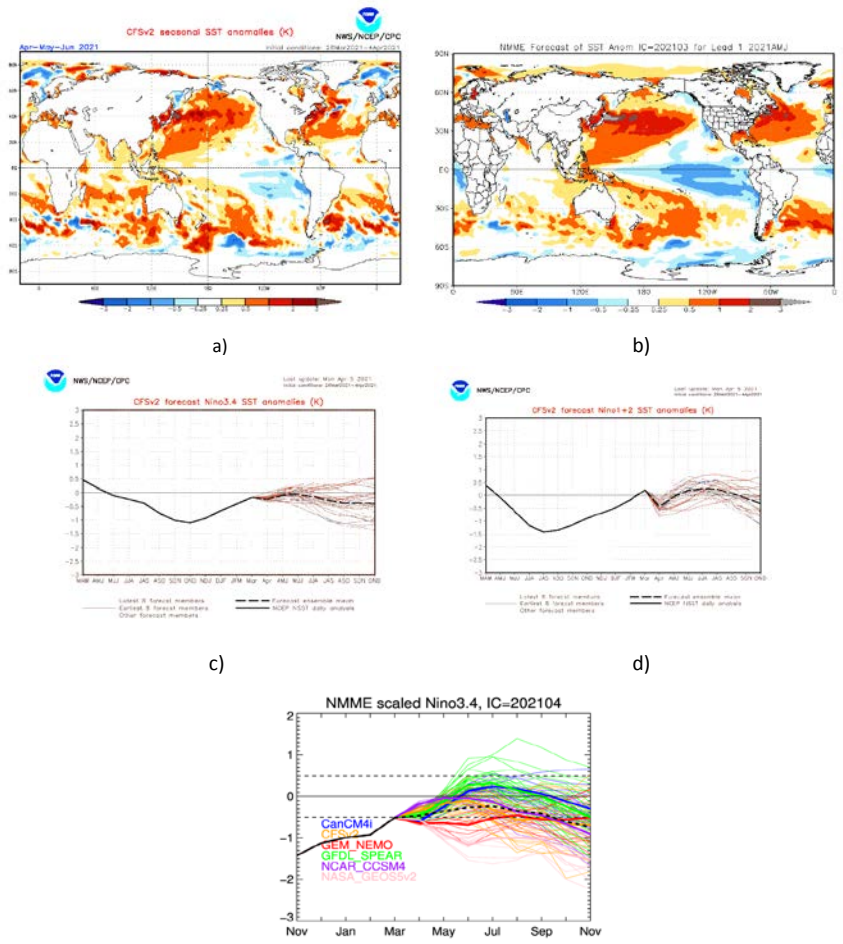


Fig. 9. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el trimestre abril, mayo y junio de 2021 a) mapa de CFSv2, b) mapa NMME. c) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 3.4, d) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 1+2, e) plumas de modelo del NMME de la región Niño 3.4.

Comentado [DCC1]: No se ven las leyendas de estas figuras

II. CONDICIONES NACIONALES

A. COLOMBIA

El comportamiento en la superficie del océano en la Cuenca Pacífica Colombiana (CPC), muestra un aumento de la temperatura principalmente en la región suroccidental, con valores alrededor de los 28 °C. El chorro de viento de Papagayo continúa extendiéndose sobre la parte continental de Costa Rica con magnitudes menores a las de febrero, desplazando las aguas cálidas hacia el centro del Pacífico Ecuatorial (Figura 10a); comportamiento climatológico esperable y verificable a través de los contornos neutrales de las anomalías de la TSM (Figura 11a). Por otra parte, el comportamiento del nivel del mar muestra anomalías negativas, alrededor de -8 cm en esta misma zona, Figura 11b.

De igual manera, se evidencia una lengua fría sobre la CPC ocasionado por la interacción océano-atmosfera del chorro de viento de Panamá, un poco más intensificado durante este mes en comparación con febrero, que ocasionó el enfriamiento de la TSM con núcleos alargados de 26 °C. Como es de esperar alrededor de estas formaciones, se aprecian los valores más altos del nivel del mar (20 - 25 cm), ubicándose principalmente sobre las costas del Pacífico Colombiano y la zona entre los 3°N – 8°N y 81°O – 88°O (Figura 10b), estas mismas zonas presentan anomalías positivas de nivel del mar (2 cm), Figura 11b.

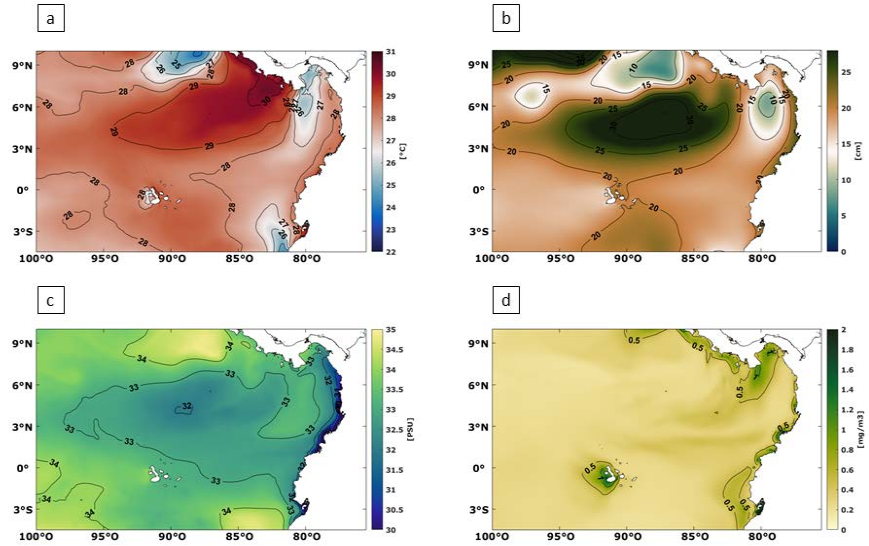


Figura 10. Distribuciones espaciales mensuales de a) TSM en °C, b) Nivel del mar en m, c) Salinidad en PSU y d) Clorofila-a en mg/m3.*Fuente:COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.*

El desplazamiento de las aguas hacia la costa colombiana, disminuye las concentraciones de salinidad con valores entre 31 y 32 UPS e incrementa la TSM a 28 °C, la salinidad va incrementando gradualmente de 32 a 34 UPS hacia el oeste a medida que se acentúa el patrón atmosférico del viento (Figura 10c). Como se espera con el comportamiento ya descrito, las áreas oceánicas donde confluyen las temperaturas más frías y las concentraciones salinas elevadas, son propicias o indicativas para el afloramiento, esto se observa en los núcleos de 0.5-1 mg/m3 ubicados al norte de la CPC. Esta misma dinámica es visible sobre el dominio en otras zonas cercanas a las costas de Ecuador (Figura 10d), comportamiento que no es distante de lo esperado para marzo, dado que las anomalías en su mayoría se centran en la neutralidad (Figura 11d).

De manera general las anomalías de las variables oceanográficas físicas y químicas analizadas, se encuentran dentro de los parámetros neutrales, y las magnitudes de las anomalías identificadas se encuentran dentro del rango del comportamiento climatológico habitual.

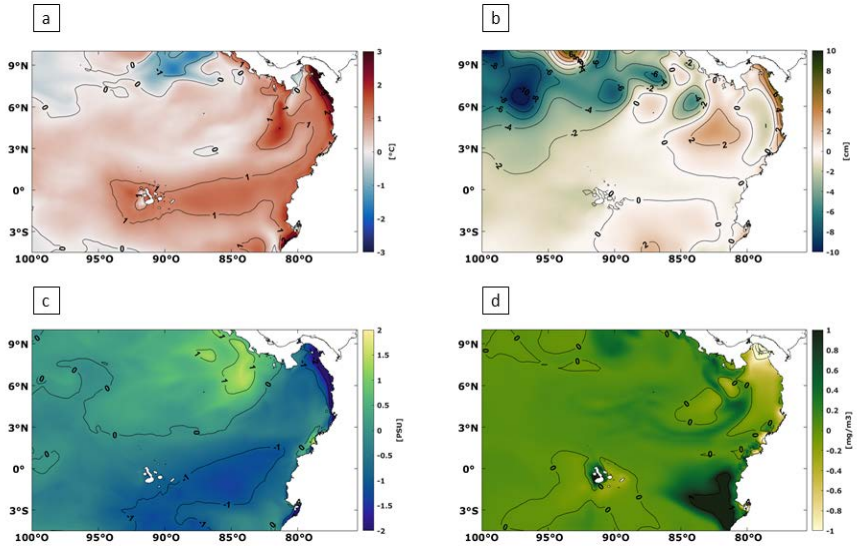


Figura 11. Distribuciones espaciales mensuales de las anomalías para a) ATSM en °C, b) Nivel del mar en m, c) Salinidad en PSU y d) Clorofila-a en mg/m3.*Fuente:COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.*

De acuerdo a la información de la estación costera fija de Tumaco (02°00'00"N - 78°48'00"O), Figura 12, en marzo del 2021, el promedio mensual fue de TSM de 26.69 °C, con anomalía negativa de -0.51 °C. El 17 de marzo (línea azul de la Figura 13b), los valores de la temperatura oscilaron entre 15.75 °C y 27.61 °C, con la termoclina ubicada en 20 m aproximadamente. Durante el 30 de marzo (línea roja),los datos muestran temperatura en el rango de 15.56 °C a 26.23 °C, con la termoclina entre 5 y 10 m aproximadamente (Figura 13b). Contrastando con febrero 2021, hubo un ascenso de la termoclina, indicando presencia de aguas más frías en profundidades menores (10 m). En cuanto a la Salinidad Superficial del Mar (SSM), el promedio mensual fue de 30.73 UPS (Figura 13c y 13d), con anomalías negativas de -0.56 UPS y salinidad entre 29.34 y 35.01 UPS. Se presentó un comportamiento concordante en los valores de temperatura y salinidad, evidenciándose un aumento de la salinidad con el ascenso de aguas a menor temperatura.

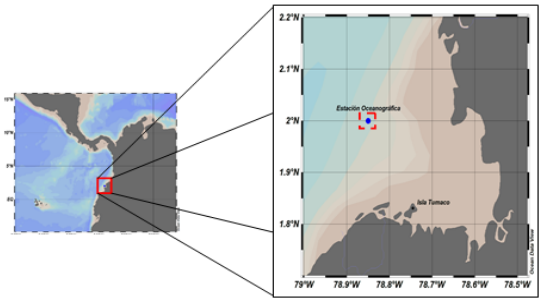


Figura 12. Localización de la estación costera fija de Tumaco. Fuente: CCCP.

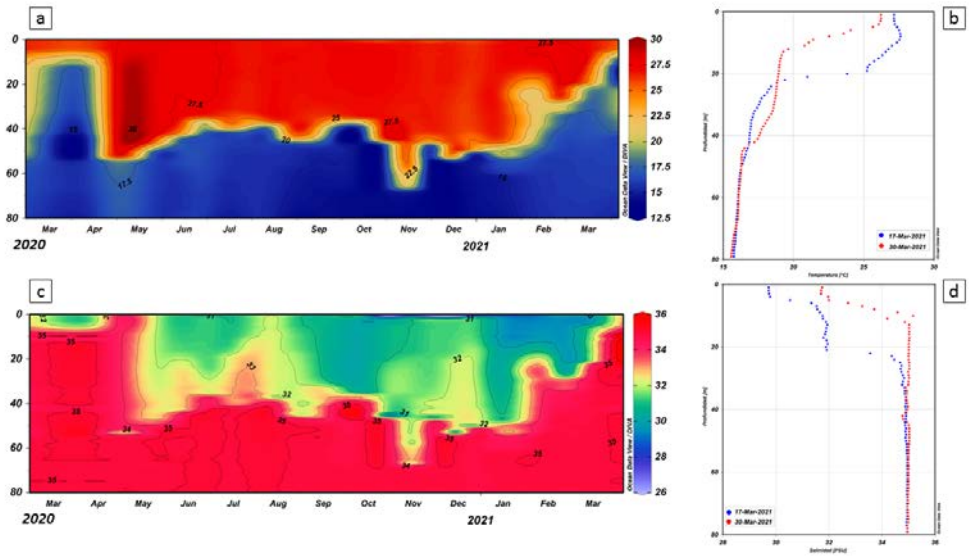


Figura 13.a) Serie temporal de la temperatura subsuperficial, b) Perfiles de temperatura, c) Serie temporal de la salinidad subsuperficial y d) Perfiles de salinidad. *Fuente: CCCP.*

El Índice Multivariado de Tumaco (IMT) presentó un valor de -0.03 con categoría "F1", indicando fase fría neutra para esta zona del país (Figura 14). Con respecto al mes anterior (febrero 2021), se observa la continuidad de condiciones neutras.

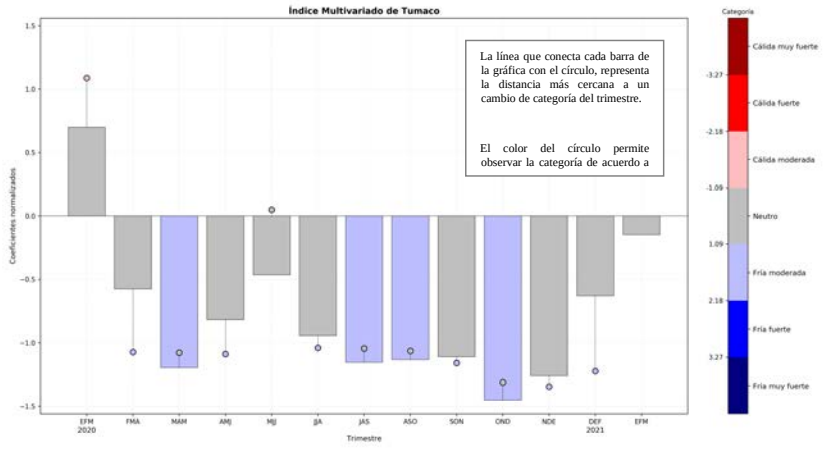


Figura 1. Comportamiento del Índice Multivariado de Tumaco (IMT). *Fuente: CCCP.*

En relación a los parámetros meteorológicos, en los principales puertos del Pacífico Colombiano, durante el periodo comprendido entre el 01 y el 31 de marzo del 2021, las condiciones meteorológicas de los principales puertos del Pacífico Colombiano se describen a continuación

En Bahía Solano la temperatura ambiente (TA) presentó un promedio mensual de 27.2 °C, con un máximo registrado de 33.3 °C y un mínimo de 23.6 °C; se evidenció una anomalía positiva de 0.33 °C. En cuanto a la Humedad Relativa (HR), el promedio mensual fue de 88%, con un máximo de 100% y un mínimo de 59%; se presentó una anomalía negativa de -0.97%.

En Buenaventura la TA presentó un promedio mensual de 26.5 °C, con un máximo de 32.6 °C y un mínimo de 23.7 °C; se evidenció una anomalía positiva de 0.09 °C. En cuanto a la HR, el promedio mensual fue de 89%, con un máximo de 99% y un mínimo de 58%; se presentó una anomalía negativa de -2.84%.

En Tumaco la TA ambiente presentó un promedio mensual de 26.1 °C, con un máximo de 28.8 °C y un mínimo de 23.5 °C; se evidenció una anomalía negativa de -0.05 °C. En cuanto a la HR, el promedio mensual fue de 87%, con un máximo de 100% y un mínimo de 65 %; se presentó una anomalía negativa de -3.16%. El total de Precipitación observado fue de 121.5 mm, con una anomalía negativa de -75.03 mm.

En el mes de marzo, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) presentó alta actividad, entre 3° y 11°N en la zona marítima del Pacifico colombiano, en el océano Atlántico, entre 0°N y 5°N. Los frentes presentaron mayor actividad que la típica para este periodo. Llegaron a latitudes menores a los 15°N sobre el norte del litoral de Nicaragua y al norte de la isla de Providencia, el mar Caribe. Se presentaron bajas presiones sobre el centro de la región Caribe y aguas litorales del Pacífico, las cuales determinaron las precipitaciones en noroccidente del país y oriente del país.

En lo que respecta a la variabilidad intraestacional, la oscilación Madden y Julian (OMJ) tuvo una influencia moderada en su fase convectiva (6-15 y 16 de marzo), y débil en la fase subsidente (1-5, 16 y 22-30 de marzo) en el comportamiento de las lluvias en el territorio nacional en marzo.

El seguimiento realizado por el IDEAM muestra precipitaciones, entre por encima y muy por encima de la normal climática[1],en el centro de Guajira, Atlántico, litoral de Bolívar, y zona comprendida desde centro y sur de Sucre, Córdoba y Golfo de Urabá, el área insular de San Andrés y Providencia, en la región Caribe; en la mayor parte de la región Andina, especialmente hacia el occidente desde Antioquia hasta Nariño; nororiente de Vichada, en la Orinoquia; norte del piedemonte de Caquetá, en la Amazonia.

Las condiciones deficitarias se presentaron en: Golfo de Urabá, litoral de Córdoba, centro de Sucre, norte y centro-oriente de Bolívar, Magdalena, centro de Cesar, centro y norte de Guajira, en la región Caribe; en la mayor parte de la Orinoquia, especialmente el oriente de la región; en Guainía, oriente de Vaupés, occidente de Caquetá, y en menor grado en Guaviare, norte de Caquetá y oriente de Amazonas, en la Amazonia. Condiciones deficitarias se presentaron en el litoral de Córdoba y Sucre, centro-norte de Bolívar, Magdalena, Cesar y norte de Guajira, en la región Caribe. El resto del territorio presentó precipitaciones dentro de los umbrales de las normales climáticas.

Con respecto a la temperatura, tanto la temperatura media como la temperatura máxima presentaron anomalías mayores en 1 °C, en la mayor parte central de la región Caribe, desde el oriente de Córdoba hasta el norte de Cesar; en el norte de Santander. Valores por debajo de la climatología, por debajo de -1.0 °C en el sur Antioquia, norte de Valle, Tolima, norte de Huila, sur de Cundinamarca y Boyacá, oriente de Norte de Santander, en la región Andina; sur del piedemonte de Casanare, norte de Meta, oriente de Arauca y Vichada,

[1] Índice de precipitación mayor a 160%.

en la Orinoquia; oriente de Guainía y sur de Amazonas, en la Amazonia. El resto del país estuvieron dentro de los límites de las normales climáticas.

Los valores de precipitaciones más altos en el mes se presentaron en la estación Bocatoma Rio Zulia, municipio de Cúcuta (Norte de Santander) en el día23 de marzo, con 174,0mm;la estación Aeropuerto Buenaventura, municipio de Buenaventura (Valle) el30 de marzo, con 162,0 mm.

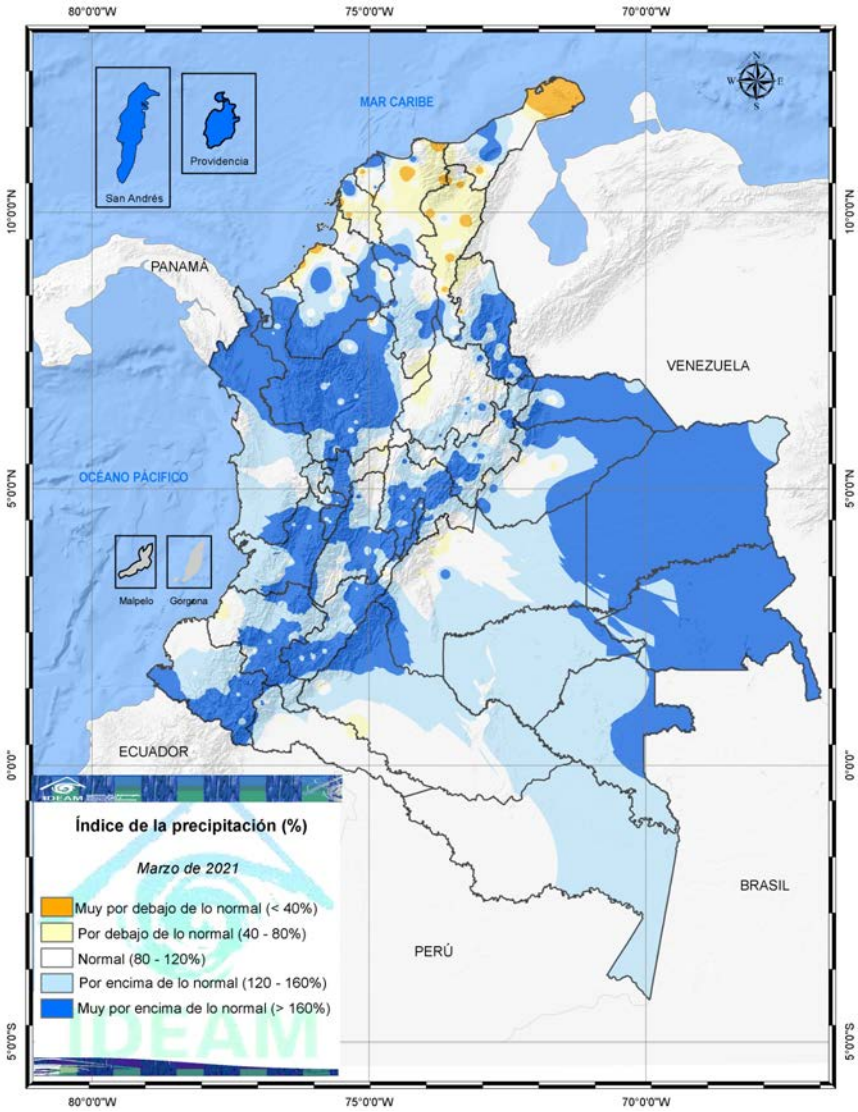


Fig. 14. Anomalía porcentual de la precipitación mes de marzo de 2021.

B. ECUADOR

Los vientos mantienen el mismo patrón direccional que en meses anteriores, con dirección hacia el norte en el borde costero ecuatoriano y hacia el noroeste en la región oceánica. Sin embargo, fue evidente la disminución de magnitud en relación a febrero, disminuyendo en promedio a 2 m/s. Este comportamiento es característico del mes, cuando se observan los mínimos valores del año, Fig. 15.

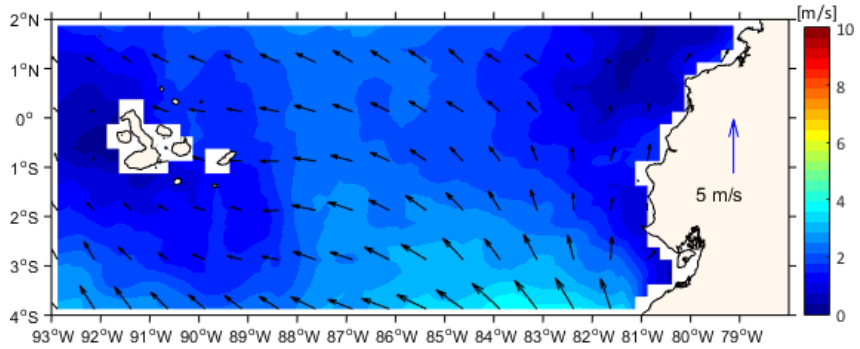


Fig. 15. Patrón de vientos superficiales. Fuente: ASCAT

En marzo se observó la intensificación generalizada de precipitación en las regiones litoral y Andina del país y en la región oceánica e insular de Ecuador, relacionada, esta última con la presencia del ramal sur de la Zona de Convergencia Intertropical (sur de 2°S y oeste de 86°O). El acumulado mensual de precipitación superó los 300 mm en toda la región litoral, siendo mayor a lo que se observó en el mes anterior, Fig. 16. Si bien marzo es un mes de fuertes precipitaciones en la zona litoral, los reportes de estaciones meteorológicas indicaron superávit..

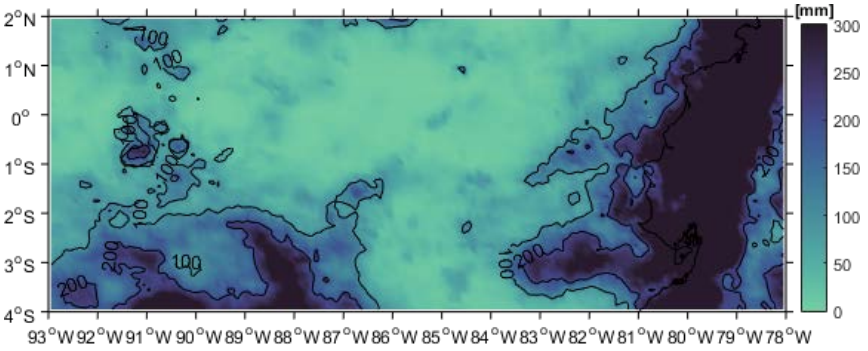


Fig. 16. Acumulado mensual de precipitación

En marzo la TSM, en comparación con febrero, aumentó en el oeste y norte de la Figura 17, manteniendo un promedio mensual similar de 26 °C. Se observa el ingreso de agua de menor temperatura (< 26°C) proveniente de Perú con dirección hacia el norte (hasta 1°N), influenciado por el fortalecimiento de vientos en el borde costero al sur del mar ecuatoriano, Fig. 17a. La anomalía de TSM fue positiva, con valores de 1 °C en casi toda el área y con máximos de 2 °C en la costa norte y Golfo de Guayaquil, Fig. 17b.

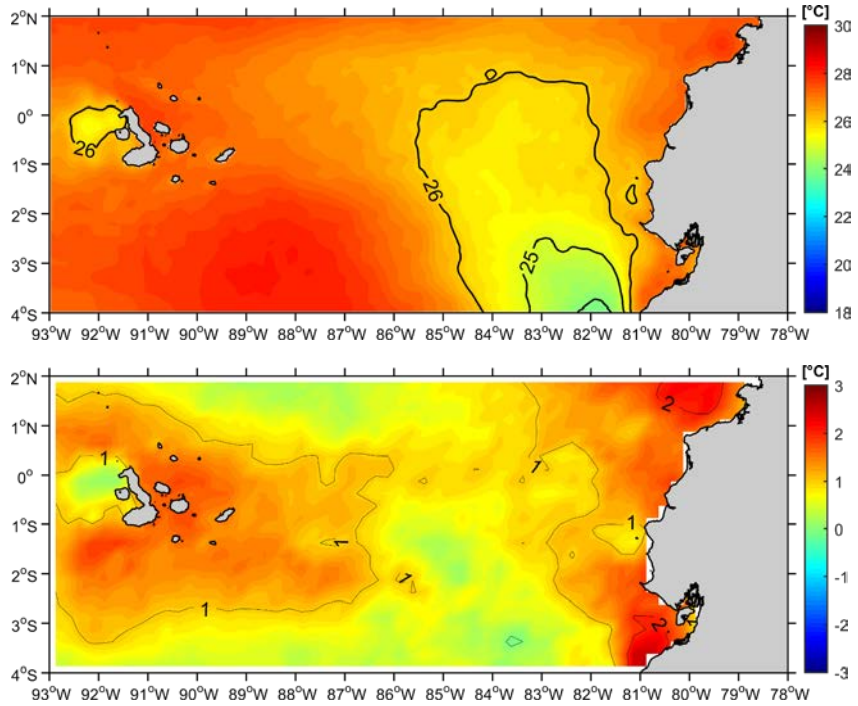


Fig. 17. (a) Temperatura Superficial del Mar y (b) Anomalía de la TSM en el mar ecuatoriano. Fuente: Base de datos Copernicus-Ostia.

La salinidad aumenta de noreste (32 UPS) a suroeste (34 UPS). Los valores mínimos (< 32.5 UPS) procedentes del norte se observan frente a la costa central (Manta) y norte (Esmeraldas). Estas condiciones de temperatura y salinidad corresponden a Agua Tropical Superficial, de baja salinidad (~33 ups) y temperatura > 25 °C. Por otro lado, se observa salinidad de mayor magnitud, de origen sur, que corresponde a Agua Subtropical Superficial, Fig. 18.

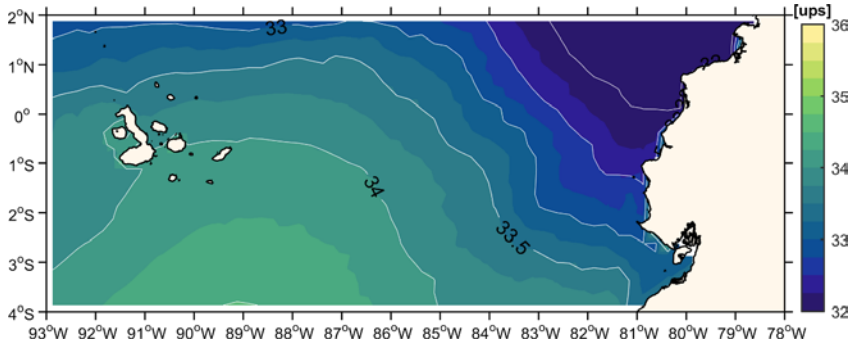


Fig. 18 Distribución de la salinidad superficial en territorio marítimo ecuatoriano

La distribución vertical de la temperatura en Ecuador, en el meridiano 86°O limitada por las líneas verticales en la figura 19, muestra el ingreso desde el norte de agua de mayor temperatura y menor salinidad, con influencia en los primeros 30 m. De la misma manera se observa el ingreso de agua del sur, con temperatura similar, pero con salinidad de mayor magnitud.

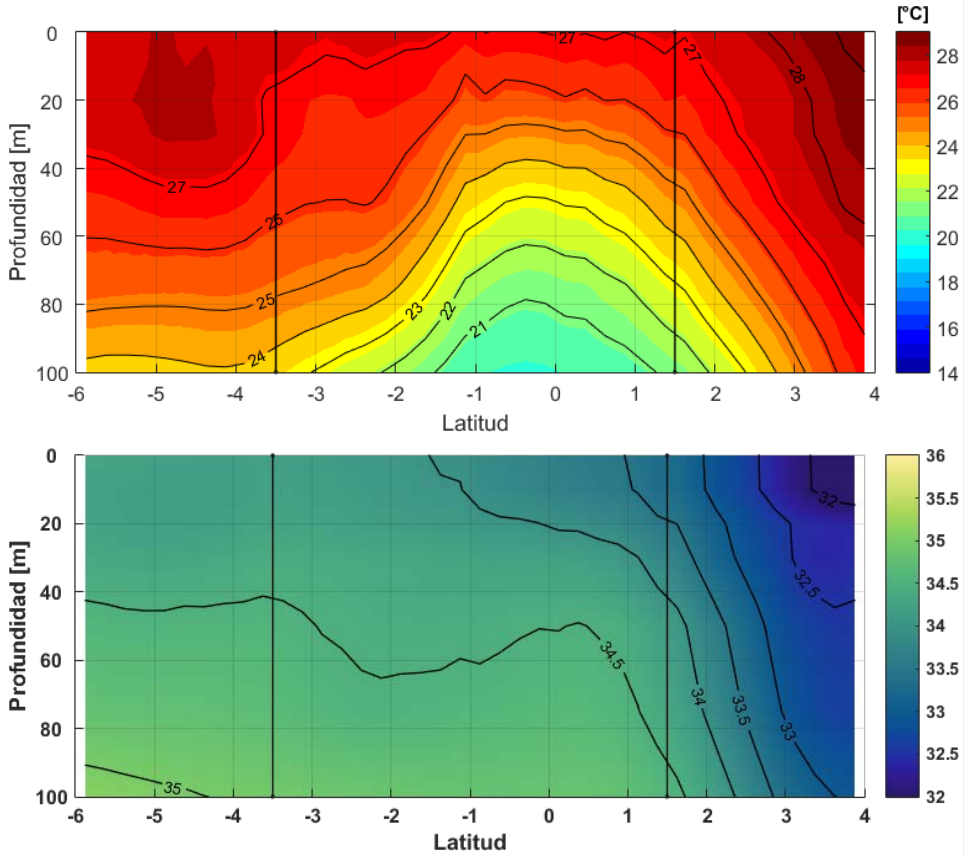


Fig. 19. Sección en profundidad a lo largo del 86°O entre el 4N y 6°S. (a) Temperatura del mar y (b) Salinidad del mar. Fuente: Copernicus Data set armor weekly

Las mediciones en las estaciones 10 millas costa afuera de Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar mostraron al Agua Tropical Superficial (TSW por sus siglas en inglés), especialmente en Esmeralda (izquierda de la figura 20a), con influencia hasta el sur con 40 % de ocurrencia. El Agua Subtropical Superficial (STSW) se distribuyó en toda el área (20 %) y el Agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW), estuvo presente, en mayor porcentaje en el sur y después de los 40 m.

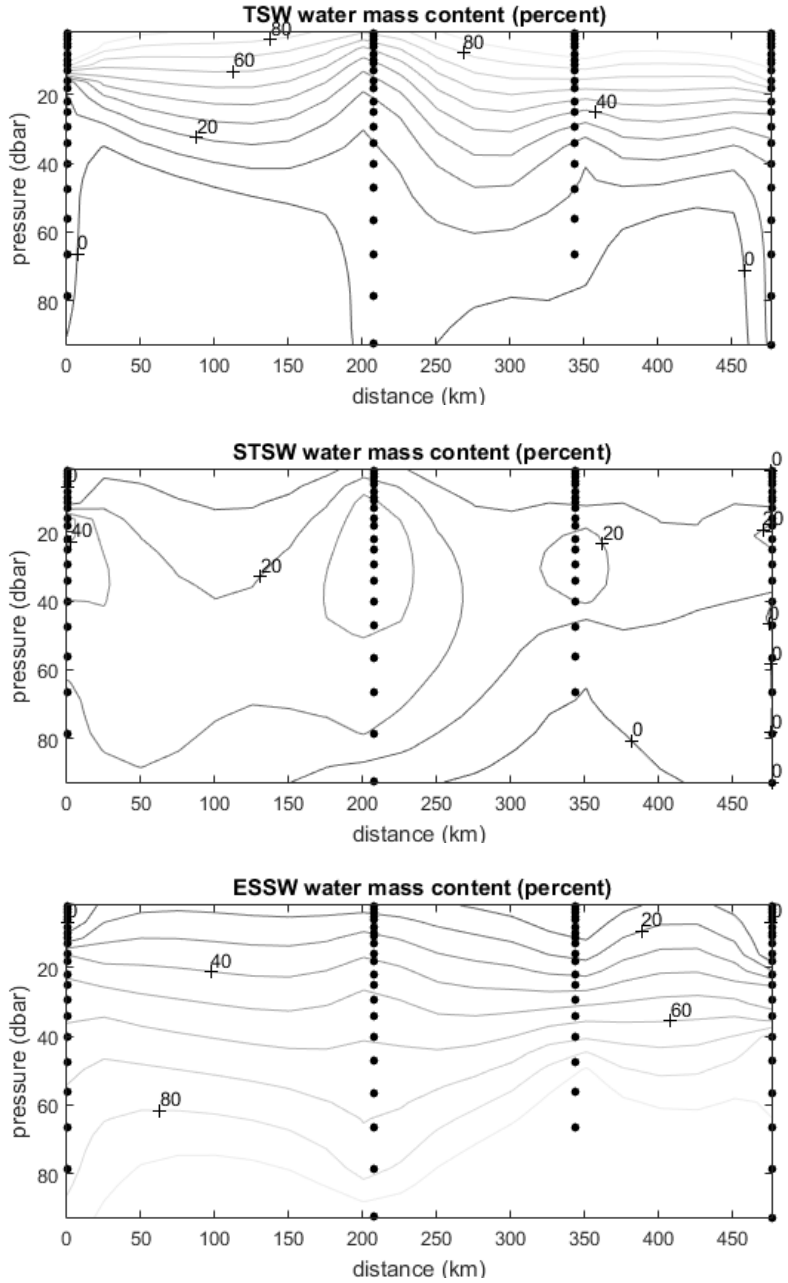
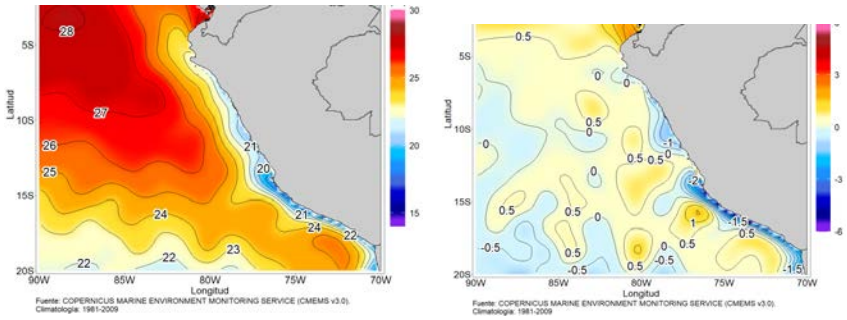


Fig. 20. Distribución de masas de agua. Panel Superior Agua Tropical Superficial (TSW), Agua Ecuatorial Superficial (ESW). Panel Inferior Agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW).

C. PERÚ

La TSM se ubicó en el rango de 20 °C a 25 °C, excepto frente a la costa de Tumbes (extremo norte) donde la temperatura fue de 26°C a 27°C, con anomalías de hasta +2 °C. Respecto al mes de febrero, la temperatura aumentó en promedio 1 °C, por fuera de las cien millas; manifestándose dos escenarios dentro de nuestro dominio marítimo, uno de condiciones frías cerca de la costa centro y sur, con mayor intensidad al sur de los 14°S; y otro de condiciones normales, por fuera de las 50 millas y al norte de los 06°S (Fig. 21).



a) b)

Fig. 21. Promedio marzo 2021. a) TSM, y b) anomalía de la TSM. Fuente: datos: Ostia-CMEMS V3.0. Gráfico: DIHIDRONAV

En el norte (05ºS) en los primeros 100 m debajo de la superficie se manifestaron condiciones cálidas en la primera quincena y, frías en la última semana de marzo, asociado al paso de ondas Kelvin e incursión de aguas del norte, aguas ecuatoriales superficiales (AES) (Figura 22). A la altura de los 07°S y a 100 millas de la costa las condiciones se mostraron cálidas en los primeros 50 m de profundidad, excepto en la última semana de marzo en que las cambiaron a frías (Fig. 23).

Por otro lado, en el litoral norte, durante la primera y última semana del mes las condiciones se manifestaron frías; mientras que, entre la segunda y tercera semana, cálidas. En el litoral centro y sur las condiciones se manifestaron normales y frías, respectivamente (Cuadro 1 y Fig. 24)

En el litoral norte y parte centro (Talara – Chimbote), durante la primera quincena del mes el nivel del mar predominó por encima del nivel medio, guardando relación con el paso de una onda Kelvin cálida en la región. mientras que, en el resto del litoral se mantuvo por debajo del nivel medio, cerca del rango de su variabilidad climática (±5cm) (Fig. 25 y Cuadro N°1)

La TA también manifestó condiciones cálidas en la primera quincena, para luego cambiar a frías, con anomalías de hasta -1 °C (Fig. 26 y Cuadro N°1).

En el litoral norte y centro se registraron precipitaciones durante la primera quincena de marzo, de 24.0, 2.0 y 0.6 mm en Talara, Lobos de Afuera y Chimbote, respectivamente (Cuadro N°1).

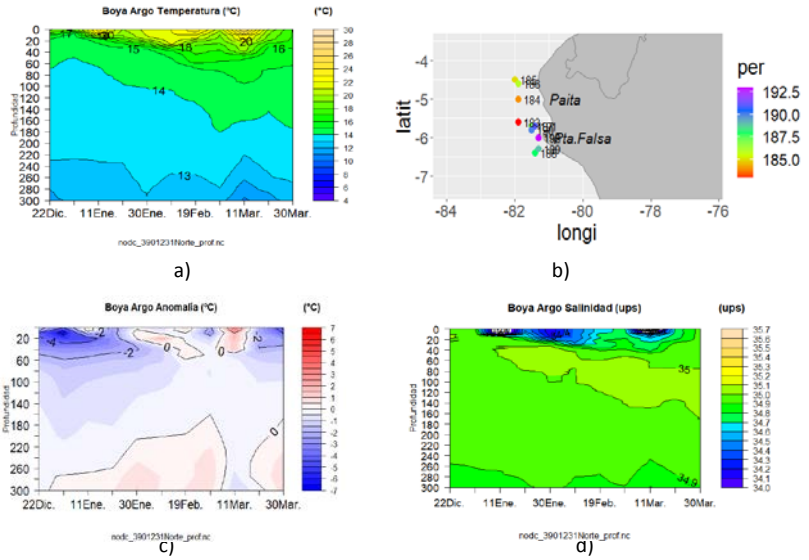


Fig. 22. Distribución vertical de la a) temperatura, c) anomalía de temperatura frente a la costa norte (b), del 22 dic 2020 al 30 de marzo 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV

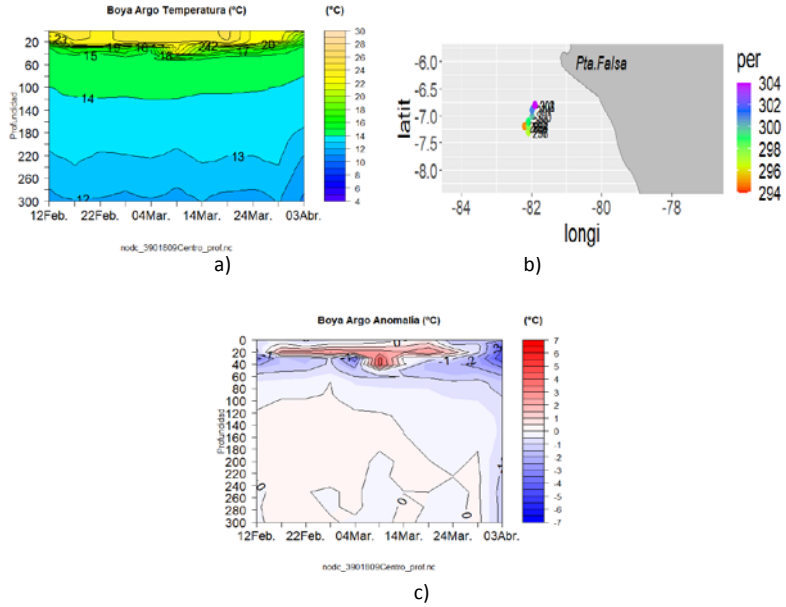


Fig. 23. Distribución vertical de la a) temperatura, c) anomalía de temperatura y b) frente a la costa centro (07°S), del 12 febrero al 3 de abril de 2021. Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

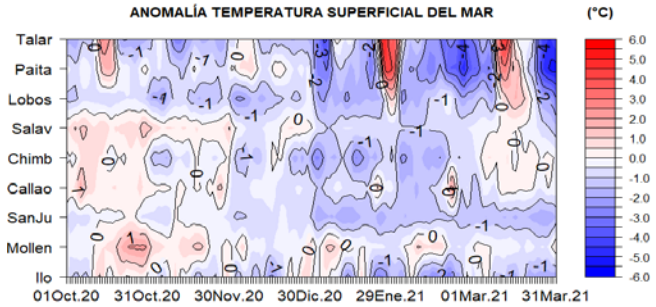


Fig. 24. Anomalía diaria de la temperatura superficial del mar (°C) en el litoral de Perú, entre octubre 2020 y marzo 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

.

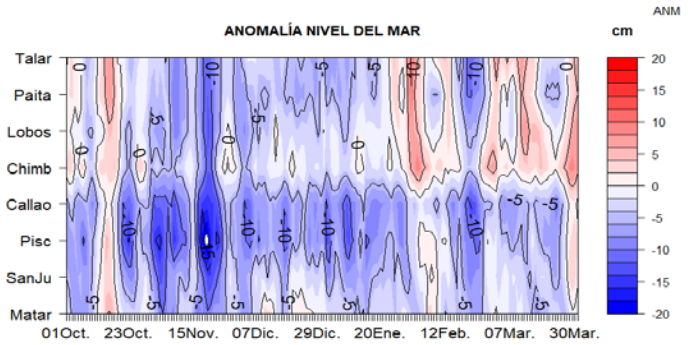


Fig. 25. a) Anomalía diaria del nivel del mar (cm) en el litoral de Perú entre octu bre 2020 y marzo 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

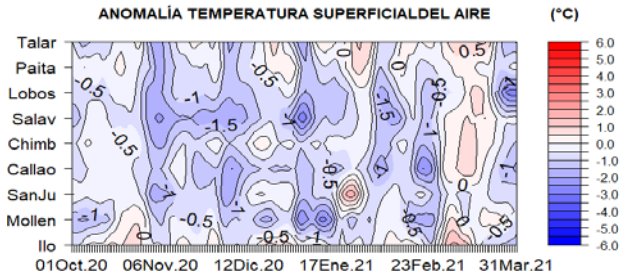


Fig. 26. Anomalía diaria de la temperatura del aire en el litoral del Perú entre octubre 2020 y marzo 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

En el litoral predominaron vientos del Sur (S) y Sureste (SE), con velocidades de 3 m/s a 6 m/s, y anomalías negativas y positivas al norte y sur de la Isla Lobos de Afuera (07°Sur), respectivamente (Cuadro N°1, Figura Nº8).

a)

b)

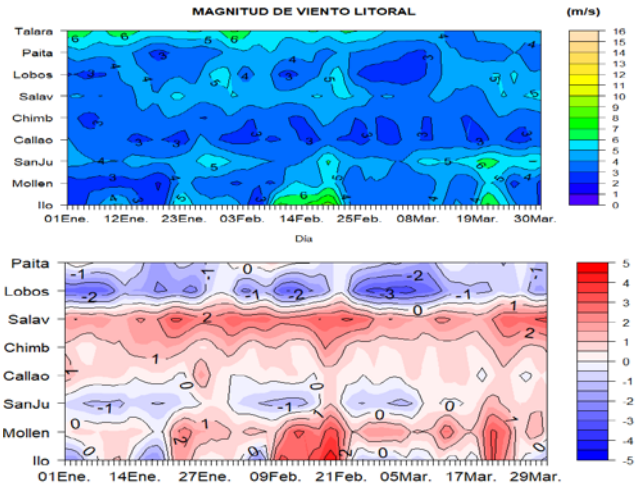


Fig. 27. Anomalía diaria del viento en el litoral del Perú de marzo 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Cuadro 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 (mm)	VIENTO		
			(° C)	Anomalía	(cm)	Anomalía	(° C)	Anomalía		Dirección	Velocidad	Anomalía (m/s)
Talara	*04°35'00''*	*81°17'00''*	*21.4*	*- 0.8*	*140*	*+ 2*	*26.0*	*+ 0.2*	*24.0*	*W*	*4.5*	*-*
Paita	*05°05'00''*	*81°06'30''*	*21.5*	*- 1.5*	*127*	*0*	*26.6*	*- 0.2*	*0.0*	*S*	*3.0*	*- 1.3*
Lobos de Afuera	*06°36'00''*	*80°42'30''*	*21.2*	*- 0.5*	*150*	*+ 2*	*22.5*	*- 0.7*	*2.0*	*SE*	*4.3*	*- 1.4*
Chimbote	*09°04'00''*	*78°36'00''*	*22.6*	*+ 0.1*	*167*	*+ 3*	*23.4*	*+ 0.1*	*0.6*	*S*	*3.3*	*+ 0.8*
Callao	*12°03'30''*	*77°09'00''*	*17.5*	*- 0.1*	*109*	*- 5*	*21.5*	*- 0.1*	*0.0*	*S*	*3.2*	*+ 0.6*
San Juan	*15°21'00''*	*75°09'00''*	*14.4*	*- 1.5*	*202*	*- 2*	*23.2*	*- 0.6*	*0.0*	*SE*	*5.4*	*+ 0.2*
Mollendo	*16°55'54''*	*72°06'24''*	*16.8*	*- 0.2*	*206*	*- 3*	*21.9*	*0.0*	*0.0*	*E*	*3.8*	*+ 1.7*
Ilo	*17°37'00''*	*71°21'00''*	*15.6*	*- 1.2*	*162*	*-*	*23.3*	*0.0*	*0.0*	*SE*	*4.3*	*+ 0.1*

D. CHILE

Durante marzo, la TSM registró anomalías negativas de menor magnitud en relación al mes anterior. En las estaciones de monitoreo alcanzaron valores de -1,4 °C en Caldera, -1,0 °C en Arica y -0,7 °C en Valparaíso, coincidiendo con el retiro del fenómeno de La Niña en el océano Pacífico Sur Oriental.

En la figura espacio-temporal de la TSM satelital (Fig.28a), se observó un desplazamiento hacia el ecuador de la isoterma de 15 °C y similar al mes pasado una disminución de la temperatura en la zona norte, entre Arica y Antofagasta.

Por otro lado, la figura espacio-temporal de la ATSM satelital (Fig. 28b) evidenció la presencia de anomalías negativas con valores menores a -2,0 °C en la zona norte y al sur de Talcahuano, similar al mes anterior. En comparación con los años anteriores (2019 y 2020), marzo de 2021 fue notablemente más frio que marzo/2020 y marzo/2019 fue levemente más frio. Al comparar los datos satelitales con las estaciones de monitoreo, en todas hubo una buena coincidencia con los datos.

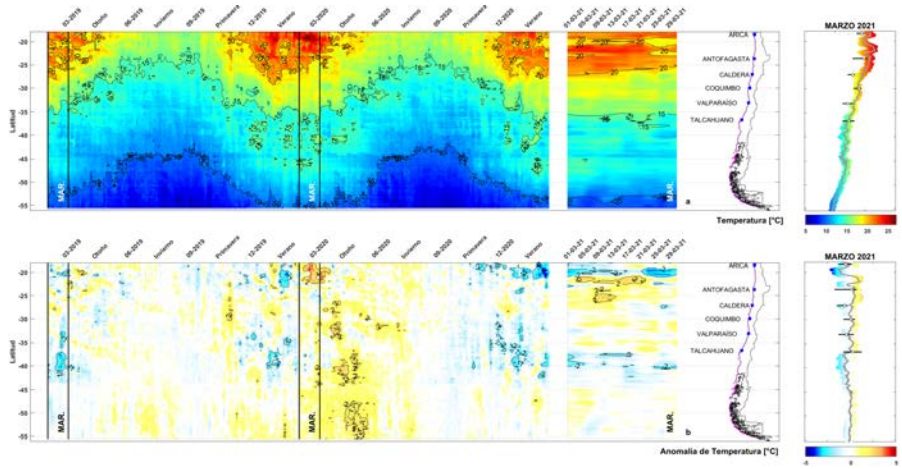


Fig.28. Variabilidad espacio-temporal de la TSM y ATSM satelital a lo largo de la costa chilena (izquierda) y su comparación con los datos in situ de las estaciones de monitoreo (derecha) (mínimo, mediana y máximo). La línea magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal de los pixeles entre los 5 y 10 km desde la costa. 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 [2021-03-01] at http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ04.

Respecto al nivel del mar, durante el mes de marzo a diferencia del mes anterior, se presentó una disminución leve del nivel del mar de casi todas las estaciones de monitoreo. La mayor disminución promedio, en relación al mes anterior, fue de 2 cm en las estaciones de Caldera y Talcahuano.

La información altimétrica (Fig. 29b), coincidió solamente con la estación de Valparaíso. En resto de las estaciones presentaron anomalías inferiores a las registradas por los datos altimétricos.

Al comparar las climatologías con las mediciones in situ del mes de marzo, las anomalías mostraron fluctuaciones entre -5 cm (Antofagasta y Talcahuano) y 7 cm (Valparaíso).

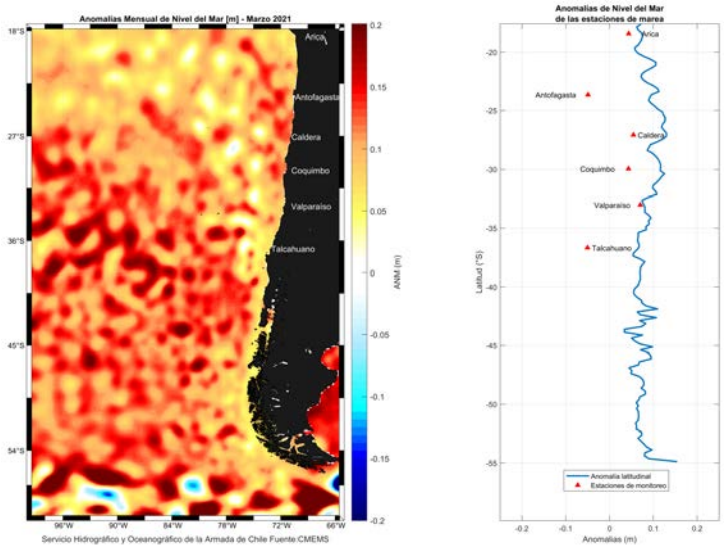


Fig. 29. a) información satelital mensual de la anomalía de nivel del mar para el mes de marzo del año 2021, b) representación latitudinal de los valores de la anomalías del nivel del mar de las estaciones de monitoreo (y el promedio latitudinal de los 4 pixeles más cercanos a la línea de costa de la anomalía satelital mensual (línea azul).

En marzo, la TA media se presentó con valores sobre lo normal desde Curicó hasta el extremo austral del país. Las estaciones meteorológicas de Curicó y Balmaceda alcanzaron el mayor valor de anomalía que fue de 1.6 °C. Les siguieron ciudades como: Temuco, Osorno y Coyhaique, las que registraron 1.4 °C sobre su valor climatológico, respectivamente. En cambio, desde el extremo norte de Chile hasta Santiago, así como también el territorio insular, las temperaturas medias mostraron valores considerados dentro del rango normal (± 0.5 °C), Fig. 30.

El comportamiento de la TA máxima media, estuvo sobre lo normal en ciudades como Curicó con 0.8 °C y Chillán con 1.0 °C de valor. Así mismo, toda la zona sur y austral del país destacó por las altas anomalías alcanzadas por ciudades como: Valdivia, Coyhaique y Osorno, las que registraron los valores de 3.0, 2.9 y 2.8°C, respectivamente. A diferencia de lo anterior, en el norte del país predominó una condición bajo lo normal, siendo Antofagasta la ciudad que mostró la anomalía más baja, con un valor de -0.8 °C. Anomalías de TA máxima consideradas dentro del rango normal, se observaron en Iquique, entre La Serena y Santiago, Concepción y el territorio insular, fluctuando en el rango de -0.5 y 0 °C, Fig. 31.

En cuanto a la TA mínima media, en Iquique, Calama, desde Curicó hasta Concepción y hacia el extremo sur, Balmaceda y Punta Arenas, mostraron una condición sobre lo normal, destacando Curicó con la mayor anomalía de valor 2.4 °C. En cambio, en el sur del país, una disminución de la temperatura mínima media se evidenció en Valdivia, registrando -2.0 °C. Por último, en ciudades como: Arica, Antofagasta, Santiago, Puerto Montt y el territorio insular, predominaron valores dentro del rango normal, Fig. 32.

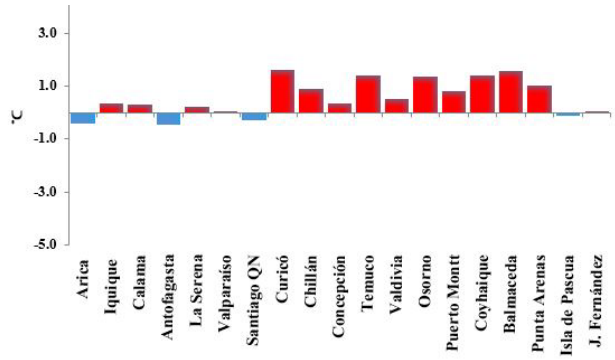


Fig. 30. Anomalía de la TA media en las estaciones de Chile, Marzo 2021

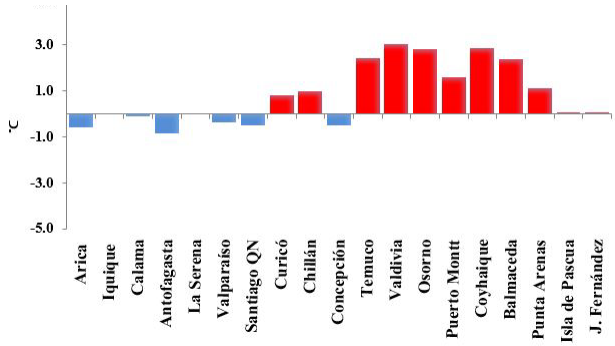


Fig. 31. Anomalía de la TA Máxima en las estaciones de Chile, Marzo 2021

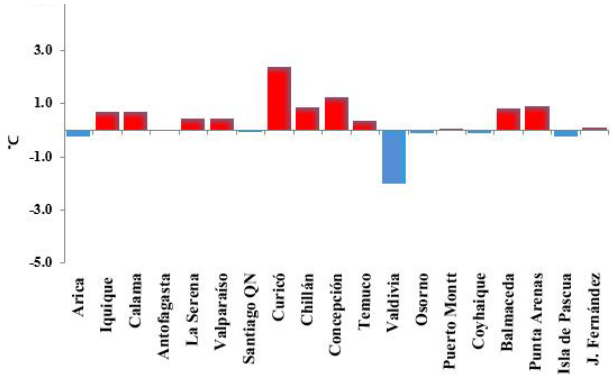


Fig. 32 Anomalía de la TA Mínima en las estaciones de Chile, Marzo 2021

Los valores de presión atmosférica durante marzo, evidenciaron un comportamiento sobre valores normales en ciudades como: Valparaíso, Santiago, Coyhaique y Punta Arenas. Las mayores anomalías se alcanzaron en Santiago y Coyhaique, con valores de anomalía de 1.8 u.e. y 1.5 u.e., respectivamente. En tanto, el norte del país, mostró una condición bajo lo normal, destacando Antofagasta con -0.7 u.e, Fig. 33.

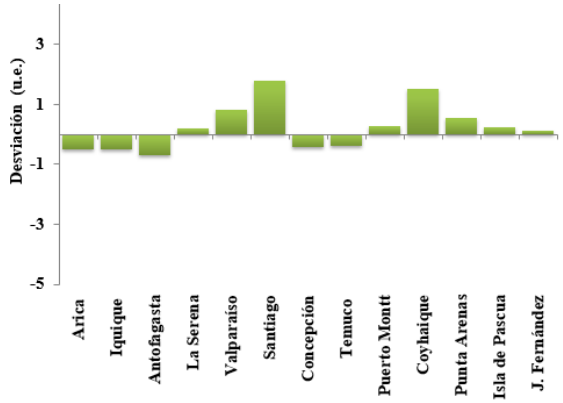


Fig. 33. Anomalía de la Presión en las estaciones de Chile, Marzo 2021

Durante marzo, las precipitaciones se caracterizaron por presentar una condición bajo lo normal en todo el territorio continental. La zona centro del país, destacó por registrar los mayores déficits, donde las ciudades de Santiago y Curicó alcanzaron 100 % bajo lo normal. Le siguen Chillán y Valparaíso con 89% y 85% déficits, respectivamente. En cambio, el extremo sur de Chile, mostró una disminución de la precipitación, la que varió entre 36% y 40% menos de lo normal. Igualmente, las estaciones de Putre y Juan Fernández, mostraron déficits con montos de anomalía de 11,1 y 22,9 mm, respectivamente. Caso opuesto evidenció Isla de Pascua, estación meteorológica que destacó por registrar superávit del 36 %, debido a que la precipitación acumulada durante marzo alcanzó los 134,4 mm, Figura 35.

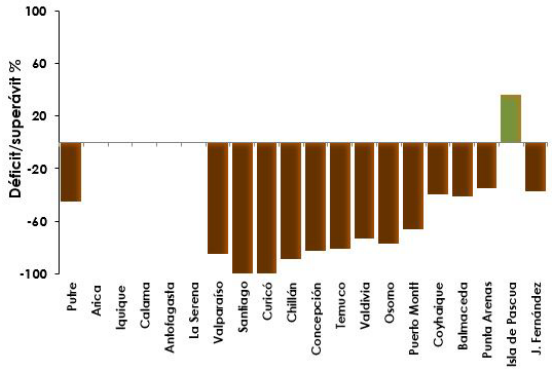


Fig. 34. Anomalía de la Precipitación en las estaciones de Chile, Marzo 2021

III. PERSPECTIVAS

De acuerdo a los modelos de agencias internacionales se espera la declinación del evento la Niña y la evolución hacia condiciones neutrales para el trimestre de abril a junio.

Junto a las costas de Ecuador se prevén condiciones oceanográficas normales durante abril.

En el mar peruano par abril se espera que la TSM se mantenga con anomalías negativas, dentro de las 50 millas, al igual que el nivel del mar y la temperatura del aire y para mayo condiciones neutras.

ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS

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
oct-20	27.2	NaN	17.1	15.3	16.1	15.6	14.2	14.8	12.1
nov-20	26.1	NaN	17.3	15.2	16.9	17.1	14.6	15.2	13.0
dic-20	26.1	NaN	18.7	15.2	17.4	18.2	16.2	16.3	13.3
ene-21	26.8	NaN	19.9	15.8	19.4	19.4	16.6	17.8	14.5
feb-21	27.4	NaN	20.6	16.5	18.4	18.8	16.0	18.0	14.4
mar-21	NaN	NaN	21.5	17.5	18.8	19.1	15.7	17.8	14.4

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
oct-20	*	260.8	100	158.8	63.19	129.31	92.54	74.49	89.23
nov-20	*	256.4	97	155.61	61.33	126.21	90.79	74.66	NaN
dic-20	*	258.2	102	162.86	68.02	NaN	96.86	79.5	105.8
ene-21	*	264.3	103	163.63	67.49	NaN	97.7	81.17	111.1
feb-21	*	265.0	107	165.09	68.98	NaN	99.39	82.69	113.33
mar-21	*	+	109	165.33	68.48	131.72	98.86	81.82	111.16

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).

	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)
05-oct-20	*	*	16.7	15.5	260.8	99.9	70.60	84.60
10-oct-20	*	*	17.5	15.4	258.9	99.3	70.00	80.70
15-oct-20	*	*	20.5	15.9	262.3	105.5	76.70	92.40
20-oct-20	*	*	17.3	16.7	262.4	99.3	75.30	91.50
25-oct-20	*	*	16.4	15.7	260.1	97.2	78.60	93.90
30-oct-20	*	*	17.0	15.8	261.5	99.7	76.40	92.80
04-nov-20	*	*	17.9	15.2	256.5	96.2	75.00	90.60
09-nov-20	*	*	16.5	15.1	256.7	96.2	79.10	94.60
14-nov-20	*	*	16.4	15.1	256.8	101.2	73.50	89.20
19-nov-20	*	*	17.3	15.1	252.3	93.1	72.30	*
24-nov-20	*	*	17.2	15.5	257.4	96.7	74.00	*
29-nov-20	*	*	17.3	15.5	257.2	101.3	74.10	*
04-dic-20	*	*	19.3	15.1	260.5	99.3	70.70	96.50
09-dic-20	*	*	19.0	15.4	260.0	101.1	80.80	109.10
14-dic-20	*	*	17.9	15.4	258.1	104.1	75.90	101.00
19-dic-20	*	*	17.9	15.0	258.2	102.4	77.50	104.50
24-dic-20	*	*	17.8	15.2	255.9	103.0	84.20	109.20
29-dic-20	*	*	17.8	15.1	256.3	101.5	86.30	112.80
03-ene-21	*	*	17.1	15.2	261.7	101.7	84.00	112.10
08-ene-21	*	*	19.9	15.8	261.0	99.9	82.70	113.10
13-ene-21	*	*	20.2	15.6	262.9	104.0	78.30	106.30
18-ene-21	*	*	19.0	15.5	266.1	102.5	79.60	109.70
23-ene-21	*	*	20.4	16.5	265.2	103.7	84.00	117.20
28-ene-21	*	*	24.8	15.9	266.7	104.1	78.50	108.90
02-feb-21	*	*	22.9	15.7	262.9	109.3	83.10	112.10
07-feb-21	*	*	21.8	15.6	264.6	108.7	85.40	117.60
12-feb-21	*	*	20.8	16.1	262.9	108.7	82.50	113.40
17-feb-21	*	*	20.0	16.7	263.0	105.2	81.10	114.80
22-feb-21	*	*	19.6	17.9	262.6	101.6	82.40	109.70
27-feb-21	*	*	19.5	16.4	263.6	105.8	83.10	112.00
04-mar-21	*	*	*	*	*	107.9	83.80	114.50
09-mar-21	*	*	*	*	*	106.7	84.20	112.40
14-mar-21	*	*	*	*	*	109.3	81.20	110.80
19-mar-21	*	*	*	*	*	108.4	84.10	115.80
24-mar-21	*	*	*	*	*	106.7	79.40	106.30
29-mar-21	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	114.1	78.10	106.80

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

* Dato no disponible.

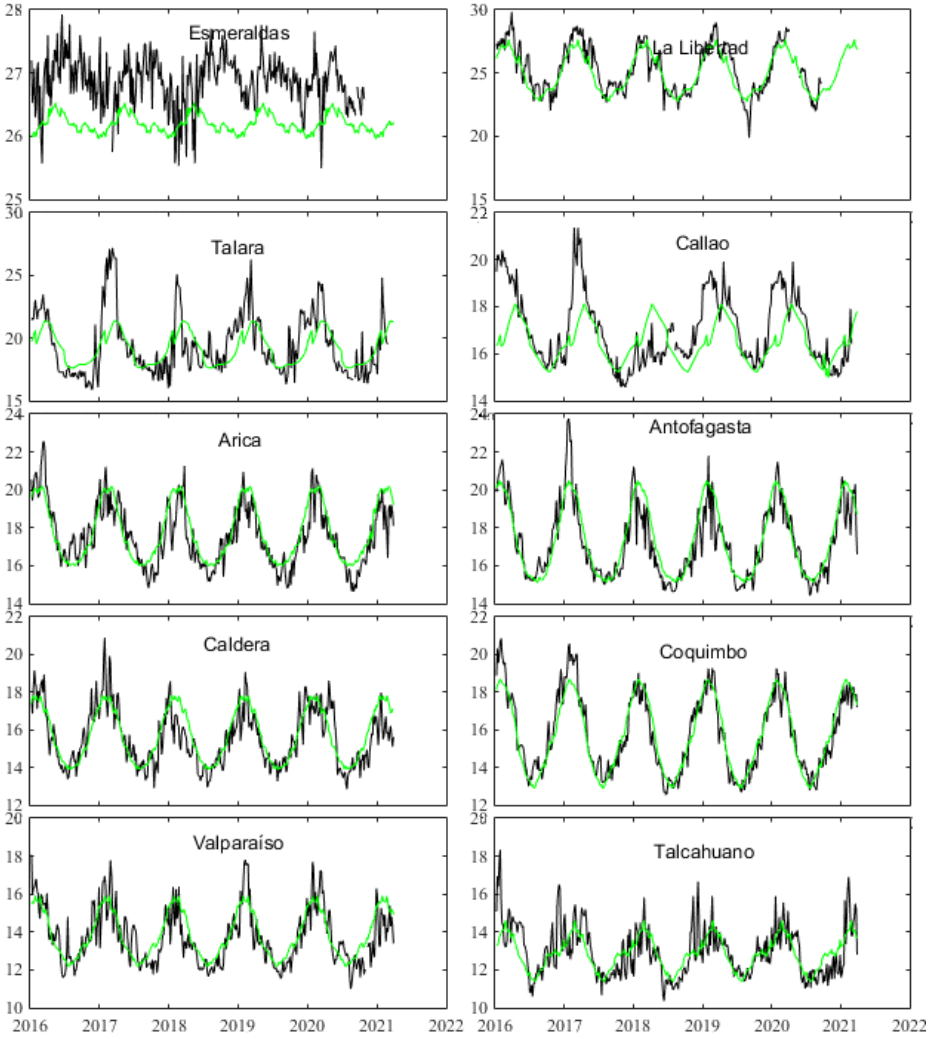


Fig.1. Medias de cinco días (quinarios) de TSM (°C) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile desde 2016. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la carátula. (Fuente: INOCAR – INAMHI – DHN - SHOA).

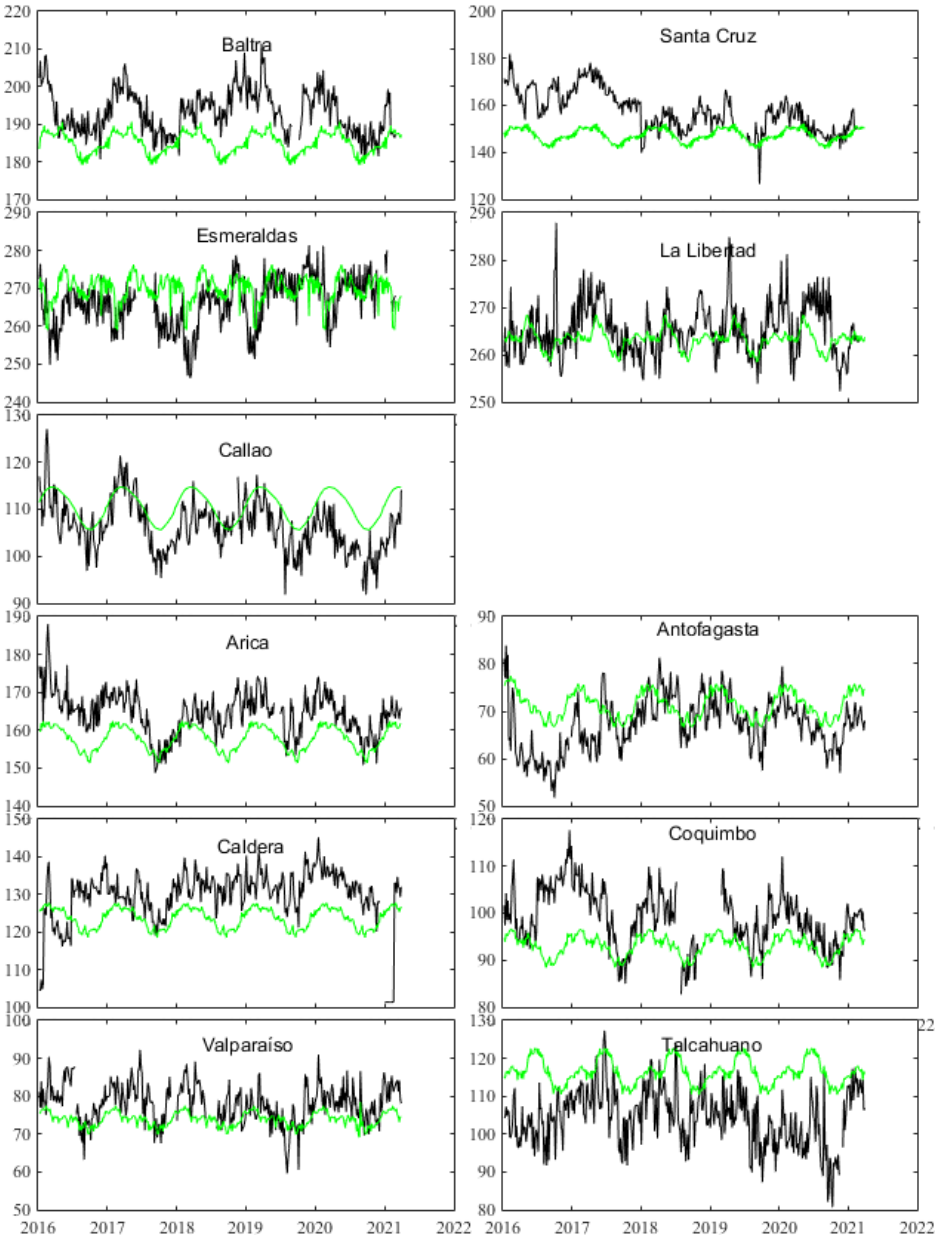

Baltra
Santa Cruz
Esmeraldas
La Libertad
Callao
Arica
Antofagasta
Caldera
Coquimbo
Valparaíso
Talcahuano
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022

Fig. 2. 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).

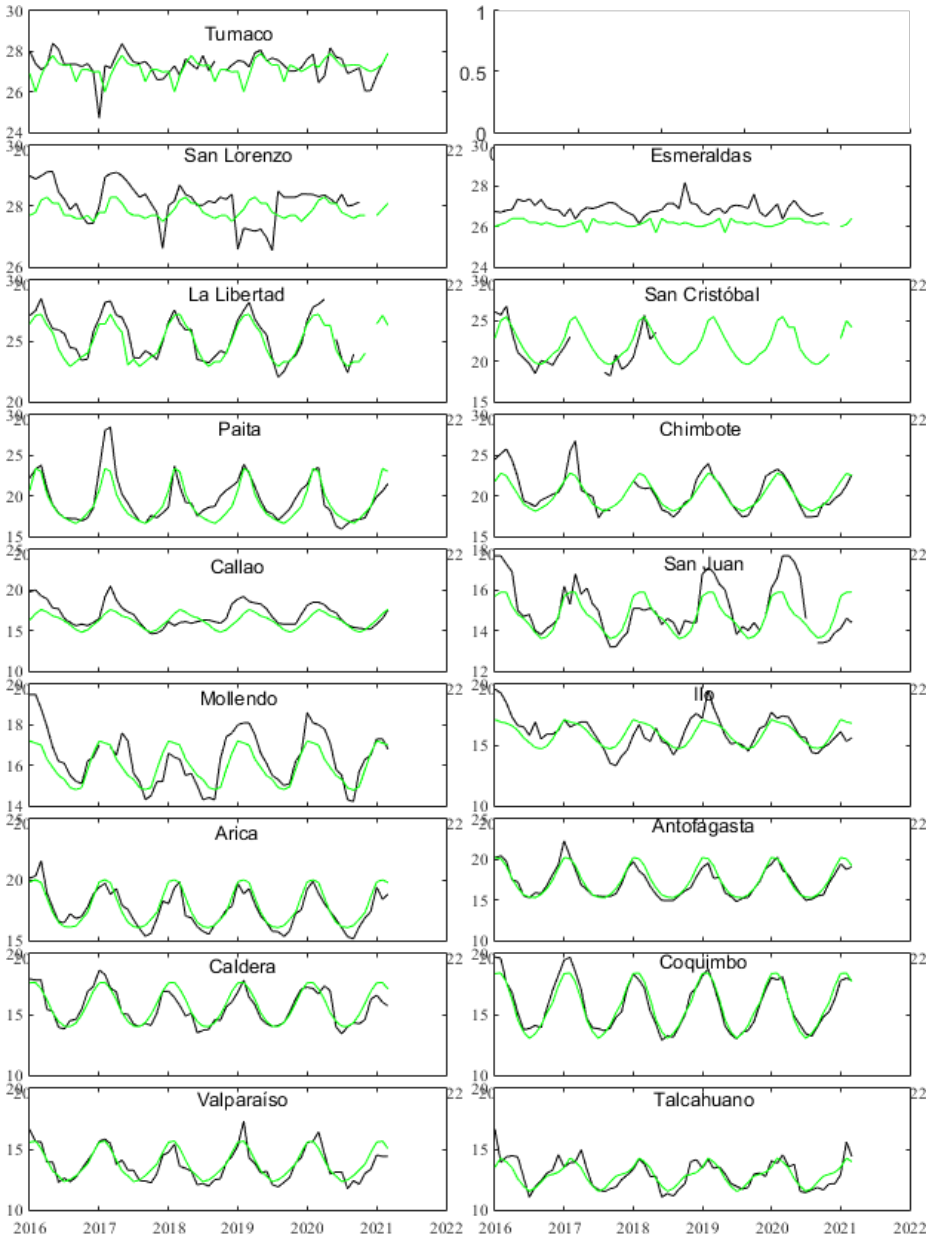


Fig. 3. Medias mensuales de TSM (° C) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo de la climatología es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR, DHN, SHOA).

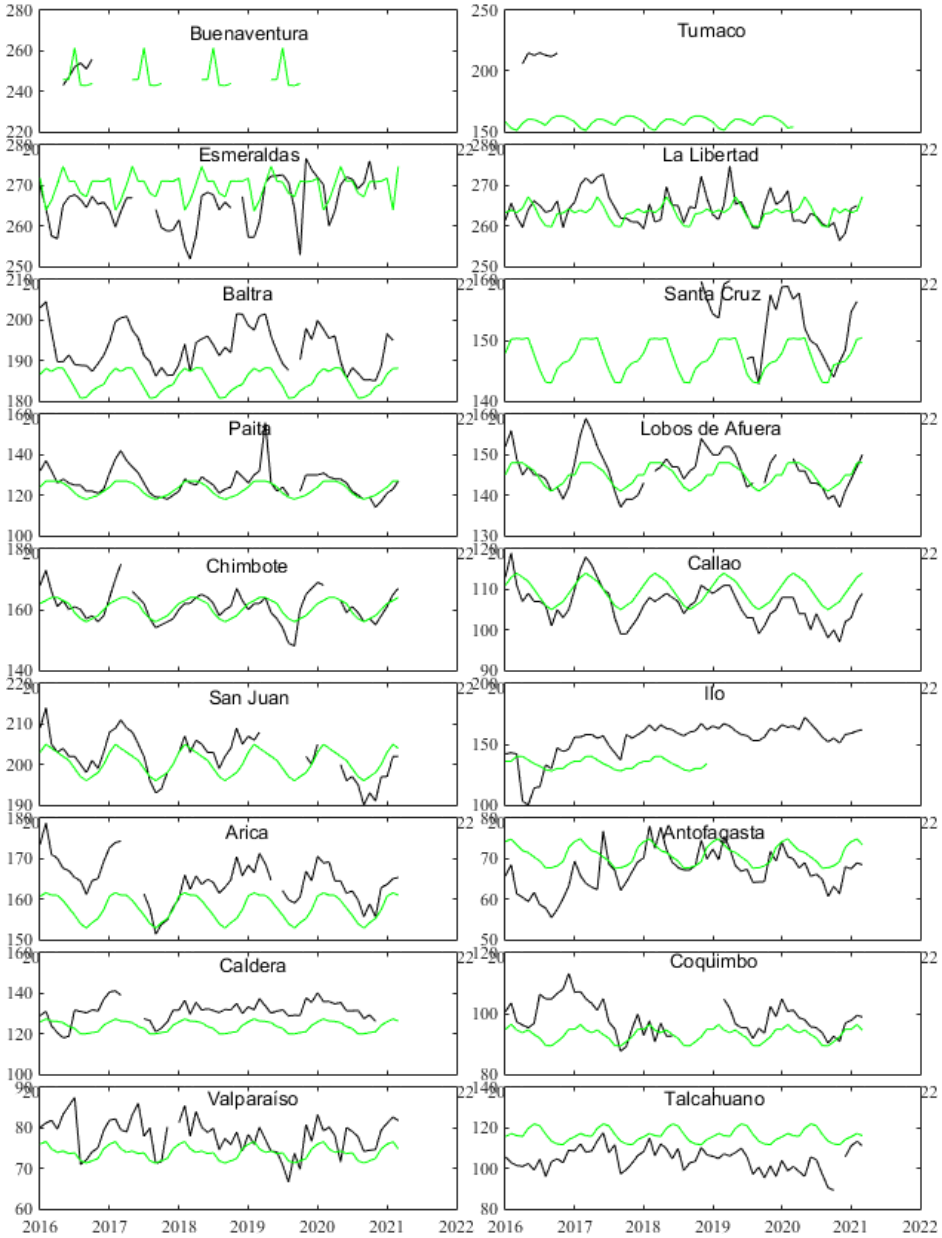


Figura 4. Medias mensuales de NMM (cm) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN.

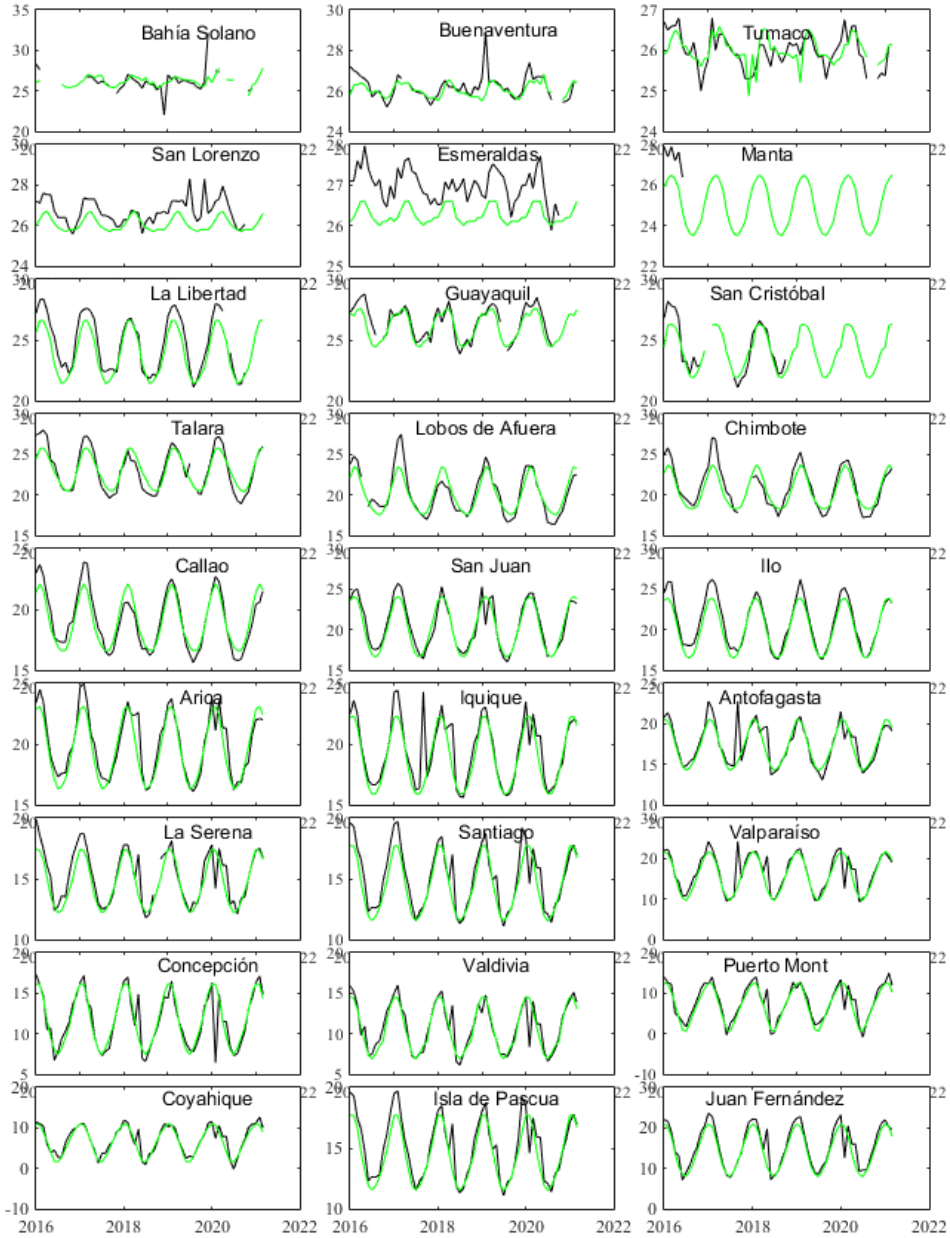


Figura 5. Medias mensuales de TSA (°C) en localidades de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN).

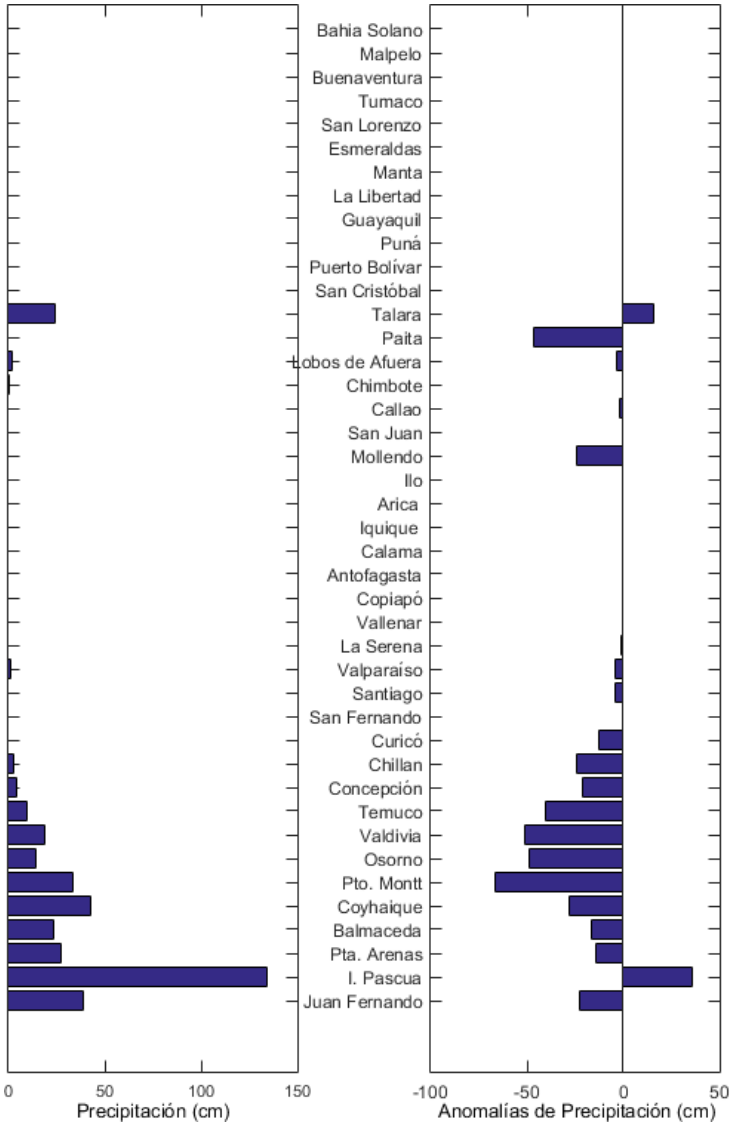


Figura 6.Precipitación y anomalías de la precipitación en ciudades de los países que conforman el Comité ERFEN-regional.

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	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	shoa@shoa.cl
DMC - Dirección de Meteorología (Chile).	metapli@meteochile.cl

Cite este boletín como: Comité Regional ERFEN, 2021. BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 366. 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:	Oceanógrafa Leonor Vera San Martín

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 Pablo Córdova Montecinos
	Investigador Oceanógrafo Mario Cáceres Soto
DMC:	Investigador Meteorológico Catalina Cortés
	Investigador Meteorológico José Vicencio
	Investigador Meteorológico Diego Campos

EDICIÓN GENERAL REGIONAL
Leonor Vera San Martín
Instituto Oceanográfico de la Armada - ECUADOR

COORDINACIÓN EDICIÓN GENERAL REGIONAL
Méntor Villagómez
Secretario General de la CPPS
Marcelo Nilo Gatica
Director de Asuntos Científicos de la CPPS

ISBN: 978-9978-9985-1-9

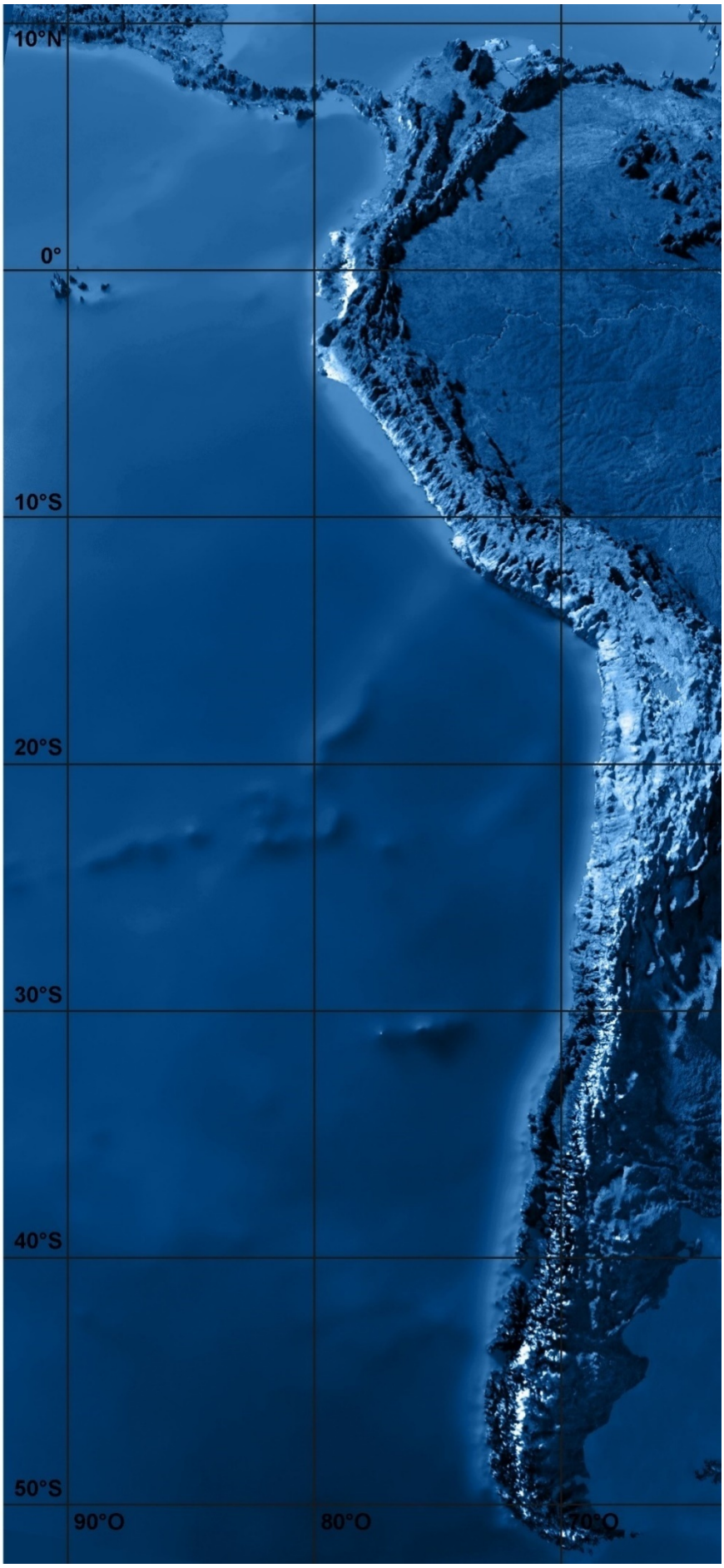
Editado en: INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DEL ECUADOR
Av. 25 de julio., Base Naval Sur. Guayaquil, Ecuador.
Teléfono: (593)-42481300,
Fax: (593)4-2485166
Casilla: 5940e

30 AÑOS

Boletín de Alerta Climático

BAC 367

ABRIL 2021



ERFEN

Comité Interinstitucional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño

CPPS
Comisión Permanente del Pacífico Sur

IDEAM-DIMAR/CCCP
Colombia

INOCAR
Ecuador

DIHIDRONAV
Perú

SHOA-DMC
Chile

RESUMEN

El indicador ONI continúa negativo, pero de menor magnitud que el mes anterior, por lo que se aproxima al rango de condiciones neutrales. Los índices atmosféricos IOS (Índice de Oscilación Sur) e IOS-ec (IOS ecuatorial) están dentro de los umbrales de neutralidad y los índices zonales estandarizados de vientos Alisios en el Pacífico ecuatorial (IZVA) del este y centro, se mantienen positivos, asociados a la intensificación de esta componente de vientos; sin embargo, en el oeste su valor es negativo, lo que implica un debilitamiento.

Las anomalías de la Temperatura Superficial del mar (TSM) en las regiones Niño continuaron negativas. Con respecto al mes anterior, en el oeste del Pacífico ecuatorial, regiones Niño 4 y 3.4 la magnitud de la anomalía disminuyó; mientras en las regiones Niño 3 y 1+2 aumentó. En todas las regiones la magnitud de la anomalía negativa fue menor a 1 °C.

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) fue menor a su normal en las estaciones oceanográficas de Colombia y Perú; mientras Ecuador reportó anomalías positivas de TSM en su costa continental e insular.

La anomalía del nivel del mar en las estaciones oceanográficas de los países de la región fue positiva en la mayoría de ellas, con valores menores a 0.10 m.

La temperatura del aire en Colombia y Perú fue menor o cercana a su valor climatológico; mientras en Chile prevalecieron valores mayores a su normal, con anomalías de hasta -3 °C: En Chile se registraron anomalías positivas de hasta 3 °C.

Respecto a precipitaciones prevaleció el déficit, en la mayoría de las estaciones de Ecuador y Chile. Casos aislados, donde se registró superávit, fueron Buenaventura y Tumaco en Colombia y Juan Fernando e Isla de Pascua en Chile. En Perú las condiciones fueron conforme a la época.

Los modelos climáticos mantienen el pronóstico de evolución hacia condiciones neutrales en los siguientes meses.

I. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ATMOSFÉRICAS REGIONALES

Los vientos en la cuenca del Pacífico Sur (CPS) evidenciaron dos sectores de mayor intensidad; en el norte, entre 120 - 180°O y 5 - 10°N, con un promedio de 8 m/s desde el noreste; y otro en el sureste, entre 80°O - 140°O y 2 - 15°S, de 7 m/s, del sureste. Vientos débiles (< 2 m/s) se ubicaron al norte y este de Australia y junto a la costa de centro América, en la Zona de convergencia Intertropical, (5°N). En el lado oriental, se observó que el chorro de viento de Panamá perdió influencia y que otros chorros de viento de bajo nivel, como el Tehuantepec y Papagayo, se atenuaron. (Figura 1).

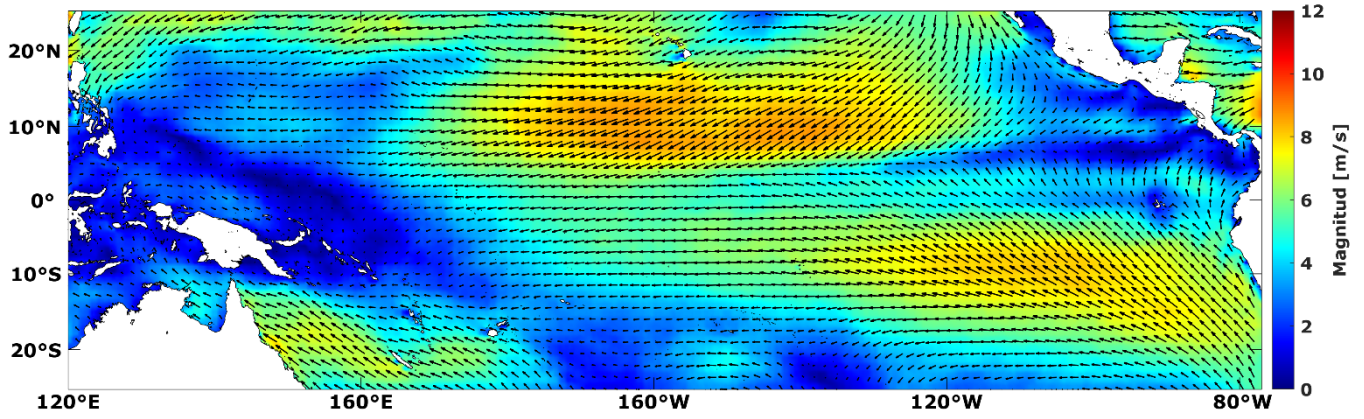


Figura 1. Distribución espacial mensual de las magnitudes y direcciones del viento en el Océano Pacífico Tropical. La escala de colores representa la magnitud en m/s. Fuente: ERA5. Elaboración: CCCP.

La temperatura Superficial del Mar (TSM) en la CPS conserva su patrón típico, con el mínimo valor (10 °C, en la figura 2), al sur, en latitudes medias, aumentando hacia el norte, donde la alcanza su máximo (30 °C), al oeste de la zona ecuatorial. En el este de la CPS, el afloramiento costero de Perú y Chile y los vientos alisios del sureste, que se encuentran fortalecidos, han contribuido en la disminución de la TSM, en la costa de Ecuador y en la formación del frente Ecuatorial (FE).

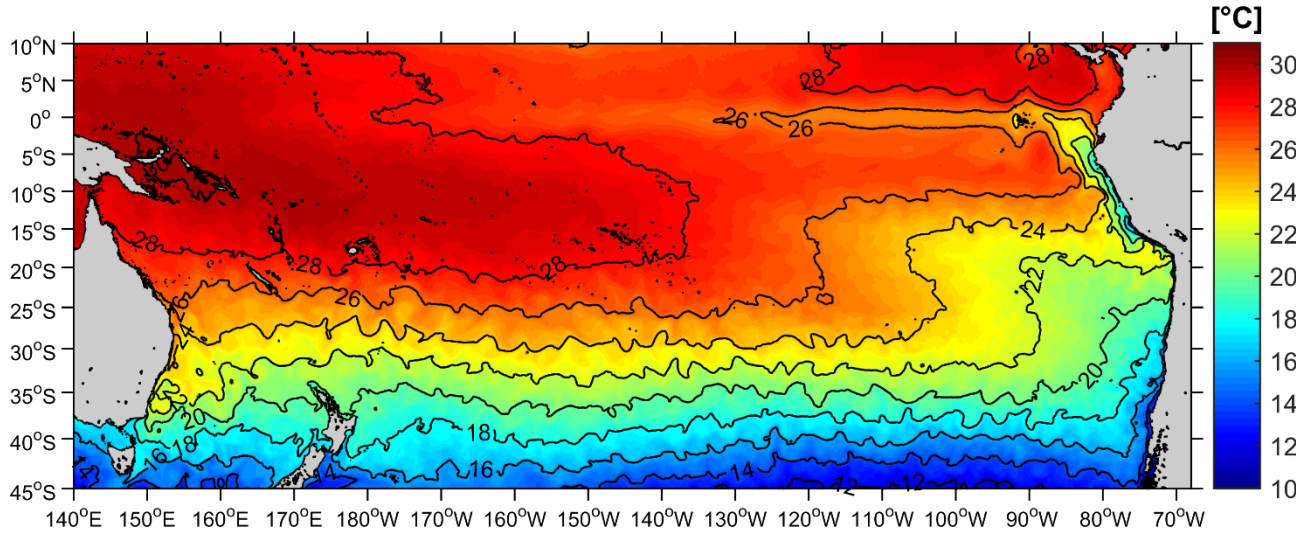


Fig. 2. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar. Fuente: CMEMS, producto OSTIA.

La distribución de anomalía de TSM asociada al comportamiento de la TSM, mostró condiciones normales en la mayoría del área de la CPS. Destaca la zona con anomalía positiva de 2 °C en el centro sur, al oeste de

Nueva Zelanda. En la zona ecuatorial, predominaron condiciones neutrales, y junto a la costa continental, se observaron concentraciones de anomalías positivas de 1 °C, junto a la costa de Colombia y centro-norte de Ecuador y sur de Chile. , Fig. 3.

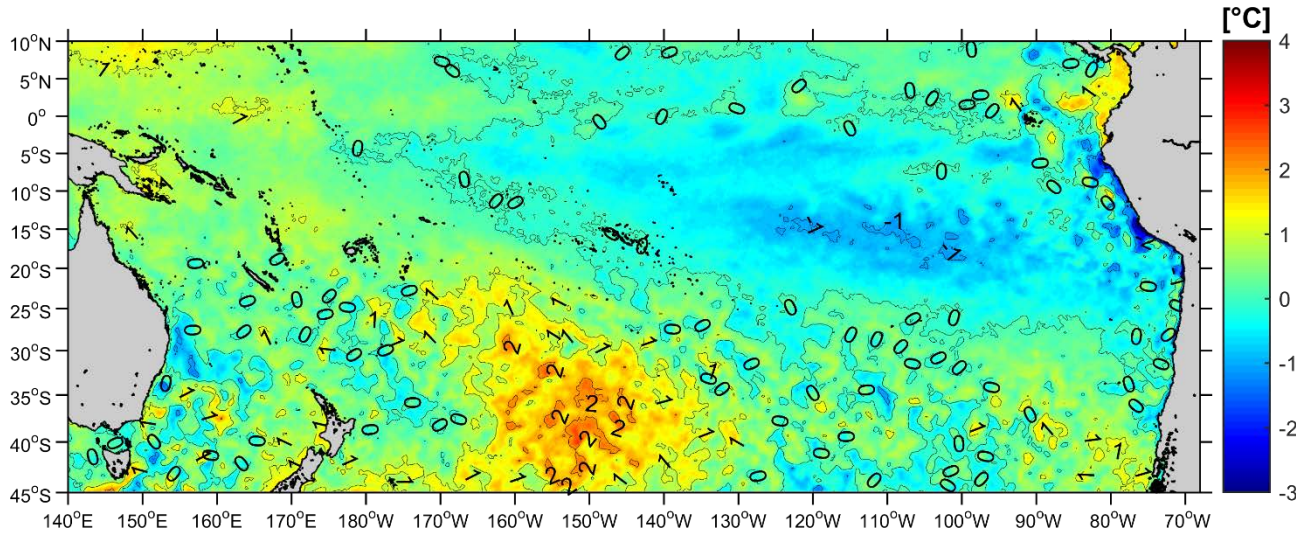


Fig. 3. Anomalía de TSM en la cuenca del Pacífico. Fuente: CMEMS, producto OSTIA

La distribución de salinidad se mantiene similar al mes anterior, varía entre 32 y 36 ups. Es máxima (<36 ups) en la zona entre 160°O-100°O y 10°S-30°S. Al contrario, la menor salinidad (32 – 33 ups) se localizó frente a la costa de Colombia y Panamá. Este sector coincide con anomalías positivas de TSM, Fig. 4.

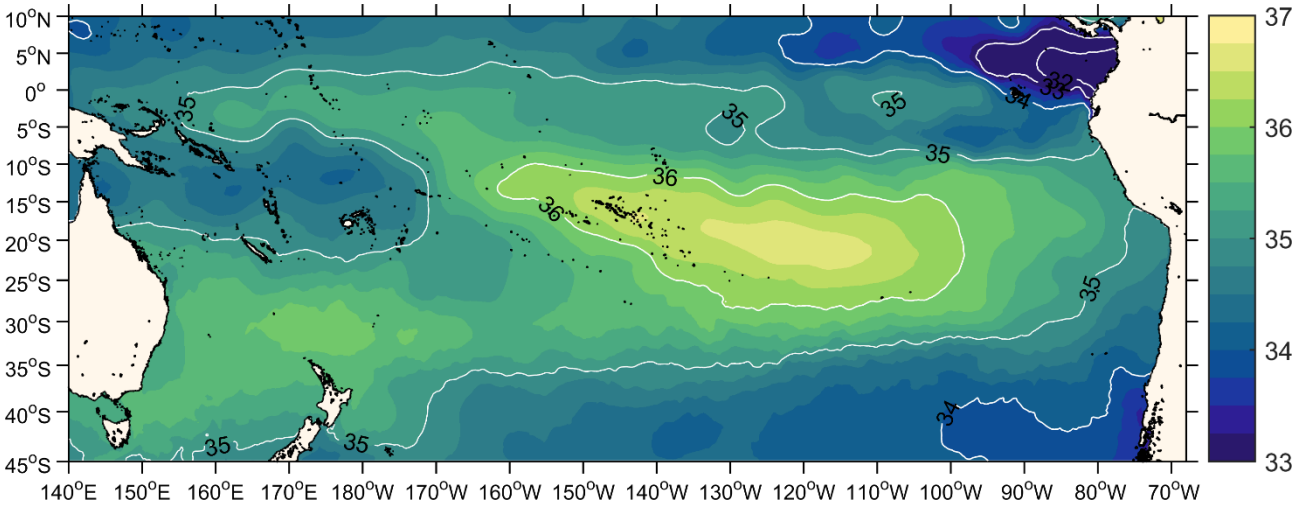


Fig. 4. Mapa de la Salinidad superficial del NM en la cuenca del Pacífico Sur. Fuente: datos: CMEMS NOAA Gráfico: INOCAR

La anomalía del nivel del mar fue positiva en toda la CPS, con valores mayores al oeste y sur. Se observaron núcleos dispersos de máxima anomalía (0.4 m) al este de Australia. En la zona ecuatorial predominaron condiciones neutrales, con valores superiores a 0.4 m. Al norte de 5°S las anomalías fueron de menor magnitud y neutrales Fig. 5.

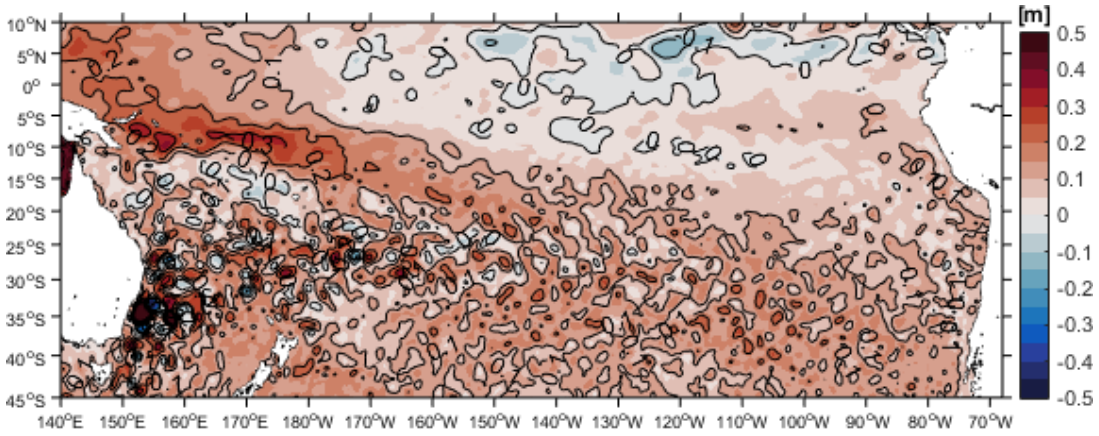


Fig. 5. Mapa superficial de las anomalías del NM en la CPS. Fuente: datos: AVISO

A nivel subsuperficial, en gran parte del Pacífico ecuatorial la profundidad de la isoterma de 20 °C continuó más profunda de lo normal, pero con ligero acenso en la región central; sólo entre 090°W y 080°W, la isoterma se ubicó a profundidades normales. Con relación al esfuerzo del viento zonal, en la primera quincena se evidenció vientos del oeste entre 120°E y 150°E; y en la segunda quincena, del este entre 180 y 140°O. (Fig. 6).

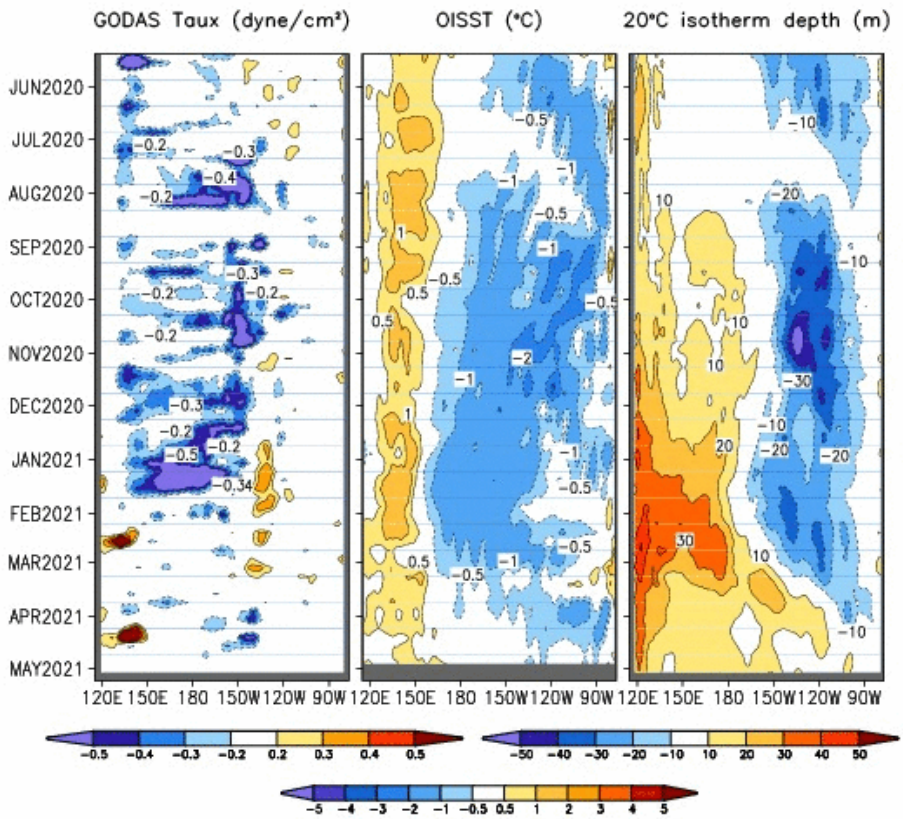


Fig. 6. Diagrama Hovmöller de la anomalía de la profundidad de las isoterma de 20°C (derecha), esfuerzo del viento (izquierda) y anomalía de la TSM del Pacífico ecuatorial (2°N-2°S) (centro). Fuente: GODAS-NCEP-CPS-NOAA.

En las cuatro regiones Niño las anomalías de TSM (información de la base de datos mensual OISST.v2) fueron negativas. El registro de anomalías de abril en las regiones Niño 4, Niño 3.4, Niño 3 Niño 1+2 fueron de -0.21 °C, -0.49 °C, -0.65 °C y -0.8 °C respectivamente. Con respecto al mes anterior, en las regiones Niño 4 y 3.4 la magnitud de la anomalía disminuyó; mientras en las regiones Niño 3 y 1+2 aumentó, Fig. 7

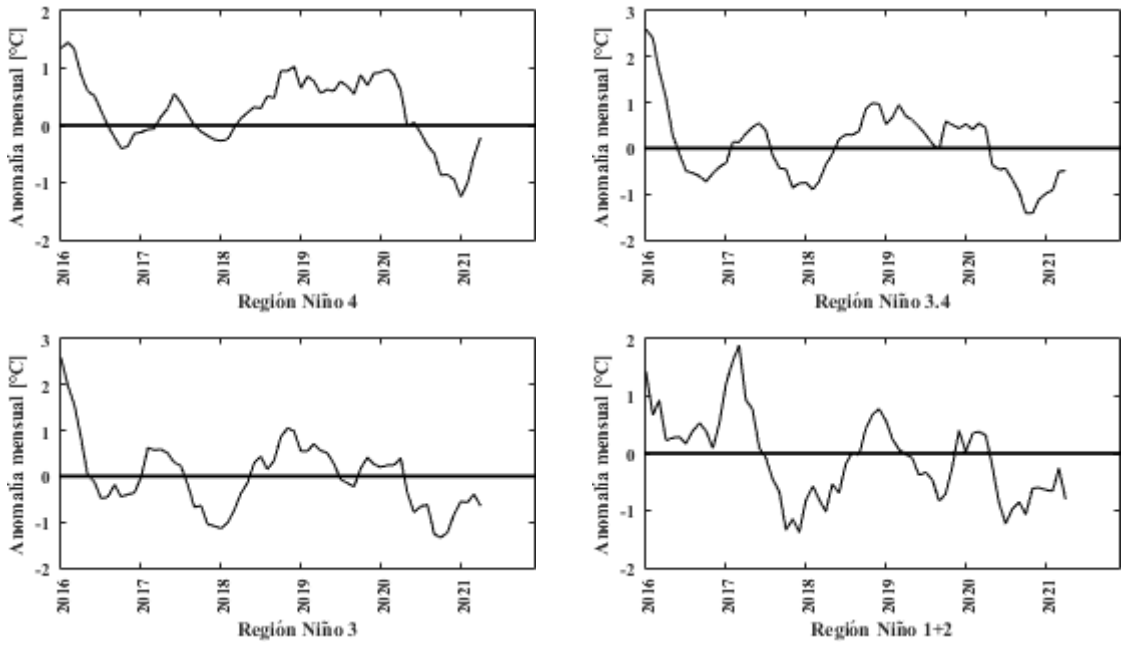


Fig. 7. Anomalías de TSM en las regiones Niño. Fuente: Información OISST v.2

El índice oceánico ONI (-0.8.1 °C) fue negativo y de menor magnitud que el trimestre enero-febrero-marzo, con tendencia a ubicarse en el rango neutral. Asimismo, los índices SOI y SOI-ec (0.3 y -0.4), se mantienen cercanos a la posición neutral, Fig. 8.

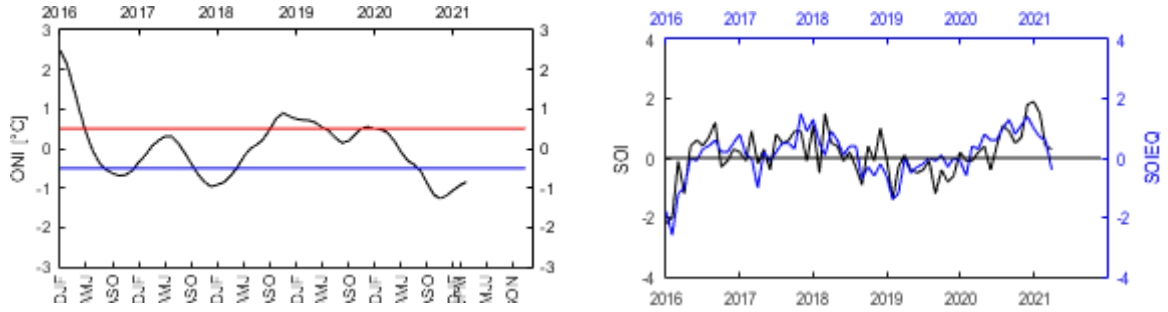


Fig.8. Índices de seguimiento de ENOS. Índice ONI (izquierda). SOI tradicional, línea negra y SOI ecuatorial, línea azul (derecha). Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) del centro y este del Pacífico ecuatorial (175 - 120°O), se mantienen positivos, lo que implica que se encuentran fortalecidos. En el oeste, el IZVA, es negativo (-0.1), relacionado con el fortalecimiento de vientos del oeste, Fig. 9.

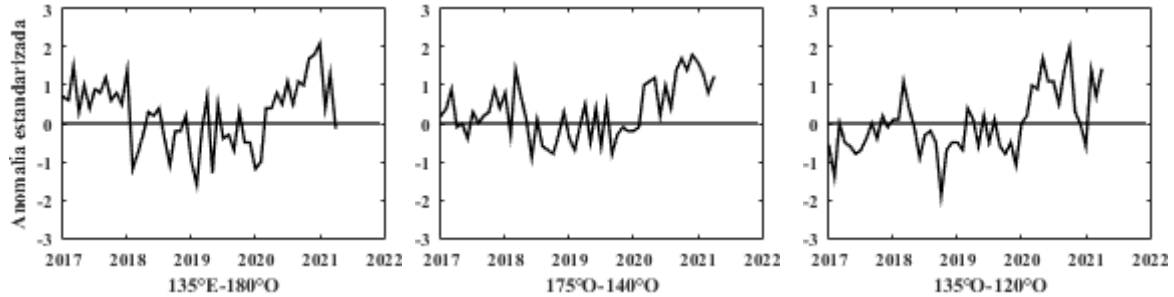


Figura 9. Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios

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 para mayo, junio y julio en la región central del Pacífico ecuatorial (Niño 3.4), la disminución de sus condiciones frías débiles a normales; y en la región oriental (Niño 1+2), condiciones neutras (Figura 10)

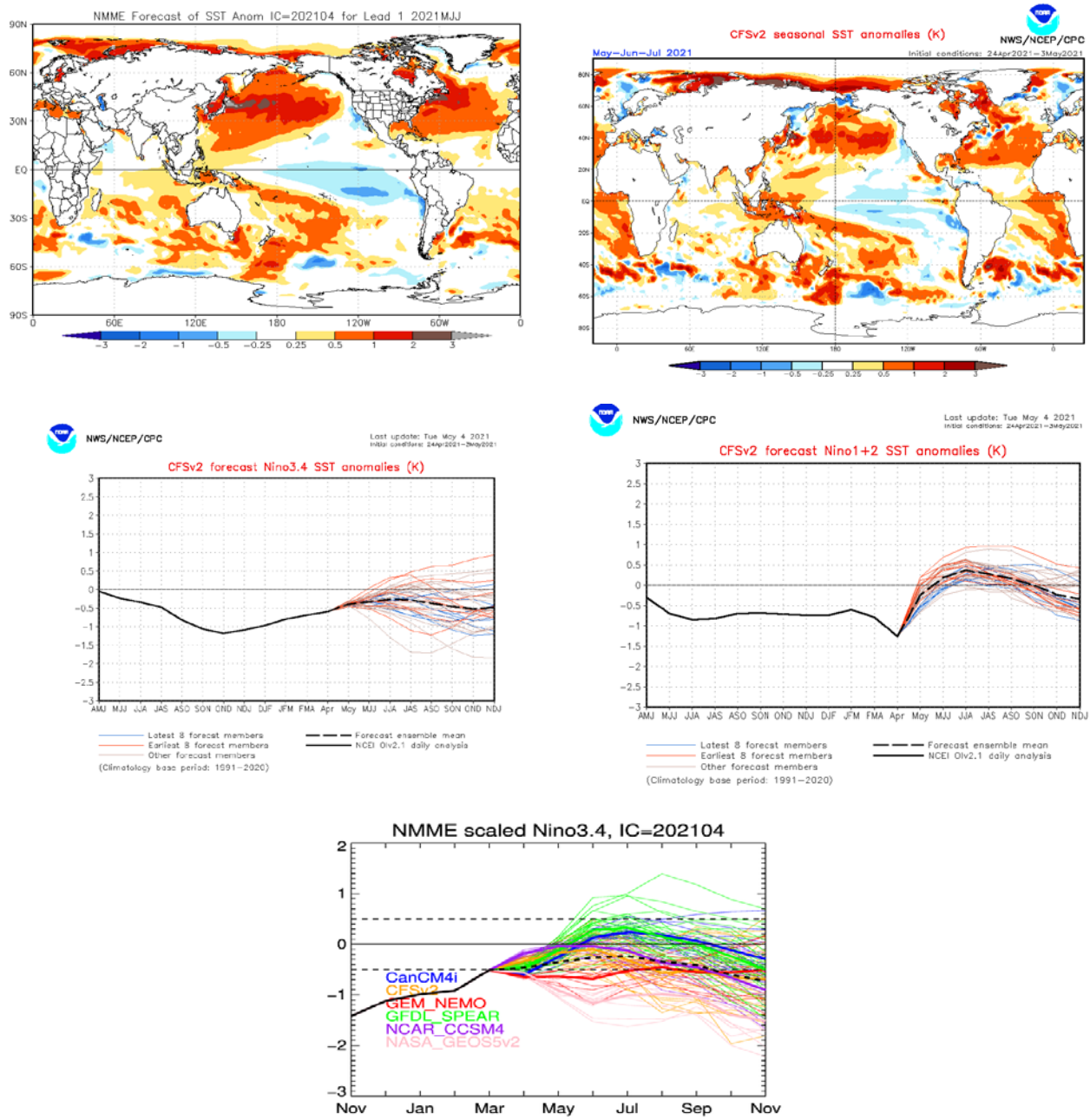


Figura 10. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el trimestre mayo, junio y julio de 2021 a) mapa de CFSv2, b) mapa NMME. c) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 3.4, d) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 1+2, e) plumas de modelo del NMME de la región Niño 3.4.

La perspectiva probabilística del International Research Institute for Climate and Society (IRI) sobre las condiciones ENOS, muestra que la probabilidad de la continuidad de un evento La Niña son de aproximadamente el 20 % para el periodo comprendido entre abril y junio del 2021. Por otra parte, se espera con un más de un 70 % de probabilidad, la transición a condiciones neutrales para el trimestre de abril a junio del 2021, figura 11.

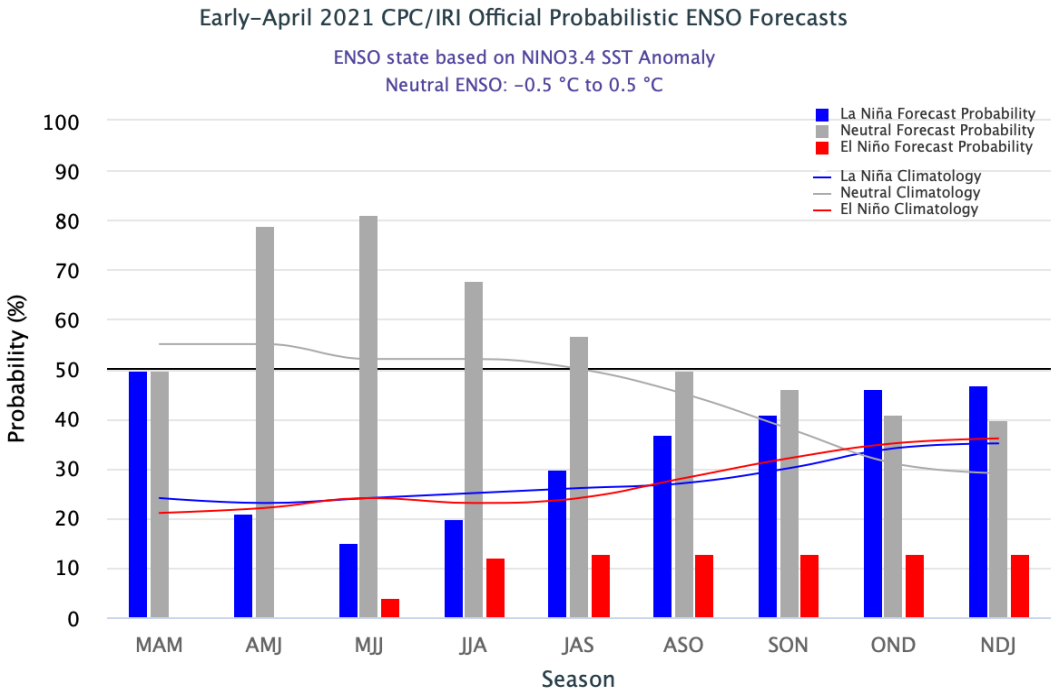


Figura 11. Pronósticos probabilísticos de las condiciones ENOS actualizados el 8 de abril del 2021. Fuente: Research Institute for Climate and Society (IRI).

II. CONDICIONES NACIONALES

A. COLOMBIA

El comportamiento de la TSM se muestra congruente con la dinámica del viento en este período, evidenciando la atenuación del chorro de viento de Panamá y el desvanecimiento de la lengua fría que se situaba en la zona norte de la CPC durante el mes de marzo. La pérdida de influencia del chorro de viento y la llegada desde el occidente de aguas con temperaturas más elevadas desplazadas por la Contracorriente Ecuatorial Sur, fortalecida por el chorro de viento del Chocó, incrementa paulatinamente la TSM en el centro de la CPC; estas aguas cálidas que ingresan a la cuenca se esparcen a lo largo y ancho del área oceánica durante el trimestre de abril a junio, registrándose valores entre los 27 y 28 °C (Figura 12a). Con el ingreso de aguas más cálidas a la CPC, se aprecian valores del nivel del mar más altos que el mes anterior, alcanzando hasta 30cm de altura (Figura 12b).

Es notable el marcado frente de salinidad superficial que se ubica paralelo a la costa en la CPC, siendo continuamente alimentado por el agua dulce proveniente de las vertientes de los ríos, las cuales, al encontrarse con las aguas oceánicas de mayor salinidad, generan un proceso de mezcla paralelo a la zona costera (Figura 12c). También se evidencian áreas de mayor salinidad al sur del dominio regional, con valores alrededor de los 34 PSU, siendo consistente con el núcleo de bajas temperaturas (entre 22 a 26 °C) situado en esta misma zona.

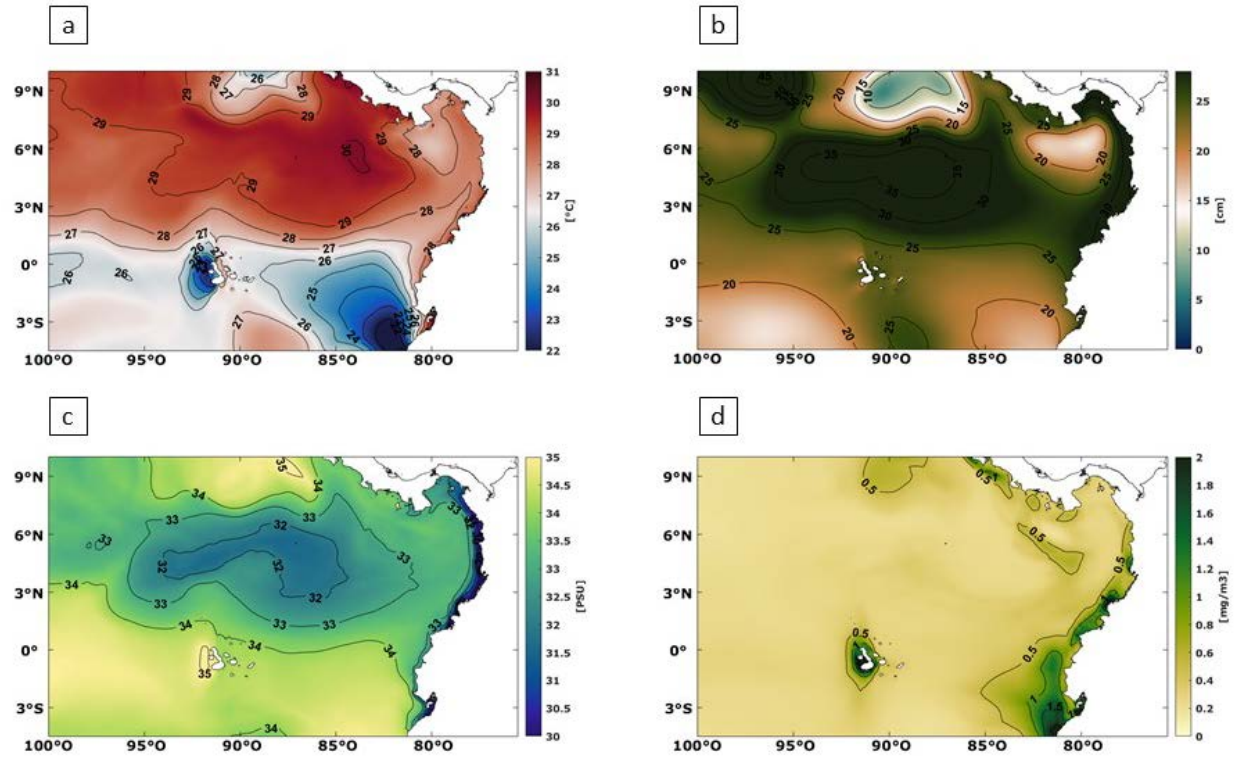


Figura 12. Distribuciones espaciales mensuales de a) TSM en °C, b) Nivel del mar en m, c) Salinidad en PSU y d) Clorofila-a en mg/m3. Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.

Como se espera con el comportamiento ya descrito, las áreas oceánicas donde confluyen las temperaturas más bajas y las concentraciones salinas elevadas son propicias o indicativas para el

afloramiento, esto se evidencia con valores que alcanzan 1.5 mg/m3 al suroriente del dominio, cerca de las costas de Ecuador (Figura 12d), comportamiento que no es distante de lo esperado para el mes de abril, dado que las anomalías correspondientes se centran en su mayoría sobre la neutralidad (Figura 13d).

De manera general las anomalías de las variables oceanográficas físicas y químicas analizadas sobre el dominio regional muestran el comportamiento climatológico habitual. Con excepción de la TSM y el nivel del mar en la CPC, donde se observan anomalías positivas de 1°C y 5cm respectivamente, atribuidas en gran parte a la llegada de aguas cálidas desde el occidente del OPE, evidenciando el debilitamiento de las condiciones de La Niña (Figuras 13 a, b, c, d).

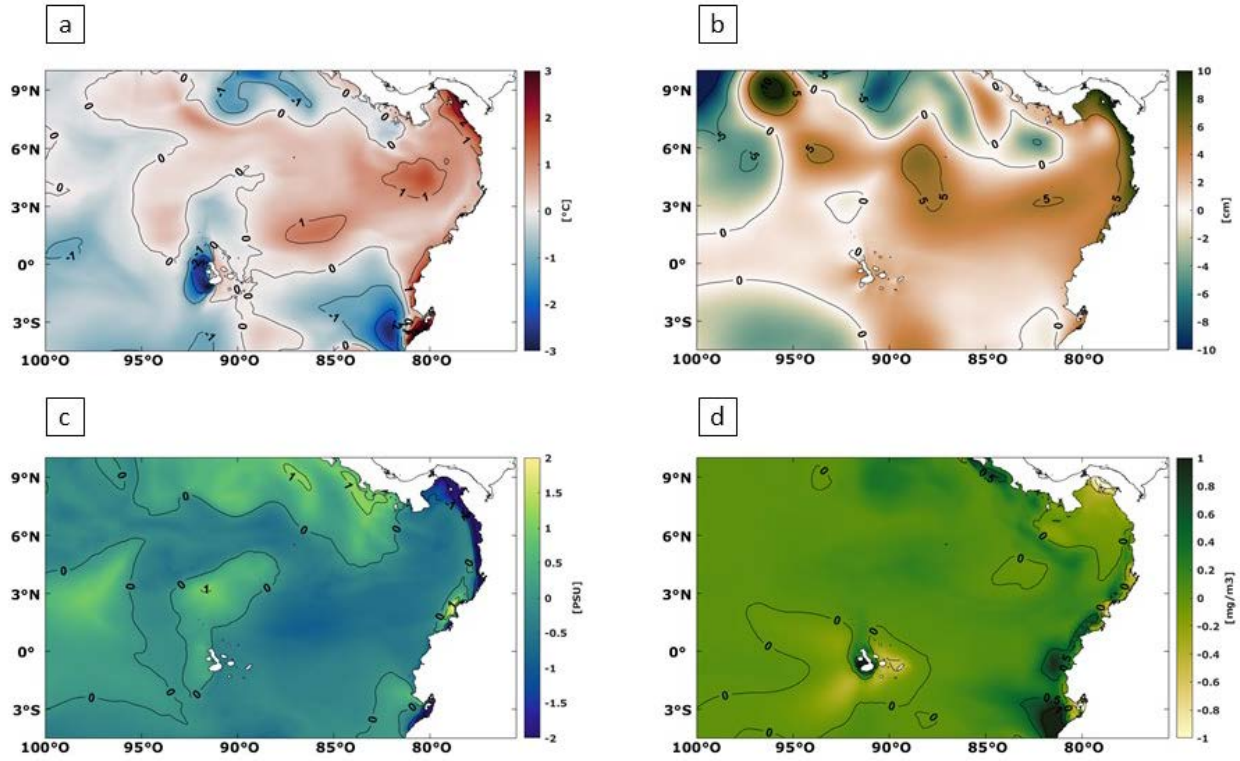


Figura 13. Distribuciones espaciales mensuales de las anomalías para a) ATSM en °C, b) Nivel del mar en m, c) Salinidad en PSU y d) Clorofila-a en mg/m3. Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.

En el monitoreo de las condiciones en la estación costera fija, ubicada en la ensenada de Tumaco (02°00'00" N - 78°48'00" W), (Figura 14), se obtuvo para abril del 2021 un promedio mensual de TSM de 27.49 °C, identificando anomalías negativas de -0.13°C. En el registro realizado el 16 de abril del 2021 (línea azul de la Figura 9b), los valores de la temperatura oscilaron entre 15.73 °C y 27.48 °C, con una termoclina ubicada en los 2035m aproximadamente. Por otra parte, los datos adquiridos el 28 de abril del 2021 (línea roja), muestran temperaturas máximas de 27.97 °C, con una termoclina posicionada sobre los 40m aproximadamente (Figura 15b). Contrastando con el mes anterior (abril 2021), hubo un descenso de la termoclina, indicando presencia de aguas más cálidas en mayor parte de la columna de agua (Figura 15a). En cuanto a la Salinidad Superficial del Mar (SSM), el promedio mensual fue de 31.20 PSU, con anomalías negativas de -1.40 y valores de salinidad que oscilaron entre 30.29 y 35.51 PSU. Se presentó un comportamiento concordante entre los valores de temperatura y salinidad, evidenciándose una disminución de la salinidad con la presencia de aguas superficiales más cálidas.

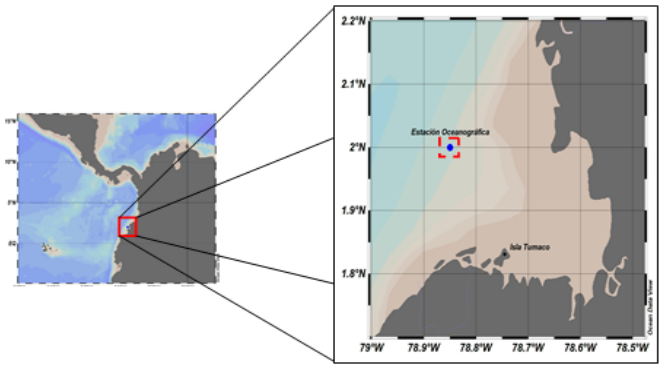


Figura 14. Localización de la estación costera fija de Tumaco. Fuente: CCCP.

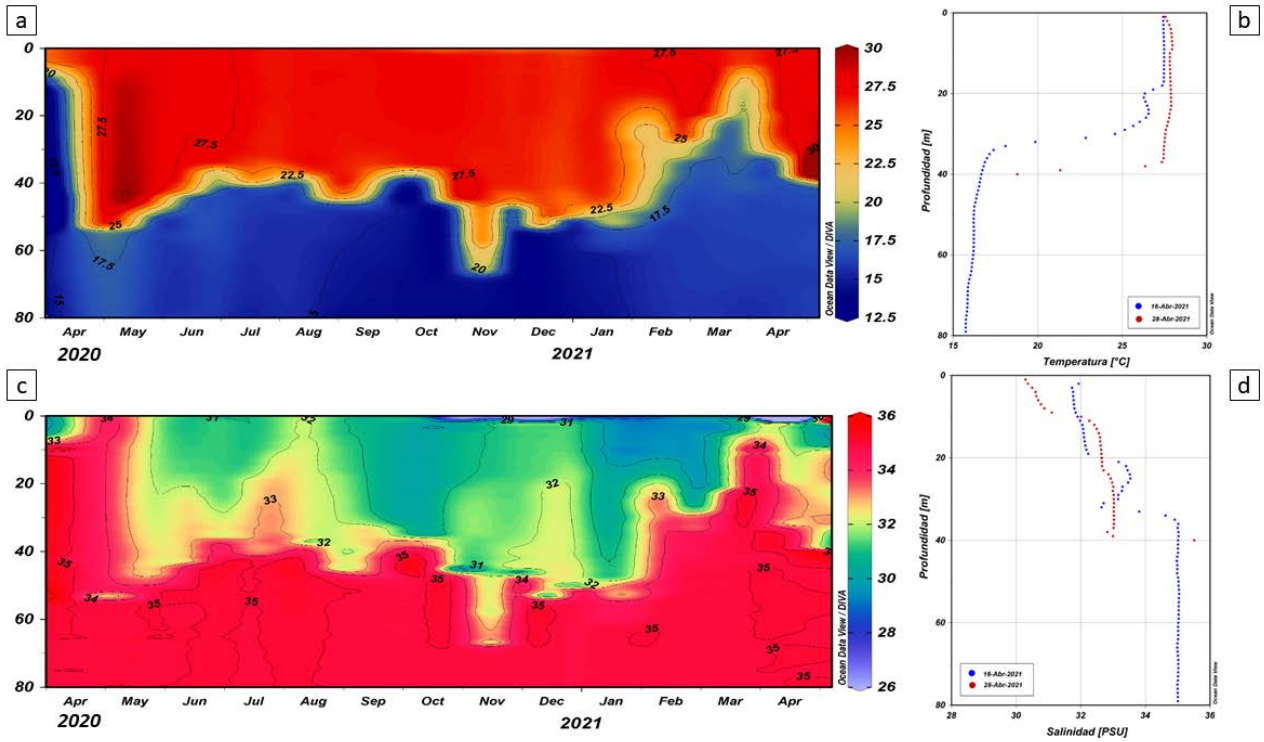


Figura.15. a) Serie temporal de la temperatura subsuperficial, b) Perfiles de temperatura, c) Serie temporal de la salinidad subsuperficial y d) Perfiles de salinidad. Fuente: CCCP.

El Índice Multivariado de Tumaco (IMT) presentó un valor de -0.2 con categoría “F1”, indicando fase fría neutra para esta zona del país (Figura 10). Con respecto al mes anterior (marzo 2021), se observa la continuidad de condiciones neutras, figura 16.

En relación con los parámetros meteorológicos en los principales puertos del Pacífico Colombiano, durante el periodo entre el 01 y el 30 de abril del 2021, las condiciones meteorológicas de los principales puertos del Pacífico Colombiano se describen a continuación

En Bahía Solano la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 26.6°C, con un valor máximo registrado de 31.0 °C y un valor mínimo de 23.7 °C; se evidenció una anomalía positiva de 0.04°C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 96%, con un valor máximo de 100% y un valor mínimo de 73%; se presentó una anomalía positiva de 1.97%.

En Buenaventura la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 26.1 °C, con un valor máximo registrado de 29.6°C y un valor mínimo de 22.5 °C; se evidenció una anomalía negativa -0.4 °C. En cuanto a

la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 89%, con un valor máximo de 100% y un valor mínimo de 65%; se presentó una anomalía negativa de -2.19%. El total de Precipitación observado fue de 605.2 mm, con una anomalía positiva de 199.59 mm.

En Tumaco la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 26.1°C, con un valor máximo registrado de 28.9 °C y un valor mínimo de 23.3 °C; se evidenció una anomalía negativa de -0.38 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 95%, con un valor máximo de 100% y un valor mínimo de 68%; se presentó una anomalía positiva de 3.96 %. El total de Precipitación observado fue de 316.6 mm, con una anomalía positiva de 16.32 mm.

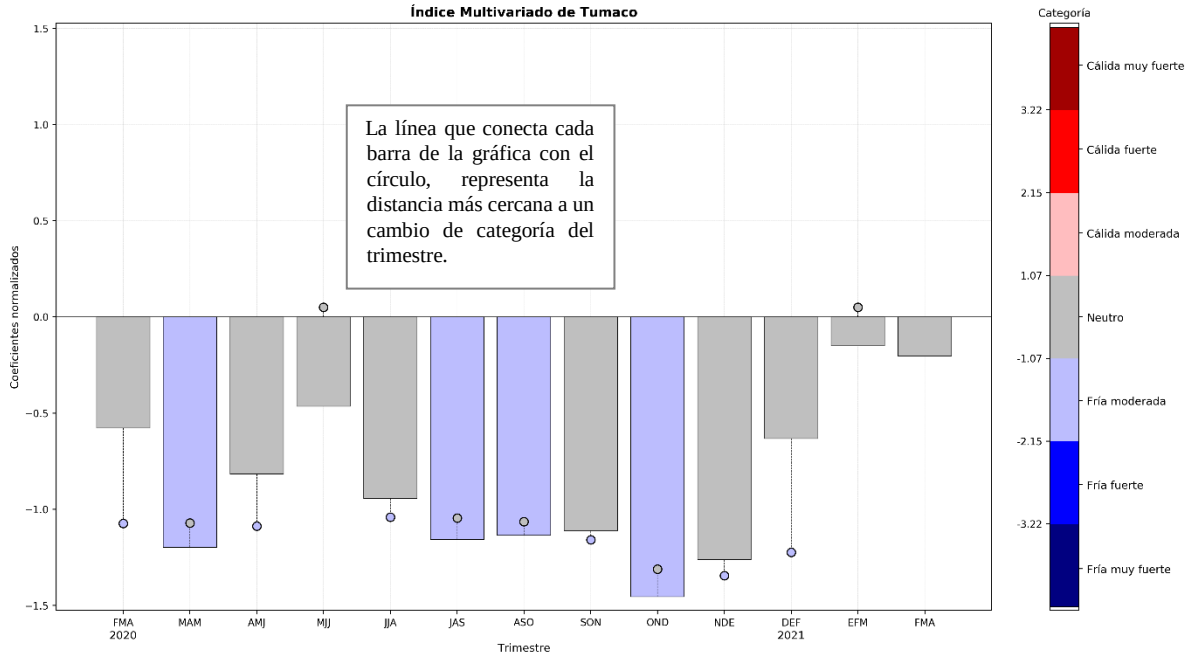


Figura 16. Comportamiento del Índice Multivariado de Tumaco (IMT). Fuente: CCCP.

En el mes de abril, la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) presentó alta actividad, entre los 3.5°N y 5.5°N en la zona marítima del Pacifico colombiano, en el océano Atlántico, entre los 0°N a los 3.5°N. Los frentes presentaron mayor actividad que la típica para este periodo de tiempo. Llegaron a latitudes menores a los 18°N sobre el norte del litoral de Nicaragua y al norte occidente del mar Caribe. Se presentaron bajas presiones sobre el centro de la región Caribe y aguas litorales del Pacífico, las cuales determinaron las precipitaciones en noroccidente del país y oriente del país.

En lo que respecta a la variabilidad intraestacional, la oscilación Madden y Julian (OMJ) tuvo una influencia moderada en su fase convectiva (15 al 21 de abril) que influenció de manera moderada en las excedencias de la precipitación desde mediados de mes hasta el final de mes.

El seguimiento realizado por el IDEAM muestra precipitaciones, entre por encima y muy por encima de la normal climática[1], en Guajira, área litoral desde el occidente de Magdalena hasta Córdoba, centro y sur de Bolívar, en la región Caribe; áreas de la cordillera Oriental desde Norte de Santander hasta el sur del Huila, occidente de Antioquia, sur de Bolívar, centro de Tolima, sur de Cauca y Nariño, de la región Andina; la Orinoquia y el norte de la Amazonia. Las lluvias deficitarias se presentaron en: la Sierra Nevada de Santa Marta, sur de Córdoba, en la región Caribe, la región Pacífica; sur y occidente de la Amazonia.

[1] Índice de precipitación mayor a 160%.

Con respecto a la temperatura, tanto la TA media presentó anomalías mayores en 1 °C, en la mayor parte central de la región Caribe, desde el oriente de Córdoba hasta el centro de Cesar oriente de Antioquia, norte de Tolima, Bogotá, norte de Cauca. Valores por debajo de la climatología, por debajo de -1.0 °C en: centro-oeste de Tolima. Las mayores anomalías de la TA máxima, mayores de 1,0 °C, se observaron en centro de Cesar, sur de Bolívar, norte de del litoral de Córdoba, centro-oriente y suroccidente de Santander y occidente de Boyacá, Norte de Tolima, centro de Cauca y Vaupés. La anomalía de la TA mínima por debajo de -1,0 °C, oriente de Córdoba, nororiente del litoral de Antioquia, sur de Antioquia, norte de Cauca, centro de Tolima, norte y centro de Boyacá.

Los valores de precipitaciones más altos en se presentaron en: la estación Fuente de Oro, municipio de Fuente De Oro (Meta) en el día 11 de abril, con 195 mm; la estación ICA, municipio de Villavicencio (Meta) el 11 de abril, con 195 mm; y la estación Calime, municipio de El Dorado (Meta) el 29 de abril, con 190 mm.

Las máximas TA se presentaron en: la estación Villa Rosa, en el municipio de Valledupar (Cesar), el día 1 de abril (39.8 °C); y la estación Jerusalén del municipio Jerusalén (Cundinamarca), el día 16 de abril (39.4 °C).

Las TA mínimas se presentaron en: la estación Berlín, municipio de Toná (Santander), el día 21 de abril con un valor de 0.8 °C; y la estación Cerinza, municipio de Cerinza (Santander), el 20 de abril, con 1,0 °C.

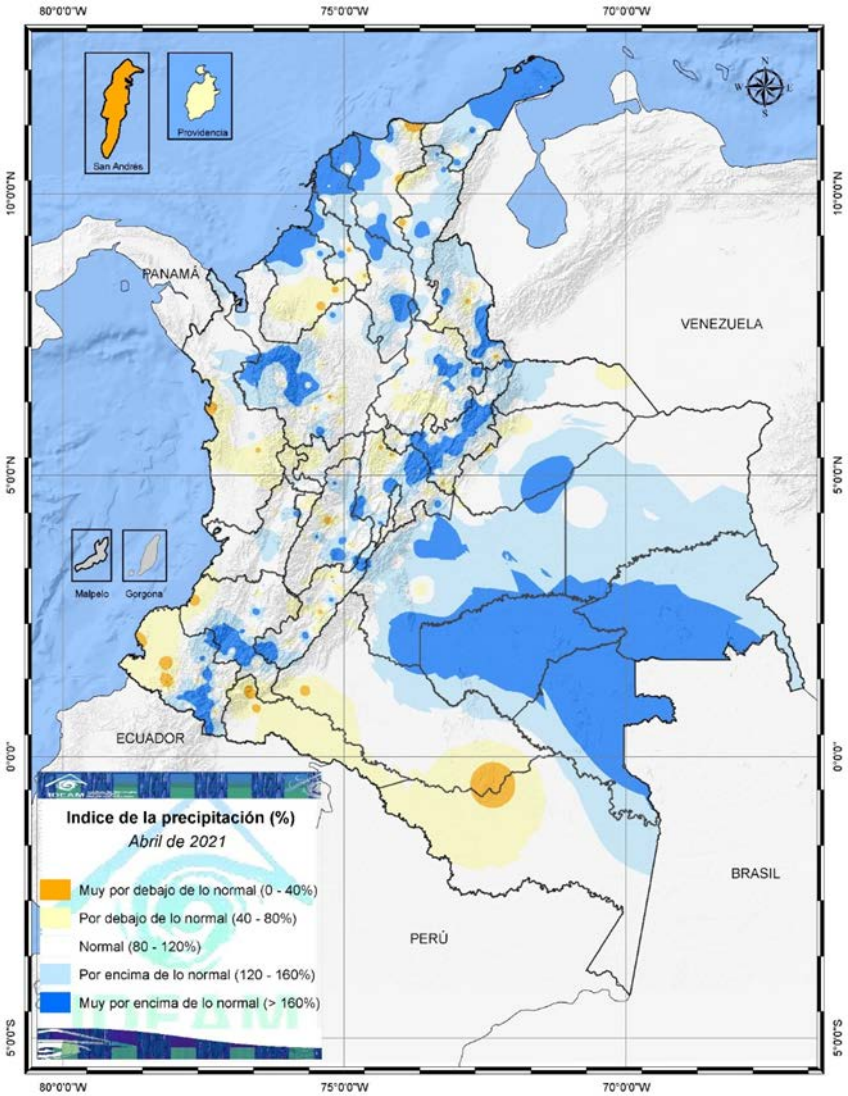


Figura 17. Anomalía porcentual de la precipitación mes de abril de 2020.

ECUADOR

En abril los vientos aumentaron su intensidad en todo el territorio marítimo ecuatoriano, alcanzando valores de hasta 5.5 m/s. Alrededor de las Galápagos el viento fue menor, observándose un promedio de 3 m/s. La dirección predominante es hacia el noroeste en mar abierto y junto a la costa, varía entre sur y sureste, alineándose con la costa, Fig. 18.

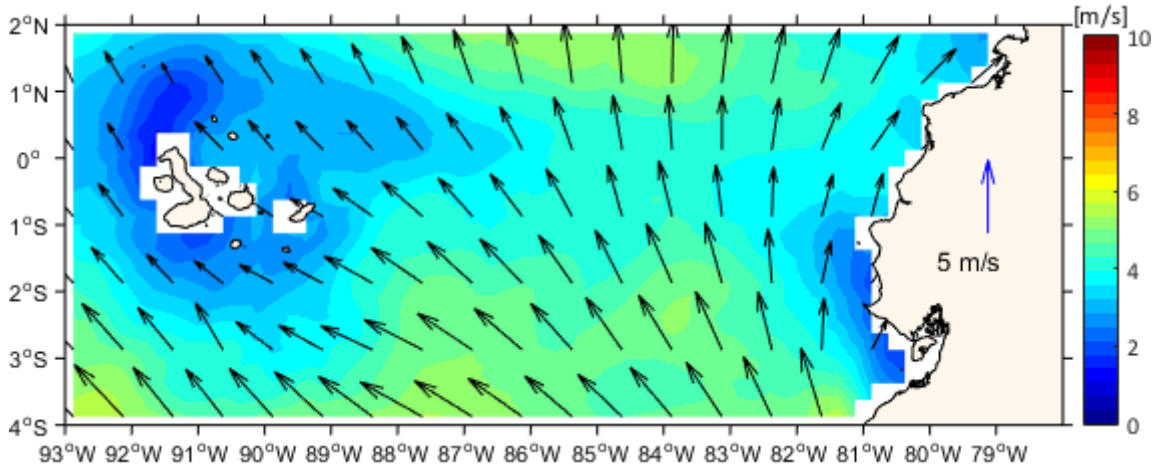


Fig. 18. Patrón de vientos superficiales. Fuente: ASCAT

En abril las precipitaciones disminuyeron en la zona marítima, observándose precipitaciones concentradas al sur de las Galápagos en el orden de hasta 200 mm. En la zona continental las precipitaciones disminuyeron en relación al mes anterior y en la zona costera fueron menores a sus promedios climatológicos, Fig. 19.

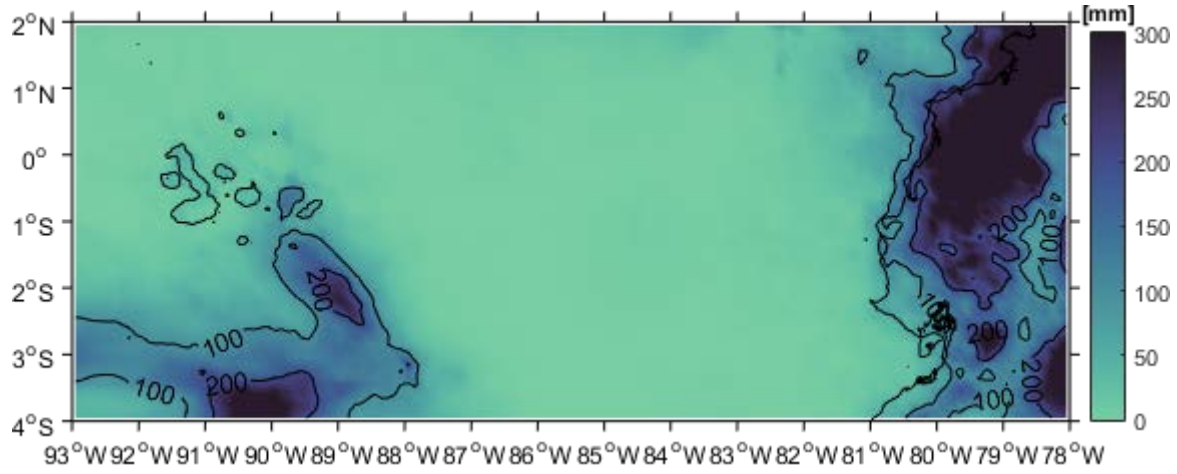


Fig. 19. Acumulado mensual de precipitación

En abril, la TSM disminuyó en el mar ecuatoriano, se observó agua de menor TSM, representada por la isoterma de 22 °C, proveniente del sur, con proyección hacia el noroeste, hasta Galápagos, donde se observaron las isoterma de 24 y 25°C., Figura 20a. La anomalía de TSM fue positiva junto al borde costero, neutral entre el continente y Galápagos. Fig. 20b.

La salinidad aumenta de noreste (32 UPS) a suroeste (34.5UPS). Los valores menores a 32.5 se encuentran al norte de 0.5°N y frente a la costa continental. Con respecto al mes anterior, se observó que el agua de menor salinidad, del norte, disminuyó su presencia en el sur de la costa ecuatoriana, Figura 21.

Los patrones de temperatura y salinidad muestran el ingreso de agua de menor temperatura y mayor salinidad desde el sur, hacia el mar ecuatoriano. lo que contribuyó a la formación del FE (cercano a 1°N), con el encuentro latitudinal de Agua Tropical Superficial (mayor temperatura y menor salinidad del sur) y Agua Superficial Subtropical (menor temperatura y mayor salinidad del norte).

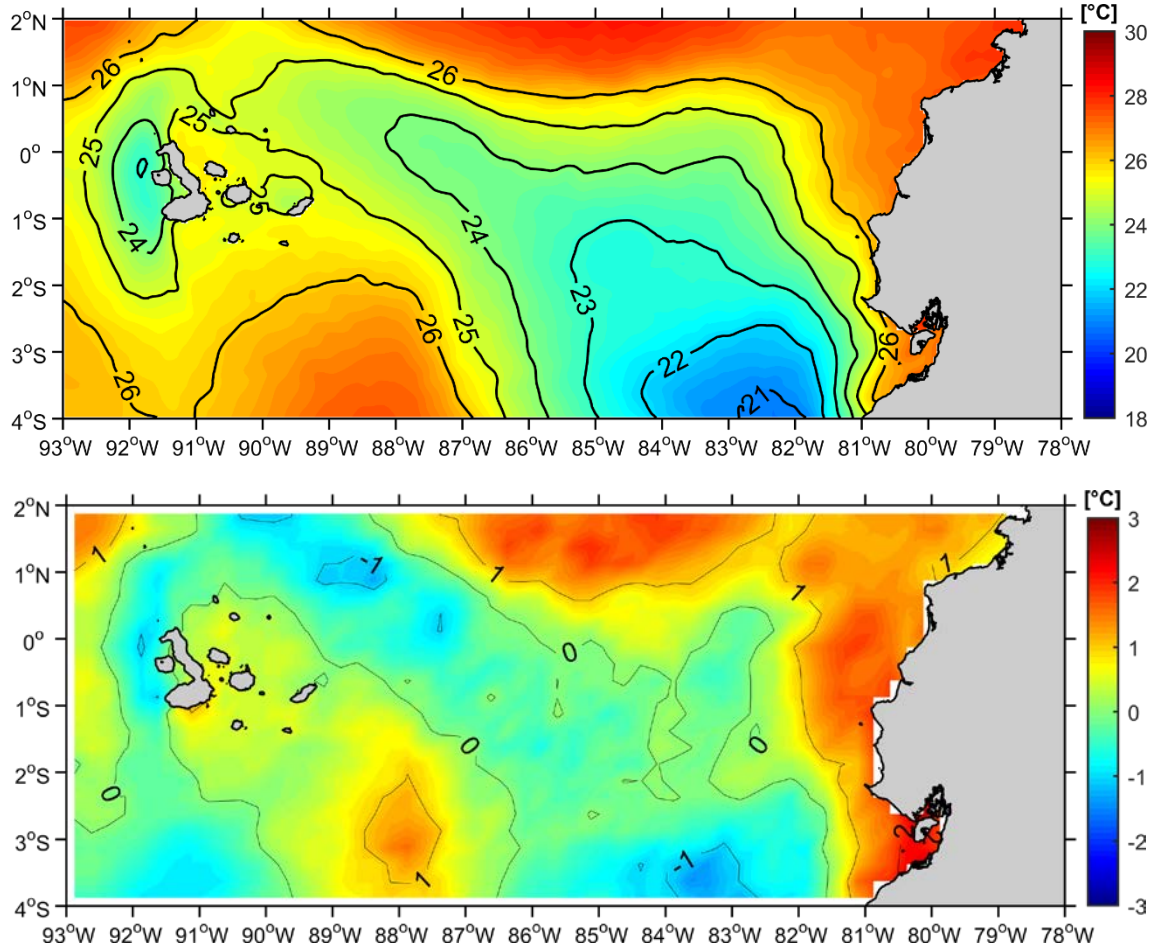


Fig. 20. (a) Temperatura Superficial del Mar y (b) Anomalía de la TSM en el mar ecuatoriano. Fuente: Base de datos Copernicus-Ostia.

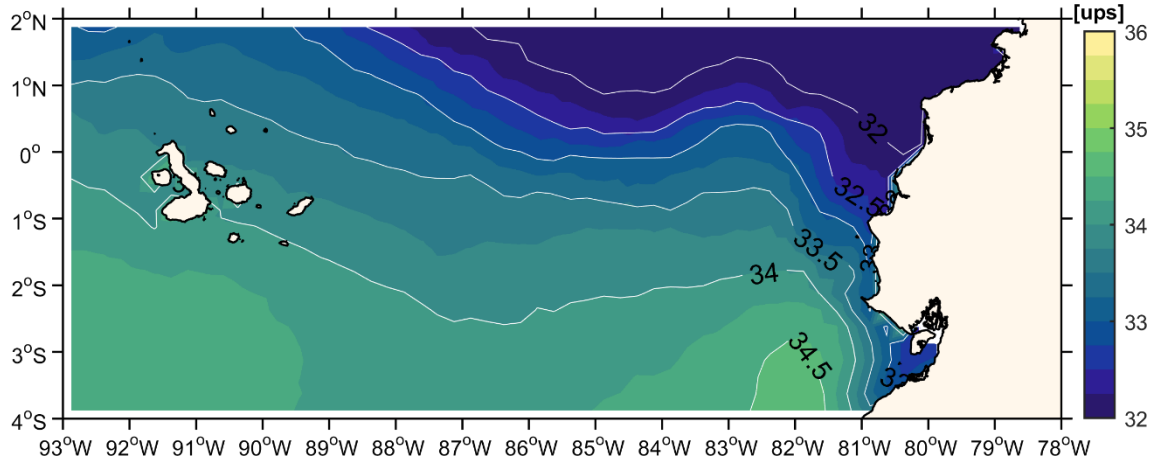


Fig. 21 Distribución de la salinidad superficial en territorio marítimo ecuatoriano

La distribución vertical de la temperatura y salinidad a lo largo del meridiano 82°O, ratifica el ingreso de agua de menor temperatura y mayor salinidad del sur. El encuentro de masas de agua (ATS y ASST) se ubica en 2°S, con influencia hasta lo 30 m, Figura 22.

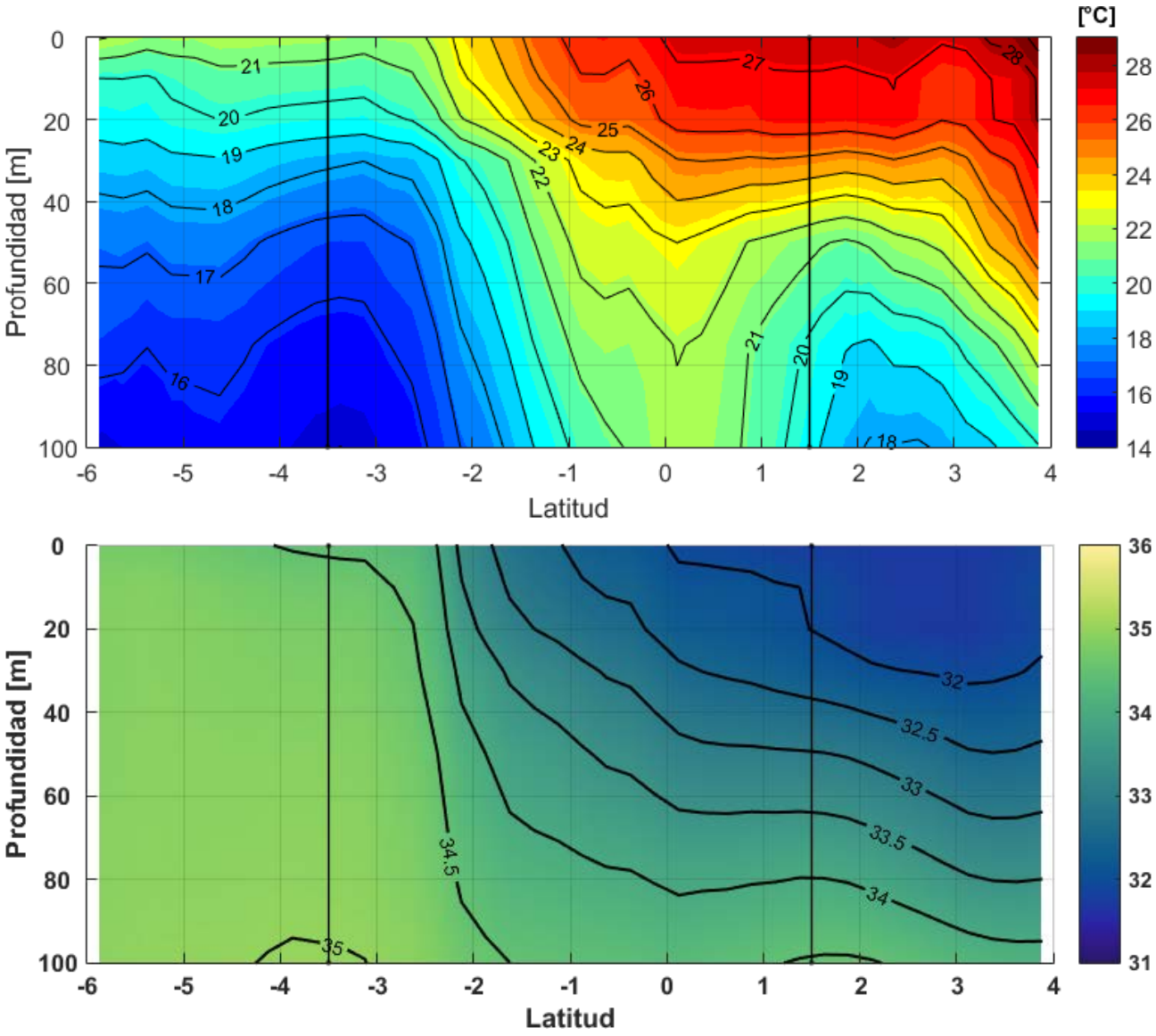


Fig. 22. Sección en profundidad a lo largo del 82°O entre el 4N y 6°S. (a) Temperatura del mar y (b) Salinidad del mar. Fuente: Copernicus Data set armor weekly

El análisis de masas de agua en las estaciones 10 millas costa afuera de Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar mostraron que el Agua Tropical Superficial (TSW por sus siglas en inglés) estuvo presente arriba de los 30 m en todas las estaciones, con un porcentaje mayor a 20 %. El Agua Subtropical Superficial (STSW) se observó sobre los 60 m (>20 %). El Agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW), estuvo presente en mayor porcentaje () en el sur y después de los 40 m, Figura 23.

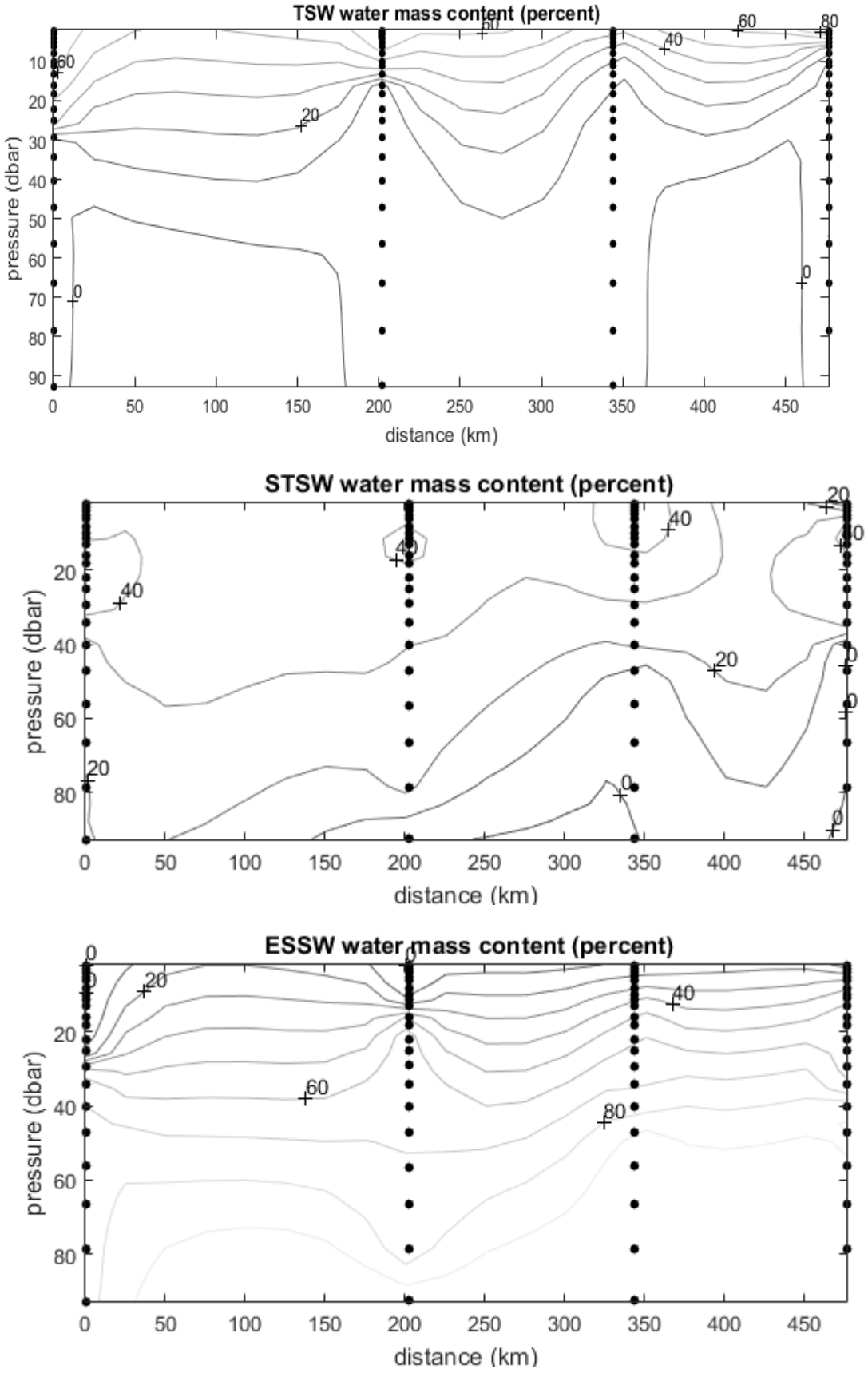
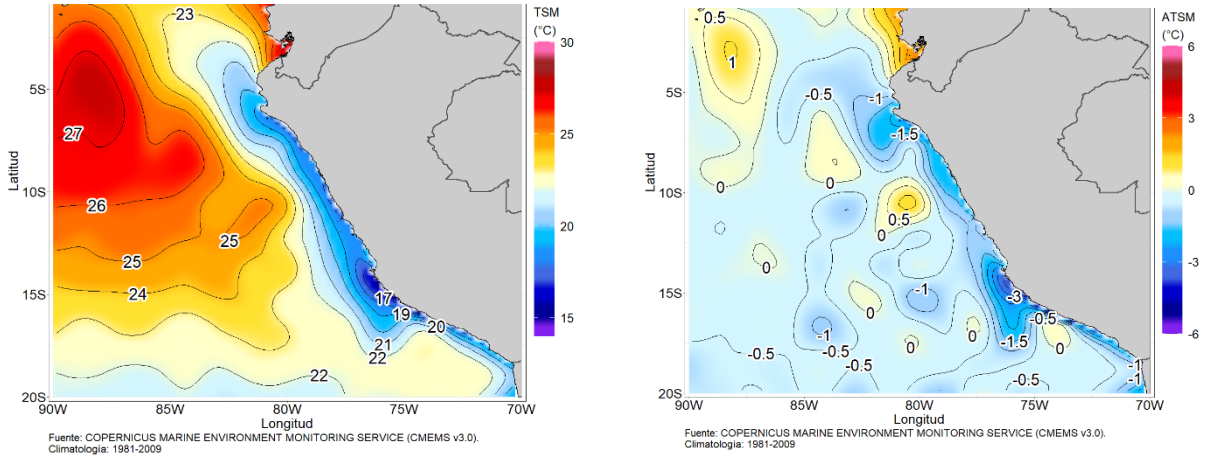


Fig. 23. Distribución de masas de agua. Panel Superior Agua Tropical Superficial (TSW), Agua Ecuatorial Superficial (ESW). Panel Inferior Agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW).

B. PERÚ

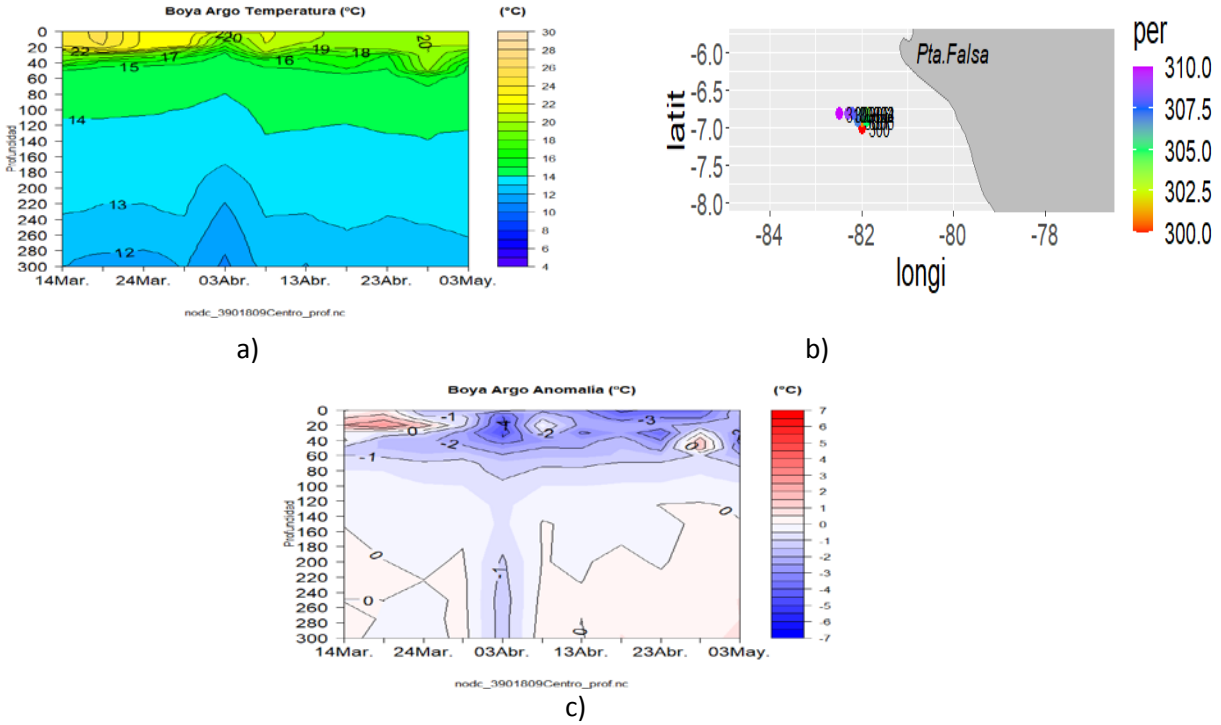
La TSM en el mar peruano se ubicó en el rango de 17 °C a 23 °C, excepto frente a la costa de Tumbes (extremo norte) donde la temperatura fue de 23 °C a 26 °C, con anomalías de hasta +1.5 °C. Respecto al mes de marzo, la temperatura disminuyó cerca de la costa, con anomalías negativas hasta de -3 °C, dentro de las 100 millas de la costa; mientras que, por fuera de esta área, con anomalías de 0 a -1 °C (Figura 24).



a) b)

Figura 24. Promedio abril 2021. a) TSM, y b) anomalía de la TSM. Fuente: datos: Ostia-CMEMS V3.0. Gráfico: DIHIDRONAV

En el norte (07°S) entre 70 y 120 millas de la costa la temperatura disminuyó respecto a marzo, de 25 °C a 20 °C, manifestado condiciones frías con anomalías hasta de -4 °C, en los primeros 80 m de profundidad; esto estaría asociado al paso de la onda Kelvin fría e incremento de los vientos alisios (Figuras 25 y 26).



a) b)

c)

Figura 25. Distribución vertical de la a) temperatura, c) anomalía de temperatura frente a la costa norte (b), del 14 de marzo al 3 de mayo 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV

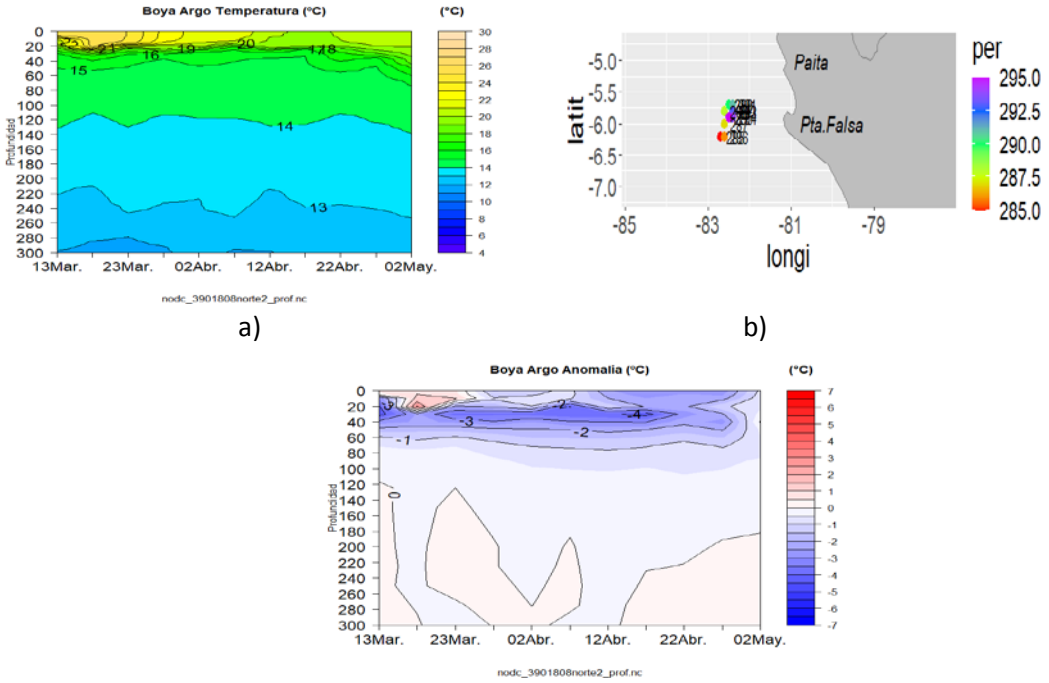


Figura 26. Distribución vertical de la a) temperatura, c) anomalía de temperatura y b) frente a la costa centro (07°S), del 13 de marzo al 2 de mayo de 2021. Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

Por otro lado, en el litoral norte y centro, las anomalías diarias de la TSM alcanzaron valores hasta de -4 °C; mientras que, en el sur fluctuaron entre ±0.5 °C (Cuadro 1 y Figura 27)

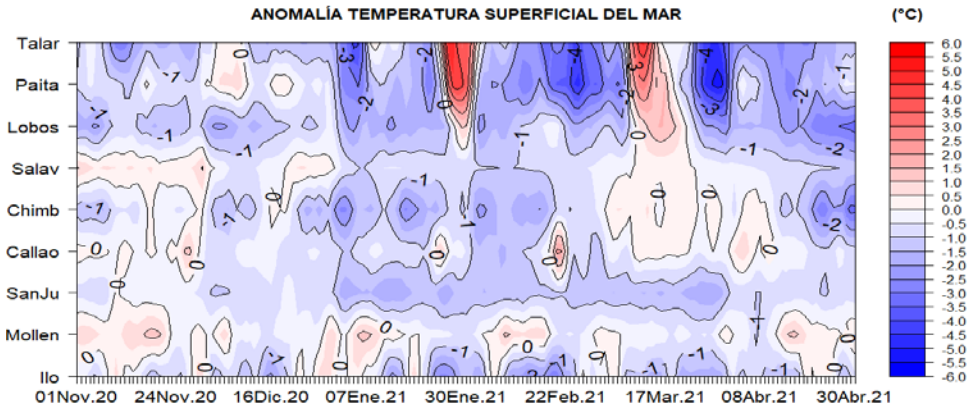


Figura 27. Anomalía diaria de la temperatura superficial del mar (°C) en el litoral de Perú, entre noviembre 2020 y abril 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

En el litoral el nivel del mar predominó con valores por encima del nivel medio, en particular en la última semana de abril, con anomalías hasta de 10 cm, lo que estaría relacionado con el paso de una onda Kelvin cálida (Figura 28 y Cuadro 1).

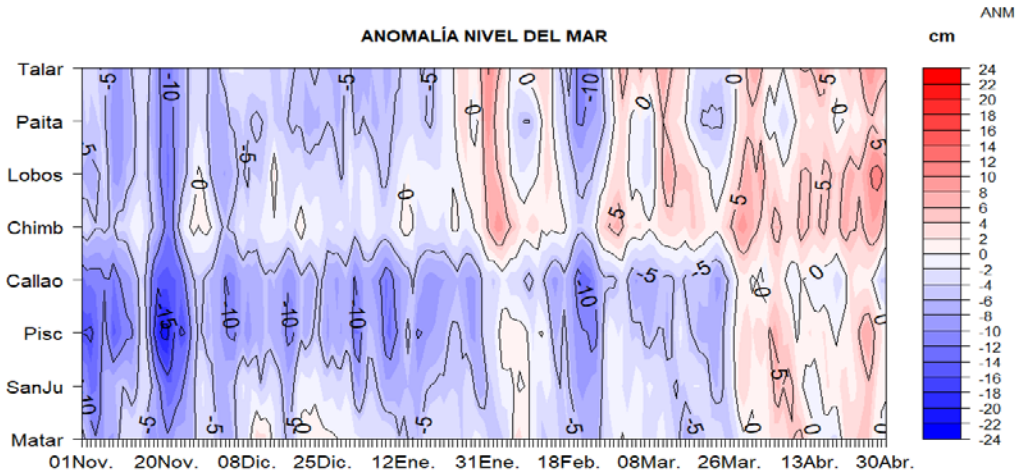


Figura 28. a) Anomalía diaria del nivel del mar (cm) en el litoral de Perú entre noviembre 2020 y abril 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

La TA también tuvo un descenso marcado, manifestando condiciones frías en todo el litoral, con mayor intensidad entre Paita y Callao, durante la segunda quincena de abril (Figura 29 y Cuadro 1).

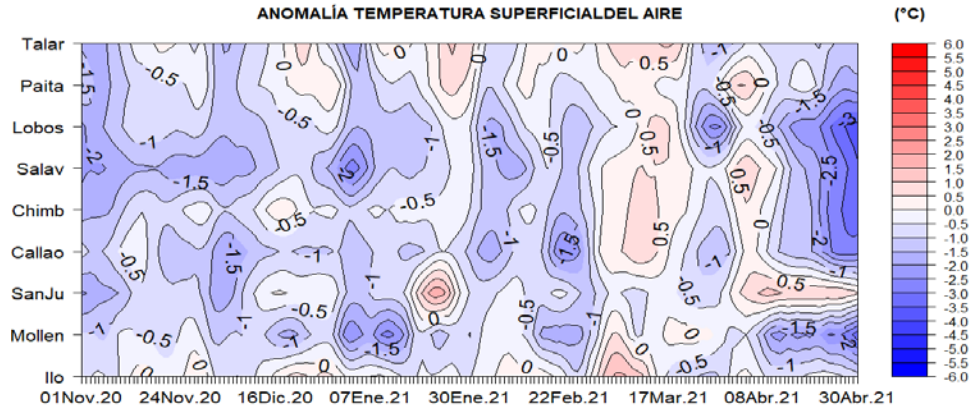


Figura 29. Anomalía diaria de la temperatura del aire en el litoral del Perú entre noviembre 2020 y abril 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

En cuanto a las precipitaciones, se registraron trazas en la Isla Lobos de Afuera y en el litoral de Salaverry (Cuadro 1).

En el litoral los vientos predominaron del Sur (S) y Sureste (SE), con velocidades de 3 m/s a 6 m/s, con anomalías negativas en el norte y positivas en el resto del litoral. (Cuadro 1, Figura 30)

a)

b)

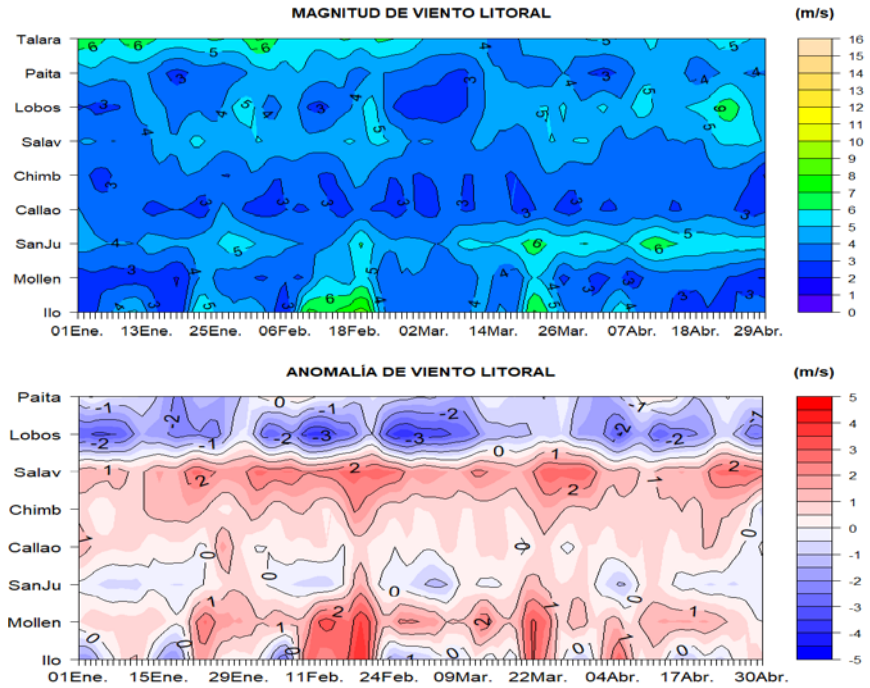


Figura 30. Anomalía diaria del viento en el litoral del Perú de abril 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Cuadro 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 (mm)	VIENTO		
			(° C)	Anomalía	(cm)	Anomalía	(° C)	Anomalía		Dirección	Velocidad	Anomalía (m/s)
Talara	*04°35'00''*	*81°17'00''*	18.6	- 2.0	142	+ 5	24.3	- 0.8	0.0	SW	5.0	-
Paita	*05°05'00''*	*81°06'30''*	18.8	- 1.4	128	+ 1	25.4	- 0.4	0.0	S	3.2	- 1.1
Lobos de Afuera	*06°36'00''*	*80°42'30''*	17.9	- 2.2	154	+ 6	19.5	- 2.0	Trazas	SE	5.0	- 2.3
Chimbote	*09°04'00''*	*78°36'00''*	20.3	- 1.0	169	+ 5	20.6	- 1.3	0.0	S	3.3	+ 0.7
Callao	*12°03'30''*	*77°09'00''*	17.1	- 0.2	112	- 1	18.8	- 1.3	0.0	S	3.1	+ 0.5
San Juan	*15°21'00''*	*75°09'00''*	14.4	- 0.8	205	+ 2	-	-	0.0	SE	5.8	- 0.3
Mollendo	*16°55'54''*	*72°06'24''*	16.5	+ 0.2	210	+ 2	19.2	- 1.2	0.0	E	3.0	+ 1.1
Ilo	*17°37'00''*	*71°21'00''*	15.8	- 0.8	166	-	21.4	- 0.3	0.0	SE	3.5	+ 0.4

C. CHILE

Durante abril, se presentaron temperaturas medias del aire sobre los valores normales en La Serena y desde Curicó hasta el extremo sur del país. Las anomalías positivas más importantes se concentraron entre Temuco y Balmaceda, con valores que fluctuaron entre 1.7 y 2.8 °C. En cuanto a la temperatura media, solo Isla de Pascua registró un valor bajo lo normal, con una anomalía de -0.6 °C. Por otra parte, valores considerados dentro del rango normal (± 0.5 °C), se mostraron desde el extremo norte de Chile, Santiago, Valparaíso y Juan Fernández, Figura 31.

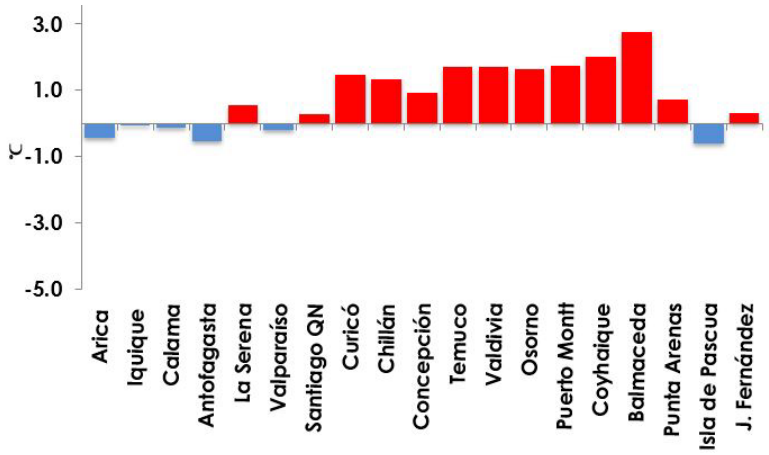


Fig. 31. Anomalía de la TA media en las estaciones de Chile, abril 2021

En relación con el comportamiento de las temperaturas máximas medias, podemos decir que estas estuvieron sobre lo normal entre Santiago y el extremo sur del país. Destacan las anomalías de Balmaceda y Temuco con valores de 2.1 y 2.0 °C, respectivamente. A diferencia de lo anterior, desde el extremo norte hasta Valparaíso, las temperaturas máximas mostraron una condición bajo lo normal, siendo la ciudad de Arica, la que registró la mayor anomalía con -1.0 °C, seguida por Antofagasta y Valparaíso, ambas con -0.9 °C. En tanto, en el territorio insular, las anomalías de temperatura máxima oscilaron entre los 0 y 0.5 °C, Figura 32.

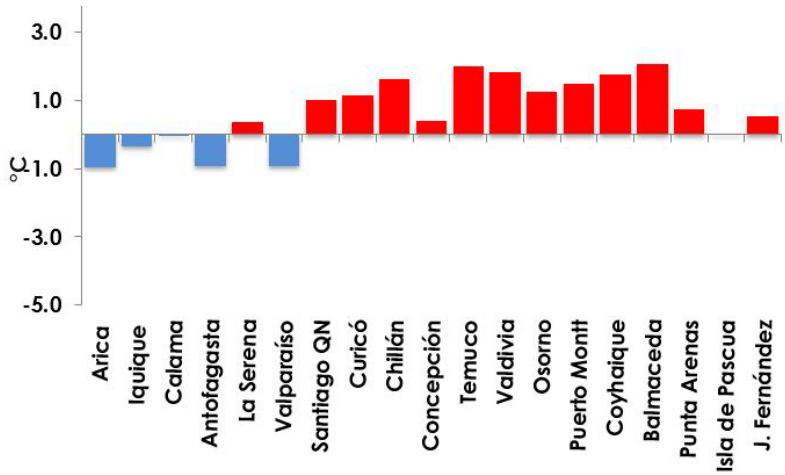


Fig. 32. Anomalía de la TA máxima en las estaciones de Chile, abril 2021

En cuanto a las temperaturas mínimas medias, estas se caracterizaron por presentar montos sobre lo normal en gran parte de la zona centro, sur y extremo austral del país, destacando el tramo entre Osorno y Balmaceda, donde las anomalías positivas variaron entre 2.0 y 3.4 °C. Caso contrario se registró en Isla de Pascua, que registró una disminución de la temperatura mínima media, alcanzando un valor de anomalía de -1.2 °C. Mientras que, en el norte del país y en la ciudad de Santiago, predominaron valores de anomalías dentro del rango normal, Figura 33.

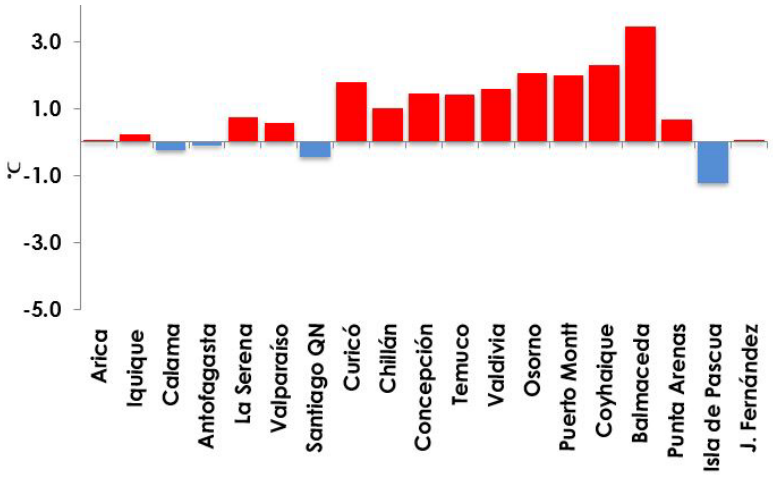


Fig. 33. Anomalía de la TA mínima en las estaciones de Chile, abril 2021

La presión atmosférica durante abril, se presentó con valores bajo lo normal en la costa norte de Chile y desde Concepción hasta Puerto Montt. La mayor anomalía negativa se alcanzó en la ciudad de Temuco, registrando un valor de -2.1 u.e., seguida por Antofagasta con -1.1 u.e. Mientras que, en Santiago, se evidencia un comportamiento sobre lo normal, con una anomalía positiva de 2.6 u.e, Figura 34.

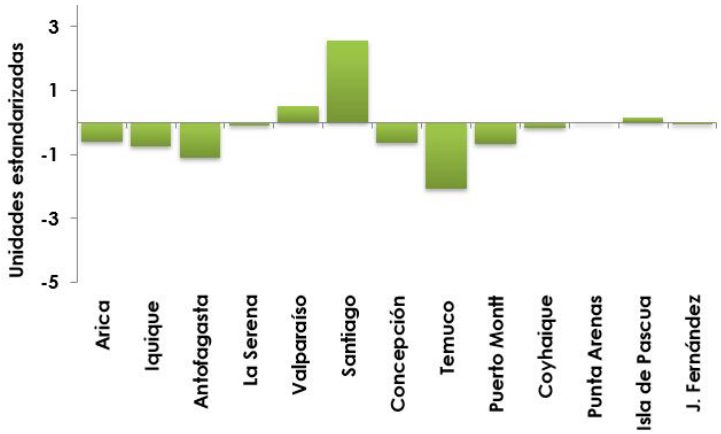


Fig. 34. Anomalía de la Presión en las estaciones de Chile, abril 2021

El comportamiento de las precipitaciones durante abril sigue evidenciando una condición bajo lo normal en casi todo el territorio continental. Entre Santiago y Curicó, se registraron los mayores déficits con un 100% y 90%, respectivamente. En cambio, el sur y extremo austral de Chile muestran una disminución de la precipitación, que varía entre 6% y 56% menos de lo normal. Caso opuesto, se presentó en el territorio insular y Valparaíso, con montos de precipitación sobre lo normal. Destacó la estación meteorológica de Juan Fernández, debido a que durante mediados de mes se registró un importante evento de precipitación que dejó 121 mm en 24 horas, alcanzando un acumulado mensual de 199,8 mm y un superávit de 103,8 mm, Figura 35.

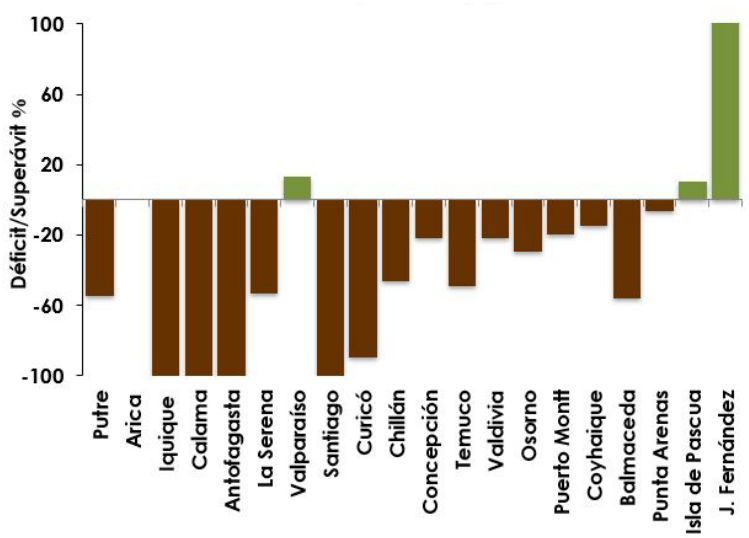


Fig. 35. Anomalía de la Precipitación en las estaciones de Chile, abril 2021

III. PERSPECTIVAS

La perspectiva probabilística de modelos internacionales muestra que la probabilidad de la continuidad de un evento La Niña son de aproximadamente el 20% entre abril y junio del 2021, por lo que se espera con más del 70 % de probabilidad, la transición a condiciones neutrales para el trimestre de abril a junio del 2021.

ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS

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
oct-20	27.2	NaN	17.1	15.3	16.1	15.6	14.2	14.8	12.1
nov-20	26.1	NaN	17.3	15.2	16.9	17.1	14.6	15.2	13.0
dic-20	26.1	NaN	18.7	15.2	17.4	18.2	16.2	16.3	13.3
ene-21	26.8	NaN	19.9	15.8	19.4	19.4	16.6	17.8	14.5
feb-21	27.4	NaN	20.6	16.5	18.4	18.8	16.0	18.0	14.4
mar-21	NaN	NaN	21.5	17.5	18.8	19.1	15.7	17.8	14.4

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
oct-20	*	260.8	100	158.8	63.19	129.31	92.54	74.49	89.23
nov-20	*	256.4	97	155.61	61.33	126.21	90.79	74.66	NaN
dic-20	*	258.2	102	162.86	68.02	NaN	96.86	79.5	105.8
ene-21	*	264.3	103	163.63	67.49	NaN	97.7	81.17	111.1
feb-21	*	265.0	107	165.09	68.98	NaN	99.39	82.69	113.33
mar-21	*	+	109	165.33	68.48	131.72	98.86	81.82	111.16

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).

	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)
05-oct-20	*	*	16.7	15.5	260.8	99.9	70.60	84.60
10-oct-20	*	*	17.5	15.4	258.9	99.3	70.00	80.70
15-oct-20	*	*	20.5	15.9	262.3	105.5	76.70	92.40
20-oct-20	*	*	17.3	16.7	262.4	99.3	75.30	91.50
25-oct-20	*	*	16.4	15.7	260.1	97.2	78.60	93.90
30-oct-20	*	*	17.0	15.8	261.5	99.7	76.40	92.80
04-nov-20	*	*	17.9	15.2	256.5	96.2	75.00	90.60
09-nov-20	*	*	16.5	15.1	256.7	96.2	79.10	94.60
14-nov-20	*	*	16.4	15.1	256.8	101.2	73.50	89.20
19-nov-20	*	*	17.3	15.1	252.3	93.1	72.30	*
24-nov-20	*	*	17.2	15.5	257.4	96.7	74.00	*
29-nov-20	*	*	17.3	15.5	257.2	101.3	74.10	*
04-dic-20	*	*	19.3	15.1	260.5	99.3	70.70	96.50
09-dic-20	*	*	19.0	15.4	260.0	101.1	80.80	109.10
14-dic-20	*	*	17.9	15.4	258.1	104.1	75.90	101.00
19-dic-20	*	*	17.9	15.0	258.2	102.4	77.50	104.50
24-dic-20	*	*	17.8	15.2	255.9	103.0	84.20	109.20
29-dic-20	*	*	17.8	15.1	256.3	101.5	86.30	112.80
03-ene-21	*	*	17.1	15.2	261.7	101.7	84.00	112.10
08-ene-21	*	*	19.9	15.8	261.0	99.9	82.70	113.10
13-ene-21	*	*	20.2	15.6	262.9	104.0	78.30	106.30
18-ene-21	*	*	19.0	15.5	266.1	102.5	79.60	109.70
23-ene-21	*	*	20.4	16.5	265.2	103.7	84.00	117.20
28-ene-21	*	*	24.8	15.9	266.7	104.1	78.50	108.90
02-feb-21	*	*	22.9	15.7	262.9	109.3	83.10	112.10
07-feb-21	*	*	21.8	15.6	264.6	108.7	85.40	117.60
12-feb-21	*	*	20.8	16.1	262.9	108.7	82.50	113.40
17-feb-21	*	*	20.0	16.7	263.0	105.2	81.10	114.80
22-feb-21	*	*	19.6	17.9	262.6	101.6	82.40	109.70
27-feb-21	*	*	19.5	16.4	263.6	105.8	83.10	112.00
04-mar-21	*	*	*	*	*	107.9	83.80	114.50
09-mar-21	*	*	*	*	*	106.7	84.20	112.40
14-mar-21	*	*	*	*	*	109.3	81.20	110.80
19-mar-21	*	*	*	*	*	108.4	84.10	115.80
24-mar-21	*	*	*	*	*	106.7	79.40	106.30
29-mar-21	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	114.1	78.10	106.80

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

* Dato no disponible.

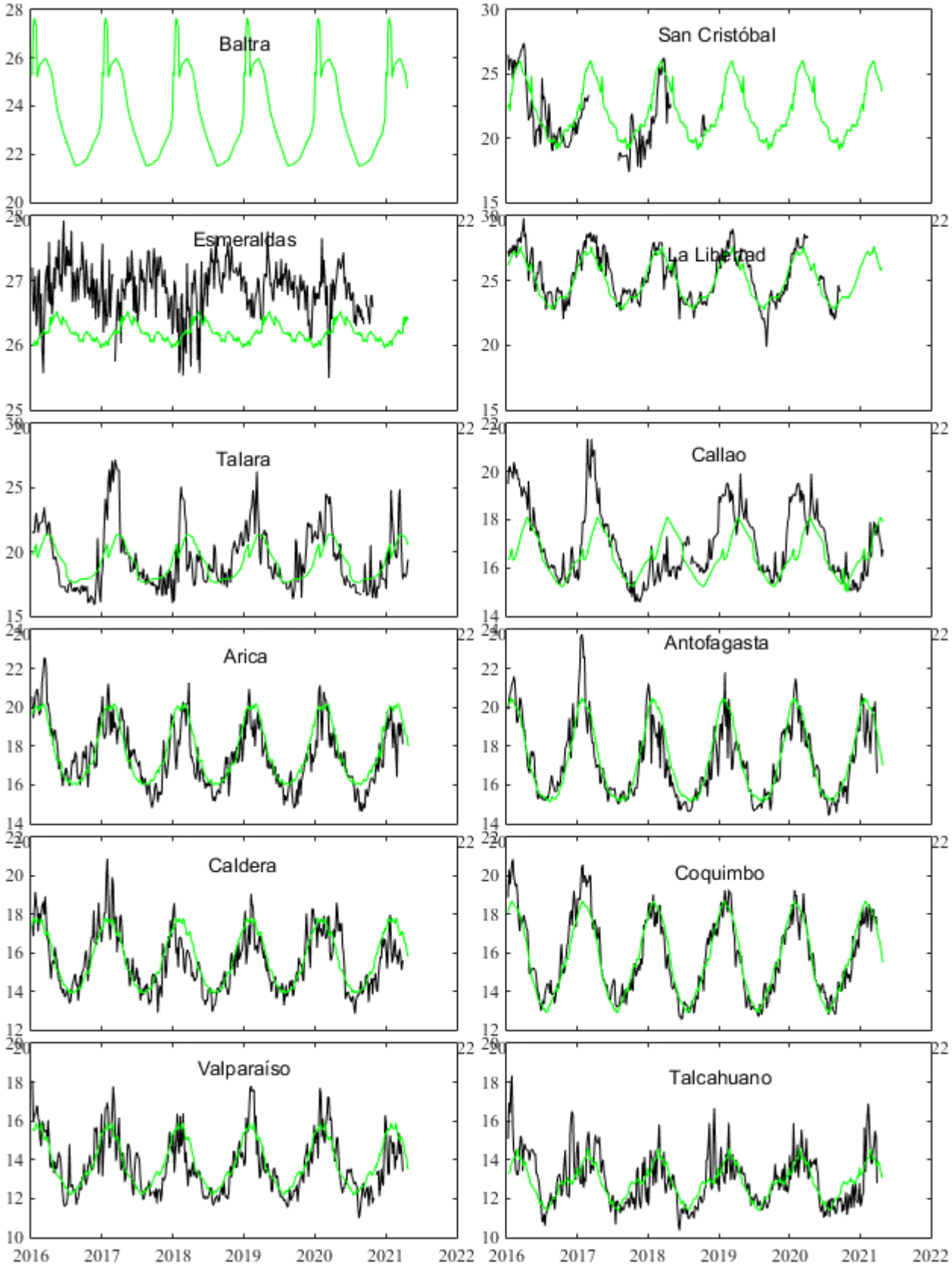


Fig.1. Medias de cinco días (quinarios) de TSM (°C) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile desde 2016. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la carátula. (Fuente: INOCAR – INAMHI – DHN - SHOA).

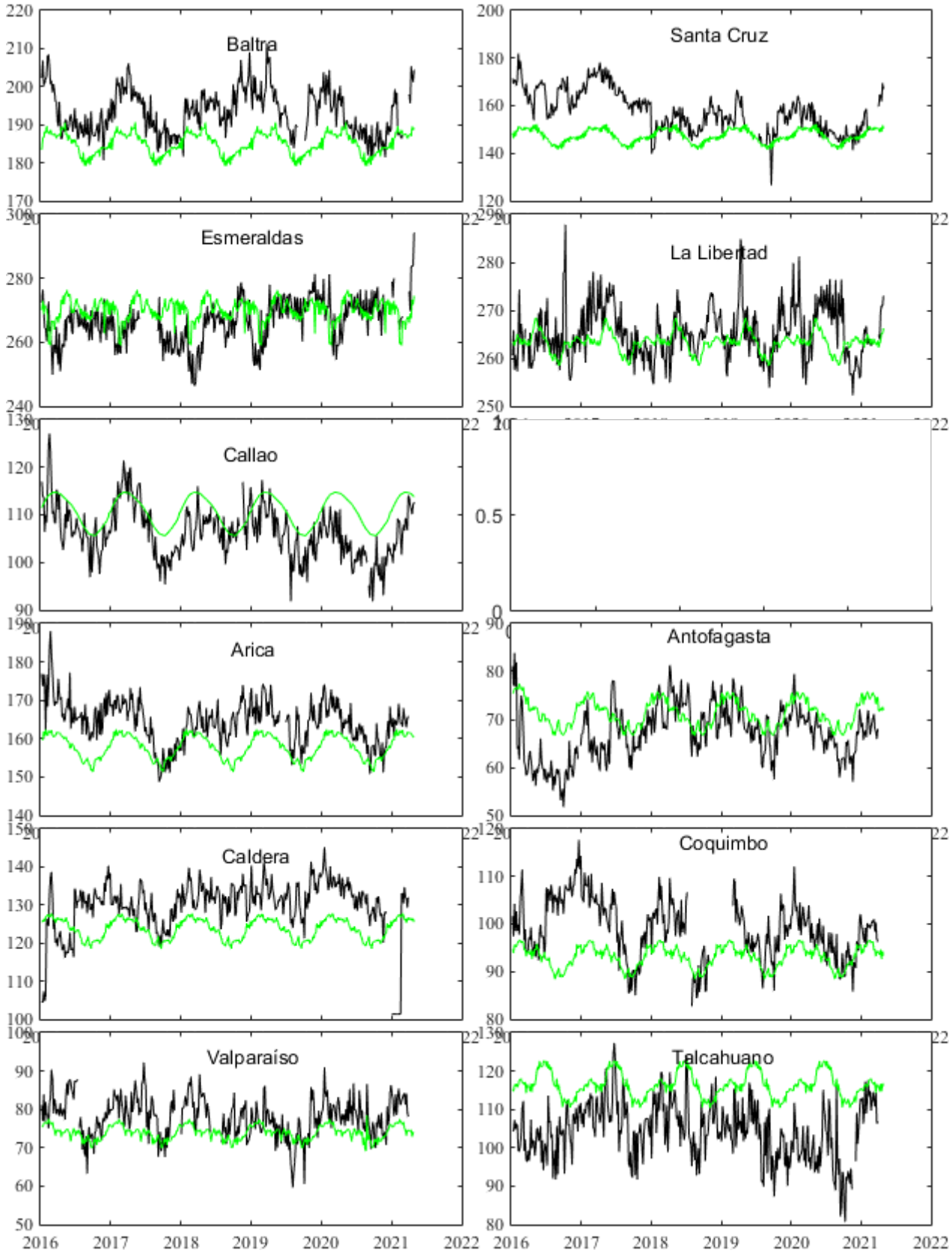


Fig. 2. Medias de cinco días (quinarios) del NMM (cm) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. (Fuentes: INOCAR-DHN - SHOA).

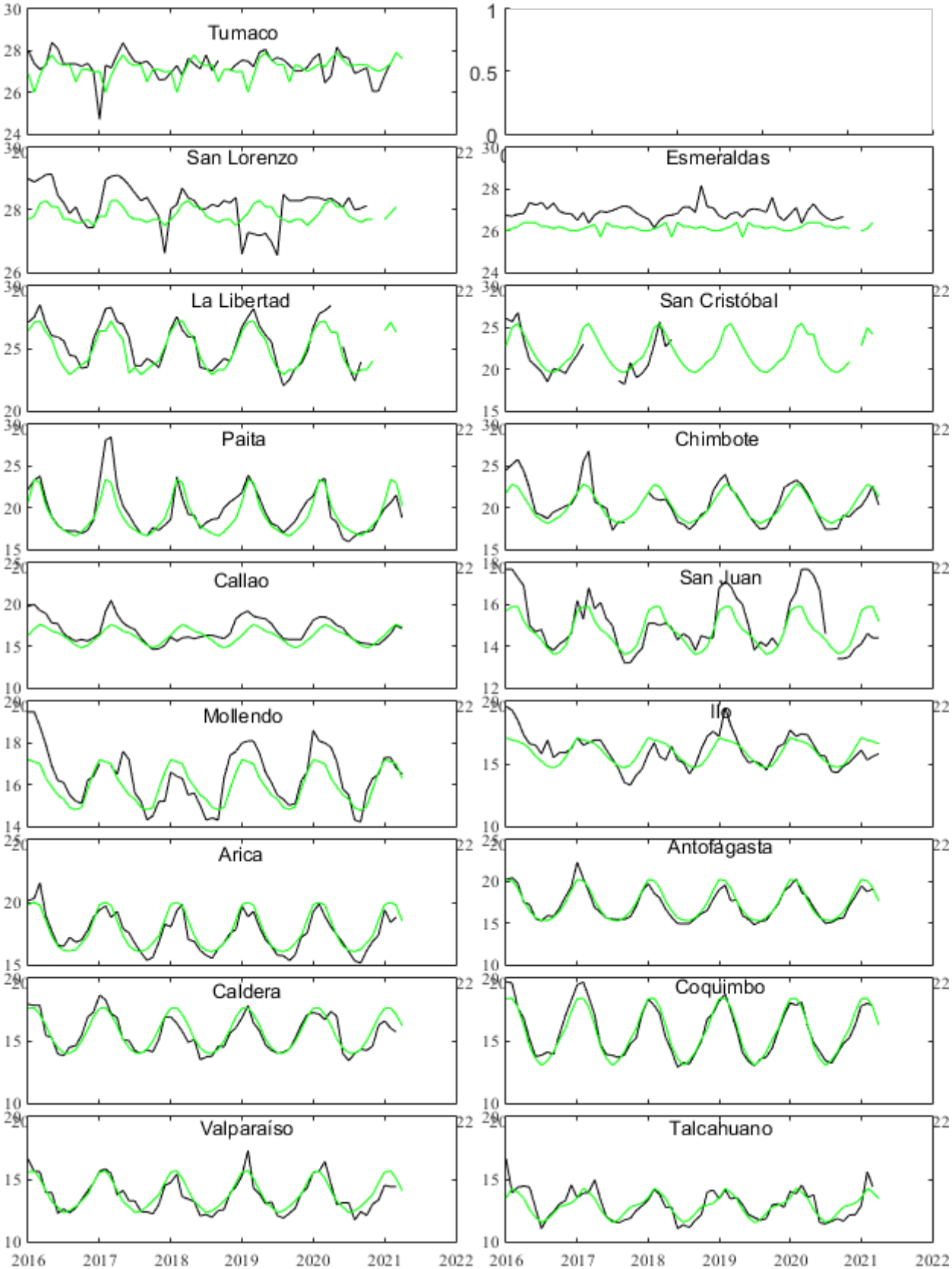


Fig. 3. Medias mensuales de TSM (° C) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo de la climatología es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR, DHN, SHOA).

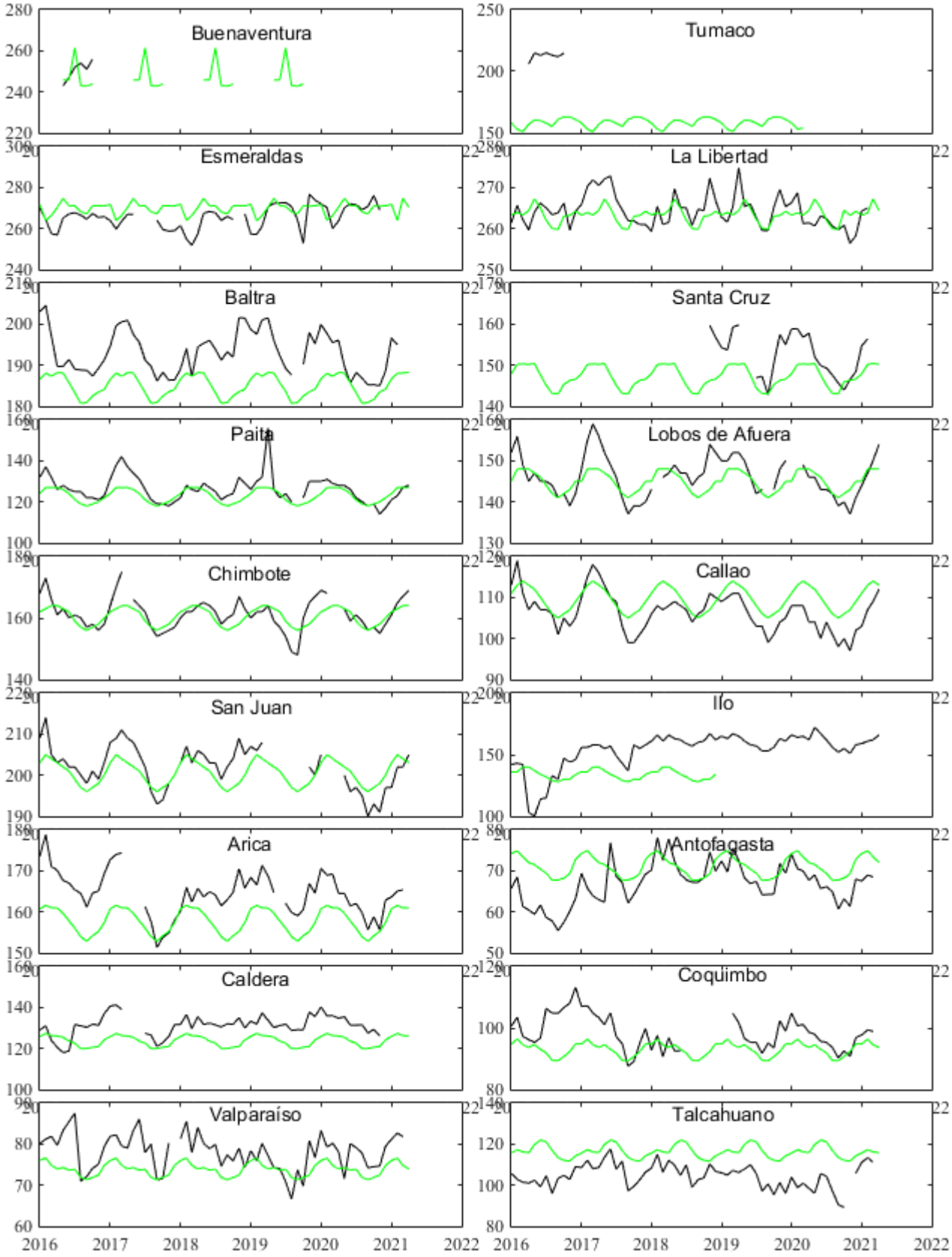


Figura 4. Medias mensuales de NMM (cm) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN.

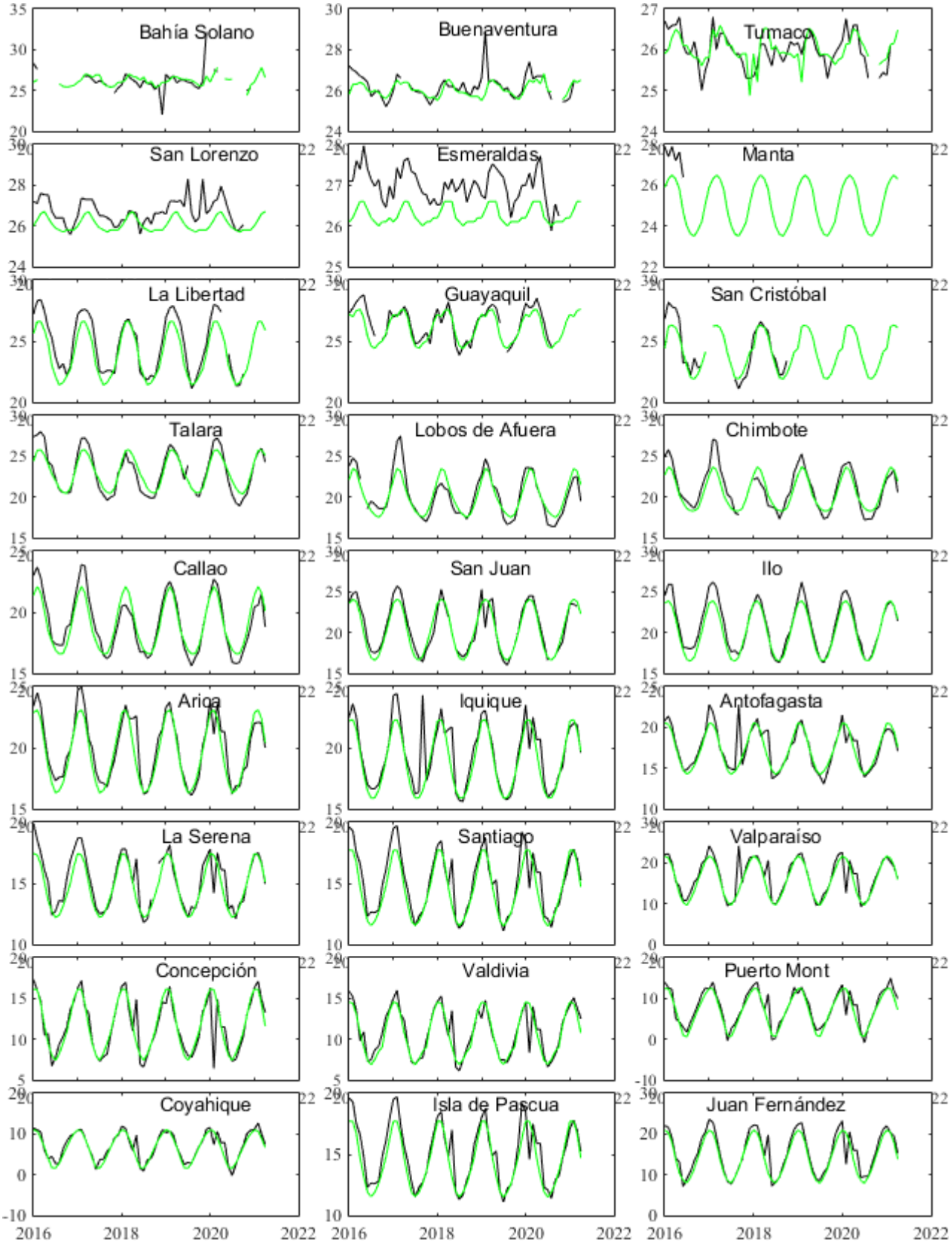


Figura 5. Medias mensuales de TSA (°C) en localidades de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN).

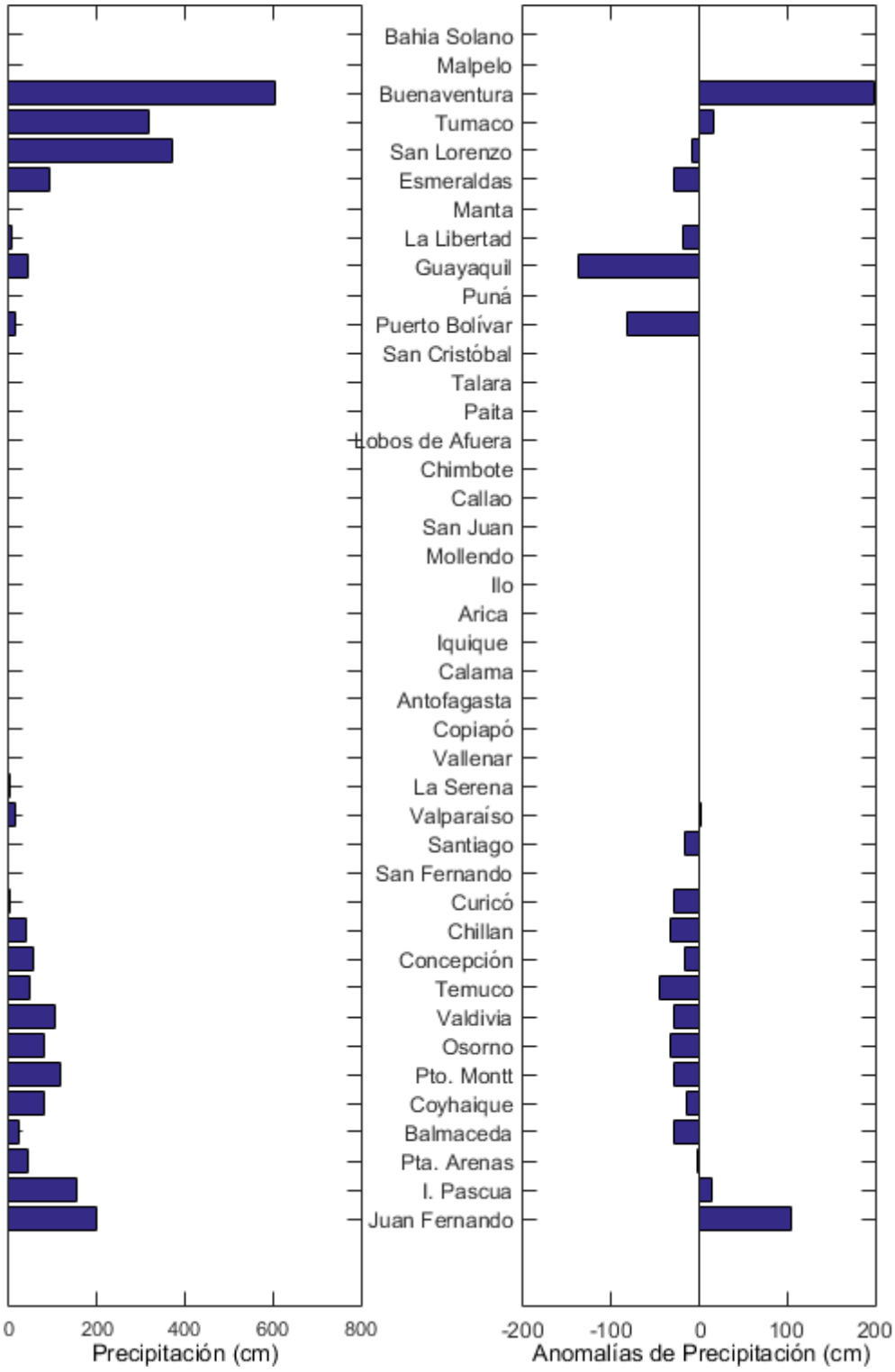


Figura 6.Precipitación y anomalías de la precipitación en ciudades de los países que conforman el Comité ERFEN-regional.

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	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	shoa@shoa.cl
DMC - Dirección de Meteorología (Chile).	metapli@meteochile.cl

Cite este boletín como: Comité Regional ERFEN, 2021. BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 367. 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:	Oceanógrafa Leonor Vera San Martín

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 Pablo Córdova Montecinos
	Investigador Oceanógrafo Mario Cáceres Soto
DMC:	Investigador Meteorológico Catalina Cortés
	Investigador Meteorológico José Vicencio
	Investigador Meteorológico Diego Campos

EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Leonor Vera San Martín
Instituto Oceanográfico de la Armada - ECUADOR

COORDINACIÓN EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Méntor Villagómez
Secretario General de la CPPS
Marcelo Nilo Gatica
Director de Asuntos Científicos de la CPPS

ISBN: 978-9978-9985-1-9

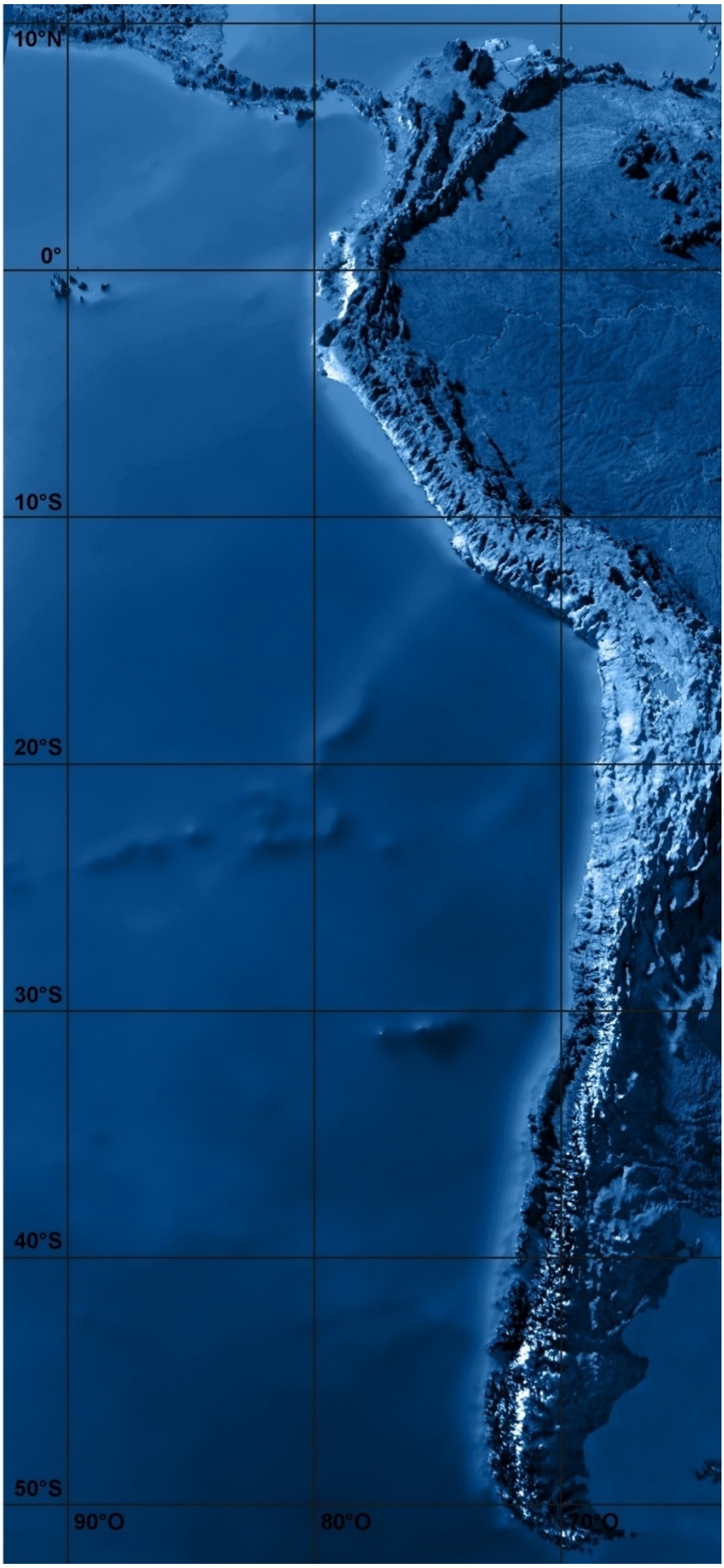
Editado en: INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DEL ECUADOR
Av. 25 de julio., Base Naval Sur. Guayaquil, Ecuador.
Teléfono: (593)-42481300,
Fax: (593)4-2485166
Casilla: 5940e

30 AÑOS

Boletín de Alerta Climático

BAC 368

MAYO 2021



ERFEN

Comité Interinstitucional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño

CPPS
Comisión Permanente del Pacífico Sur

IDEAM-DIMAR/CCCP
Colombia

INOCAR
Ecuador

DIHIDRONAV
Perú

SHOA-DMC
Chile

RESUMEN

La temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial muestra condiciones próximas a lo normal. Los indicadores, Índice Niño Oceánico (ONI en inglés), el Índice de Oscilación del Sur (IOS), el IOS ecuatorial y los índices zonales estandarizados de vientos Alisios en el Pacífico ecuatorial (IZVA) tienen valores cercanos al umbral de condiciones neutras. En la capa subsuperficial la isoterma de 20 °C se ubicó más profundizada de lo normal, en toda la región central, evidenciando la propagación de una Onda Kelvin cálida, hacia la costa de Sudamérica.

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) en la región del Pacífico Sudeste (PSE) muestra una región cálida con anomalías positiva al norte de los 5°S, y otra región cercana a condiciones neutras frente a las costas de Perú y Chile. Por el lado del litoral, dominaron anomalías positivas en las estaciones de Ecuador y norte de Perú; mientras que, en estaciones ubicadas entre 8°S y 25°S, las anomalías negativas predominaron casi todo el mes.

El Nivel del mar evidenció un declive en las estaciones de Perú y Chile lo que se asocia al paso de una Onda Kelvin fría. La temperatura del aire fue menor a su promedio climatológico en estaciones de Perú y estuvo por encima de su normal en la mayoría de estaciones de Chile.

El déficit de precipitaciones fue generalizado en estaciones de Ecuador y Chile, en Perú las condiciones son acorde a la época.

Los modelos y perspectivas climáticas mantienen el pronóstico de evolución hacia condiciones neutrales en los siguientes meses.

I. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ATMOSFÉRICAS REGIONALES

La distribución de las isotermas de la Temperatura Superficial del Mar y su magnitud en la Cuenca del Pacífico Sur (CPS) son similares al mes anterior, en la región occidental y central; en tanto que, en la región oriental disminuyó en promedio 1°C, principalmente al sur de los 10°S. Las isotermas de TSM, distribuidas paralelamente, se incrementan de 12 °C a 26 °C, desde el sur de la Fig. 1, hasta 20°S. Al norte de esta posición, en la región ecuatorial, la TSM es máxima en el oeste (pozo de agua cálida), donde la isoterma de 28°C aumentó su cobertura espacial en dirección al continente americano; y mínima, en el este, frente a la costa de Perú y Ecuador (zona de afloramiento y lengua de agua fría).

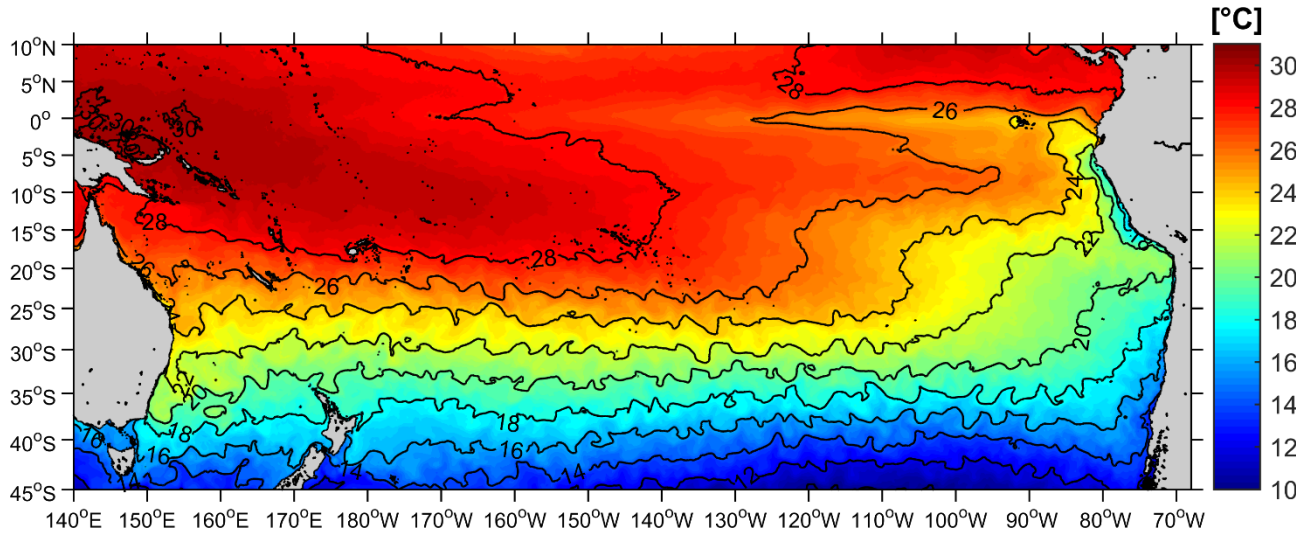


Fig. 1. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar. Fuente: CMEMS, producto OSTIA.

La anomalía de TSM en la CPS mostró el predominio de condiciones normales, Fig. 2; sin embargo, al este de Nueva Zelanda (al sur de los 20°S, entre 180 y 130°W), continuaron los valores positivos de hasta 2 °C, pero con intensidad menor al mes anterior. En el Pacífico ecuatorial la anomalía de TSM disminuyó hasta valores cercanos a su normal; no obstante en el extremo de la región oriental, se registró un núcleo de anomalía positiva de 2 °C al noreste de las Galápagos, y frente a la costa de Perú, continuaron núcleos fríos con anomalías de +1°C, principalmente en el sur del país.

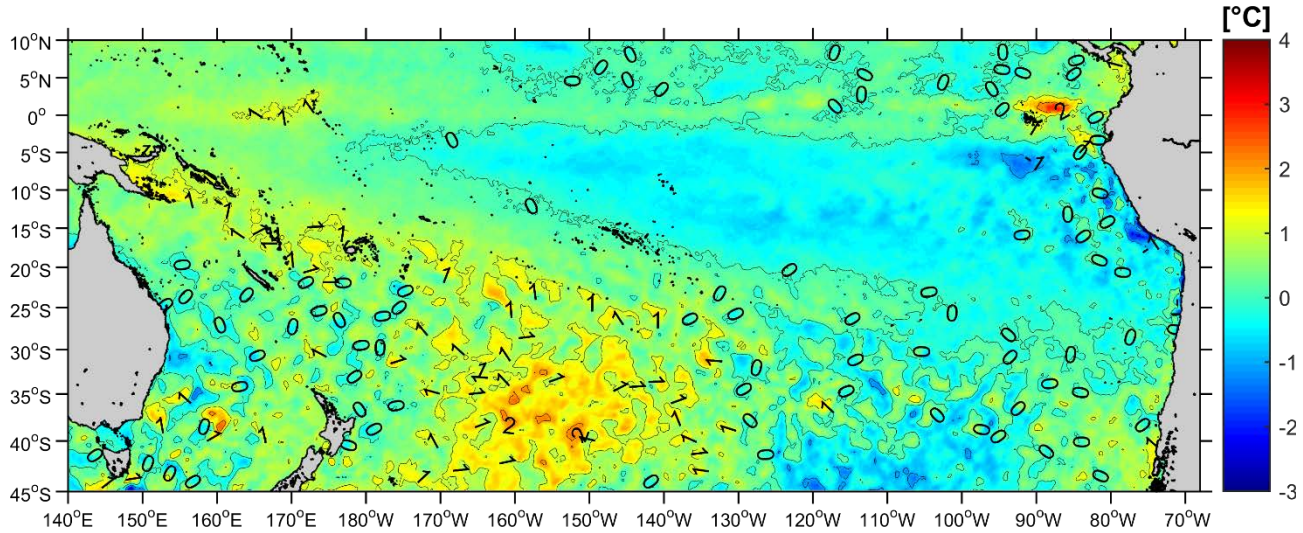


Fig. 2. Anomalía de TSM en la cuenca del Pacífico. Fuente: CMEMS, producto OSTIA

El patrón de salinidad muestra los menores valores (32-34 ups), frente a la costa de Panamá, asociada a TSM mayor a 26 °C, propias de aguas ecuatoriales superficiales y aguas tropicales superficiales. La salinidad entre 34 y 35 UPS se ubicó al sur de los 35°S (sector de la fosa cálida) y frente de toda la costa de Chile. La máxima salinidad (> 36 °C) se observó en la zona entre 160°O-100°O y 10°S-20°S, Fig. 3.

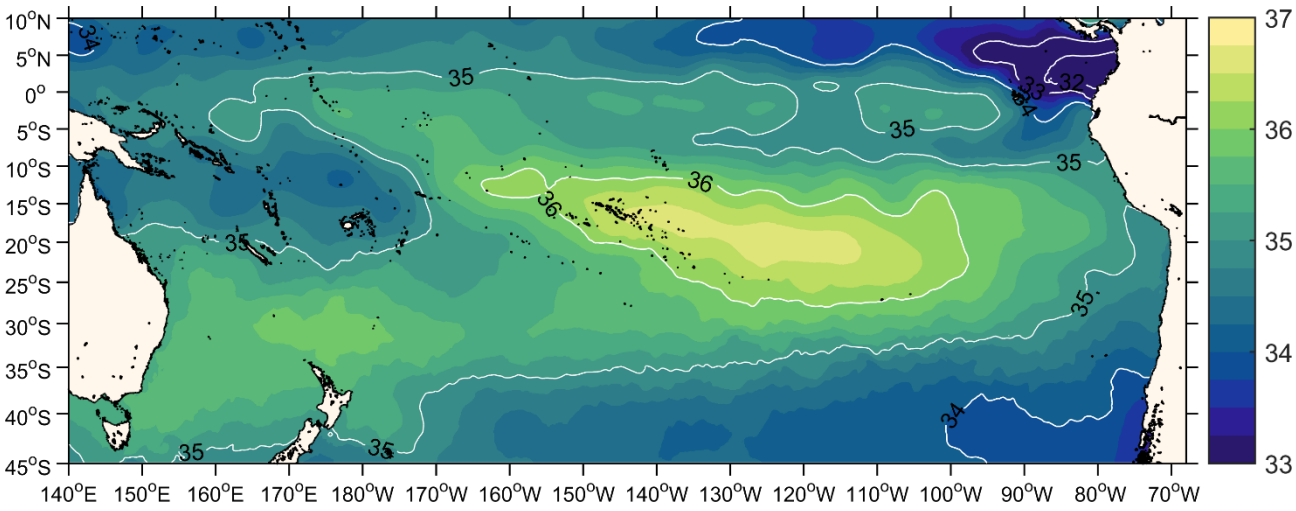


Fig. 3. Mapa de la Salinidad superficial del NM en la cuenca del Pacífico Sur. Fuente: datos: CMEMS NOAA Gráfico: INOCAR

El nivel del mar en la CPS continúa predominando con anomalías positivas, hasta 20 cm al este de Australia. En la franja ecuatorial, al este de 90°O, el nivel aumentó respecto al mes de abril, con mayor incidencia en las regiones oriental y frente a la costa de Sudamérica. Fig. 4.

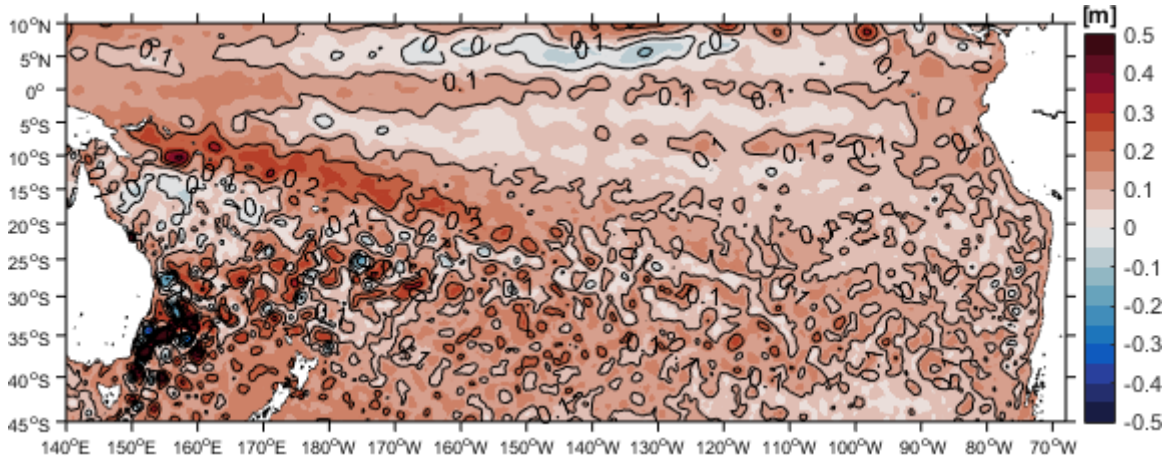


Fig. 4. Mapa superficial de las anomalías del NM en la CPS. Fuente: datos: AVISO

A nivel sub superficial, la isoterma se 20°C se profundizó gradualmente desde la zona central hacia la oriental, guardando relación con la propagación de una onda Kelvin cálida. Sin embargo, al este de 090°O se mantuvo cerca de su profundidad normal. . Por otro lado, en el Pacífico central, el esfuerzo del viento zonal prevaleció con anomalías del este favoreciendo la normalización del nivel mar en esta región. (Fig. 5).

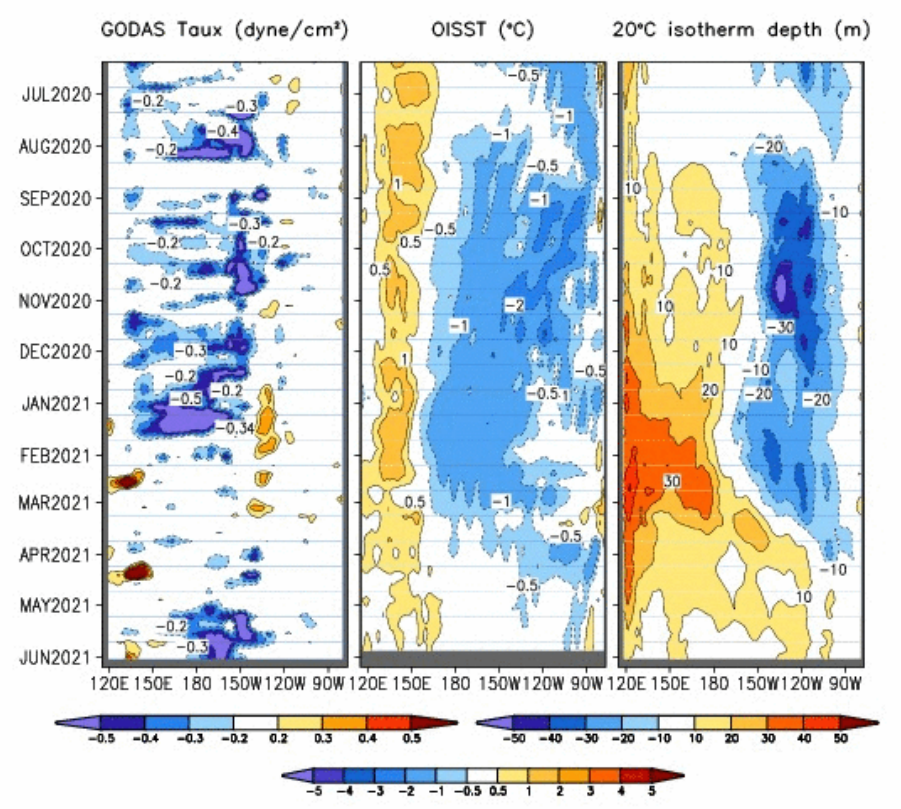


Fig. 5. Diagrama Hovmöller de la anomalía de la profundidad de las isoterma de 20°C (derecha), esfuerzo del viento (izquierda) y anomalía de la TSM del Pacífico ecuatorial (2°N-2°S) (centro). Fuente: GODAS-NCEP-CPS-NOAA.

En las cuatro regiones Niño las anomalías de TSM (información de la base de datos mensual OISST.v2) fueron negativas, cercanas a lo normal. Las anomalías en las regiones Niño 4, Niño 3.4, Niño 3 Niño 1+2 fueron de -0.13 °C, -0.34 °C, -0.42 °C y -0.68 °C respectivamente. Con respecto al mes anterior, la magnitud de la anomalía disminuyó en todas las regiones Fig. 6.

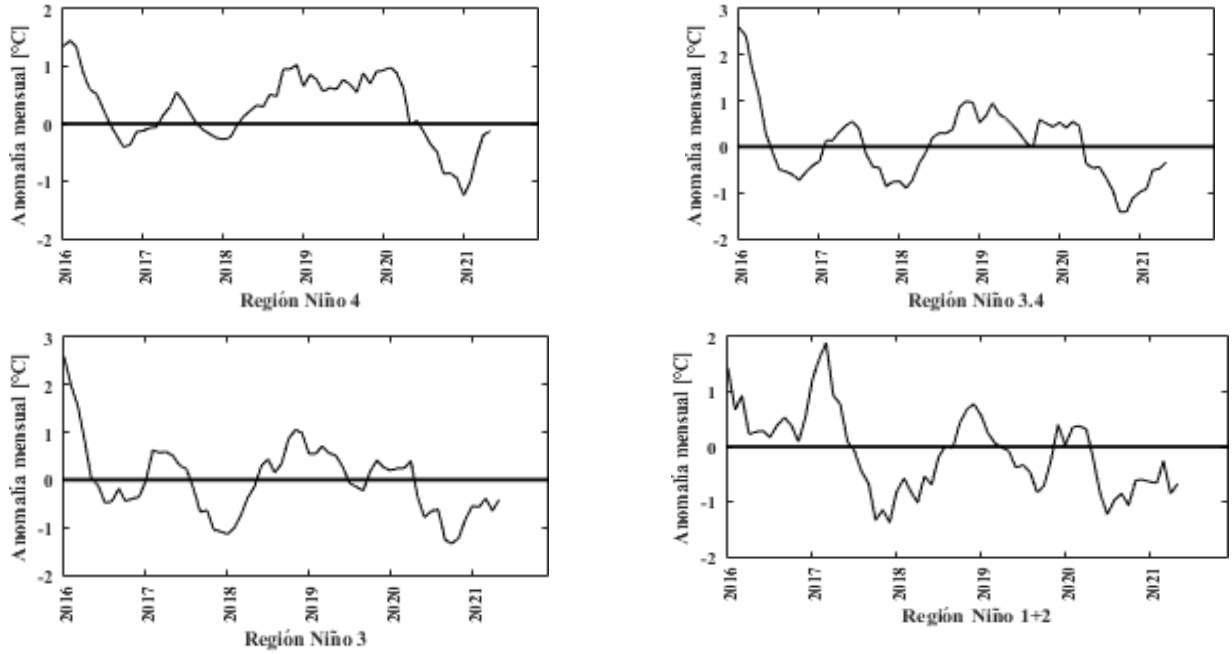


Fig. 6. Anomalías de TSM en las regiones Niño. Fuente: Información OISST v.2

El índice oceánico ONI (-0.7 °C) en el trimestre marzo-abril-mayo es negativo y mantiene la tendencia hacia condiciones neutras. De la misma manera, los índices SOI y SOI-ec (0.5 y 0.9), se mantienen dentro de los umbrales de neutralidad Fig. 7.

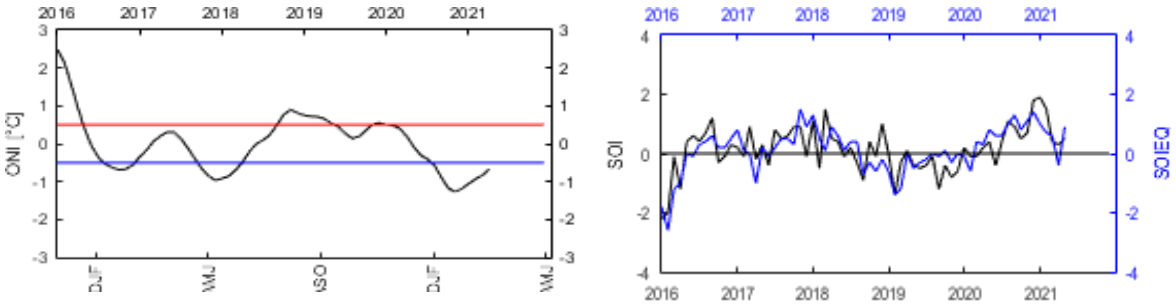


Fig.7. Índices de seguimiento de ENOS. Índice ONI (izquierda). SOI tradicional, línea negra y SOI ecuatorial, línea azul (derecha). Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) del Pacífico ecuatorial (175 - 120°O), se mantienen positivos, lo que implica que se encuentran fortalecidos, Fig. 8.

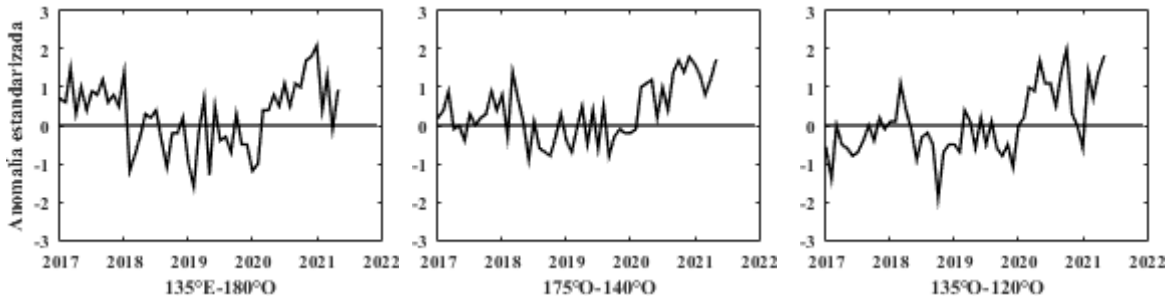
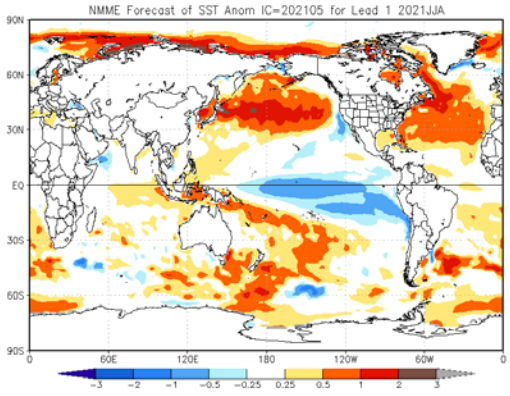


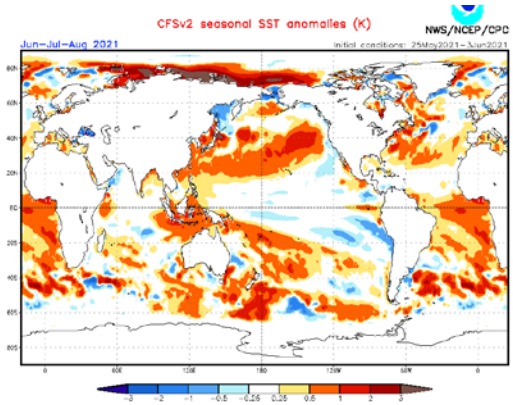
Fig. 8. Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios

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 para junio, julio y agosto en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) y en la región oriental (Niño 1+2) la condiciones neutras (Fig. 9).

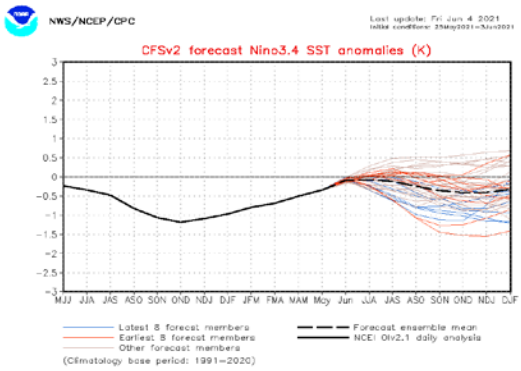
a)



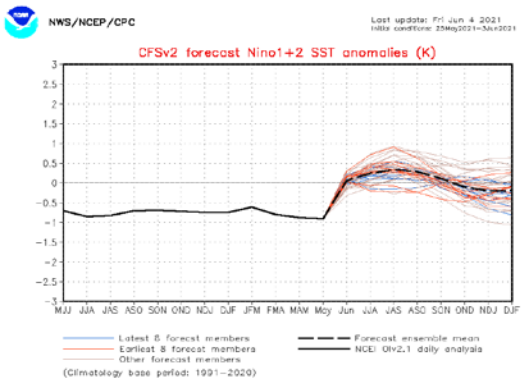
b)



c)



d)



e)

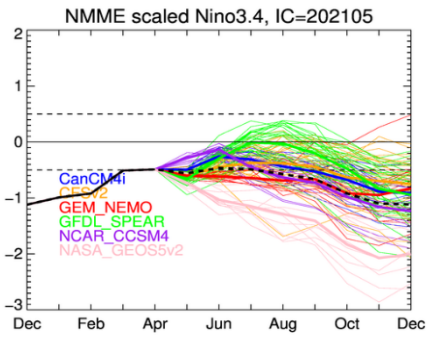


Fig. 9. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el trimestre mayo, junio y julio de 2021 a) mapa de CFSv2, b) mapa NMME. c) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 3.4, d) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 1+2, e) plumas de modelo del NMME de la región Niño 3.4.

El pronóstico probabilístico del International Research Institute for Climate and Society (IRI) sobre las condiciones ENOS, muestra que La Niña tiene una probabilidad de continuidad, cercana al 20 % para el periodo comprendido entre mayo y julio del 2021. Por otra parte, se espera con un más de un 70 % de probabilidad, la transición a condiciones neutrales en el mismo período, figura 10.

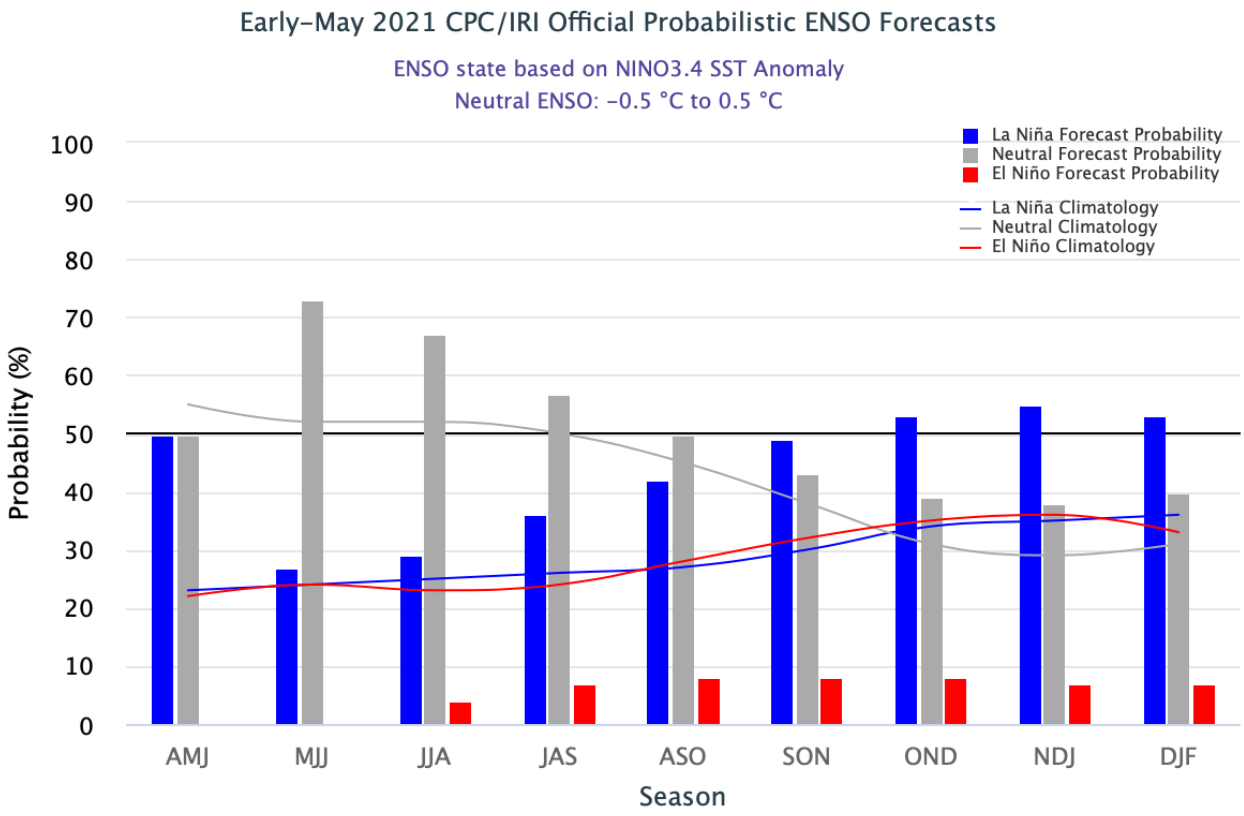


Fig. 11. Pronósticos probabilísticos de las condiciones ENOS actualizados el 8 de abril del 2021. Fuente: Research Institute for Climate and Society (IRI).

II. CONDICIONES NACIONALES

A. COLOMBIA

La dinámica de la TSM para mayo 2021 fue similar a la del mes anterior (abril 2021), donde se evidenció la persistencia de temperaturas cálidas alrededor de los 28°C con anomalías positivas entre 0.5°C y 1°C (Fig.12a y Fig. 13a). El ingreso de aguas con temperaturas más elevadas se da desde el occidente de la CPC gracias a la Contracorriente Ecuatorial Sur, fortalecida en este trimestre por el chorro de viento del Chocó; comportamiento que a su vez favorece el incremento de los valores del nivel del mar alcanzando hasta 40cm de altura con anomalías de aproximadamente 6cm (Fig. 12b y 13b).

El marcado frente de salinidad superficial que se ubica paralelo a la costa en la CPC, persiste en el tiempo por el aporte continuo de agua dulce proveniente de las vertientes de los ríos, las cuales al encontrarse con las aguas oceánicas de mayor salinidad, generan un proceso de mezcla paralelo a la zona costera. La distribución de la salinidad se mantiene similar al mes anterior, con valores ligeramente menores que varían entre 30 y 32 UPS y anomalías dentro del rango de la neutralidad (Fig.12c y 13c).

Las anomalías de la clorofila-a en la CPC se centraron en su totalidad sobre la neutralidad (Fig. 13d). Los mayores valores en el dominio regional se evidenciaron cerca de las costas de Ecuador (1.5 mg/m3), sector que coincidió con las más bajas temperaturas superficiales del mar (23°C - 25°C) y las más altas salinidades (34 UPS), sin embargo los valores estuvieron cercanos al promedio climatológico.

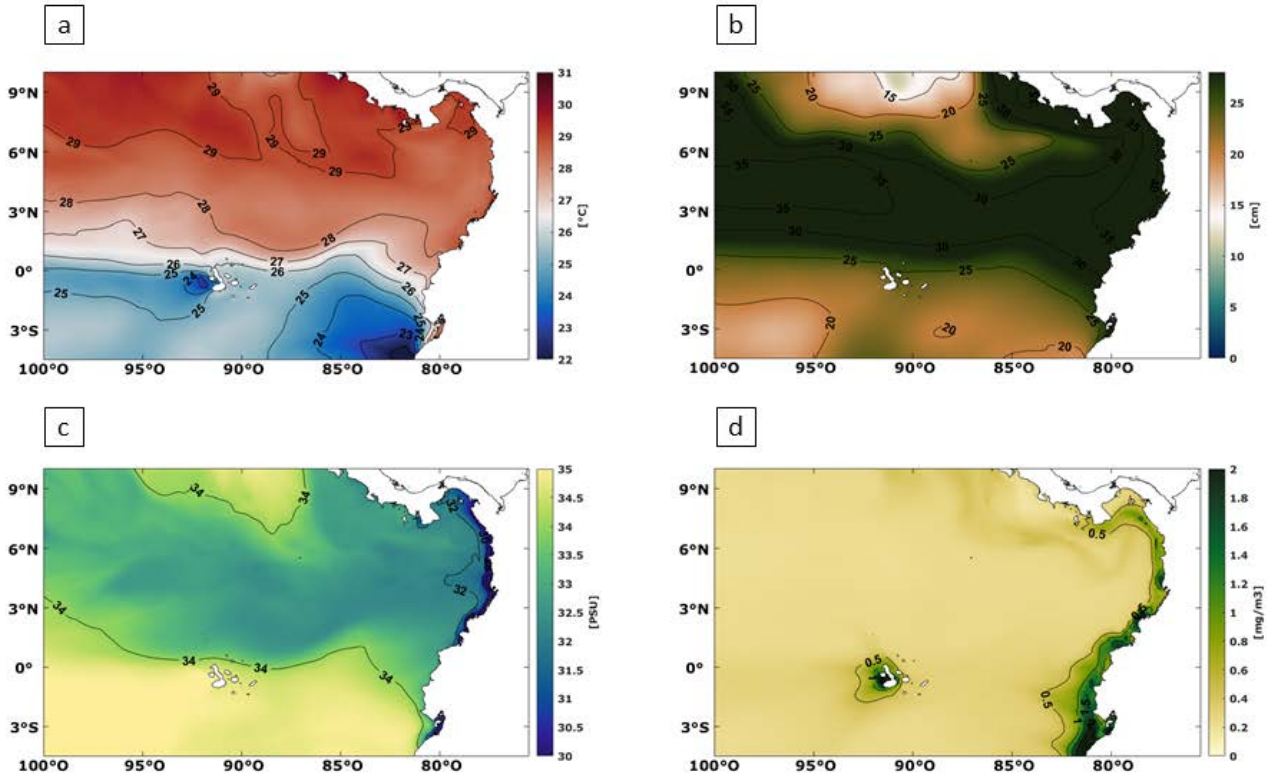


Fig.12 Distribuciones espaciales mensuales de a) TSM en °C, b) Nivel del mar en m, c) Salinidad en PSU y d) Clorofila-a en mg/m3. *Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.*

De manera general, en la CPC para el mes de mayo, las variables oceanográficas analizadas evidenciaron valores por encima del promedio; la TSM, nivel del mar y salinidad presentaron máximos de anomalía de 0.5°C, 6cm y -1 UPS respectivamente (Fig. 13).

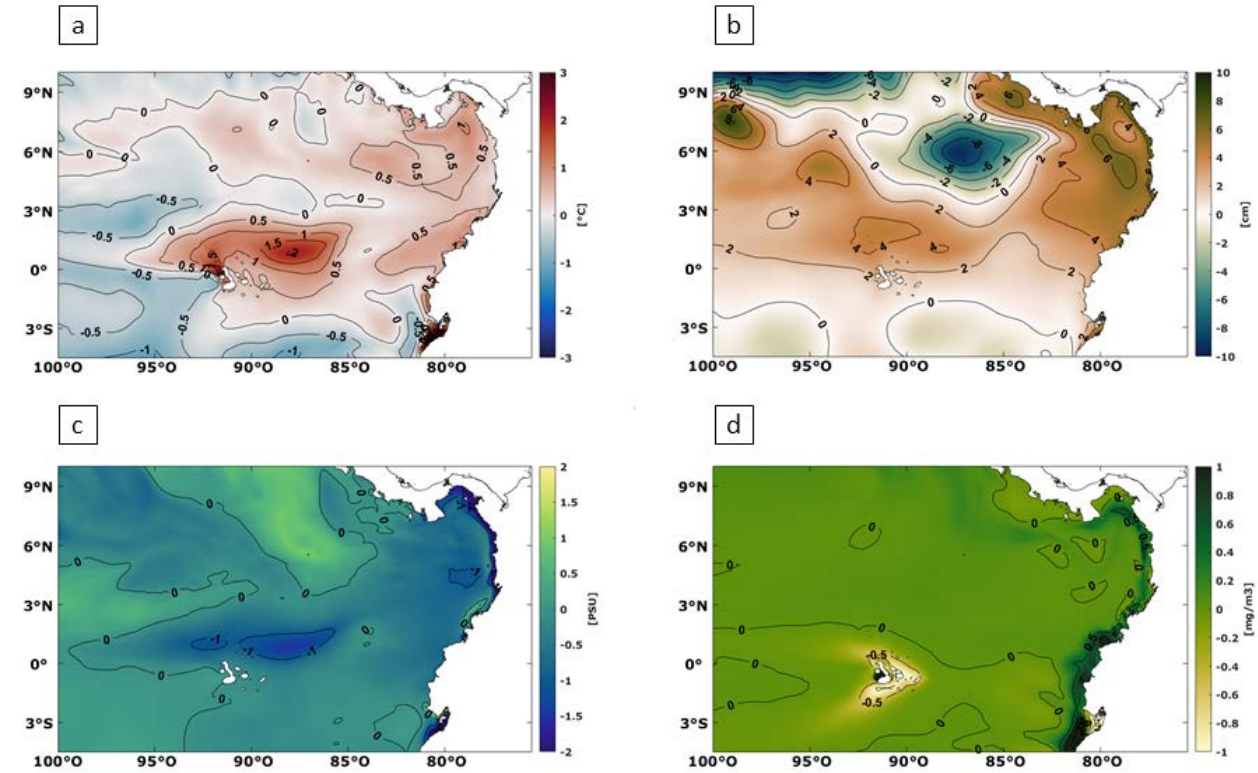


Fig. 13. Distribuciones espaciales mensuales de las anomalías para a) ATSM en °C, b) Nivel del mar en m, c) Salinidad en PSU y d) Clorofila-a en mg/m3. *Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.*

El monitoreo de las condiciones locales es realizado quincenalmente en la estación costera fija, ubicada en la ensenada de Tumaco (02°00'00" N - 78°48'00" W), en área jurisdiccional del Pacífico colombiano (Fig.14).



Fig. 14 Localización de la estación costera fija de Tumaco. Fuente: CCCP.

De acuerdo a los datos registrados *in situ* en la estación costera fija de Tumaco, se obtuvo para mayo del 2021 un valor de TSM de 27.84°C, identificando anomalías negativas de -0.06°C. En el registro realizado el 31 de mayo del 2021 (línea azul de la Fig. 15b), los valores de la temperatura oscilaron entre 16.85°C y 27.86°C, con una termoclina ubicada entre los 40 m y 50 m aproximadamente.

Contrastando con el mes anterior (abril 2021), hubo un descenso de la termoclina, indicando presencia de aguas más cálidas en mayor parte de la columna de agua (Fig.15a). En cuanto a la Salinidad Superficial del Mar (SSM), tuvo un valor de 30.96 UPS, con anomalías negativas de -0.71 y valores de salinidad que oscilaron entre 30.83 y 35.10 UPS. Se presentó un comportamiento concordante entre los valores de temperatura y salinidad, evidenciándose una disminución de la salinidad con la presencia de aguas superficiales más cálidas.

El comportamiento evidenciado en la estación costera fija de Tumaco respondió a la dinámica global y regional analizada anteriormente, donde la presencia de anomalías positivas en la CPC se vieron reflejadas en un aumento de la TSM y una disminución de la salinidad registrada en el monitoreo *in situ.*

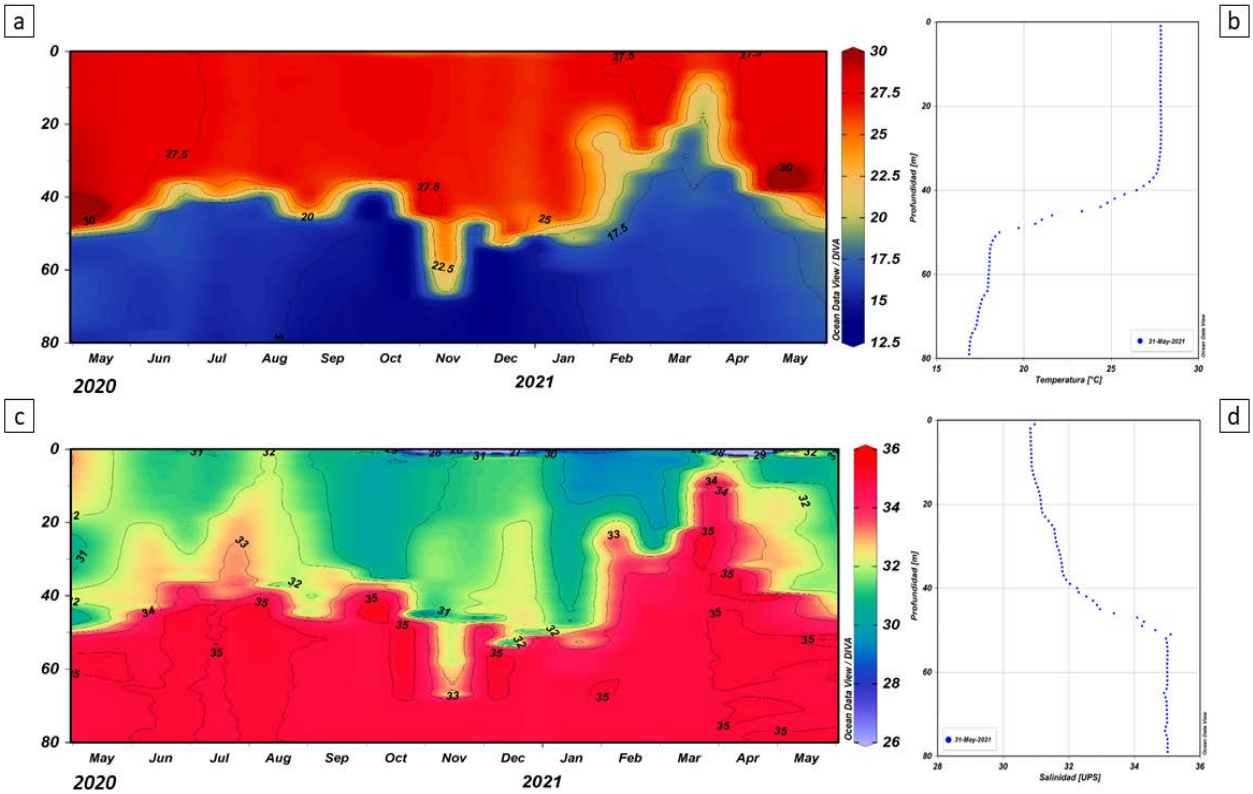


Fig.15. a) Serie temporal de la temperatura subsuperficial, b) Perfiles de temperatura, c) Serie temporal de la salinidad subsuperficial y d) Perfiles de salinidad. Fuente: CCCP.

El Índice Multivariado de Tumaco (IMT) presentó un valor de -0.44 con categoría "F1", indicando fase fría neutra para esta zona del país (Fig. 16). Con respecto al mes anterior (abril 2021), se observa la continuidad de condiciones neutrales, lo que coincide con la finalización del evento La Niña.

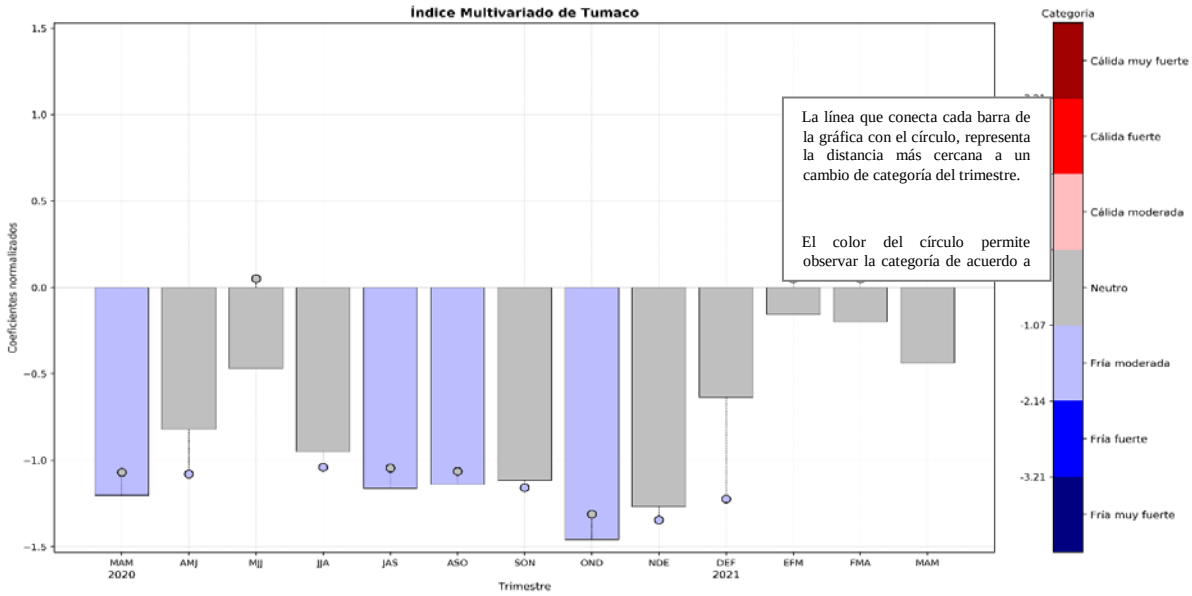


Fig. 16 Comportamiento del Índice Multivariado de Tumaco (IMT). *Fuente: CCCP.*

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) presentó alta actividad, entre 3.5° N y 5.5° N, en la zona marítima del Pacifico colombiano; en el Atlántico, entre 0° N y 3.5° N. La actividad de Los frentes disminuyó con respecto a abril, con 3 frentes menos a la típica para este periodo de tiempo; las cuales llegaron hasta 30°N.

La variabilidad intraestacional, oscilación Madden y Julian (OMJ), tuvo influencia moderada en su fase convectiva (15 al 21 de mayo) influyendo en las excedencias de la precipitación hasta fin de mes.

IDEAM reportó que las precipitaciones por encima de la normal climática[1] estuvieron en: áreas de la cordillera Oriental desde Norte de Santander hasta el sur del Huila, occidente de Antioquia, sur de Bolívar, centro de Tolima, sur de Cauca y Nariño, de la región Andina; piedemonte occidental de los Andes nariñenses; en grandes áreas de Meta, Casanare y Vichada, en la Orinoquia; piedemonte de Caquetá, Guainía, Vaupés y Vichada y el norte de Amazonas, en la Amazonía. Las lluvias fueron deficitarias en: la mayor parte de la región Caribe; centro de Chocó, litoral de Cauca y de Nariño, en la región Pacífica; sur y occidente de la Amazonia.

Las precipitaciones más altas se presentaron en: la estación Istmina, municipio de Istmina (Chocó) el día 13 de mayo, con 316.0 mm; la estación San Rafael, municipio de Sabana de Torres (Santander) el 25 de mayo, con 171.5 mm; y la estación La Libertad, municipio de Villavicencio (Meta) el 2 de mayo, con 160.3 mm.

La Temperatura del aire (TA) máxima ocurrió en: la estación Manaure, el municipio de Manaure (Guajira), el 28 de mayo, con 39.2 °C; y la estación Guaymaral del municipio Bosconia (Cesar), el 26 de mayo, con 39.0 °C.

La TA mínima se presentó en: la estación La Bolsa, municipio de Choachí (Cundinamarca), el 1 de mayo, con un valor de 2.0 °C; y la estación Berlín, municipio de Toná (Santander), el 14 de mayo con un valor de 2.2 °C.

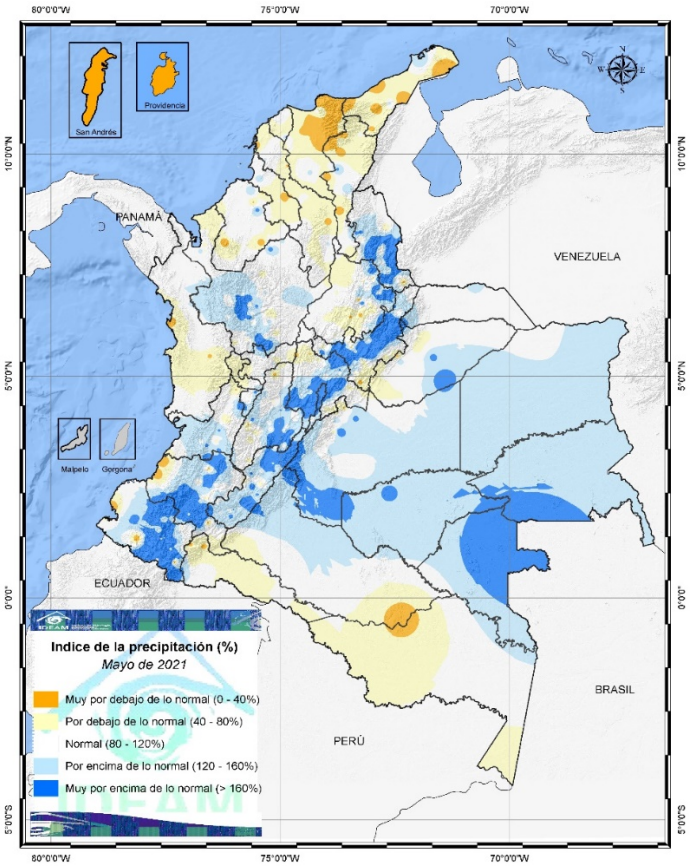


Fig. 17. Anomalía porcentual de la precipitación mes de abril de 2020.

[1] Índice de precipitación mayor a 160%.

B. ECUADOR

De acuerdo a la estacionalidad, los vientos han mantenido un incremento constante. En promedio su magnitud es de 6 m/s, siendo mínimo al oeste de Galápagos (4 m/s). La dirección predominante es hacia el noroeste en mar abierto, pero junto a la costa, varía entre sur y sureste, Fig. 18.

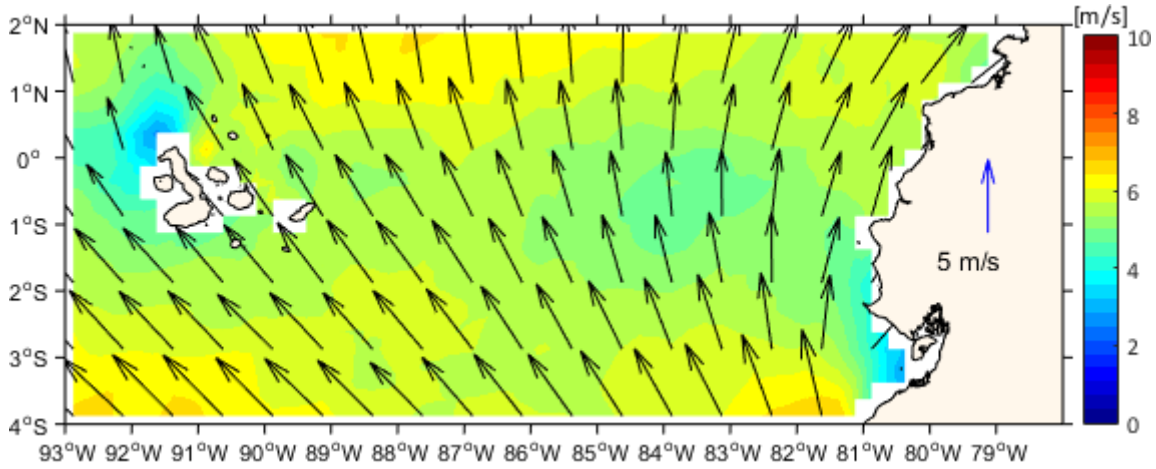


Fig. 18. Patrón de vientos superficiales. Fuente: ASCAT

En mayo no se registraron precipitaciones en el mar ecuatoriano. Estas se concentraron al interior de la zona continental, pero disminuyeron en cantidad, siendo menores a su promedio climatológico, Fig. 19.

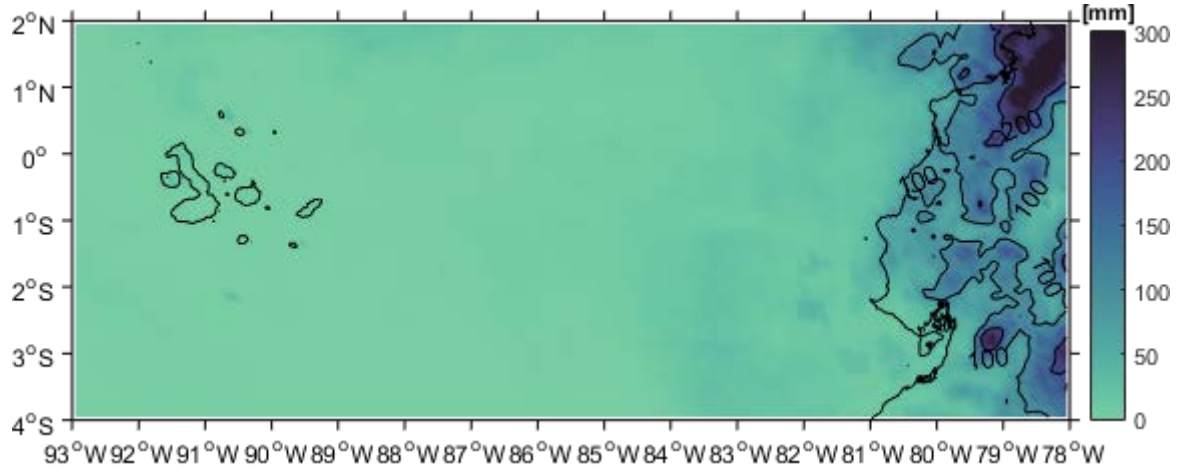


Fig. 19. Acumulado mensual de precipitación

Entre abril y mayo el patrón de TSM no muestra cambios significativos, los valores están entre 23 y 26 °C y aumentan de sur a norte. El frente ecuatorial (FE), limitado por las isotermas de 24 y 26 °C, se ha establecido desde el borde costero (1°S), con dirección noreste, hasta 85°O, donde se mantiene cuasi zonal (0.5°N) hasta el extremo oeste mostrado en la Fig. 20a Al Sur del FE se registró la típica lengua de agua fría proveniente del sur de la costa de Perú. Las anomalías de TSM, Fig. 20b, fueron positivas cerca de la costa (< 1°C) y desde 83°O hasta las islas Galápagos. Se observaron condiciones neutrales en una franja sureste-noroeste alrededor de 82°O.La salinidad es menor al norte (~ 33), frente a Colombia y norte de Ecuador, producto de las precipitaciones de esa región, al sur y en la región insular la salinidad aumenta hasta 34.5, Fig. 21. En la salinidad, también se observa el FE alrededor de la latitud cero.

La distribución de los patrones de temperatura y salinidad indican la presencia de masa de Agua Tropical

Superficial y Agua Subtropical Superficial.

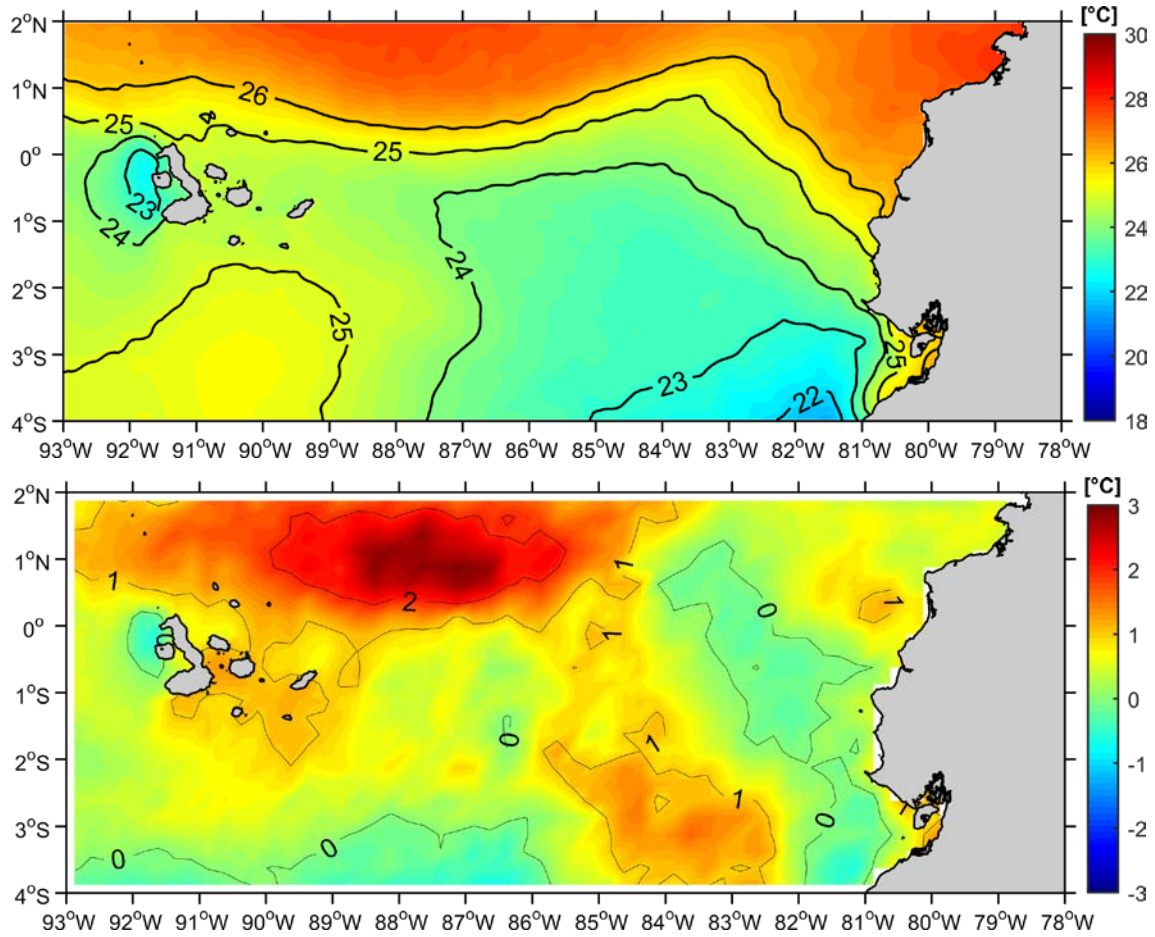


Fig. 20. (a) Temperatura Superficial del Mar y (b) Anomalía de la TSM en el mar ecuatoriano. Fuente: Base de datos Copernicus-Ostia.

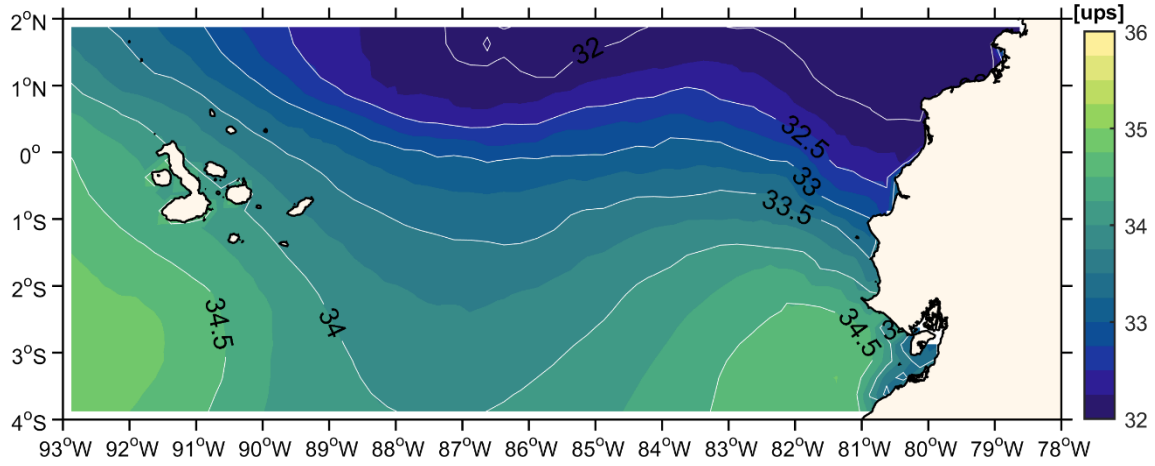


Fig. 21 Distribución de la salinidad superficial en territorio marítimo ecuatoriano

En la distribución vertical de temperatura y salinidad (latitud 82°O), se observa agua tropical superficial que ingresa desde el norte hasta la línea ecuatorial, sin cambiar sus características hasta 30 m. En general se mantienen condiciones similares al mes anterior, Fig. 22.

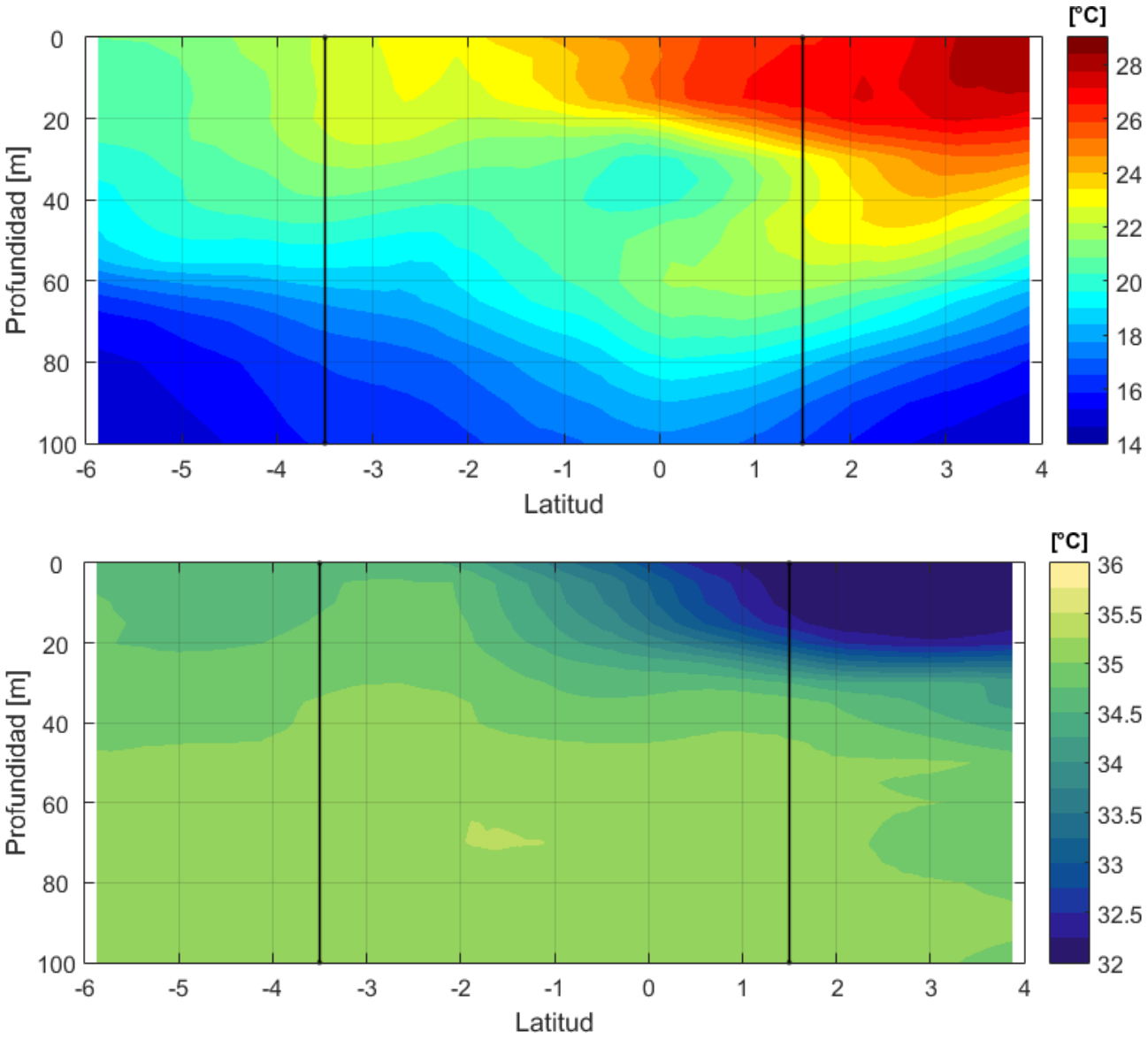
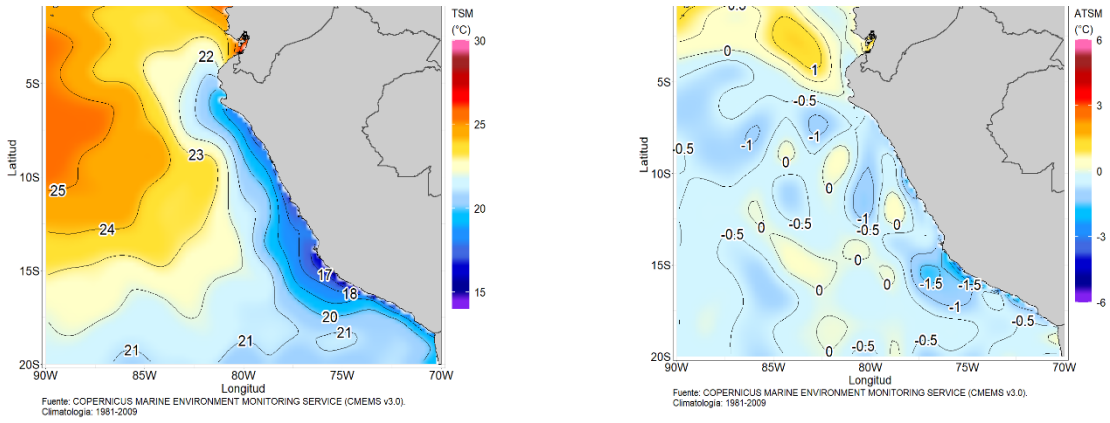


Fig. 22. Sección en profundidad a lo largo del 82°O entre el 4N y 6°S. (a) Temperatura del mar y (b) Salinidad del mar. Fuente: Copernicus Data set armor weekly

A. PERÚ

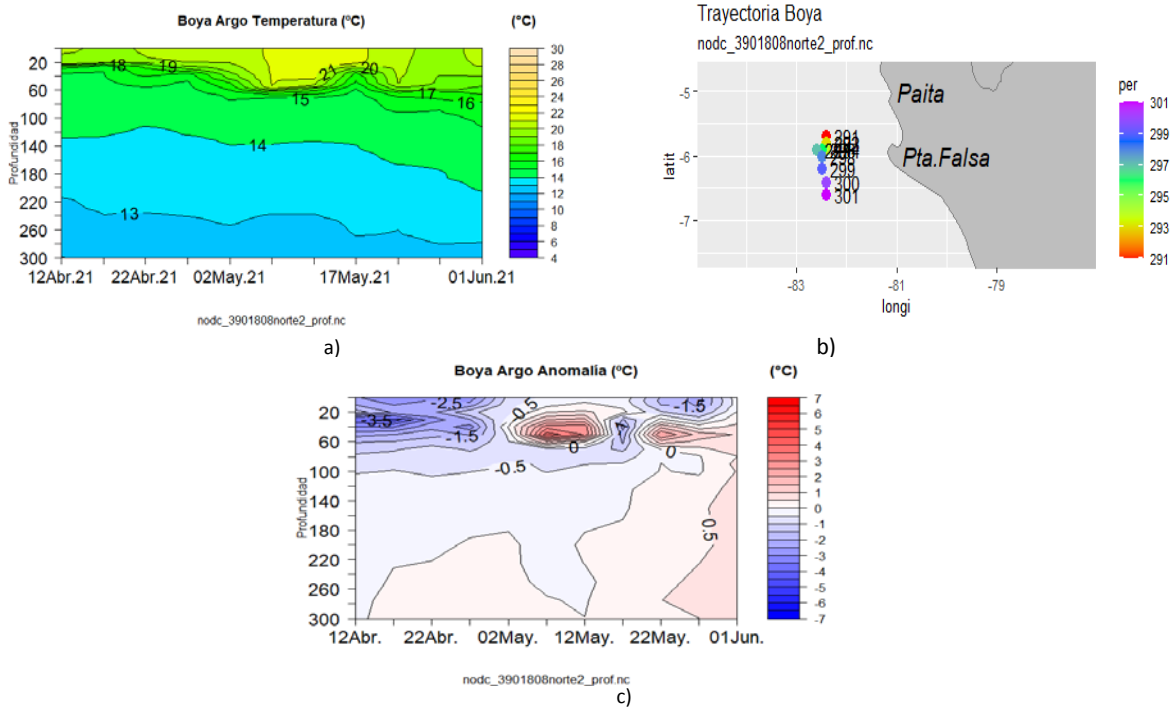
La TSM en el mar peruano se ubicó en el rango de 17 °C a 22 °C, excepto frente a la costa de Tumbes (extremo norte) donde fluctuó entre 23 °C y 24 °C. Respecto al mes de abril, la temperatura y sus anomalías disminuyeron en promedio 1 °C, predominando condiciones ligeramente frías, cercanas a lo normal. Sólo entre los 15°S y 17°S se mantuvo un núcleo frío, con anomalías de -1 °C a -1,5 °C. (Fig. 23).



a) b)

Fig. 23. Promedio mayo 2021. a) TSM, y b) anomalía de la TSM. Fuente: datos: Ostia-CMEMS V3.0. Gráfico: DIHIDRONAV

En el norte (6°S – 120 mn), en los primeros 20 m bajo la superficie, la temperatura aumentó gradualmente de 18 °C a 22 °C, con valor máximo en la segunda semana de mayo, lo que conllevó a que las condiciones frías de abril, cambiaran a normales durante las tres primeras semanas y frías en la última. Asimismo, entre 20 m y 60 m de profundidad, las condiciones frías de abril cambiaron, evidenciándose una columna de agua cálida, con anomalías de hasta 2 °C. En otro punto (6.5°S), a 60mn de la costa, la tendencia fue similar, las condiciones frías se atenuaron, con mayor incidencia en los primeros 30 m, donde la anomalía cayó de -3 °C a -0.5 °C. Para la última semana del mes, la anomalía fluctuó entre ±0.5 °C (Fig. 24 y 25).



a) b)

c)

Fig. 24. Distribución vertical de la a) temperatura, c) anomalía de temperatura y b) frente a la costa centro (07°S), del 13 de marzo al 2 de mayo de 2021. Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

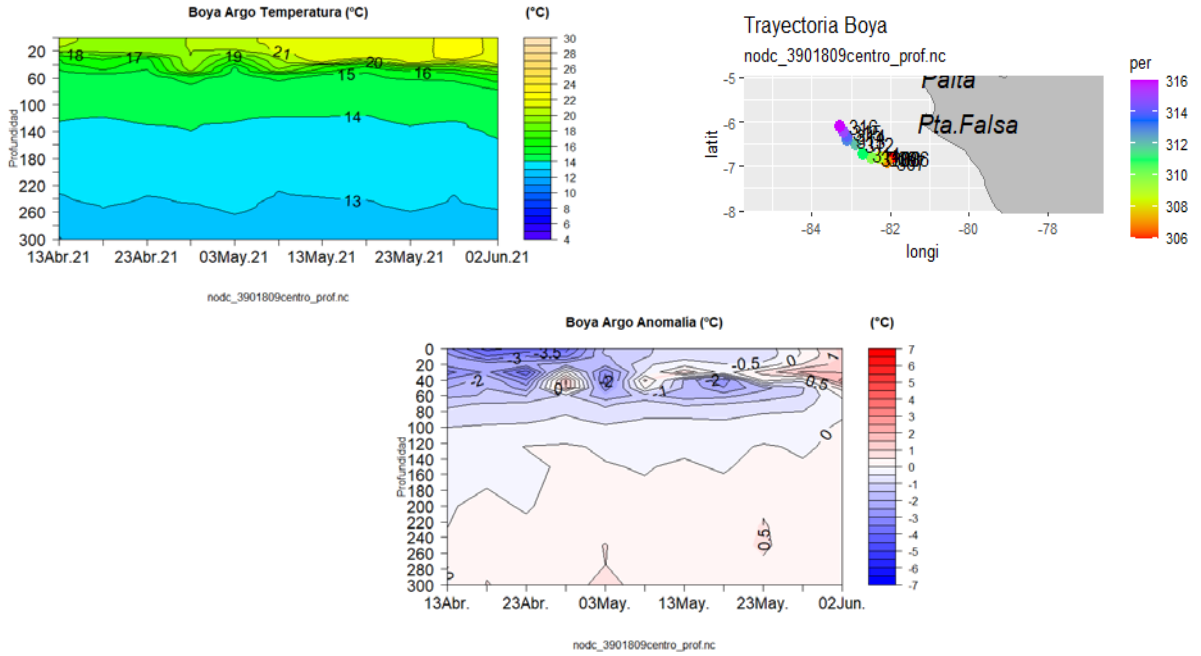


Fig. 25. Distribución vertical de la a) temperatura, c) anomalía de temperatura y b) frente a la costa centro (07°S), del 13 de abril al 2 de junio de 2021.Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

Por otro lado, en todo el litoral peruano, la anomalía de TSM diaria fluctuó en el orden de +0.5 °C (Cuadro 1 y Fig. 26).

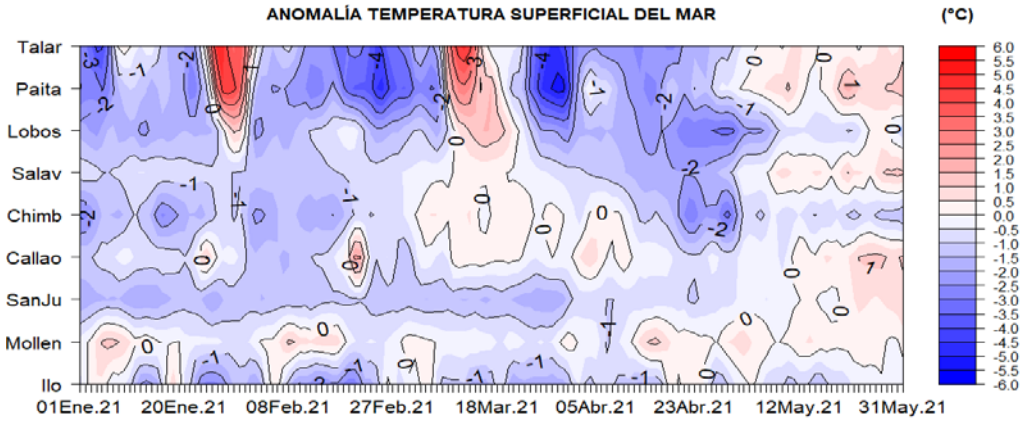


Fig. 26 Anomalía diaria de la temperatura superficial del mar (°C) en el litoral de Perú, entre enero y mayo 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

En el litoral, el nivel del mar predominó por encima del nivel medio, hasta 8 cm, excepto en la segunda semana de mayo, en que declinó hasta 6cm por debajo. (Fig. 27 y Cuadro 1).

La TA se mantuvo con anomalías negativas, con valores mayores en el norte (-2 °C) (Fig. 28 y Cuadro N°1).

Solo en el litoral del Callao y Chimbote se registraron precipitaciones tipo trazas, los días 10 y 20 de mayo, respectivamente. (Cuadro 1).

En el litoral los vientos predominaron del Sur (S) y Sureste (SE), con velocidades de 3m/s a 6m/s. En el norte, el viento fue débil, mientras que en el centro y sur fortalecido, con anomalías negativas y positivas, respectivamente. (Cuadro N°1, Fig. 29)

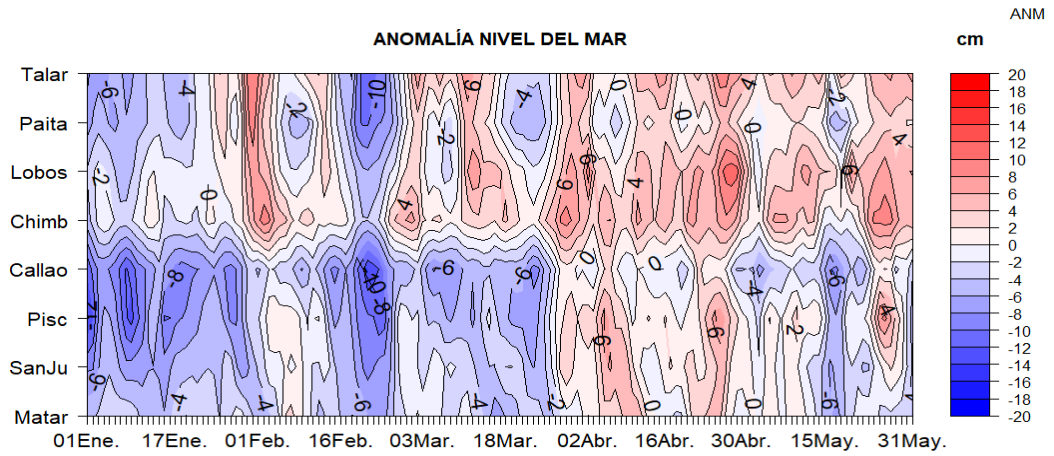


Fig. 27. a) Anomalía diaria del nivel del mar (cm) en el litoral de Perú entre enero y mayo 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

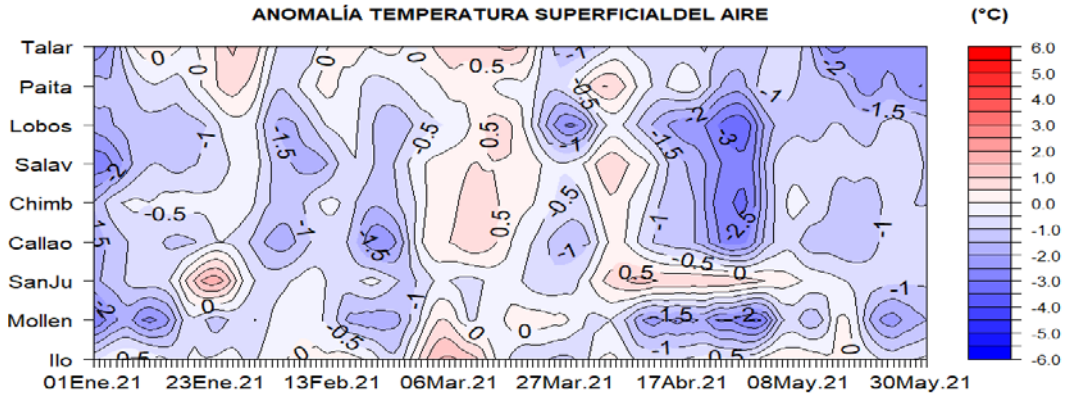


Fig. 28. Anomalía diaria de la temperatura del aire en el litoral del Perú entre enero y mayo 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

a)

b)

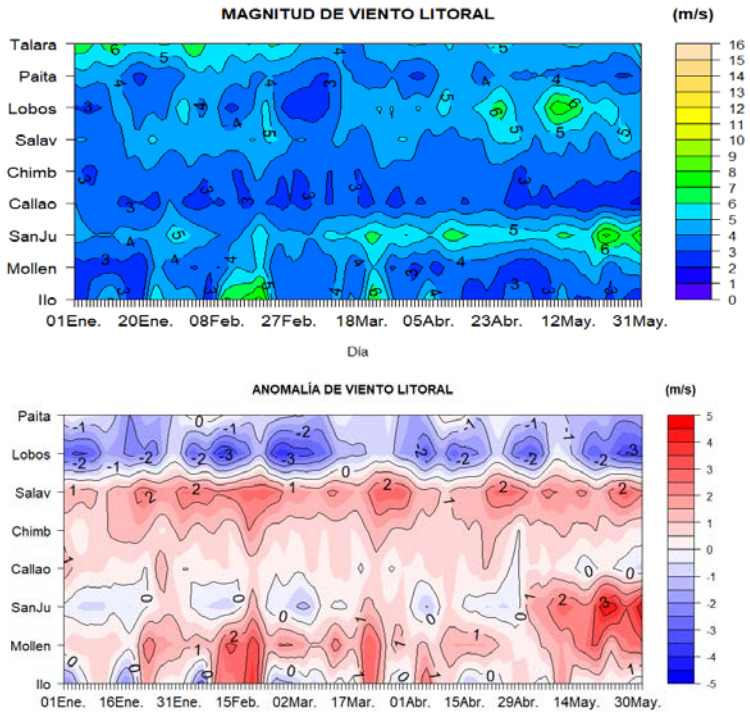


Fig. 29. Anomalía diaria del viento en el litoral del Perú de abril 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Cuadro 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 (mm)	VIENTO		
			(° C)	Anomalía	(cm)	Anomalía	(° C)	Anomalía		Dirección	Velocidad	Anomalía (m/s)
Talara	*04°35'00''*	*81°17'00''*	*19.8*	*+ 0.2*	*140*	*+ 3*	*22.2*	*- 1.9*	*0.0*	*SW*	*4.8*	*-*
Paita	*05°05'00''*	*81°06'30''*	*19.5*	*+ 0.7*	*126*	*0*	*22.6*	*- 1.6*	*0.0*	*S*	*2.9*	*- 1.8*
Lobos de Afuera	*06°36'00''*	*80°42'30''*	*18.5*	*- 1.0*	*151*	*+ 4*	*19.1*	*- 1.0*	*0.0*	*SE*	*5.6*	*- 2.6*
Chimbote	*09°04'00''*	*78°36'00''*	*19.3*	*- 0.9*	*167*	*+ 4*	*19.3*	*- 0.9*	*Trazas*	*S*	*3.4*	*+ 0.8*
Callao	*12°03'30''*	*77°09'00''*	*17.2*	*+ 0.4*	*108*	*- 4*	*17.5*	*- 1.0*	*Trazas*	*S*	*2.4*	*- 0.1*
San Juan	*15°21'00''*	*75°09'00''*	*14.9*	*+ 0.1*	*200*	*- 2*	*-*	*-*	*0.0*	*SE*	*6.4*	*+ 2.9*
Mollendo	*16°55'54''*	*72°06'24''*	*16.2*	*+ 0.3*	*205*	*- 2*	*17.5*	*- 1.4*	*0.0*	*SE*	*3.7*	*+ 1.8*
Ilo	*17°37'00''*	*71°21'00''*	*15.6*	*- 0.6*	*161*	*-*	*19.6*	*0.0*	*0.0*	*SE*	*2.9*	*+ 0.1*

B. CHILE

La TSM registró anomalías negativas al norte del país entre Arica y Antofagasta, alcanzando -0,7 °C y -0,6 °C, respectivamente. En la zona central, mostró anomalías positivas, 0,9 °C en Valparaíso. Lo anterior, al parecer está mostrando la menor presencia de La Niña que ha afectado el Pacífico Sur Oriental.

En la figura espacio-temporal de la TSM satelital (Fig. 30a), se observó un desplazamiento hacia el ecuador de la isoterma de 15 °C y los valores bajo de temperatura entre Arica y Antofagasta no son tan importantes como los meses anteriores.

La figura espacio-temporal de la ATSM satelital (Fig. 30b) evidenció la presencia de anomalías negativas con valores cercanos a -2.0 °C. En la zona norte y el resto del país presentó anomalías positivas, principalmente entre Caldera y Coquimbo con anomalías de 2.0° C, durante las primeras semanas. Sin embargo, la última semana de mayo desde Arica a Valparaíso se ha presentado una anomalía negativa, cerca de la costa.

En comparación con los años anteriores (2019 y 2020), mayo de 2021 fue más cálido que marzo/2019 y más frio que marzo/2020. Al comparar los datos satelitales con las estaciones de monitoreo, en todas hubo una buena coincidencia con los datos.

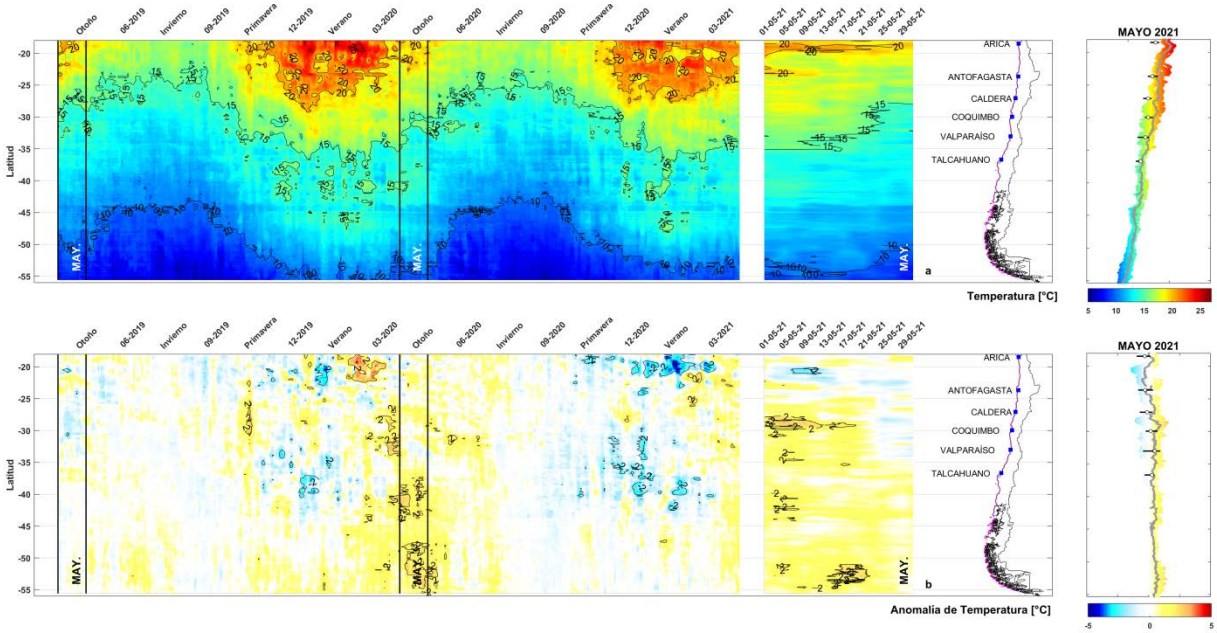


Fig. 30. Variabilidad espacio-temporal de la TSM y ATSM satelital a lo largo de la costa chilena (izquierda) y su comparación con los datos in situ de las estaciones de monitoreo (derecha) (mínimo, mediana y máximo). La línea magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal de los pixeles entre los 5 y 10 km desde la costa. 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 [2021- 05-02] at http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ04.

El nivel del mar, respecto a mes anterior, (Fig.31a), presentó una disminución del nivel del mar de todas las estaciones de monitoreo, las variaciones fluctuaron entre -4 cm y -3 cm.

Las fluctuaciones climatológicas tienden hacer positivas entre 4 a 9 cm, siendo la estación de Coquimbo y Valparaíso, las que presentaron estás variaciones, respectivamente. Las estaciones de Talcahuano y Antofagasta presenten anomalías negativas desde hace varios meses.

La información altimétrica (Fig. 31b), coincidió con las estaciones de Caldera y Valparaíso, el resto de las estaciones, que presentaron anomalías inferiores a las registradas por los datos satelitales.

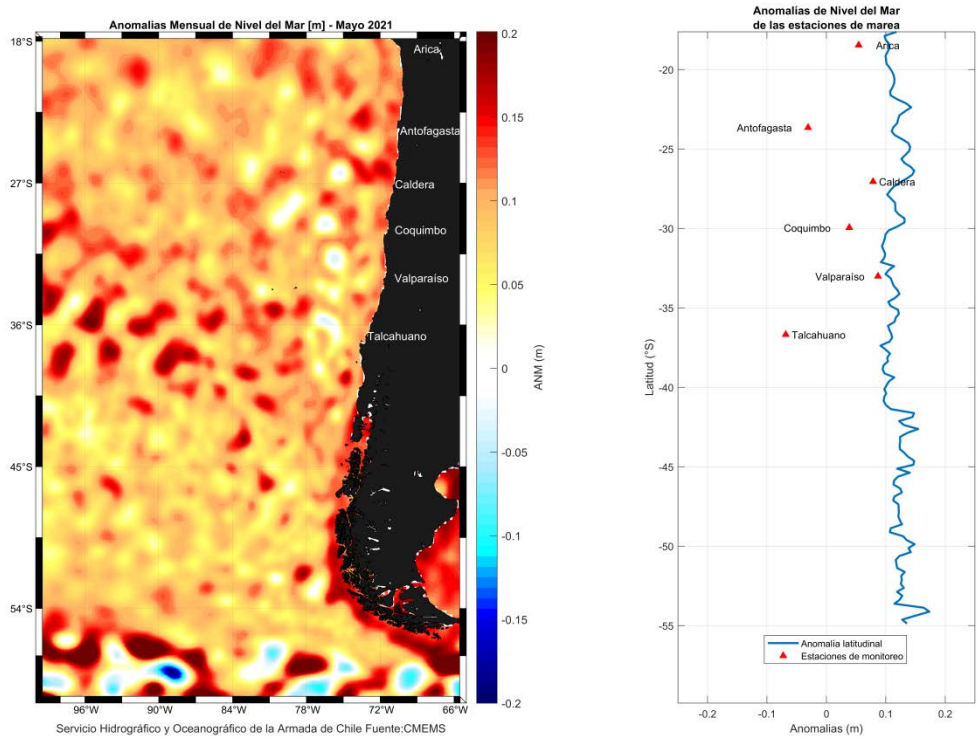


Figura 31. a) información satelital mensual de la anomalía de nivel del mar para el mes de mayo del año 2021, b) representación latitudinal de los valores de la anomalías del nivel del mar de las estaciones de monitoreo (▲) y el promedio latitudinal de los 4 pixeles más cercanos a la línea de costa de la anomalía satelital mensual (línea azul).

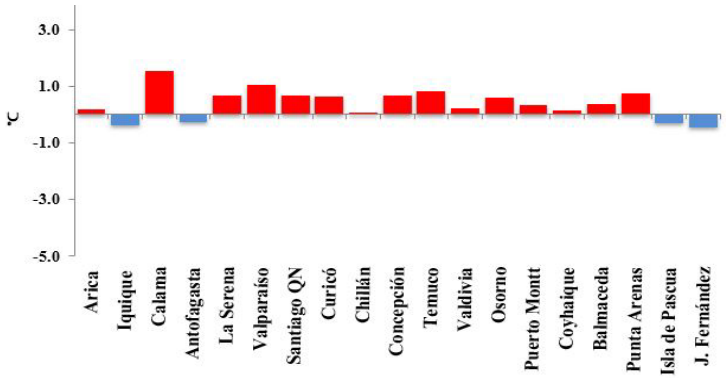
La TA media (Fig. 32a) se presentó sobre los valores normales en casi todo el país. La anomalía más alta, se registró en la ciudad de Calama, con un valor de 1.6 °C. Mientras que, en la zona centro del país, la ciudad de Valparaíso mostró un valor de 1.1 °C. Por otro lado, en las estaciones meteorológicas de Iquique, Antofagasta y el territorio insular, las temperaturas medias presentaron leves anomalías negativas, destacando Isla de Pascua, con un valor de -0.5 °C.

En cuanto al comportamiento de la TA máxima media (Fig. 32b), podemos decir, que estas se presentaron sobre los valores normales desde La Serena hasta el extremo sur del país, siendo Santiago, la que registró la mayor anomalía con un valor de 2.1 °C. Caso contrario, se presenta en la costa norte del país, donde la temperatura máxima media registró una condición bajo lo normal, con valores que variaron en el rango de -0.4 °C y -0.8 °C.

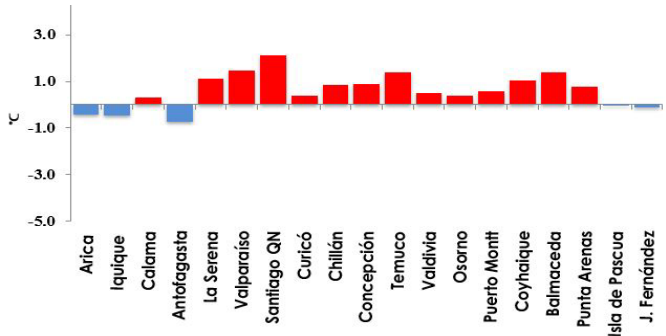
Respecto a la TA mínima media (Fig. 32c), estas estuvieron sobre los valores normales en gran parte del territorio continental. La mayor anomalía se registró en Calama con un valor de 2.8 °C. Le siguen ciudades como Arica, Curicó, Osorno y Punta Arenas, con valores entre 0.7 y 0.9 °C. En cambio, una disminución de la temperatura mínima media se registró en algunas de las estaciones meteorológicas de la zona centro, extremo austral y territorio insular del país, como: Santiago, Coyhaique y Juan Fernández, que registraron -0.8 °C de anomalía negativa.

La presión atmosférica durante mayo (Fig. 33), mostró un comportamiento en general, sobre lo normal en gran parte del territorio continental e insular, a excepción del extremo norte de Chile, que registró condiciones bajo los valores normales. La anomalía positiva más importante, se registró en la ciudad de Santiago, con un valor de 4.7 u.e., le siguió Juan Fernández con 1.8 u.e. Caso contrario se evidencia en Antofagasta, alcanzando un valor de -0.6 u.e.

a)



b)



c)

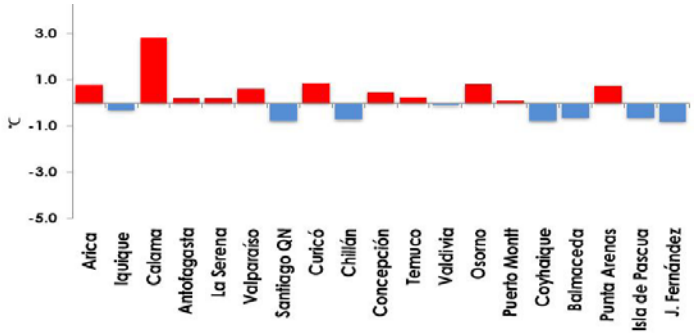


Fig.32. Anomalías de Temperatura del aire de las estaciones meteorológicas de Mayo 2021 a) anomalía de la Temperatura media-Mayo 2021 b) anomalía de las temperaturas medias máximas -Mayo 2021 b c) anomalía de las temperaturas mínimas medias-Mayo 2021.

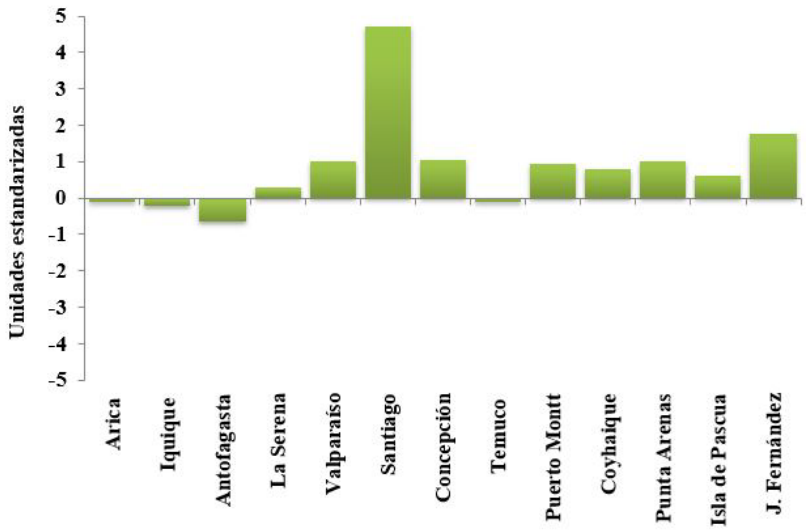


Fig.33 Anomalía de la Presión- Mayo 2021

Durante mayo, las precipitaciones acumuladas mostraron una disminución en los déficits con respecto al mes anterior, sin embargo, se sigue evidenciando una condición bajo lo normal en todo el territorio continental (Fig. 34). En la zona centro del país, La Serena y Valparaíso, registran los mayores déficits con un 95% y 97%, respectivamente. Le siguen Santiago y Curicó con 73%. La zona sur, muestra una disminución de la precipitación, que varía entre 42% y 58% menos de lo normal. Hacia el extremo sur, Punta Arenas, mostró un déficit del 91%. Mientras que, solamente Temuco e Isla de Pascua, alcanzaron montos de precipitación acumulada sobre lo normal para este mes. Es así como Temuco, acumuló 167,9 mm, siendo lo normal 167,1 mm y en el caso de Isla de Pascua, registró 156,8 mm, lo que dejó un superávit del 9%.

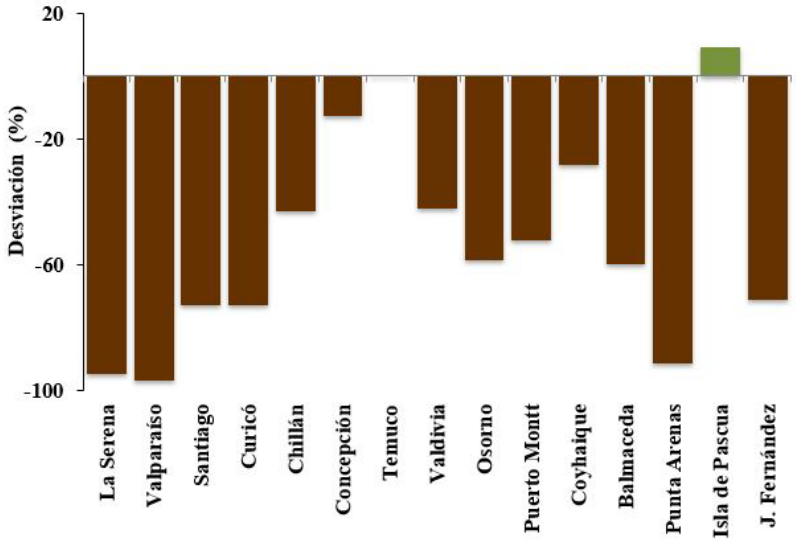


Fig. 34 Anomalía de la precipitación (%)- Mayo 2021

C. PERSPECTIVAS

Se esperan condiciones neutrales en la región del Pacífico Ecuatorial, regiones 3.4 y Niño 1+2.

En las costas de Ecuador y Perú se esperan anomalías negativas. En tanto que, el nivel del mar continuaría por encima del nivel medio, debido al continuo paso de ondas kelvin cálidas.

ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS

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
dic-20	26.1	NaN	18.7	15.2	17.4	18.2	16.2	16.3	13.3
ene-21	26.8	NaN	19.9	15.8	19.4	19.4	16.6	17.8	14.5
feb-21	27.4	NaN	20.6	16.5	18.4	18.8	16.0	18.0	14.4
mar-21	NaN	NaN	21.5	17.5	18.8	19.1	15.7	17.8	14.4
abr-21	27.5	NaN	18.8	17.1	17.1	16.8	15.4	15.6	13.7
may-21	0.0	NaN	19.5	17.2	16.6	15.9	14.8	15.0	14.1

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
dic-20	**	258.2	102	162.86	68.02	NaN	96.86	79.5	105.8
ene-21	**	264.3	103	163.63	67.49	NaN	97.7	81.17	111.1
feb-21	**	265.0	107	165.09	68.98	NaN	99.39	82.69	113.33
mar-21	**	NaN	109	165.33	68.48	131.72	98.86	81.82	111.16
abr-21	**	268.9	112	169.03	72.18	136.88	101.94	86.37	115.88
may-21	**	268.7	108	165.05	68.44	133.31	98.44	82.99	112.99

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).

	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)
04-dic-20	*	*	19.3	15.1	260.5	99.3	70.70	96.50
09-dic-20	*	*	19.0	15.4	260.0	101.1	80.80	109.10
14-dic-20	*	*	17.9	15.4	258.1	104.1	75.90	101.00
19-dic-20	*	*	17.9	15.0	258.2	102.4	77.50	104.50
24-dic-20	*	*	17.8	15.2	255.9	103.0	84.20	109.20
29-dic-20	*	*	17.8	15.1	256.3	101.5	86.30	112.80
03-ene-21	*	*	17.1	15.2	261.7	101.7	84.00	112.10
08-ene-21	*	*	19.9	15.8	261.0	99.9	82.70	113.10
13-ene-21	*	*	20.2	15.6	262.9	104.0	78.30	106.30
18-ene-21	*	*	19.0	15.5	266.1	102.5	79.60	109.70
23-ene-21	*	*	20.4	16.5	265.2	103.7	84.00	117.20
28-ene-21	*	*	24.8	15.9	266.7	104.1	78.50	108.90
02-feb-21	*	*	22.9	15.7	262.9	109.3	83.10	112.10
07-feb-21	*	*	21.8	15.6	264.6	108.7	85.40	117.60
12-feb-21	*	*	20.8	16.1	262.9	108.7	82.50	113.40
17-feb-21	*	*	20.0	16.7	263.0	105.2	81.10	114.80
22-feb-21	*	*	19.6	17.9	262.6	101.6	82.40	109.70
27-feb-21	*	*	19.5	16.4	263.6	105.8	83.10	112.00
04-mar-21	*	*	20.4	17.1	NaN	107.9	83.80	114.50
09-mar-21	*	*	23.9	17.5	NaN	106.7	84.20	112.40
14-mar-21	*	*	24.9	17.9	NaN	109.3	81.20	110.80
19-mar-21	*	*	21.7	17.7	NaN	108.4	84.10	115.80
24-mar-21	*	*	19.8	17.4	NaN	106.7	79.40	106.30
29-mar-21	*	*	17.9	17.5	NaN	114.1	78.10	106.80
03-abr-21	*	*	18.3	17.8	264.9	113.5	87.60	117.50
08-abr-21	*	*	18.2	17.4	263.9	112.0	84.60	113.30
13-abr-21	*	*	18.0	17.2	269.8	111.2	83.30	110.00
18-abr-21	*	*	18.3	17.0	271.0	110.1	88.10	121.70
23-abr-21	*	*	19.2	16.5	270.8	112.1	87.60	115.90
28-abr-21	*	*	19.4	16.8	273.0	112.7	86.90	116.90
03-may-21	*	*	19.4	16.6	268.6	113.5	88.50	121.50
08-may-21	*	*	19.7	16.5	267.3	112.0	86.00	113.50
13-may-21	*	*	20.1	17.1	267.0	111.2	85.40	114.70
18-may-21	*	*	19.6	17.3	264.7	110.1	87.00	121.40
23-may-21	*	*	19.7	17.7	271.7	112.1	76.40	104.80
28-may-21	*	*	20.0	17.9	272.3	112.7	76.80	103.50

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

* Dato no disponible.

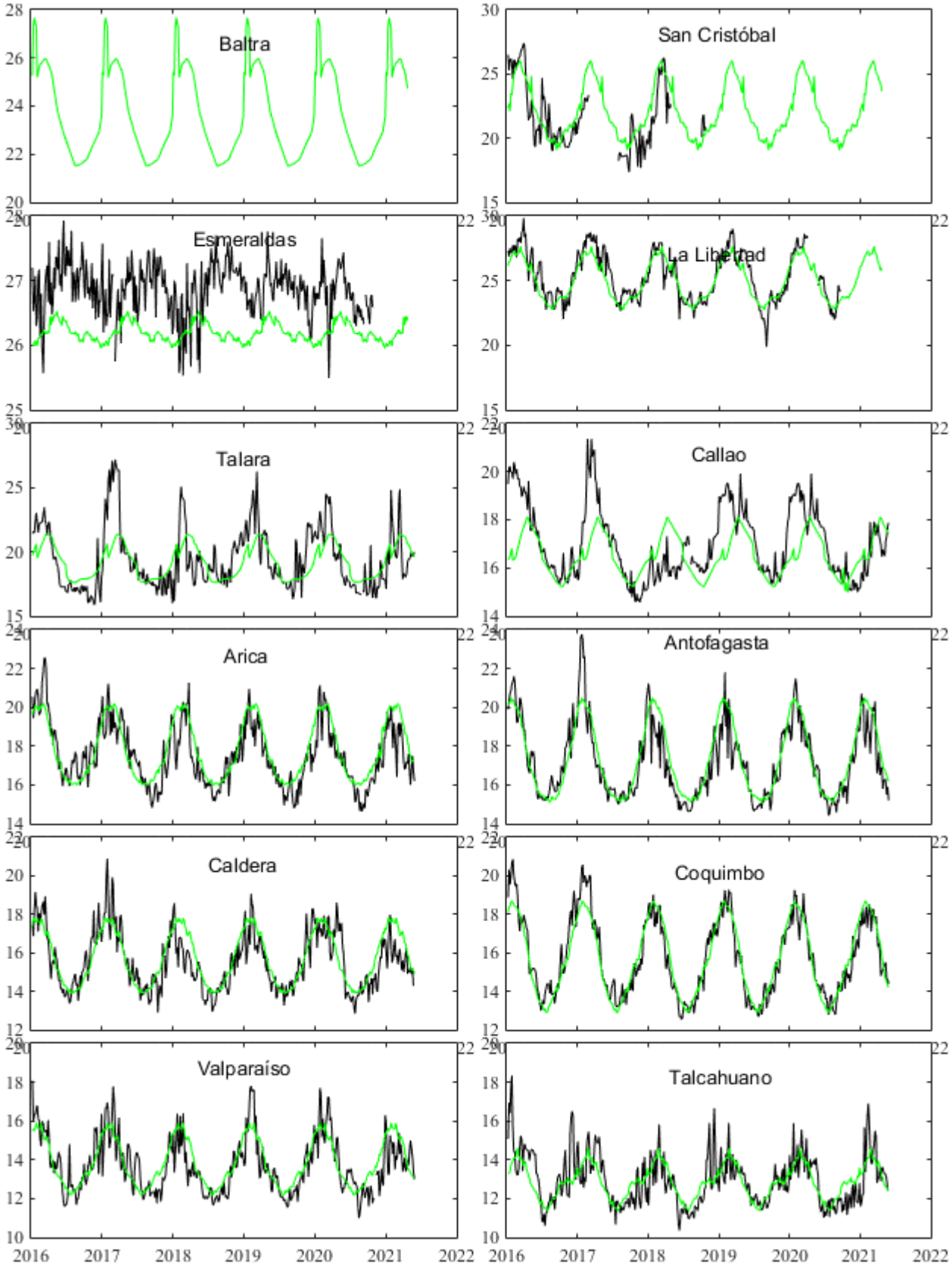


Fig.1. Medias de cinco días (quinarios) de TSM (°C) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile desde 2016. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la carátula. (Fuente: INOCAR – INAMHI – DHN - SHOA).

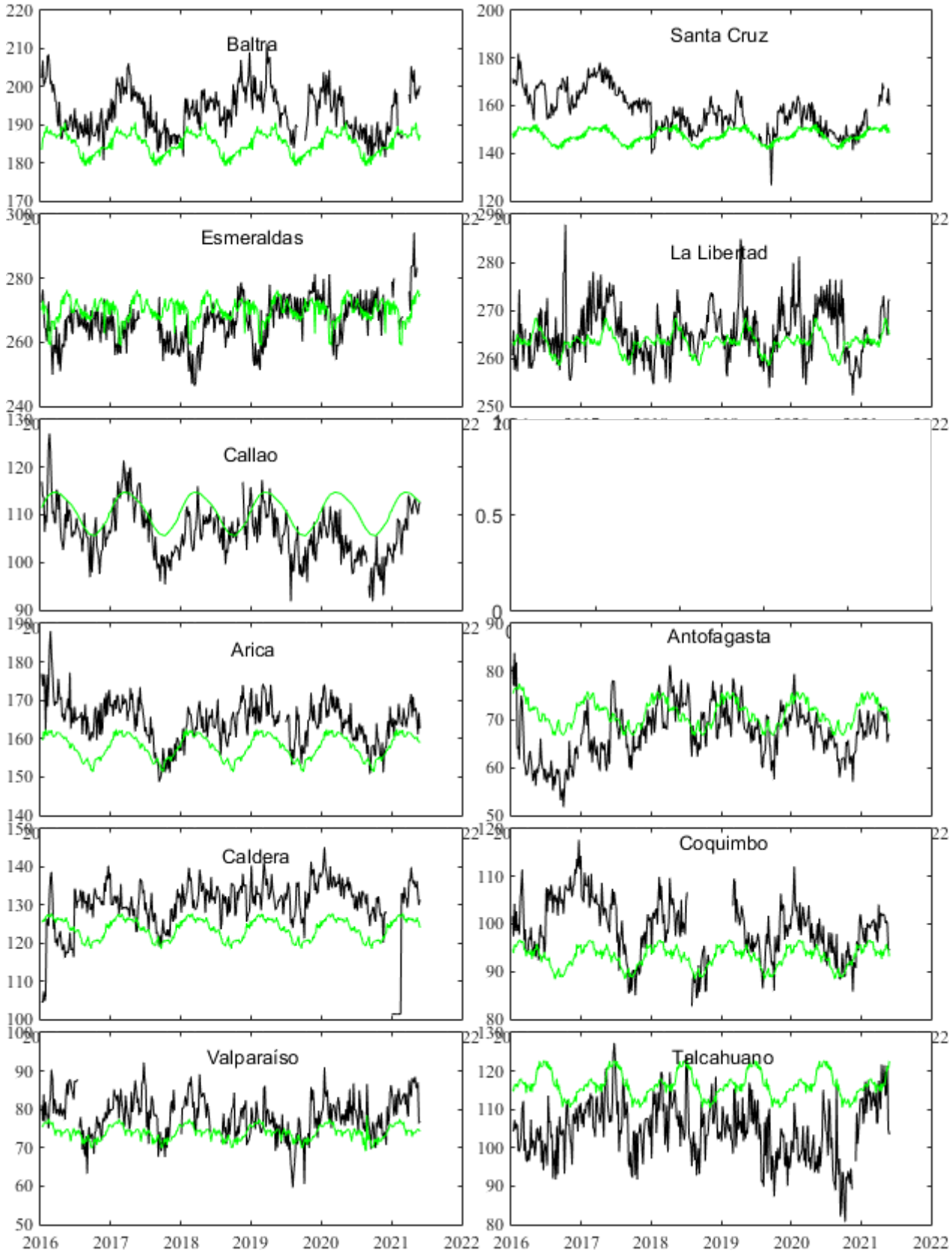


Fig. 2. Medias de cinco días (quinarios) del NMM (cm) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. (Fuentes: INOCAR-DHN - SHOA).

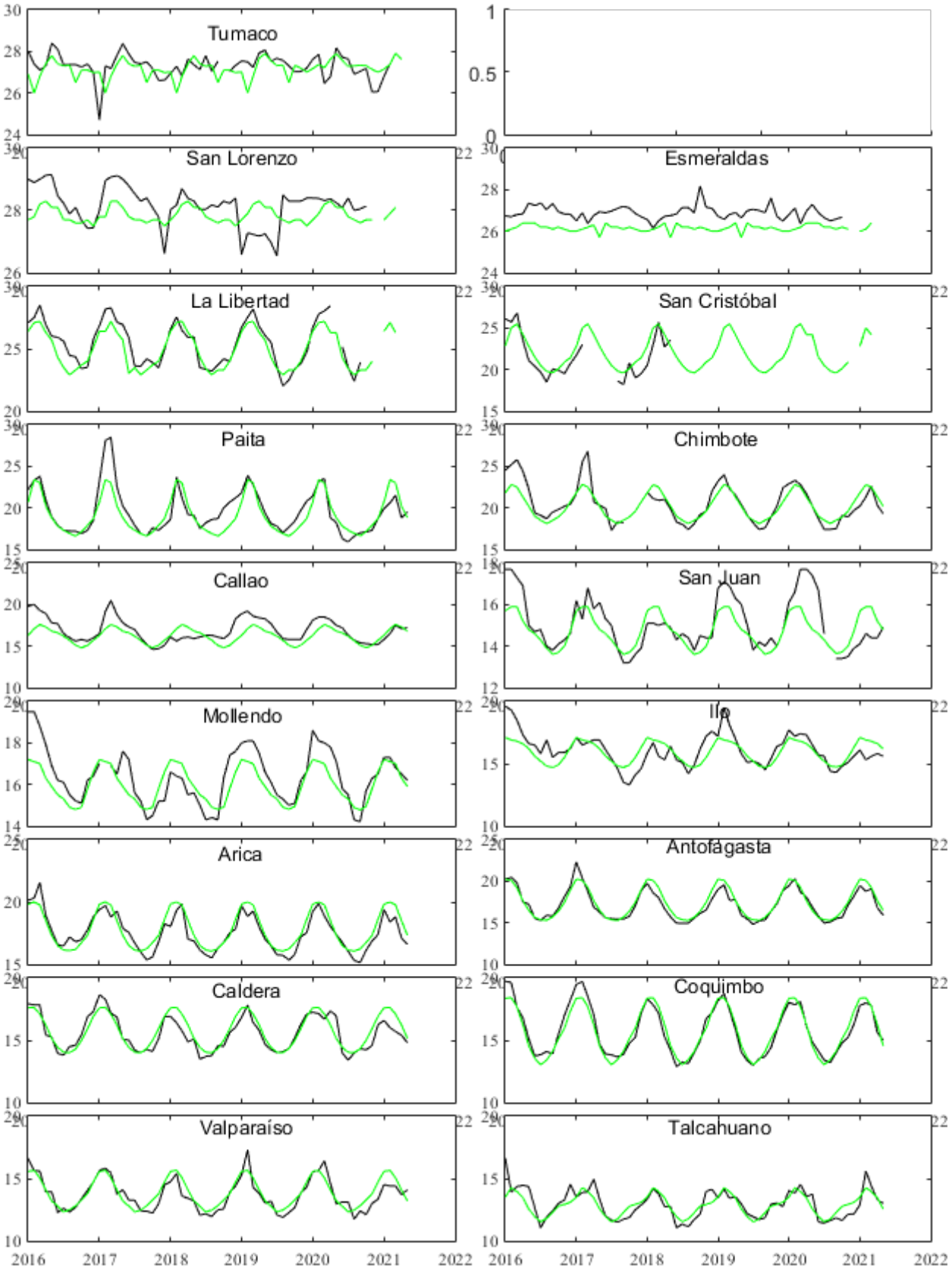


Fig. 3. Medias mensuales de TSM (° C) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo de la climatología es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR, DHN, SHOA).

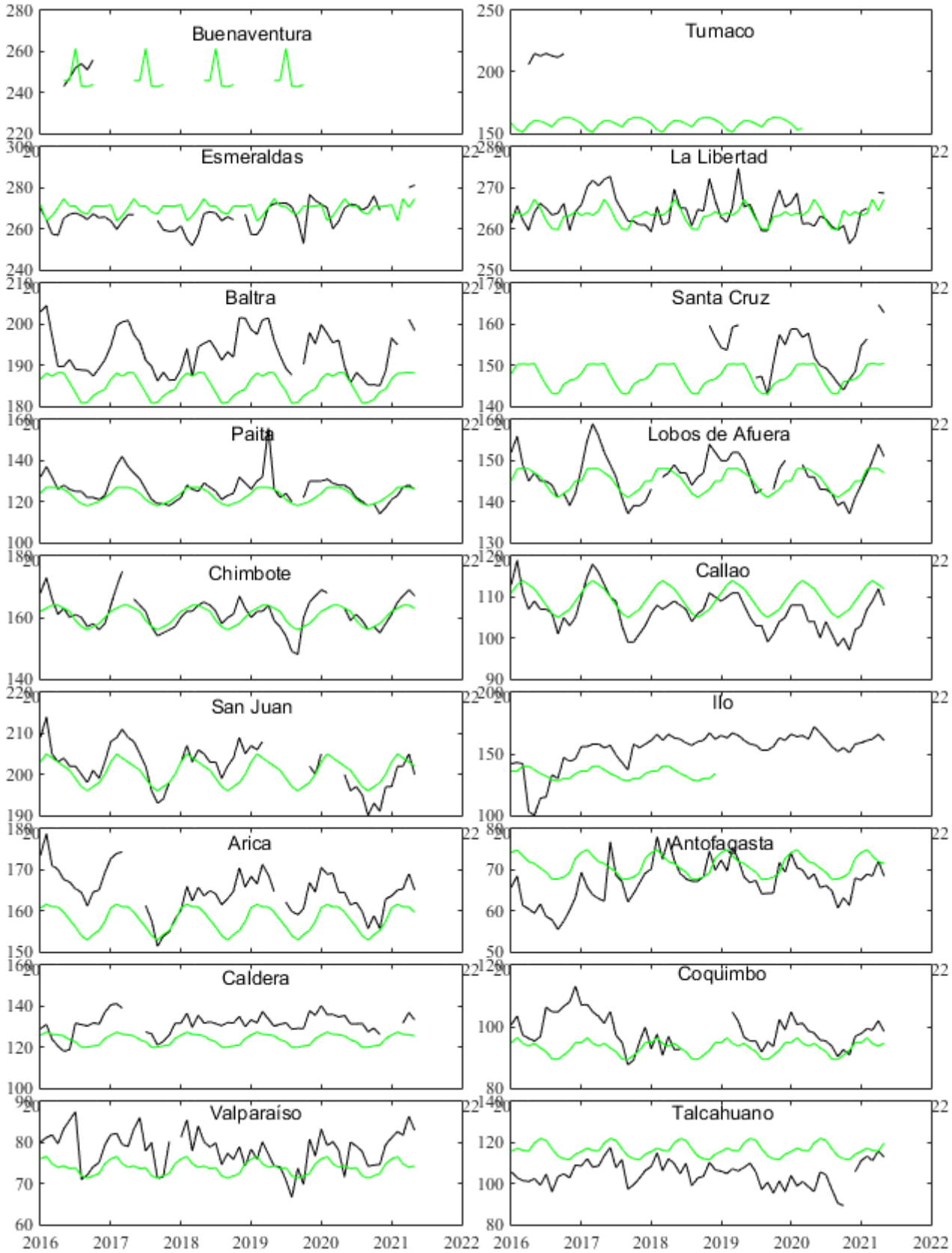


Fig. 4. Medias mensuales de NMM (cm) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN.

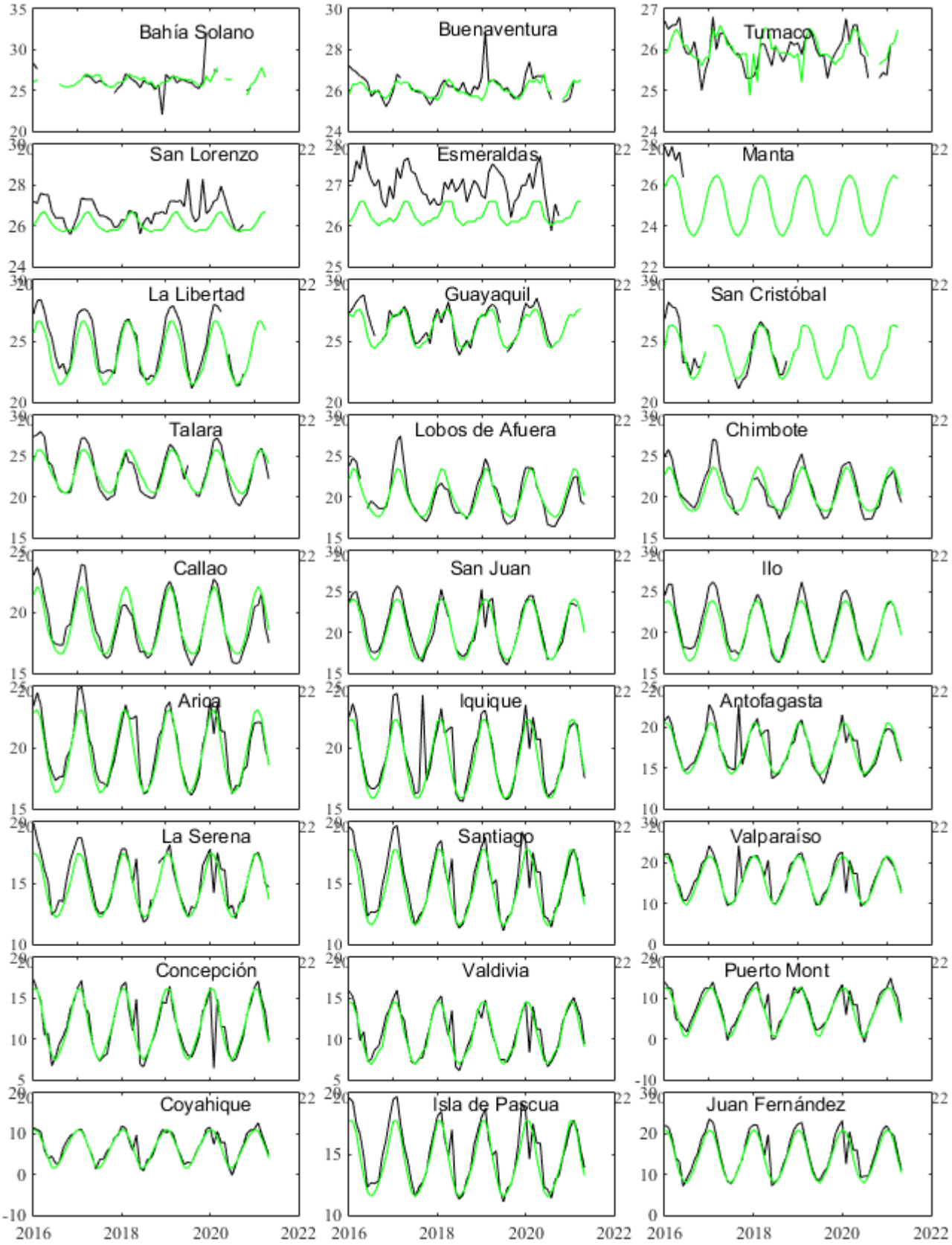


Fig. 5. Medias mensuales de TSA (°C) en localidades de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN).

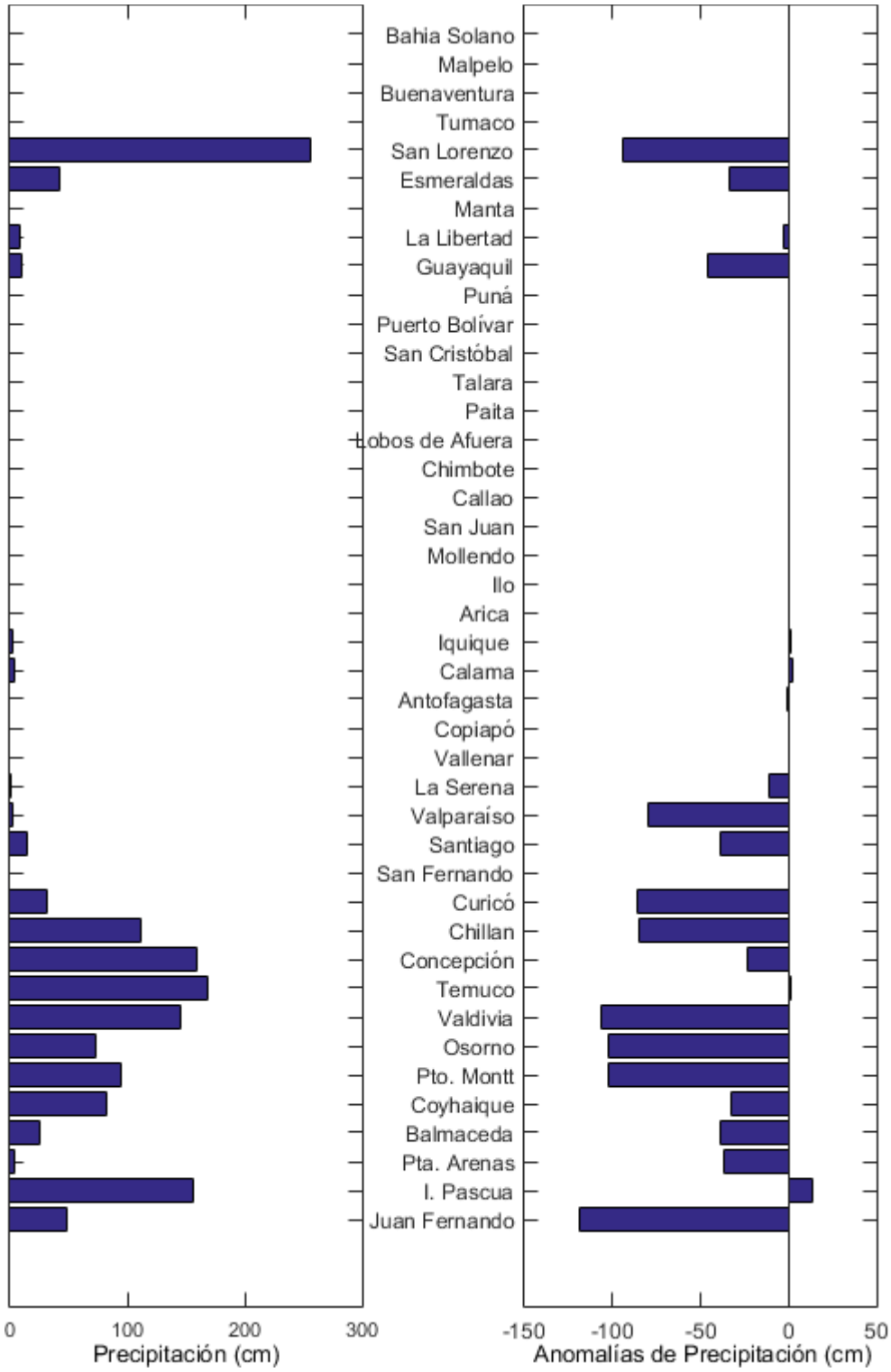


Fig. 6 Precipitación y anomalías de la precipitación en ciudades de los países que conforman el Comité ERFEN-regional.

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	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	shoa@shoa.cl
DMC - Dirección de Meteorología (Chile).	metapli@meteochile.cl

Cite este boletín como: Comité Regional ERFEN, 2021. BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 368. 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:	Oceanógrafa Leonor Vera San Martín

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 Pablo Córdova Montecinos
	Investigador Oceanógrafo Mario Cáceres Soto
DMC:	Investigador Meteorológico Catalina Cortés
	Investigador Meteorológico José Vicencio
	Investigador Meteorológico Diego Campos

EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Leonor Vera San Martín
Instituto Oceanográfico de la Armada - ECUADOR

COORDINACIÓN EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Méntor Villagómez
Secretario General de la CPPS
Marcelo Nilo Gatica
Director de Asuntos Científicos de la CPPS

ISBN: 978-9978-9985-1-9

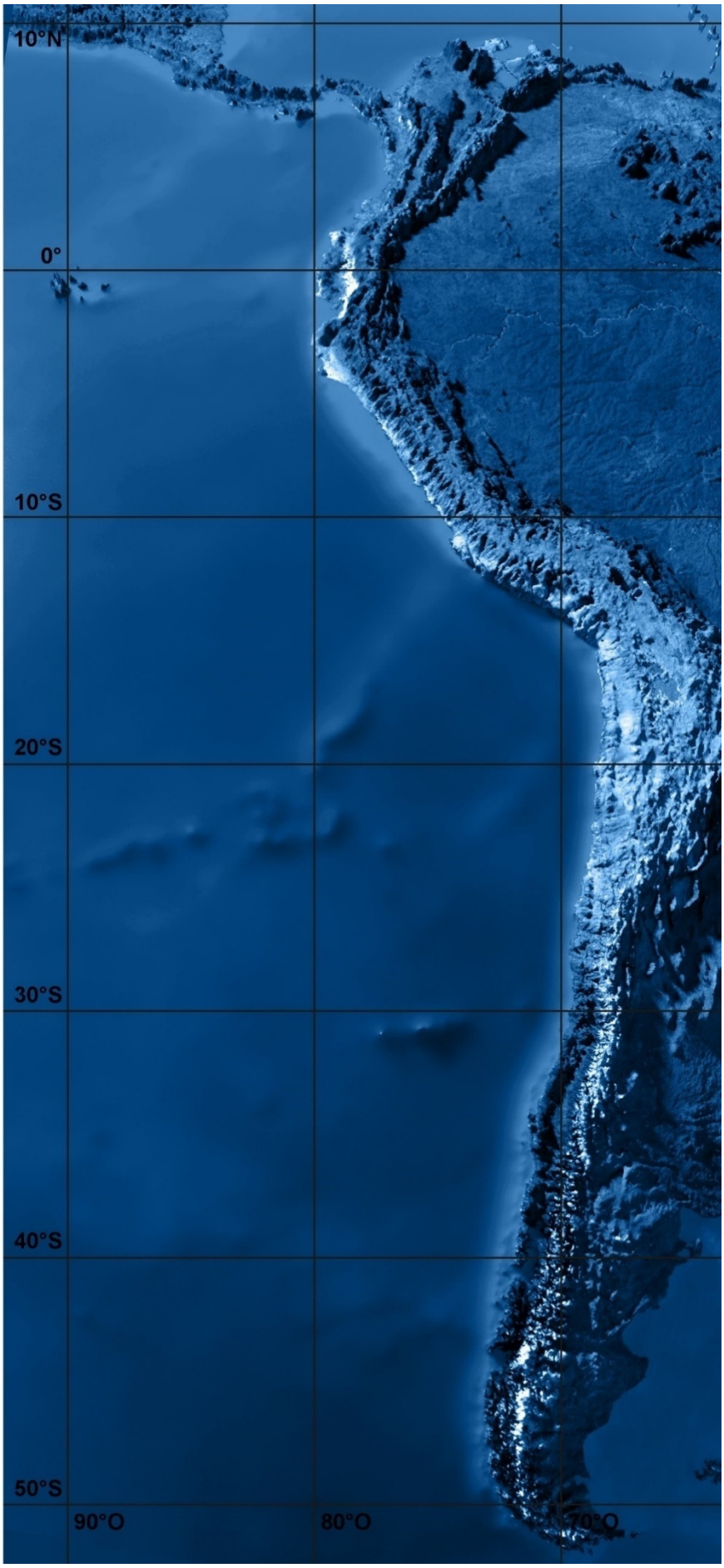
Editado en: INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DEL ECUADOR
Av. 25 de julio., Base Naval Sur. Guayaquil, Ecuador.
Teléfono: (593)-42481300,
Fax: (593)4-2485166
Casilla: 5940e

30 AÑOS

Boletín de Alerta Climático

BAC 369

JUNIO 2021



ERFEN

Comité Interinstitucional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño

CPPS
Comisión Permanente del Pacífico Sur

IDEAM-DIMAR/CCCP
Colombia

INOCAR
Ecuador

DIHIDRONAV
Perú

SHOA-DMC
Chile

RESUMEN

La temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial mantuvo condiciones cerca de lo normal. Los indicadores, Índice Niño Oceánico (ONI en inglés), el Índice de Oscilación del Sur el IOS ecuatorial y los índices zonales estandarizados de vientos Alisios en el Pacífico ecuatorial (IZVA) están en condiciones neutrales. En la capa subsuperficial la isoterma de 20 °C alcanzó niveles cercanos a sus valores normales, relacionado con una onda Kelvin de afloramiento, generada en el Pacífico ecuatorial, cuyo arribo se espera en julio de 2021.

Cerca de la costa, desde Colombia hasta Perú, se observaron anomalías positivas de temperatura superficial del mar. En el mar de Perú se evidenció un calentamiento anómalo con alcance en la zona norte y centro, hasta cerca de 80 m de profundidad. Esta característica se asocia al paso de la onda Kelvin cálida que arribó en junio.

Se observó déficit de precipitación en la mayoría de estaciones del norte de la costa de Ecuador y en Chile, en las estaciones del centro y sur del litoral ecuatoriano y en Perú, las lluvias estuvieron casi ausentes, acorde a la época. En Colombia la estación de Tumaco, fue la única con superávit de precipitación.

Desde Colombia hasta el norte de Chile predominaron anomalías negativas de TSA de máximo 1 °C; mientras que en el centro y sur se percibieron las anomalías positivas.

Los modelos y perspectivas climáticas muestran condiciones normales en los siguientes meses.

I. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ATMOSFÉRICAS REGIONALES

En la cuenca del Pacífico Tropical (CPS) predominaron vientos del sureste, la magnitud máxima promedio fue de 8 m/s, concentrados en el centro-este. Por otro lado, los mínimos valores de viento (< 2 m/s) se observaron en la franja latitudinal alrededor de 30°S. En el Pacífico Suroriental la dirección es sureste o suroeste, dependiendo de la configuración de la costa y la magnitud es cercana a lo normal, Fig. 1.

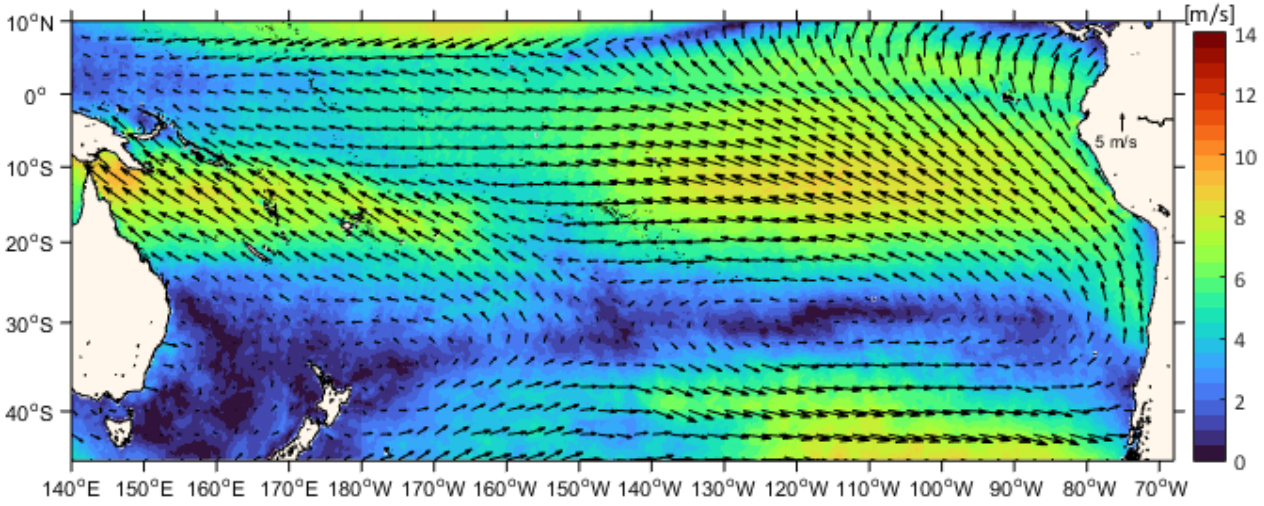


Fig. 1. Distribución de vientos superficiales. Fuente: ASCAT, satelital.

La distribución de Temperatura Superficial del Mar (TSM) fue similar al mes anterior, aumenta de sur a norte, el mínimo valor (16 °C) se localiza al sur de los 35°S y el máximo (28 °C) al noreste de Australia y al norte de los 5°N. En la región ecuatorial oriental, frente al continente se observó la mayor variabilidad temporal y espacial. La lengua de agua fría, ubicada alrededor de 2°S y representada por la isoterma de 24 °C se extendió hasta 95°O debido a la intensificación de los vientos en esta época, Fig. 2. En general las anomalías de la TSM fueron positivas al este de Australia y en la región oriental de la franja ecuatorial y negativas hasta las 300 millas frente a la costa de Perú.

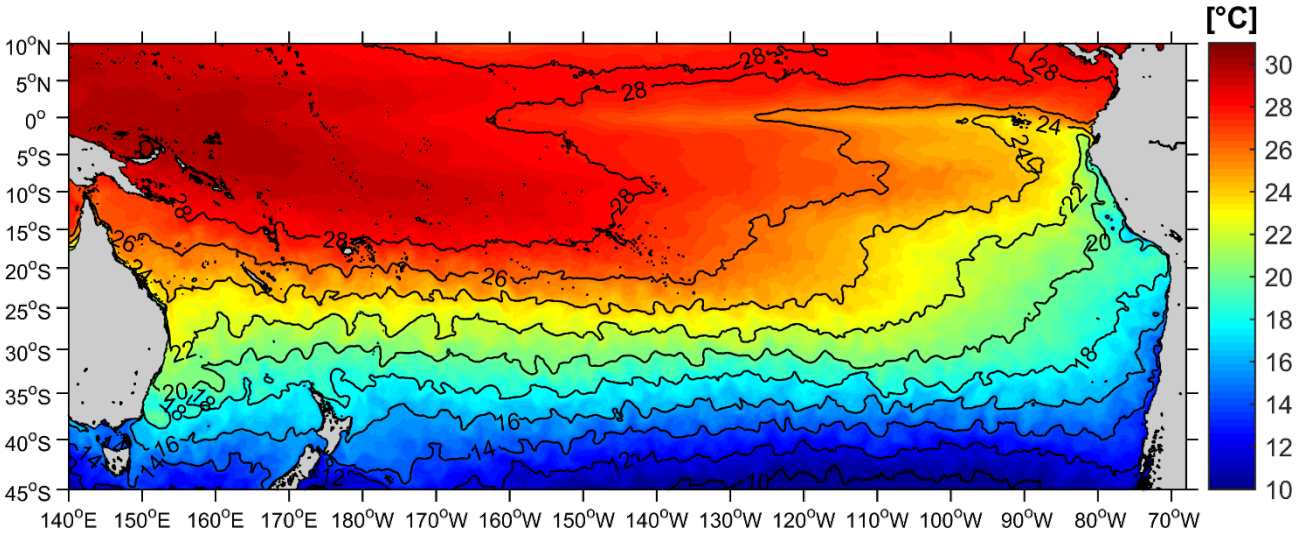


Fig. 2. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar. Fuente: CMEMS, producto OSTIA.

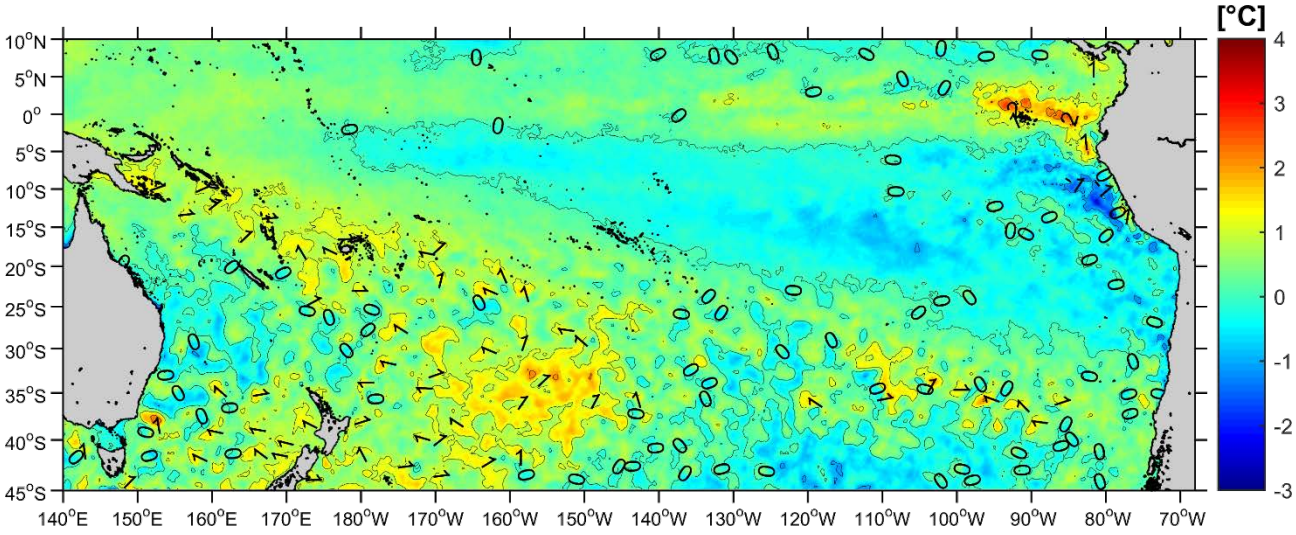


Fig. 3. Anomalía de TSM en la cuenca del Pacífico. Fuente: CMEMS, producto OSTIA

El núcleo de máxima salinidad (120°O y 20°S), con valores superiores a 37 ups, denota la presencia del Agua Tropical Subsuperficial (ATSS). En la zona norte y sur del CPS, la salinidad disminuyó en relación al mes anterior, siendo mínima (< 33 ups) al norte de la costa de Ecuador, y frente a la de Colombia, Fig. 4

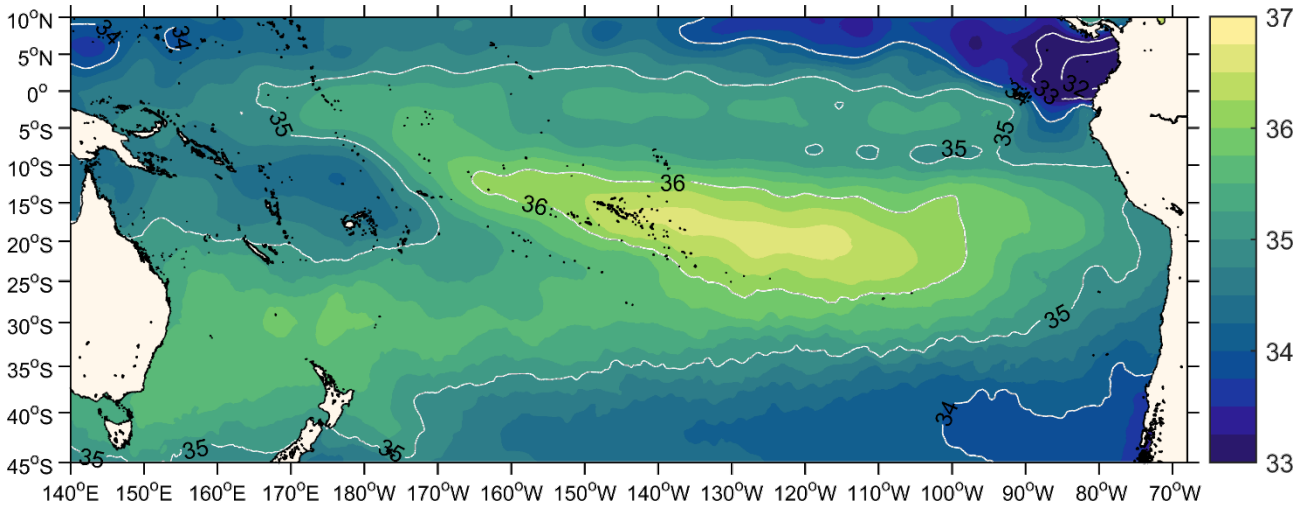


Fig. 4. Mapa de la Salinidad superficial del NM en la cuenca del Pacífico Sur. Fuente: datos: CMEMS. Gráfico: INOCAR

El nivel del mar en la CPS mantiene anomalías positivas, hasta 30 cm al este de Australia. En la franja ecuatorial, al este de 130°O, aumentó la anomalía positiva de 10 a 20 cm, Fig. 5.

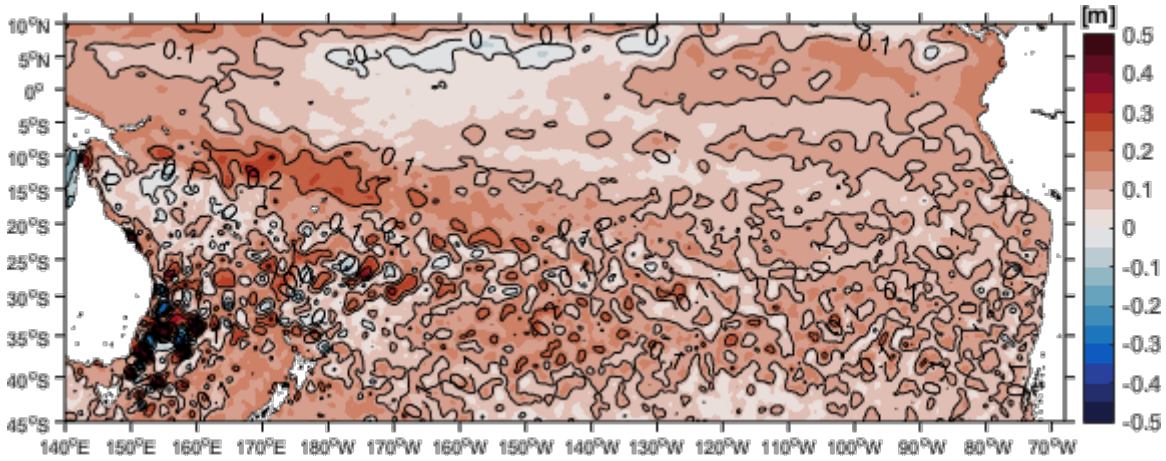


Fig. 5. Mapa superficial de las anomalías del NM en la CPS. Fuente: datos: AVISO

A nivel sub-superficial, la isoterma de 20 °C se ubicó en posiciones normales, después de haberse profundizado por el efecto de la propagación de una onda Kelvin cálida en el mes de mayo. Este cambio se asocia a la propagación de una onda Kelvin fría, que se habría generado en la región occidental en el mes anterior por efecto del esfuerzo del viento zonal de mayo. Durante junio los vientos zonales se ubicaron cerca de su valor normal (Fig. 6)

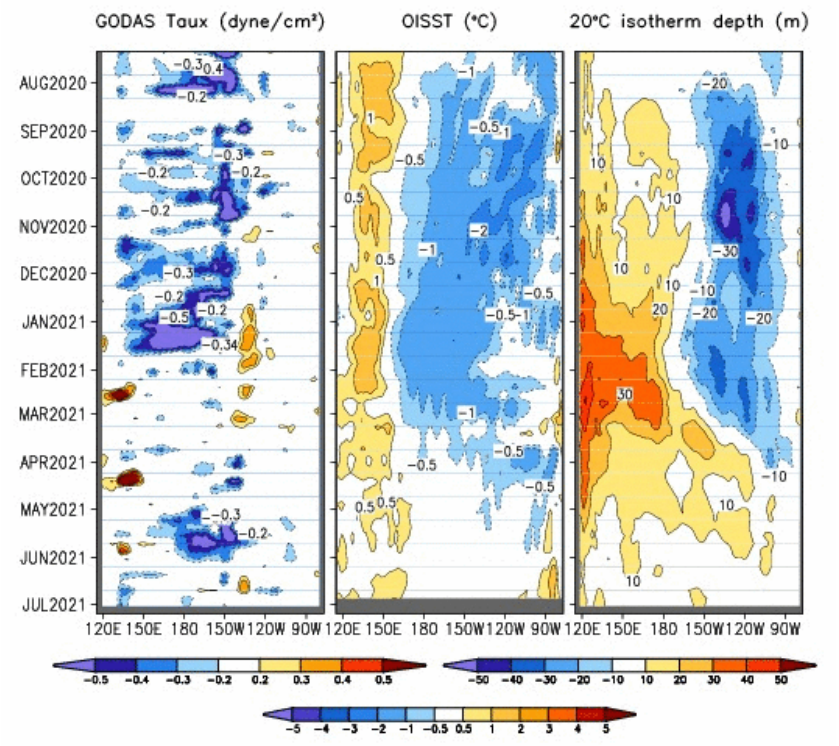


Fig. 6. Diagrama de Hovmöller del a) esfuerzo del viento, b) anomalía de la TSM del Pacífico ecuatorial (02°N-02°S) y c) anomalía de la profundidad de las isoterma de 20°C entre agosto y junio de 2021. Fuente: CMEMS V3.0. climatología del 1981-2009, GODAS. NCEP.CPS.NOAA y OISST.NOAA.

En las cuatro regiones Niño las anomalías de TSM (datos mensuales OISST.v2) estuvieron cercanas a la condición neutral. Los valores en Niño 4, Niño 3.4, Niño 3 Niño 1+2 fueron de -0.11 °C, -0.22 °C, -0.18 °C y 0.12 °C respectivamente. En relación al mes anterior, las anomalías fueron menores en magnitud en casi todas las regiones, solo en la región Niño 1+ 2 varió de negativa a positiva. Fig. 6.

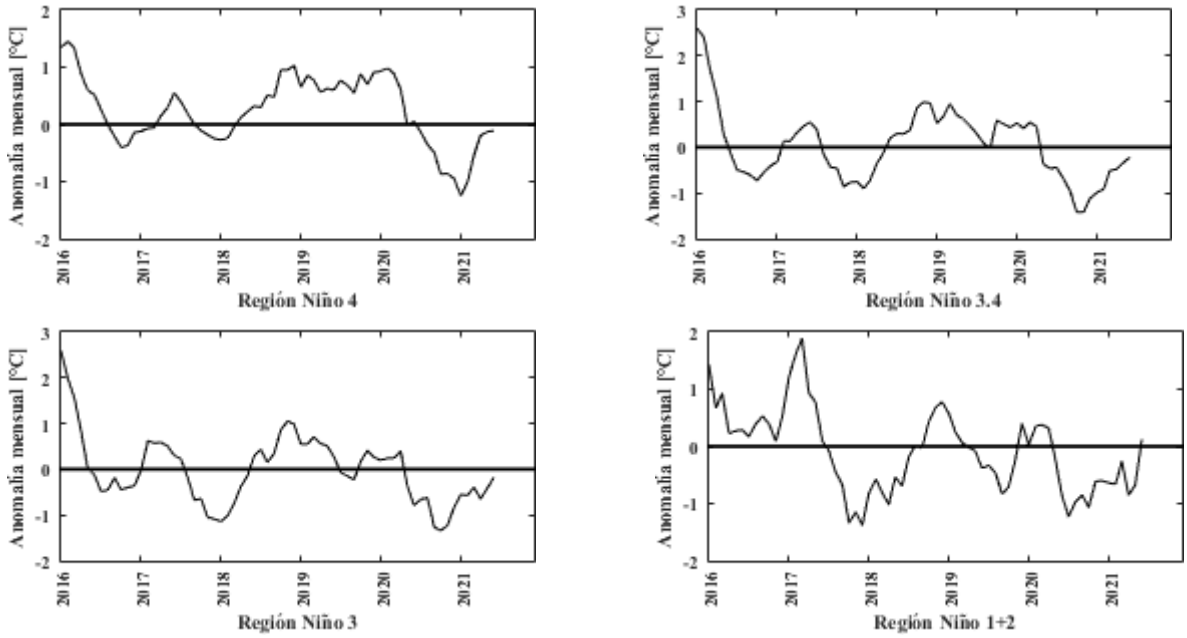


Fig. 7. Anomalías de TSM en las regiones Niño. Fuente: Información OISST v.2

El índice oceánico ONI (-0.5 °C) en el trimestre abril-mayo-junio se mantuvo negativo pero posicionado en el rango de condiciones neutras. Asimismo, los índices SOI y SOI-ec (0.4 y 0.5), disminuyeron aproximándose al rango normal, Fig. 8.

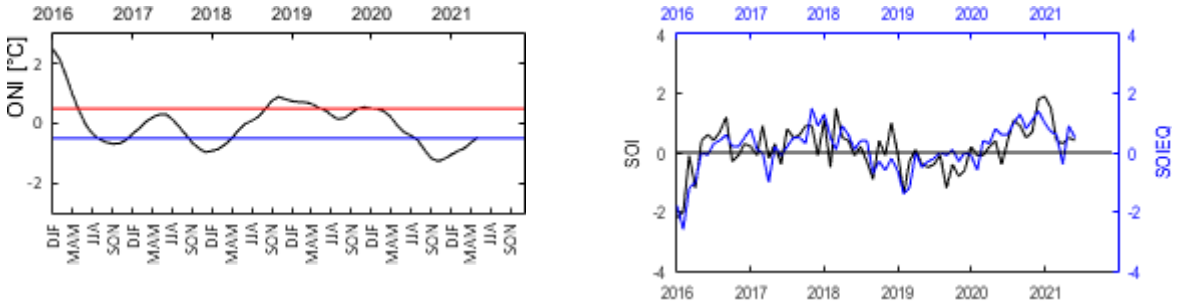


Fig.8. Índices de seguimiento de ENOS. Índice ONI (izquierda). SOI tradicional, línea negra y SOI ecuatorial, línea azul (derecha). Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) del Pacífico ecuatorial (175 - 120°O), se mantuvieron entre neutrales y positivos, pero de menor magnitud al mes anterior. Fig. 9.

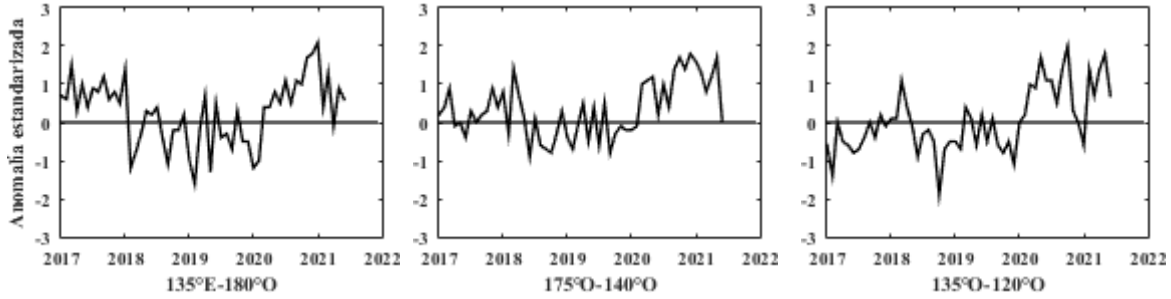
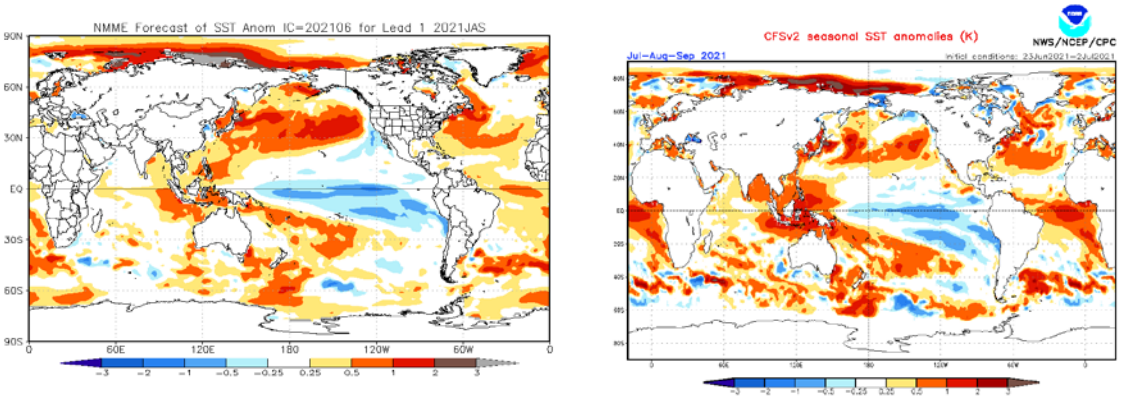
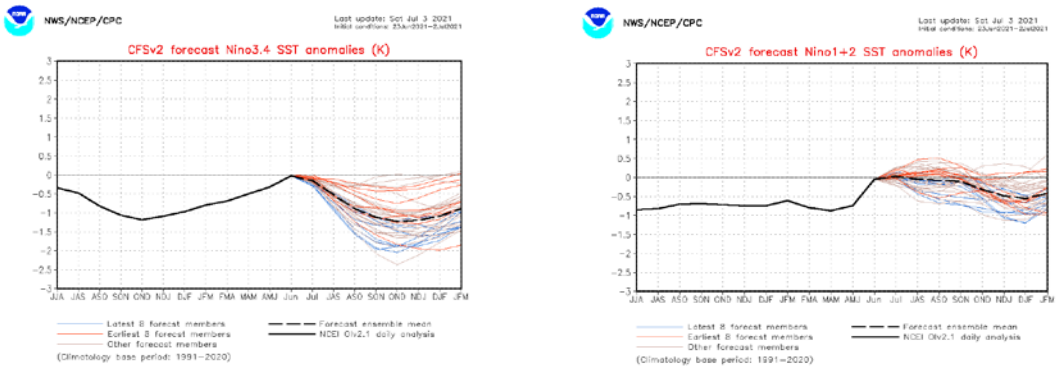


Fig. 9. Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios. Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

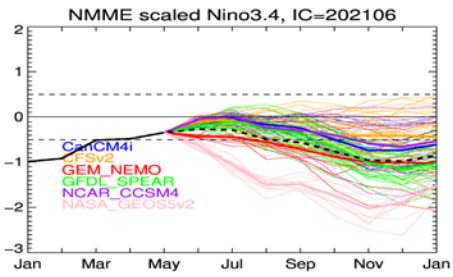
Los modelos de diferentes agencias internacionales (modelo de sistema de pronóstico acoplado NCEP versión 2 (CFSv2), The North American Multi-Model Ensemble (NMME)), en promedio muestran para julio, agosto y setiembre en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) condiciones frías; mientras que, en la región oriental (Niño 1+2) condiciones neutras (Fig. 10)



a) b)



c) d)



e)

Fig. 10. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el trimestre julio, agosto y setiembre de 2021 a) mapa de CFSv2, b) mapa NMME. c) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 3.4, d) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 1+2, e) plumas de modelo del NMME de la región Niño 3.4.

El consenso de los pronosticadores emitida el 10 de junio del 2021 por el Climate Prediction Center / International Research Institute for Climate and Society (CPC/IRI), indica una continuidad de la fase neutral durante el verano boreal con casi un 79 % de probabilidad para junio-agosto, disminuyendo al 57 % para el periodo comprendido entre agosto-octubre. Conforme se aproxima el invierno, se presenta una probabilidad del 50 % de la reaparición de un evento La Niña (Figura 11).

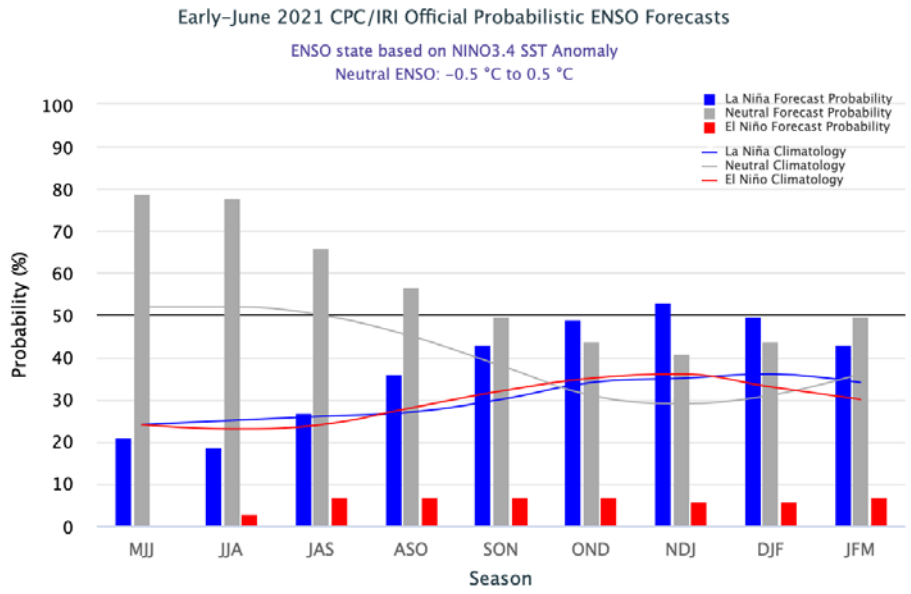


Fig. 11. Pronósticos probabilísticos de las condiciones ENOS actualizados el 10 de junio del 2021. Fuente: Research Institute for Climate and Society (IRI).

II. CONDICIONES NACIONALES

A. COLOMBIA

Vientos débiles (< 3 m/s) se ubicaron en la costa oeste de centro América y al norte de la Cuenca Pacífica Colombiana (CPC). Los dos últimos trimestres del año se caracterizan por un leve aumento en la intensidad de los Alisios del Suroeste y del chorro del viento del Chocó, que alcanzan sus máximos en octubre sobre la zona centro y sur de la CPC con velocidades del viento en superficie de hasta 6 m/s.

La dinámica de la TSM para junio 2021 fue similar a la del mes anterior, donde se evidenció la persistencia de temperaturas cálidas alrededor de los 28 °C con anomalías positivas de 0.5 °C. (Figs. 12a y 13a). En el tercer trimestre del año la temperatura promedio en la CPC presenta condiciones homogéneas para la zona centro y norte, donde exhibe una estabilización de su calidez alrededor de los 27 °C y 28 °C; comportamiento que contrasta con los valores bajos de la zona sur, que oscilan alrededor de los 26 °C, los cuales se atribuyen al ascenso de aguas impulsadas por la corriente fría del Perú sobre la parte oceánica de la Cuenca. El ingreso de aguas con temperaturas más elevadas se da desde el occidente de la CPC gracias a la Contracorriente Ecuatorial Sur, fortalecida en el tercer trimestre por el chorro de viento del Chocó; comportamiento que a su vez favorece el incremento de los valores del nivel del mar alcanzando hasta 40 cm de altura con anomalías de aproximadamente 2 cm (Figs. 12b y 13b).

El marcado frente de salinidad superficial que se ubica paralelo a la costa en la CPC, persiste en el tiempo por el aporte continuo de agua dulce proveniente de las vertientes de los ríos, las cuales al encontrarse con las aguas oceánicas de mayor salinidad, generan un proceso de mezcla paralelo a la zona costera. La distribución de la salinidad registra una disminución hasta los 30 UPS durante este mes y anomalías de -2 UPS, lo cual está asociado al aumento de la pluviosidad y su posterior proceso de escorrentía (Figs. 12c y 13c).

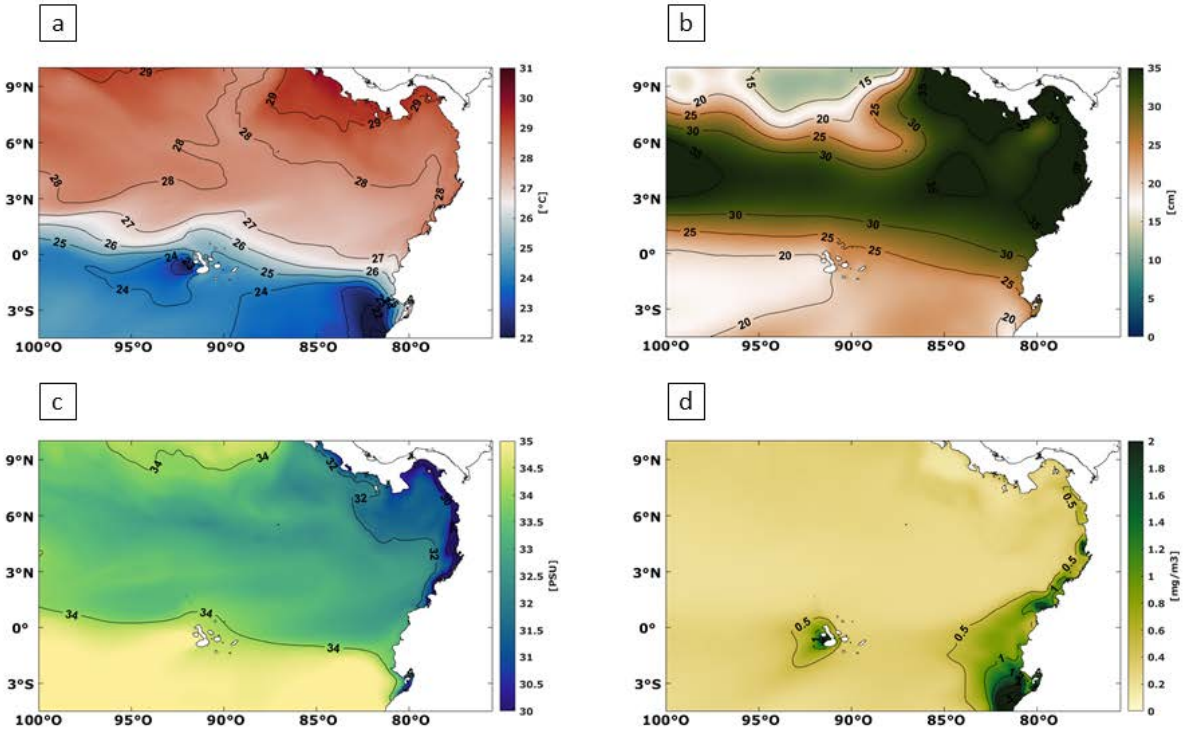


Fig. 12. Distribuciones espaciales mensuales de a) TSM en °C, b) Nivel del mar en m, c) Salinidad en PSU y d) Clorofila-a en mg/m3. Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.

Las anomalías de la clorofila-a en la CPC se centraron en su totalidad sobre la neutralidad (Fig. 13d). Los mayores valores en el dominio regional se evidenciaron cerca de las costas de Ecuador, con valores de hasta 3 mg/m3 y anomalías positivas de 2 mg/m3, sector que coincidió con las más bajas temperaturas superficiales del mar (22 °C – 26 °C) y las más altas salinidades (34 UPS).

De manera general, en la CPC para el mes de junio, las variables oceanográficas analizadas evidenciaron valores por encima del promedio para la TSM y el nivel del mar de 0.5 °C y 2 cm respectivamente; mientras que para la salinidad y la clorofila-a se presentaron anomalías negativas de -2 UPS y valores neutrales respectivamente (Fig. 13).

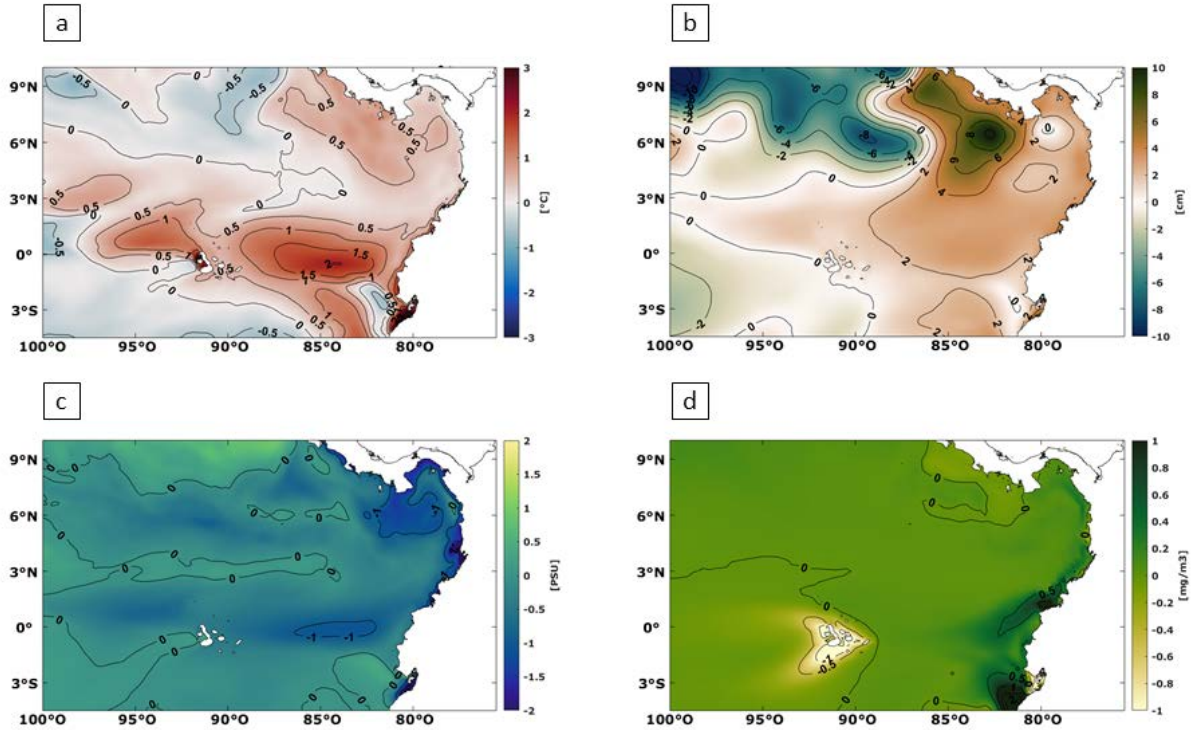


Fig. 13. Distribuciones espaciales mensuales de las anomalías para a) ATSM en °C, b) Nivel del mar en m, c) Salinidad en PSU y d) Clorofila-a en mg/m3. Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.

El monitoreo de las condiciones locales es realizado quincenalmente en la estación costera fija, ubicada en la ensenada de Tumaco (02°00'00"N - 78°48'00"W), en área jurisdiccional del Pacífico colombiano. Fig. 14.

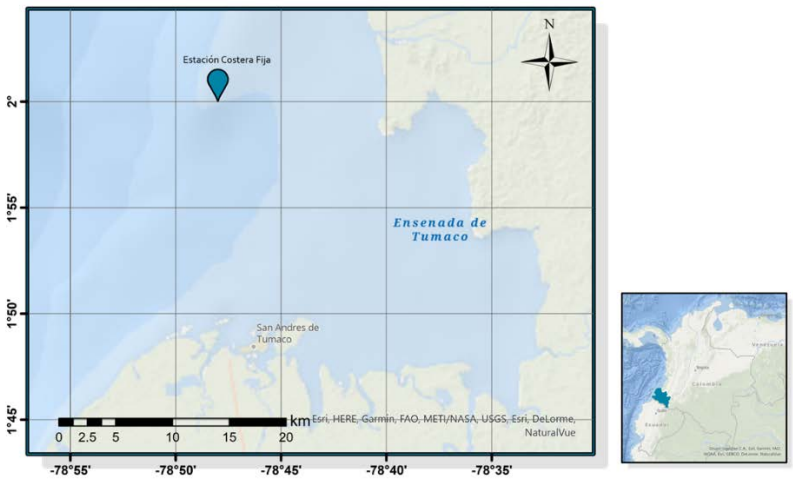


Figura 14. Localización de la estación costera fija de Tumaco. Fuente: CCCP.

Los datos registrados *in* situ en la estación costera fija de Tumaco en junio 2021, indican que el promedio de TSM fue 27.60 °C, con anomalía positiva cercana a la neutralidad (0.03 °C). En el registro realizado el 16 (línea azul, Fig. 15b), la temperatura osciló entre 17.12 °C y 27.78 °C, con una termoclina posicionada entre 40 y 50 m aproximadamente. Por otra parte, los datos del 29, (línea roja, Fig. 15b), muestran valores entre 17.21 °C y 27.62 °C, con una termoclina levemente profundizada entre 45 m y 55 m aproximadamente. Contrastando con mayo 2021, la termoclina se mantuvo en la misma profundidad.

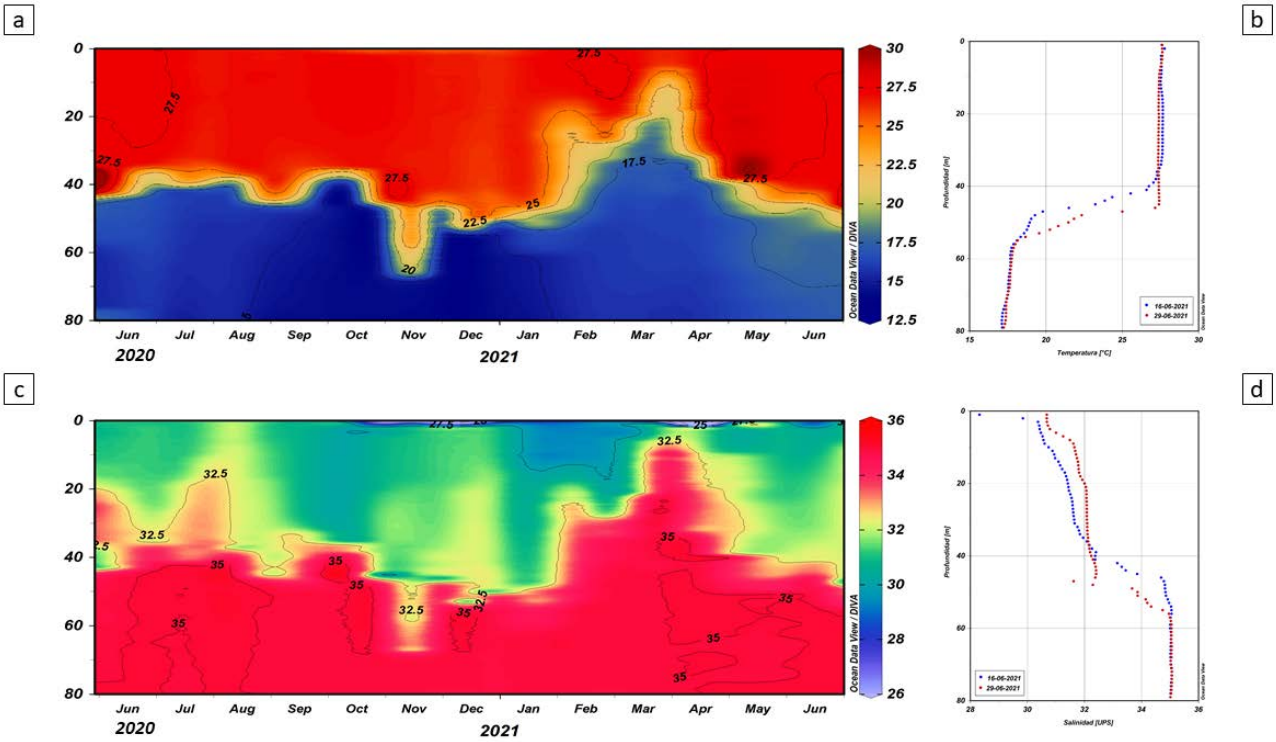


Figura 15. a) Serie temporal de la temperatura subsuperficial, b) Perfiles de temperatura, c) Serie temporal de la salinidad subsuperficial y d) Perfiles de salinidad. Fuente: CCCP.

El promedio de Salinidad Superficial del Mar (SSM) fue de 29.50 UPS, con anomalía negativa de -1.81 UPS y salinidad entre 28.32 UPS y 35.06 UPS en el primer monitoreo (línea azul, Fig. 15d), y entre 30.68 UPS y 35.07 UPS en el segundo (línea roja, Fig. 15d). Se presentó un comportamiento concordante entre temperatura y salinidad, evidenciándose una disminución de la salinidad con la presencia de aguas superficiales más cálidas.

El comportamiento evidenciado en la estación costera fija de Tumaco respondió a la dinámica global y regional analizada anteriormente, donde la presencia de anomalías positivas en la CPC se vieron reflejadas en un aumento de la TSM y una disminución de la salinidad registrada en el monitoreo in situ.

El Índice Multivariado de Tumaco (IMT) presentó un valor de -0.31 con categoría “F1”, indicando fase fría neutra para esta zona del país (Figura 16). Con respecto al mes anterior (mayo 2021), se observa la continuidad de condiciones neutrales, lo que coincide con la finalización del evento La Niña.

En relación a los parámetros meteorológicos, en los principales puertos del Pacífico Colombiano, durante el periodo comprendido entre el 01 y el 30 de junio del 2021, las condiciones meteorológicas de los principales puertos del Pacífico Colombiano se describen a continuación

En Bahía Solano el promedio mensual de la temperatura ambiente (TA) fue 26.6 °C, con un máximo de 30.5 °C y un mínimo de 23.0 °C y una anomalía negativa de -0.6 °C. El promedio de la Humedad Relativa (HR) fue de 95.2 %, con un máximo de 100 % y un mínimo de 70 %; con anomalía negativa de -0.1 %.

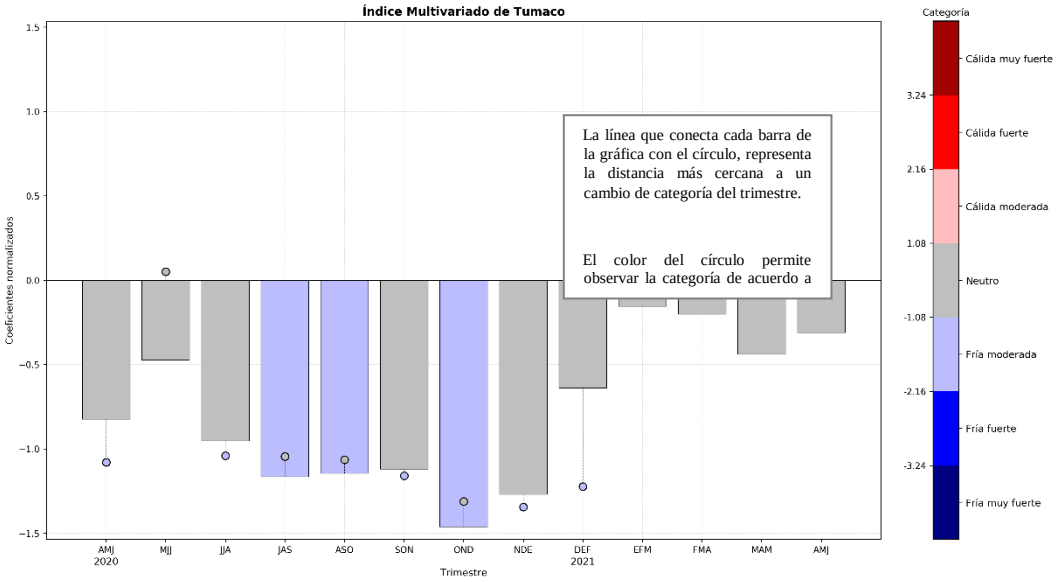


Fig. 11. Comportamiento del Índice Multivariado de Tumaco (IMT). Fuente: CCCP.

En Buenaventura la TA presentó un promedio mensual de 25.8 °C, con un máximo registrado de 31.6 °C y un mínimo de 23.4 °C; se evidenció una anomalía negativa -0.4 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 91 %, con un máximo de 100 % y un mínimo de 63 %; se presentó una anomalía negativa de -0.95 %. El total de Precipitación fue de 486.3 mm, con una anomalía negativa de -382.3 mm.

En Tumaco el promedio mensual la TA fue de 25.7 °C, con un máximo de 28.5 °C, un mínimo de 23.3 °C y una anomalía negativa de -0.5 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 96.3 %, con un máximo de 100 % y un mínimo de 76 %; se presentó una anomalía positiva de 5.3 %. El total de Precipitación fue de 365.6 mm, con una anomalía positiva de 78.1 mm.

En junio, la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) presentó alta actividad, entre 8°N y 11.5°N en la zona marítima del Pacifico colombiano y en el Atlántico, entre 0°N a 5°N. La actividad de las Ondas Tropicales (también llamadas Ondas del Este) han influenciado en el comportamiento de la precipitación en el territorio nacional, donde transitaron 13 ondas tropicales en el mes, alrededor de 4°N y con una amplitud 15° a 20°.

Junio presenta condiciones neutrales de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), tanto a nivel oceánico como atmosférico. Sin embargo, no hay coincidencia entre los indicadores atmosférico y oceánico: el Índice ONI llegó al límite de neutralidad, mientras que el Índice Multivariado de El Niño, se hizo más negativo.

En lo que respecta a la variabilidad intraestacional, la oscilación Madden y Julian (OMJ) tuvo una influencia leve en su fase convectiva (8 al 12 de junio) en excedencias de la precipitación en el acumulado mensual.

El seguimiento realizado por el IDEAM muestra precipitaciones por encima de la normal climática[1], en: áreas del norte de Córdoba, litoral de Bolívar, Atlántico, Sierra Nevada, sur de Guajira y norte de Cesar, en la región Caribe; la junior parte de la región Andina, con excepción del norte de Antioquia, el centro y oriente de Santander; centro Chocó, Valle, Cauca y Nariño, en la región Pacífica; occidente de Meta, en la Orinoquia; occidente de Caquetá, suroccidente de Putumayo y sur de Amazonas, en la Amazonia. Las lluvias deficitarias se presentaron en: oriente de Córdoba, Sucre, Centro de Bolívar, centro y norte de Guajira, en la región Caribe, centro de Santander, en la región Andina; centro de Chocó, en la región Pacífica; Vaupés y Guainía, en la Amazonia.

[1] Índice de precipitación junior a 160%.

Los valores de precipitaciones más altos en el mes se presentaron en: la estación Istmina, municipio de Istmina (Chocó) en el día 18 de junio, con 255,0 mm; la estación Tunebia, municipio de Toledo (Cubará) (Boyacá) el 5 de junio, con 177.7 mm; y la estación Noanamito, municipio de López de Micay (Cauca) el 12 de junio, con 170.0 mm.

Las máximas temperaturas se presentaron en: la estación Guaymaral, en el municipio de Bosconia (Cesar), el día 30 de junio, con un valor 38.8 °C; y la estación Villa Rosa del municipio Valledupar (Cesar), el día 17 de junio, con un valor de 38.4 °C.

Las temperaturas mínimas se presentaron en: la estación Valencia, municipio de San Sebastián (Cauca), el día 23 de junio, con un valor de 1.0 °C; y la estación Berlín, municipio de Toná (Santander), el día 10 de junio con un valor de 1.6 °C.

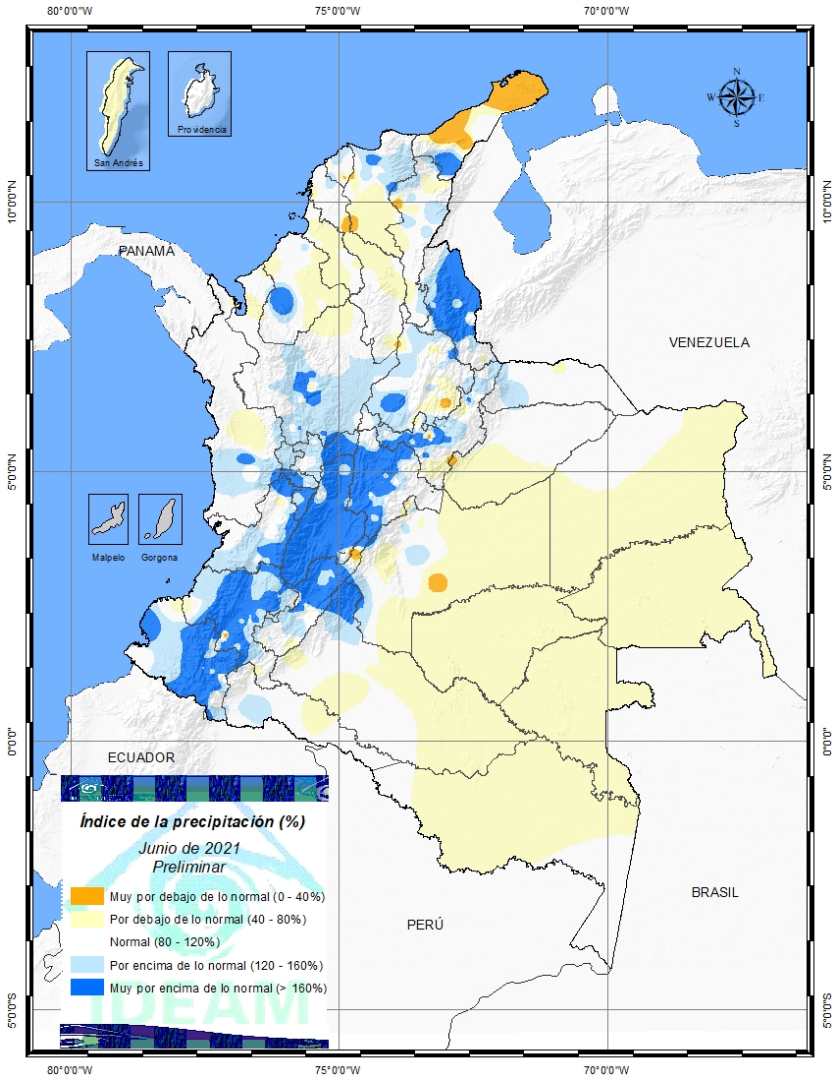


Fig. 17. Anomalía porcentual de la precipitación mes de junio de 2021.

B. ECUADOR

Los vientos fueron de dirección predominante del suroeste, con variación sur al norte de la latitud 0 y sureste en el borde costero continental. Varió entre 0.5 y 0.7 m/ s, siendo ligeramente más intenso al norte y sur del mar ecuatoriano. Se observó un patrón similar a mayo; sin embargo, climatológicamente se esperaba que los vientos alcancen mayor magnitud. Fig. 18.

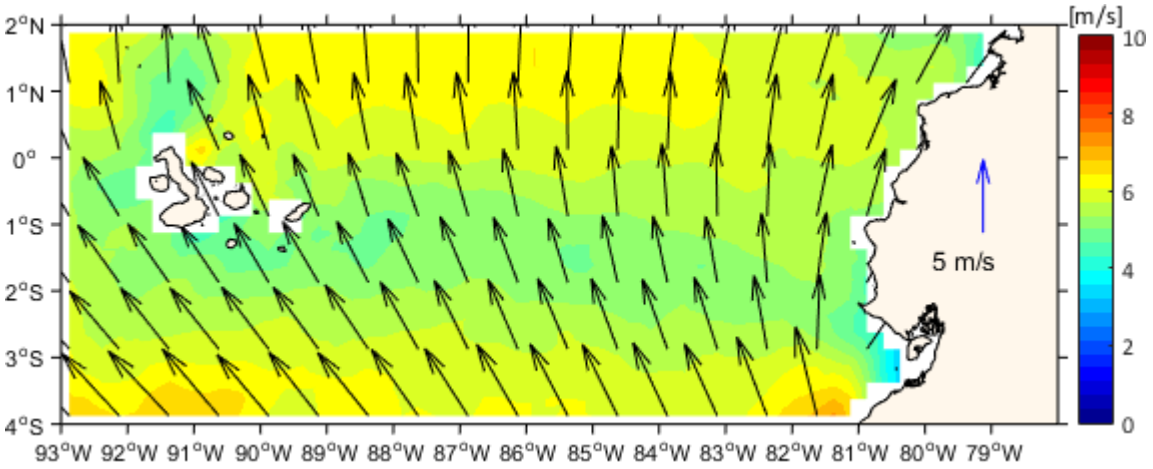


Fig. 18. Patrón de vientos superficiales. Fuente: ASCAT

No se observan precipitaciones en el territorio marítimo, Galápagos y costa continental, las mismas se han concentrado en Sierra y Amazonía ecuatoriana, Fig. 19. Los reportes de estaciones costeras indican déficit de lluvias en la costa norte y ausencia en la costa central y sur, esto último es un comportamiento propio de la estación.

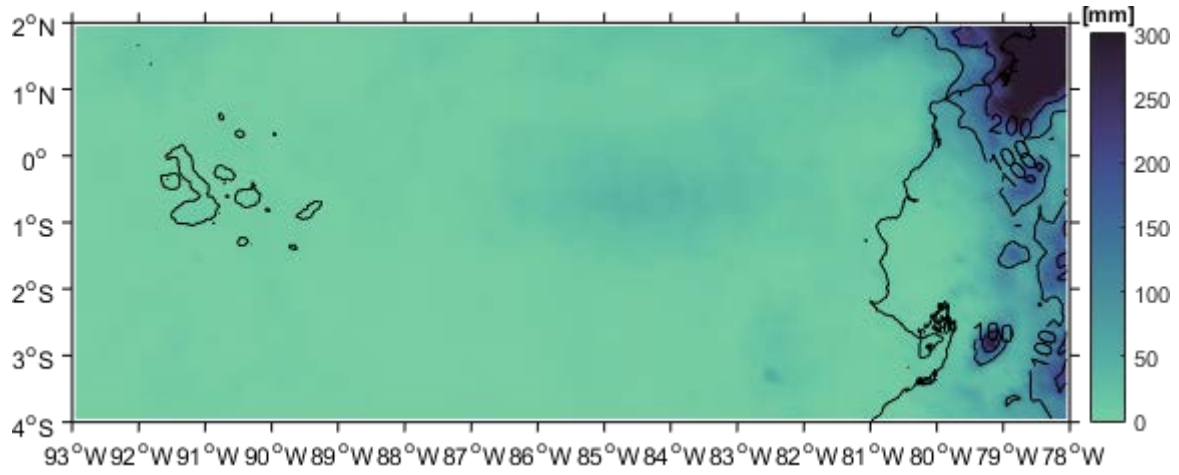


Fig. 19. Acumulado mensual de precipitación. Fuente: ASCAT, satelital.

Se observa en la Figura 20a, el ingreso desde el sur, de agua Superficial Subtropical (ASST) de menor temperatura (22-23°C). En junio, la lengua de agua fría, limitada al norte por la isoterma de 23 °C llegó a 2°S y 86°O. El frente ecuatorial estuvo bien definido, ubicado en promedio, cercano al ecuador geográfico, en posición sureste-noreste y delimitado de sur a norte por las isotermas de 24 y 26 °C, Fig. 20a. A pesar de esta distribución, prevalecieron anomalías positivas de hasta 2 °C, desde 2°S hacia el norte del mar ecuatoriano, lo que se asocia a que los vientos alisios del sureste se mantuvieron similares al mes anterior, sin incrementar en magnitud, lo que favoreció la intrusión de agua Tropical Superficial (ATS) de 26°C hasta 0.5°N, Fig. 20b En la distribución de salinidad superficial se observa con mayor detalle, el ingreso de ATS desde el norte con salinidad menor a 32.5 ups y de ASS desde el sur, representada por valores mayores a 34.5 ups. Fig. 20c

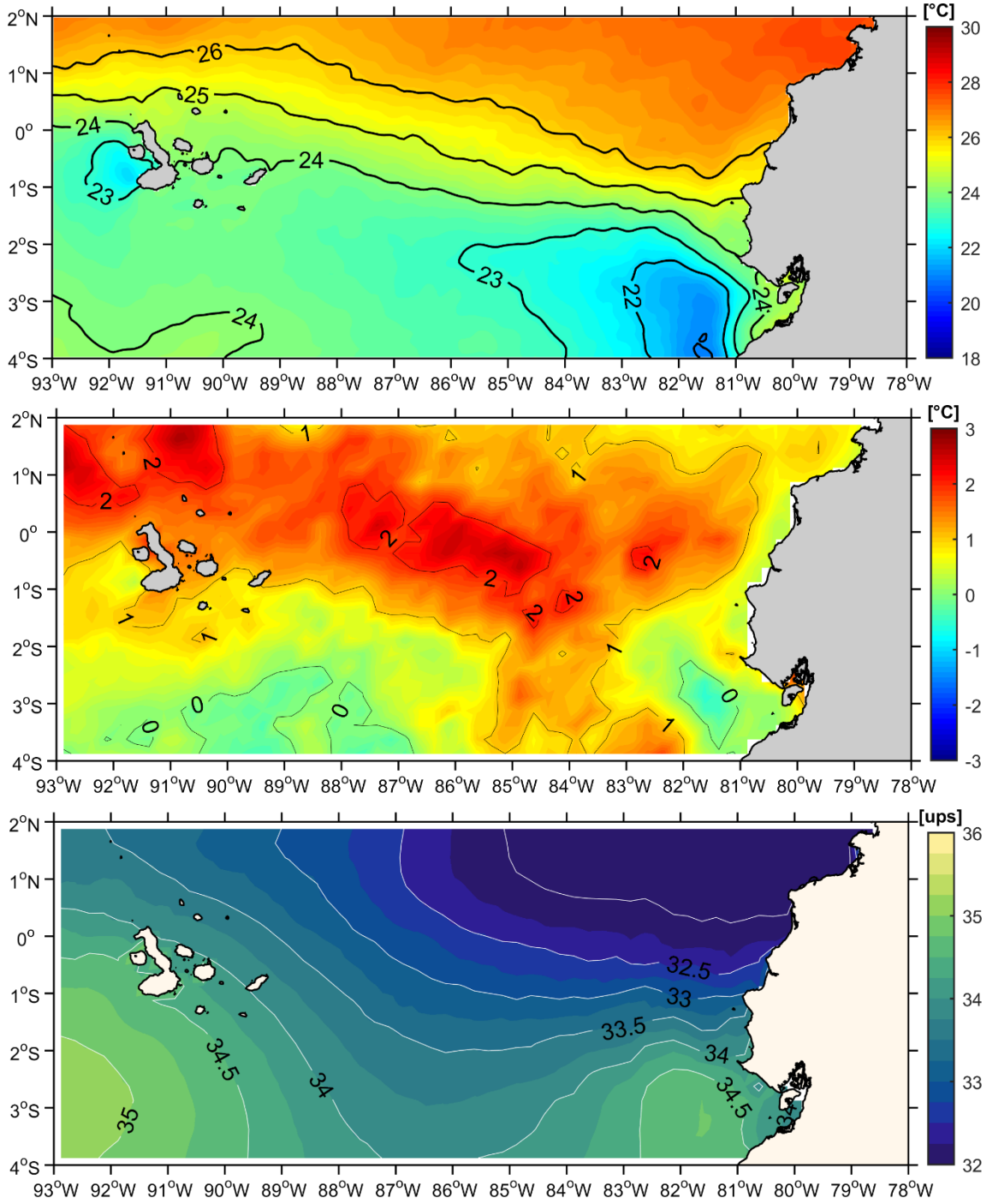


Fig. 20. a) Temperatura Superficial del Mar y (b) Anomalía de la TSM en el mar ecuatoriano y c) Distribución de la salinidad superficial en territorio marítimo ecuatoriano. Fuente: Base de datos Copernicus-Ostia.

El análisis vertical de la distribución de temperatura en la sección 82 °Cvertical evidencia en los primeros 40 m, al menos, dos masas de agua bien diferenciadas, al norte del FE (observado alrededor de 1°S), ATS con temperatura entre 26 y 28 °C y salinidad menor a 33 ups y al sur, ASST con temperatura menor a 23 °C y salinidad mayor a 34.5 ups. Entre ambas masas de agua, se identifica al Agua ecuatorial superficial (AES). Con respecto al mes anterior se observó mayor temperatura desde el límite norte del mar ecuatoriano hasta 1.5°S, lo que se relaciona con el ingreso de una onda Kelvin de hundimiento y del comportamiento de los vientos. Figuras 21 a y b.

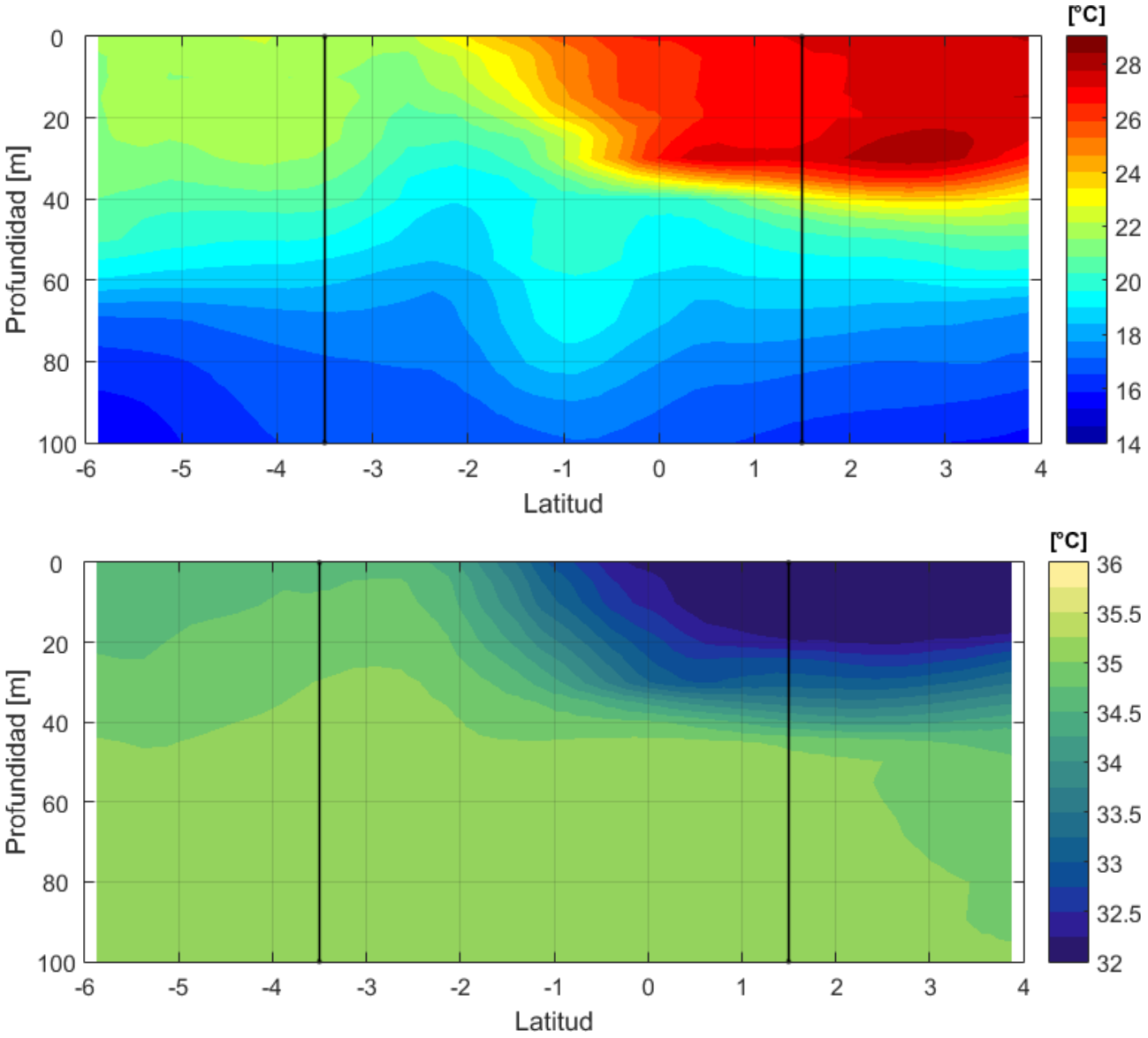


Fig. 21. Sección en profundidad a lo largo del 82°O entre el 4N y 6°S. (a) Temperatura del mar y (b) Salinidad del mar. Fuente: Copernicus Data set armor weekly

La identificación de masas de agua en las estaciones 10 millas costa afuera de Esmeraldas, La Libertad, Manta y Salinas indica que hasta 40 m, en el norte (sector a la derecha de las figuras) predomina el Agua Tropical Superficial predomina con porcentaje entre 40 y 100 %; mientras que en el centro y sur de las de la figuras (0.5°N - 3°S) el Agua Ecuatorial Superficial (AES) con porcentajes superiores a 40 %. A partir de los 40 m hasta 100 m, el Agua Ecuatorial Subsuperficial es la que prevalece.

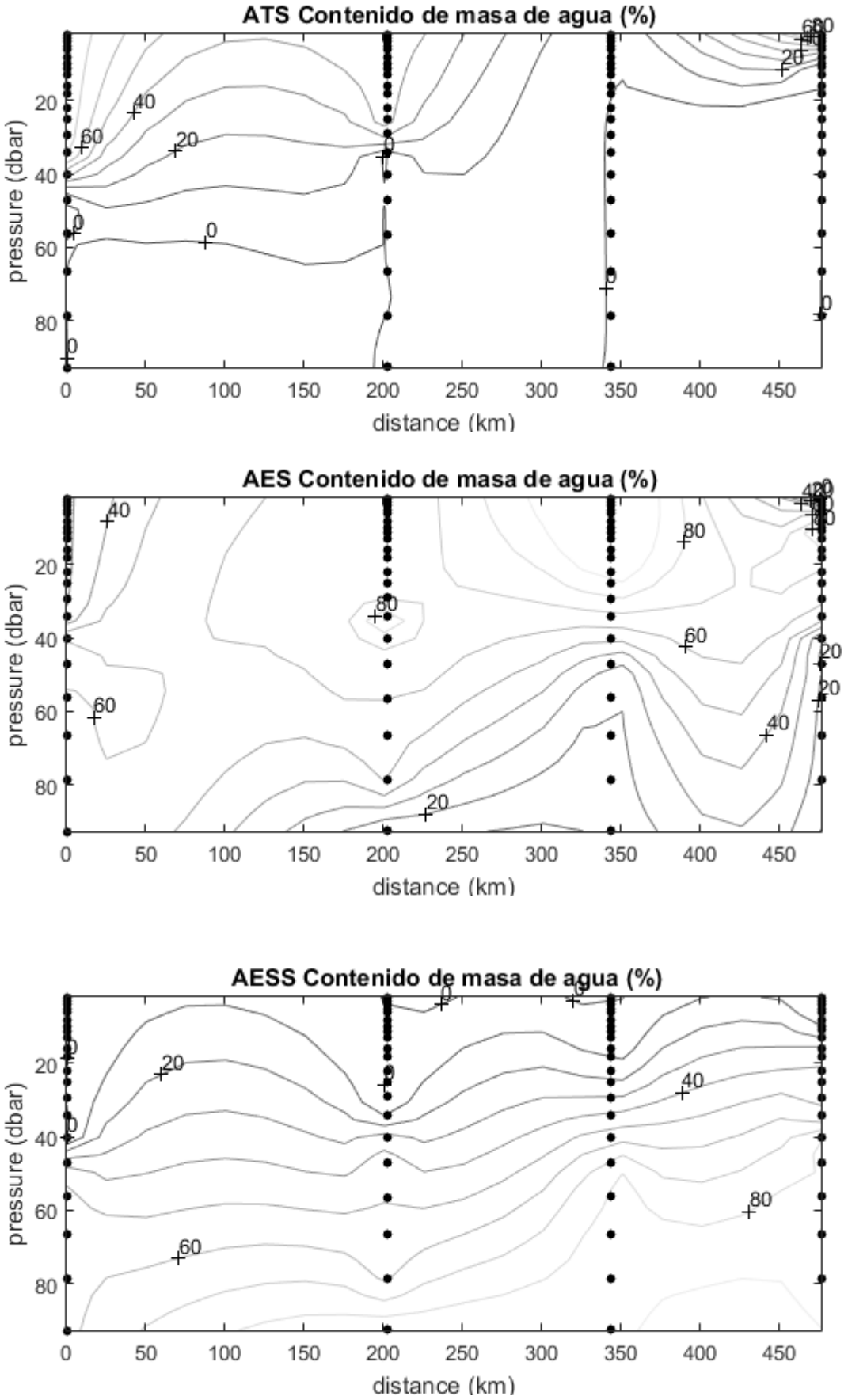
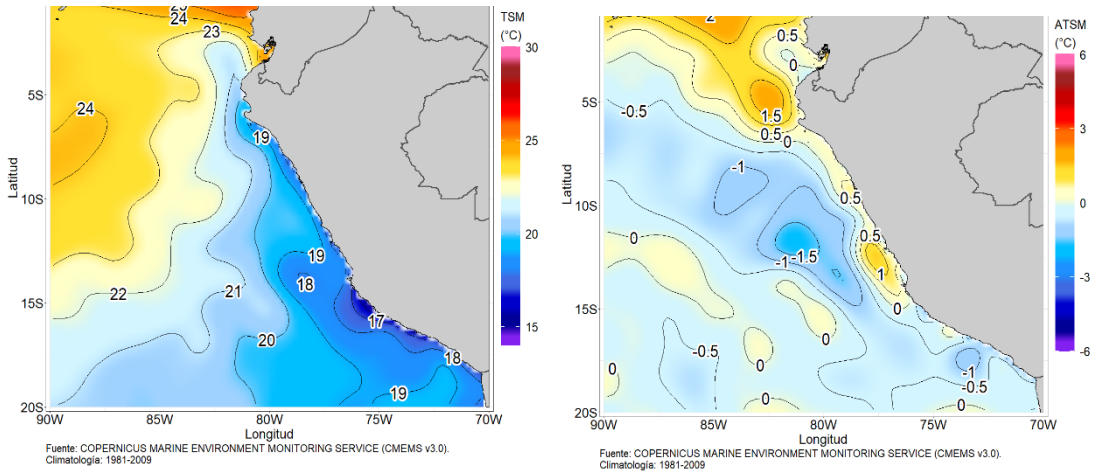


Fig. 22. Distribución de masas de agua frente a la costa

C. PERÚ

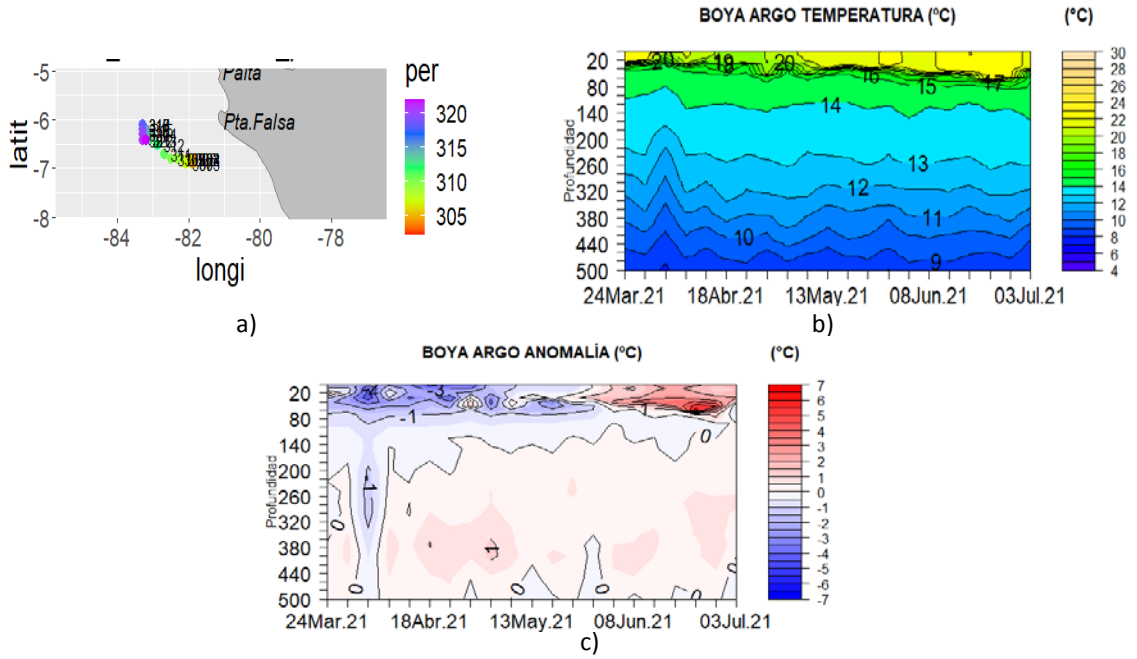
La TSM en el mar de Perú se ubicó en el rango de 17 °C a 22 °C, excepto frente a la costa de Tumbes (extremo norte), de 22 °C a 23 °C. La anomalía de la TSM aumentó en las zonas norte y centro, respecto al mes de mayo, alcanzando valores de +1.5 °C y +1.0 °C, respectivamente. Por fuera de las cien millas de la zona centro y en toda la zona sur, en promedio la TSM predominó con anomalías negativas, alcanzando valores de -1.5 °C y -1 °C, respectivamente. (Fig. 23).



a) b)

Fig. 23. Promedio junio 2021. a) TSM, y b) anomalía de la TSM. Fuente: datos: Ostia-CMEMS V3.0. Gráfico: DIHIDRONAV

En el norte (6.5°S – 120 mn de la costa), la temperatura aumentó gradualmente en los primeros 100 m bajo la superficie, cambiando de condiciones frías a cálidas, con anomalías de hasta +4 °C (70 m), además de una napa y termoclina profundizadas en 20 m respecto al mes de mayo. Asimismo, sesenta millas hacia el sur (7.5°S-100 mn de la costa), la temperatura sub superficial aumentó gradualmente, hasta cerca de los 500 m de profundidad, cambiando de condiciones frías a cálidas, con anomalías de hasta +3 °C (80 m). Este calentamiento se asocia al paso de una onda Kelvin cálida (Figs. 24 y 25).



a) b)

c)

Fig. 24. a) Posición de boya (6.5°S-120 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. 24 de marzo - 3 de julio de 2021.Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

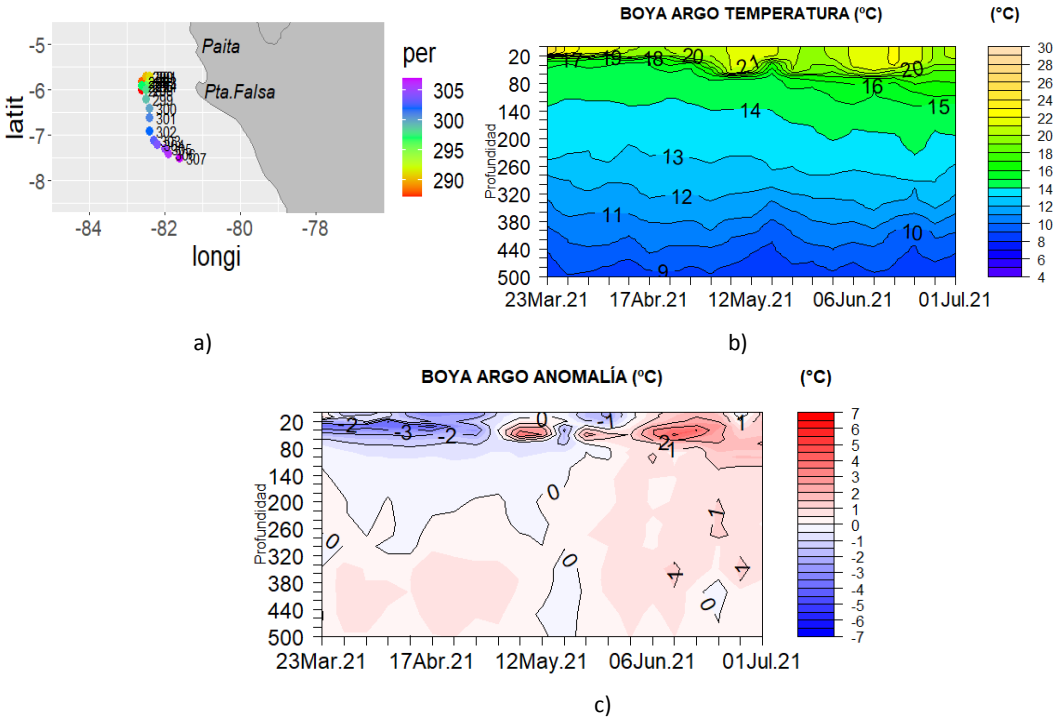


Fig. 25. a) Posición de boya (7.5ªS-100 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. Del 23 de marzo al 1 julio. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV.

Al mismo tiempo, las anomalías de la TSM en el litoral de Perú cambiaron de negativas a positivas, respecto al mes de mayo (Cuadro y Fig. 26).

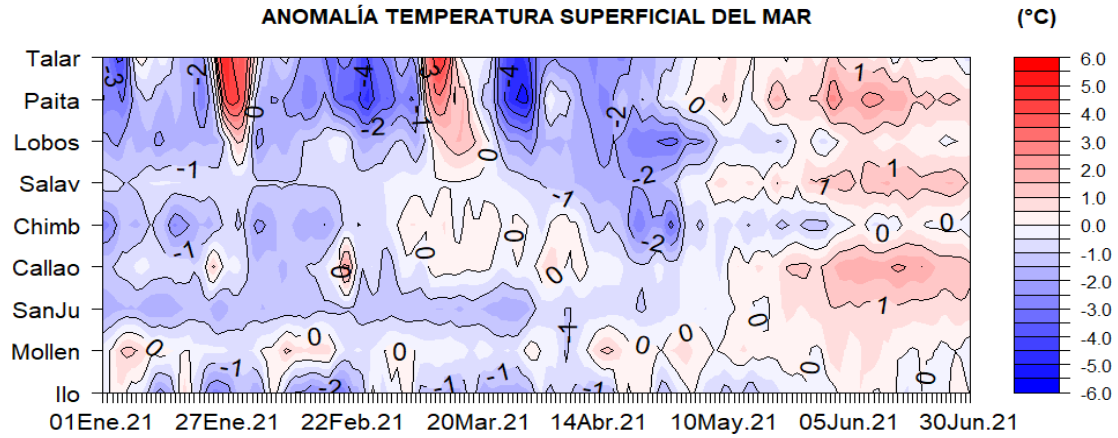


Fig. 26. Anomalía diaria de la temperatura superficial del mar (°C) en el litoral de Perú, entre enero y junio 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

El nivel del mar aumentó de norte a sur hasta 10 cm sobre el nivel medio, durante la primera quincena de junio; sin embargo, en los siguientes días disminuyó gradualmente hasta normalizarse, e inclusive por debajo del nivel medio (litoral sur - 10 cm). Estos cambios, igualmente se relacionan al paso de una onda Kelvin cálida (Fig. 27 y Cuadro 1).

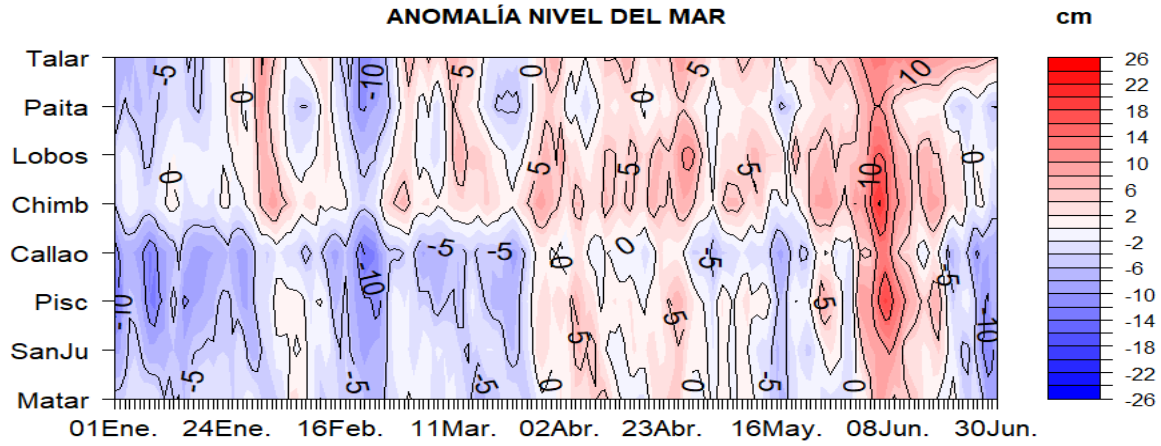


Fig. 27. a) Anomalía diaria del nivel del mar (cm) en el litoral de Perú entre enero a junio de 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Las anomalías de la TA en el litoral norte y centro cambiaron de negativas a positivas y cercanas de cero, respecto al mes de mayo; sólo en el sur, se mantuvieron con valores negativos (-1.5 °C) (Fig. 28 y Cuadro 1).

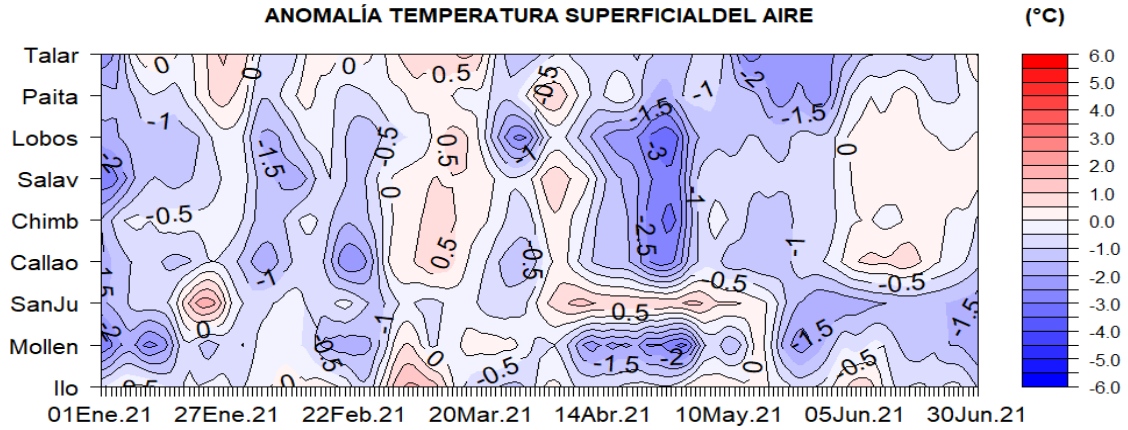


Fig. 28. Anomalía diaria de la temperatura del aire en el litoral del Perú entre enero a junio 2021 Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

En la Isla Lobos de Afuera se registraron lloviznas intermitentes (06, 07, 10, 17, 19 y 28 de junio) con el acumulado de 25.0 mm; asimismo, precipitaciones tipo trazas en Callao (centro) y Mollendo (sur) los días 29

El viento en el litoral predominó del Sur (S) y Sureste (SE), con velocidades de 3 m/s a 8 m/s; manteniéndose con anomalías negativas en el norte y positivas en el resto del litoral, pero de menor intensidad respecto al mes mayo (Cuadro 1, Fig. 29)

a)

b)

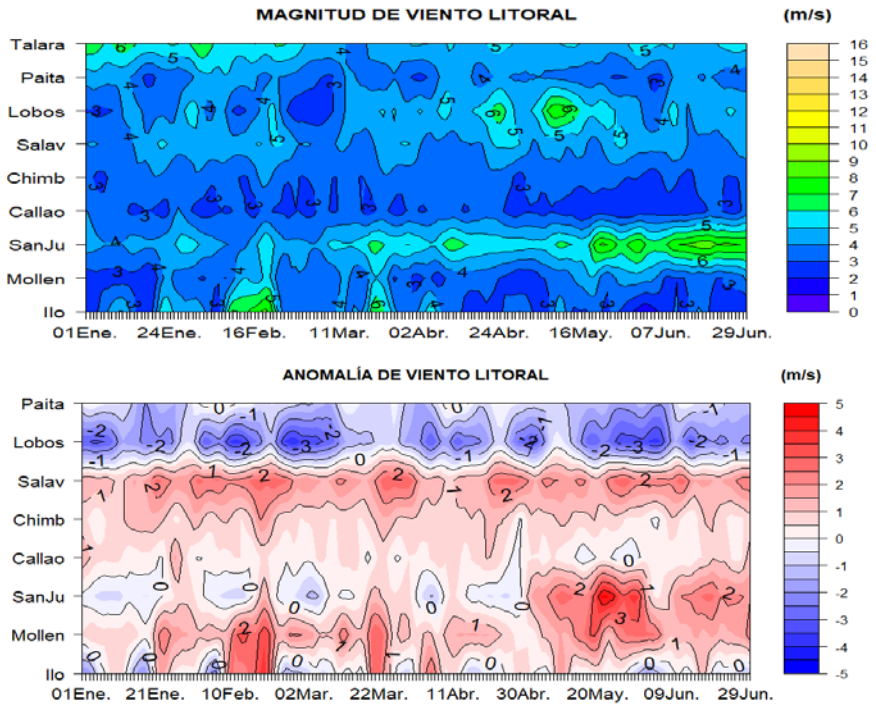


Fig. 29. Anomalía diaria del viento en el litoral del Perú de enero a junio 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Cuadro 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 (mm)	VIENTO		
			(° C)	Anomalía	(cm)	Anomalía	(° C)	Anomalía		Dirección	Velocidad	Anomalía (m/s)
Talara	*04°35'00''*	*81°17'00''*	19.4	+ 0.3	141	+ 6	22.1	- 0.9	0.0	SW	5.1	-
Paita	*05°05'00''*	*81°06'30''*	18.3	+ 0.5	125	+ 1	21.8	- 0.3	0.0	S	3.2	- 1.5
Lobos de Afuera	*06°36'00''*	*80°42'30''*	19.0	+ 0.2	151	+ 5	19.2	+ 0.1	25.0	SE	4.5	- 2.4
Chimbote	*09°04'00''*	*78°36'00''*	18.8	- 0.2	169	+ 7	19.2	- 0.1	0.0	S	3.1	+ 0.6
Callao	*12°03'30''*	*77°09'00''*	18.3	+ 1.7	110	0	17.8	+ 0.2	Trazas	SE	2.7	+ 0.5
San Juan	*15°21'00''*	*75°09'00''*	15.4	+ 0.8	202	+ 1	-	-	0.0	SE	7.9	+ 1.8
Mollendo	*16°55'54''*	*72°06'24''*	15.7	+ 0.2	207	+ 1	16.1	- 1.0	Trazas	E	3.3	+ 1.6
Ilo	*17°37'00''*	*71°21'00''*	15.6	0.0	164	-	17.6	- 0.2	0.0	SE	2.5	- 0.5

D. CHILE

Durante junio, la TSM al comparar la información registrada por las estaciones de monitoreo permanente con las climatologías mensuales para esas localidades, registro anomalías negativas muy pequeñas. En particular, al norte del país entre Arica y Antofagasta, alcanzó valores de -0,3 °C y -0,4 °C, respectivamente. Lo anterior, estaría mostrando una condición normal o neutra en relación al ENOS.

En la figura espacio-temporal de la TSM satelital (Fig. 30a), se observó un desplazamiento hacia el ecuador de la isoterma de 15 °C y la ausencia de la isoterma de 20 °C.

Por otro lado, la figura espacio-temporal de la ATSM satelital (Fig. 30b) evidenció que el sector centro-norte del país tiene anomalías más negativas y el sector centro-sur (al sur de Talcahuano), tiene anomalías positivas con valores que superan levemente los 2,0 °C. Al comparar con los años anteriores (2019 y 2020), junio de 2021 fue similar a junio/2019 y es más frio que junio/2020.

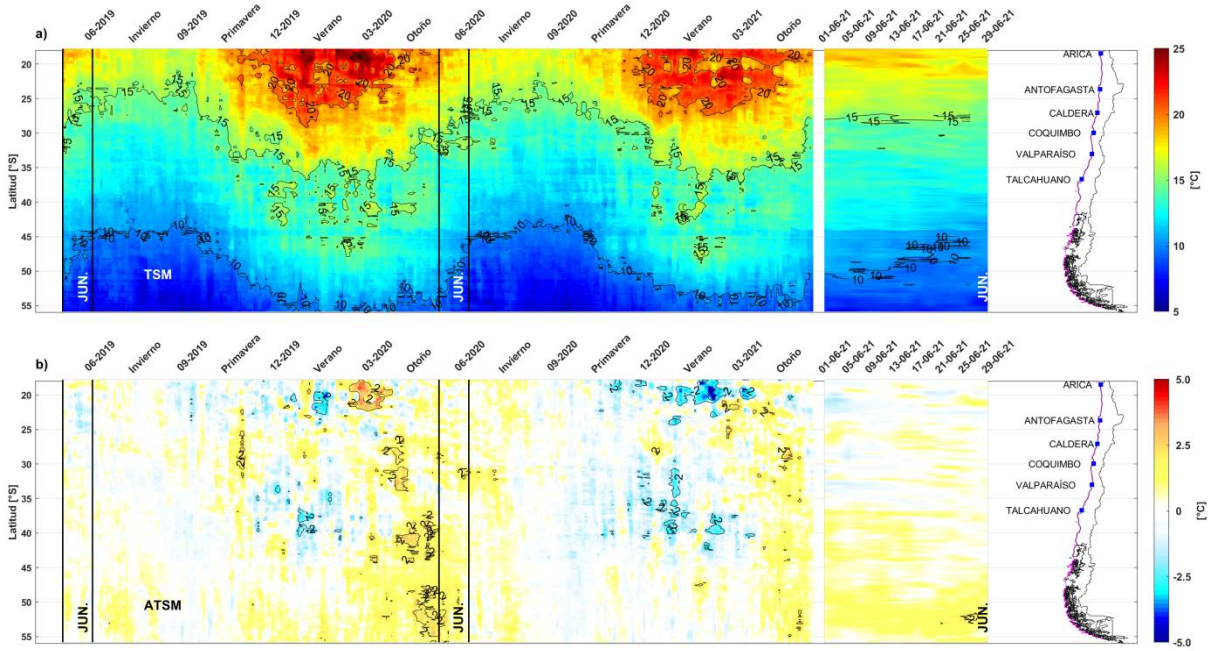


Fig. 30. Variabilidad espacio-temporal de la a) TSM y b) ATSM satelital a lo largo de la costa chilena (izquierda). La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal de los pixeles entre los 5 y 10 km desde la costa. Producto 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 [2021- 07-01] at http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ04.

En la fig. 31 se observa la comparación entre los datos satelitales y las estaciones de monitoreo. En la TSM (Fig. 31a), la estación de Arica muestra valores más bajo que los representados por la información satelital. Además, las estaciones de Antofagasta y Caldera, indican valores inferiores a los satelitales, el resto de las estaciones son similares a los datos detectados por percepción remota.

En relación a la ATSM (Fig. 31a), todas las estaciones de monitoreo coinciden bien con la información satelital, entre las estaciones de Arica y Caldera tiende a mostrar valores inferiores a los presentados por los datos satelitales. Al sur de Talcahuano, presenta anomalías positivas levemente superiores en relación al resto del país.

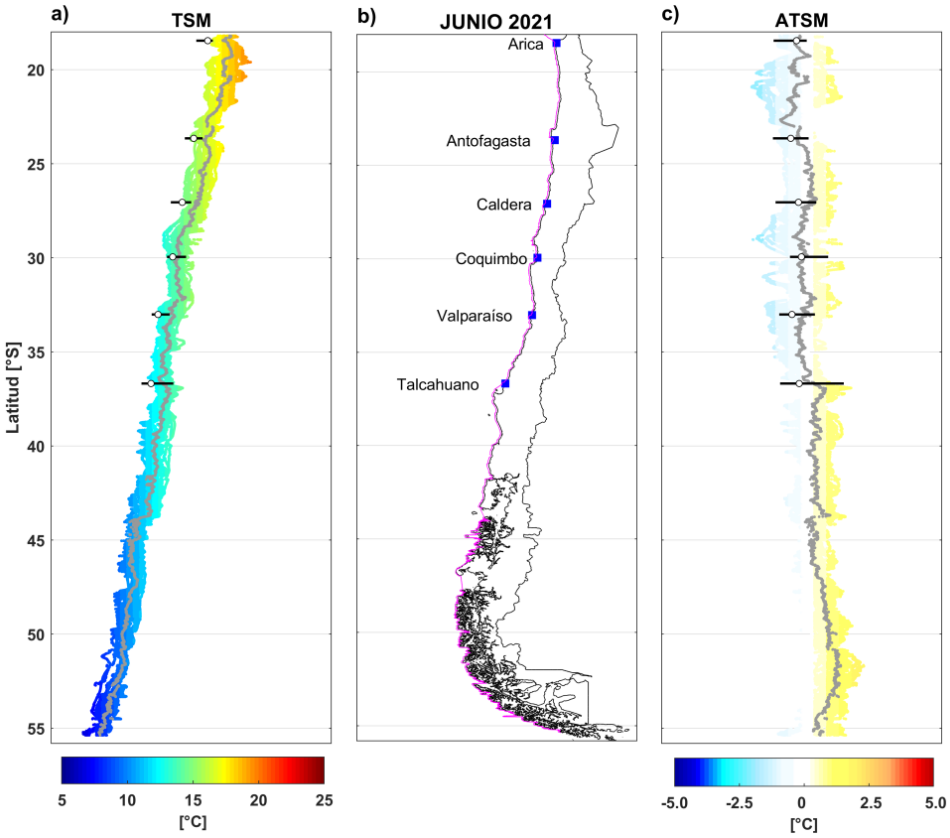


Figura 31. Muestra la información de a) TSM y c) ATSM satelital y de las estaciones de monitoreo permanente, a lo largo de la costa chilena. Los datos in situ son representados con una línea horizontal negra mostrando mínimo, mediana (círculo) y máximo de la serie de tiempo del mes de junio del presente año. 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.

En relación al nivel del mar durante el mes de junio, se presentó un aumento de este en todas las estaciones de monitoreo al compararlo con el mes anterior, el aumento fluctúo entre los 2 a 3 cm.

Las variaciones climatológicas tienden hacer positivas en cinco de las seis estaciones, siendo las estaciones de Antofagasta y Caldera, las que fluctúan entre 1 a 12 cm, respectivamente. La estación de Talcahuano presenta anomalías negativas de - 7 cm, esta tendencia tiene varios meses.

La información altimétrica (Fig. 32b), coincidió con cuatro de las seis estaciones, no coincidiendo con las estaciones de Antofagasta y Talcahuano, que presentaron anomalías inferiores a las registradas por los datos satelitales.

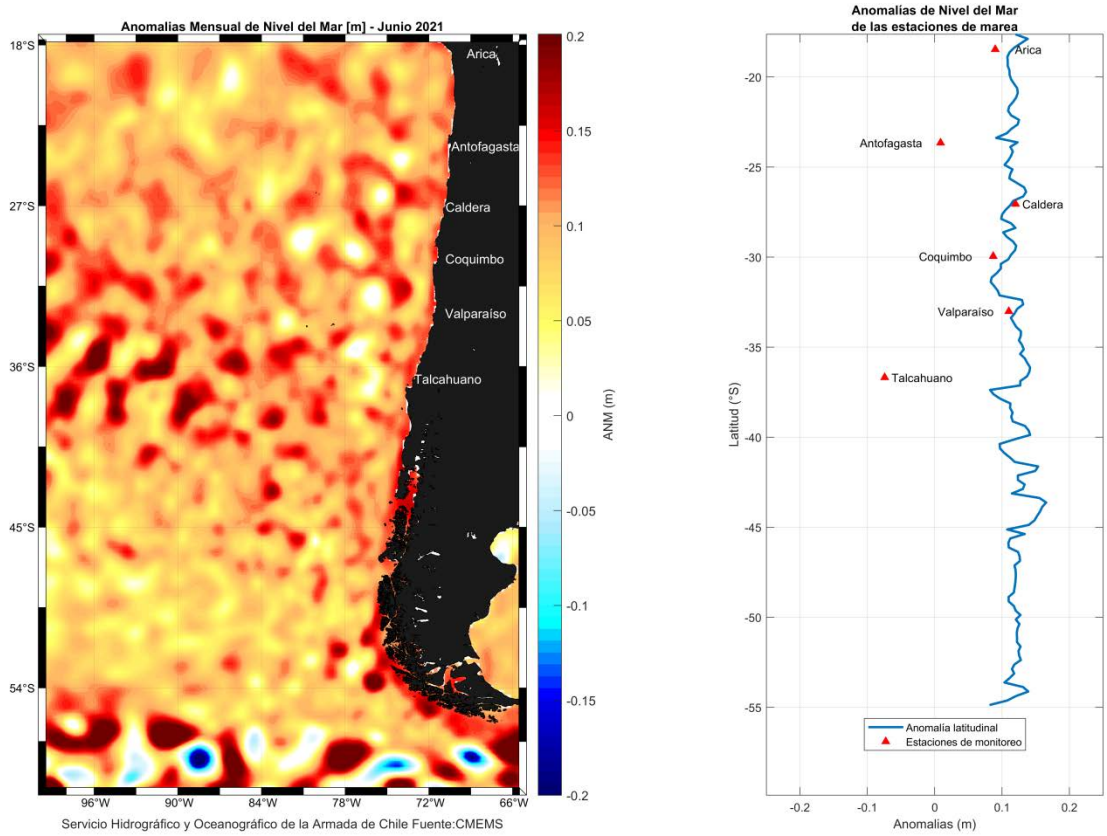
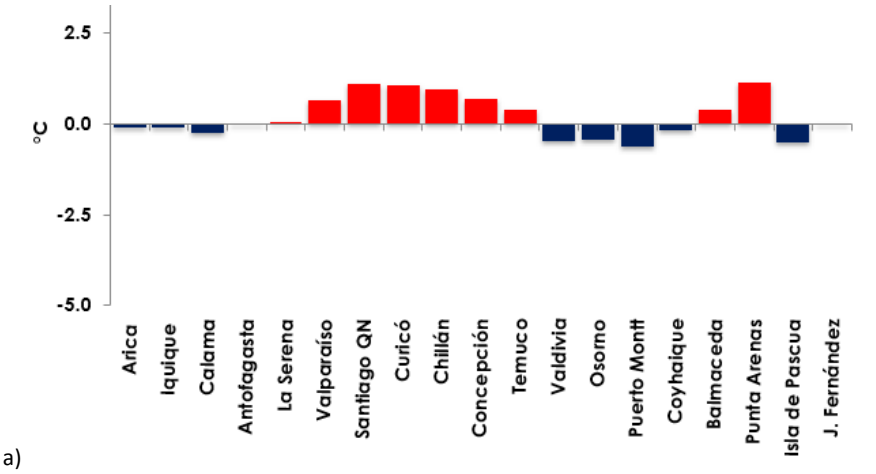


Figura 32. a) información satelital mensual de la anomalía de nivel del mar para el mes de junio del año 2021, b) representación latitudinal de los valores de la anomalías del nivel del mar de las estaciones de monitoreo (▲) y el promedio latitudinal de los 4 pixeles más cercanos a la línea de costa de la anomalía satelital mensual (línea azul).

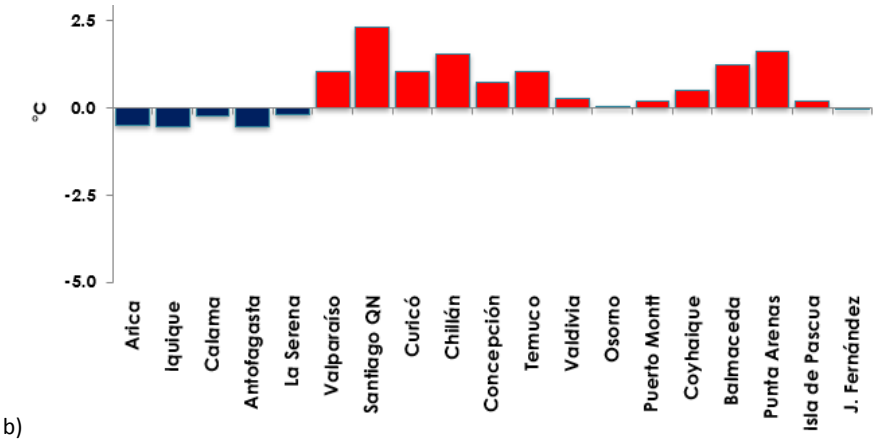
Durante junio, las temperaturas medias se presentaron sobre los valores normales en la zona centro del país, desde Valparaíso hasta Concepción y Punta Arenas, con valores de anomalía que fluctuaron entre 0.7 °C y 1.1 °C. La mayor anomalía, se registró en las ciudades de Santiago, Curicó y Punta Arenas. Por otra parte, Puerto Montt registró una condición bajo lo normal para la temperatura media, alcanzando una anomalía de -0.6 °C. El resto de las ciudades mostraron temperaturas medias dentro del rango normal. Fig. 33a

En cuanto al comportamiento de las temperaturas máximas medias, en general, estas se presentaron sobre los valores normales desde Valparaíso hasta Temuco y de Balmaceda a Punta Arenas, siendo Santiago, la que alcanzó la mayor anomalía con un valor de 2.3 °C. Caso opuesto, se registró en la costa norte del país, donde la ciudad de Iquique registró una leve disminución de la temperatura máxima media con -0.6 °C. Fig. 33b

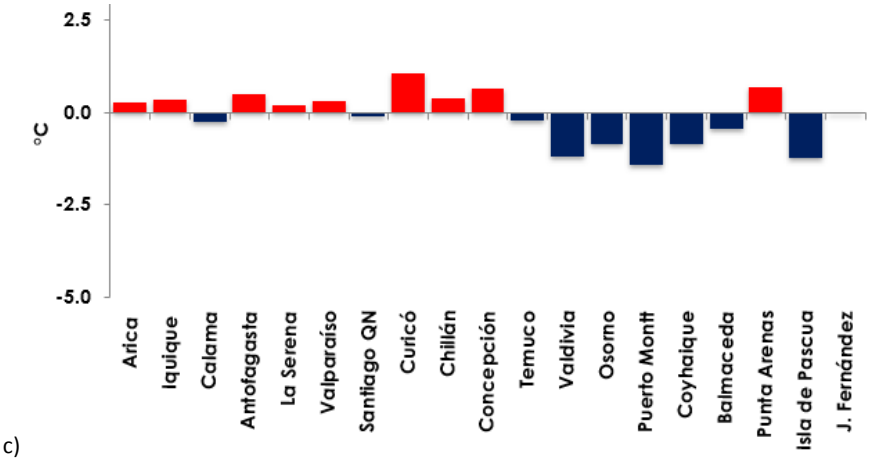
Las temperaturas mínimas medias, estuvieron en torno a lo normal desde el extremo norte del país hasta Santiago. En tanto, una condición sobre lo normal se registró en las estaciones meteorológicas de la zona centro como Curicó, Concepción y Punta Arenas, con valores de 1.1 °C, 0.7 °C y 0.7 °C, respectivamente. Sin embargo, una disminución de la temperatura mínima media se registró desde Valdivia hasta Coyhaique, alcanzando valores de anomalía que oscilaron entre -0.9 °C y -1.4 °C. Así mismo, Isla de Pascua en el territorio insular del país, registró -1.2 °C de anomalía negativa. Fig. 33c



a)



b)



c)

Fig.33. Anomalías de Temperatura del aire de las estaciones meteorológicas de Mayo 2021 a) anomalía de la Temperatura media-Mayo 2021 b) anomalía de las temperaturas medias máximas -Mayo 2021 b c) anomalía de las temperaturas mínimas medias-Mayo 2021.

La presión atmosférica en junio, mostró un comportamiento en general, sobre lo normal en gran parte del territorio continental e insular, con excepción del extremo norte de Chile, que registró condiciones normales. La anomalía positiva más importante, se registró en la ciudad de Santiago, con un valor de 2.7 u.e., le siguió Isla de Pascua con 1.9 u.e. Por otra parte, en Antofagasta, se evidencia un valor de anomalía negativa dentro del rango normal, de valor -0.4 u.e., Fig. 34

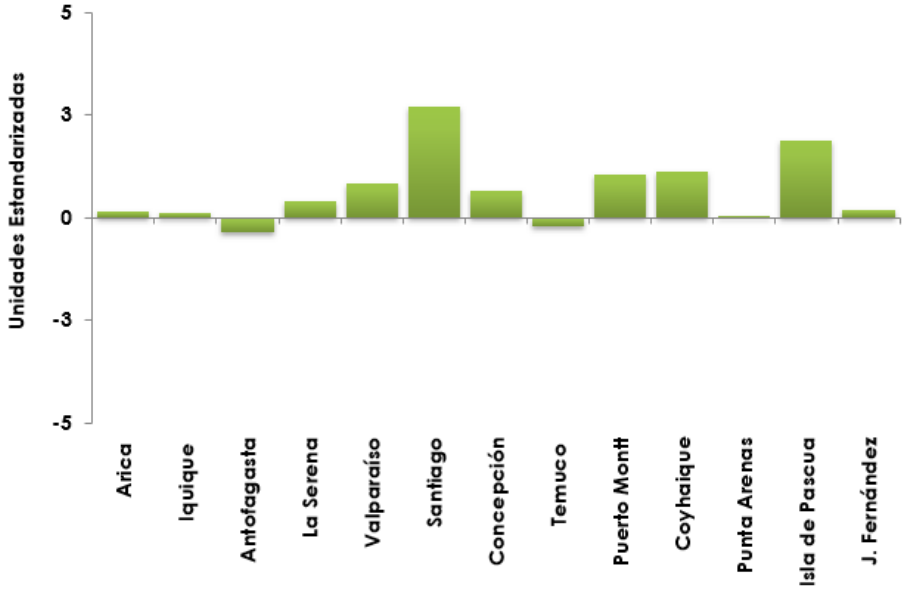
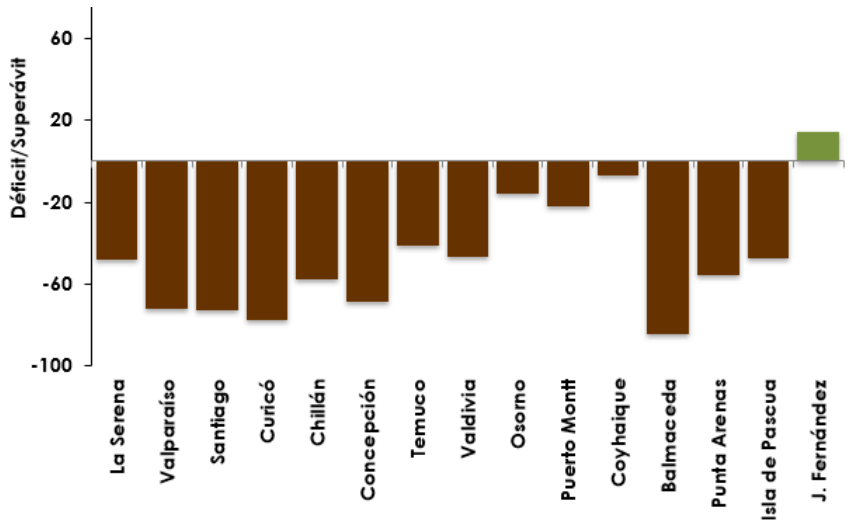


Fig.34 Anomalía de la Presión- Mayo 2021

Las precipitaciones acumuladas de junio, mostraron mayormente déficits en todo el país, sin embargo, se sigue evidenciando una condición bajo lo normal en todo el territorio continental. La zona centro del país, registra déficits de 78 % en Curicó y 73 % en Santiago. Mientras que la zona sur, muestra una disminución de la precipitación, que varía entre 22 % y 47 % menos de lo normal. Hacia el extremo sur, Balmaceda mostró el mayor déficit de precipitación, con 85 % y Punta Arenas alcanzó un 56 % de déficit. En cambio, Juan Fernández, alcanzó montos de precipitación acumulada sobre lo normal para este mes, acumulando 196.1 mm, siendo lo normal 170.8 mm, dejando un superávit del 15 %. Fig. 35



Anomalía de la precipitación (%)- Mayo 2021

E. PERSPECTIVAS

Los pronósticos en promedio muestran para julio, agosto y septiembre en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) condiciones frías; mientras que, en la región oriental condiciones neutras. Asimismo, frente a la costa Sudamericana predominarán condiciones neutras.

Frente a la costa peruana norte y centro, no se esperan cambios significativos en las anomalías de la TSM, NM y TA en los siguientes dos meses, a pesar de arribo de las ondas Kelvin cálida y fría, entre julio y septiembre.

ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS

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-21	26.8	*	19.9	15.8	19.4	19.4	16.6	17.8	14.5
feb-21	27.4	*	20.6	16.5	18.4	18.8	16.0	18.0	14.4
mar-21	*	*	21.5	17.5	18.8	19.1	15.7	17.8	14.4
abr-21	27.5	*	18.8	17.1	17.1	16.8	15.4	15.6	13.7
may-21	27.8	*	19.5	17.2	16.6	15.9	14.8	15.0	14.1
jun-21	27.6	*	18.3	18.3	16.2	15.2	14.2	13.6	12.5

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-21	*	264.3	103	163.63	67.49	NaN	97.7	81.17	111.1
feb-21	*	265.0	107	165.09	68.98	NaN	99.39	82.69	113.33
mar-21	*	*	109	165.33	68.48	131.72	98.86	81.82	111.16
abr-21	*	268.9	112	169.03	72.18	136.88	101.94	86.37	115.88
may-21	*	268.7	108	165.05	68.44	133.31	98.44	82.99	112.99
jun-21	*	269.4	110	166.77	71.25	135.55	101.77	84.66	114.56

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).

	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)
03-ene-21	*	*	17.1	15.2	261.7	101.7	84.00	112.10
08-ene-21	*	*	19.9	15.8	261.0	99.9	82.70	113.10
13-ene-21	*	*	20.2	15.6	262.9	104.0	78.30	106.30
18-ene-21	*	*	19.0	15.5	266.1	102.5	79.60	109.70
23-ene-21	*	*	20.4	16.5	265.2	103.7	84.00	117.20
28-ene-21	*	*	24.8	15.9	266.7	104.1	78.50	108.90
02-feb-21	*	*	22.9	15.7	262.9	109.3	83.10	112.10
07-feb-21	*	*	21.8	15.6	264.6	108.7	85.40	117.60
12-feb-21	*	*	20.8	16.1	262.9	108.7	82.50	113.40
17-feb-21	*	*	20.0	16.7	263.0	105.2	81.10	114.80
22-feb-21	*	*	19.6	17.9	262.6	101.6	82.40	109.70
27-feb-21	*	*	19.5	16.4	263.6	105.8	83.10	112.00
04-mar-21	*	*	20.4	17.1	*	107.9	83.80	114.50
09-mar-21	*	*	23.9	17.5	*	106.7	84.20	112.40
14-mar-21	*	*	24.9	17.9	*	109.3	81.20	110.80
19-mar-21	*	*	21.7	17.7	*	108.4	84.10	115.80
24-mar-21	*	*	19.8	17.4	*	106.7	79.40	106.30
29-mar-21	*	*	17.9	17.5	*	114.1	78.10	106.80
03-abr-21	*	*	18.3	17.8	264.9	113.5	87.60	117.50
08-abr-21	*	*	18.2	17.4	263.9	112.0	84.60	113.30
13-abr-21	*	*	18.0	17.2	269.8	111.2	83.30	110.00
18-abr-21	*	*	18.3	17.0	271.0	110.1	88.10	121.70
23-abr-21	*	*	19.2	16.5	270.8	112.1	87.60	115.90
28-abr-21	*	*	19.4	16.8	273.0	112.7	86.90	116.90
03-may-21	*	*	19.4	16.6	268.6	113.5	88.50	121.50
08-may-21	*	*	19.7	16.5	267.3	112.0	86.00	113.50
13-may-21	*	*	20.1	17.1	267.0	111.2	85.40	114.70
18-may-21	*	*	19.6	17.3	264.7	110.1	87.00	121.40
23-may-21	*	*	19.7	17.7	271.7	112.1	76.40	104.80
28-may-21	*	*	20.0	17.9	272.3	112.7	76.80	103.50
02-jun-21	*	*	20.2	18.2	272.2	111.3	79.40	107.80
07-jun-21	*	*	19.7	18.5	271.6	119.9	85.10	115.00
12-jun-21	*	*	19.3	18.4	270.5	113.2	81.60	109.00
17-jun-21	*	*	19.3	18.6	269.9	110.7	89.70	118.30
22-jun-21	*	*	19.0	18.3	266.1	105.8	88.60	125.00
27-jun-21	*	*	18.8	18.0	267.1	102.1	81.20	109.90

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

* Dato no disponible.

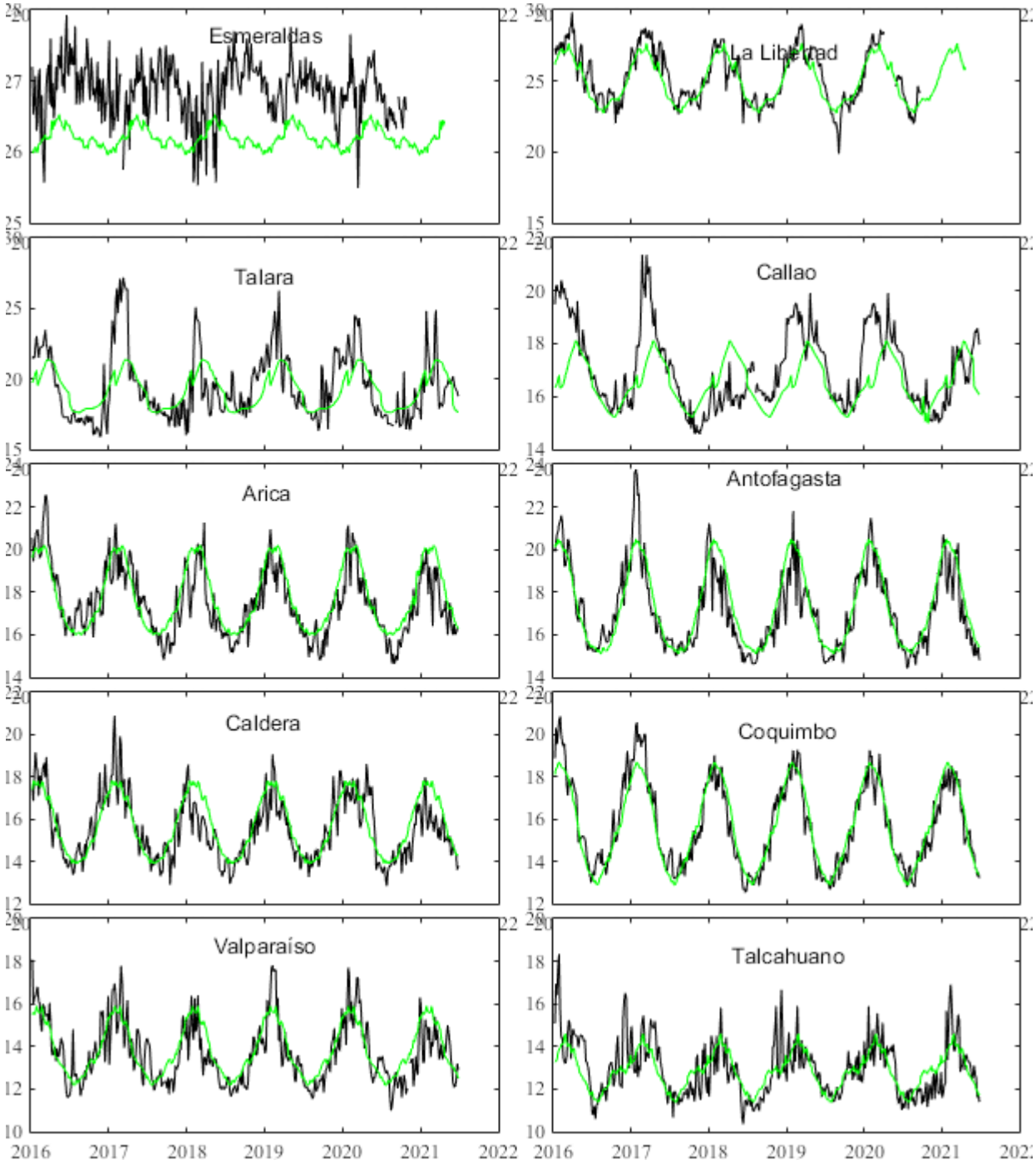


Fig.1. Medias de cinco días (quinarios) de TSM (°C) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile desde 2016. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la carátula. (Fuente: INOCAR – INAMHI – DHN - SHOA).

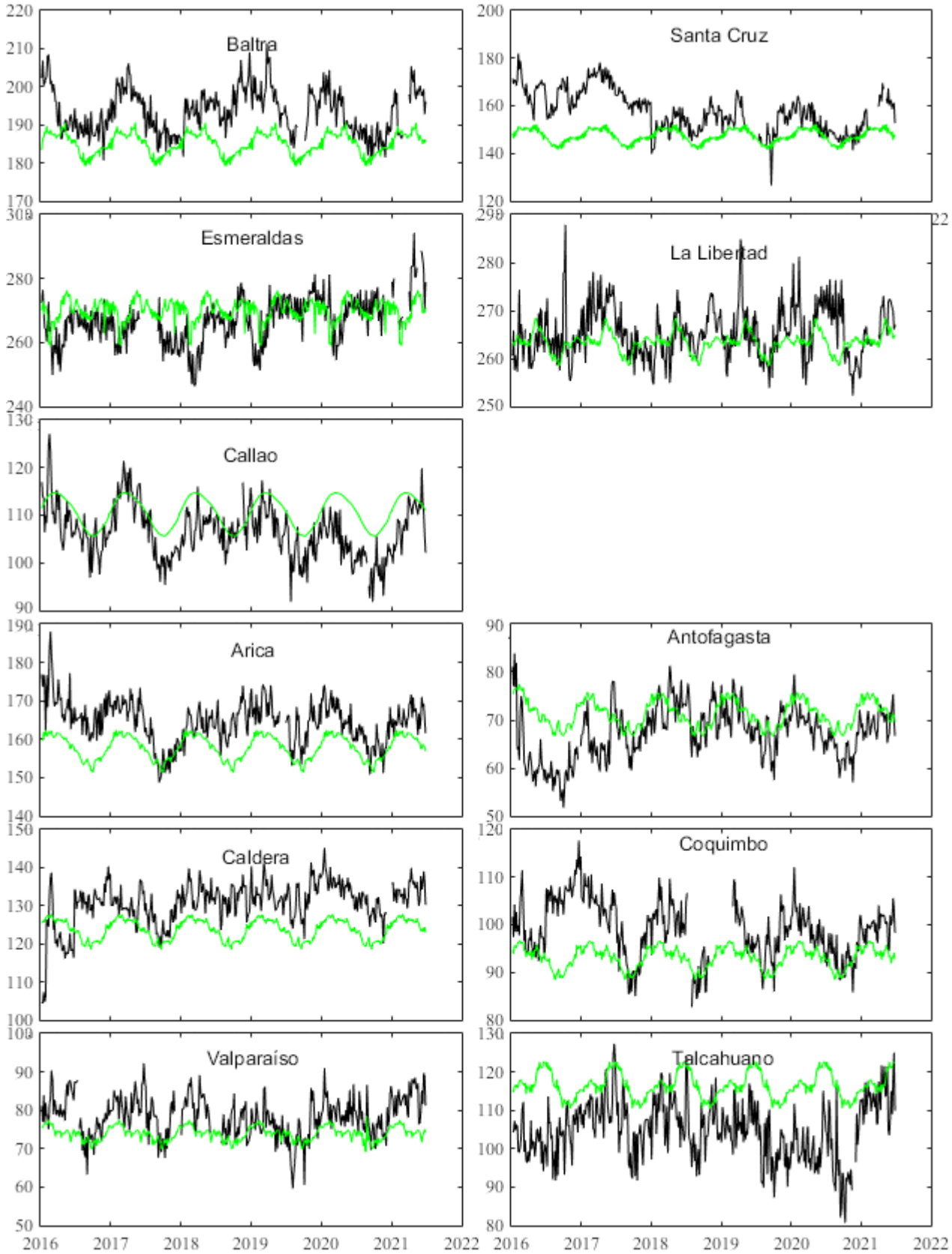


Fig. 2. Medias de cinco días (quinarios) del NMM (cm) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. (Fuentes: INOCAR-DHN - SHOA).

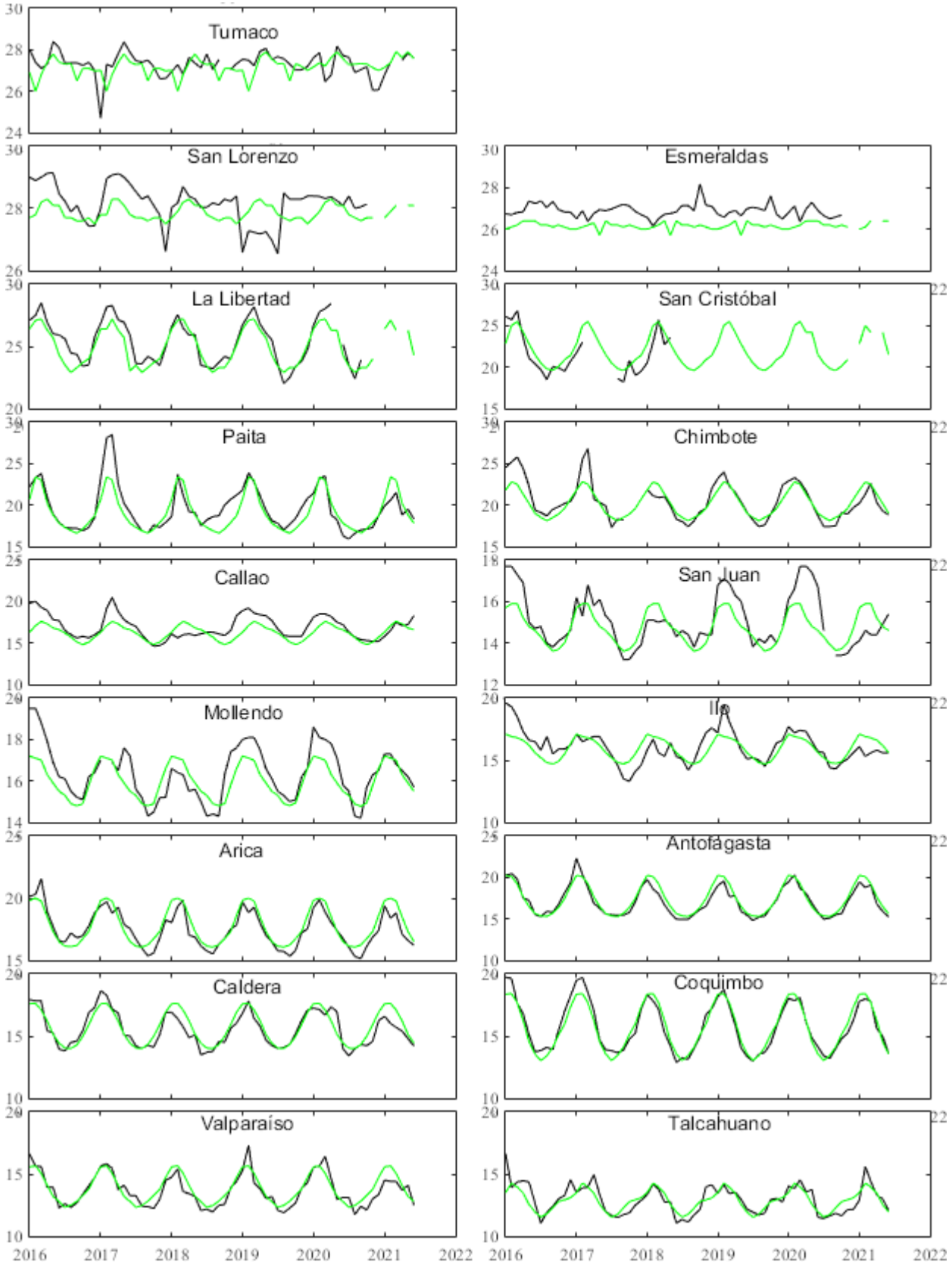


Fig. 3. Medias mensuales de TSM (° C) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo de la climatología es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR, DHN, SHOA).

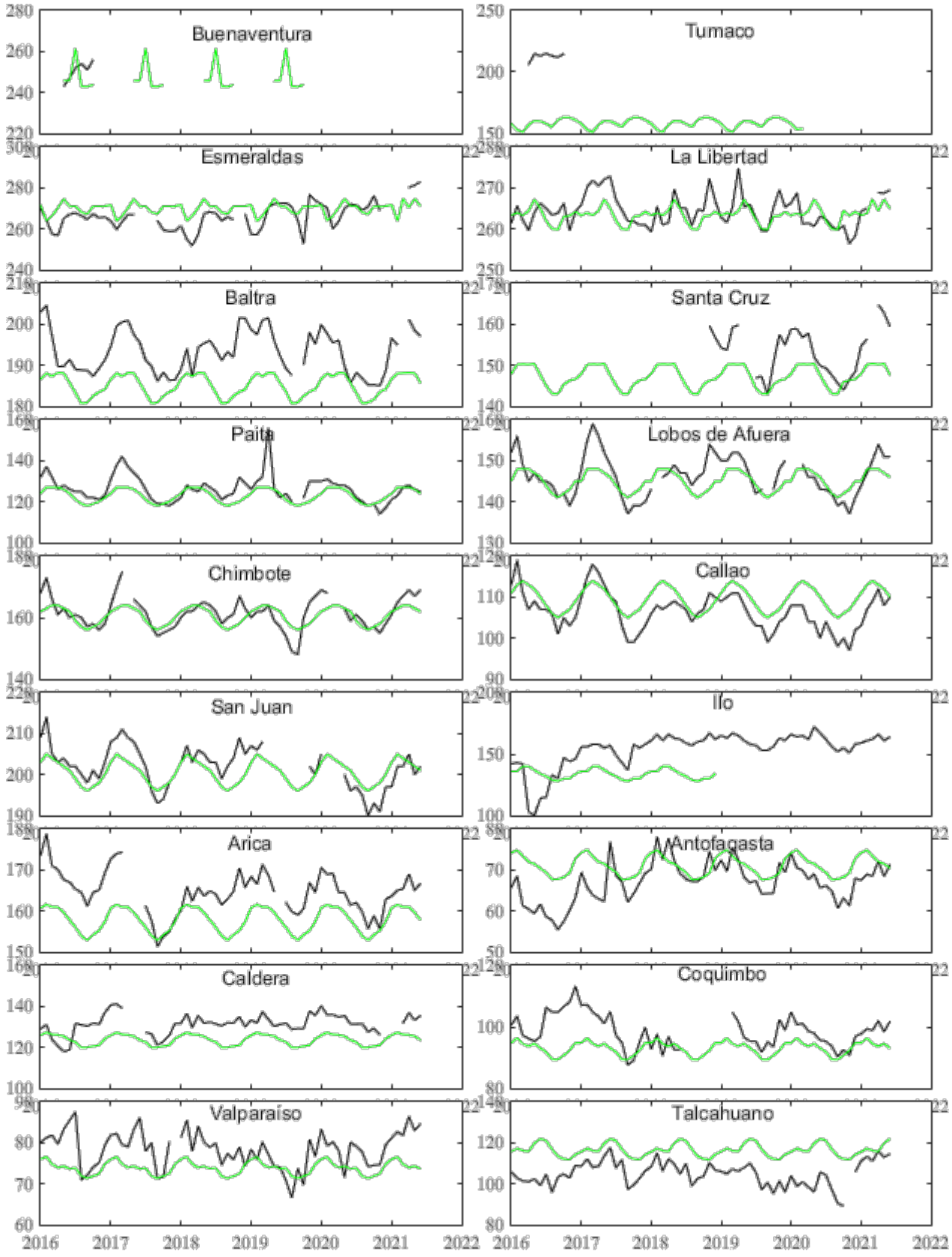


Fig. 4. Medias mensuales de NMM (cm) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN.

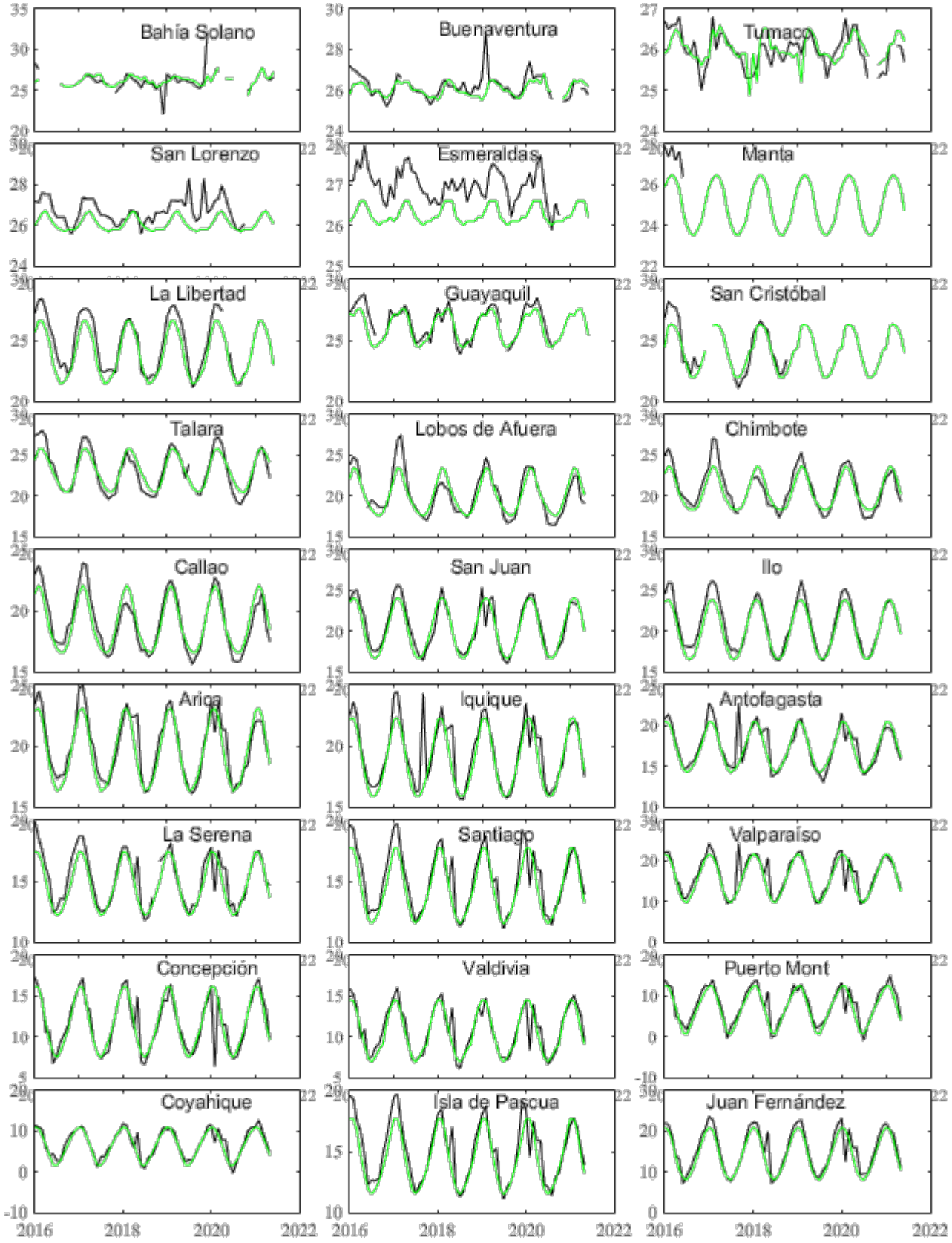


Fig. 5. Medias mensuales de TSA (°C) en localidades de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN).

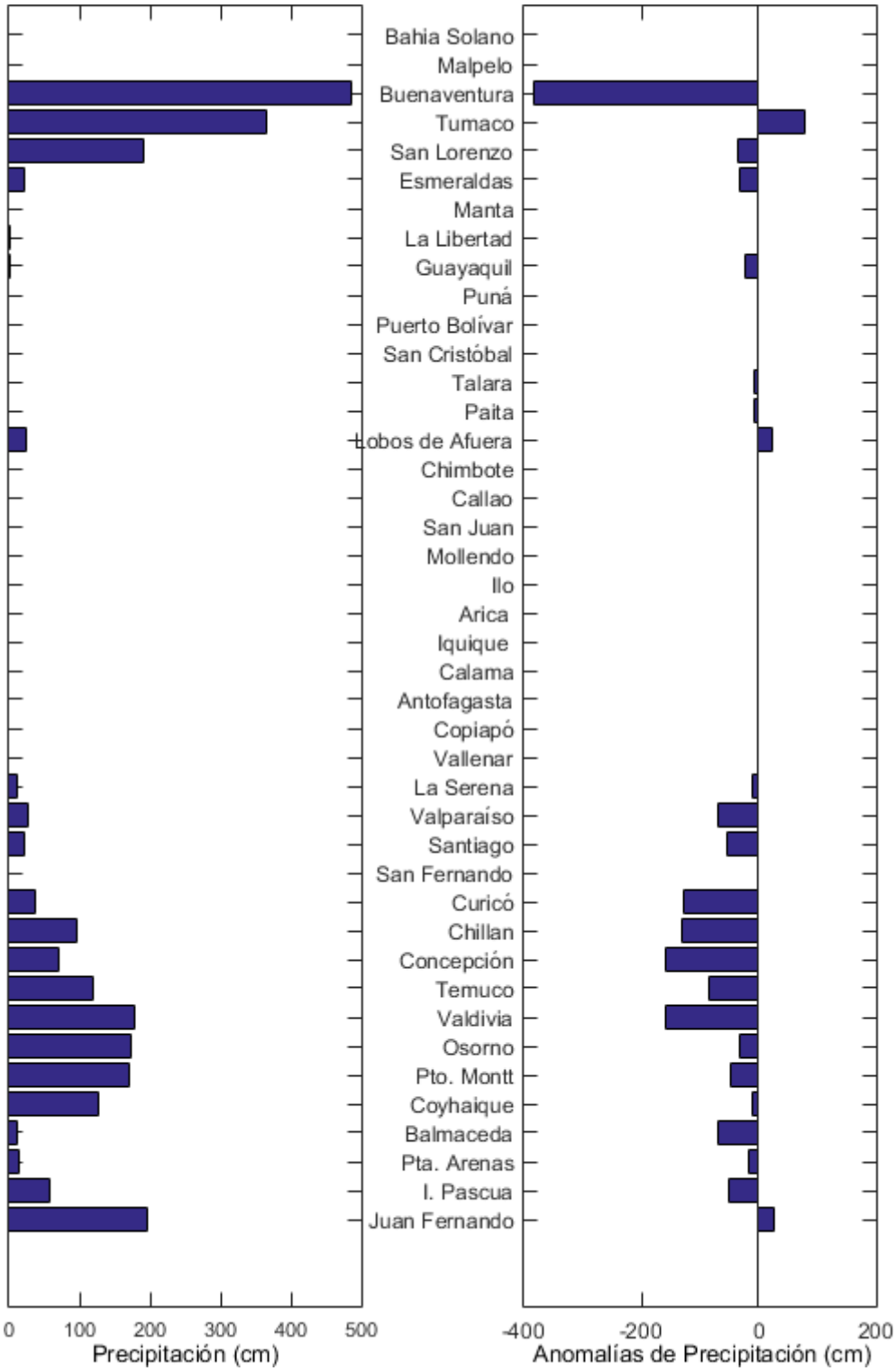


Fig. 6 Precipitación y anomalías de la precipitación en ciudades de los países que conforman el Comité ERFEN-regional.

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	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	shoa@shoa.cl
DMC - Dirección de Meteorología (Chile).	metapli@meteochile.cl

Cite este boletín como: Comité Regional ERFEN, 2021. BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 369. 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:	Oceanógrafa Leonor Vera San Martín

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 José Vicencio
	Investigador Meteorológico Diego Campos

EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Leonor Vera San Martín
Instituto Oceanográfico de la Armada - ECUADOR

COORDINACIÓN EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Méntor Villagómez
Secretario General de la CPPS
Marcelo Nilo Gatica
Director de Asuntos Científicos de la CPPS

ISBN: 978-9978-9985-1-9

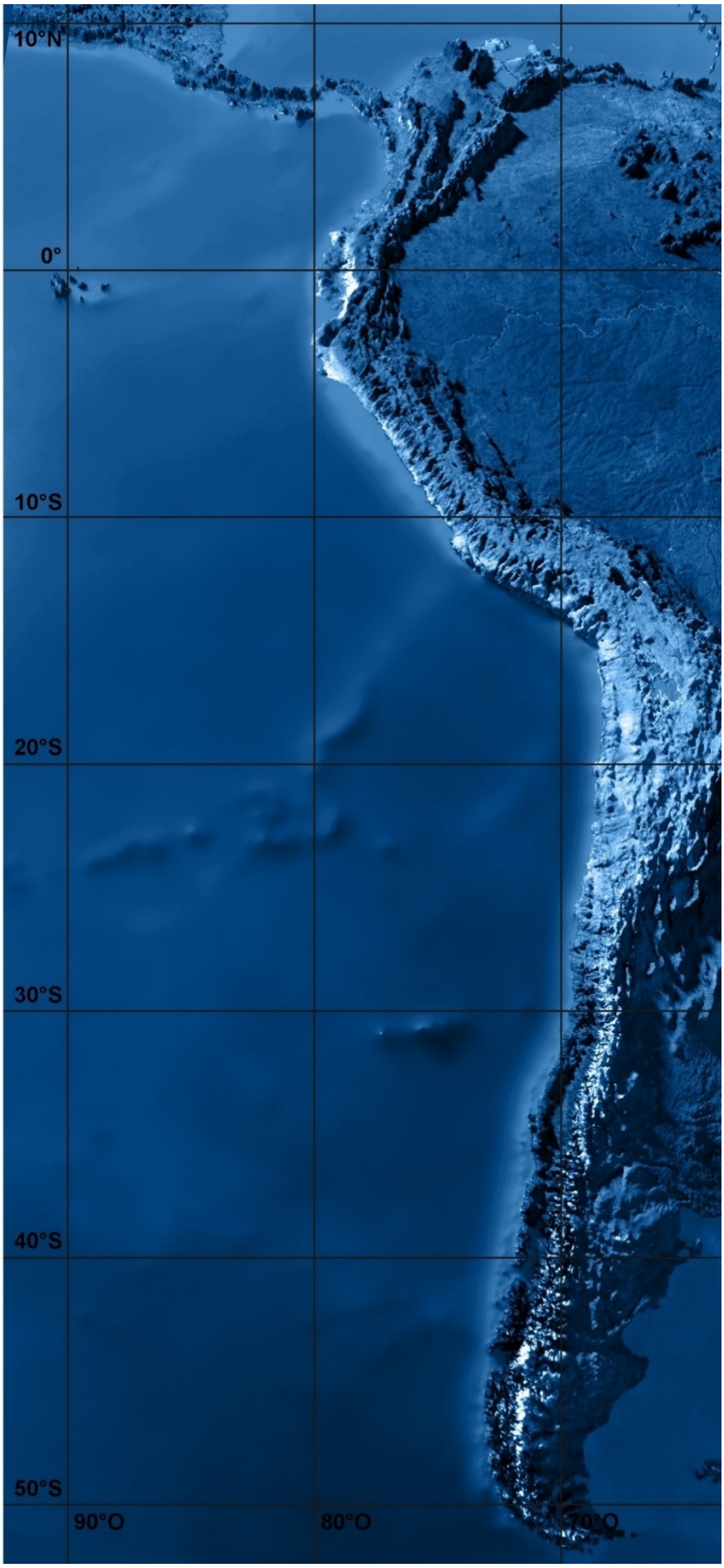
Editado en: INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DEL ECUADOR
Av. 25 de julio., Base Naval Sur. Guayaquil, Ecuador.
Teléfono: (593)-42481300,
Fax: (593)4-2485166
Casilla: 5940e

30 AÑOS

Boletín de Alerta Climático

BAC 370

JULIO 2021



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

Los vientos superficiales en la CPS se fortalecieron con respecto al mes anterior en océano abierto, específicamente en el Pacífico ecuatorial central. La temperatura superficial del mar tuvo predominio de condiciones neutrales; sin embargo zonas con concentraciones de anomalías positivas menores a 2°C y con anomalías negativas mayores a 1 °C fueron observadas en esta cuenca.

En la región ecuatorial central las condiciones estuvieron cercanas a la normal, con un valor del índice oceánico ONI de -0.35 °C, ubicado dentro del umbral de neutralidad. En las regiones El Niño, del centro y occidente del Pacífico Ecuatorial (Niño 3, 3.4 y 4), las anomalías de TSM fueron negativas pero mínimo de -0.25 °C; mientras en la región oriental (Niño 1+2) la anomalía fue positiva de 0.54 °C. Asimismo los índices atmosféricos ISO e ISO-ec, se mantienen de magnitud inferior a evento ENOS y fueron positivos y máximo de 1.4 °C.

Los índices zonales estandarizados de vientos Alisios en el Pacífico ecuatorial central (IZVA) estuvieron positivos e indicaron un fortalecimiento de vientos en esta zona, lo que favoreció la presencia de anomalías negativas de TSM en el Pacífico ecuatorial central.

A nivel subsuperficial, se observaron anomalías negativas de temperatura y a la isoterma de 20 °C a menor profundidad, lo que se asocia con una onda kelvin de enfriamiento.

En las estaciones de los países del Pacífico Suroriental la temperatura del aire fue variable, aunque predominaron las anomalías negativas de hasta -1 °C, el máximo valor superó los 3 °C, al sur de Chile.

En cuanto a las precipitaciones resaltó el superávit de la estación de Buenaventura, de más de 300 mm de acumulado mensual, en contraste con el déficit registrado en las demás estaciones, donde climatológicamente se esperan lluvias.

En las estaciones ubicadas al norte desde Tumaco hasta Callao las anomalías fueron positivas, acorde a las anomalías registradas en la región Niño 1+2, relacionado además, por el ingreso de Agua Tropical Superficial del norte. El Nivel del mar fue positivo en la mayor parte de las estaciones.

Los modelos y perspectivas climáticas muestran condiciones normales en los siguientes meses.

ABSTRACT

The surface winds in the south Pacific basin strengthened with respect to the previous month, focus in the central equatorial Pacific. The sea surface temperature had a predominance of neutral conditions; however dispersed concentrates zones with positive anomalies higher than 2 °C and negative anomalies higher than -1° C were observed around the basin.

In the central equatorial region, conditions were close to normal, where the record of the oceanic Niño index was -0.35 ° C, located within the neutrality threshold. In the El Niño, central and western Equatorial Pacific regions (Niño 3, 3.4 and 4), SST anomalies were negative but at a minimum of -0.25 ° C; while in the eastern region (Niño 1 + 2) the anomaly was positive of 0.54 ° C. Likewise, the ISO and ISO-ec atmospheric indices remain lower than the ENSO event and were positive and a maximum of 1.4 ° C.

The standardized zonal indices of winds in the central equatorial Pacific (IZVA) were positive and indicated a strengthening of winds in this area, which favored the presence of negative SST anomalies in the central equatorial Pacific.

At the subsurface level, negative anomalies of temperature and the 20 ° C isotherm were observed at a lower depth, which is associated with a cooling kelvin wave.

In the stations of the countries of the Southeast Pacific, the air temperature was variable, although negative anomalies of up to -1 ° C predominated, the maximum value exceeded 3 ° C, in the south of Chile.

Regarding rainfall, the surplus of the Buenaventura station stood out, of more than 300 mm of accumulated monthly, in contrast to the deficit registered in the other stations, where climatologically rains are expected.

In the stations located to the north from Tumaco to Callao, the anomalies were positive, according to the anomalies registered in the Niño 1 + 2 region, also related to the entry of Tropical Surface Water from the north. Sea level was positive in most of the stations.

Climate models and perspectives show normal conditions in the following months.

I. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ATMOSFÉRICAS REGIONALES

A. CUENCA DEL PACÍFICO SUR

Los vientos en la cuenca del Pacífico Sur (CPS) mantuvieron el patrón direccional, con predominio de vientos del sureste y del oeste, al norte y sur de 20°S respectivamente. La velocidad fue mayor a la de junio, especialmente en el Pacífico central ecuatorial (~ 9 m/s). El área con velocidad menor a 2 m/s aumentó en relación al mes anterior y cubrió la banda latitudinal entre 24 y 32°S por el este, extendiéndose hacia el sur del dominio en el occidente, Fig. 1.

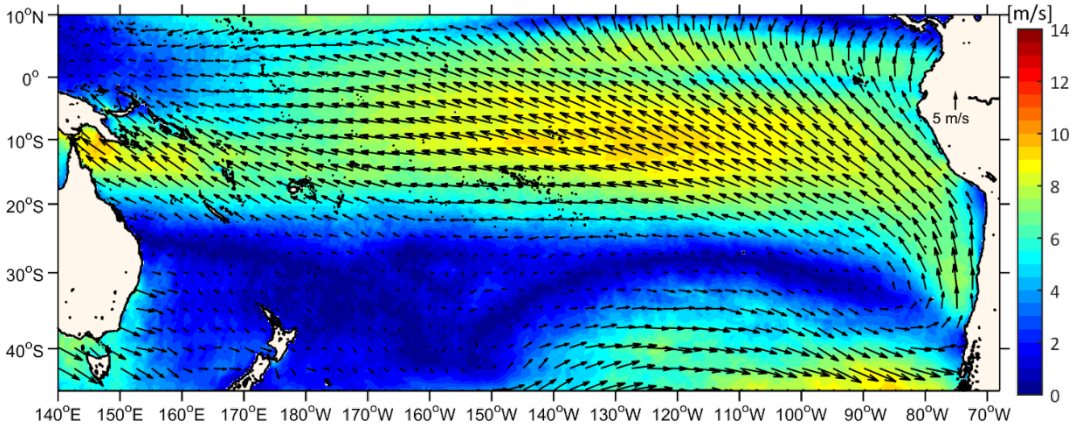


Fig. 1. Distribución de vientos superficiales. Fuente: Ifremer products ASCAT, satelital.

Respecto a las precipitaciones se concentraron al sur de la CPS y al norte de 5°N, en coincidencia con la posición que alcanzó la ZCIT. En el centro-este de la CPS prevaleció la ausencia escasez de lluvias, Fig. 2.

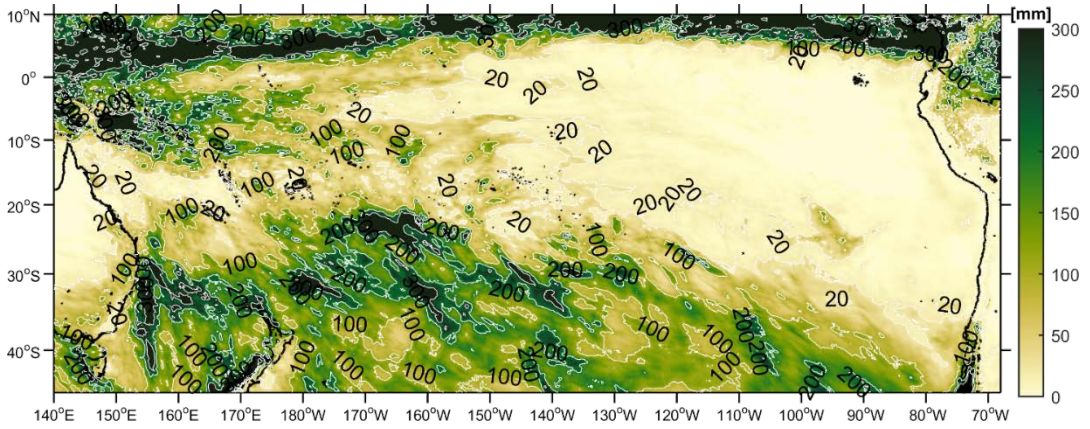


Fig. 2. Acumulado de precipitación mensual. Fuente: Imerg. Satelital.

La distribución de Temperatura Superficial del Mar (TSM) mantiene la configuración acorde a la posición geográfica, mayor TSM al norte que al sur de la CPS. El máximo de TSM (28 °C) se encuentra al norte de 15°S y al oeste de 150°O, zona conocida como pozo de agua caliente. En el este de la CPS la variación de TSM es mayor, observándose influencia de agua del sur (24 °C) en la zona del Pacífico Ecuatorial Oriental y Central, Fig. 3.

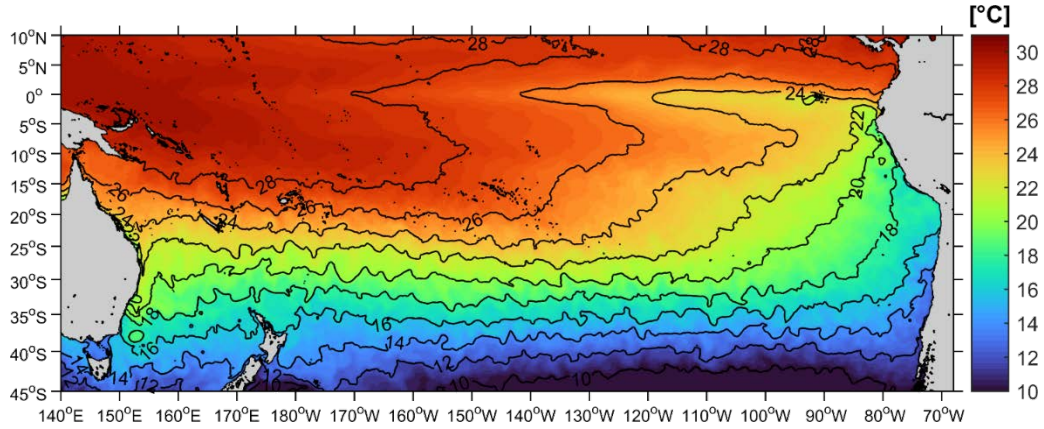


Fig. 3. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar. Fuente: CMEMS, producto OSTIA.

El centro de máxima salinidad (> 36 ups), situado entre 160°O - 100°O y 15°S y 30°S, coincide con la región de menor precipitación y de mayor fuerza de vientos; en tanto que la mínima salinidad (< 33 ups) se encuentra en la cuenca de Panamá. En el resto del área el promedio de salinidad es 35 ups, Fig. 4.

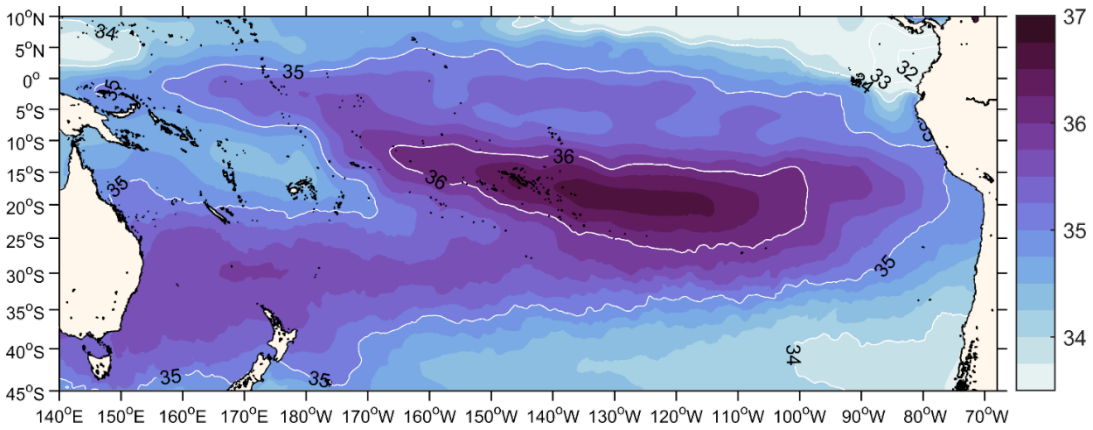


Fig. 4. Mapa de la Salinidad superficial del NM en la cuenca del Pacífico Sur. Fuente: datos: CMEMS. Gráfico: INOCAR.

B. PACÍFICO TROPICAL

Durante julio 2021, a 10 m de la superficie en la cuenca del Pacífico Tropical, se identificaron dos sectores con las mayores intensidades del viento; en el norte, sobre los 160°O y aproximadamente entre los 10°N – 20°N, con vientos provenientes del noreste que alcanzaron los 9 m/s; y otro en el centro-este, entre 160°O – 100°O y 5°S – 15°S, con vientos del sureste que alcanzaron los 10 m/s. Vientos débiles (< 3 m/s) se ubicaron al norte de Indonesia, en la costa oeste de centro América y al norte de la Cuenca Pacífica Colombiana (CPC).

La TSM en el Pacífico ecuatorial central continúa con ligeras anomalías positivas, pero cerca de su valor normal; sólo en la región oriental, al oeste de 100°O se mantiene con valores del orden de 1 °C a 2 °C en promedio (Fig. 5).

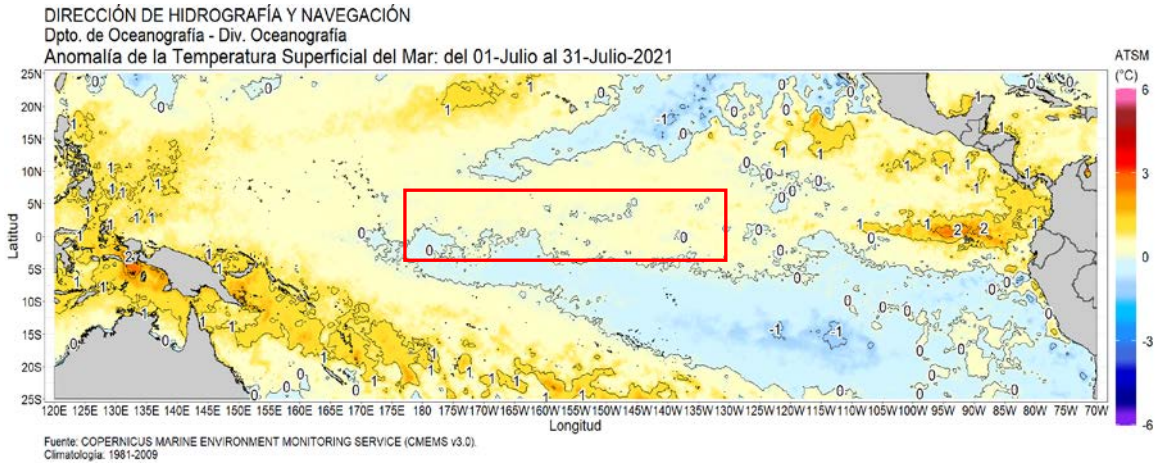


Fig. 5. Mapa superficial de las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial de julio 2021. Fuente: datos: CMEMS V3.0. climatología del 1981-2009 Gráfico: DIHIDRONAV.

En la capa sub superficial del Pacífico ecuatorial, sobre la termoclina, predominaron anomalías positivas de temperatura. En las regiones occidental y central, en promedio, la anomalía fue de 1 °C; mientras que, en la región oriental de 2 °C. Desde la tercera semana de julio, la anomalía positiva se redujo y cambió a negativa (~ -0.5 °C) en la parte central y a 1 °C en la oriental. Debajo de esta capa, se evidenciaron anomalías negativas, que se propagaron hacia el este. Estas características se asocian al paso de una onda Kelvin fría, Fig. 6.

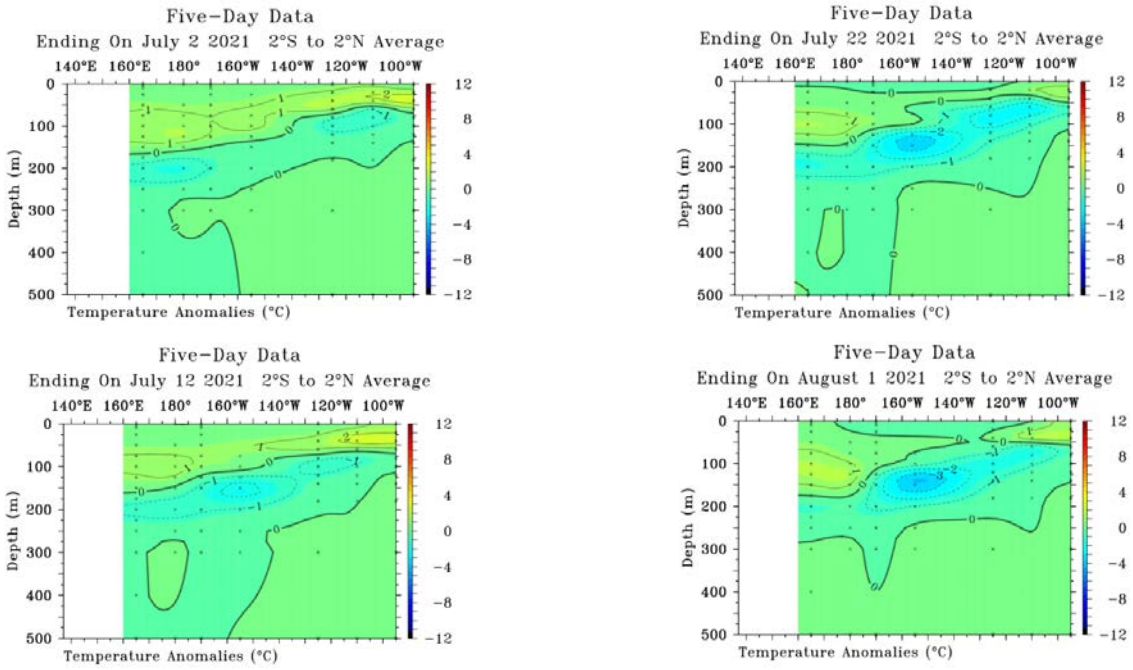


Fig. 6. Anomalía de la temperatura subsuperficial en el Pacífico ecuatorial (02°N-02°S) de 2, 12, 22 y 1 agosto de 2021. Fuente: TAO/NOAA.

La presencia de anomalías del viento del este (7a) en toda la región occidental y central favoreció el ascenso de la isoterma de 20 °C por encima de su profundidad normal (7c), en el Pacífico Central y de TSM normal en gran parte de la franja ecuatorial, Fig. 7b.

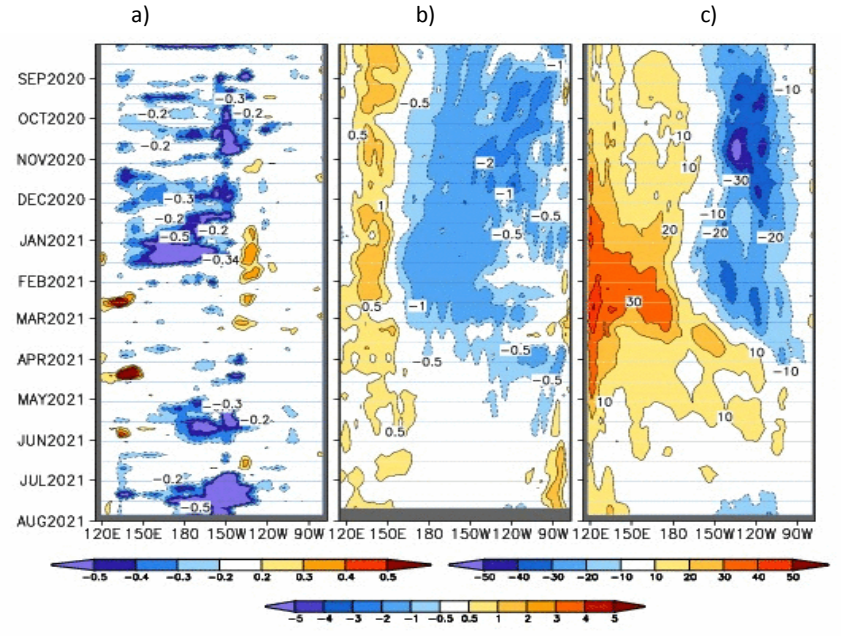


Fig. 7. Anomalía de a) viento zonal, b) TSM y c) profundidad de la isoterma de 20°C. Promedio de 2°N - 2°S, agosto 2020 - julio 2021. Fuente: CMEMS V3.0. climatología del 1981-2009 y GODAS. NCEP.CPS.NOAA y OISST.NOAA.

En la región Niño 1+2 (Pacífico Ecuatorial Oriental) se observó que la anomalía de TSM se mantuvo positiva y alcanzó un valor de 0.54 °C. A diferencia de las otras regiones, Niño 4, Niño 3.4 y Niño 3, donde continuaron negativas y próximas al valor neutral (-0.25, -0.21 y -0.09 °C, respectivamente). Fig. 8.

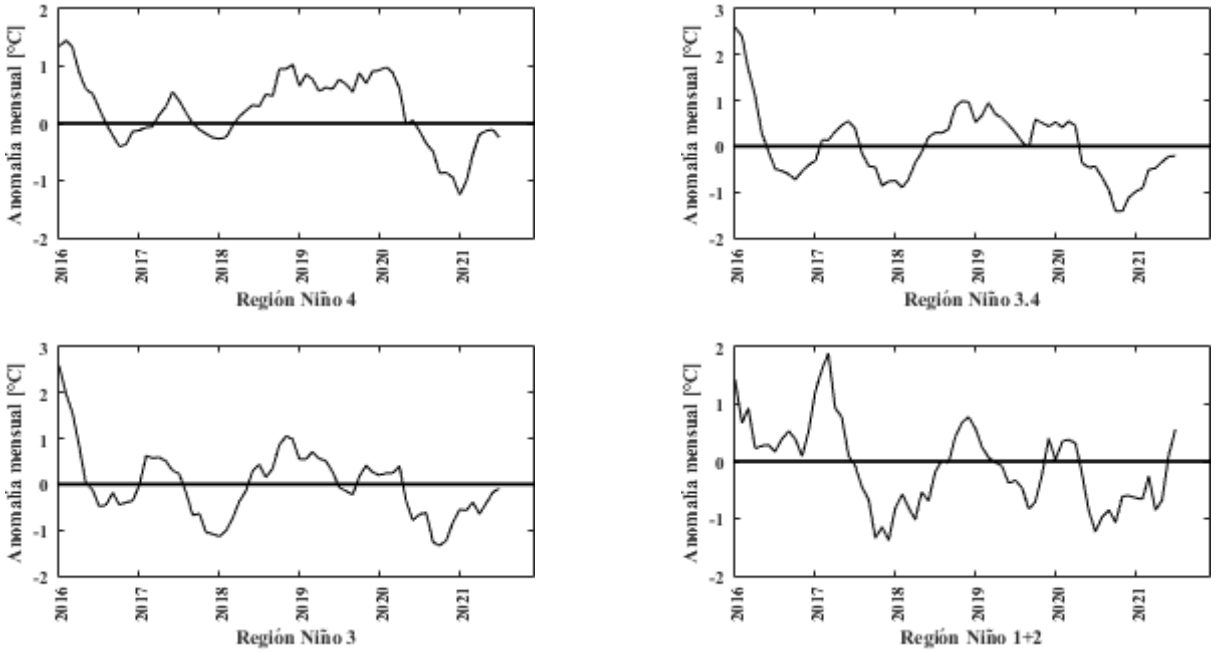


Fig. 8. Anomalías de TSM en las regiones Niño. Fuente: Información OISST v.2

El índice oceánico ONI en el trimestre mayo-junio-julio fue negativo (-0.35 °C), ubicándose entre los umbrales de condición ENOS neutral. Por su parte los índices SOI y SOI-ec (1.4 y 0.9) aumentaron, contrario a lo observado en el mes anterior; sin embargo se mantienen cercanos a la neutralidad, Fig. 9.

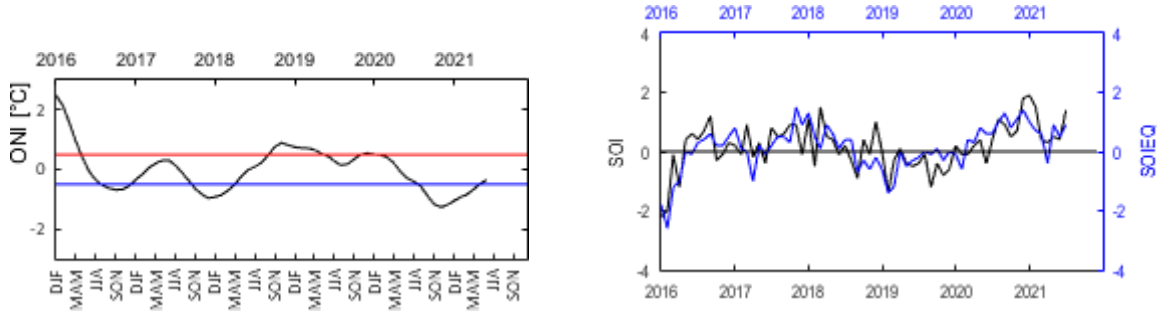


Fig.9. Índices de seguimiento de ENOS. Índice ONI (izquierda). SOI tradicional, línea negra y SOI ecuatorial, línea azul (derecha). Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) del Pacífico ecuatorial central (175 – 120°O) fueron positivos y mayores a junio, confirmando la intensificación del viento zonal en esta región. Fig. 10.

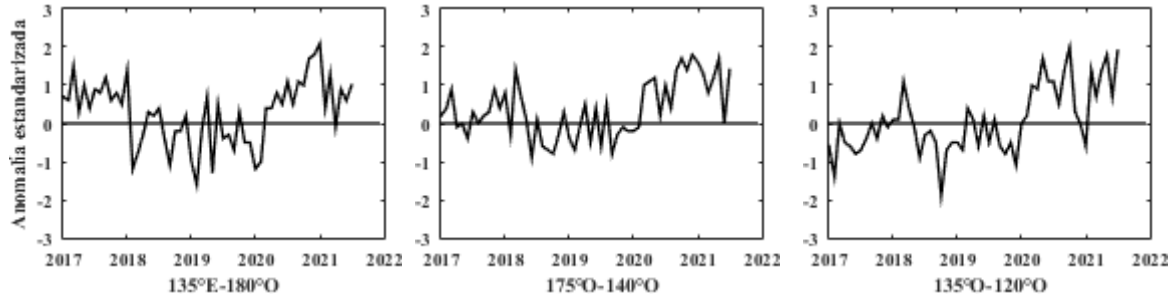


Fig. 10. Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios. Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

A. CONDICIONES EN EL PACÍFICO SURORIENTAL

Estaciones meteorológicas distribuidas en zonas costeras y continentales desde Colombia a Chile indican que la Temperatura del Aire (TA) tuvo características variables. En Colombia y en la mayoría de estaciones de Perú y Chile las anomalías fueron negativas de hasta -1 °C (Talara). En las estaciones de Ecuador y en el resto de localidades de Perú y Chile, las anomalías fueron positivas, y al menos, en tres estaciones del centro y sur de Chile, superaron los 2°C, Fig. 11. En cuanto a las precipitaciones, cabe indicar, que en Buenaventura, la normal fue ampliamente superada en 313 mm; en tanto que en las estaciones de Ecuador y Chile donde climatológicamente se esperan acumulados mensuales superiores a 25 mm, se observó déficit. En las estaciones del centro y sur de Ecuador, Perú y norte de Chile, no se registraron precipitaciones, como corresponde a la época, Fig. 12.

Las estaciones meteorológicas indican que la TSM disminuyó a lo largo del mes, especialmente en las estaciones al sur de la región, donde se observa la tendencia negativa, Fig. 13. Las anomalías de TSM fueron positivas desde Tumaco hasta Callao, con el máximo en Paita (1.4 °C); mientras que hacia el sur las anomalías fueron negativos con la menor de -0.6 °C en Antofagasta, Fig. 14.

Después de una tendencia descendente, en las últimas dos semanas de julio, el aumento del NM predominó en las estaciones, Fig. 15. Esto reflejó anomalías positivas en la mayoría de ellas, de máximo 10 cm en la isla Santa Cruz. Cuatro estaciones de Perú y Chile tuvieron anomalías negativas, con la mayor magnitud (-17 cm) en Talcahuano, Fig. 16.

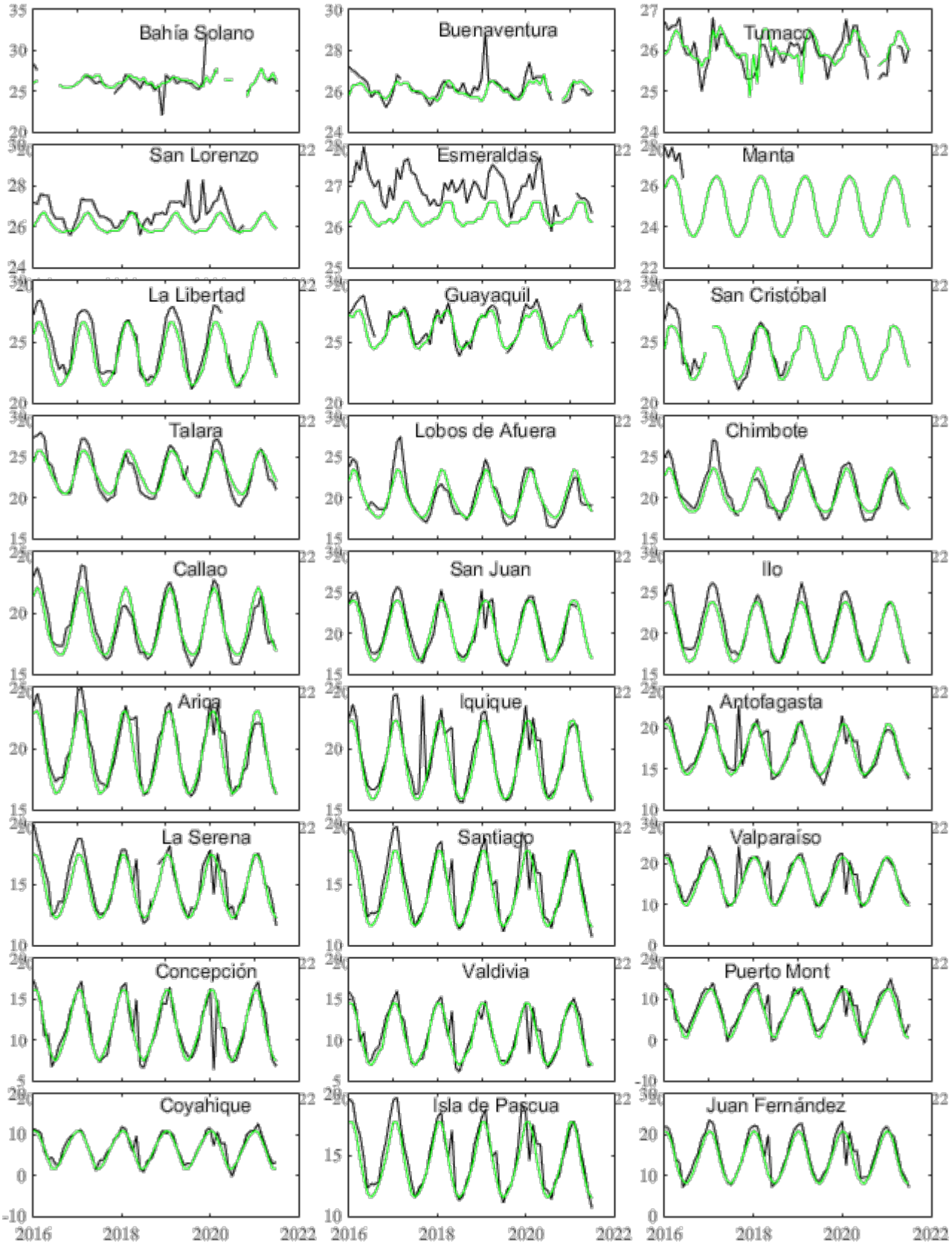


Fig. 11. Medias mensuales de TSA (°C) en localidades de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN).

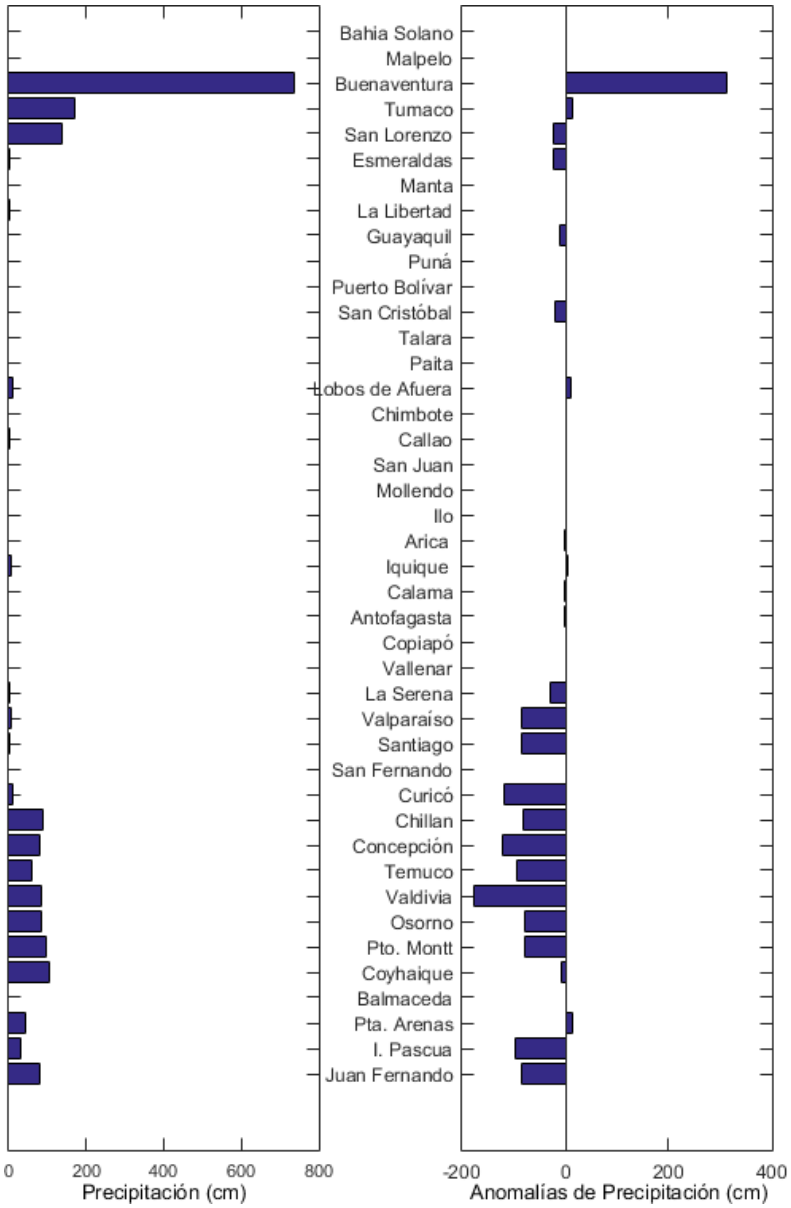


Fig. 12. Precipitación y anomalías de la precipitación en ciudades de los países que conforman el Comité ERFEN-regional.

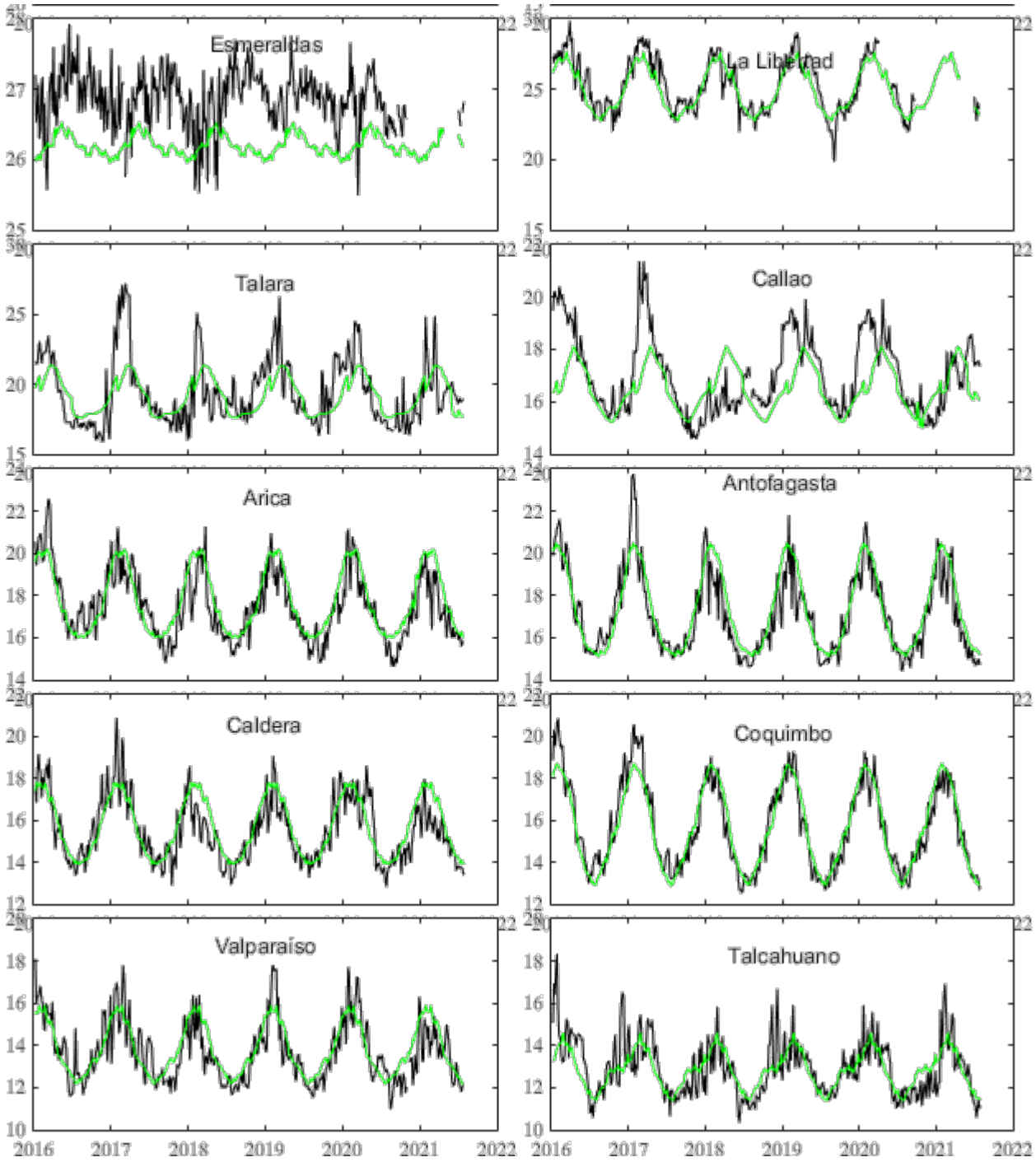


Fig. 13. Medias de cinco días (quinarios) de TSM (°C) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile desde 2016. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la carátula. (Fuente: INOCAR – INAMHI – DHN - SHOA).

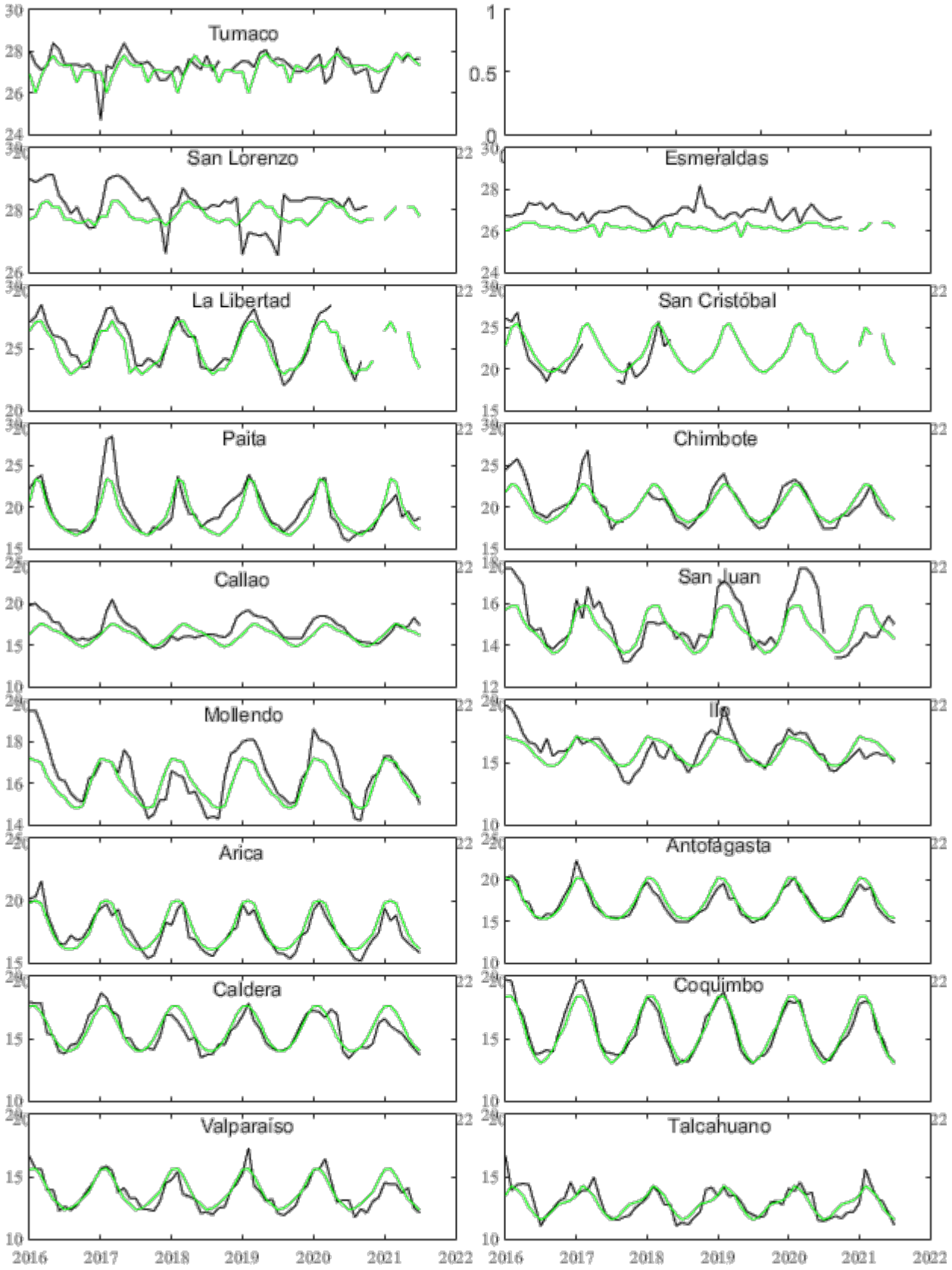


Fig. 14. Medias mensuales de TSM (° C) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo de la climatología es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR, DHN, SHOA).

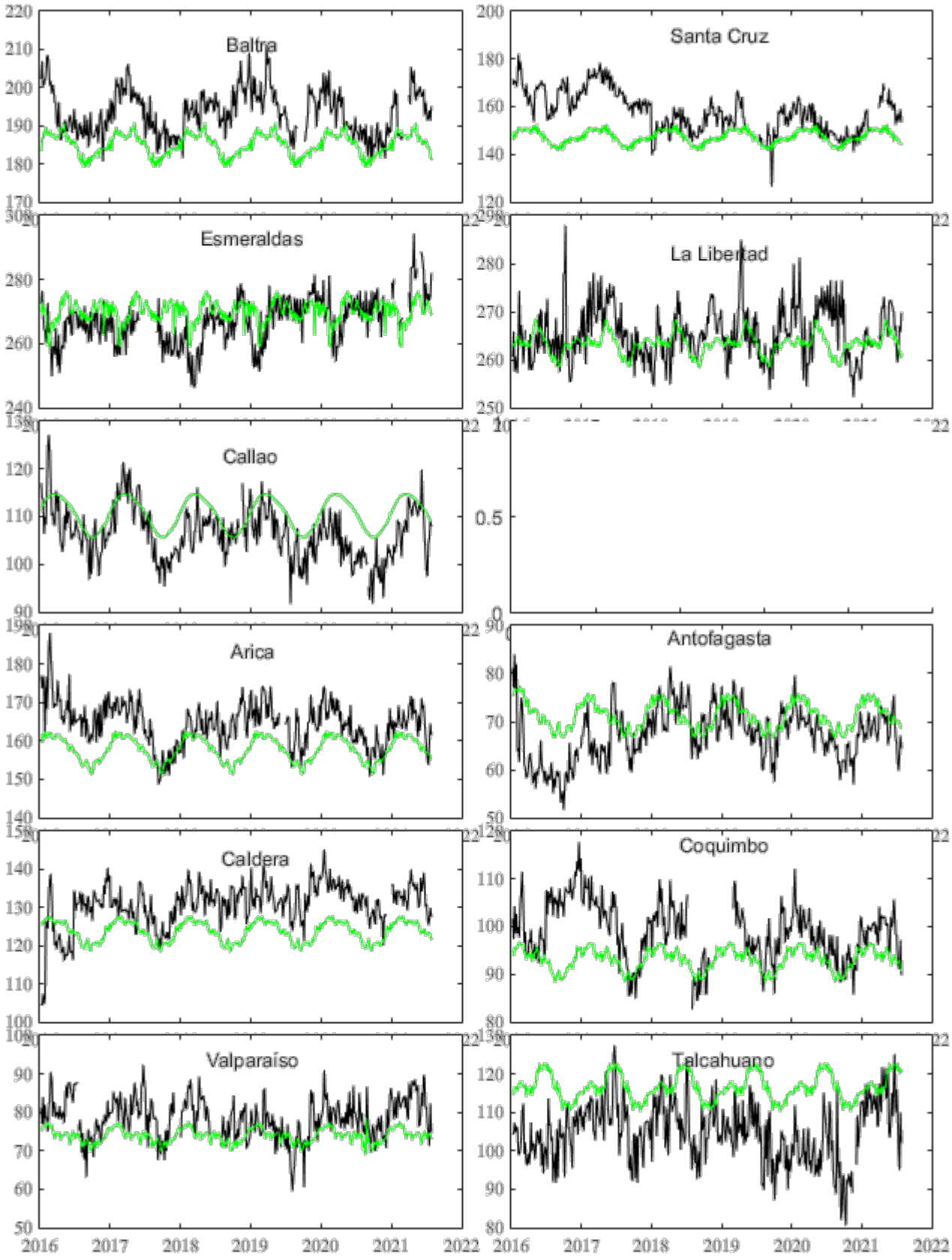


Fig. 15. Medias de cinco días (quinarios) del NMM (cm) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. (Fuentes: INOCAR-DHN - SHOA).

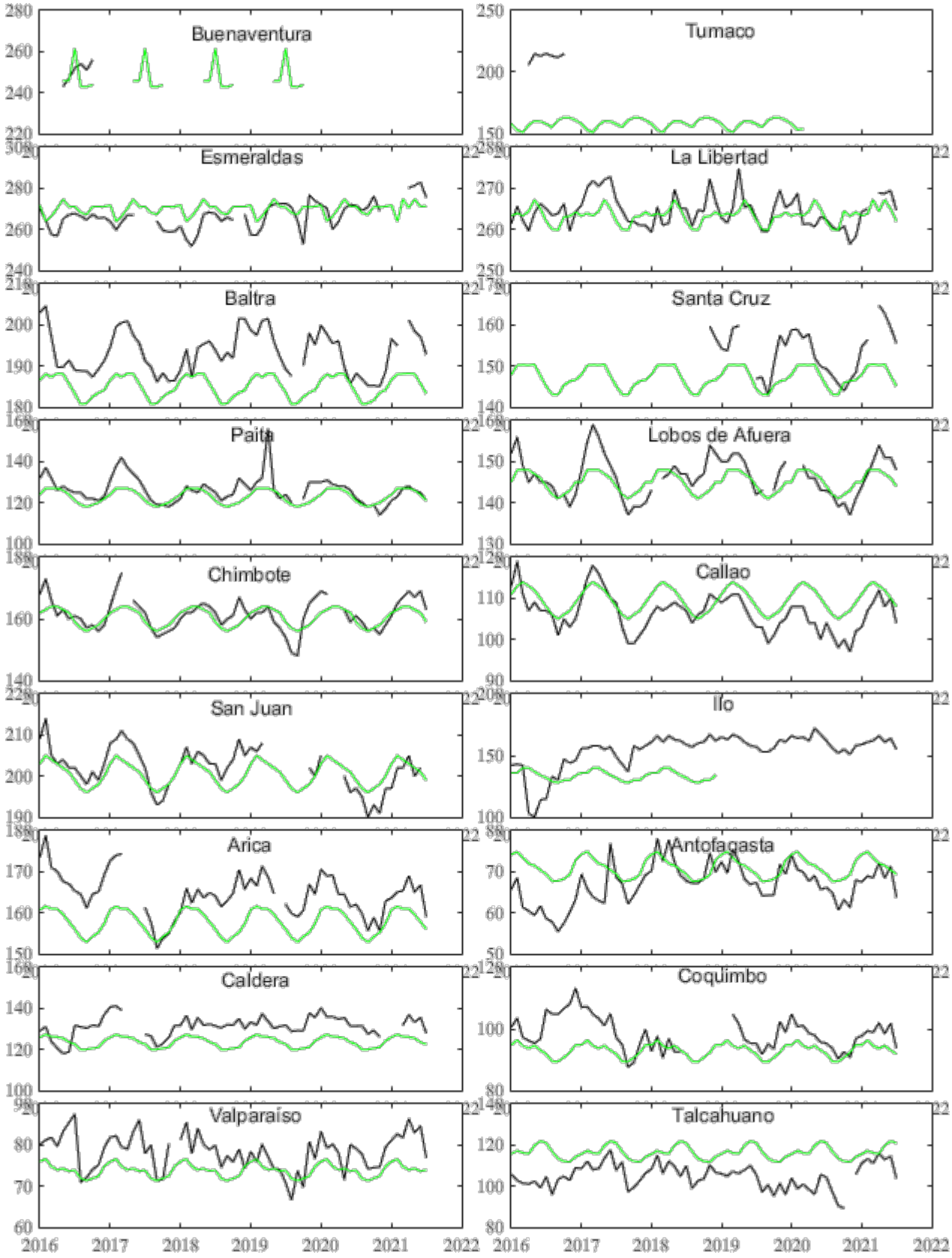


Fig. 16. Medias mensuales de NMM (cm) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN.

II. CONDICIONES NACIONALES

A. COLOMBIA

La dinámica de vientos observada en la CPC es concordante con el comportamiento promedio para este trimestre del año, donde hay predominancia de los alisios del suroeste y alta interacción con el chorro del Chocó, ubicando las mayores intensidades del viento al sur de la CPC.

La dinámica de la TSM para julio 2021, fue similar a la del mes anterior, donde se evidenció la persistencia de temperaturas cálidas alrededor de los 28 °C con anomalías positivas de 0.5 °C (Fig. 17a y 18a). En el tercer trimestre del año la temperatura promedio en la CPC presenta condiciones homogéneas para la zona centro y norte, donde exhibe una estabilización de su calidez alrededor de los 27 °C y 28 °C; comportamiento que contrasta con los valores bajos de la zona sur (21 °C), los cuales se atribuyen al ascenso de aguas impulsadas por la corriente fría del Perú sobre la parte oceánica de la Cuenca. El ingreso de aguas con temperaturas más elevadas se da desde el occidente de la CPC gracias a la Contracorriente Ecuatorial Sur, fortalecida en el tercer trimestre por el chorro de viento del Chocó; comportamiento que a su vez favorece el incremento de los valores del nivel del mar alcanzando hasta 40 cm de altura con anomalías de aproximadamente 3 cm (Fig. 17b y 18b).

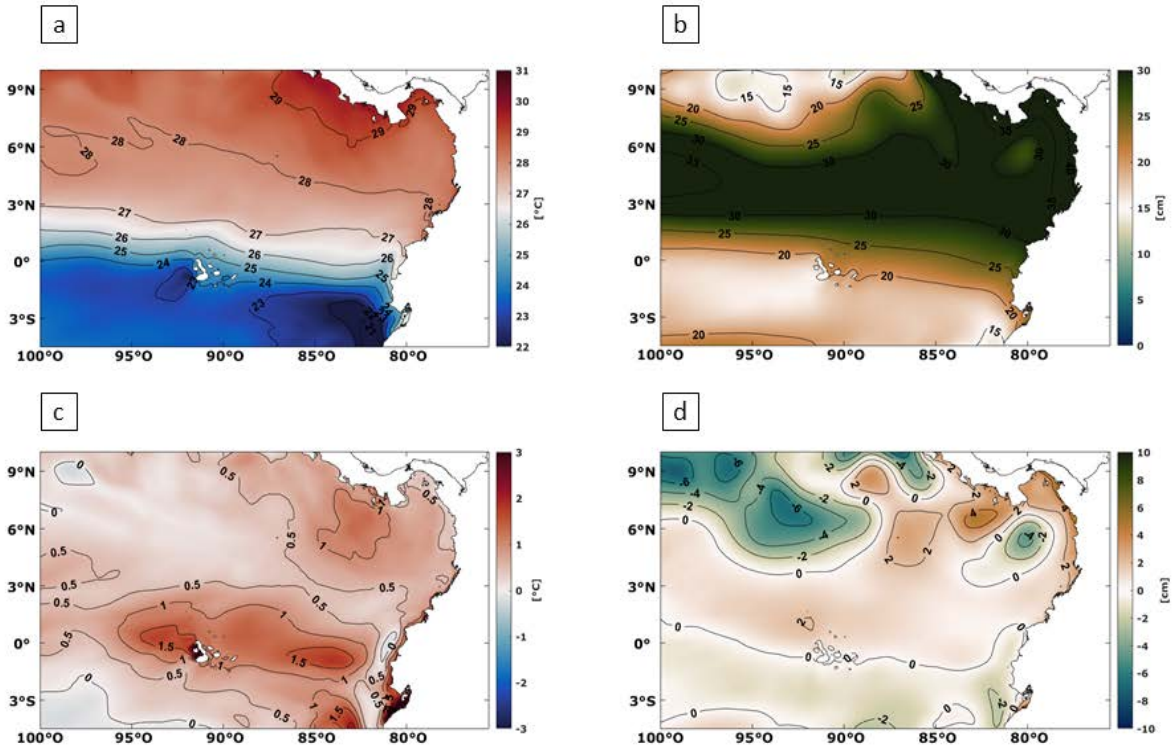


Fig. 17. Distribuciones espaciales mensuales de a) TSM en °C, b) Nivel del mar en m, c) Salinidad en PSU y d) Clorofila-a en mg/m3. Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.

El marcado frente de salinidad superficial que se ubica paralelo a la costa en la CPC, persiste en el tiempo por el aporte continuo de agua dulce proveniente de las vertientes de los ríos, las cuales al encontrarse con las aguas oceánicas de mayor salinidad, generan un proceso de mezcla paralelo a la zona costera. La distribución de la salinidad registra una disminución hasta los 28 UPS durante este mes y anomalías de -2 UPS, lo cual puede estar asociado al aumento de la pluviosidad y su posterior proceso de escorrentía (Figura 2c y 3c).

Las anomalías de la clorofila-a en la CPC se centraron en su totalidad sobre la neutralidad (Figura 3d). Los mayores valores en el dominio regional se evidenciaron cerca de las costas de Ecuador, con valores de hasta 2 mg/m^3 y anomalías positivas de 1 mg/m^3, sector que coincidió con las más bajas temperaturas superficiales del mar (21 °C) y las más altas salinidades (34 UPS).

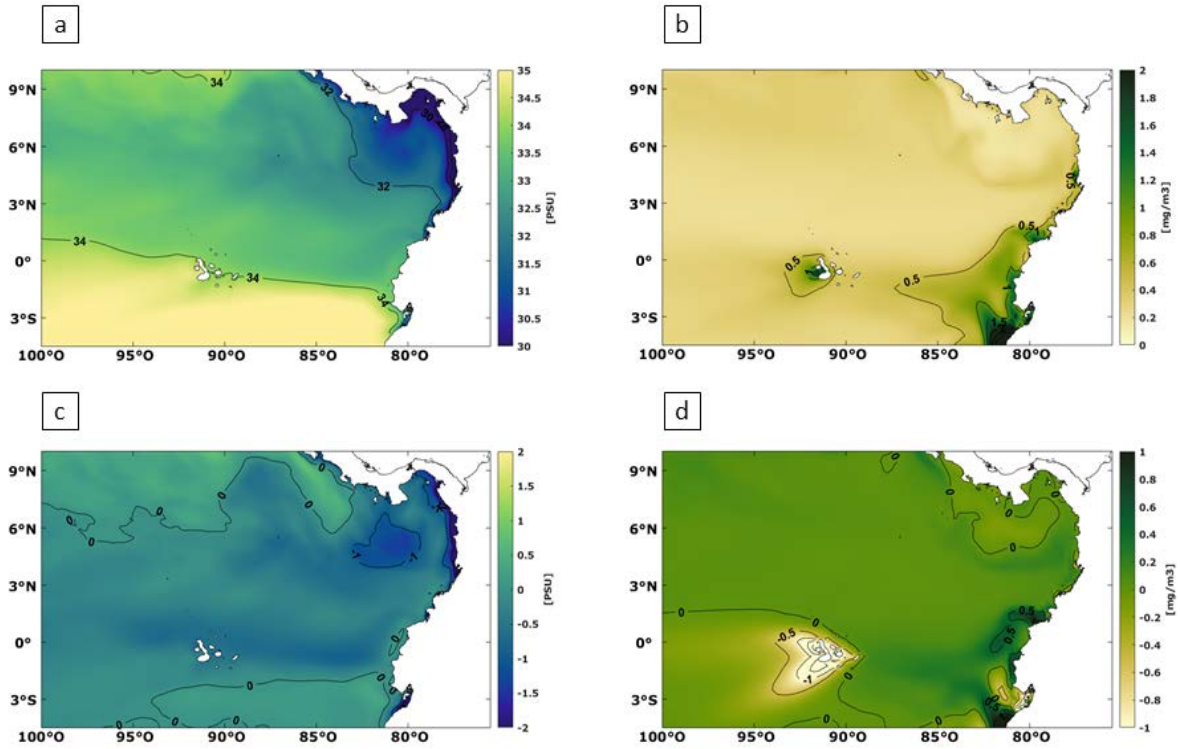


Fig. 18. Distribuciones espaciales mensuales de las anomalías para a) ATSM en °C, b) Nivel del mar en m, c) Salinidad en PSU y d) Clorofila-a en mg/m3. *Fuente: COPERNICUS*

El monitoreo de las condiciones locales realizado quincenalmente en la estación costera fija, ubicada en la ensenada de Tumaco (02°00'00"N - 78°48'00"O), en área jurisdiccional del Pacífico colombiano, Fig. 19, mostraron julio del 2021 un valor promedio de TSM de 27.65 °C, identificando anomalías positivas cercanas a la neutralidad de 0.33 °C. En el registro realizado el 19 de julio del 2021 (línea azul, Figura 20b), los valores de la temperatura oscilaron entre 16.42 °C y 27.73 °C, con una termoclina posicionada entre los 38 y 42 m aproximadamente. Por otra parte, los datos adquiridos el 29 de julio del 2021 (línea roja, Figura 20b), muestran valores de temperatura entre 15.95 °C y 27.67 °C, con una termoclina levemente profundizada entre 42 m y 51 m aproximadamente. Contrastando con el mes anterior (junio 2021), hubo un leve ascenso de la termoclina, indicando presencia de aguas más frías en mayor parte de la columna de agua.

En cuanto a la Salinidad Superficial del Mar (SSM), tuvo un valor promedio de 30.37 ups, con anomalías negativas de -1.32 ups y valores de salinidad que oscilaron entre 30.14 y 35.10 ups para el primer registro (línea azul, Fig. 20d), y entre 30.55 UPS y 35.07 UPS para el segundo monitoreo (línea roja, Fig. 20d). Se presentó un comportamiento concordante entre los valores de temperatura y salinidad, evidenciándose una disminución de la salinidad con la presencia de aguas superficiales más cálidas.

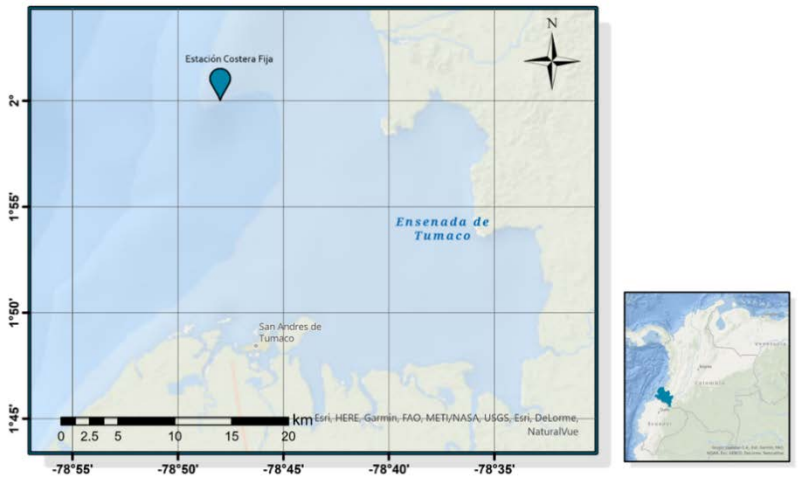


Fig. 19. Localización de la estación costera fija de Tumaco. Fuente: CCCP.

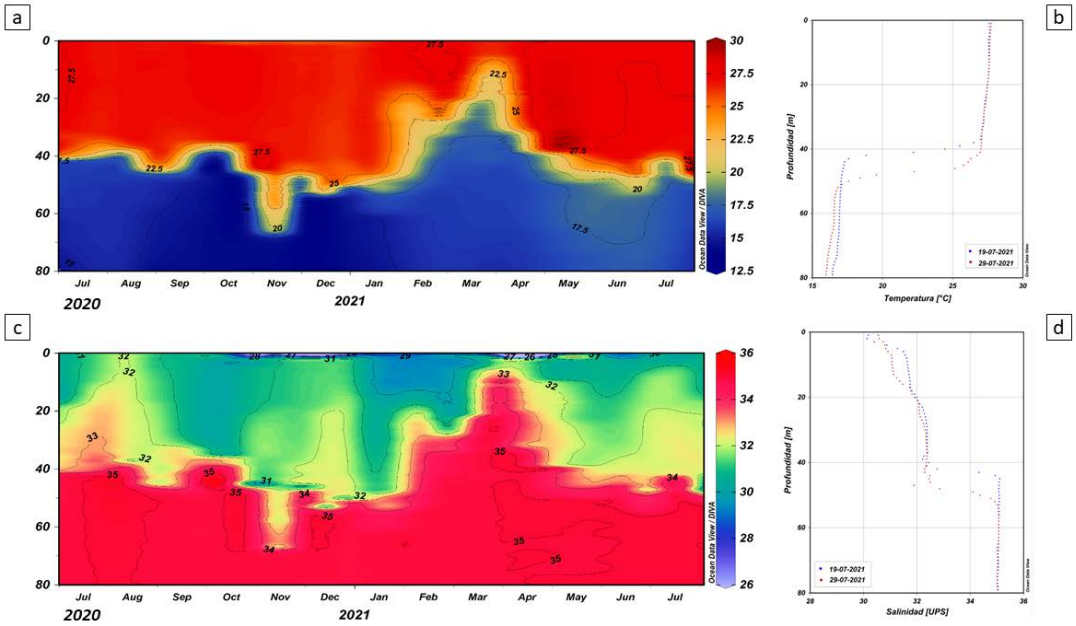


Fig. 20. a) Serie temporal de la temperatura subsuperficial, b) Perfiles de temperatura, c) Serie temporal de la salinidad subsuperficial y d) Perfiles de salinidad. Fuente: CCCP.

El comportamiento evidenciado en la estación costera fija de Tumaco respondió a la dinámica global y regional analizada anteriormente, donde la presencia de anomalías positivas en la CPC se vieron reflejadas en un aumento de la TSM y una disminución de la salinidad registrada en el monitoreo in situ.

El Índice Multivariado de Tumaco (IMT) presentó un valor de -0.11 con categoría “F1”, indicando fase fría neutra para esta zona del país (Fig. 21). Con respecto al mes anterior (junio 2021), se observa la continuidad de condiciones neutrales.

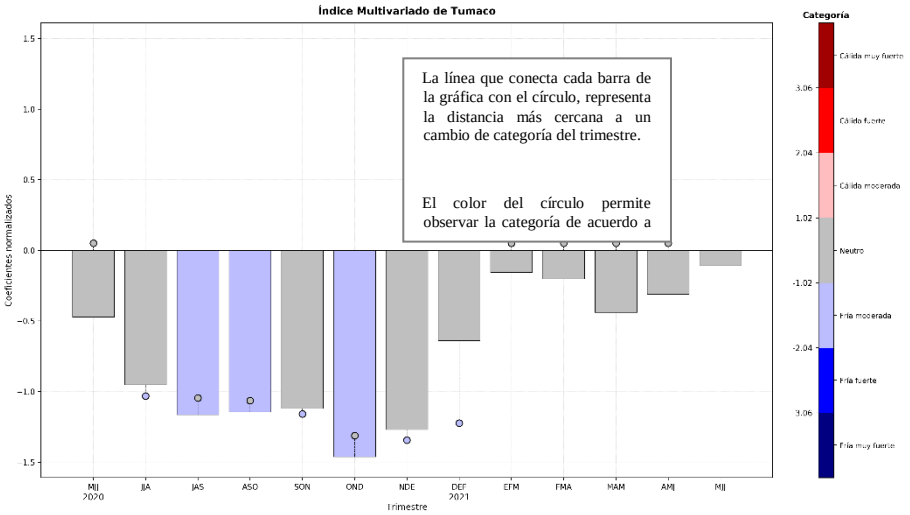


Fig. 21. Comportamiento del Índice Multivariado de Tumaco (IMT). Fuente: CCCP

En relación a los parámetros meteorológicos, en los principales puertos del Pacífico Colombiano, entre el 1 y el 31 de julio del 2021, las condiciones meteorológicas se describen a continuación

En Bahía Solano la TA presentó un promedio mensual de 25.96 °C, con un máximo de 31.40 °C y un mínimo de 22.70 °C; se evidenció una anomalía negativa de -0.34 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 94.95 %, con un máximo de 100 % y un mínimo de 68 %; se presentó una anomalía positiva de 0.15 %.

En Buenaventura la TA presentó un promedio mensual de 25.93 °C, con un máximo de 29.40 °C y un mínimo de 22.60 °C; se evidenció una anomalía negativa -0.04 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 91.90 %, con un máximo de 100 % y un mínimo de 65 %; se presentó una anomalía negativa de -0.02 %. El total de Precipitación fue de 734.90 mm, con una anomalía positiva de 313.42 mm.

En Tumaco la TA presentó un promedio mensual de 26.03 °C, con un máximo registrado de 29.10 °C y un mínimo de 23.30 °C; se evidenció una anomalía positiva de 0.02 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 96.98 %, con un máximo de 100 % y un mínimo de 73 %; se presentó una anomalía positiva de 4.20 %. El total de Precipitación fue de 171.30 mm, con una anomalía positiva de 13.91 mm.

En julio, la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) presentó moderada actividad, moviéndose entre los 9° N y 11°N en la zona marítima del Pacifico colombiano, en el océano Atlántico, entre los 0°N a los 10°N. La actividad de las Ondas Tropicales (también llamadas Ondas del Este) han influenciado en el comportamiento de la precipitación en el territorio nacional, donde han transitado 13 ondas tropicales en el mes, entre 0° N de 4°N y con una amplitud 15° a 20°. Sobre el mar Caribe transitó el huracán Elsa, entre los días 30 de junio y el 6 de julio, alcanzando la costa occidental de la Florida y se disipó en día 9 de julio en las costas nororientales de Estados Unidos de América.

En julio se presentaron condiciones neutrales del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), tanto a nivel oceánico como atmosférico. Sin embargo, no hay coincidencia entre los indicadores atmosféricos y oceánicos, el Índice Oceánico de El Niño llegó al límite de neutralidad, mientras que el Índice Multivariado de El Niño se hace más negativo.

En lo que respecta a la variabilidad intraestacional, la oscilación Madden y Julian (OMJ) tuvo una influencia leve en: su fase convectiva (8 al 10 y el 24 de julio) en excedencias de la precipitación en el acumulado mensual. La fase subsidente fue muy débil en su influencia sobre la reducción de las precipitaciones.

El seguimiento realizado por el IDEAM muestra precipitaciones por encima de la normal climática[1], en: en el centro de Guajira, noroeste y sur de Magdalena, Atlántico, norte y sur de Bolívar, sur de Cesar, sur de Sucre y de Córdoba, en la región Caribe; sur de Norte de Santander, occidente de Boyacá, noroccidente de Cundinamarca, centro de Tolima, Valle y sureste de Cauca, en la región Andina. Las lluvias deficitarias se presentaron en: golfo de Urabá, norte de Córdoba, Centro de Bolívar, suroeste de Magdalena y norte de Guajira, en la región Caribe; centro de Norte de Santander y de Santander, Boyacá, Cundinamarca, Caldas, norte de Tolima, Huila, Cauca y centro de Nariño, en la región Andina; litoral de Nariño, en la región Pacífica; oriente de Arauca, piedemonte de Casanare y de sur del Piedemonte de Meta y suroriente de Vichada, en la Orinoquia; piedemonte de Caquetá, y sur y oriente de la Amazonia.

Los valores de precipitaciones más altos en el mes se presentaron en: la estación Gamarra, municipio de Gamarra (Cesar) en el día 24 de julio, con 200,0 mm; la estación Istmina, municipio de Istmina (Chocó) el 23 de julio, con 180,0 mm; y la estación aeropuerto El Caraño, municipio de Quibdó (Chocó) el 3 de julio, con 169,1 mm.

Las máximas temperaturas se presentaron en: la estación Manaure, en el municipio de Manaure (La Guajira), el día 21 de julio, con un valor 40.6 °C, y el día 20 de julio con 40.2 °C; y la El Callao del municipio Valledupar (Cesar), el día 19 de julio, con un valor de 40.0 °C.

Las temperaturas mínimas se presentaron en: la estación Surbatá Bonza, municipio de Duitama (Boyacá) y la estación Tunguavita, municipio de Paipa (Boyacá), el día 14 de julio, con un valor de 1.8 °C.

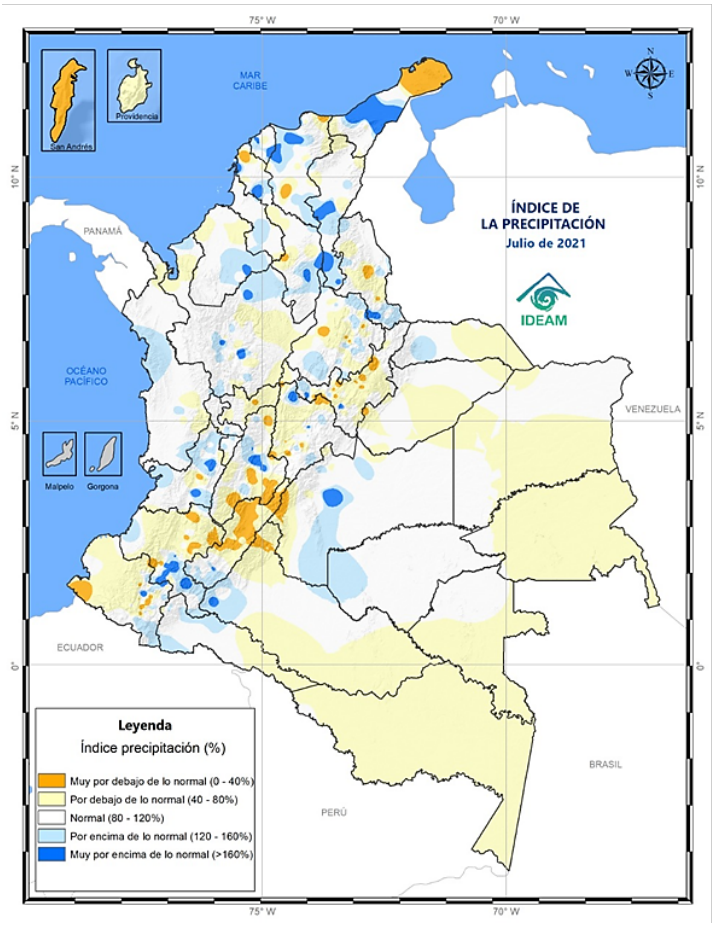


Fig. 22. Anomalía porcentual de la precipitación mes de junio de 2021.

[1] Índice de precipitación mayor a 160%.

B. ECUADOR

Los vientos superficiales se incrementaron con respecto a junio, registrándose un promedio 5 m/s al sur de la latitud ecuatorial y un valor superior a 6 m/s en el norte. La dirección predominante es sureste y sur-suroeste, junto a la costa. A pesar del aumento de la magnitud de vientos en relación al mes anterior, su componente meridional fue menor a la climatológica mensual, Fig. 23.

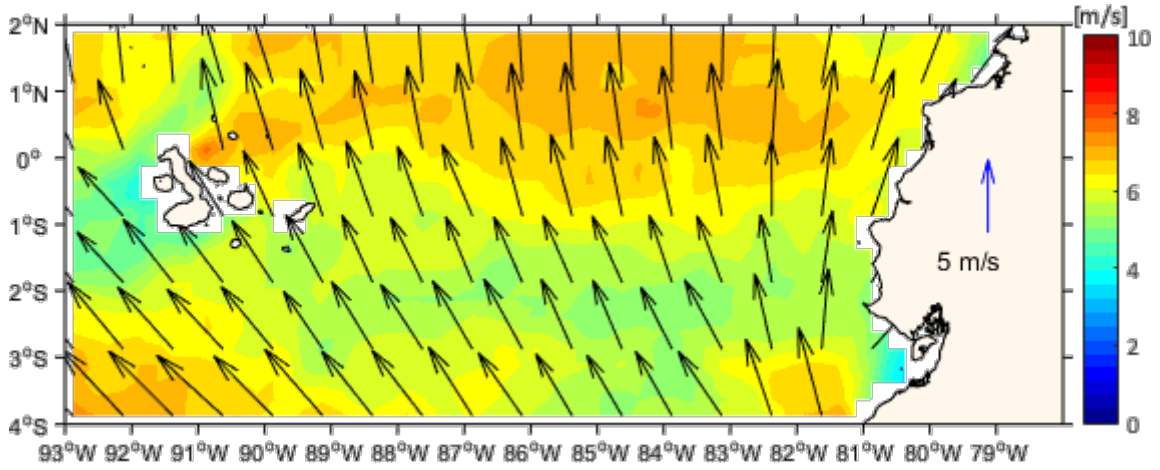


Fig. 23. Patrón de vientos superficiales. Fuente: Ifremer, ASCAT

Las precipitaciones se concentran al norte de las estribaciones de la cordillera de los Andes, donde el registro máximo mensual fue de 100 mm. En el resto de territorio las precipitaciones estuvieron ausentes o escasas, conforme a lo esperado del mes, figura 24.

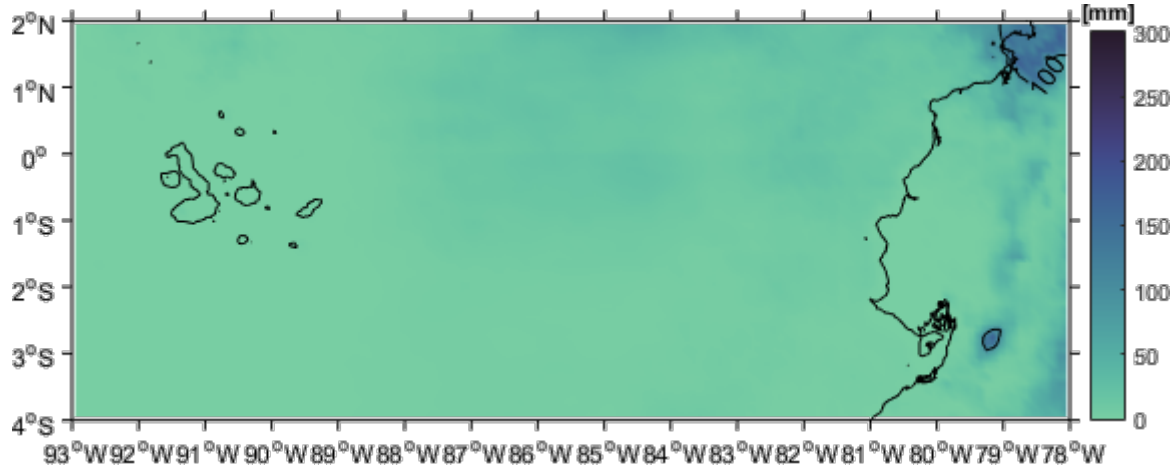


Fig. 24. Acumulado mensual de precipitación. Fuente: ASCAT, satelital.

La distribución de la TSM mostró al FE en posición cuasi zonal, con su eje a lo largo de la latitud ecuatorial, limitado al norte por la isoterma de 26 °C y al sur por la de 23 °C. Desde el sureste, se evidenció el ingreso del agua de menor temperatura, que se proyectó hacia el oeste con la isoterma de 23 °C. Al oeste de Galápagos se registró el afloramiento ecuatorial, con TSM entre 21 y 22 °C, Fig. 25a. Este patrón de TSM configuró condiciones neutrales junto a la costa y al sur de 2 °S; mientras que en el resto del área, la anomalía fue positiva, y de hasta 2 °C, al norte y este de Galápagos, Fig. 25b. Por su parte la salinidad superficial (SS) mínima (< 32) se encuentra en el extremo noreste y aumenta hacia el extremo suroeste, donde alcanza el máximo valor de 35 ups; Fig. 25c. Tanto la distribución de la TSM y SS indicaron presencia de Agua Tropical Superficial y Agua Ecuatorial Superficial.

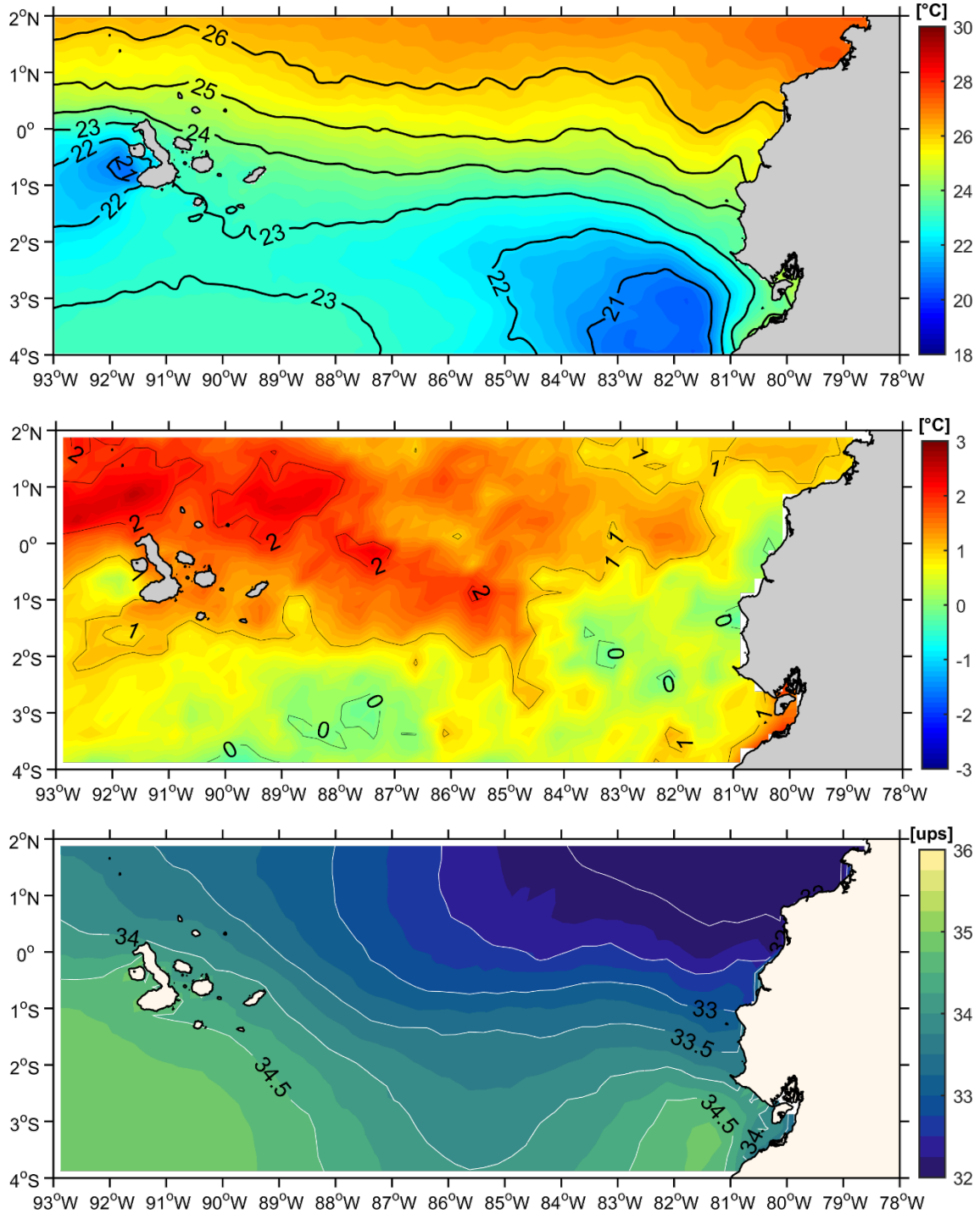


Fig. 25. a) Temperatura Superficial del Mar y (b) Anomalía de la TSM en el mar ecuatoriano y c) Distribución de la salinidad superficial en territorio marítimo ecuatoriano. Fuente: Base de datos Copernicus-Ostia.

El análisis vertical de la distribución de temperatura en las secciones 82 y 86°O, evidencia en los primeros 40 m de profundidad, desde el límite norte hasta aproximadamente 0.5°S, agua de temperatura mayor a 25 °C y salinidad menor a 33 ups (ATS). Hacia el sur, en la misma profundidad se registra mezcla de agua, con predominio de AES. Bajo los 40 m, predomina Agua Ecuatorial Subsuperficial (~14 °C y 34.5 ups), Fig. 26.

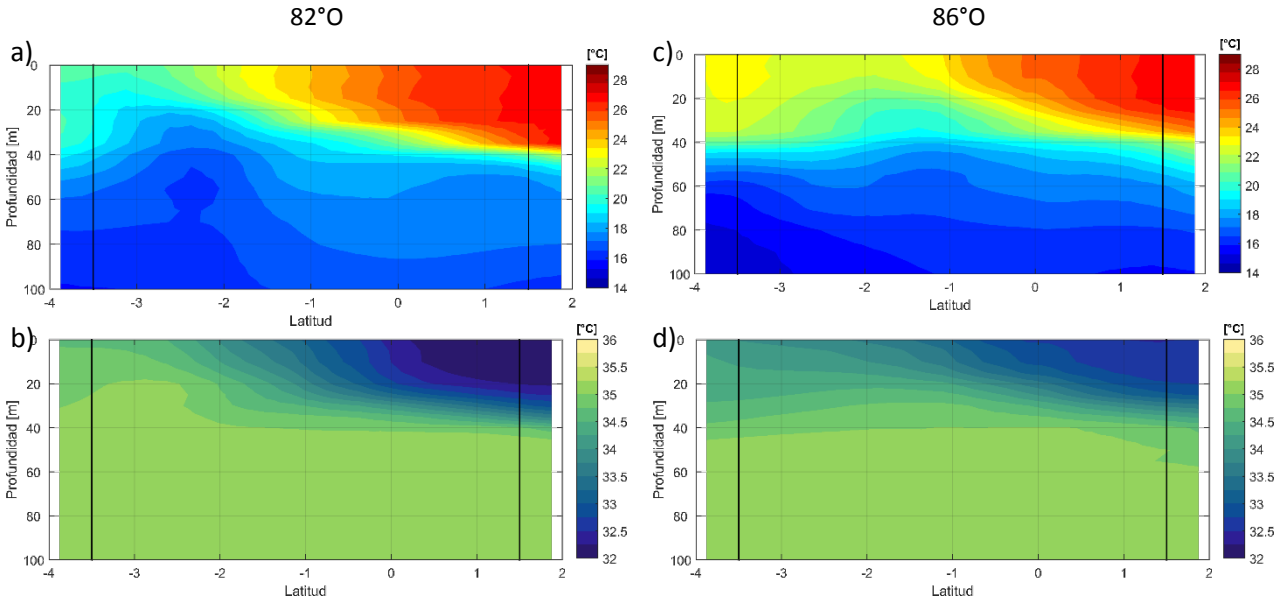


Fig. 26. Secciones en profundidad entre 4°N y 6°S: En 82°O, a) Temperatura y b) Salnidad. En 86°O (c) Temperatura y (d) Salinidad. Fuente: Copernicus Data set armor weekly

En la estación 10 millas La Libertad (2.083°S y 81.089°O), la TSM del mes fue de 24 °C, siendo ligeramente superior a la de junio (23.7 °C). En la capa de mezcla (~ 20 m) se observa un ligero calentamiento en junio y julio, producto de la influencia de la onda Kelvin cálida que arribó en esos meses, Fig. 27.

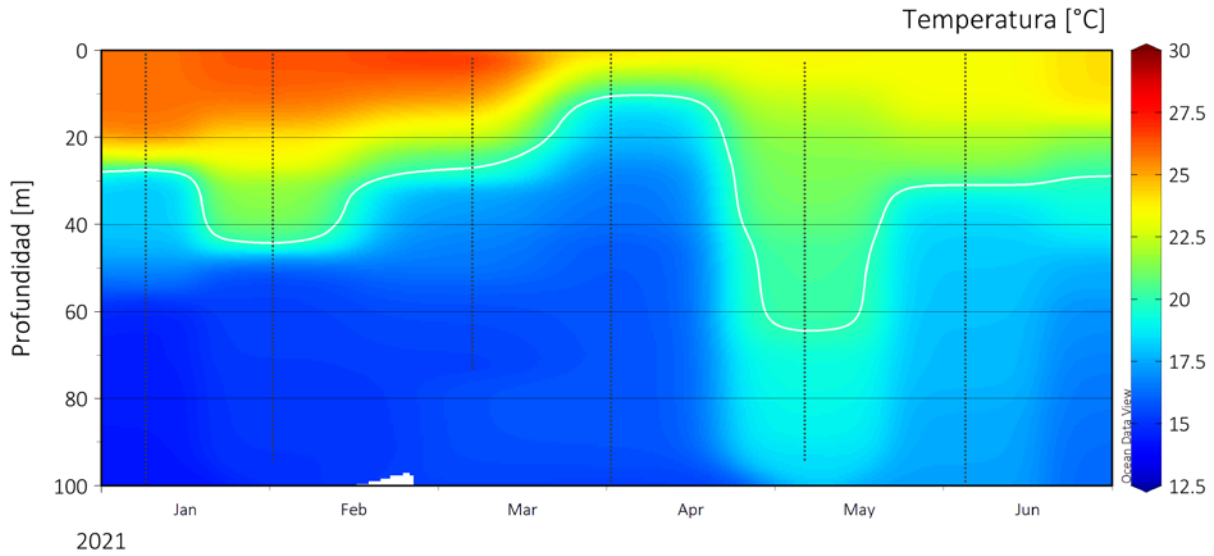


Fig. 27. Sección temporal de la estación 10 millas La Libertad (2.083°S y 81.089°O). Fuente: Inocar. Elaborado por Inocar

La identificación de masas de agua en las estaciones 10 millas costa afuera de Esmeraldas, La Libertad, Manta y Salinas indica que hasta 40 m, en el norte (sector a la izquierdas de las figuras 28) predomina el Agua Tropical Superficial con porcentaje entre 60 y 80 % en los primeros 40 m; mientras que alrededor de las estaciones de Manta y La Libertad y Puerto Bolívar el AES presenta porcentajes mayores a 50 % encima de los 70 m. El AESS está presente en todas las estaciones con porcentaje de 60 % debajo de 60 m.

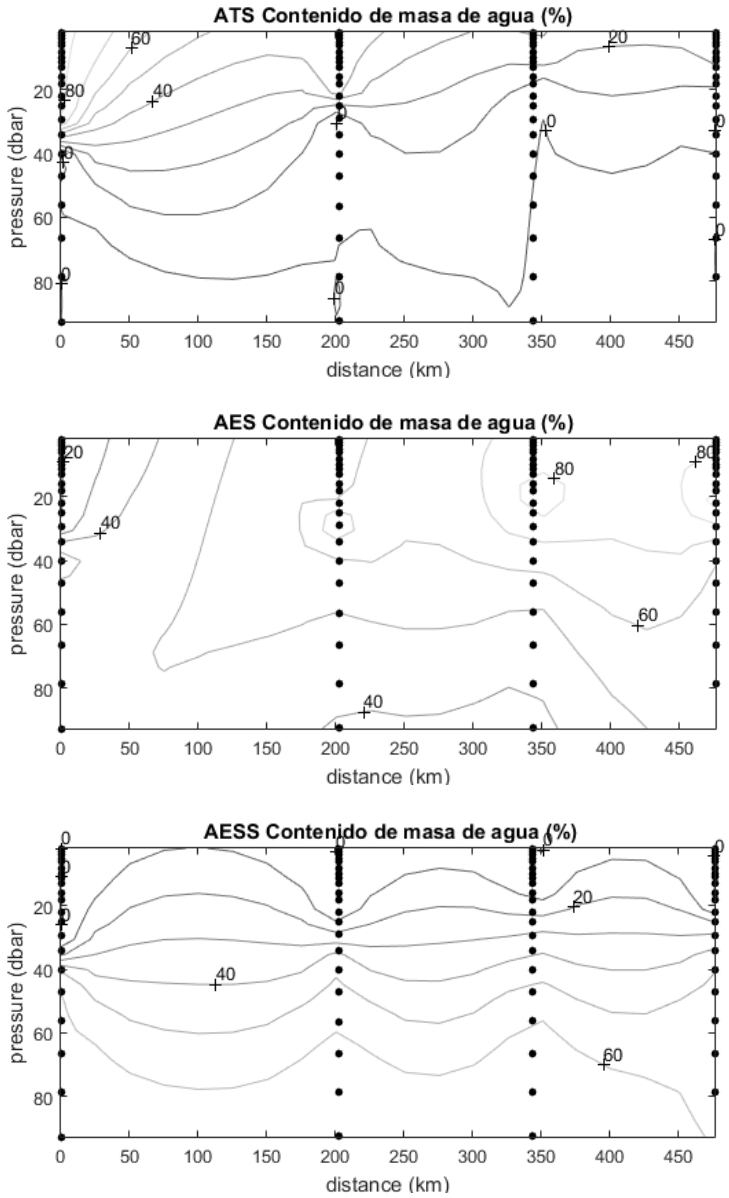
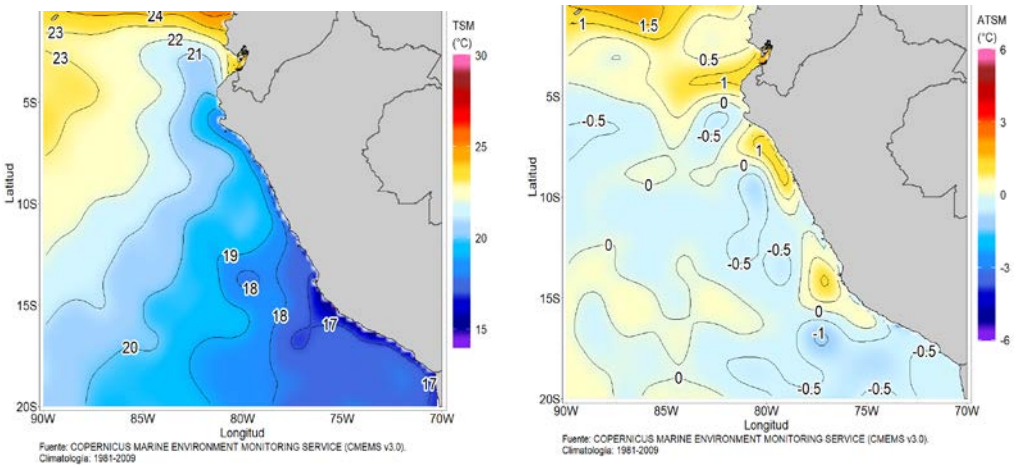


Fig. 28. Distribución de masas de agua frente a la costa

C. PERÚ

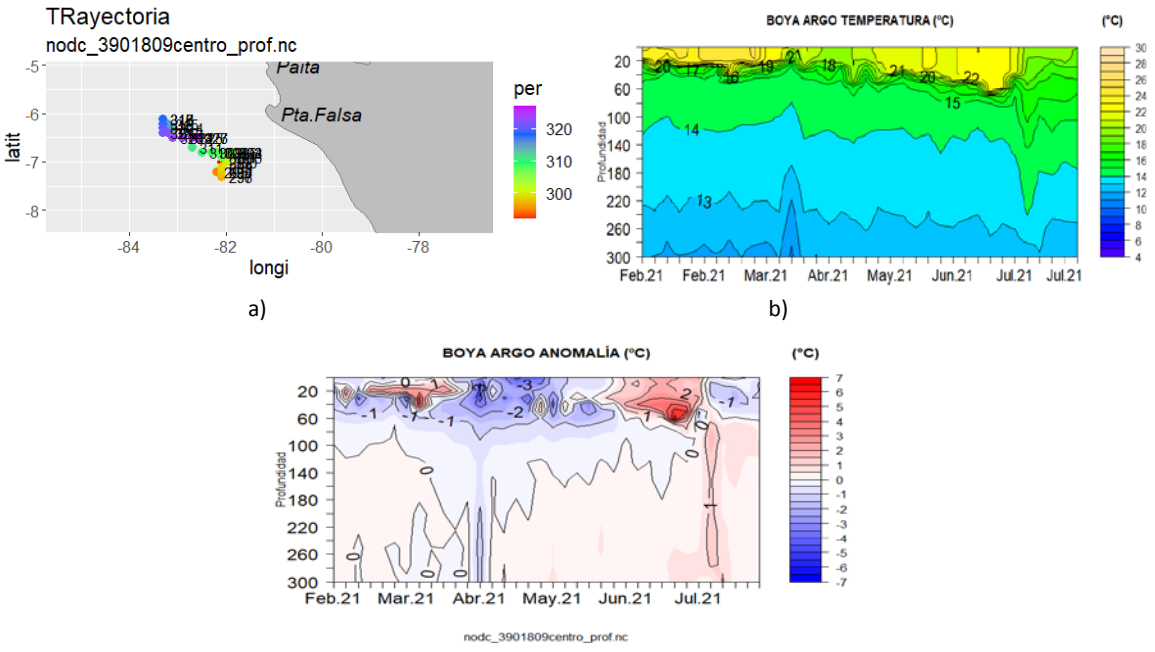
La TSM promedio en el mar de Perú se ubicó en el rango de 16 °C a 22 °C, mayores de 20 °C en la zona norte y menores de 18°C en la zona sur. La anomalía predominó en el orden de ±0,5 °C, con núcleos de +1 °C al norte de los 05°S y parte de la zona centro, adyacente a la costa. (Fig. 29).



a) b)

Fig. 29. Promedio julio 2021. a) TSM, y b) anomalía de la TSM. Fuente: datos: Ostia-CMEMS V3.0. Gráfico: DIHIDRONAV

En la capa sub superficial, la temperatura disminuyó frente a toda la costa, respecto a junio. En el norte (6.5°S, 120 mn de costa), sobre los 60 m de profundidad, las condiciones cambiaron de cálidas a frías, con anomalías de hasta -4 °C, una capa de mezcla somera y una termoclina de poco gradiente y profundizada 20 m (Fig. 30). En la costa centro (8.5°S, 100 mn de costa) la capa de mezcla se profundizó y la termoclina se elevó hasta en 40 m (Fig. 31); sin embargo, las condiciones cálidas se mantuvieron. Por otro lado, en el sur (17°S, 50 mn de costa) las condiciones frías se mantuvieron, pero con mayores anomalías negativas (Fig. 32).



a) b)

c)

Fig. 30. a) Posición de boya (6.5°S-120 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De febrero a julio 2021.Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

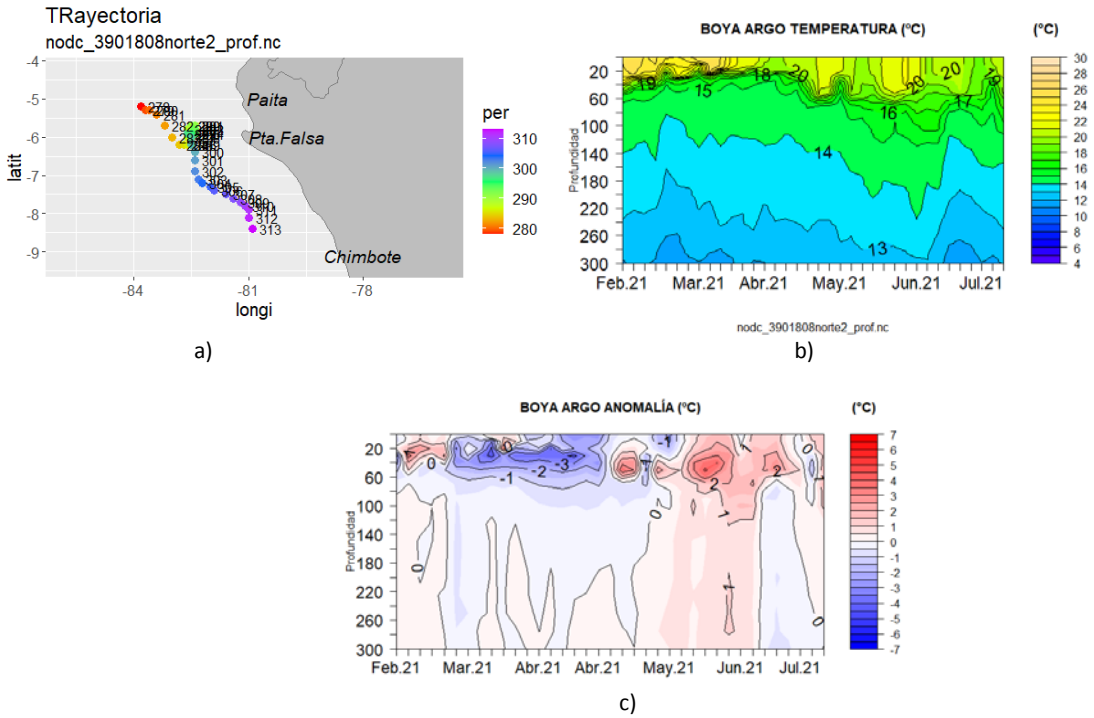


Fig. 31. a) Posición de boya (8.5ªS-100 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De febrero a julio 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV.

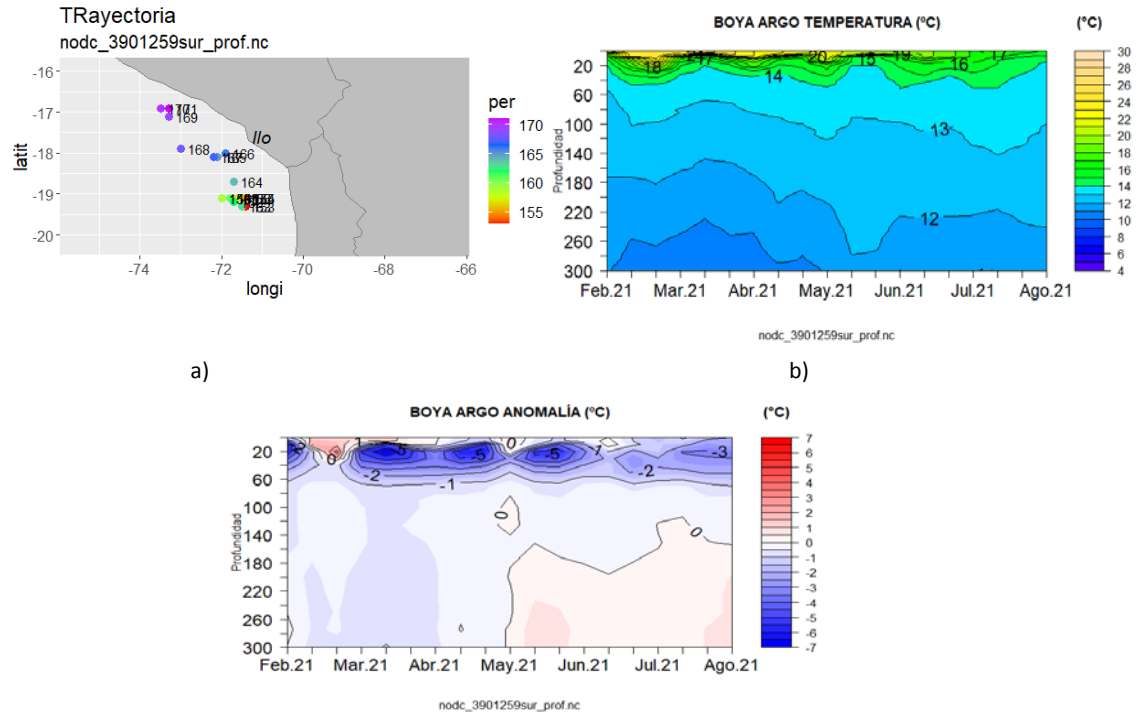


Fig. 32. a) Posición de boya (17ªS-50 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. Del febrero a julio 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV.

En el litoral, las anomalías positivas de TSM se mantuvieron, en algunos puntos del norte y centro aumentaron. En promedio, predominó el valor de +1 °C; sin embargo, en los últimos días de julio el valor de +0.5 °C (Tabla 1 y Fig. 32).

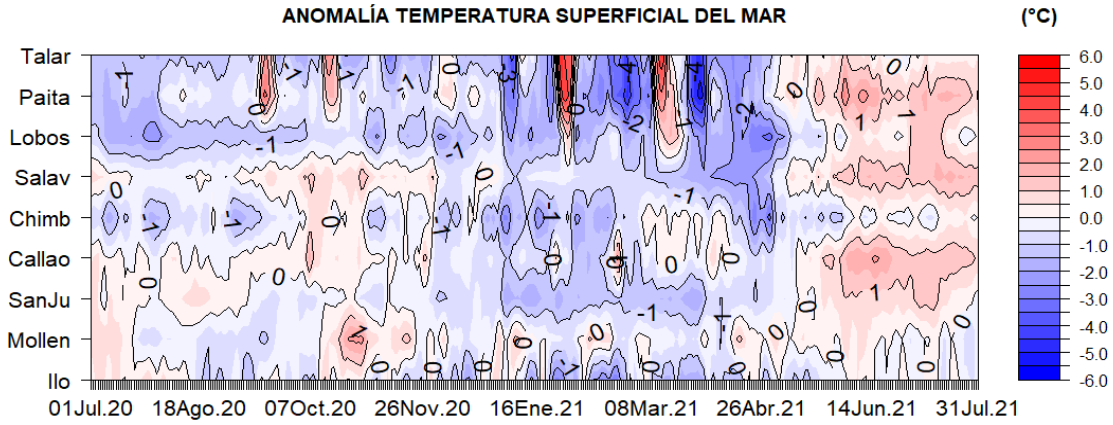


Fig. 33. Anomalía diaria de la temperatura superficial del mar (°C) en el litoral de Perú, entre julio de 2020 y julio 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

El NM disminuyó en todo el litoral hasta debajo del nivel medio, durante la primera quincena de julio. Las mayores anomalías negativas se identificaron en el sur (-10 cm). Durante la segunda quincena el nivel aumentó rápidamente hasta su media, incluso en 5 cm en algunos puntos del norte y centro. Esta declinación de la primera quincena se relaciona con una onda Kelvin fría y la activación de procesos de afloramiento costero (sur); en tanto que, en la segunda quincena, con una onda Kelvin cálida (Fig. 34 y Tabla 1).

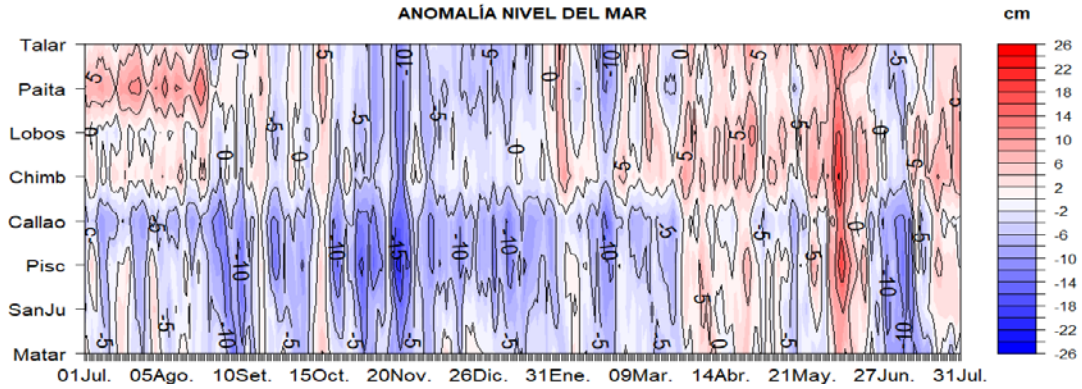


Fig. 34. a) Anomalía diaria del nivel del mar (cm) en el litoral de Perú entre julio 2020 a julio 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

La TA en gran parte del litoral tomó valores cercanos a su normal. Sólo en los extremos norte y sur se mantuvo con anomalías negativas de hasta -1 °C (Fig. 35 y Tabla 1).

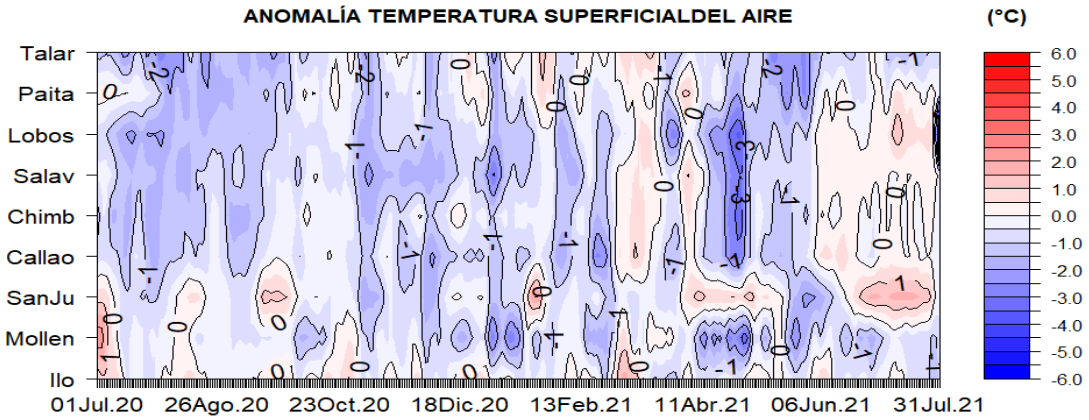
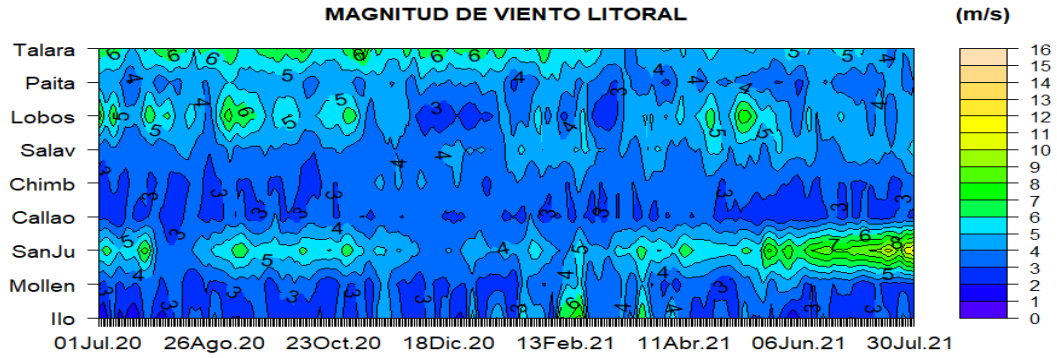


Fig. 35. Anomalía diaria de la temperatura del aire en el litoral del Perú entre julio 2020 a julio 2021 Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

En la estación insular de Lobos de Afuera se registraron lloviznas intermitentes (4, 6, 8 y 14 de julio), con un acumulado de 9.8 mm. En el litoral, sólo en el Callao se registró 0.8 mm el día 16. Algunos días de la tercera y quinta semana precipitaciones tipo trazas se registraron en Lobos de Afuera, Callao y Mollendo (Tabla 1).

En el litoral los vientos fueron del Suroeste, Sur y Sureste, con velocidades entre 2.6 m/s y 9.5 m/s. En el norte predominaron con anomalías negativas (-2.5 m/s), en tanto que, en el centro y sur, con positivas (0.4 m/s y 5.9 m/s, respectivamente (Tabla 1, Fig. 36)

a)



b)

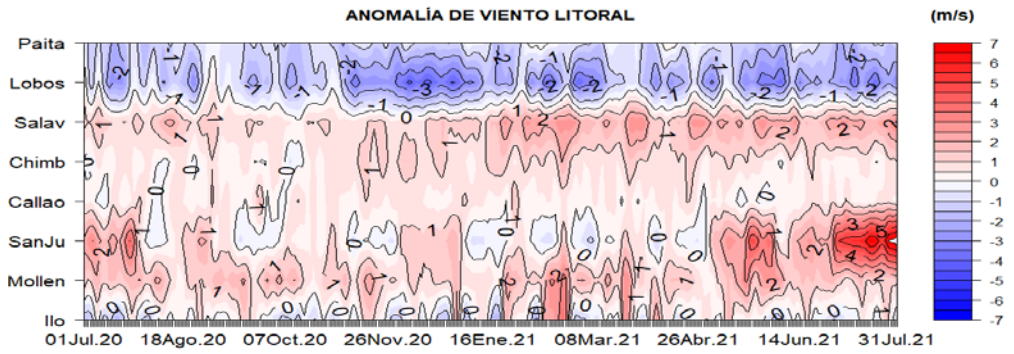


Fig. 36. Anomalía diaria del viento en el litoral del Perú de julio 2021 a julio 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Tabla 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 (mm)	VIENTO		
			(° C)	Anomalía	(cm)	Anomalía	(° C)	Anomalía		Dirección	Velocidad	Anomalía (m/s)
Talara	04°35'00''	81°17'00''	18.9	+ 0.3	-	-	21.0	- 1.0	0.0	SW	4.5	-
Paita	05°05'00''	81°06'30''	18.7	+ 1.4	121	0	21.2	+ 0.1	0.0	S	3.1	- 2.1
Lobos de Afuera	06°36'00''	80°42'30''	18.8	+ 0.7	148	+ 4	19.0	+ 0.7	9.8	SE	4.2	- 2.8
Chimbote	09°04'00''	78°36'00''	-	-	163	+ 4	18.6	0.0	0.0	S	3.1	+ 0.4
Callao	12°03'30''	77°09'00''	17.4	+ 1.2	104	- 4	16.9	0.0	0.8	S	2.8	+ 0.5
San Juan	15°21'00''	75°09'00''	15.0	+ 0.7	-	-	-	-	0.0	SE	9.5	+ 5.9
Mollendo	16°55'54''	72°06'24''	15.0	- 0.3	198	- 6	15.2	- 0.8	Trazas	SE	2.7	+ 1.1
Ilo	17°37'00''	71°21'00''	15.0	- 0.2	155	-	16.3	- 0.4	0.0	SE	2.6	- 0.5

D. CHILE

Durante el mes de julio solo la estación de Antofagasta presentó un valor de TSM bajo su valor climatológico mensual (-0,6°C). Las restantes estaciones de monitoreo presentaron variaciones dentro de lo normal, lo cual es coincidente con la condición actual de ENOS.

En la figura espacio-temporal de la TSM satelital (Fig. 37a), se observó un desplazamiento hacia el ecuador de las isotermas de 10° y 15°C, y una ausencia de la isoterma de 20°C, lo cual es propio de la época del año y de una condición neutral ENOS. En la imagen de la variabilidad espacio-temporal de la ATSM satelital (Fig. 37b), las anomalías dentro de la franja neutral (± 0.5 °C) se detectaron hasta los 40° S, mientras que más al sur se detectaron anomalías levemente positivas. Al comparar con el año anterior, este mes fue más frio que julio 2020.

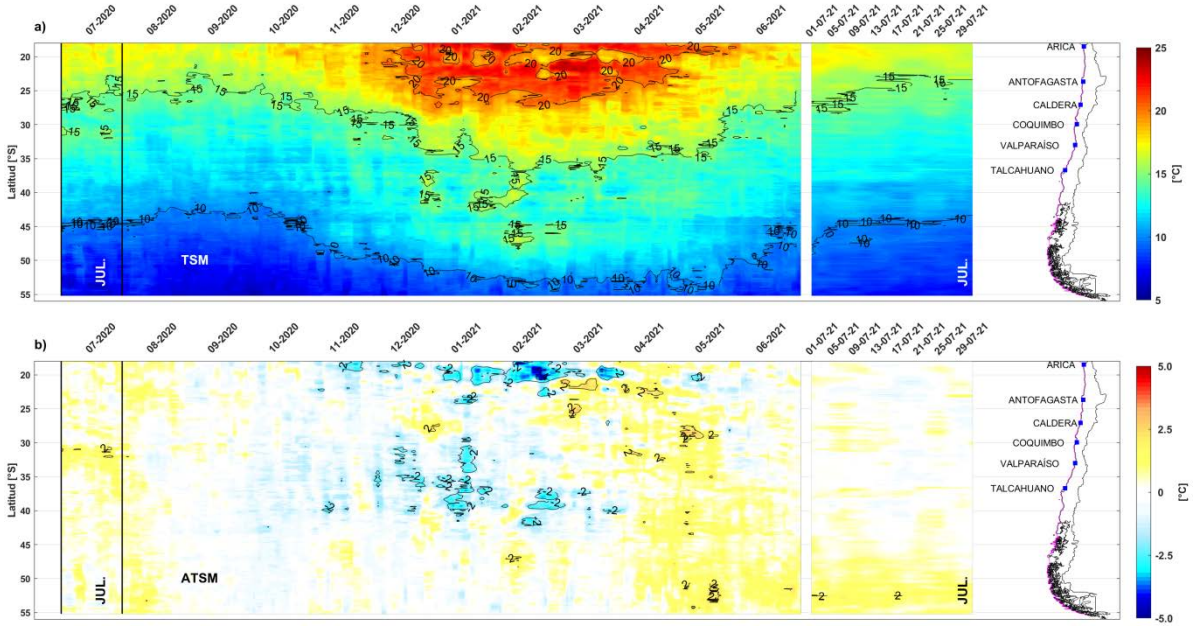


Fig. 37. Variabilidad espacio-temporal de la a) TSM y b) ATSM satelital a lo largo de la costa chilena (izquierda). La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal de los pixeles entre los 5 y 10 km desde la costa. Producto 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 [2021-08-03] at http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ04.

En la Fig. 38 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. 38b). En la Fig. 38a se observa que las estaciones de Arica y Talcahuano, muestran valores más bajo que los representados por la información satelital. Por su parte, las restantes estaciones fueron similares en magnitud a los datos detectados por percepción remota.

En relación a la ATSM (Fig. 38c), la dispersión latitudinal muestra que entre las estaciones de Arica y Caldera los valores fueron inferiores a los presentados por los datos satelitales, mientras que al sur de los 38°S, se presentaron anomalías levemente positivas.

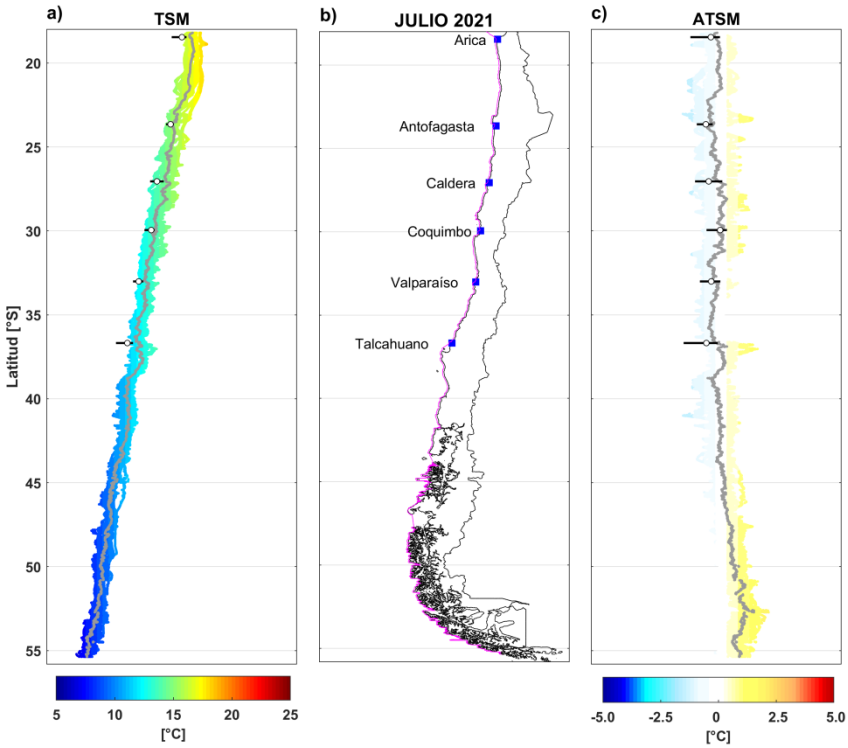


Figura 38. Muestra la información de a) TSM y c) ATSM satelital y de las estaciones de monitoreo permanente, a lo largo de la costa chilena. Los datos in situ son representados con una línea horizontal negra mostrando mínimo, mediana (círculo) y máximo de la serie de tiempo del mes de julio del presente año. 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, durante el mes de julio se presentó una disminución significativa del nivel medio de todas las estaciones de monitoreo, comparado con el mes anterior. En general, todas las estaciones tuvieron una disminución de 8 cm, exceptuando por Talcahuano que disminuyo en 11 cm.

Las anomalías tienden a ser positivas en cuatro de las seis estaciones de monitoreo, siendo las estaciones de Coquimbo y Caldera las que fluctuaron entre 2 a 5 cm. Por su parte, las estaciones de Antofagasta y Talcahuano presentaron anomalías de -6 y -17 cm, respectivamente.

La información altimétrica de anomalía de nivel del mar (ANM) (Fig. 39b), coincidió para las estaciones de Arica y Caldera, mientras que las restantes estaciones presentaron valores inferiores a los datos altimétricos.

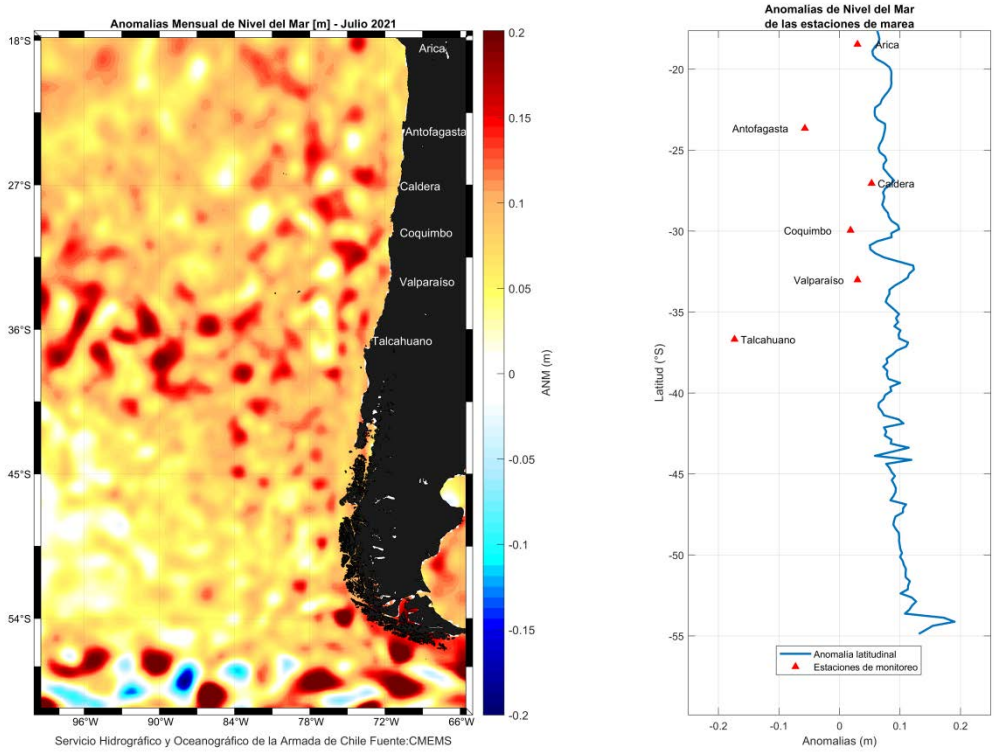


Figura 39. a) Información satelital promedio mensual de la anomalía de nivel del mar para el mes de julio del año 2021, b) representación latitudinal de los valores de la anomalías del nivel del mar de las estaciones de monitoreo (▲) y el promedio latitudinal de los 4 pixeles más cercanos a la línea de costa de la anomalía satelital mensual (línea azul).

En la figura espacio-temporal de la ANM satelital (Fig. 40), se observó una disminución del nivel del mar a partir de los primeros días del mes de julio, coincidente con un desplazamiento de una onda Kelvin fría. Esta disminución observada en los datos altimétricos fue coincidente con los valores detectados por las estaciones de monitoreo. Al comparar con el año anterior, este mes tuvo una menor altura que julio 2020.

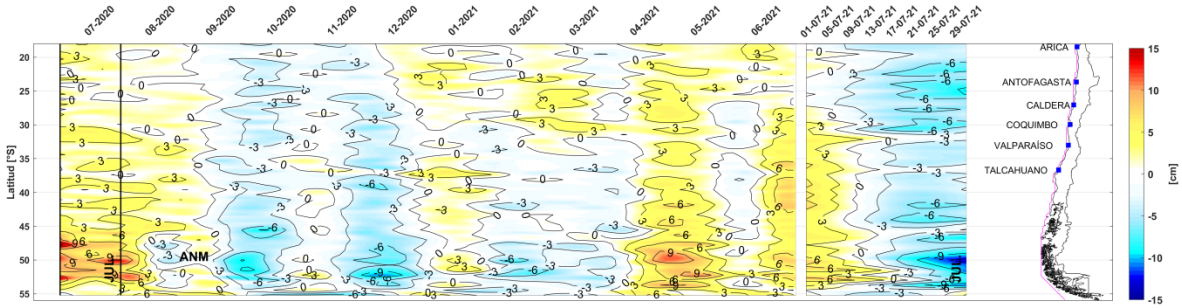


Fig. 40. Variabilidad espacio-temporal de la ANM satelital a lo largo de la costa chilena. A los datos satelitales se les extrajo la tendencia lineal y se utilizó un filtro Coseno Lanczos pasa baja de 90 pesos. La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal entre los primeros 30 km desde la costa aproximadamente.

La TA media durante julio (Fig. 41), se caracterizó por mostrar importantes anomalías positivas en todo el extremo sur de Chile. Destacó la estación meteorológica de Balmaceda, la cual registró el valor más importante con 3.2 °C. Así mismo, Calama y Santiago presentaron valores de temperatura media sobre el

rango normal con valores de anomalía de 2.3 °C y 0.7 °C, respectivamente. En cambio, temperaturas medias bajo lo normal se alcanzaron en La Serena, Valparaíso, Curicó, Valdivia e Isla de Pascua. La menor anomalía fue de -0.8 °C, registrada en La Serena y Curicó. Mientras que, en toda la costa norte de Chile, se presentaron valores negativos para la temperatura media que estuvieron dentro del rango normal.

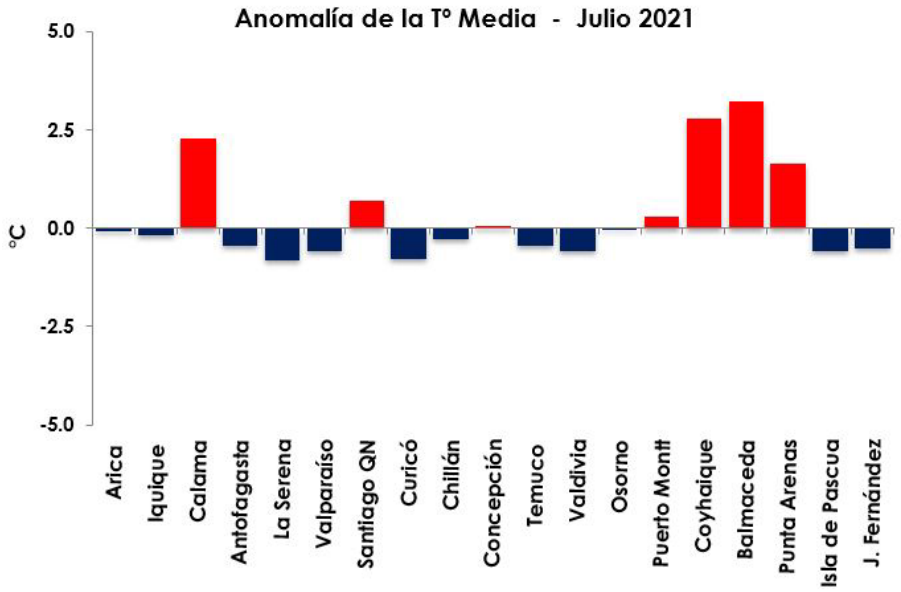


Fig. 41. Anomalía de temperatura media de julio de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

La Fig. 42, muestra las anomalías de temperatura máxima durante julio 2021. En ella se observan valores sobre lo normal en la zona centro y extremo austral de Chile, al igual que en Calama. La anomalía positiva más alta, se alcanzó en Santiago, con un valor de 4.0 °C. Además, entre Coyhaique y Punta Arenas los valores variaron de 3.0 °C a 1.4 °C. Por otra parte, en toda la costa entre Arica y Valparaíso, se mostró un comportamiento bajo lo normal, siendo la ciudad de Antofagasta la que presentó la menor anomalía con un valor de -1.3 °C. En tanto, el territorio insular mostró temperaturas máximas dentro de los rangos normales.

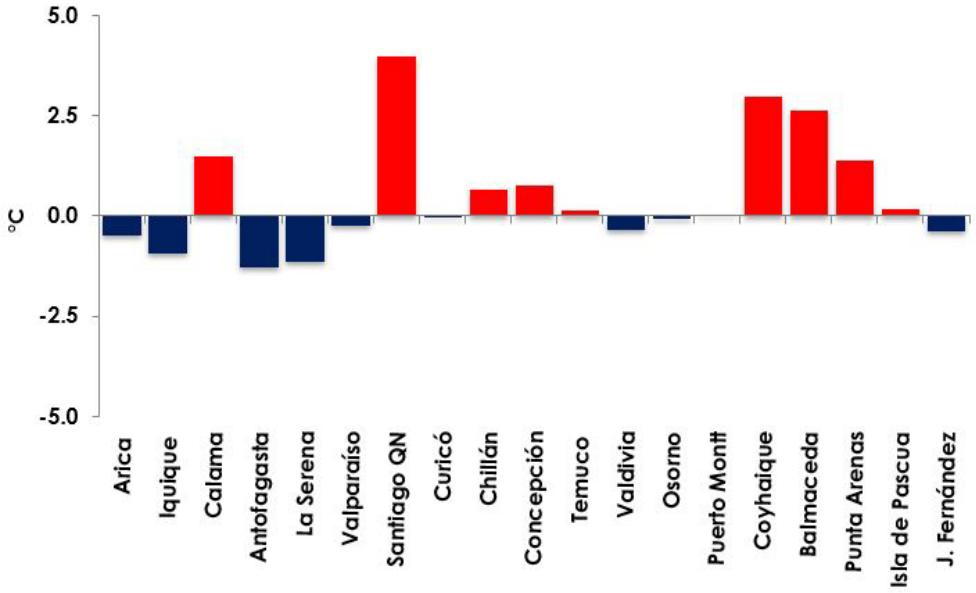


Fig.42. Anomalía de temperatura máxima de julio de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

En general, las temperaturas mínimas durante julio 2021 (Fig. 43), estuvieron bajo los rangos normales en gran parte de la zona centro y sur de Chile, donde destaca la ciudad de Santiago con una anomalía de -2.6 °C. En la vereda opuesta, temperaturas mínimas con un comportamiento sobre lo normal se presentaron en Iquique, Calama y desde Puerto Montt hasta Punta Arenas, donde la mayor anomalía se evidenció en la estación meteorológica de Balmaceda con un valor de 3.8 °C.

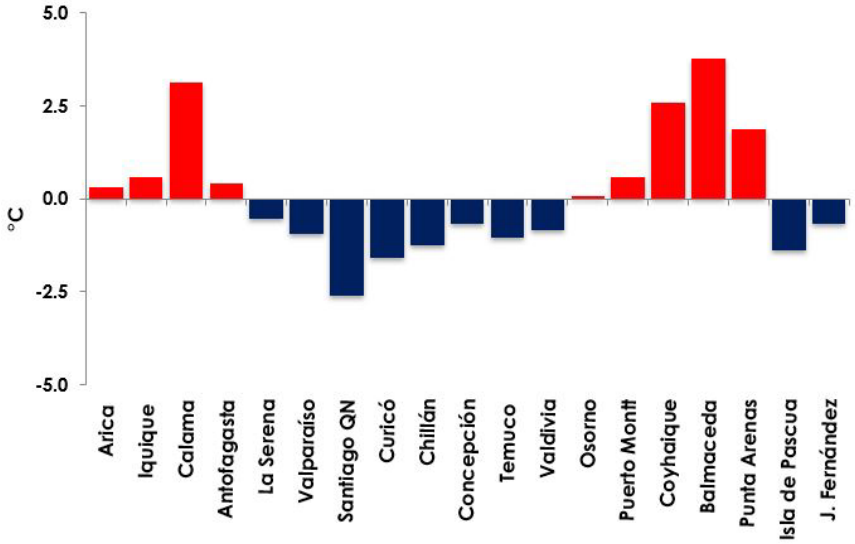


Fig. 43. Anomalía de temperatura mínima media de julio de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Al analizar los valores de anomalía de la presión atmosférica durante julio (Fig. 44), se aprecia entre Arica y Antofagasta, así como también en Punta Arenas, condiciones medias bajo el valor climatológico, con anomalías que fluctuaron entre los -0.2 u.e. en Iquique y los -0.7 u.e. en Punta Arenas. Al contrario, condiciones medias sobre lo normal se registraron desde La Serena hasta Coyhaique, incluyendo al territorio insular. La anomalía positiva más importante se registró en Santiago con 2.2 u.e., seguida por Isla de Pascua

con un valor de 2.1 u.e.

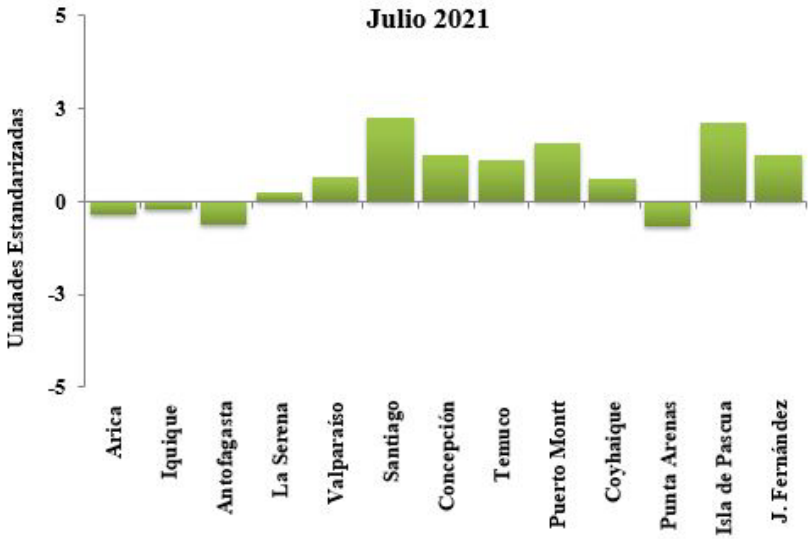


Fig. 44. Anomalía estandarizada de la presión a nivel medio del mar para julio de 2021. Las barras verdes representan anomalías positivas y anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

La Fig. 45, muestra las anomalías de precipitación durante julio, observando una condición bajo lo normal en prácticamente todo el territorio nacional. En la zona centro del país se registraron los mayores déficits. Ciudades como Santiago y La Serena alcanzaron las mayores disminuciones de 99 % y 94 %, respectivamente. En cambio, hacia el sur y extremo austral de Chile, los montos bajo lo normal, variaron entre 67% y 6%. Así mismo, en el territorio insular los montos de déficits alcanzados fueron de 75 % en Isla de Pascua y 52 % en Juan Fernández. Por el contrario, Punta Arenas presentó un superávit de precipitación de 44 %, alcanzando durante este mes 43.2 mm de precipitación acumulada. En tanto, en el norte de Chile es normal que en esta época del año no se registren precipitaciones, por lo que normalmente se presentan déficits que llegan al 100%, sin embargo, gracias a que en Iquique durante julio precipitaron 5 mm, se registró una condición de superávit, siendo lo normal 0.2 mm.

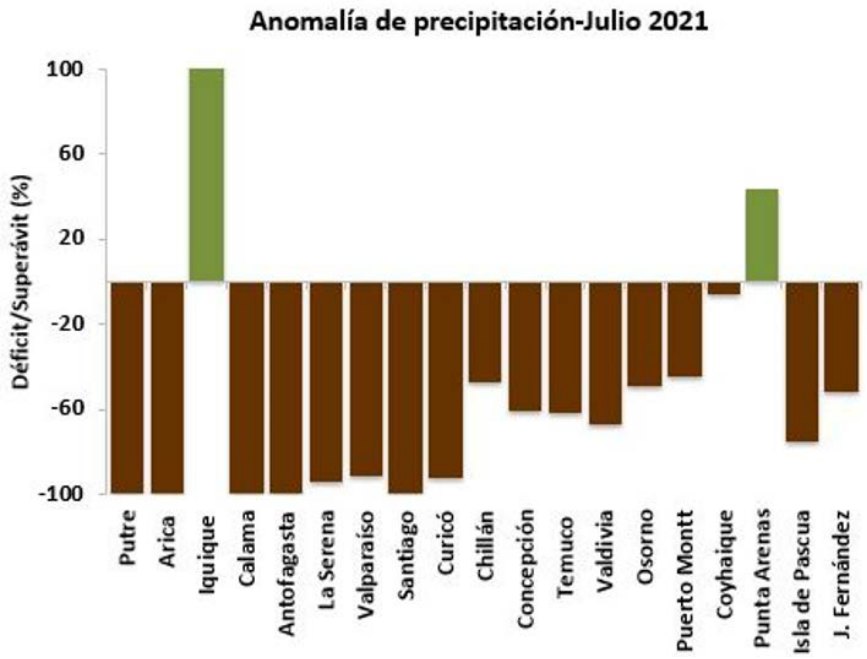
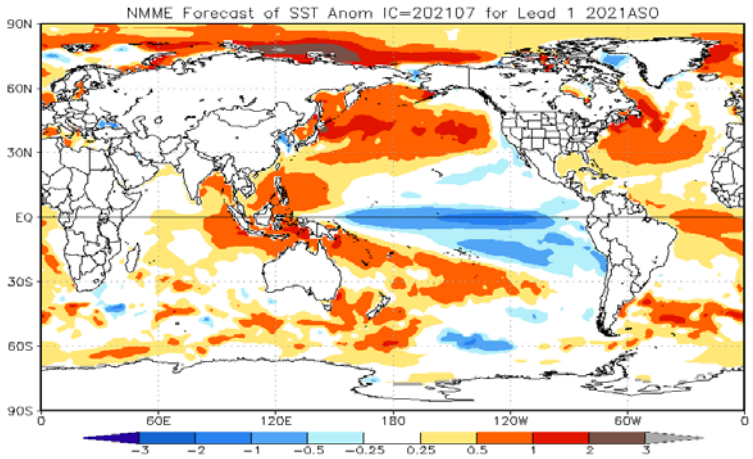


Fig. 45. Anomalía de la precipitación (%) para julio de 2021. Las columnas de color café representan déficits y las columnas de color verde representan superávits de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

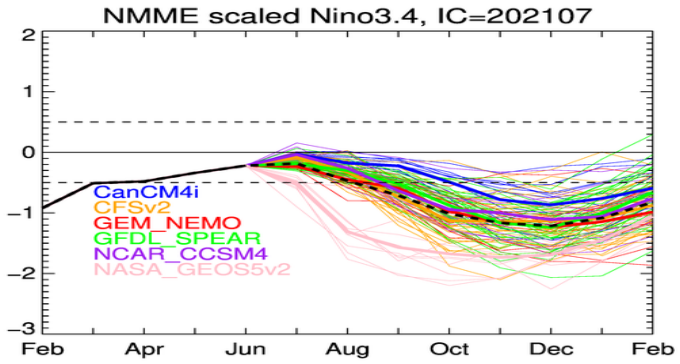
III Modelos

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 para agosto, setiembre y octubre en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) condiciones frías; mientras que, en la región oriental (Niño 1+2) condiciones neutras (Figura 46).

a)



b)



c)

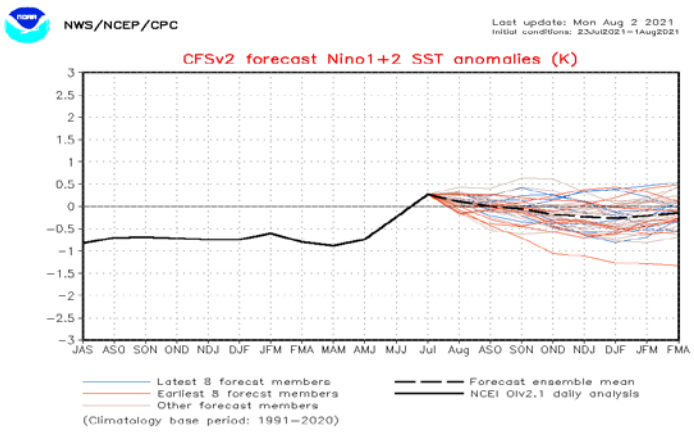


Fig. 46. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el trimestre agosto, setiembre y octubre 2021 a) mapa NMME, b) plumas de modelos del NMME para la región Niño 3.4, y c) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 1+2. Fuente: NMME, CFSv2

Según la discusión mensual sobre el consenso de los pronosticadores emitida el 08 de julio del 2021 Climate Prediction Center/International Research Institute for Climate and Society (CPC/IRI), se pronostica que la fase neutral de ENOS se favorezca durante el verano y otoño con una probabilidad de 51% para el periodo que comprende de agosto a octubre de 2021. Así mismo, se espera que la condición de La Niña se desarrolle de septiembre a noviembre y que continúe en el invierno (66% de probabilidad) (Fig. 47).

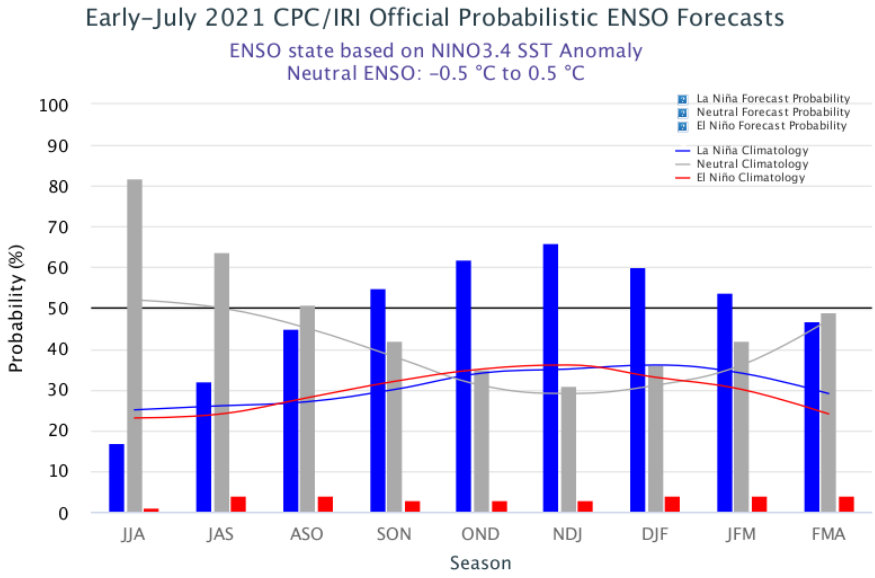


Fig. 47. Pronósticos probabilísticos de las condiciones ENOS actualizados el 10 de junio del 2021. Fuente: Research Institute for Climate and Society (IRI).

IV PERSPECTIVAS

Se esperan que continúen las condiciones neutrales ENOS en el Pacífico Ecuatorial para el siguiente trimestre.

ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS

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-21	26.8	*	19.9	15.8	19.4	19.4	16.6	17.8	14.5
feb-21	27.4	*	20.6	16.5	18.4	18.8	16.0	18.0	14.4
mar-21	*	*	21.5	17.5	18.8	19.1	15.7	17.8	14.4
abr-21	27.5	*	18.8	17.1	17.1	16.8	15.4	15.6	13.7
may-21	27.8	*	19.5	17.2	16.6	15.9	14.8	15.0	14.1
jun-21	27.6	*	18.3	18.3	16.2	15.2	14.2	13.6	12.5

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-21	*	264.3	103	163.63	67.49	NaN	97.7	81.17	111.1
feb-21	*	265.0	107	165.09	68.98	NaN	99.39	82.69	113.33
mar-21	*	*	109	165.33	68.48	131.72	98.86	81.82	111.16
abr-21	*	268.9	112	169.03	72.18	136.88	101.94	86.37	115.88
may-21	*	268.7	108	165.05	68.44	133.31	98.44	82.99	112.99
jun-21	*	269.4	110	166.77	71.25	135.55	101.77	84.66	114.56

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).

	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)
03-ene-21	*	*	17.1	15.2	261.7	101.7	84.00	112.10
08-ene-21	*	*	19.9	15.8	261.0	99.9	82.70	113.10
13-ene-21	*	*	20.2	15.6	262.9	104.0	78.30	106.30
18-ene-21	*	*	19.0	15.5	266.1	102.5	79.60	109.70
23-ene-21	*	*	20.4	16.5	265.2	103.7	84.00	117.20
28-ene-21	*	*	24.8	15.9	266.7	104.1	78.50	108.90
02-feb-21	*	*	22.9	15.7	262.9	109.3	83.10	112.10
07-feb-21	*	*	21.8	15.6	264.6	108.7	85.40	117.60
12-feb-21	*	*	20.8	16.1	262.9	108.7	82.50	113.40
17-feb-21	*	*	20.0	16.7	263.0	105.2	81.10	114.80
22-feb-21	*	*	19.6	17.9	262.6	101.6	82.40	109.70
27-feb-21	*	*	19.5	16.4	263.6	105.8	83.10	112.00
04-mar-21	*	*	20.4	17.1	*	107.9	83.80	114.50
09-mar-21	*	*	23.9	17.5	*	106.7	84.20	112.40
14-mar-21	*	*	24.9	17.9	*	109.3	81.20	110.80
19-mar-21	*	*	21.7	17.7	*	108.4	84.10	115.80
24-mar-21	*	*	19.8	17.4	*	106.7	79.40	106.30
29-mar-21	*	*	17.9	17.5	*	114.1	78.10	106.80
03-abr-21	*	*	18.3	17.8	264.9	113.5	87.60	117.50
08-abr-21	*	*	18.2	17.4	263.9	112.0	84.60	113.30
13-abr-21	*	*	18.0	17.2	269.8	111.2	83.30	110.00
18-abr-21	*	*	18.3	17.0	271.0	110.1	88.10	121.70
23-abr-21	*	*	19.2	16.5	270.8	112.1	87.60	115.90
28-abr-21	*	*	19.4	16.8	273.0	112.7	86.90	116.90
03-may-21	*	*	19.4	16.6	268.6	113.5	88.50	121.50
08-may-21	*	*	19.7	16.5	267.3	112.0	86.00	113.50
13-may-21	*	*	20.1	17.1	267.0	111.2	85.40	114.70
18-may-21	*	*	19.6	17.3	264.7	110.1	87.00	121.40
23-may-21	*	*	19.7	17.7	271.7	112.1	76.40	104.80
28-may-21	*	*	20.0	17.9	272.3	112.7	76.80	103.50
02-jun-21	*	*	20.2	18.2	272.2	111.3	79.40	107.80
07-jun-21	*	*	19.7	18.5	271.6	119.9	85.10	115.00
12-jun-21	*	*	19.3	18.4	270.5	113.2	81.60	109.00
17-jun-21	*	*	19.3	18.6	269.9	110.7	89.70	118.30
22-jun-21	*	*	19.0	18.3	266.1	105.8	88.60	125.00
27-jun-21	*	*	18.8	18.0	267.1	102.1	81.20	109.90

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	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	shoa@shoa.cl
DMC - Dirección de Meteorología (Chile).	metapli@meteochile.cl

Cite este boletín como: Comité Regional ERFEN, 2021. BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 369. 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:	Oceanógrafa Leonor Vera San Martín

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 José Vicencio
	Investigador Meteorológico Diego Campos

EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Leonor Vera San Martín
Instituto Oceanográfico de la Armada - ECUADOR

COORDINACIÓN EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Méntor Villagómez
Secretario General de la CPPS
Marcelo Nilo Gatica
Director de Asuntos Científicos de la CPPS

ISBN: 978-9978-9985-1-9

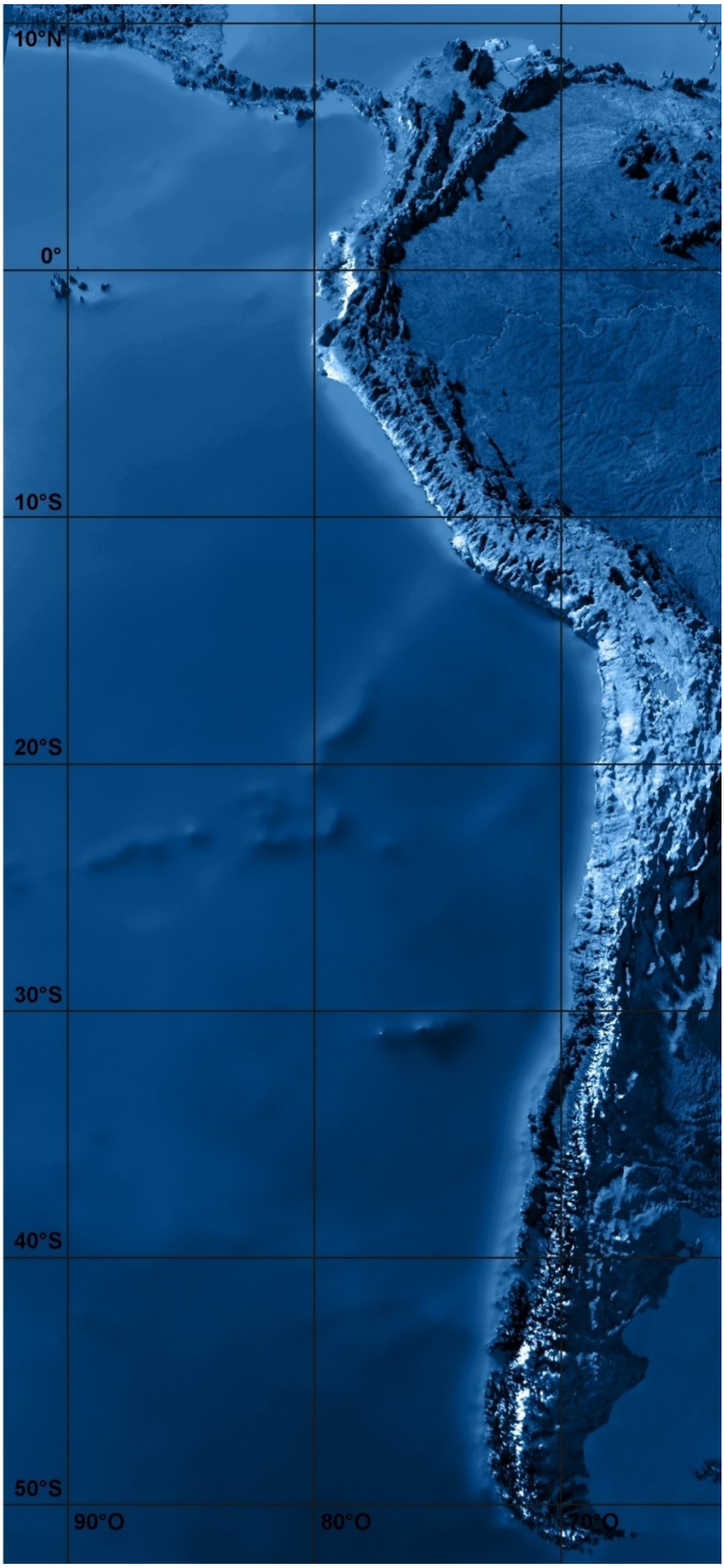
Editado en: INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DEL ECUADOR
Av. 25 de julio., Base Naval Sur. Guayaquil, Ecuador.
Teléfono: (593)-42481300,
Fax: (593)4-2485166
Casilla: 5940e

30 AÑOS

Boletín de Alerta Climático

BAC 370

AGOSTO 2021



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

Los vientos superficiales en la CPS mantienen su estructura estacional, fortalecidos con respecto al mes anterior en océano abierto específicamente en el Pacífico ecuatorial central. La temperatura superficial del mar tuvo predominio de condiciones neutrales.

En la región ecuatorial central las condiciones estuvieron cercanas a la normal, con un valor del Índice Oceánico ONI dentro del umbral de neutralidad.

En las regiones El Niño del centro y occidente del Pacífico Ecuatorial (Niño 3, 3.4 y 4) las anomalías de TSM fueron negativas; en Niño 3.4 fue -0.45°C, mientras que en la región oriental (Niño 1+2) la anomalía fue positiva de 0.31 °C. Asimismo los índices atmosféricos ISO e ISO-ec se mantienen de magnitud inferior al evento ENOS, fueron positivos y el máximo registrado fue de 1.4 °C.

Los índices zonales estandarizados de vientos Alisios en el Pacífico ecuatorial central (IZVA) estuvieron positivos e indicaron un fortalecimiento de vientos en esta zona, lo que favoreció la presencia de anomalías negativas de TSM en el Pacífico ecuatorial central.

A nivel subsuperficial, se observaron anomalías negativas de temperatura y a la isoterma de 20 °C a menor profundidad, lo que se asocia con una onda kelvin de enfriamiento.

En las estaciones de los países del Pacífico Suroriental la temperatura del aire fue variable aunque predominaron las anomalías negativas de hasta -1 °C, el máximo valor superó los 3 °C al sur de Chile.

En cuanto a las precipitaciones las anomalías fueron menores a 30 mm. La presencia de precipitaciones estuvo concentradas en la Costa de Chile. Los modelos y perspectivas climáticas muestran condiciones normales en los siguientes meses.

ABSTRACT

The surface winds in the CPS maintain their seasonal structure strengthened concerning the previous month in the open ocean specifically in the central equatorial Pacific. The sea surface temperature had a predominance of neutral conditions.

In the central equatorial region, conditions were close to normal with an ONI oceanic index value within the neutrality threshold.

In the El Niño, central and western Equatorial Pacific regions (Niño 3, 3.4 and 4) the SST anomalies were negative; in Niño 3.4 it was -0.45 ° C while in the eastern region (Niño 1 + 2) the anomaly was positive of 0.31 ° C. Likewise, the ISO and ISO-ec atmospheric indices remain lower than the ENSO event, were positive and the maximum recorded was 1.4 ° C.

The standardized zonal indices of trade winds in the central equatorial Pacific (IZVA) were positive and indicated a strengthening of winds in this area, which favored the presence of negative SST anomalies in the central equatorial Pacific.

At the subsurface level, negative temperature anomalies and an isotherm of 20 ° C were observed at a lower depth, which is associated with a cooling kelvin wave.

In the stations from the countries of the Southeast Pacific, the air temperature was variable, even though negative anomalies of up to -1 °C predominated the maximum value exceeded 3 °C in the south of Chile.

Regarding rainfall, the anomalies were less than 30 mm and concentrated on the coast of Chile. Climate models and perspectives show normal conditions in the following months.

I. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ATMOSFÉRICAS REGIONALES

A. CUENCA DEL PACÍFICO SUR

En el lado oriental de la cuenca del Pacífico Sur se mantuvo el predominio de los vientos alisios, con velocidad entre 6 y 8 m/s, existe una región junto a la costa de Chile en donde los vientos no superan el valor de 4 m/s. El viento del oeste ocupa una amplia región llegando hasta el 140°O con magnitud de 12 m/s. Fig. 1.

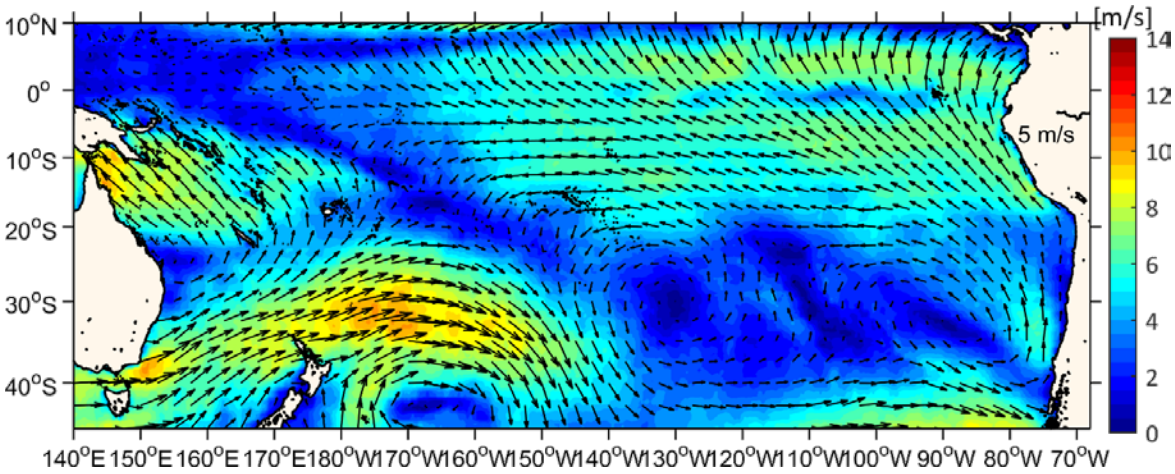


Fig. 1. Distribución de vientos superficiales. Fuente: Ifremer products ASCAT, satelital.

La precipitación en la CPS muestra la característica propia, la ZCIT y la Zona de Convergencia del Pacífico Sur, regiones en donde el acumulado llega a 300 mm. Más cerca a la costa de Ecuador, Perú y gran Parte de Chile el acumulado no superó los 50 mm; pero en la cuenca de Panamá el acumulado superó los 300 mm, Fig. 2.

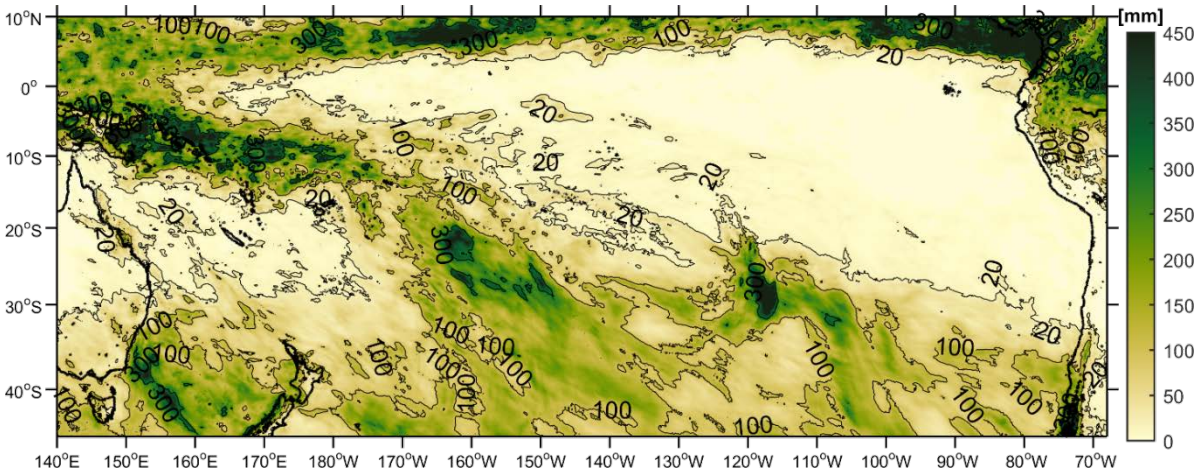


Fig. 2. Acumulado de precipitación mensual. Fuente: Imerg. Satelital.

La distribución de Temperatura Superficial del Mar (TSM) mantiene los patrones característicos, la lengua de agua fría y la poza de agua cálida a lo largo del Ecuador entre el oriente y occidente respectivamente. Agua con menor valor a 20 °C viene del sur por la parte más costera de América, la misma que llega hasta el cero geográfico en donde se forma el Frente Ecuatorial. Hacia el norte del Frente Ecuatorial existe agua con TSM mayor a 26 °C. Fig. 3.

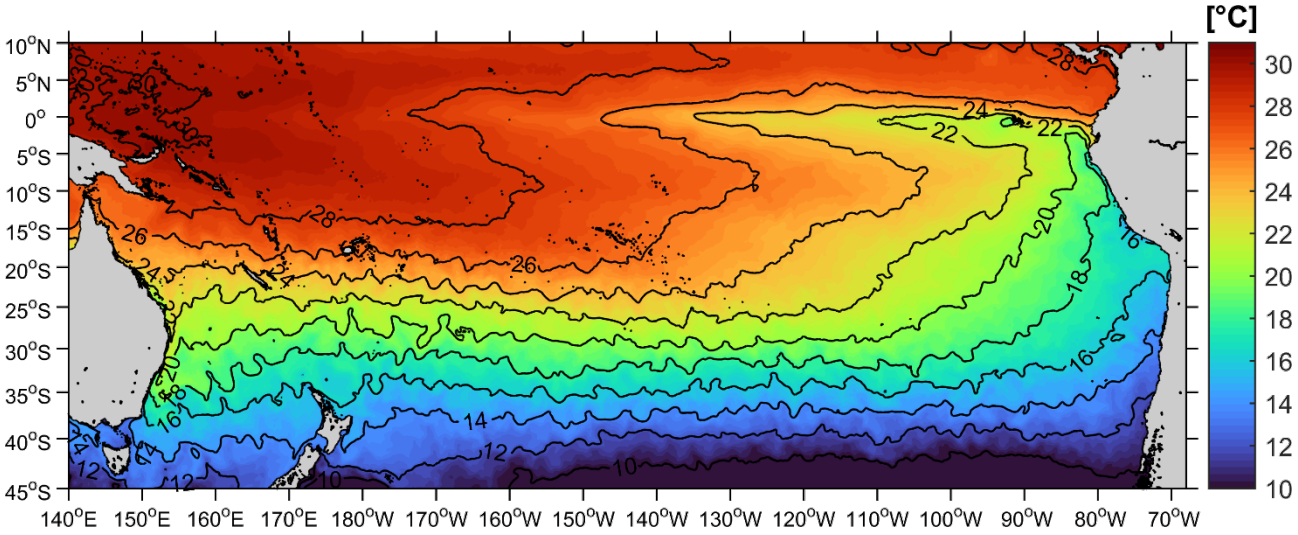


Fig. 3. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar. Fuente: CMEMS, producto OSTIA.

El centro de máxima salinidad (> 36 ups), situado entre 160°O - 100°O y 15°S y 30°S, coincide con la región de menor precipitación; en tanto que la mínima salinidad (< 33 ups) se encuentra en la cuenca de Panamá relacionado a la máxima región de precipitación, en el resto del área el promedio de salinidad es 35 ups, Fig. 4.

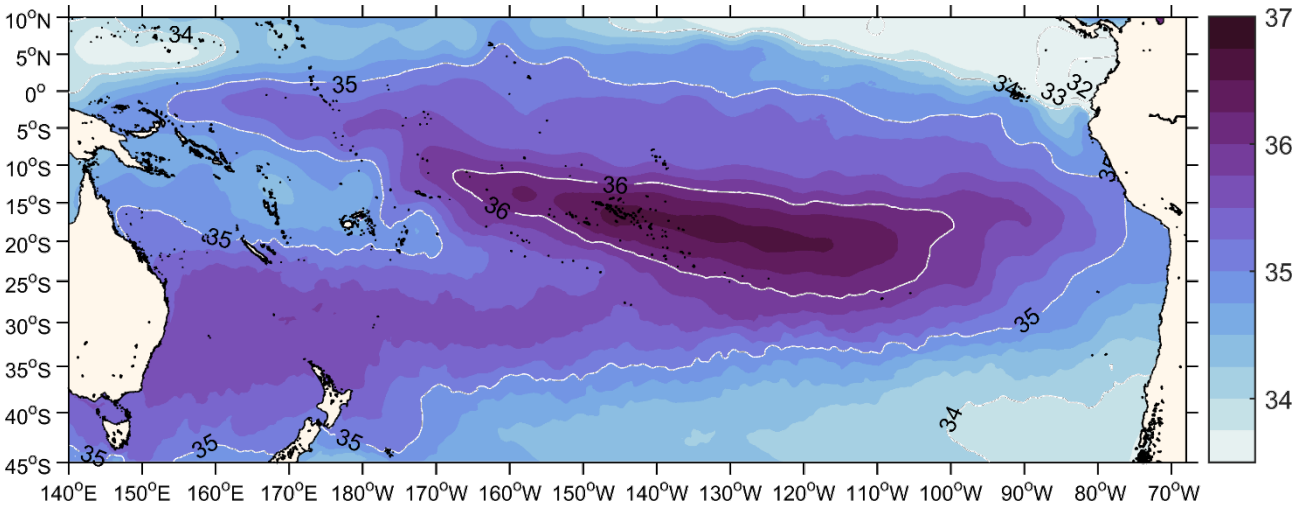


Fig. 4. Mapa de la Salinidad superficial del NM en la cuenca del Pacífico Sur. Fuente: datos: CMEMS. Gráfico: INOCAR.

B. PACÍFICO TROPICAL

La ATSM promedio en el Pacífico ecuatorial central predomina con valores cercanos de su normal; mientras que, en el oriental, predomina con anomalías positivas entre 1 °C y 2 °C. Fig. 5.

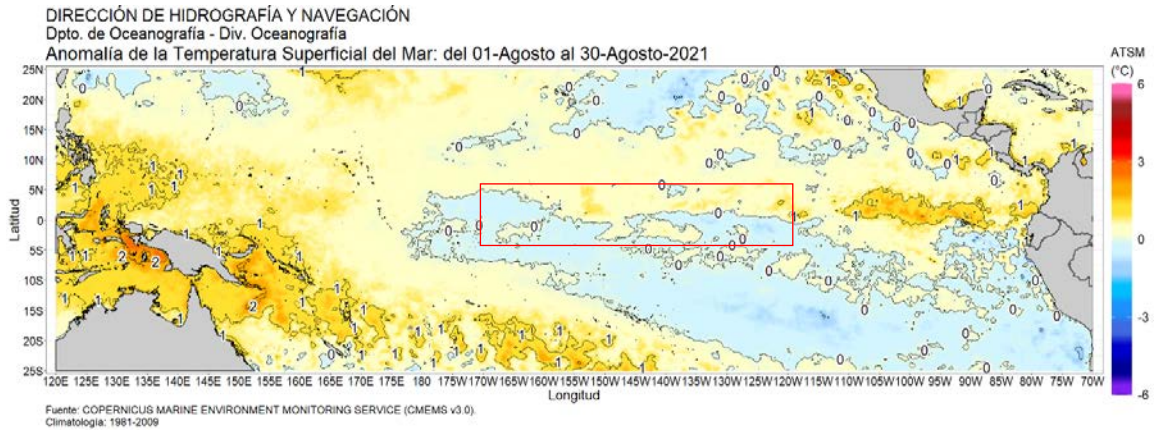


Fig. 5. Mapa superficial de las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial de agosto 2021. Fuente: datos: CMEMS V3.0 climatología del 1981-2009 Gráfico: DIHIDRONAV.

En la capa subsuperficial del Pacífico ecuatorial, se evidenciarón dos núcleos cálidos, uno en la región occidental, sobre los 150 m de profundidad, y otro en la región oriental, sobre los 50 m; ambos propagándose hacia el este. Asimismo, se confirmó un núcleo frío en la región central que se debilitó gradualmente durante su propagación hacia la región oriental. Fig. 6.

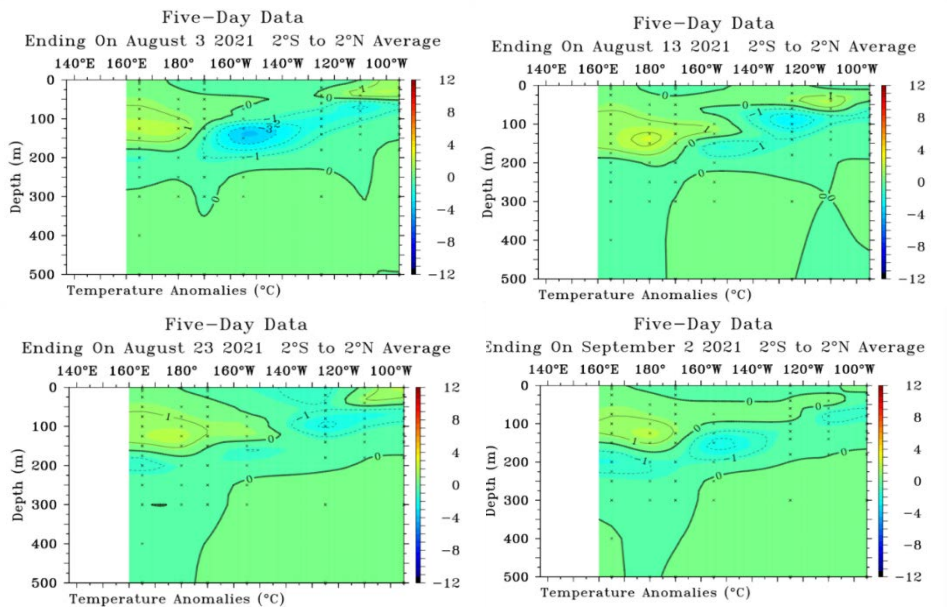


Fig. 6. Anomalía de la temperatura subsuperficial en el Pacífico ecuatorial (02°N-02°S) de 3, 13, 23 de agosto y 2 septiembre de 2021. Fuente: TAO/NOAA.

Predominaron anomalías de vientos en la región central (150°O), favoreciendo que la isoterma de 20 °C ascienda por encima de su profundidad normal, y que la TSM disminuya por debajo de su normal en la segunda quincena de agosto. Fig. 7b.

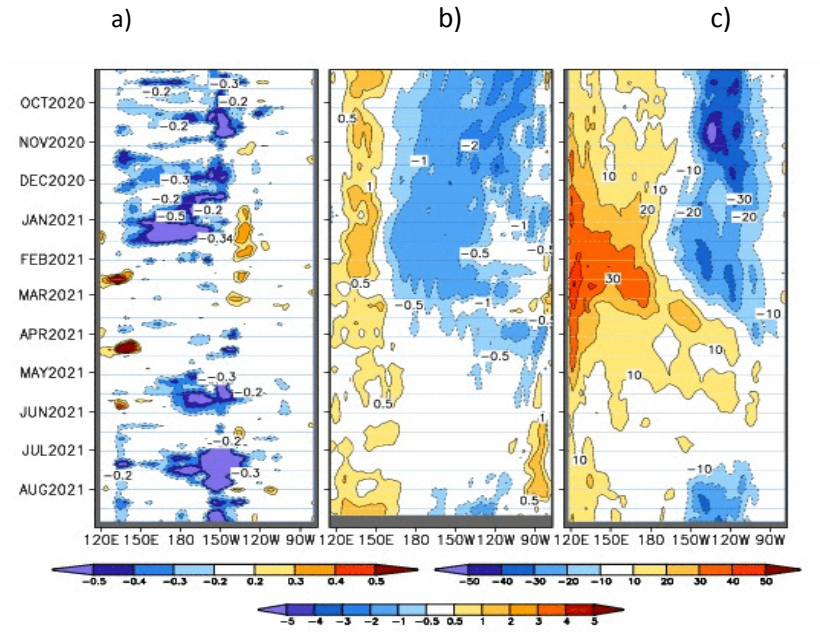


Fig. . 7. Anomalía de a) viento zonal, b) TSM y c) profundidad de la isoterma de 20°C. Promedio de 2°N - 2°S, agosto 2020 - julio 2021. Fuente: CMEMS V3.0. Climatología del 1981-2009 y GODAS. NCEP.CPS.NOAA y OISST.NOAA.

En la región Niño 1+2 (Pacífico Ecuatorial Oriental) se observó que la ATSM se mantuvo positiva y alcanzó un valor de 0.31 °C. A diferencia de las otras regiones, Niño 4, Niño 3.4 y Niño 3, donde continuaron negativas y próximas al valor neutral (-0.18, -0.45 y -0.24 °C, respectivamente). Fig. 8.

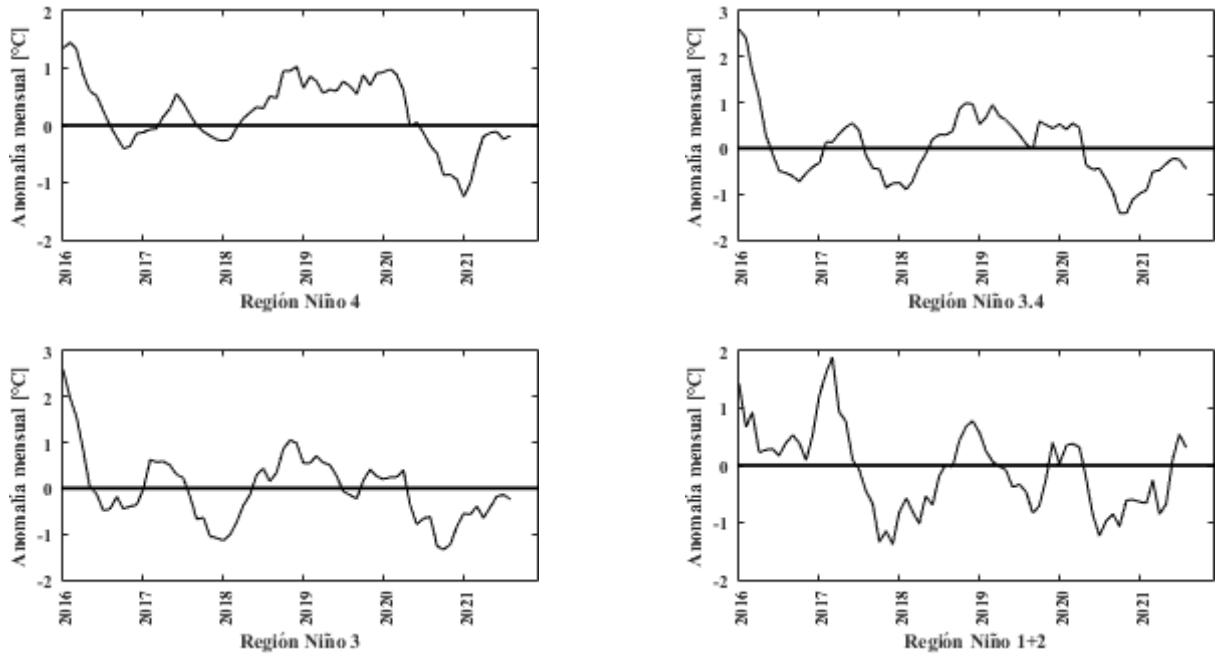


Fig. 8. Anomalías de TSM en las regiones Niño. Fuente: Información OISST v.2

El índice oceánico ONI en el trimestre junio-julio-agosto (-0.4 °C), ubicándose entre los umbrales de condición ENOS neutral. Por su parte los índices SOI y SOI-ec (1.4 y 0.9) aumentaron, contrario a lo observado en el mes anterior; sin embargo se mantienen cercanos a la neutralidad, Fig. 9.

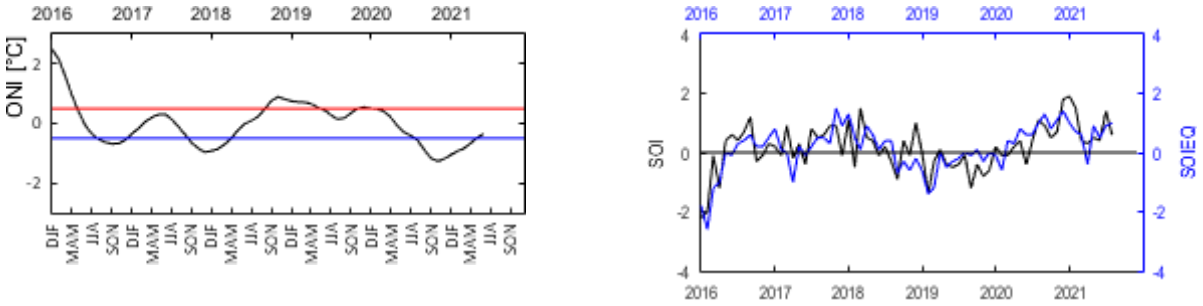


Fig.9. Índices de seguimiento de ENOS. Índice ONI (izquierda). SOI tradicional, línea negra y SOI ecuatorial, línea azul (derecha). Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos alisios (IZVA) del Pacífico ecuatorial central (175 – 120°O) fueron positivos y mayores a julio, confirmando la intensificación del viento zonal en estas región. Fig. 10.

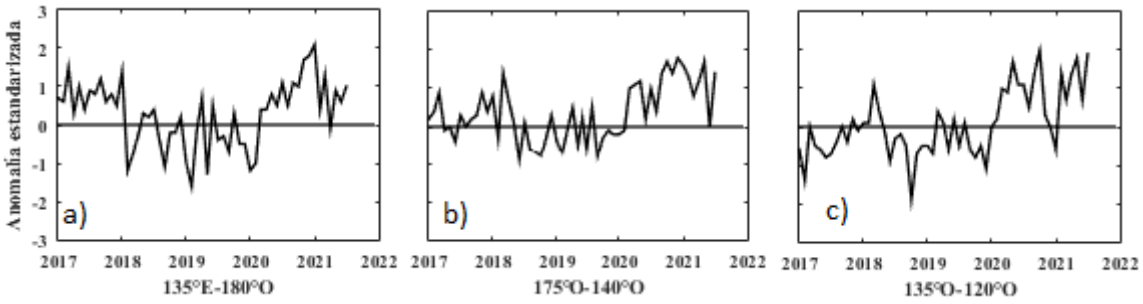


Fig. 10. Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios. Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

C. CONDICIONES EN EL PACÍFICO SURORIENTAL

Las Estaciones meteorológicas distribuidas en zonas costeras y continentales desde Colombia a Chile indican que la Temperatura del Aire (TA) tuvo características variables, con un aparente comportamiento estacional, en la mayoría de estaciones el valor mensual de agosto está muy próximo a su climatología, Fig. 11. En cuanto a las precipitaciones, esta mostró mayores acumulados en las estaciones de Chile, superando 150 mm en Valdivia y Juan Fernández. La anomalía de precipitación no superó 30 mm (positivo o negativo), excepto en Vallenar donde superó los 50 mm, Fig. 12.

Las estaciones meteorológicas indican que la TSM continuó disminuyendo a lo largo del mes, especialmente en las estaciones al sur de la región, Fig. 13 y 14.

El nivel del mar continúa descendiendo, Fig. 15. Esto reflejó anomalías positivas y negativas en las estaciones de la costa de Sur América, Fig. 16.

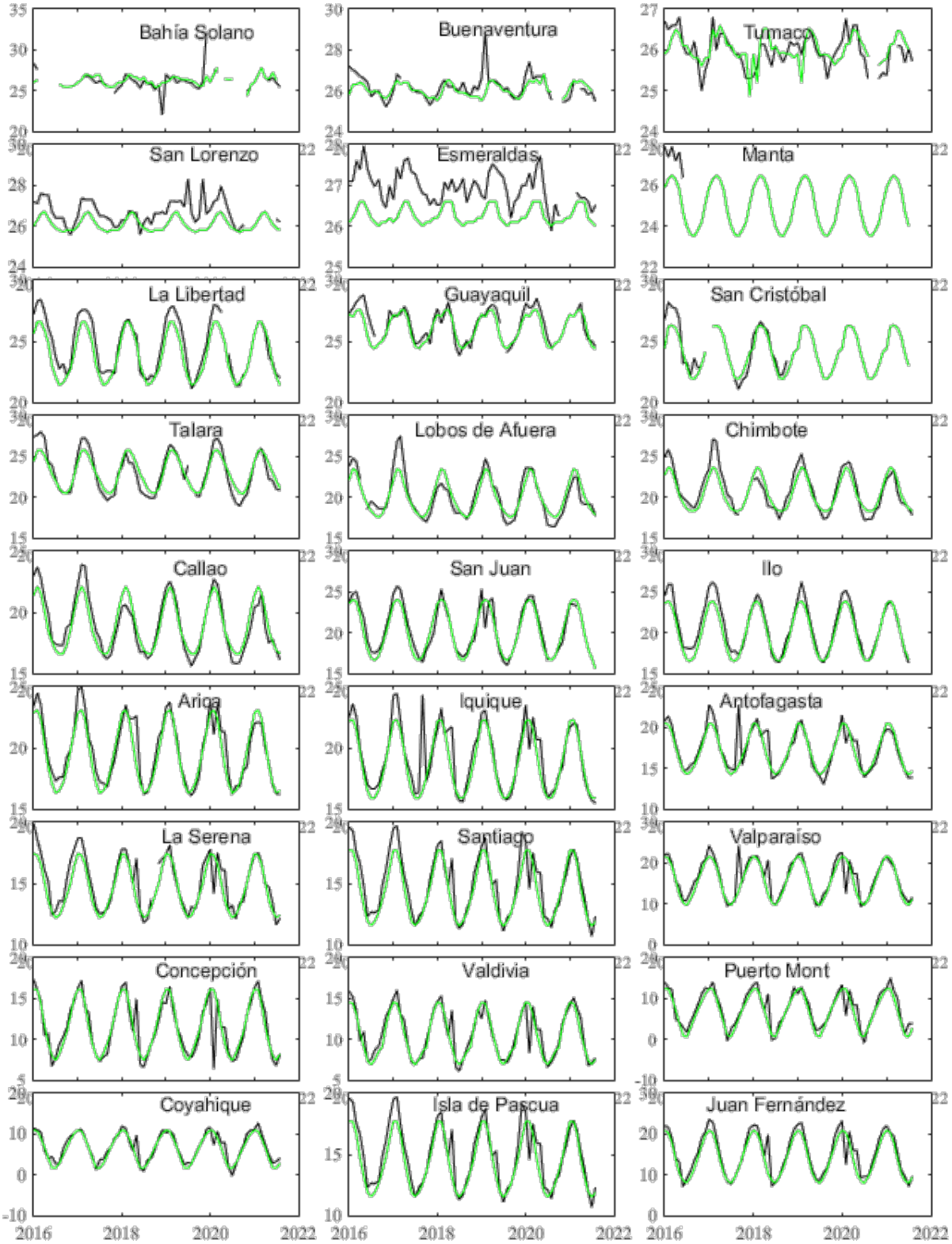


Fig. 11. Medias mensuales de TSA (°C) en localidades de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN).

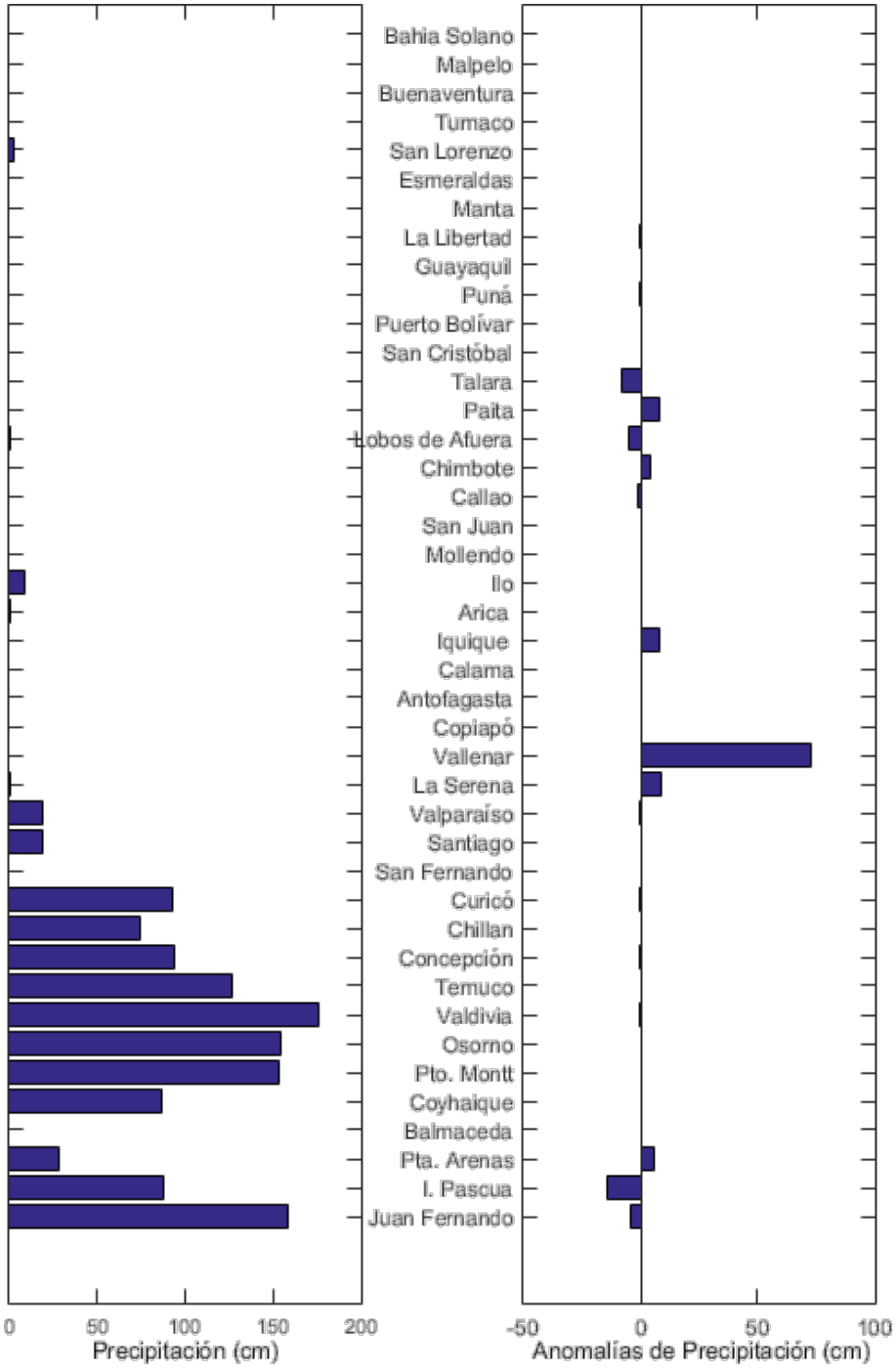


Fig. 12. Precipitación y anomalías de la precipitación en ciudades de los países que conforman el Comité ERFEN-regional.

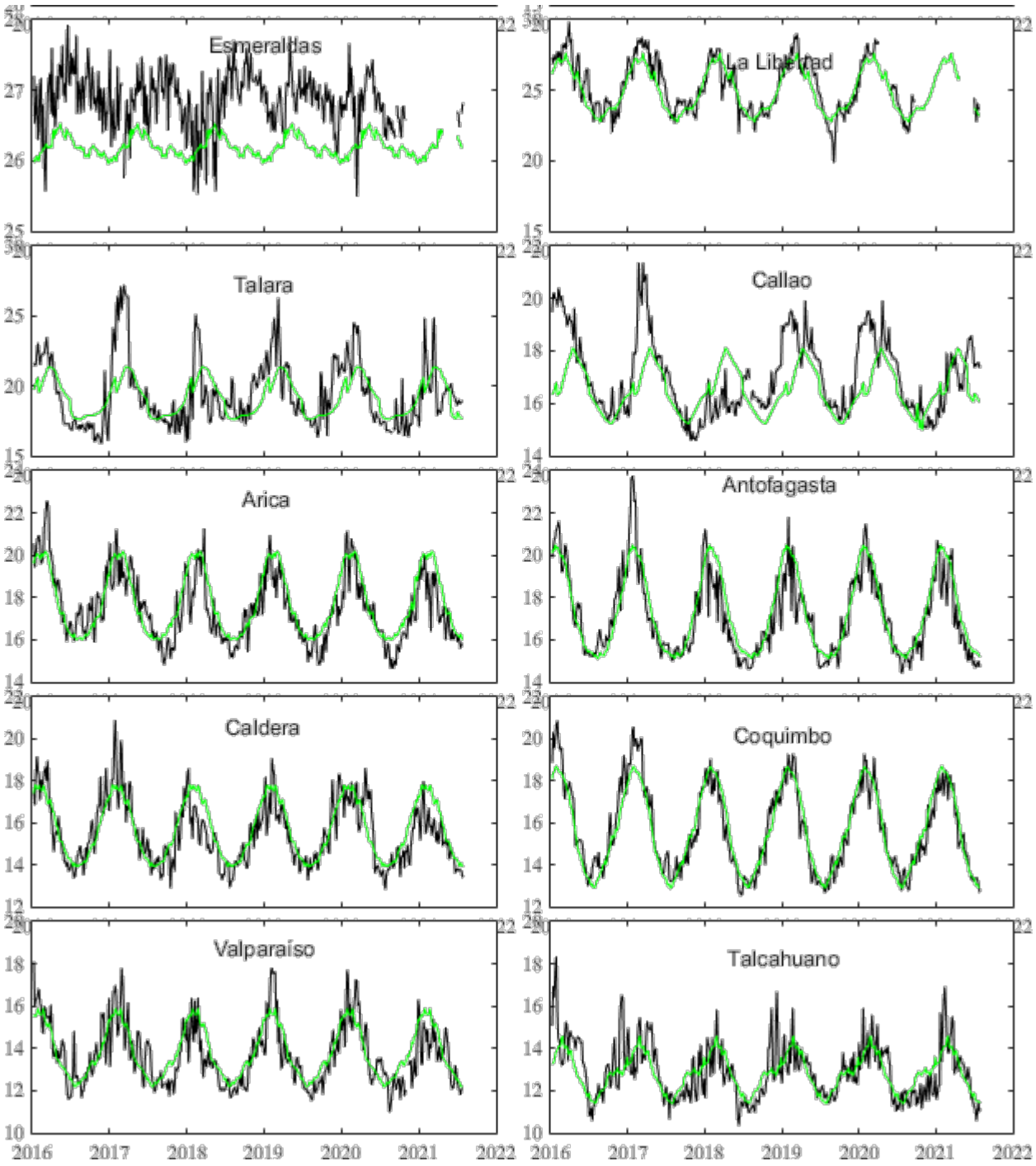


Fig. 13. Medias de cinco días (quinarios) de TSM (°C) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile desde 2016. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la carátula. (Fuente: INOCAR – INAMHI – DHN - SHOA).

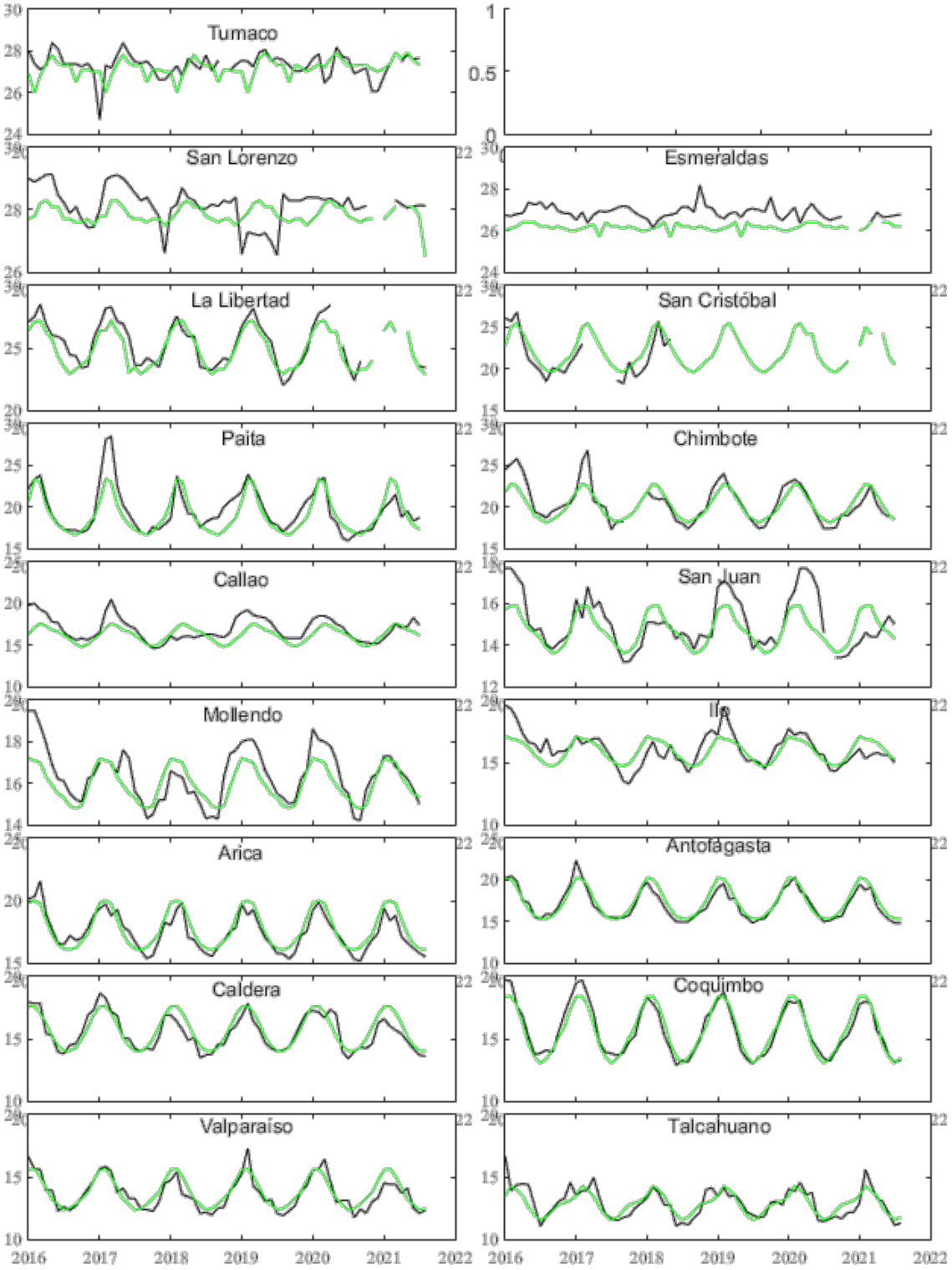


Fig. 14. Medias mensuales de TSM (° C) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo de la climatología es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR, DHN, SHOA).

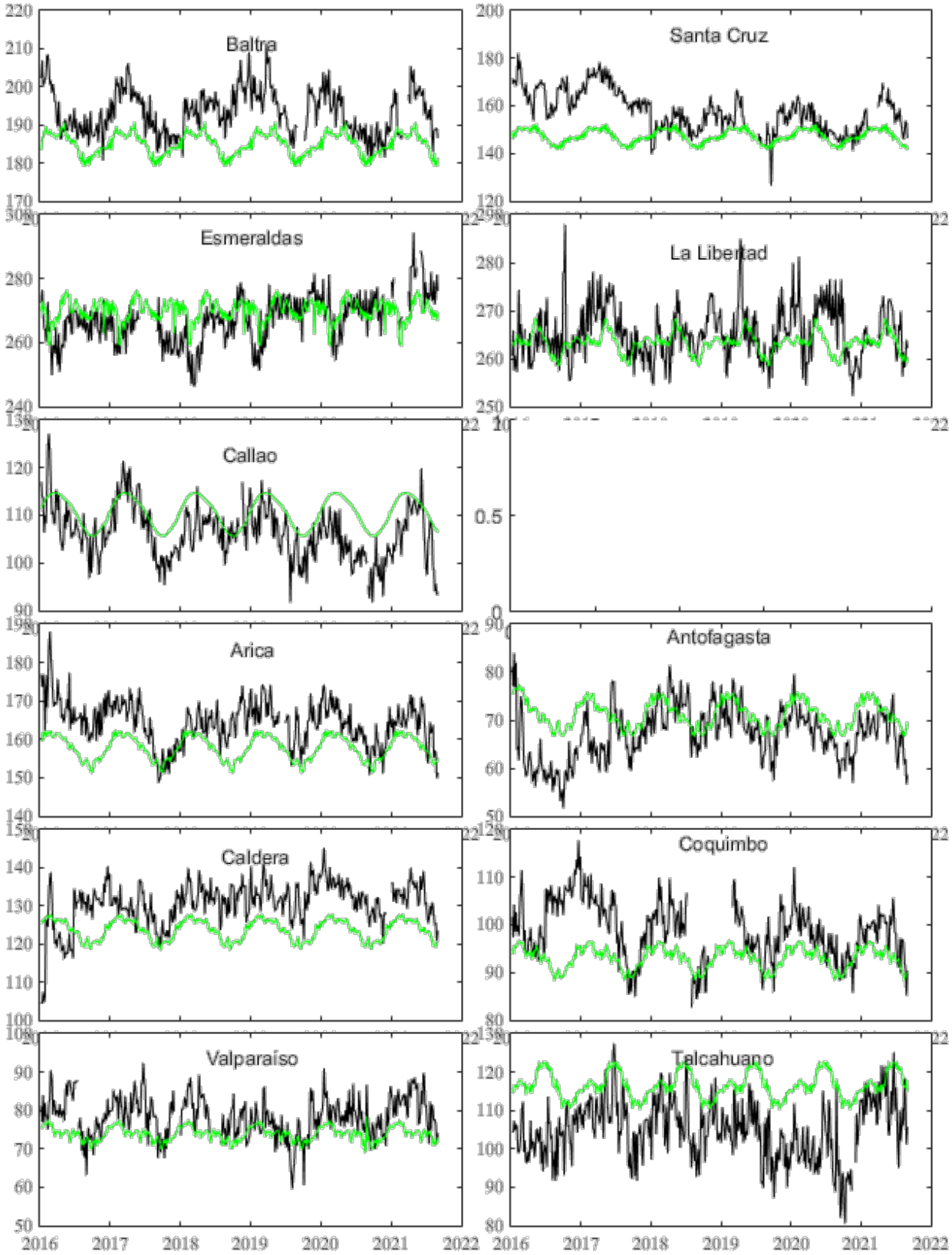


Fig. 15. Medias de cinco días (quinarios) del NMM (cm) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. (Fuentes: INOCAR-DHN - SHOA).

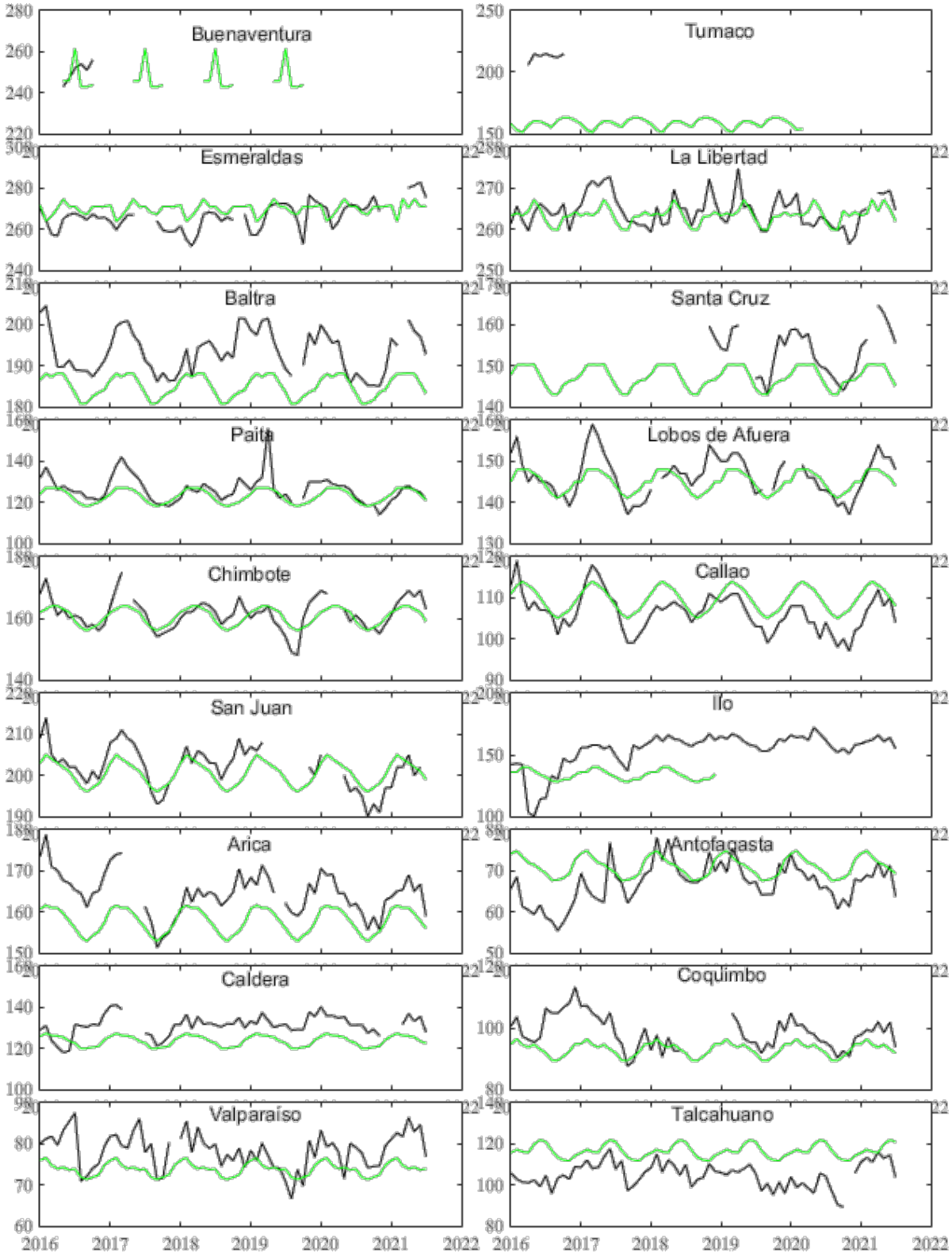


Fig. 16. Medias mensuales de NMM (cm) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN.

II. CONDICIONES NACIONALES

A. COLOMBIA

La dinámica de la TSM para agosto 2021, evidenció temperaturas cálidas alrededor de los 28 °C con valores de anomalías neutrales (Figura 17a y 17c); presentándose un comportamiento propio del verano (julio-septiembre) en la CPC, con homogeneidad en la temperatura superficial del mar para la zona centro y norte, y con presencia de aguas cálidas alrededor de los 27 °C, que contrastan con los valores bajos de TSM de la zona sur, los cuales obedecen al ascenso de aguas (procesos de surgencia) impulsadas por la corriente fría del Perú sobre la parte oceánica de la Cuenca.

Por su parte, el nivel del mar en la CPC presentó valores menores (30 cm) en relación con el mes anterior (Figura 17b), ubicándose sobre la neutralidad como se evidencia en la Figura 17d.

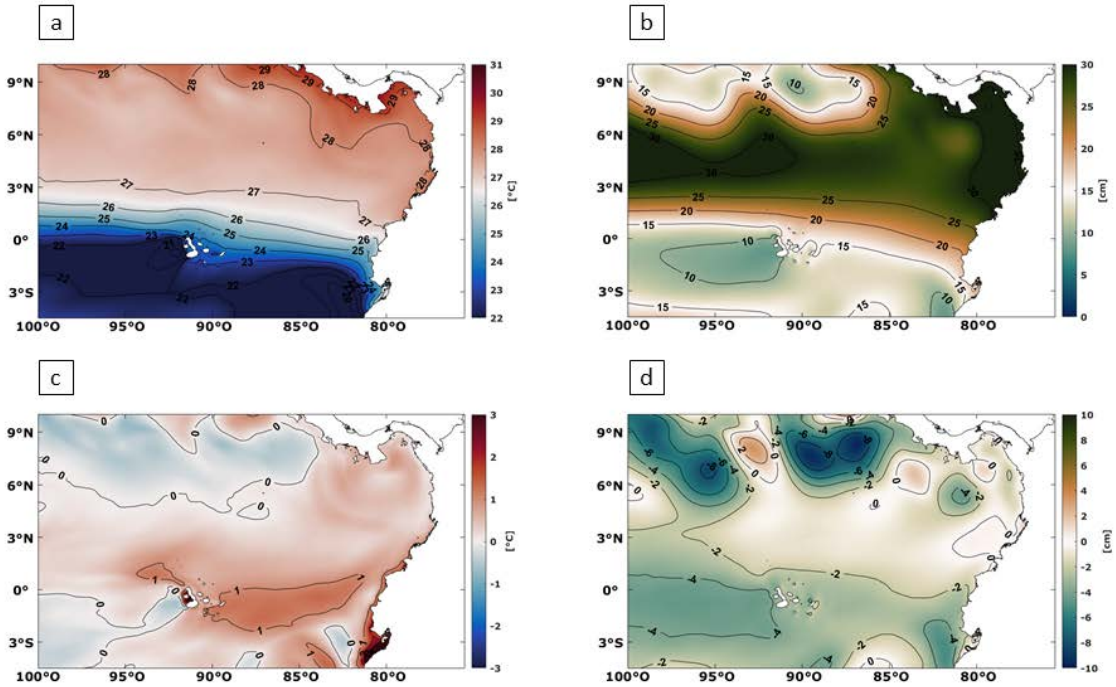


Fig. 17. Distribuciones espaciales mensuales de a) Temperatura superficial del mar en °C y b) Nivel del mar en cm. Distribuciones espaciales mensuales de las anomalías de c) Temperatura superficial del mar en °C y d) Nivel del mar en cm. Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.

El marcado frente de salinidad superficial que se ubica paralelo a la costa en la CPC, persiste en el tiempo por el aporte continuo de agua dulce proveniente de las vertientes de los ríos, las cuales al encontrarse con las aguas oceánicas de mayor salinidad, generan un proceso de mezcla en esta región. La distribución de la salinidad en CPC se mantiene alrededor de los 30 con anomalías de -2 (Figura 18a y 18c).

Las anomalías de la clorofila-*a* en la CPC se centraron en su totalidad sobre la neutralidad (Figura 18d). Las mayores magnitudes en el dominio regional se evidenciaron cerca de las costas de Ecuador, con valores de hasta 2 mg/m3 y anomalías positivas de 1 mg/m3, sector que coincidió con las más bajas temperaturas superficiales del mar (20 °C) y las más altas salinidades (34),

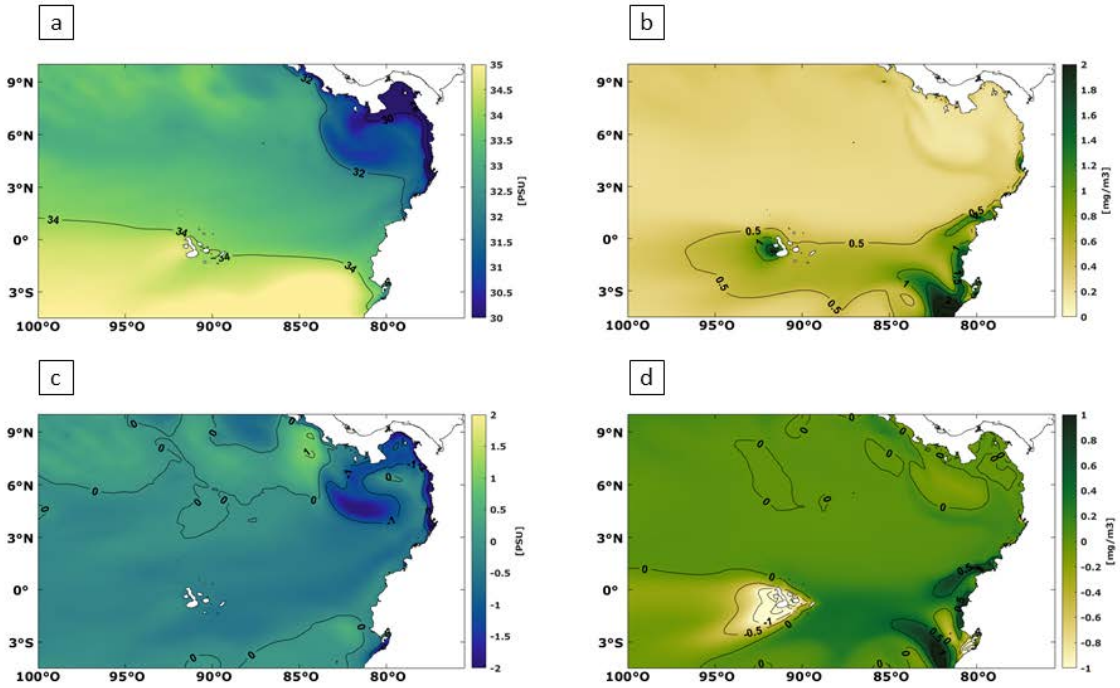


Fig. 18. Distribuciones espaciales mensuales de a) Salinidad y b) Clorofila-a en mg/m3. Distribuciones espaciales mensuales de las anomalías de c) Salinidad y d) Clorofila-a en mg/m3. Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP. Condiciones locales – Tumaco

El monitoreo de las condiciones locales es realizado quincenalmente en la estación costera fija, ubicada en la ensenada de Tumaco (02°00'00"N - 78°48'00"O), en área jurisdiccional del Pacífico colombiano.

De acuerdo a los datos registrados en la estación costera fija de Tumaco, se obtuvo para agosto del 2021 un valor promedio de TSM de 27.45 °C, identificando anomalías positivas de 0.13 °C. En el registro realizado el 12 de agosto del 2021 (línea azul, Fig. 20b), los valores de la temperatura oscilaron entre 15.81 °C y 27.53 °C, con una termoclina posicionada entre los 40 y 47 m aproximadamente. Por otra parte, los datos adquiridos el 30 de agosto del 2021 (línea roja, Figura 20b), muestran valores de temperatura entre máximos de 27.43 °C, con una termoclina más superficial entre 38 m y 43 m aproximadamente. Contrastando con el mes anterior (julio 2021), hubo un leve ascenso de la termoclina, indicando presencia de aguas más frías en mayor parte de la columna de agua.

En cuanto a la Salinidad Superficial del Mar (SSM), tuvo un valor promedio de 30.37, con anomalías negativas de -1.32 y valores de salinidad que oscilaron entre 30.14 y 35.10 para el primer registro (línea azul, Figura 20d), y entre 30.55 UPS y 35.07 para el segundo monitoreo (línea roja, Fig. 20d). Se presentó un comportamiento concordante entre los valores de temperatura y salinidad, evidenciándose una disminución de la salinidad con la presencia de aguas superficiales más cálidas.

En cuanto a la Salinidad Superficial del Mar (SSM), tuvo un valor promedio de 30.74, con anomalías negativas de -0.98 y valores de salinidad que oscilaron entre 31.09 y 35.05 para el primer registro (línea azul, Figura 19d), y entre 30.38 y 35.48 para el segundo monitoreo (línea roja, Fig. 20d). Se presentó un comportamiento concordante entre los valores de temperatura y salinidad, evidenciándose una disminución de la salinidad con la presencia de aguas superficiales más cálidas.

El comportamiento evidenciado en la estación costera fija de Tumaco respondió a la dinámica global y regional analizada anteriormente, donde se muestra un comportamiento dentro del rango de la neutralidad.

El Índice Multivariado de Tumaco (IMT) presentó un valor de -0.02 con categoría "F1", indicando fase fría neutra para esta zona del país (Figura 20). Con respecto al mes anterior (julio 2021), se observa la continuidad de condiciones neutrales.

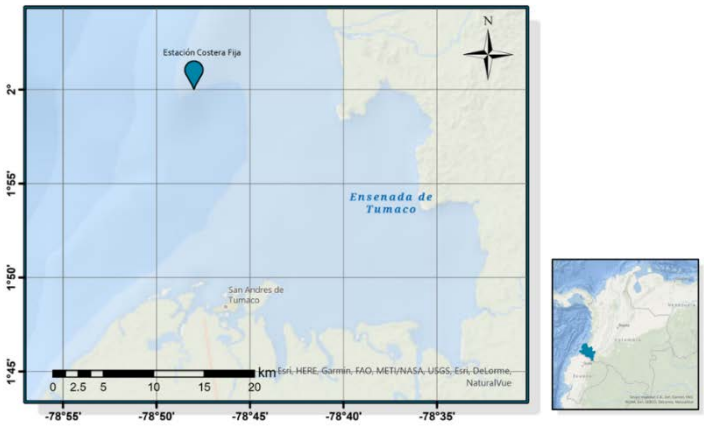


Fig. 19. Localización de la estación costera fija de Tumaco. Fuente: CCCP.

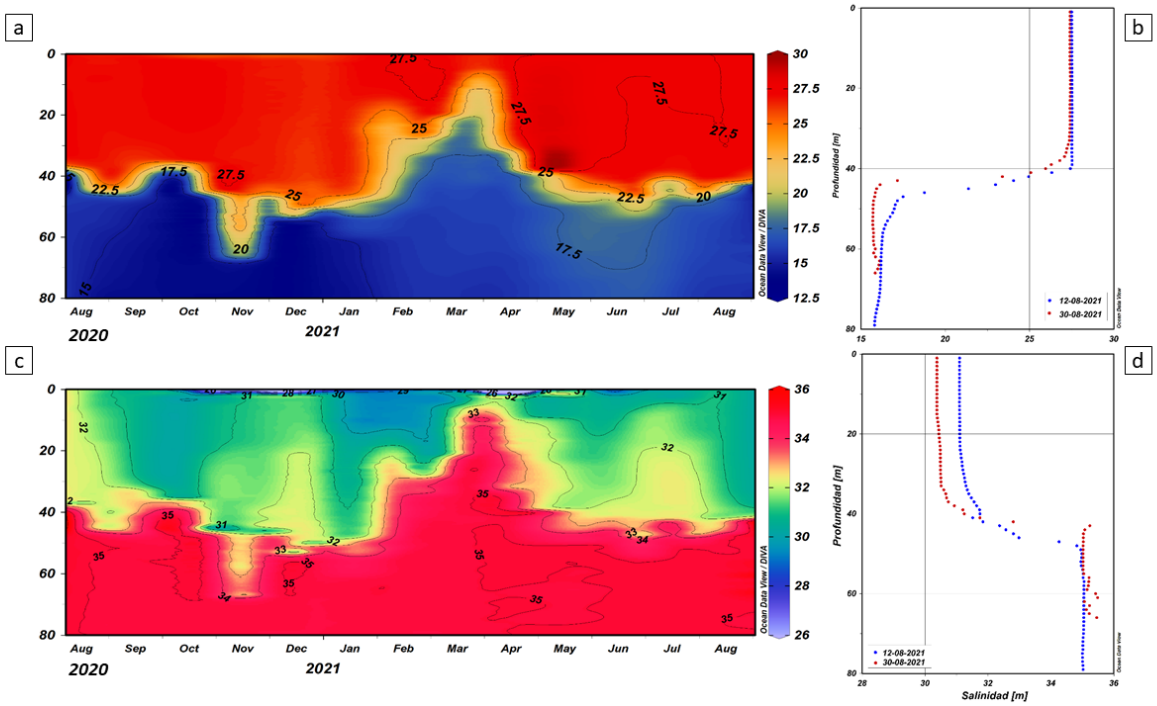


Fig. 20. a) Serie temporal de la temperatura subsuperficial, b) Perfiles de temperatura, c) Serie temporal de la salinidad subsuperficial y d) Perfiles de salinidad. Fuente: CCCP.

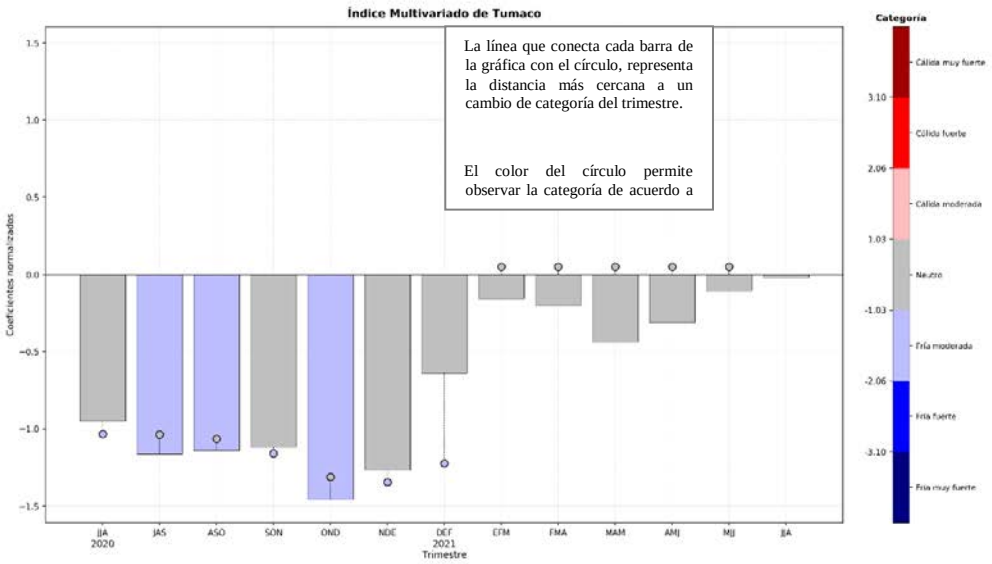


Fig. 21. Comportamiento del Índice Multivariado de Tumaco (IMT). Fuente: CCCP

En relación a los parámetros meteorológicos, en los principales puertos del Pacífico Colombiano, durante el periodo comprendido entre el 01 y el 31 de agosto del 2021, las condiciones meteorológicas de los principales puertos del Pacífico Colombiano se describen a continuación.

En Bahía Solano la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 25.48 °C, con un valor máximo registrado de 30.50 °C y un valor mínimo de 22.90 °C; se evidenció una anomalía negativa de -0.60 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 94.96 %, con un valor máximo de 100 % y un valor mínimo de 69 %; se presentó una anomalía positiva de 0.47 %. El total de Precipitación observado fue de 701.20 mm, con una anomalía positiva de 214.66 mm.

En Buenaventura la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 25.46 °C, con un valor máximo registrado de 30.30 °C y un valor mínimo de 22.60 °C; se evidenció una anomalía negativa -0.43 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 94.13 %, con un valor máximo de 100 % y un valor mínimo de 65 %; se presentó una anomalía positiva de 1.80 %. El total de Precipitación observado fue de 1018.40 mm, con una anomalía positiva de 396.40 mm.

En Tumaco la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 25.72 °C, con un valor máximo registrado de 28.40 °C y un valor mínimo de 23.10 °C; se evidenció una anomalía negativa de -0.11 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 95.47 %, con un valor máximo de 100 % y un valor mínimo de 78 %; se presentó una anomalía positiva de 5.58 %. El total de Precipitación observado fue de 191.40 mm, con una anomalía positiva de 99.15 mm.

B. ECUADOR

El viento superficial en regiones oceánicas del Ecuador ha mantenido magnitud entre 4 y 6 m/s, cercano a la costa continental el mismo estuvo con magnitud hasta 4 m/s. En toda la región existe predominancia de viento hacia el norte con cierta variación entre noroeste y noreste, Fig. 22

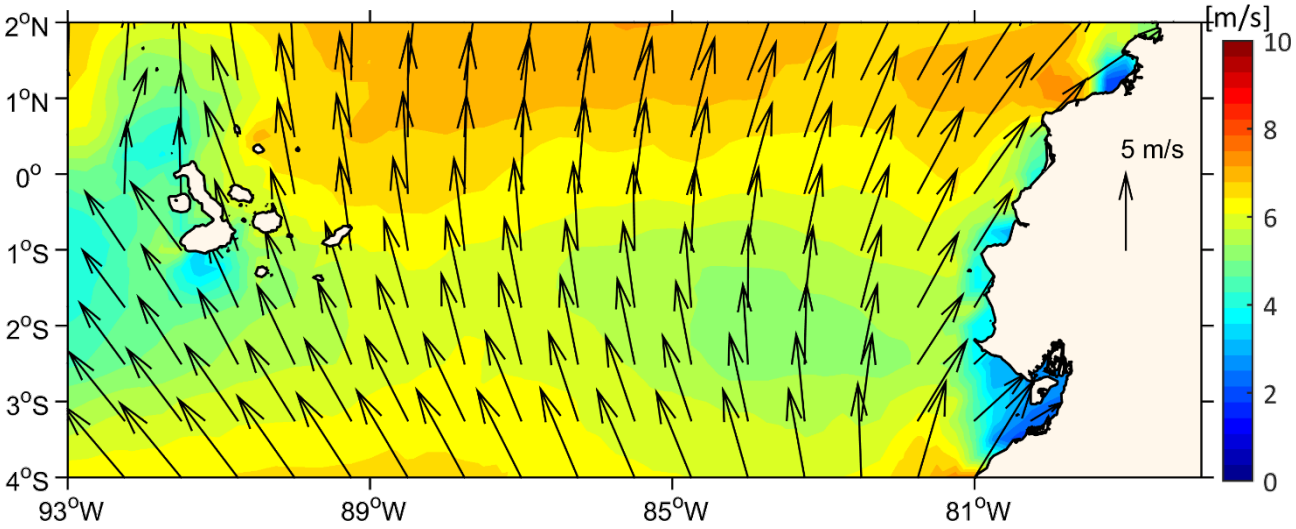


Fig. 22. Patrón de vientos superficiales. Fuente: Ifremer, ASCAT

Las precipitaciones se concentran al norte de las estribaciones de la cordillera de los Andes, donde el registro máximo mensual fue de 200 mm. En el resto de territorio las precipitaciones estuvieron ausentes o escasas, conforme a lo esperado del mes, Fig. 23.

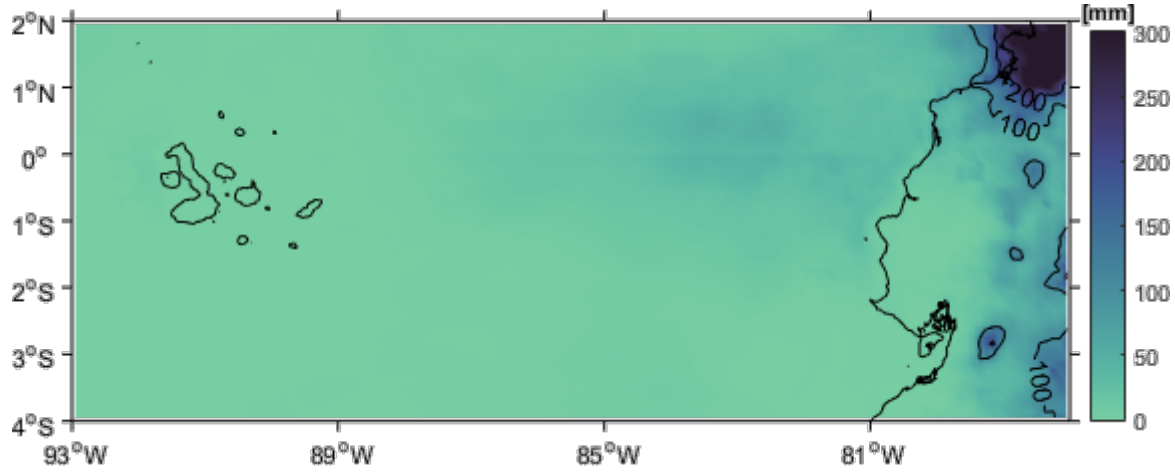


Fig. 23. Acumulado mensual de precipitación satelital. Fuente:

La distribución de la TSM mostró al FE en posición relativa zonal. Existe el aporte desde el sur (junto a la costa norte de Perú) con agua con TSM entre 19 y 21 °C; al oeste de la isla Isabela se tiene la presencia de agua con menor TSM a 20 °C, lo primero es el aporte de la surgencia costera y lo segundo es la presencia de la surgencia Ecuatorial, Fig. 24 a y 24 b. Este conjunto de procesos, Frente Ecuatorial, Surgencia Costera y Surgencia Ecuatorial aunque están presente de acuerdo a la estacionalidad; se refleja patrones de ATSM separados hacia el norte y sur del Frente Ecuatorial. Al norte ATSM que superan el 1 °C y al sur negativa en promedio -0.5 °C, Fig. 24 b.

La distribución de salinidad superficial mantiene relación con la del FE, al norte agua con salinidad menor a 34 y al sur con mayora salinidad de 34, es este valor que puede tomarse como indicador del límite en salinidad del FE, Fig. 24 c

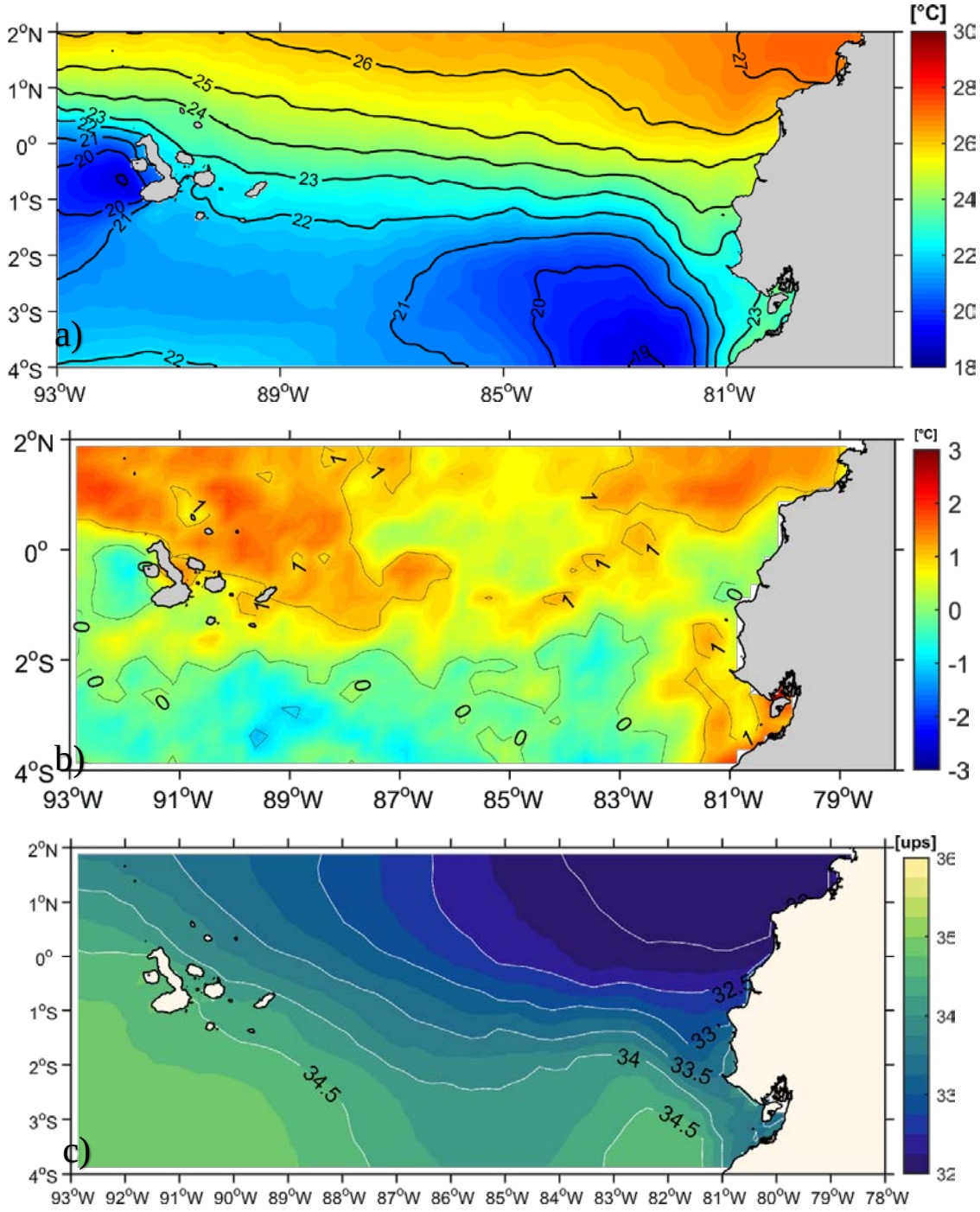


Fig. 24. Territorio marítimo ecuatoriano. Promedio de: a) Temperatura Superficial del Mar y (b) Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar y c) Salinidad Superficial. Fuente: Base de datos Copernicus-Ostia.

El análisis vertical de la distribución de temperatura en las secciones 82 y 86°O, evidencia en los primeros 40 m de profundidad, desde el límite norte hasta aproximadamente 0.5°S, agua de temperatura mayor a 25 °C y salinidad menor a 33 ups (ATS). Hacia el sur, en la misma profundidad se registra mezcla de agua, con predominio de AES. Bajo los 40 m, predomina Agua Ecuatorial Subsuperficial (~14 °C y 34.5 ups), Fig. 25.

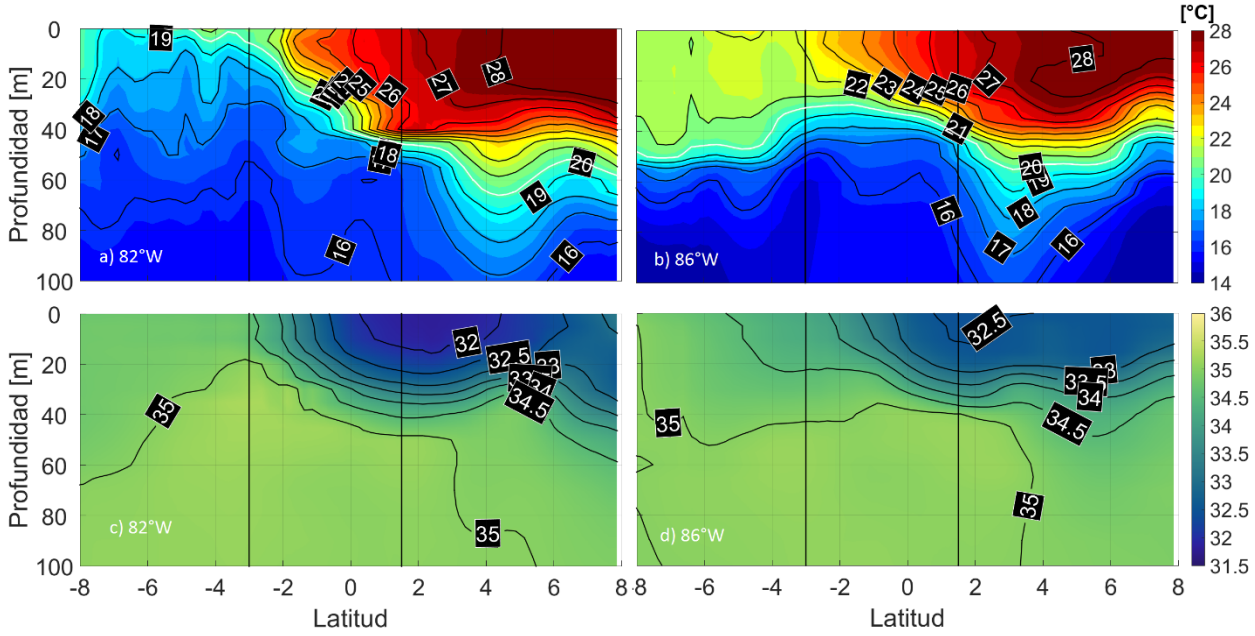


Fig. 25. Secciones en profundidad entre 4°N y 6°S: En 82°O, a) Temperatura y b) Salnidad. En 86°O (c) Temperatura y (d) Salinidad. Fuente: Copernicus Data set armor weekly

En la estación 10 millas La Libertad (2.083°S y 81.089°O), el monitoreo de julio y agosto, se mantiene una estructura térmica constante, denotado por la homogeneidad de las isotermas, Fig. 26

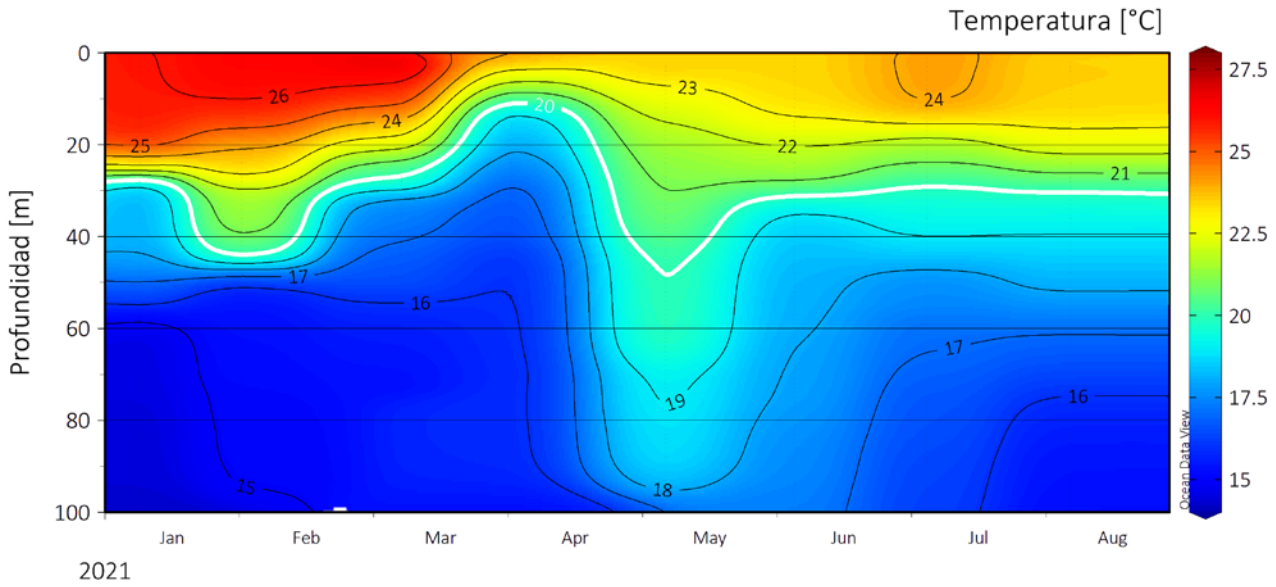


Fig. 26. Sección temporal de la estación 10 millas La Libertad (2.083°S y 81.089°O). Fuente: Inocar. Elaborado por Inocar

La identificación de las masas de agua mezcladas en las estaciones 10 millas costa afuera se realizó con el análisis multiparamétrico óptimo (OPM). Se identificaron el agua Tropical Superficial (ATS), el agua Ecuatorial Superficial (AES) y el Agua Tropical Subsuperficial (AESS). El ATS fue observada en los primeros 40 m, en la estación del norte (Esmeraldas, izquierda de Figura 27) el porcentaje de presencia estuvo entre 30 y 80 %; en tanto que disminuyó hasta 0-40 % en el sur (Puerto Bolívar, derecha de figura 27b). El AES, en superficie mostró un 30 % de ocurrencia, especialmente en Manta y La Libertad (centro de la figura 27b); mientras que cerca de 40 m incrementó su presencia hasta 80 %. El AESS tuvo más del 60 % bajo los 60 m en todas las estaciones, Fig. 27.

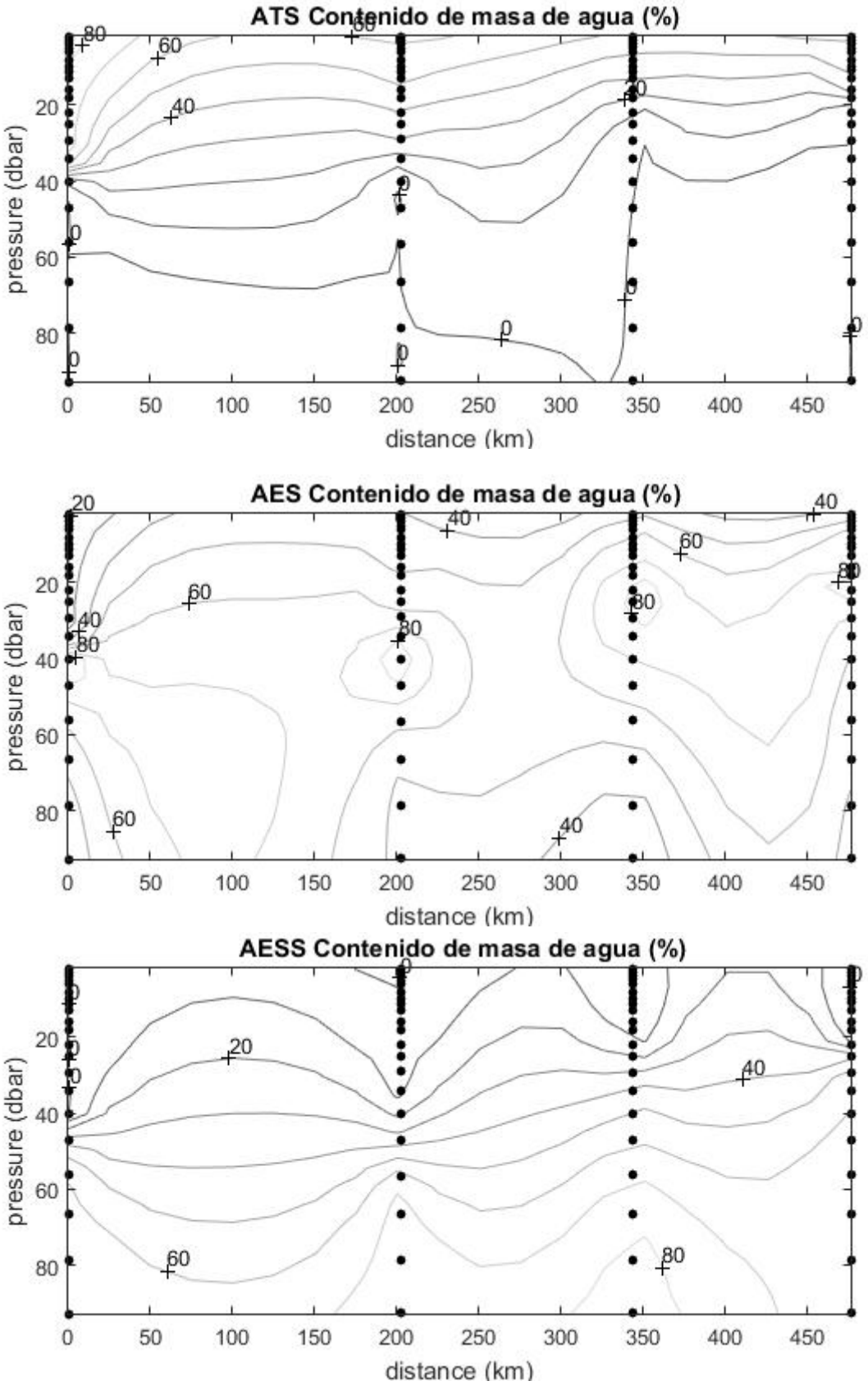
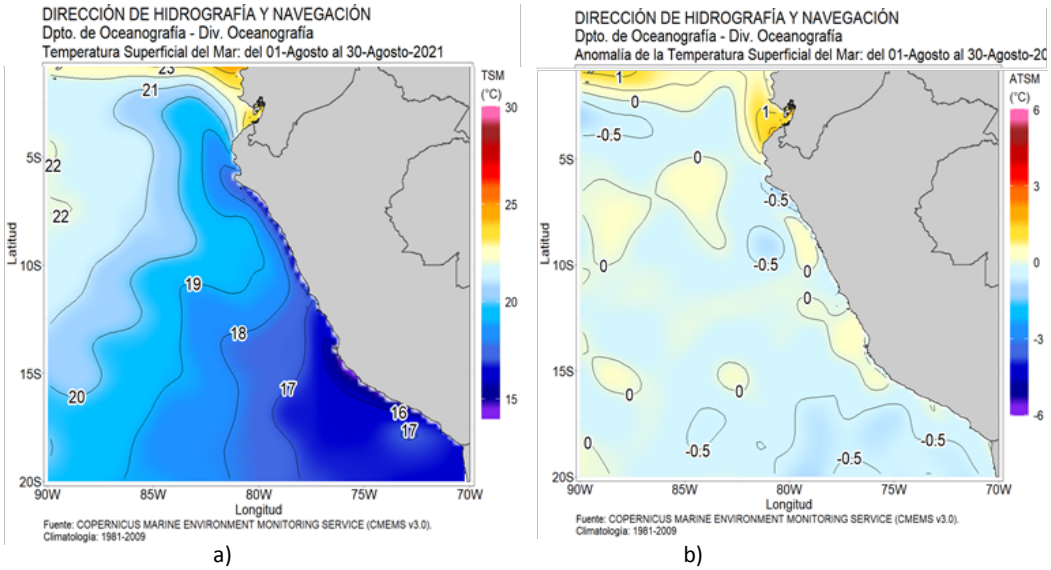


Fig. 27. Distribución de masas de agua frente a la costa

C. PERÚ

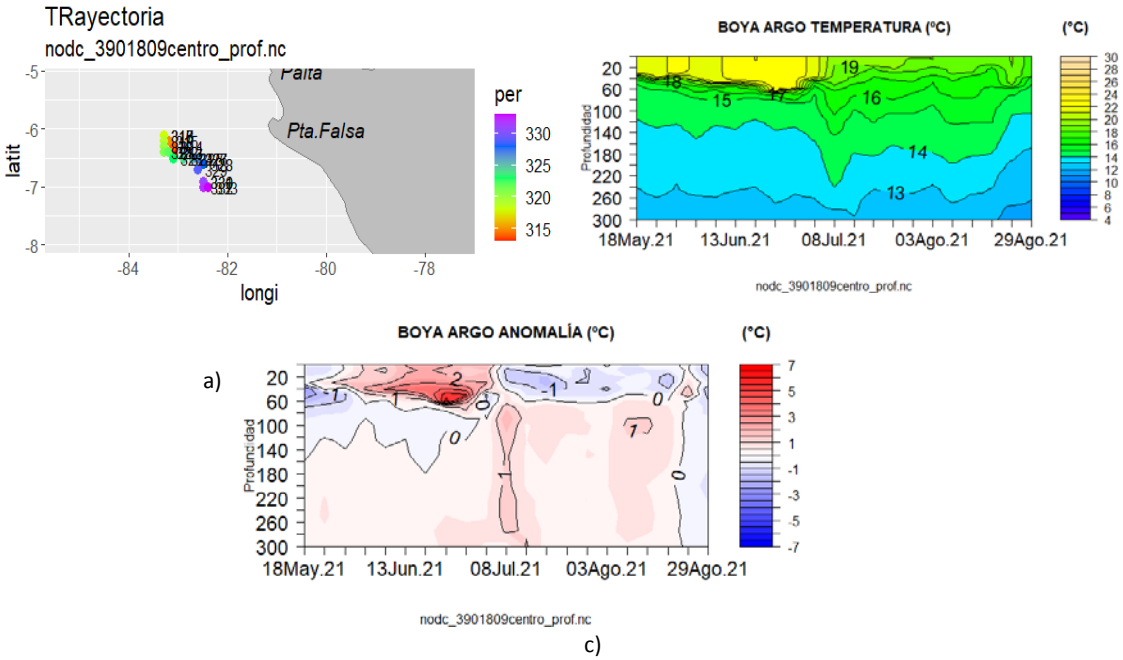
La TSM promedio en el mar de Perú se ubicó en el rango de 15 °C a 22 °C, mayores de 19 °C en la zona norte y menores de éste en el centro y sur. La anomalía promedio se ubicó en orden de ±0,5 °C, sólo frente de Tumbes (al norte de los 04°S) fue de +1 °C. (Fig. 28).



a) b)

Fig. 28. Promedio julio 2021. a) TSM, y b) anomalía de la TSM. Fuente: datos: Ostia-CMEMS V3.0. Gráfico: DIHIDRONAV

En la capa subsuperficial de la zona norte, a 140 millas de la costa (6.8°S), las anomalías de temperatura estuvieron alrededor de -0.5 °C, sobre los 60 m de profundidad (Figura 2); mientras que, a 230 millas (5°S) fueron positivas, hasta 1.5 °C, excepto en la última semana de agosto cuando cambiaron a negativas, hasta -1.5 °C, sobre los 100 m (Fig. 29a, 29b). Por otro lado, en el centro a 100 millas de la costa (8.5ºS) las anomalías fueron positivas, con mayor grado (1.5 °C) en la primera quincena de agosto (Fig. 30); mientras que, a 300 millas (8°S) fueron negativas, entre 25 m y 100 m de profundidad (Fig. 30c, 30d). En el sur, a 100 millas de la costa (17°S) las anomalías negativas disminuyeron de -3 °C a -1 °C, sobre los 80 m de profundidad, Fig. 30.



a)

c)

Fig. 29. a) Posición de boya (6.8°S-140 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De mayo a agosto 2021.Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

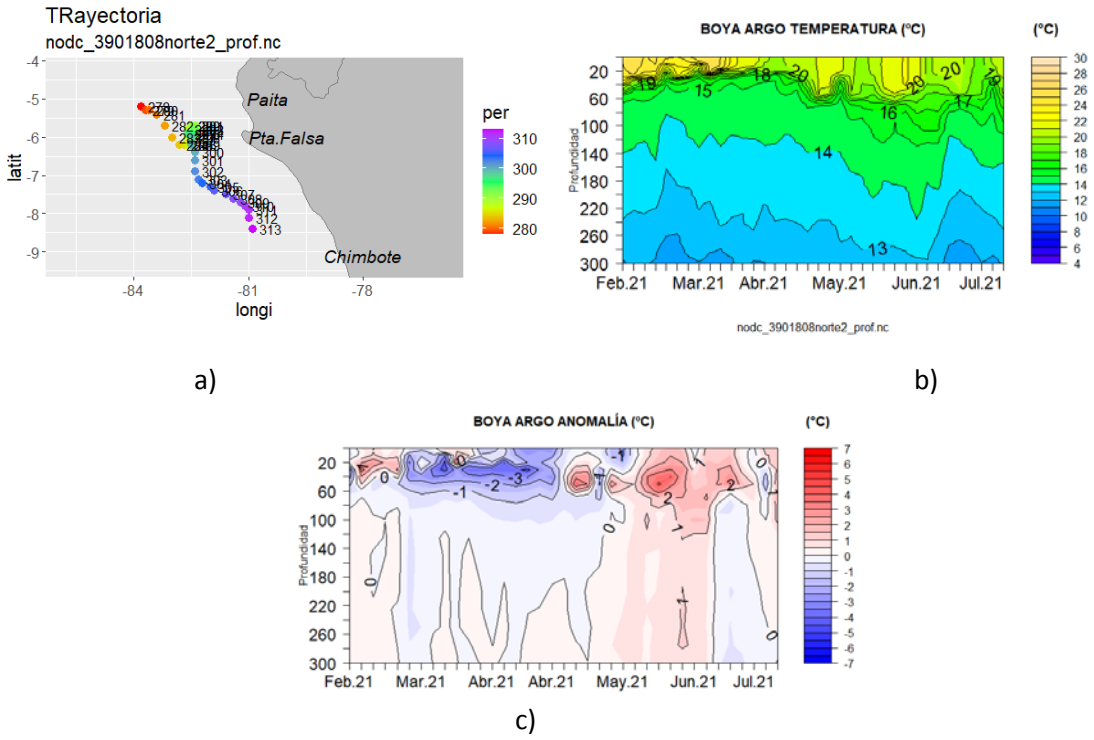


Fig. 30. a) Posición de boya (8.5ªS-100 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De febrero a julio 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV.

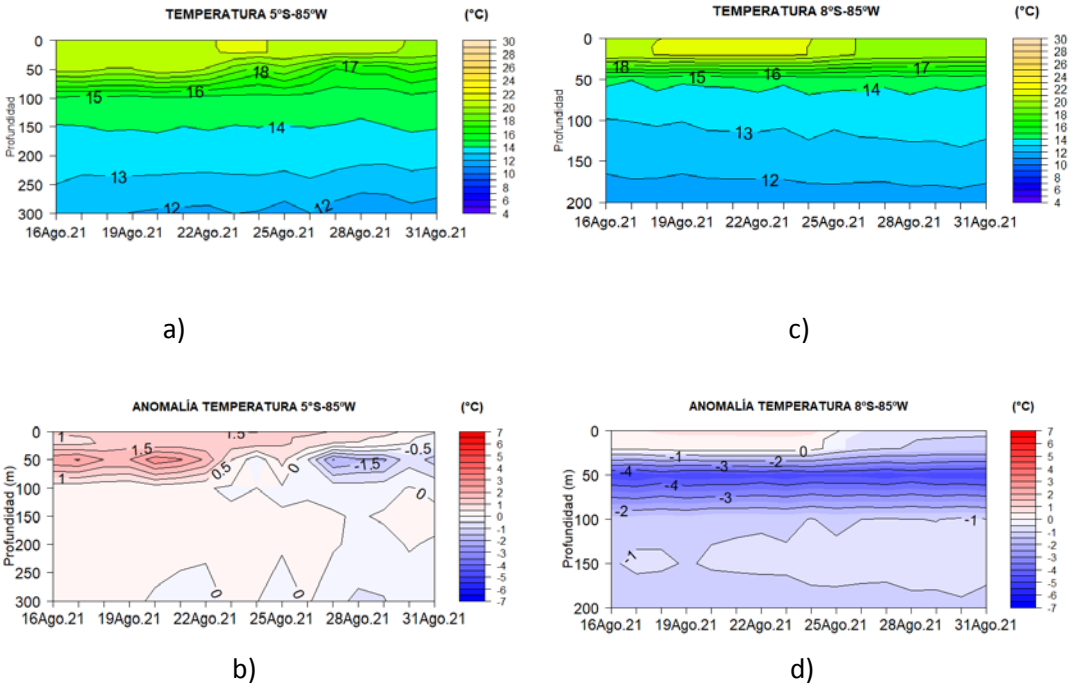


Fig. 31. Distribución vertical hasta los 300 m de profundidad de la a) temperatura y b) anomalía de la temperatura en la boya 5ªS-85ºW. Estructura hasta los 200 m de profundidad de la c) temperatura y d) anomalía de la temperatura en la boya 8ºS-85ºW. Periodo del 16 al 31 de agosto de 2021. Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

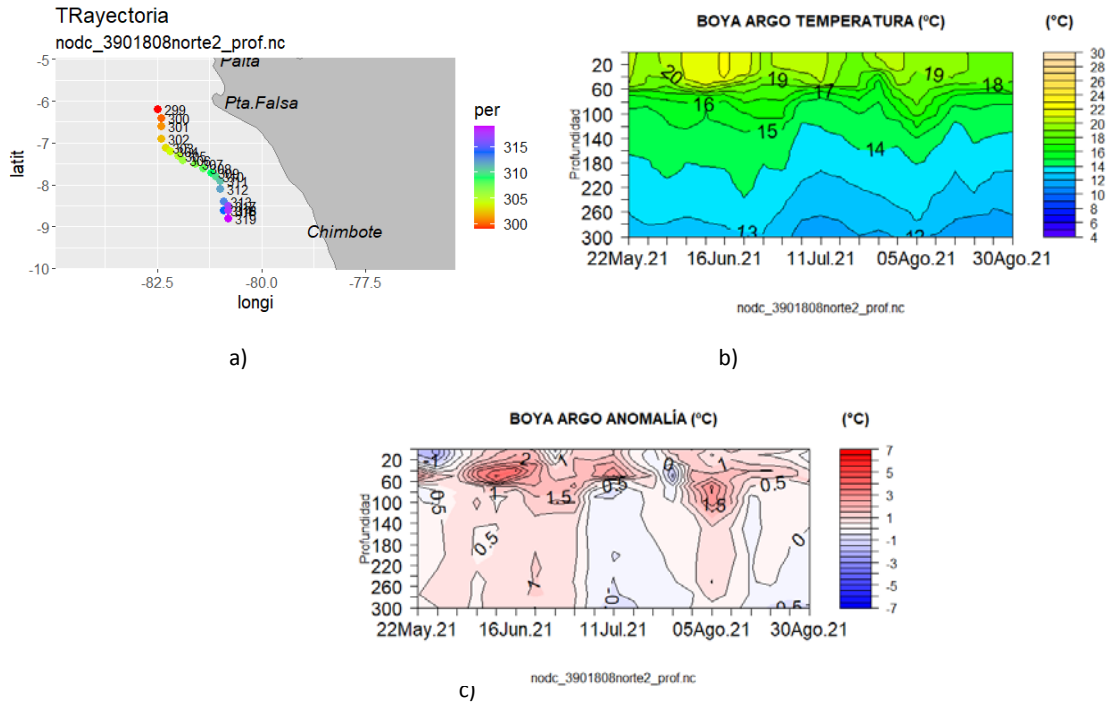


Figura 32. a) Posición de boya (8.5ªS-100 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De mayo a agosto 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV.

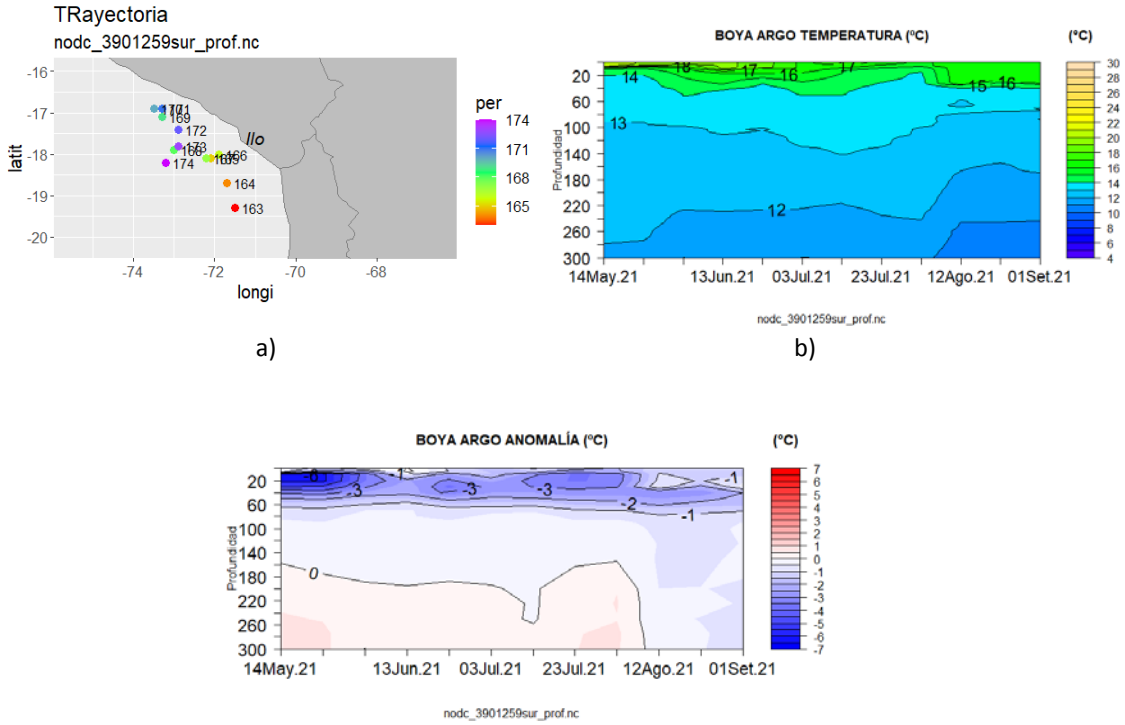


Figura 33. a) Posición de boya (17°S-50 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De mayo a agosto 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV.

En el litoral, la TSM diaria osciló alrededor de su normal, con anomalías negativas durante la segunda quincena de agosto. (Tabla 1 y Fig. 34).

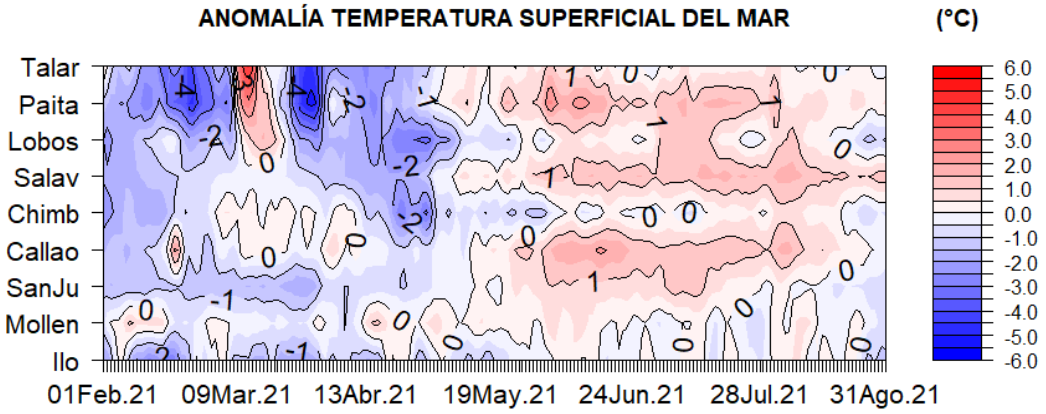


Fig. 34. Anomalía diaria de la temperatura superficial del mar (°C) en el litoral de Perú, entre julio de 2020 y julio 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

El nivel del mar se mantuvo por debajo de su nivel medio, con anomalías hasta -10 cm en el norte y hasta -15 cm en el sur. Estas condiciones se asocian al paso de una onda Kelvin fría y la intensificación de los procesos de afloramiento costero (Fig. 35 y Tabla °1).

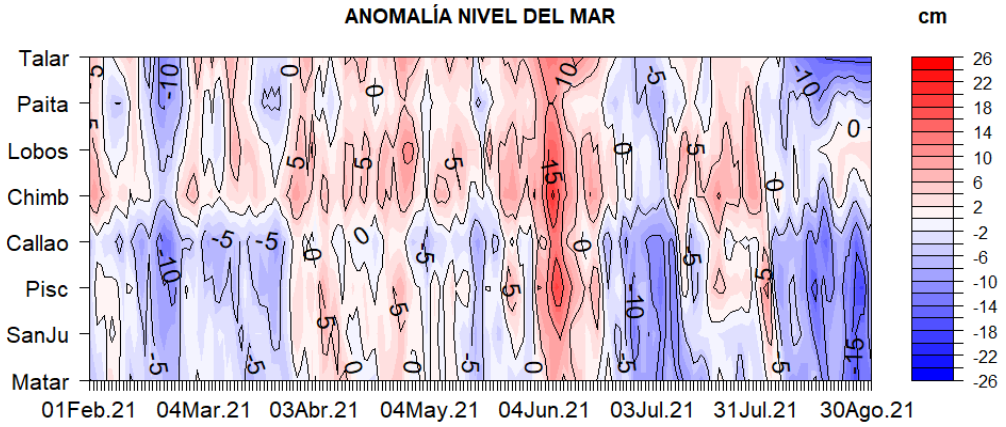


Fig. 35. a) Anomalía diaria del nivel del mar (cm) en el litoral de Perú entre julio 2020 a julio 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

La TA en el litoral predominó con valores cercanos a su normal, excepto en os últimos días de agosto, en que la anomalía alcanzó el valor de -1 °C. (Fig. 36 y Tabla 1). (Fig. 36 y Tabla 1).

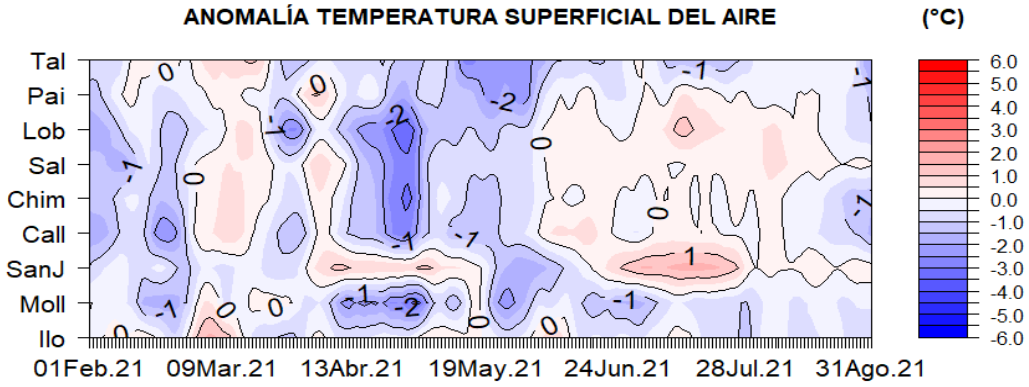


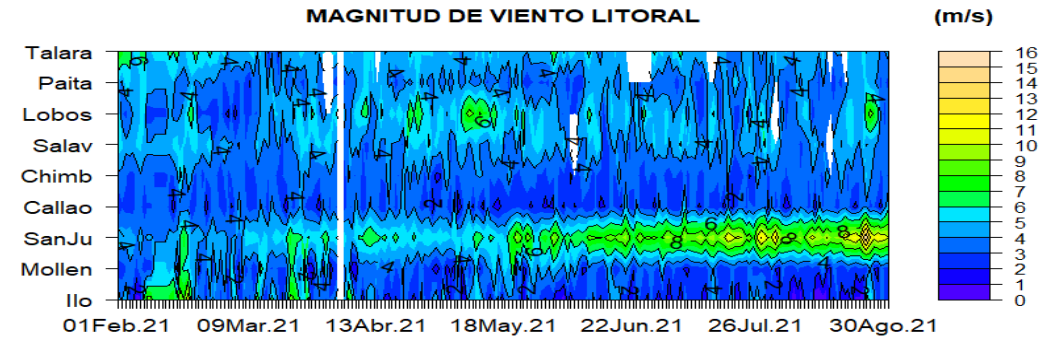
Fig. 36. Anomalía diaria de la temperatura del aire en el litoral del Perú entre julio 2020 a julio 2021 Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Sólo en la Isla Lobos de Afuera e Ilo se registraron lloviznas intermitentes, durante un día, 15 y 25 de agosto, respectivamente, con acumulados de 0.1 mm y 9.0 mm, en el mismo orden.

Asimismo, se registraron precipitaciones tipo trazas en varios puntos del litoral (Isla Lobos de Afuera, Chimbote, Callao, Mollendo e Ilo), durante algunos días, no continuos (Tabla 1).

Los vientos en el litoral fueron del Sur (S) y Sureste (SE), con velocidad entre 2 m/s y 10 m/s, y anomalías entre 0.4 m/s y 6.7 m/s. Sólo en Paita (-2.1 m/s), Lobos de Afuera (-1.9 m/s) e Ilo (1.0 m/s) la velocidad tuvo anomalías negativas (Tabla 1, Fig. 37a) (Tabla 1, Fig. 37b).

a)



b)

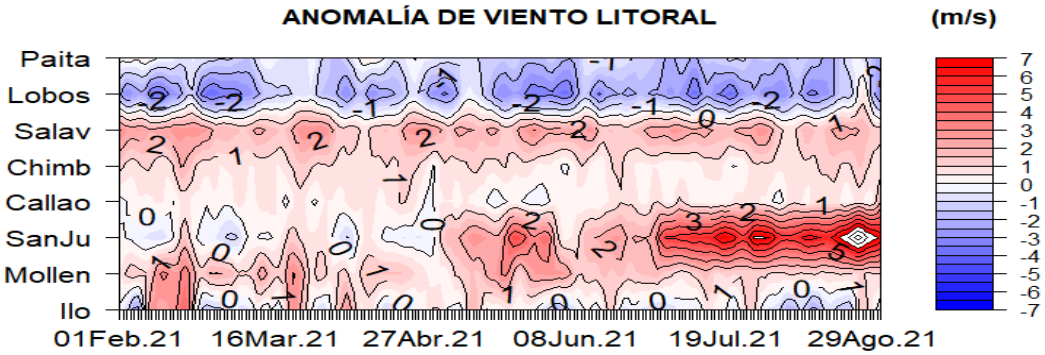


Fig. 37. Anomalía diaria del viento en el litoral del Perú de febrero a agosto 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Tabla 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 (mm)	VIENTO		
			(° C)	Anomalía	(cm)	Anomalía	(° C)	Anomalía		Dirección	Velocidad	Anomalía (m/s)
Talara	04°35'00''	81°17'00''	18.0	0.0	129	- 2	20.9	- 0.2	0.0	S	4.4	-
Paita	05°05'00''	81°06'30''	17.5	+ 0.6	115	- 4	20.3	- 0.3	0.0	S	3.1	- 2.1
Lobos de Afuera	06°36'00''	80°42'30''	17.4	0.0	140	- 2	17.7	- 0.1	0.1	SE	4.6	- 1.9
Chimbote	09°04'00''	78°36'00''	18.2	+ 0.1	156	- 1	17.8	- 0.5	Trazas	S	3.5	+ 0.9
Callao	12°03'30''	77°09'00''	16.4	+ 0.7	97	- 9	16.1	- 0.5	Trazas	S	2.9	+ 0.4
San Juan	15°21'00''	75°09'00''	13.6	- 0.3	190	- 7	-	-	0.0	SE	10.1	+ 6.7
Mollendo	16°55'54''	72°06'24''	14.9	0.0	194	- 8	15.1	- 0.5	Trazas	SE	2.6	+ 0.9
Ilo	17°37'00''	71°21'00''	14.7	- 0.1	152	-	16.0	- 0.5	9.0	SE	2.0	- 1.0

D. CHILE

Durante el mes de agosto las estaciones de Arica, Antofagasta y Talcahuano presentaron valores de TSM bajo el promedio climatológico mensual (-0,6 °C, -0,5 °C y -0,5 °C, respectivamente). Las restantes estaciones de monitoreo presentaron variaciones dentro de lo normal, en su mayoría negativas, coincidente con la condición actual de ENOS.

En la figura espacio-temporal de la TSM satelital (Fig. 38a), se observó un desplazamiento hacia el ecuador de las isotermas de 10 ° y 15 °C, y una ausencia de la isoterma de 20 °C, lo cual es propio de la época del año y de una condición neutral ENOS (similar al mes anterior). En la imagen de la variabilidad espacio-temporal de la ATSM satelital (Fig. 38b), entre Arica y Caldera se detectaron anomalías negativas que alcanzaron los -2.0 °C, el resto del país las anomalías fluctuaron dentro de la franja neutral (± 0.5 °C). Al comparar con el año anterior, este mes fue más frio que agosto 2020.

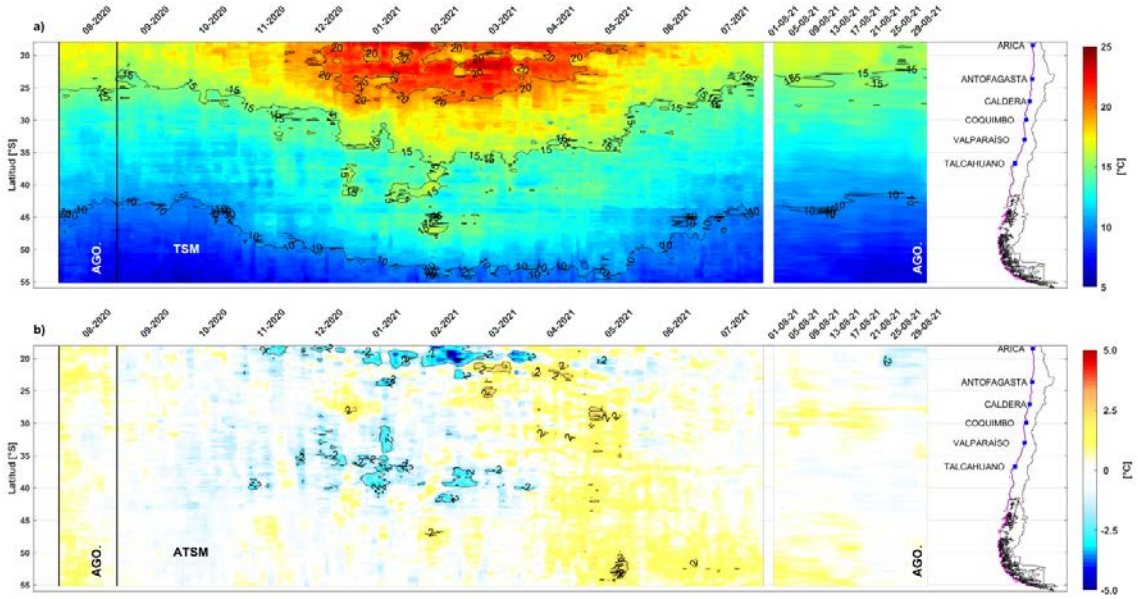


Fig. 38. Variabilidad espacio-temporal de la a) TSM y b) ATSM satelital a lo largo de la costa chilena (izquierda). La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal de los pixeles entre los 5 y 10 km desde la costa. Producto 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 [2021-09-06] at http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ04.

En la figura N°39 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. 39b). En la Fig. 39a se observa que las estaciones de Arica y Caldera, muestran valores más bajo que los representados por la información satelital. Por su parte, las restantes estaciones fueron similares en magnitud a los datos detectados por percepción remota.

En relación a la ATSM (Fig. 39c), la dispersión latitudinal muestra que entre las estaciones de Arica y Coquimbo los valores fueron inferiores a los presentados por los datos satelitales, mientras que al sur de los 38°S, se presentaron anomalías levemente positivas.

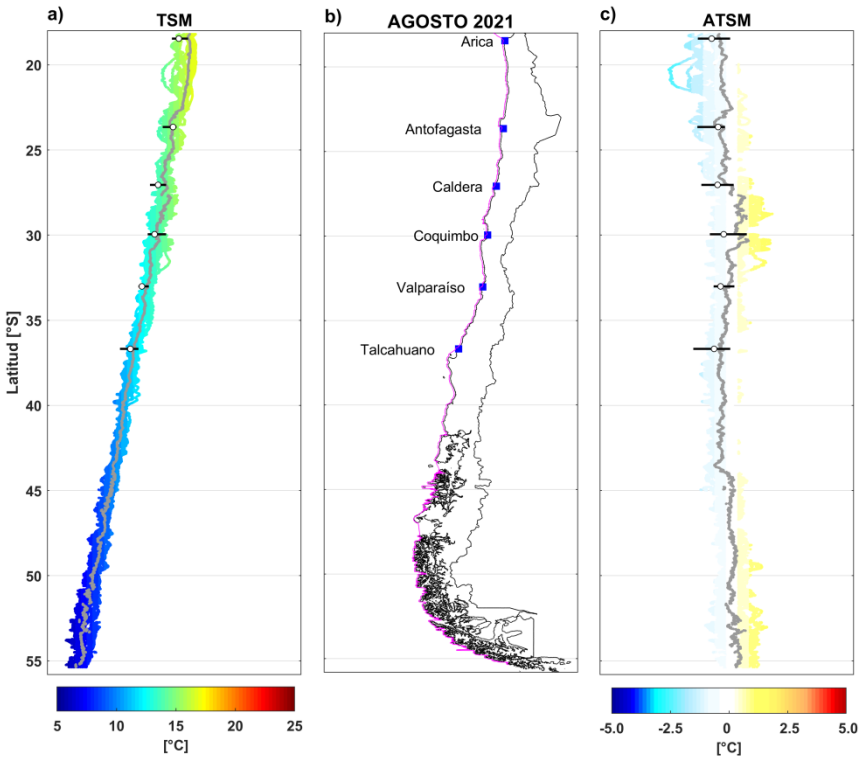


Figura 39. Muestra la información de a) TSM y c) ATSM satelital y de las estaciones de monitoreo permanente, a lo largo de la costa chilena. Los datos in situ son representados con una línea horizontal negra mostrando mínimo, mediana (círculo) y máximo de la serie de tiempo del mes de julio del presente año. 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, durante el mes de agosto se presentó una leve disminución del nivel del mar desde Arica a Coquimbo, comparado con el mes anterior. La disminución mínima fue de -3 cm en Arica y aumento en 5 cm en Talcahuano.

Las anomalías tienden a ser positivas en cuatro de las seis estaciones de monitoreo, siendo las estaciones de Coquimbo y Caldera las que fluctuaron entre 3 a 6 cm. Por su parte, las estaciones de Antofagasta y Talcahuano presentaron anomalías de -5 y -8 cm, respectivamente.

La información altimétrica de anomalía de nivel del mar (ANM) (Fig. 40b), coincidió con las estaciones de Arica, Caldera, Coquimbo y Valparaíso, mientras que las restantes estaciones presentaron valores inferiores a los datos altimétricos.

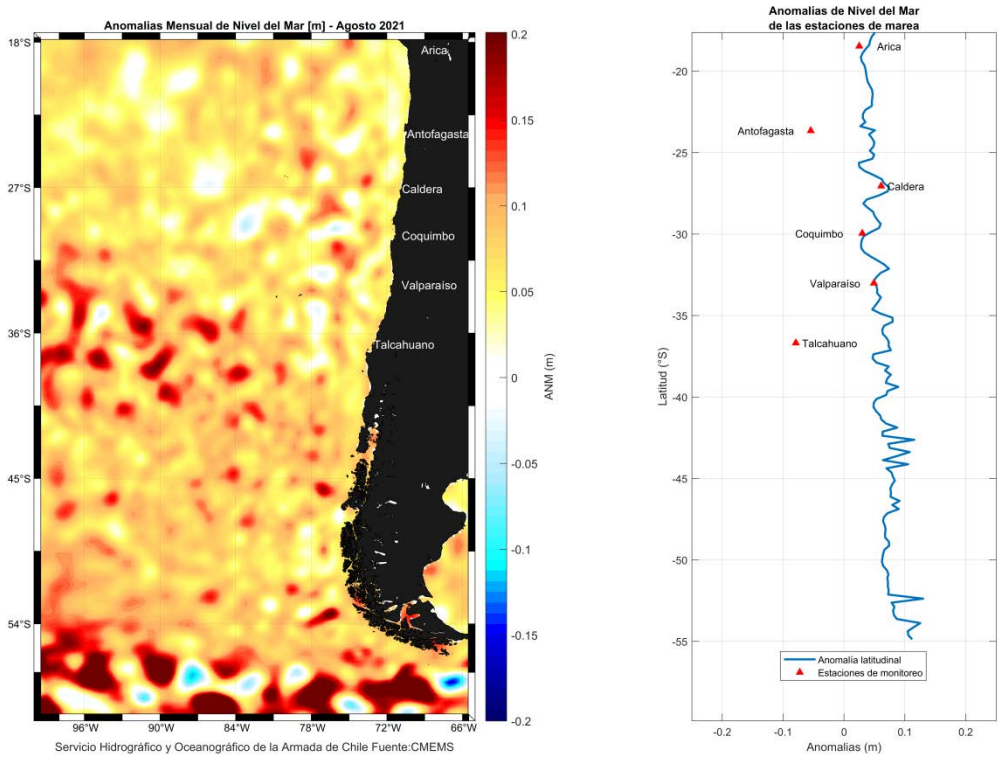


Figura 40. a) Información satelital promedio mensual de la anomalía de nivel del mar para agosto del 2021, b) representación latitudinal de los valores de la anomalías del nivel del mar de las estaciones de monitoreo (▲) y el promedio latitudinal de los 4 pixeles más cercanos a la línea de costa de la anomalía satelital mensual (línea azul).

En la figura espacio-temporal de la ANM satelital (Fig. 41), se observó durante todo el mes anomalías negativas de nivel del mar, sobre todo en la zona norte del país. Lo anterior se podría deberse a la presencia de una onda Kelvin fría. Esta disminución observada en los datos altimétricos fue coincidente con los valores detectados por las estaciones de monitoreo. Al comparar con el año anterior, este mes tuvo una menor altura que agosto 2020.

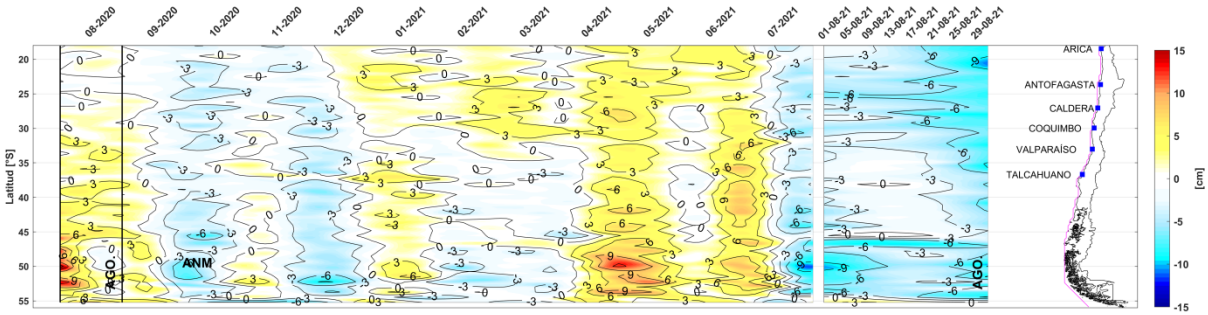


Fig. 40. Variabilidad espacio-temporal de la ANM satelital a lo largo de la costa chilena. A los datos satelitales se les extrajo la tendencia lineal y se utilizó un filtro Coseno Lanczos pasa baja de 90 pesos. La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal entre los primeros 30 km desde la costa aproximadamente

Durante agosto la temperatura media (Fig. 41), mostró valores ligeramente bajo lo normal en toda la costa norte de Chile. Solamente, Antofagasta alcanzó una anomalía negativa de 0.7 °C. En tanto, en el resto de las estaciones, como para la zona centro y sur del país, los valores se presentaron dentro de los rangos normales. Por otra parte, anomalías positivas para la temperatura media se observaron en el extremo sur de Chile, en las estaciones de Balmaceda y Punta Arenas. El mayor valor de anomalía se evidenció en Punta Arenas con 1.3 °C de valor. Asimismo, en el territorio insular, Isla de Pascua también evidenció una anomalía de 0.6 °C.

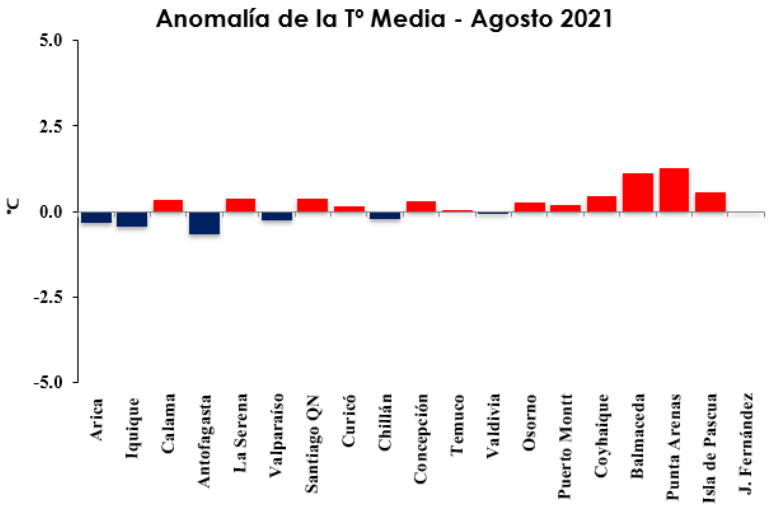


Fig. 41. Anomalía de temperatura media de julio de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Las anomalías de temperatura máxima durante agosto 2021 (Fig. 42), evidenciaron valores bajo lo normal en toda la costa norte de Chile con valores que fluctuaron entre -0.8 °C y -1.2 °C. La ciudad de Antofagasta alcanzó la mayor anomalía negativa. Por otra parte, temperaturas máximas con un comportamiento sobre lo normal, se evidenciaron en Santiago, también en el extremo sur de Chile e Isla de Pascua, siendo Punta Arenas la que presentó la mayor anomalía positiva de 1.4 °C. En el resto de las ciudades del centro y sur del país, el comportamiento de las temperaturas máximas se presentó dentro de los rangos normales.

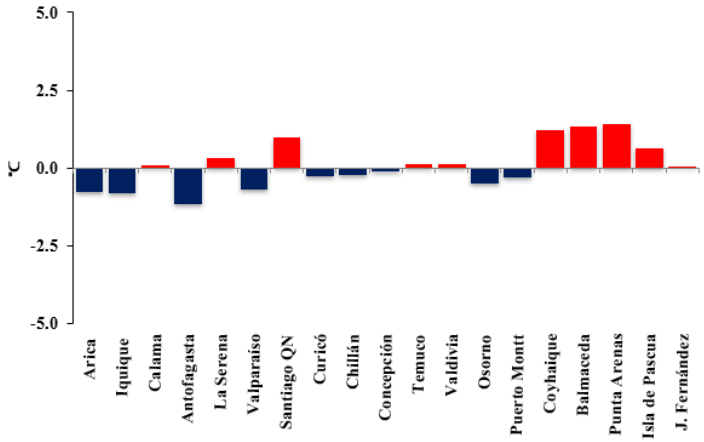


Fig.42. Anomalía de temperatura máxima de agosto de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

En cuanto a las temperaturas mínimas durante agosto 2021, la figura 43 muestra que en general estas se presentaron levemente sobre los rangos normales. En el norte y centro del país, ciudades como Calama y Curicó presentaron anomalía positiva de 0.6 °C, en tanto que Concepción alcanzó 0.7 °C de valor. Mientras que, hacia el sur, en Osorno y Puerto Montt, la anomalía varió de 0.7 °C a 1.0 °C. En el extremo sur del país, Balmaceda y Punta Arenas alcanzó la mayor anomalía con 0.9 °C y 1.1 °C, respectivamente.

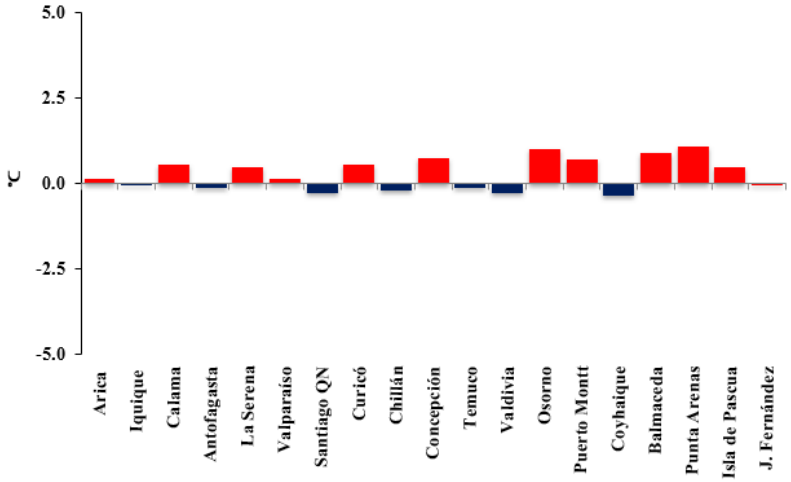


Fig. 43. Anomalía de temperatura mínima media de agosto de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Al analizar la anomalía de la presión atmosférica durante agosto (Fig. 44), se aprecia entre Arica y Antofagasta, así como también en Punta Arenas, condiciones medias bajo el valor climatológico, con anomalías que fluctuaron entre -0.2 u.e. en Iquique y -0.7 u.e. en Punta Arenas. Al contrario, condiciones medias sobre lo normal se registraron desde La Serena hasta Coyhaique, incluyendo al territorio insular. La anomalía positiva más importante se registró en Santiago con 2.2 u.e., seguida por Isla de Pascua con 2.1 u.e.

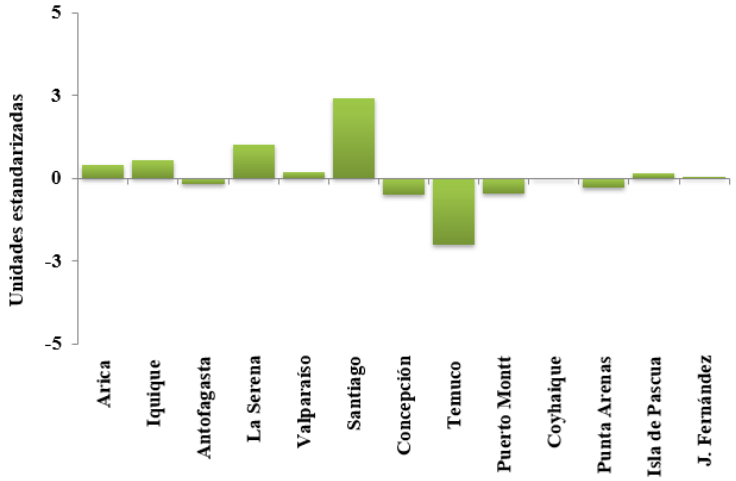


Fig. 44. Anomalía estandarizada de la presión a nivel medio del mar para agosto de 2021. Las barras verdes representan anomalías positivas y anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Las precipitaciones en agosto (Fig. 45), se caracterizaron por registrar montos bajo lo normal en casi todo el país. Sin embargo, a diferencia del mes anterior, el último mes del invierno dejó lluvias en toda la zona centro y sur de Chile. El mayor déficit se alcanzó en La Serena con un 93 %. Le siguen Valparaíso y Santiago con un 71 % y 60 %, respectivamente. Misma condición se registró en Curicó, dejando un 6 % de déficit. Entre la zona sur y austral del país, los montos de déficits fluctuaron entre 4 % y 22 %. En tanto, en el norte de Chile es normal que en esta época del año no se registren precipitaciones, por lo que el déficit puede llegar al 100%, sin embargo, en Arica durante agosto precipitaron 0.2 mm, registrándose una condición de superávit, debido a que lo climatológico es que precipite 0.1 mm. A diferencia de lo anterior, Osorno y Juan Fernández acumularon montos de precipitación de 154 mm y 158.7 mm, lo que les significó superávits de 1 % y 27 %, respectivamente.

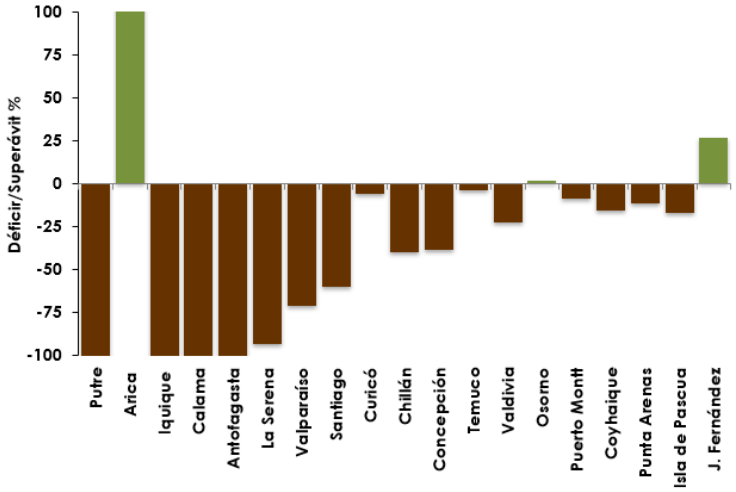
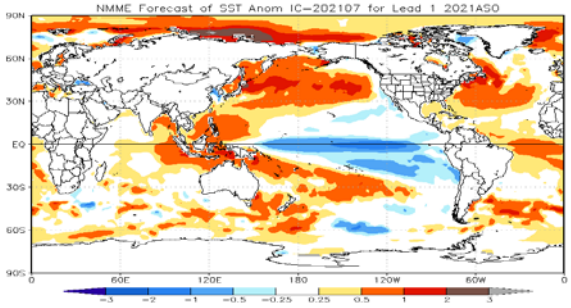


Fig. 45. Anomalía de la precipitación (%) para agosto de 2021. Las columnas de color café representan déficits y las columnas de color verde representan superávits de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

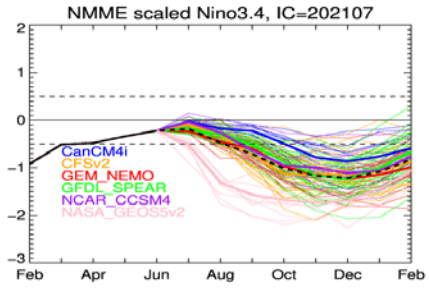
III MODELOS

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 para agosto, setiembre y octubre en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) condiciones frías; mientras que, en la región oriental (Niño 1+2) condiciones neutras (Figura 46).

a)



b)



c)

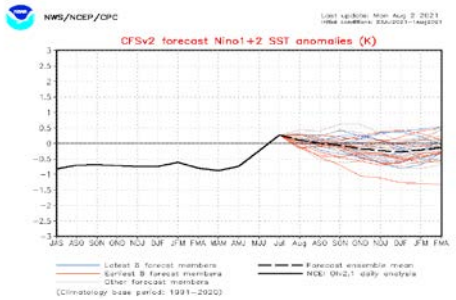


Fig. 46. Pronóstico de las anomalías de la TSM para agosto, setiembre y octubre 2021 a) mapa NMME, b) plumas de modelos del NMME para la región Niño 3.4, y c) plumas de modelos del CFSv.2 para Niño 1+2. Fuente: NMME, CFSv2

Según la discusión mensual sobre el consenso de los pronosticadores emitida el 08 de julio del 2021 Climate Prediction Center/International Research Institute for Climate and Society (CPC/IRI), se pronostica que la fase neutral de ENOS se favorezca durante el verano y otoño con una probabilidad de 51% para el periodo que comprende de agosto a octubre de 2021. Así mismo, se espera que la condición de La Niña se desarrolle de septiembre a noviembre y que continúe en el invierno (66% de probabilidad) (Fig. 47).

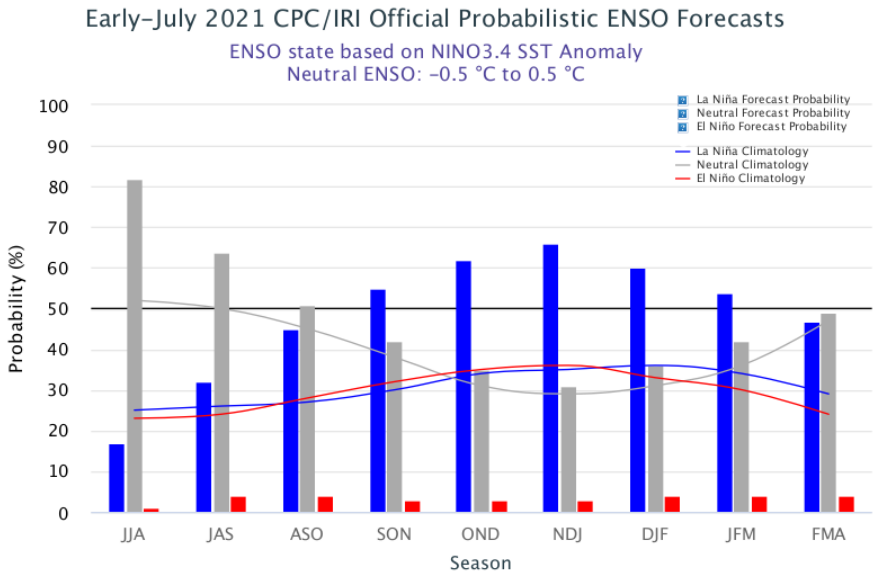


Fig. 47. Pronósticos probabilísticos de las condiciones ENOS actualizados el 10 de junio del 2021. Fuente: Research Institute for Climate and Society (IRI).

IV PERSPECTIVAS

Se esperan condiciones normales, inclusive con anomalías de temperatura negativas, hasta septiembre de 2021.

Se espera que la TSM en la región Niño 3.4 y Niño 1+2 oscilen cerca de su valor normal, hasta octubre de 2021.

ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS

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
abr-21	27.5	NaN	18.8	17.1	17.1	16.8	15.4	15.6	13.7
may-21	27.8	NaN	19.5	17.2	16.6	15.9	14.8	15.0	14.1
jun-21	27.6	NaN	18.3	18.3	16.2	15.2	14.2	13.6	12.5
jul-21	27.7	23.5	18.7	17.4	15.8	14.8	13.7	13.1	12.1
ago-21	0.0	23.4	0.0	0.0	15.5	14.8	13.6	13.3	12.3

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
mar-21	**	NaN	109	165.33	68.48	131.72	98.86	81.82	111.16
abr-21	**	268.9	112	169.03	72.18	136.88	101.94	86.37	115.88
may-21	**	268.7	108	165.05	68.44	133.31	98.44	82.99	112.99
jun-21	**	269.4	110	166.77	71.25	135.55	101.77	84.66	114.56
jul-21	**	264.6	104	159.01	63.72	127.94	93.7	76.85	103.72

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).

04-mar-21	*	*	20.4	17.1	NaN	107.9	83.80	114.50
09-mar-21	*	*	23.9	17.5	NaN	106.7	84.20	112.40
14-mar-21	*	*	24.9	17.9	NaN	109.3	81.20	110.80
19-mar-21	*	*	21.7	17.7	NaN	108.4	84.10	115.80
24-mar-21	*	*	19.8	17.4	NaN	106.7	79.40	106.30
29-mar-21	*	*	17.9	17.5	NaN	114.1	78.10	106.80
03-abr-21	*	*	18.3	17.8	264.9	113.5	87.60	117.50
08-abr-21	*	*	18.2	17.4	263.9	112.0	84.60	113.30
13-abr-21	*	*	18.0	17.2	269.8	111.2	83.30	110.00
18-abr-21	*	*	18.3	17.0	271.0	110.1	88.10	121.70
23-abr-21	*	*	19.2	16.5	270.8	112.1	87.60	115.90
28-abr-21	*	*	19.4	16.8	273.0	112.7	86.90	116.90
03-may-21	*	*	19.4	16.6	268.6	113.5	88.50	121.50
08-may-21	*	*	19.7	16.5	267.3	112.0	86.00	113.50
13-may-21	*	*	20.1	17.1	267.0	111.2	85.40	114.70
18-may-21	*	*	19.6	17.3	264.7	110.1	87.00	121.40
23-may-21	*	*	19.7	17.7	271.7	112.1	76.40	104.80
28-may-21	*	*	20.0	17.9	272.3	112.7	76.80	103.50
02-jun-21	*	*	20.2	18.2	272.2	111.3	79.40	107.80
07-jun-21	*	*	19.7	18.5	271.6	119.9	85.10	115.00
12-jun-21	*	*	19.3	18.4	270.5	113.2	81.60	109.00
17-jun-21	*	*	19.3	18.6	269.9	110.7	89.70	118.30
22-jun-21	*	*	19.0	18.3	266.1	105.8	88.60	125.00
27-jun-21	*	*	18.8	18.0	267.1	102.1	81.20	109.90
02-jul-21	*	*	18.6	17.4	261.2	98.5	81.30	116.00
07-jul-21	*	*	19.0	17.5	259.4	97.5	76.70	110.00
12-jul-21	*	*	18.7	17.4	261.9	104.4	74.50	100.40
17-jul-21	*	*	18.8	17.6	267.0	105.5	71.40	95.10
22-jul-21	*	*	18.9	17.5	265.8	109.2	82.20	109.90
27-jul-21	*	*	18.9	17.4	269.8	108.0	74.80	102.10
01-ago-21	*	*	18.8	17.2	264.9	106.7	81.50	105.20
06-ago-21	*	*	18.1	17.2	256.3	99.2	80.10	110.60
11-ago-21	*	*	18.0	16.6	261.3	98.5	77.30	106.00
16-ago-21	*	*	17.9	16.4	258.1	94.1	77.70	118.40
21-ago-21	*	*	18.0	16.0	259.5	95.5	75.90	112.60
26-ago-21	*	*	18.0	15.9	263.8	93.3	71.40	101.20
31-ago-21	*	*	17.7	15.6	262.2	93.9	74.00	105.70

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	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	shoa@shoa.cl
DMC - Dirección de Meteorología (Chile).	metapli@meteochile.cl

Cite este boletín como: Comité Regional ERFEN, 2021. BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 369. 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: Oceanógrafa Leonor Vera San Martín

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 José Vicencio
Investigador Meteorológico Diego Campos

EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Leonor Vera San Martín
Instituto Oceanográfico de la Armada - ECUADOR

COORDINACIÓN EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Méntor Villagómez
Secretario General de la CPPS

Marcelo Nilo Gatica
Director de Asuntos Científicos de la CPPS

ISBN: 978-9978-9985-1-9

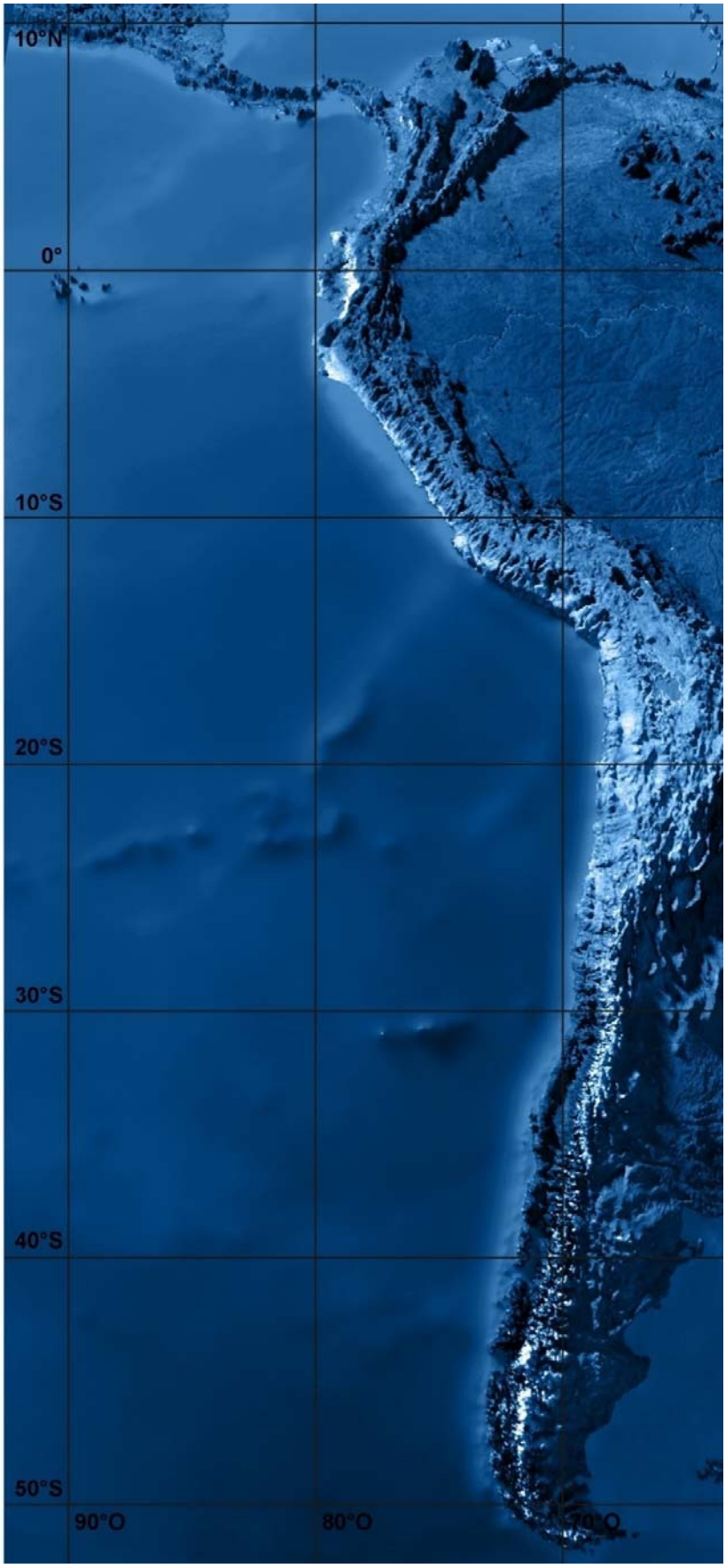
Editado en: INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DEL ECUADOR
Av. 25 de julio., Base Naval Sur. Guayaquil, Ecuador.
Teléfono: (593)-42481300,
Fax: (593)4-2485166
Casilla: 5940e

30 AÑOS

Boletín de Alerta Climático

BAC 372

SEPTIEMBRE 2021



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

En la Cuenca del Pacífico Sur (CPS) los vientos superficiales se fortalecieron con respecto al mes anterior, en mayor medida en océano abierto, entre 5 -20°S y 85-125°O, donde la magnitud aumentó en 2 m/s hasta alcanzar los 12 m/s. Las precipitaciones estuvieron ausentes en la franja ecuatorial del Pacífico; sin embargo, al sur, oeste y norte de la CPS y en la zona continental de América del Sur se registraron valores de hasta 300 mm/mes. En cuanto a la Temperatura Superficial del mar (TSM), disminuyó con respecto al mes anterior y prevalecieron condiciones neutrales en el este de la CPS. Al oeste y sur las anomalías fueron positivas de 1 °C en promedio.

En el Pacífico ecuatorial central, el índice oceánico ONI fue de -0.46, lo que representa condiciones neutrales. En el Pacífico Ecuatorial Oriental (Niño 1+2) la anomalía de TSM se mantuvo positiva, pero muy cerca del valor neutral (0.12 °C), en el Pacífico ecuatorial central y occidental (Niño 3, 3.4 y 4) la anomalía continuó negativa (-0.27, -0.29 y -0.40°C). Los índices atmosféricos estandarizados ISO e ISO-ec, aumentaron su valor con respecto a agosto y fueron de 1 y 1.2 respectivamente. Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) del Pacífico ecuatorial central (175 – 120°O) indicaron el fortalecimiento de los vientos alisios.

A nivel subsuperficial, en el Pacífico ecuatorial, la temperatura fue normal en la capa superficial de 50 m; y bajo la normal, por debajo de esta profundidad, con anomalías hasta -3°C. En el Pacífico ecuatorial central (150°O) se observó temperatura de 20 °C en profundidades hasta 50 m por encima de su profundidad normal.

En las estaciones de los países del Pacífico Suroriental la Temperatura del Aire (TA) fue variable. Al norte y sur de la región prevalecieron anomalías positivas y en el centro, negativas. En dos estaciones de Colombia, en todas las estaciones de Perú, en tres estaciones del norte, una del centro e isla de Pascua de Chile, las anomalías fueron negativas de hasta -1.3 °C (Chimbote-Perú). Las estaciones de Ecuador y nueve de Chile registraron anomalías positivas, con el valor máximo de 1.7 °C (Calama-Chile).

Las precipitaciones en Colombia y Ecuador, en general, fueron mayores a su acumulado mensual, en Tumaco-Colombia se observó un superávit superior a 200 mm/mes. En Chile hubo déficit con el máximo en Isla de Pascua (90 mm/mes). En Perú no se reportaron precipitaciones, lo que es normal en esta época.

La TSM mostró anomalías positivas en la mayoría de las estaciones al norte de la región hasta Paita-Perú y negativas al sur. El máximo valor de anomalía positiva fue de 0.9 °C (La Libertad-Ecuador) y el mínimo de anomalía negativa fue de -1.67 °C (Matarini-Perú).

Predominaron anomalías negativas del NM en toda la región. En Ecuador el NM estuvo cercano a valores neutrales, en la mayoría estaciones de Perú y Chile, la anomalía fue negativa y alcanzó los 12 cm (Talcahuano-Chile). Se presentó anomalía positiva en Chimbote-Perú y en las estaciones chilenas de Arica, Caldera y Valparaíso, con el máximo de 3.48 cm (Caldera-Chile).

Los modelos y perspectivas climáticas indican condiciones normales en los siguientes meses.

ABSTRACT

In the South Pacific Basin (CPS) the surface winds strengthened with respect to the previous month, especially in Open Ocean, between 5 -20 °S and 85-125 °W, where the magnitude increased by 2 m/s until to reach 12 m/s. The precipitations were absent in the equatorial region of the Pacific; however, to the south, west and north of the CPS, and in the continental region, values were up to 300 mm/month. Regarding the Sea Surface Temperature (SST), it decreased compared to the previous month and neutral conditions prevailed in the east of the CPS. To the west and south the anomalies were positive of 1 ° C on average.

In the central equatorial Pacific, the ONI ocean index was -0.46, i.e., neutral conditions. In the Eastern Equatorial Pacific (Niño 1+2) the SST anomaly remained positive, but very close to the neutral value (0.12 ° C), in the central and western equatorial Pacific (Niño 3, 3.4 and 4) the anomaly continued negative (-0.27, -0.29 and -0.40 ° C). The standardized atmospheric indexes, ISO and ISO-ec, their value increased with respect to August and were 1 and 1.2 respectively. The Standardized Monthly Indexes of the Zonal component of trade winds (IZVA) at central equatorial Pacific (175 - 120 ° W) indicated the strengthening of the trade winds.

At the subsurface, in the equatorial Pacific, the temperature was normal in the surface layer of 50 m; and below normal, below this depth, with anomalies down to -3 °C. In the central equatorial Pacific (150 ° W) a temperature of 20 °C was observed at depths up to 50 m above its normal depth.

In the stations of the countries of the Southeastern Pacific the Air Temperature (TA) was variable. Positive anomalies prevailed in the north and south of the region and negative anomalies in the center. In two stations in Colombia, in all stations in Peru, in three stations in the north, one in the center and Easter Island in Chile, the anomalies were negative up to -1.3 ° C (Chimbote-Peru). In Ecuador and nine stations of Chile registered positive anomalies, with the maximum value of 1.7 °C (Calama-Chile).

Rainfall in Colombia and Ecuador, in general, was higher than its monthly accumulated, in Tumaco-Colombia a surplus of more than 200 mm / month was observed. In Chile there was a deficit with the maximum on Easter Island (90 mm/month). In no rainfall was reported, which is normal at this time.

The SST showed positive anomalies in most of the stations to the north of the region up to Paita-Peru and negative to the south. The maximum positive anomaly value was 0.9 ° C (La Libertad-Ecuador) and the minimum negative anomaly was -1.67 ° C (Matarini-Peru).

Negative MSL anomalies predominated throughout the region. In Ecuador the (MSL) NM was close to neutral values, in most stations in Peru and Chile, the anomaly was negative and reached 12 cm (Talcahuano-Chile). A positive anomaly occurred in Chimbote-Peru and in the Chilean stations of Arica, Caldera and Valparaíso, with a maximum of 3.48 cm (Caldera-Chile).

Climate models and perspectives indicate normal conditions in the following months.

I. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ATMOSFÉRICAS REGIONALES

A. CUENCA DEL PACÍFICO SUR

Los vientos superficiales en la Cuenca del Pacífico Sur (CPS), en la franja latitudinal desde el norte de Indonesia hasta la costa oeste de centro América (25 - 35°S), mostraron movimientos anticiclónicos, de velocidad menor a 3 m/s y de dirección variable; mientras que, hacia el norte, el rango de velocidad osciló entre 6 y 12 m/s. Se observó un área de máxima magnitud (12 m/s) entre 5 -20°S y 85-125°O de dirección predominante sureste. La velocidad fue mayor en relación con el mes anterior, especialmente al sur de la línea ecuatorial y en el sector oceánico. Fig. 1.

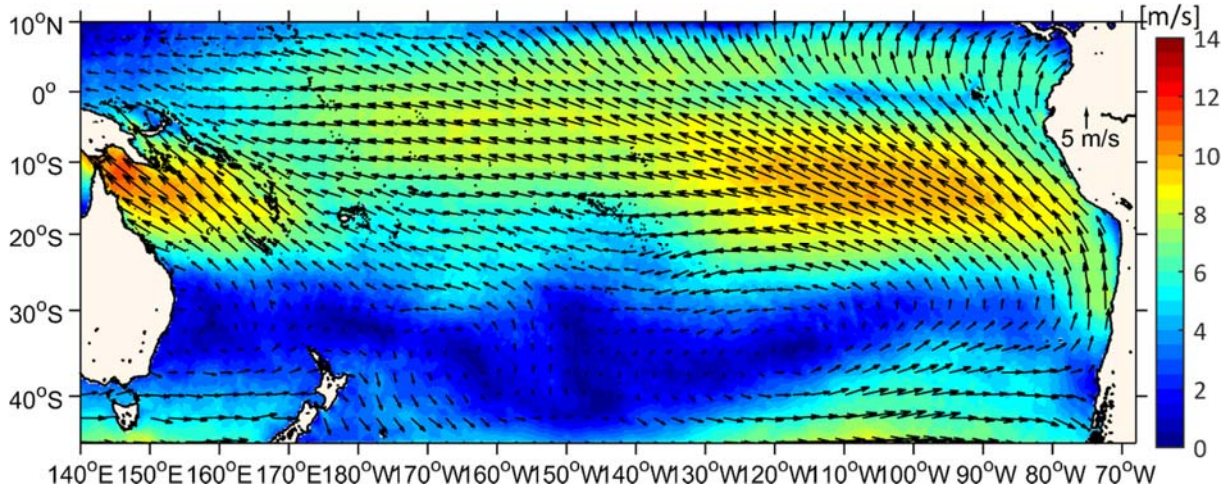


Fig. 1. Distribución de vientos superficiales. Fuente: Ifremer products ASCAT, satelital.

La distribución espacial de precipitaciones en la CPS fue similar al mes anterior; sin embargo, el acumulado mensual se incrementó en 100 mm, al norte de Australia y al norte de 5°N, donde se ubica la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). En la zona sur y suroeste el acumulado mensual máximo de precipitación estuvo en el orden de 100 mm, en tanto que, al norte se observaron valores de hasta 300 mm. En la costa continental de América del Sur, la precipitación aumentó hasta 300 mm, especialmente al norte de 30°S y sur de 35°S, Fig. 2.

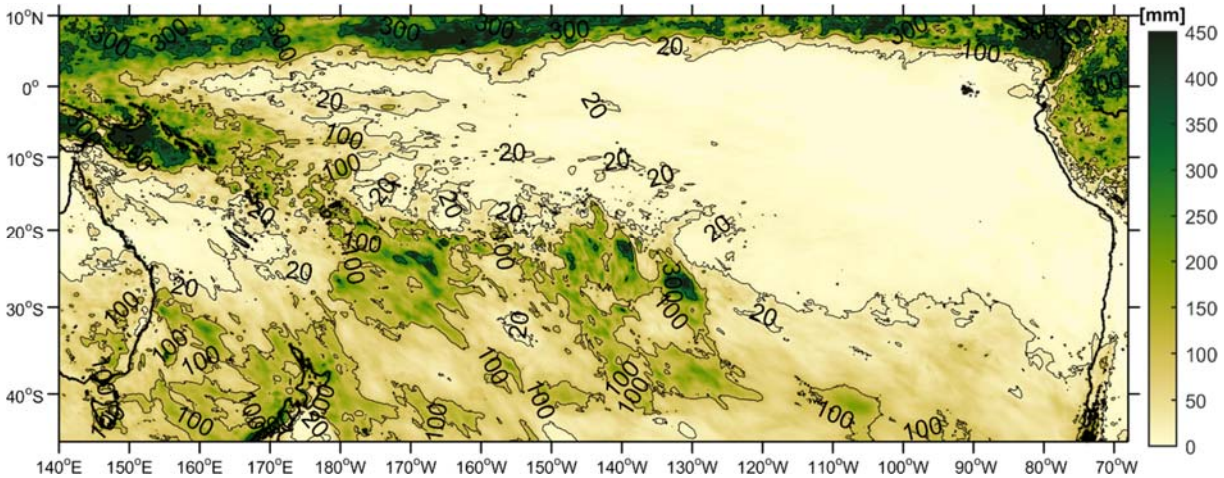


Fig. 2. Acumulado de precipitación mensual. Fuente: Imerg. Satelital.

En la CPS la Temperatura Superficial del Mar (TSM) aumenta latitudinalmente de sur a norte. A partir de 20 20°S hasta el norte, el incremento regular de TSM varía por la acción de los vientos alisios, surgencias y ondas ecuatoriales. En la zona ecuatorial occidental, se posiciona el máximo de TSM (28 °C) o poza de agua cálida (10°S - 180°O), mientras al este se observa la intrusión de agua de menor temperatura que forma la típica lengua de agua fría, con valores entre 20 y 22 °C, Fig. 3.

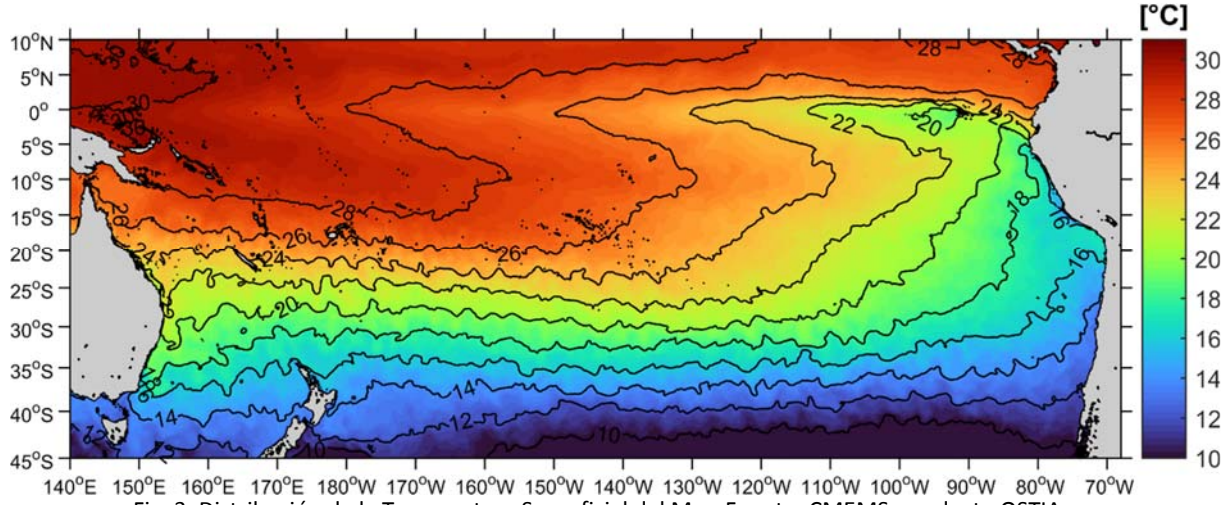


Fig. 3. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar. Fuente: CMEMS, producto OSTIA.

La salinidad varió de 32 ups al noreste, frente a la costa de Colombia hasta valores superiores a 36 ups en el centro de máxima salinidad, situado entre 168°O - 100°O y 10°S - 25°S. Este zona representa la mezcla de agua que de mayor temperatura que ingresa desde el oeste (TSM > a 22 °C) y la del sur de menor temperatura (< 21 °C), con precipitaciones menores a 20 mm/mes y vientos superiores a 5 m/s. El promedio de salinidad en el área de la Fig. 4 fue de 35 ups.

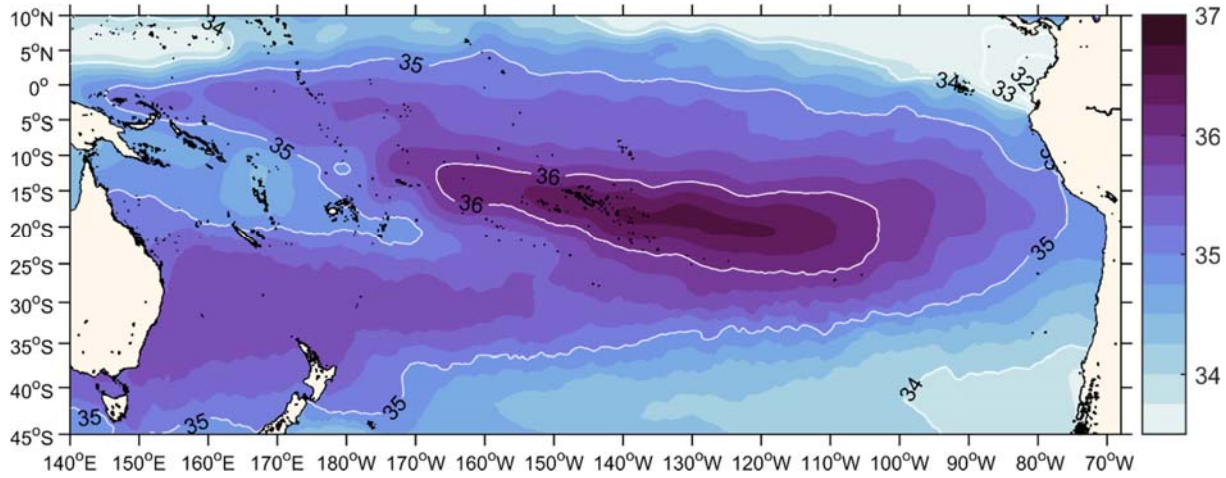


Fig. 4. Mapa de la Salinidad superficial del NM en la cuenca del Pacífico Sur. Fuente: datos: CMEMS. Gráfico: INOCAR.

B. PACÍFICO TROPICAL

La TSM disminuyó en el presente mes, observándose condiciones neutrales en la mayor parte de la CPS. Se registraron anomalías negativas al suroeste y este del área de análisis, Fig. 5 . En el océano Pacífico ecuatorial

central (Niño 3.4) y oriental (Niño 1+2) la anomalía de TSM fue negativa, sin embargo, en el extremo oriental, persiste un pequeño núcleo de anomalías negativa.

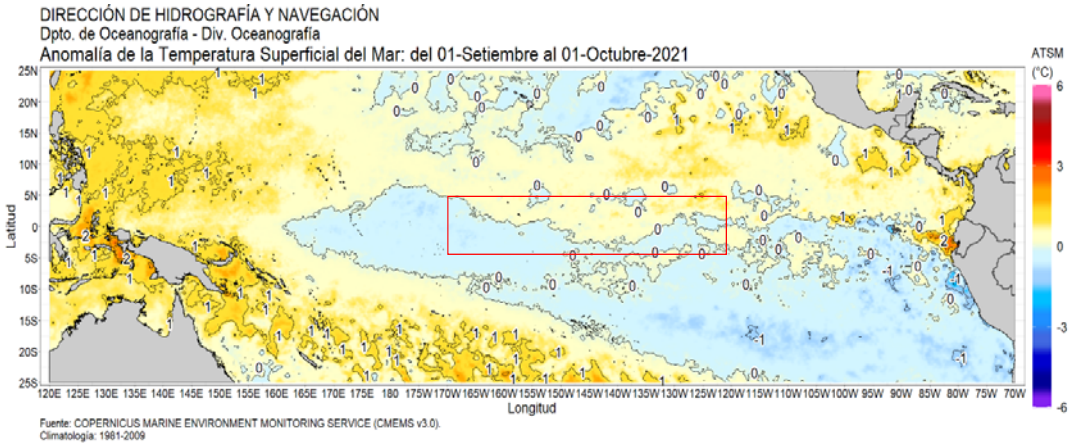


Fig. 5. Mapa superficial de las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial de julio 2021. Fuente: datos: CMEMS V3.0. Climatología del 1981-2009 Gráfico: DIHIDRONAV.

En la capa subsuperficial del Pacífico ecuatorial, la temperatura fue normal sobre los 50 m de profundidad; mientras que, por debajo, estuvo por debajo de lo normal, con anomalías hasta -3 °C, Fig. 6.

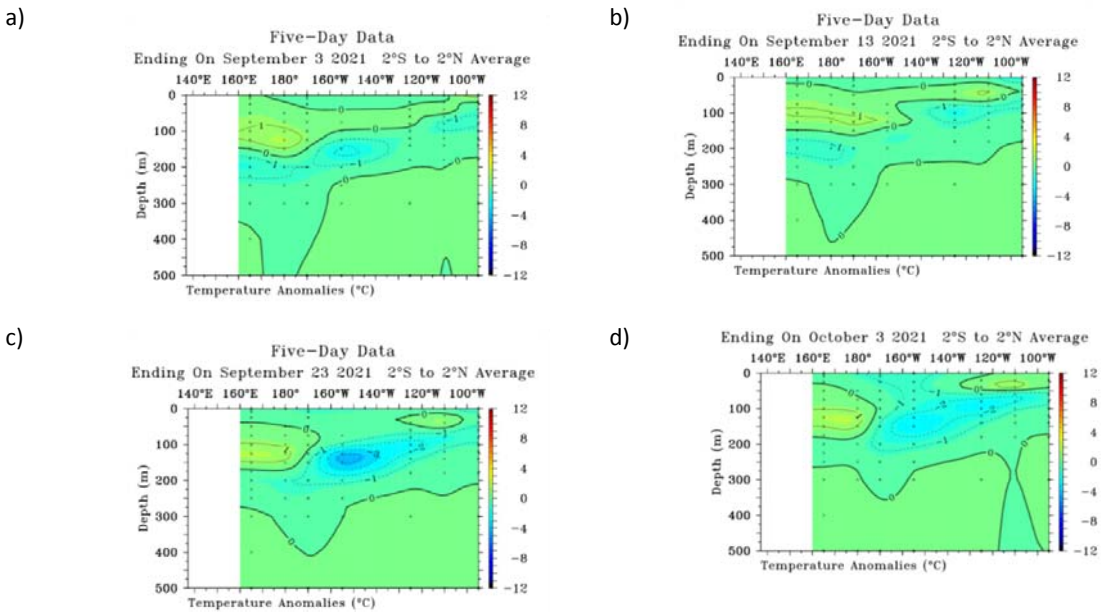


Fig. 6. Anomalía de la temperatura subsuperficial **e**n el Pacífico ecuatorial (02°N-02°S) de 3, 13, 23 de setiembre y 3 de octubre de 2021. Fuente: TAO/NOAA.

Vientos de anomalías del este (Fig. 7a) dominaron en la región central (150ºO), favoreciendo que la isoterma de 20 °C ascienda hasta 50 m por encima de su profundidad normal (Fig. 7c), y que la TSM disminuya ligeramente por debajo de su normal, durante la segunda quincena de setiembre, Fig. 7b.

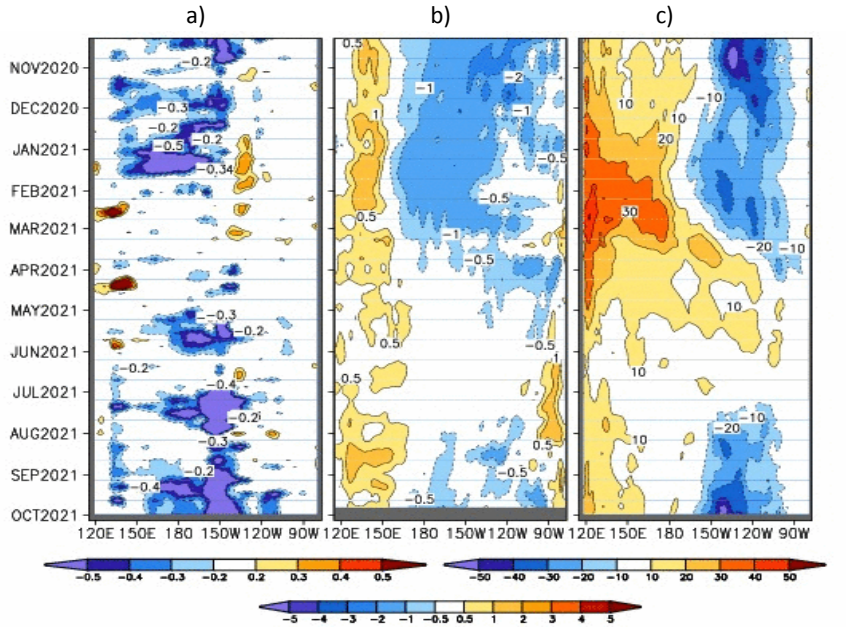


Fig. 7. Diagrama de Hovmöller de la a) anomalía del viento zonal, b) anomalía de la TSM y c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 ° C. Promedio de 02°N-02°S entre octubre 2020 y setiembre 2021. Fuente: a) CMEMS V3.0. Climatología del 1981-2009/b) GODAS. NCEP.CPS.NOAA y OISST.NOAA.

En la región Niño 1+2 (Pacífico Ecuatorial Oriental) la anomalía de TSM se mantuvo positiva, pero de menor valor, acercándose al valor neutral (-0.12 °C). En las otras regiones Niño, la anomalía continuó negativa; en Niño 3 y Niño 4 la ATSM se hizo más negativa (-0.27 y -0.40 °C), en tanto que, en la región Niño 3.4, fue ligeramente de menor valor absoluto (-0.29 °C), Fig. 8.

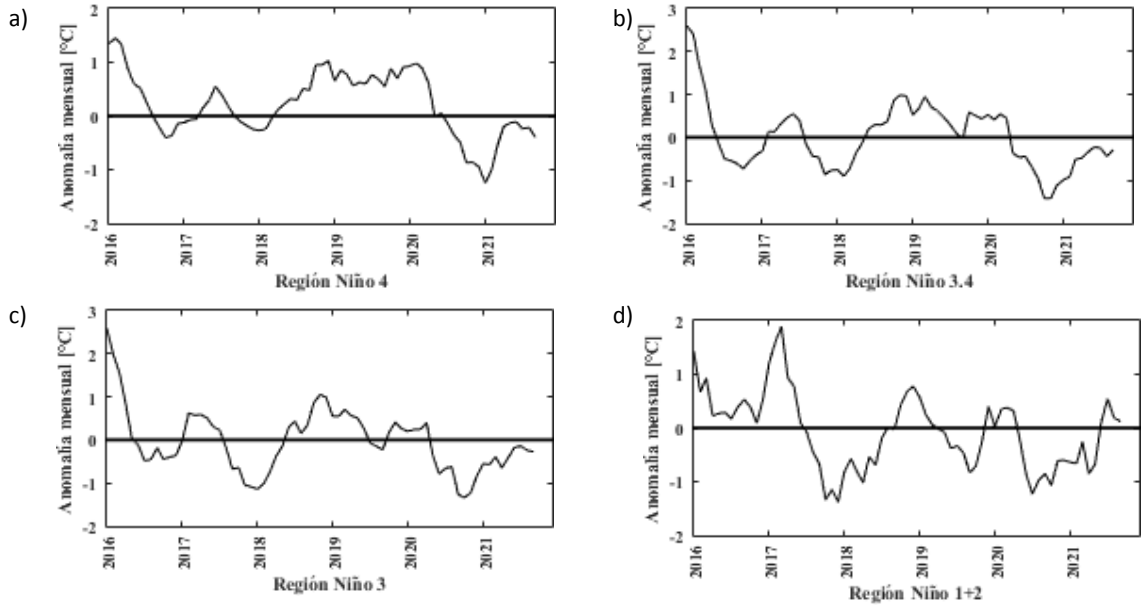


Fig. 8. Anomalías de TSM en las regiones Niño. Fuente: Información OISST v.2

El índice oceánico ONI en el trimestre julio-agosto-septiembre se mantuvo negativo (-0.46 °C), ubicado en el rango de neutralidad, pero muy cercano al límite de la condición fría del evento ENOS, Fig. 9a. Asimismo los índices SOI y SOI-ec (1 y 1.2), indican condiciones neutrales con tendencia hacia valores de ENOS de fase fría, Fig. 9b.

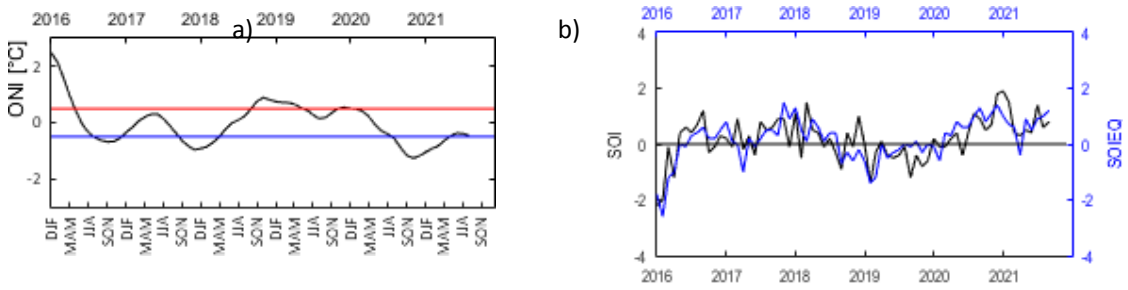


Fig.9. Índices de seguimiento de ENOS. Índice ONI (izquierda). SOI tradicional, línea negra y SOI ecuatorial, línea azul (derecha). Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) del Pacífico ecuatorial central (175 – 120°O) se incrementaron y fueron positivos, confirmando el fortalecimiento de los vientos alisios en la región oceánica del Pacífico ecuatorial, Fig. 10.

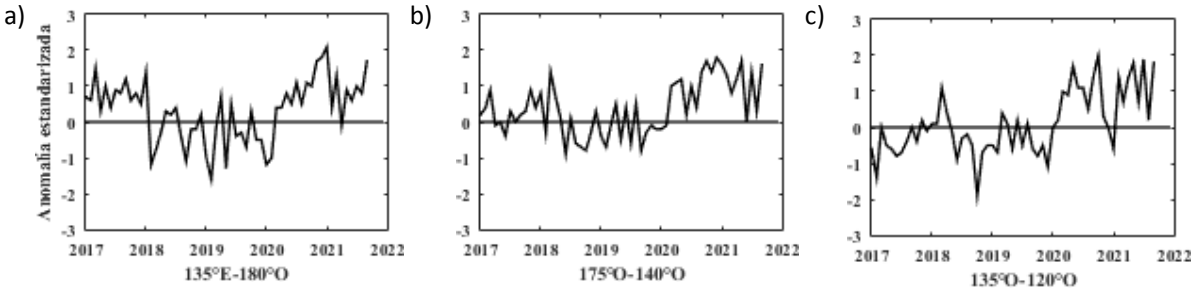


Fig. 10. Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios. Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

C. PACÍFICO SURORIENTAL

Estaciones meteorológicas distribuidas en zonas costeras y continentales desde Colombia a Chile indicaron que la Temperatura del Aire (TA) tuvo características variables. En dos estaciones de Colombia (Bahía Solano y Tumaco), en todas las estaciones de Perú, en estaciones del norte (Arica, Iquique y Antofagasta), centro (Valdivia) y sur (Isla de Pascua y San Fernando) de Chile las anomalías fueron negativas, con el máximo absoluto en Chimbote (-1.3 °C). Las estaciones de Ecuador y la mayoría de las localidades de Chile (nueves estaciones) mostraron anomalías positivas, con la máxima de 1.7 °C en Calama, Fig. 11 En cuanto a las precipitaciones, al norte, en las estaciones de Colombia y Ecuador, la mayoría presentó valores superiores al de su climatología, excepto Bahía Solano-Colombia. En Tumaco-Colombia el superávit fue superior a 200 mm/mes. En las estaciones de Perú no se observaron precipitaciones, lo que es normal para la época. En las estaciones de Chile predominó el déficit, que fue máximo en Isla de Pascua (90 mm/mes), Fig. 12.

La TSM presentó anomalías positivas en las estaciones de Ecuador, norte y centro de Perú (Talara, Paita y Callao), con la máxima de 0.9 °C (La Libertad-ecuador). En Tumaco-Colombia, estaciones al sur de Perú (Lobos Chimbote y Matarini) y estaciones de Chile, la anomalía fue negativa de hasta -1.67 °C (Matarini), Fig. 14.

Se observó predominio de anomalías negativas del NM, Fig. 15. En Ecuador el NM estuvo cercano a valores neutrales; en tanto que, al sur, desde Talara-Perú hasta el sur de la región, la anomalía negativa alcanzó los 12 cm (Talcahuano). Anomalía positiva se registró en Chimbote-Perú y en las estaciones chilenas de Arica, Caldera y Valparaíso, con el máximo valor en Caldera (3.48 cm), Fig. 16.

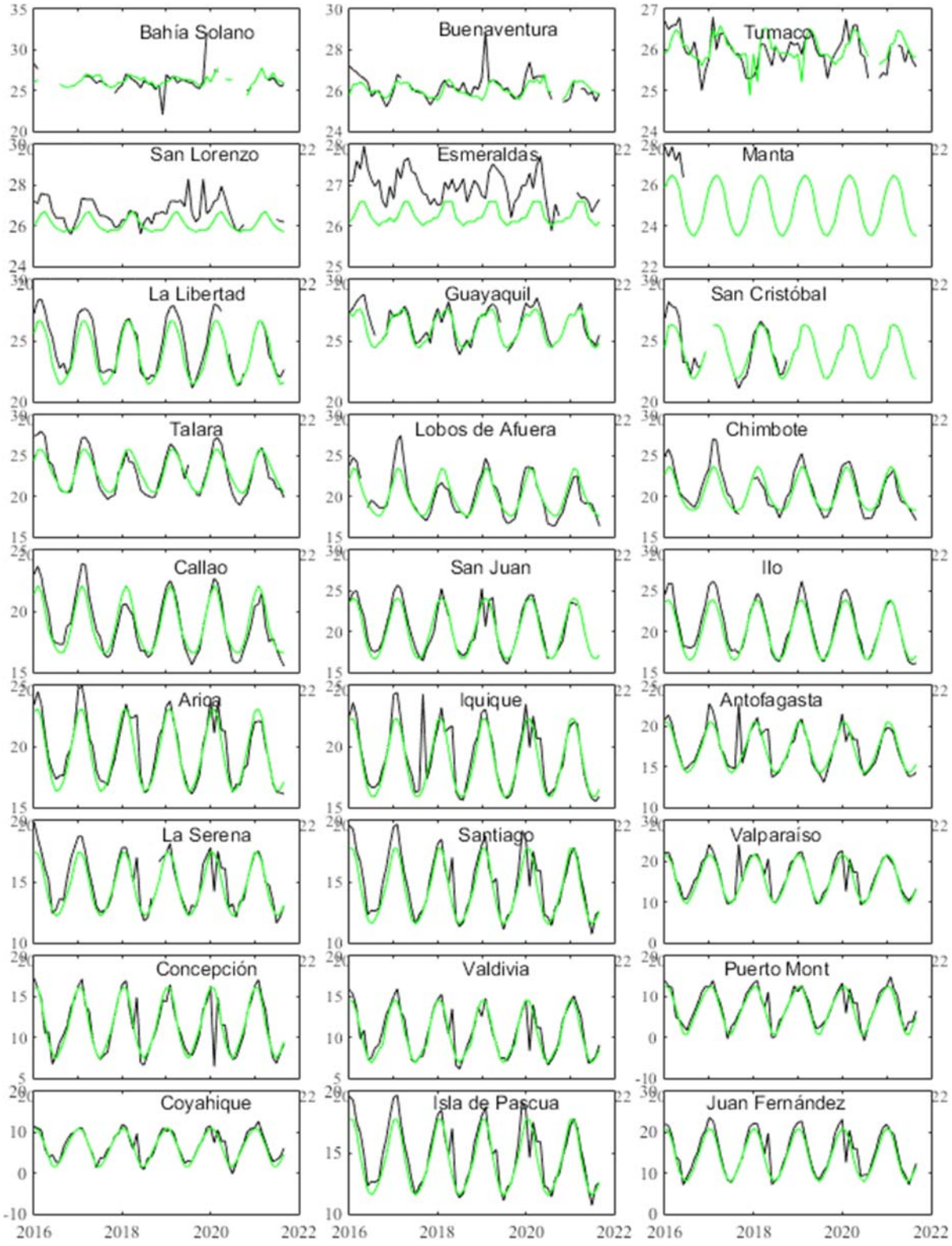


Fig. 11. Medias mensuales de TSA (°C) en localidades de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN).

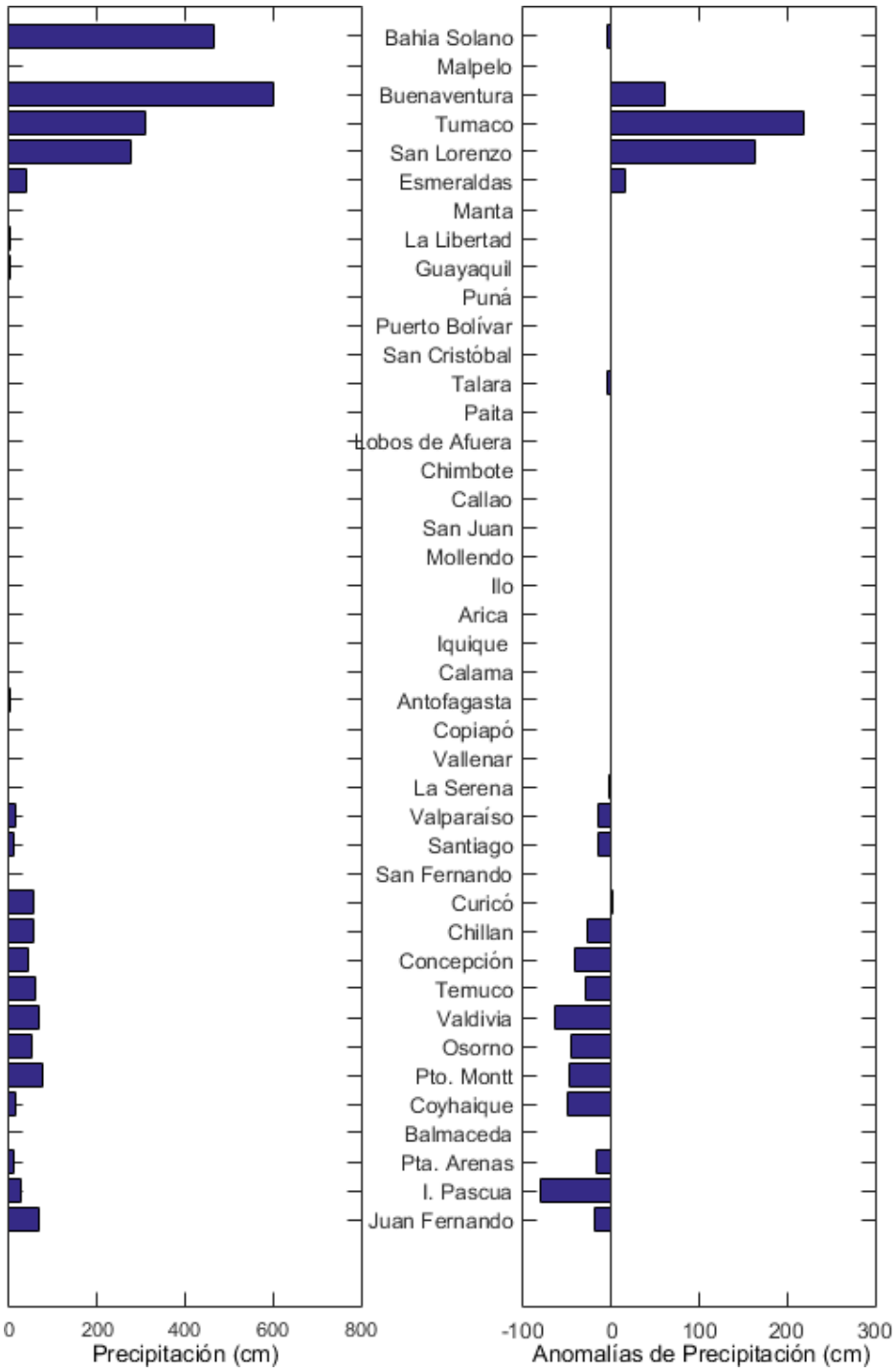


Fig. 12. Precipitación y anomalías de la precipitación en ciudades de los países que conforman el Comité ERFEN-regional.

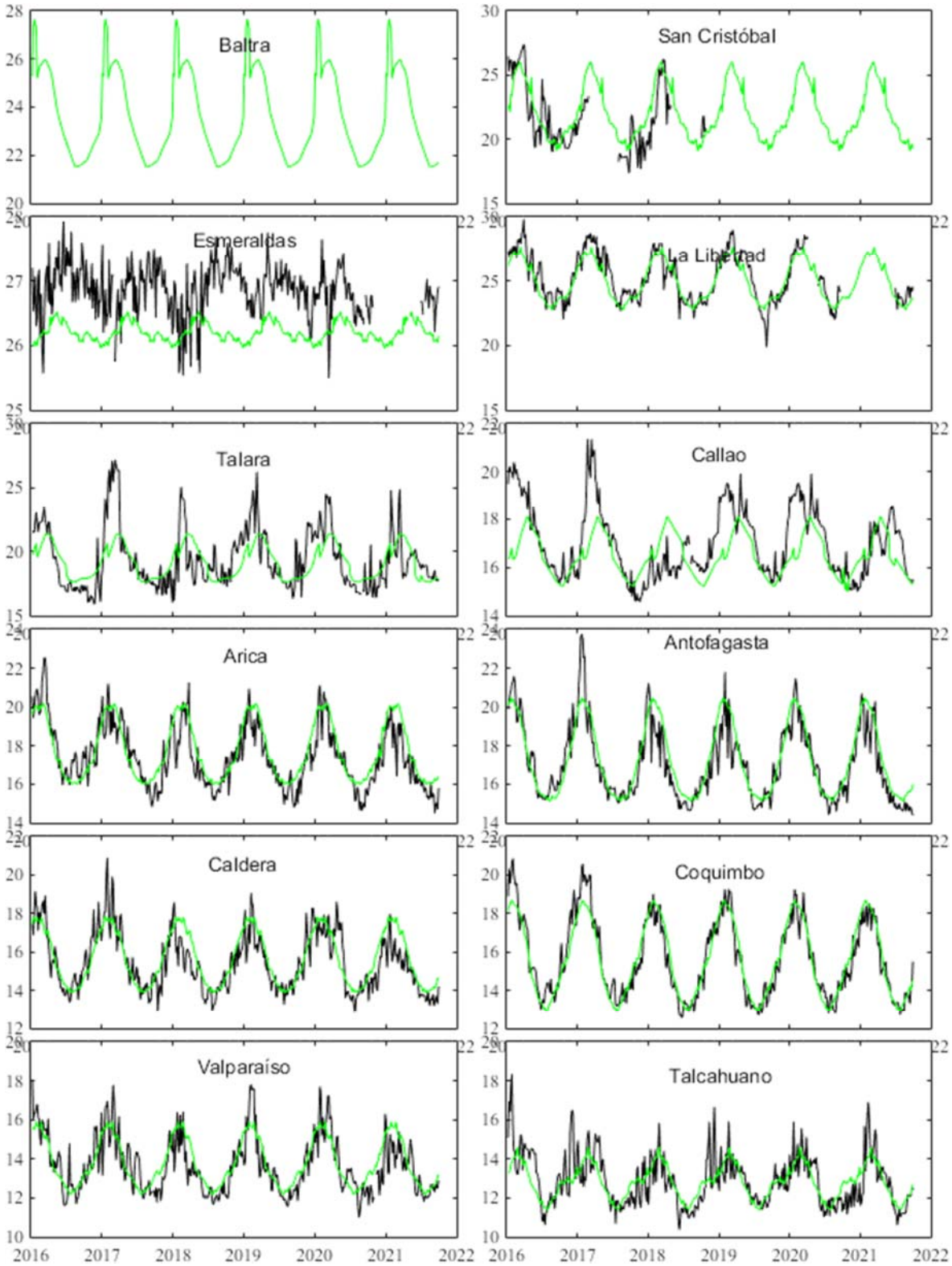


Fig. 13. Medias de cinco días (quinarios) de TSM (°C) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile desde 2016. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la carátula. (Fuente: INOCAR – INAMHI – DHN - SHOA).

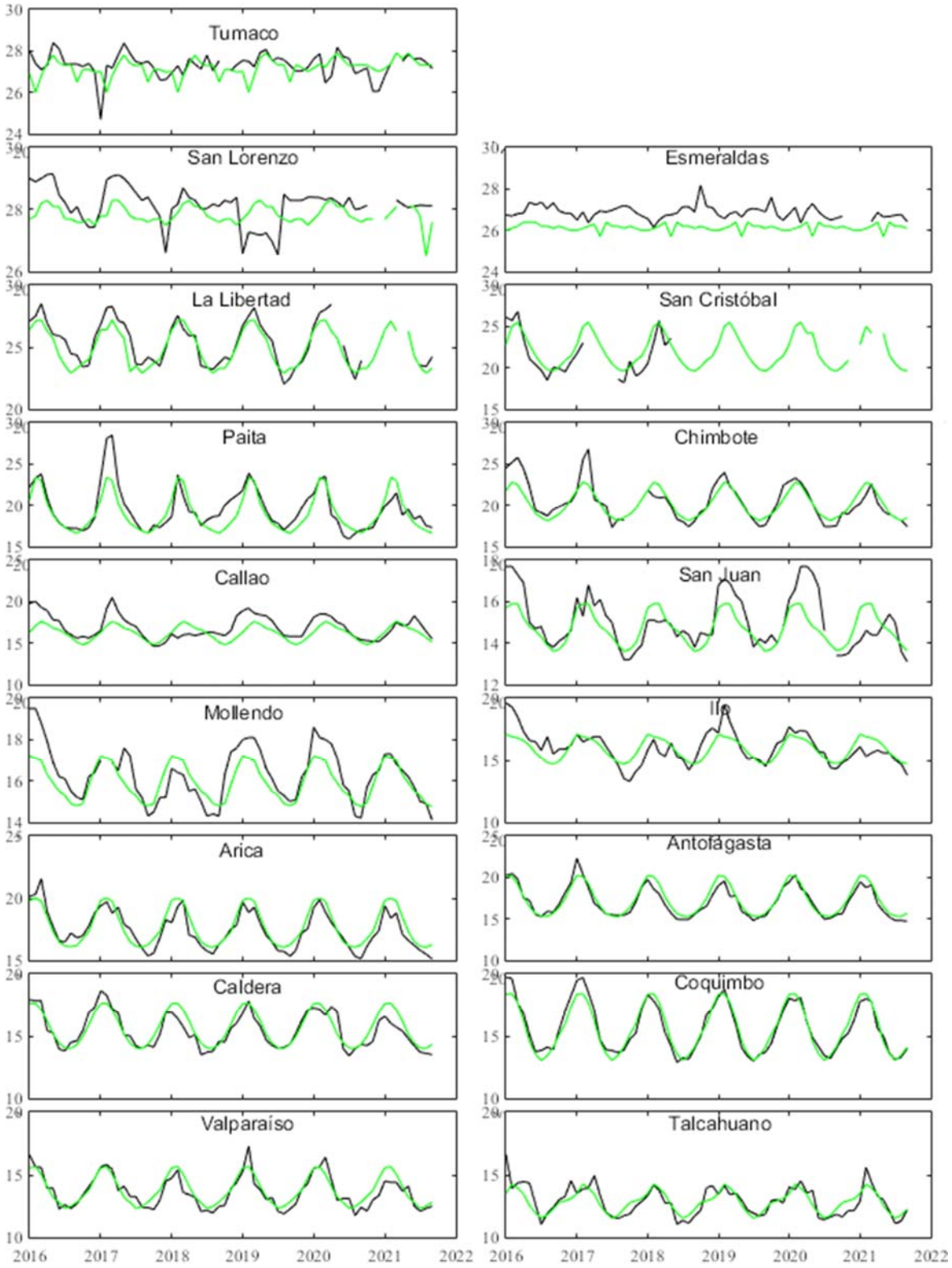


Fig. 14. Medias mensuales de TSM (° C) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo de la climatología es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR, DHN, SHOA).

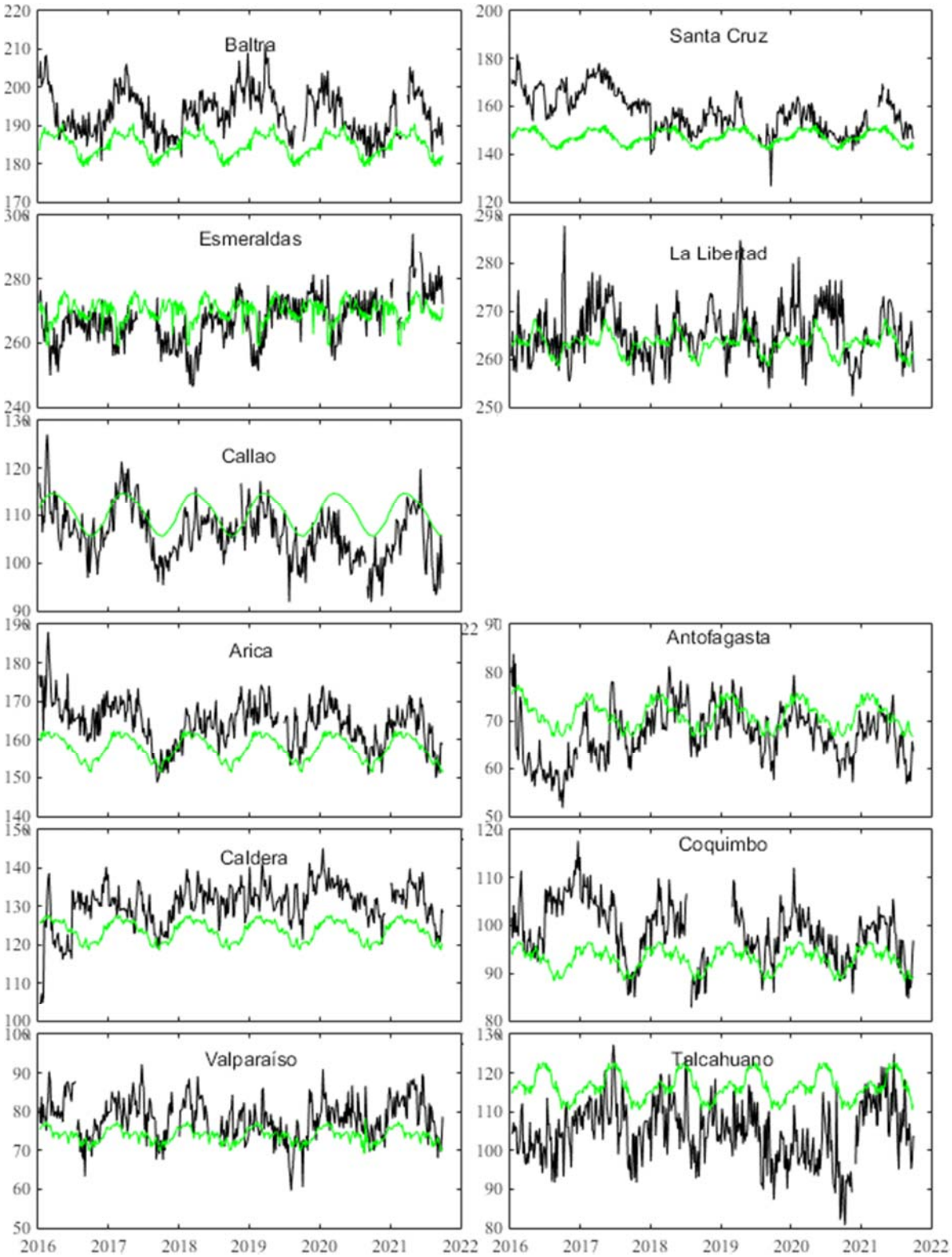


Fig. 15. Medias de cinco días (quinarios) del NMM (cm) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. (Fuentes: INOCAR-DHN - SHOA).

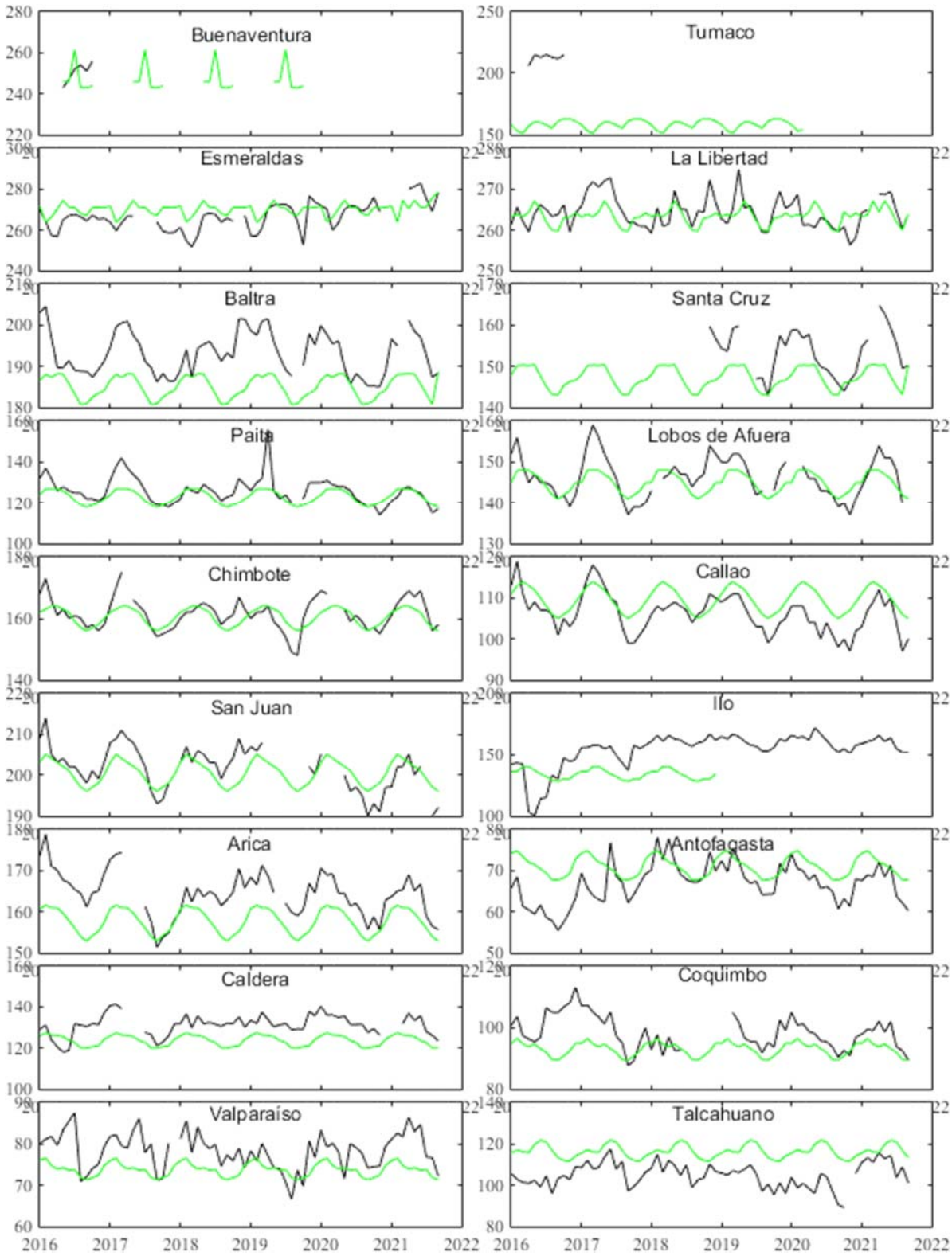


Fig. 16. Medias mensuales de NMM (cm) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN.

II. CONDICIONES NACIONALES

A. COLOMBIA

La dinámica observada en la Cuenca Pacífica Colombiana (CPC) es concordante con el comportamiento promedio de los últimos dos trimestres del año, los cuales se caracterizan por un leve aumento de intensidad de los Alisios del Suroeste y del chorro de viento del Chocó, que alcanzan sus máximos en octubre.

La dinámica de la TSM para septiembre 2021, evidenció temperaturas cálidas alrededor de los 28 °C con valores de anomalías neutrales (Fig. 17a y Fig. 17c); presentándose un comportamiento propio del verano (julio-septiembre) en la CPC, con homogeneidad en la temperatura superficial del mar para la zona centro y norte, y con presencia de aguas cálidas alrededor de los 27 °C, que contrastan con los valores bajos de la TSM de la zona sur, los cuales obedecen al ascenso de aguas (procesos de surgencia) impulsadas por la corriente fría del Perú sobre la parte oceánica de la Cuenca.

Por su parte, el nivel del mar en la CPC presentó valores de hasta 35 cm con anomalías por encima del promedio que alcanzaron los 4 cm (Fig. 17d).

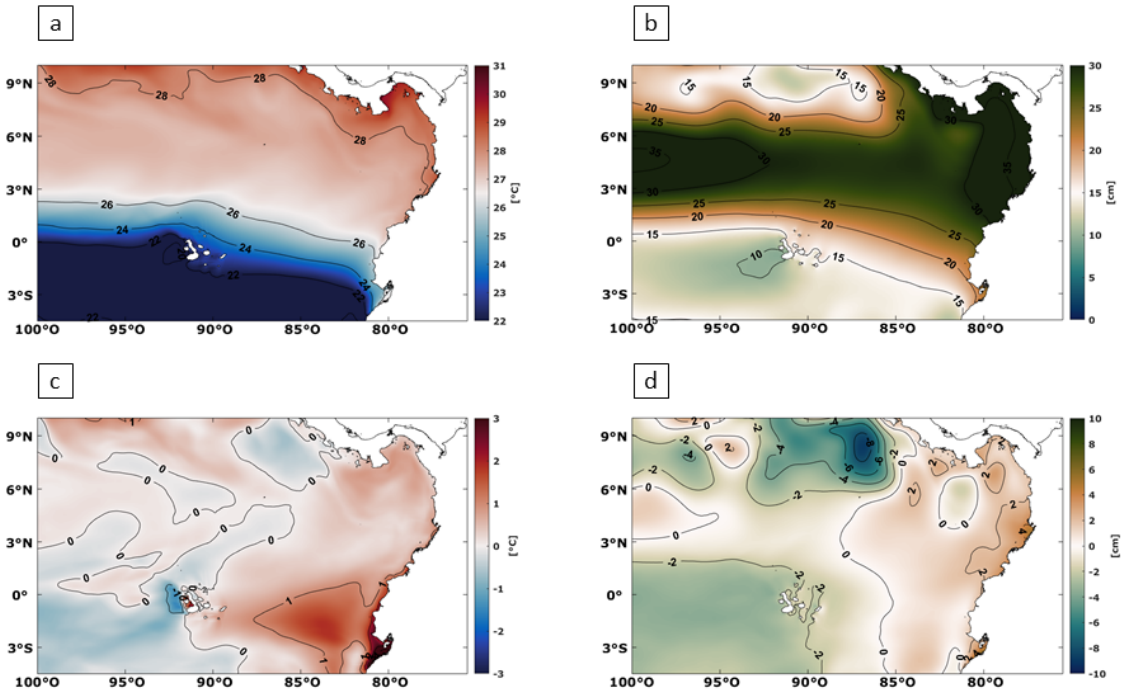


Fig. 17. Distribuciones espaciales mensuales de a) Temperatura superficial del mar en °C y b) Nivel del mar en cm. Distribuciones espaciales mensuales de las anomalías de c) Temperatura superficial del mar en °C y d) Nivel del mar en cm. Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.

El marcado frente de salinidad superficial que se ubica paralelo a la costa en la CPC, persiste en el tiempo por el aporte continuo de agua dulce proveniente de las vertientes de los ríos, las cuales, al encontrarse con las aguas oceánicas de mayor salinidad, generan un proceso de mezcla en esta región. La distribución de la salinidad en CPC se mantiene alrededor de los 30 con anomalías que alcanzaron los -2 (Fig. 18a y 18c).

Las anomalías de la clorofila-a en la CPC se centraron en su totalidad sobre la neutralidad (Fig. 18d). Las mayores magnitudes en el dominio regional se evidenciaron cerca de las costas de Ecuador, con valores de hasta 2 mg/m3 y anomalías positivas de 0.5 mg/m3, sector que coincidió con las más bajas temperaturas superficiales del mar (20 °C) y las más altas salinidades (34).

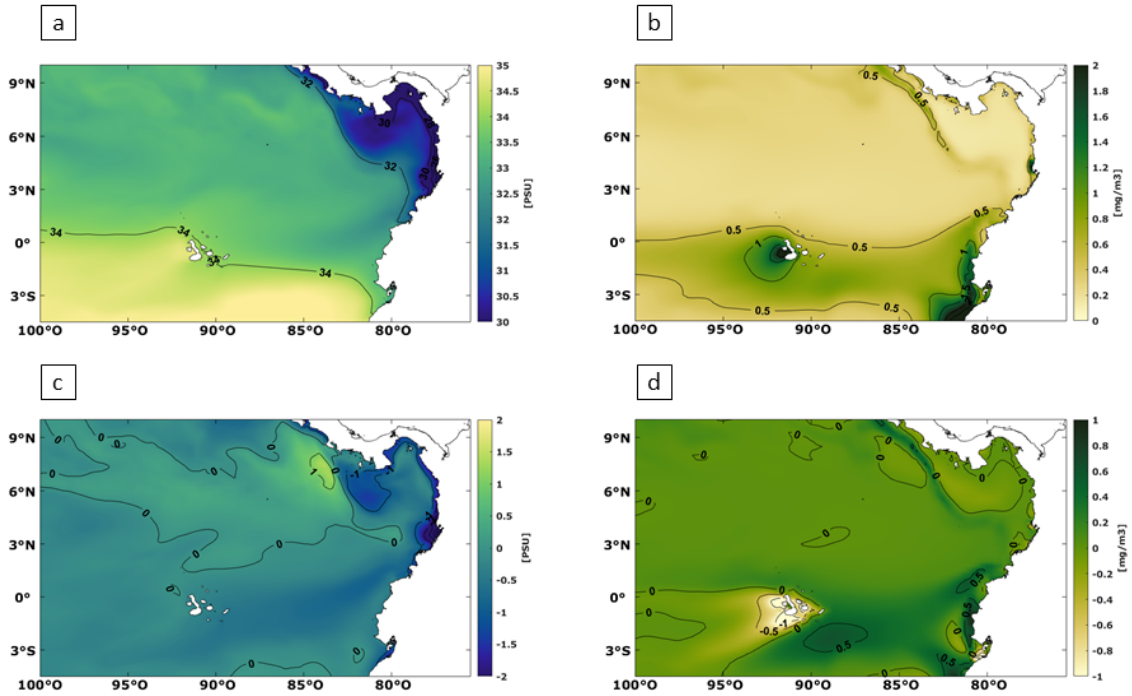


Fig. 18. Distribuciones espaciales mensuales de a) Salinidad y b) Clorofila-a en mg/m3. Distribuciones espaciales mensuales de las anomalías de c) Salinidad y d) Clorofila-a en mg/m3. Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP. Condiciones locales – Tumaco

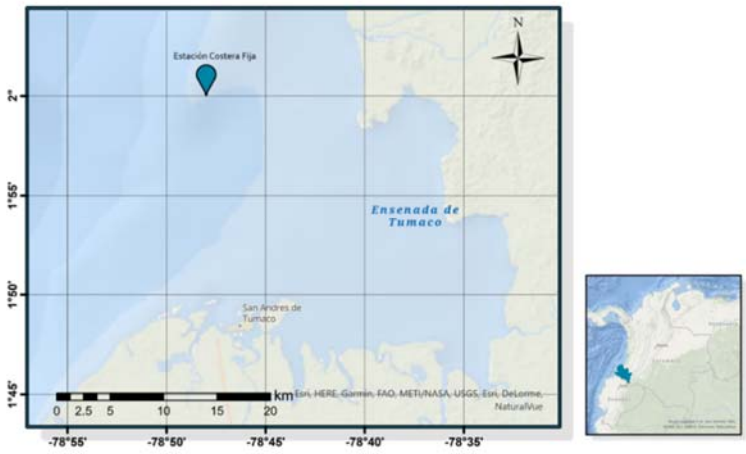


Fig. 19. Localización de la estación costera fija de Tumaco. Fuente: CCCP.

De acuerdo a los datos registrados en la estación costera fija de Tumaco (02°00’00”N - 78°48’00”O), Fig. 19, se obtuvo para septiembre del 2021 un valor promedio de TSM de 27.16 °C, identificando anomalías negativas de -0.15 °C. En el registro realizado el 15 de septiembre de 2021 (línea azul, Fig. 20b), los valores de la temperatura oscilaron entre 15.33 °C y 27.30 °C, con una termoclina posicionada entre los 32 y 43 m aproximadamente. Por otra parte, los datos adquiridos el 29 de septiembre del 2021 (línea roja, Fig. 20b), muestran valores de temperatura entre 15.26 °C y 27.47 °C, con una termoclina más superficial entre 30 m y 40 m aproximadamente. Contrastando con el mes anterior (agosto 2021), hubo un ascenso de la termoclina, indicando presencia de aguas más frías en mayor parte de la columna de agua.

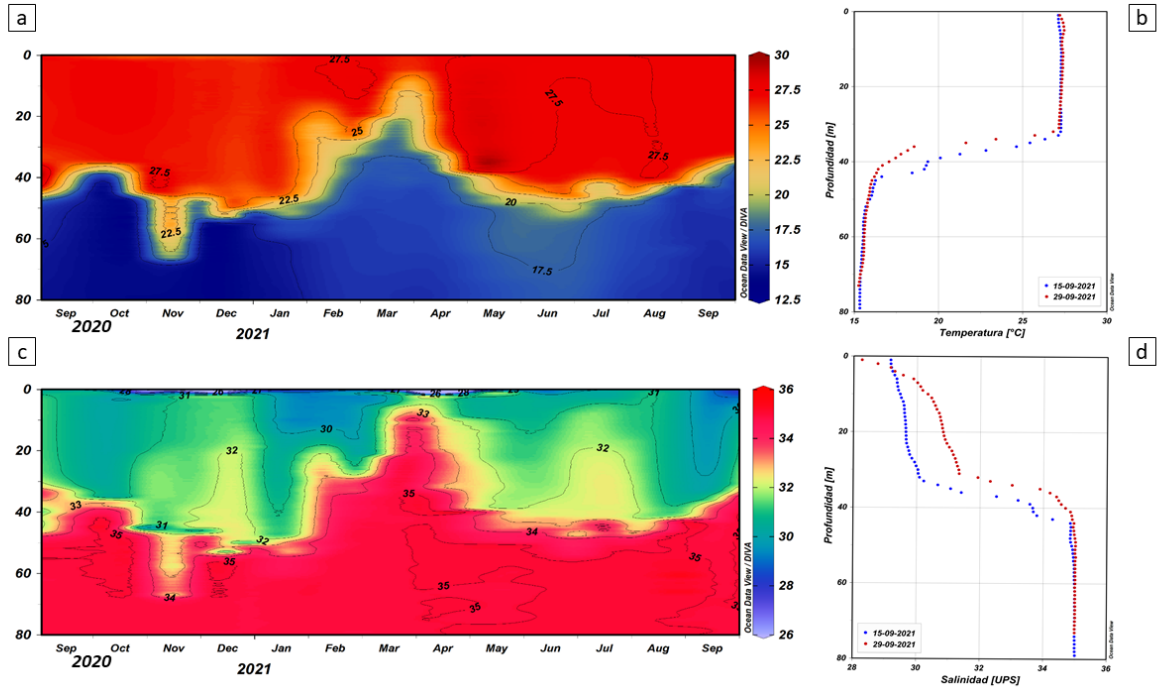


Fig. 20. a) Serie temporal de la temperatura subsuperficial, b) Perfiles de temperatura, c) Serie temporal de la salinidad subsuperficial y d) Perfiles de salinidad. Fuente: CCCP.

En cuanto a la Salinidad Superficial del Mar (SSM), tuvo un valor promedio de 28.71, con anomalías negativas de -2.43 y valores de salinidad que oscilaron entre 26.16 y 35 para el primer registro (línea azul, Fig. 20d), y entre 28.26 y 35.02 para el segundo monitoreo (línea roja, Fig. 20d). Se presentó un comportamiento concordante entre los valores de temperatura y salinidad, evidenciándose una disminución de la salinidad con la presencia de aguas superficiales más cálidas.

El comportamiento evidenciado en la estación costera fija de Tumaco respondió a la dinámica global y regional analizada anteriormente, donde se muestra un comportamiento dentro del rango de la neutralidad.

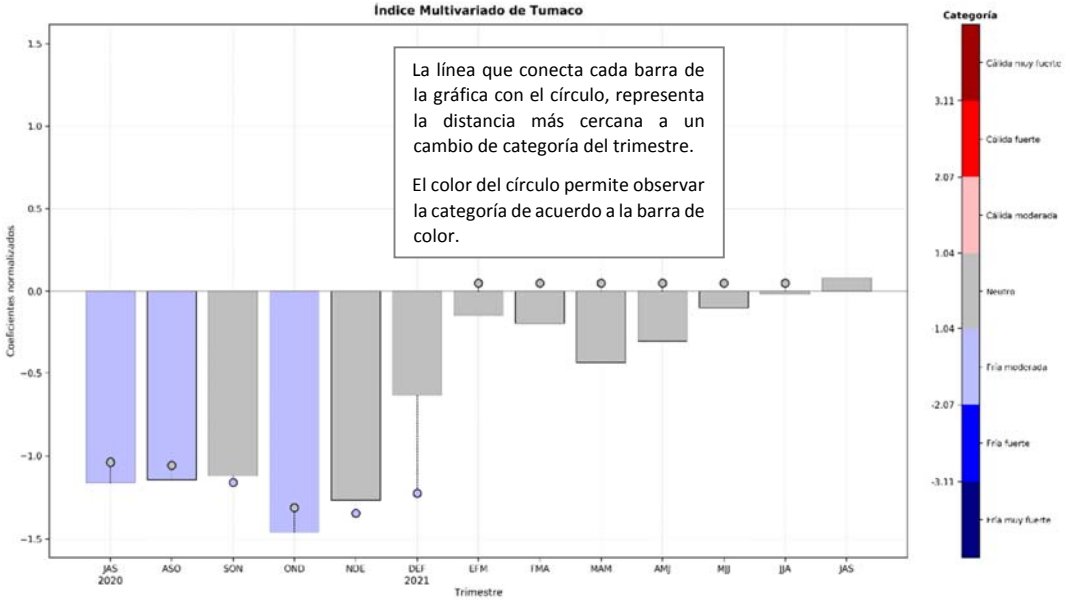


Fig. 21. Comportamiento del Índice Multivariado de Tumaco (IMT). Fuente: CCCP.

El Índice Multivariado de Tumaco (IMT) presentó un valor de 0.08 con categoría “C1”, indicando fase cálida neutra para esta zona del país (Fig. 20). Con respecto al mes anterior (agosto 2021), se observa la continuidad de condiciones neutrales.

En relación con los parámetros meteorológicos, en los principales puertos del Pacífico Colombiano, durante el periodo comprendido entre el 01 y el 31 de septiembre del 2021, las condiciones meteorológicas de los principales puertos del Pacífico Colombiano se describen a continuación.

En Bahía Solano la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 25.73 °C, con un valor máximo registrado de 30.50 °C y un valor mínimo de 22.50 °C; se evidenció una anomalía negativa de -0.19 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 94.19 %, con un valor máximo de 100 % y un valor mínimo de 68 %; se presentó una anomalía negativa de -1.30 %. El total de Precipitación observado fue de 467.30 mm, con una anomalía negativa de -5.25 mm.

En Buenaventura la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 25.89 °C, con un valor máximo registrado de 29.80 °C y un valor mínimo de 22.60 °C; se evidenció una anomalía positiva 0.04 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 93.13 %, con un valor máximo de 100 % y un valor mínimo de 62 %; se presentó una anomalía positiva de 0.65%. El total de Precipitación observado fue de 601 mm, con una anomalía positiva de 61.52 mm.

En Tumaco la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 25.58 °C, con un valor máximo registrado de 28.70 °C y un valor mínimo de 23.30 °C; se evidenció una anomalía negativa de -0.25 °C. En cuanto a la Humedad Relativa, el promedio mensual fue de 97.69 %, con un valor máximo de 100 % y un valor mínimo de 82 %; se presentó una anomalía positiva de 7.65 %. El total de Precipitación observado fue de 311.50 mm, con una anomalía positiva de 218.72 mm.

En septiembre, la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) presentó moderada actividad, moviéndose entre los 7° N y 11° N en la zona marítima del Pacifico colombiano, en el océano Atlántico, entre los 5° N a los 10° N. La actividad de las Ondas Tropicales (también llamadas Ondas del Este) han influenciado en el comportamiento de la precipitación en el territorio nacional, donde han transitado 13 ondas tropicales en el mes, entre 1° N y 8° N y con una amplitud 15° a 20°, desde esas latitudes. Sobre el mar Caribe transitaron la tormenta tropical Mindy (del 8 al 10 de septiembre) y Huracán Ida (del 26 de septiembre al 2 de septiembre).

El mes de septiembre, presentó condiciones entre neutrales y asociadas a un evento frio, tanto a nivel oceánico como atmosférico del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Sin embargo, no hay coincidencia entre los indicadores atmosféricos y oceánico, el Índice Oceánico de El Niño llegó al límite de neutralidad, mientras que el Índice Multivariado de El Niño se hace más negativo.

En lo que respecta a la variabilidad intraestacional, la oscilación Madden y Julian (OMJ) tuvo una influencia moderada en: su fase subsidente (5 al 30 de septiembre) en déficits de la precipitación en el acumulado mensual. La fase convectiva fue débil en su influencia sobre la excedencia de las precipitaciones, salvo los días 6, 10 y 22 del mes.

El seguimiento realizado por el IDEAM muestra que presentó excedencias en las precipitaciones en: el sur de Magdalena, centro de Bolívar, sur de Sucre y noroeste de Antioquia, en puntos del sur de Santander, del sur de Tolima, litoral del Nariño, en la región Pacífica; zonas en los piedemontes de la Orinoquia y noroeste de la Amazonia. En contraste se observaron lluvias deficitarias en: norte de Sucre, de Bolívar y de Magdalena, toda la Guajira, en la región Caribe; sur de Norte de Santander, centro de Santander, de Boyacá y de Cundinamarca, valle medio del río Magdalena, norte de Huila, centro de Cauca y oriente de Nariño, en la región Andina; centro de Casanare, piedemonte de Meta, en la Orinoquia; piedemonte de Putumayo y oriente de Vaupés, en la Amazonia.

Los valores de precipitaciones más altos en el mes se presentaron en: la estación Junín, municipio de Barbacoas (Nariño) en el día 29 de septiembre, con 179,5 mm; la estación Aeropuerto de Buenaventura, municipio de Buenaventura (Valle) el 25 de septiembre, con 164,0 mm; y la estación Istmina, municipio de Istmina (Chocó) el 22 de septiembre, con 145,0 mm.

Las máximas temperaturas se presentaron en: la estación San Alfonso, en el municipio de Villavieja (Huila), el día 27 de septiembre, con un valor 39,6 °C y el día 26 de septiembre, con un valor de 39,2 °C; y la estación Manaure, en el municipio de Manaure (Guajira), el día 27 de septiembre, con un valor 39,2 °C.

Las temperaturas mínimas se presentaron en: la estación Aeropuerto San Luis, municipio de Ipiales (Nariño), el día 14 de septiembre, con un valor -0,1 °C; la estación Aeropuerto Alberto Lleras, municipio de Sogamoso (Boyacá), el día 13 de septiembre, con un valor de 0,0 °C y la estación Valencia, municipio de San Sebastián (Cauca), el día 19 de septiembre, con un valor de 0,4 °C.

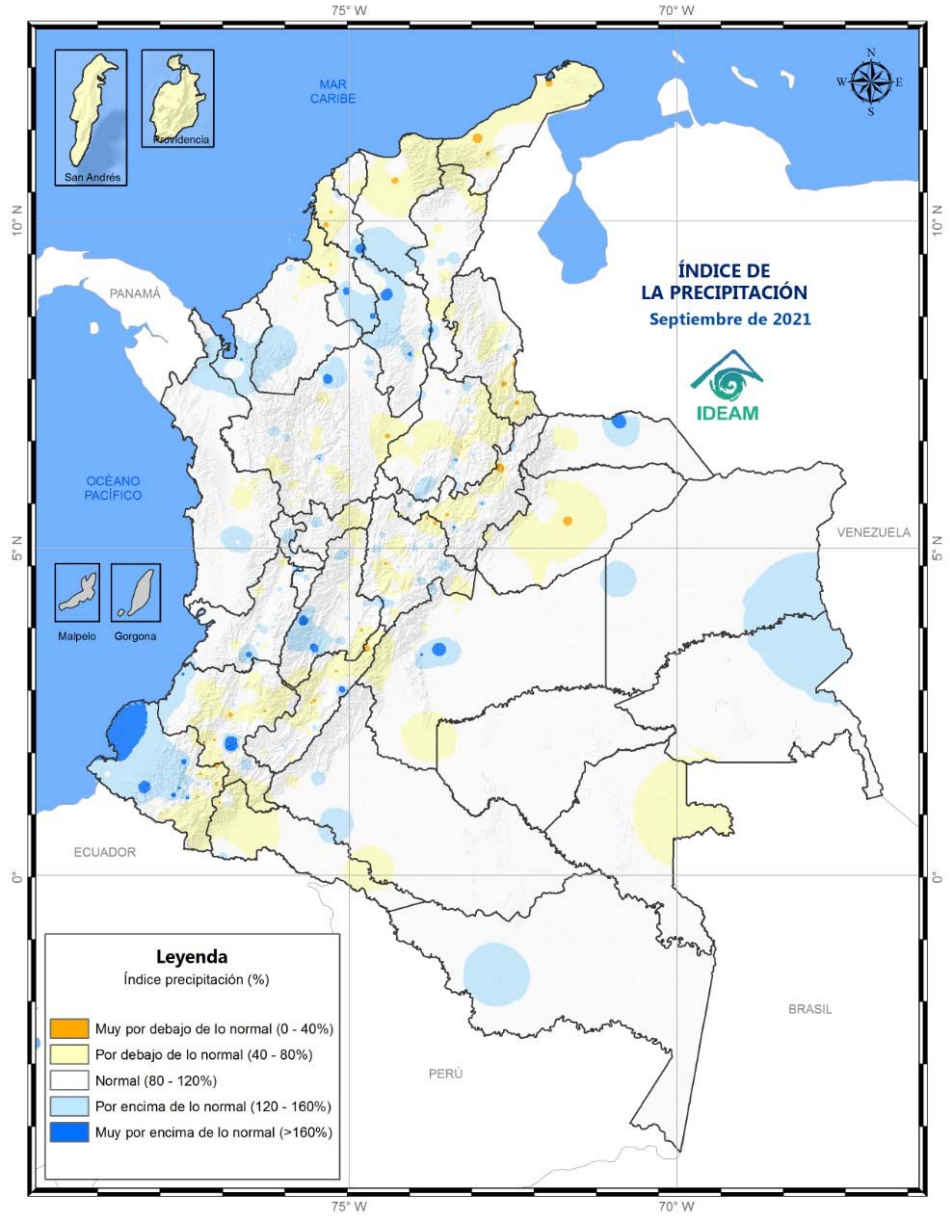


Fig. 22. Anomalía porcentual de la precipitación mes de septiembre de 2021.

B. ECUADOR

Los vientos superficiales mantienen la dirección predominante hacia el norte, con variaciones noreste frente a la costa continental y noroeste en el sur y al oeste de 88°O. La magnitud promedio entre el perfil costero continental y las islas Galápagos fue de 6 m/s, observándose el mínimo de velocidad (4 m/s) al oeste de las Galápagos. En relación al mes anterior, la velocidad del viento disminuyó, siendo más evidente, este comportamiento, en la franja al norte de 1°S, donde descendió de 7 a 5.5 m/s Ecuador, Fig. 23.

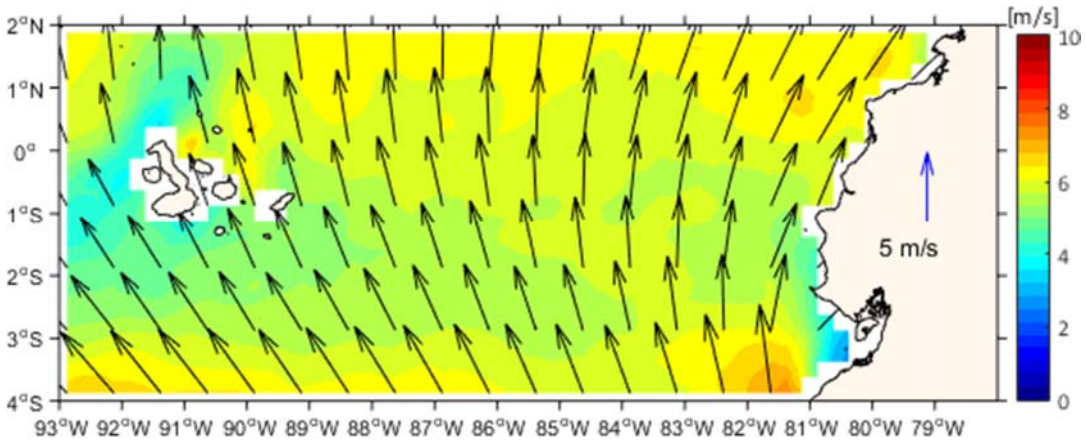


Fig. 23. Patrón de vientos superficiales. Fuente: Ifremer, ASCAT

Las precipitaciones se mantienen casi ausentes en el océano, se registraron precipitaciones mínimas, menores a 50 mm/mes. Al contrario en la zona continental, al norte de Ecuador y en región Interandina se registraron precipitaciones entre 100 y 200 mm/mes (al norte entre el borde costero y la cordillera andina), figura 24.

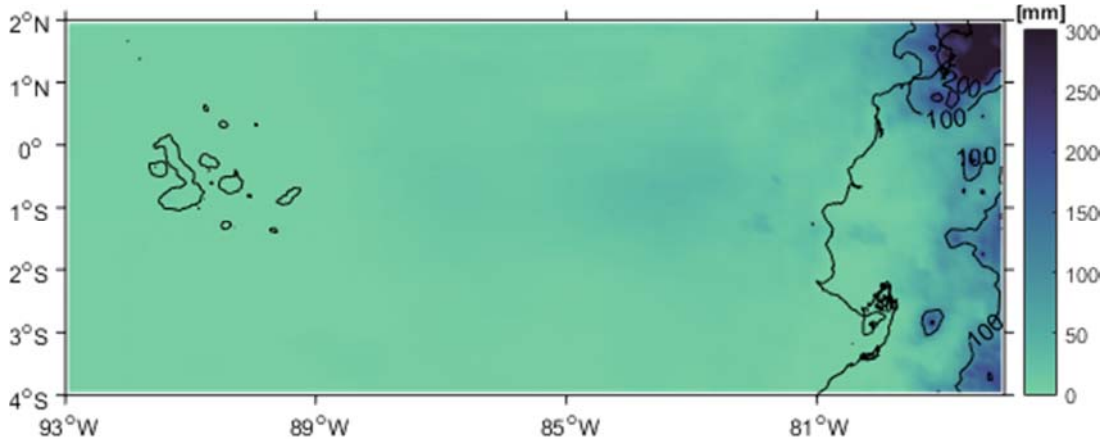


Fig.24. Acumulado mensual de precipitación. Fuente: ASCAT, satelital.

Con relación al mes anterior la TSM disminuyó en toda el área de estudio, especialmente al sur del FE, cuyo eje estuvo a 1°S en el sureste, frente a la costa continental y a 1°N en el noroeste, al norte de las Galápagos. El FE mostró isotermas con mayor espaciamiento y estuvo limitado entre 21 °C al sur y 26 °C, al norte. En el lado oeste mantuvo una posición similar a agosto, mientras que al este fue notorio el desplazamiento hacia el norte. El traslado del FE hacia el norte ocurre climatológicamente por la intensificación de los vientos alisios; sin embargo, en este mes la velocidad del viento disminuyó. Esta condición del viento influyó en la persistencia de agua de mayor temperatura y menor salinidad (Agua Tropical Superficial (ATS)) hasta aproximadamente 1°S, Fig. 25b y 25c. Esta distribución de la TSM ocasionó el predominio de anomalía positiva de TSM, especialmente al sur de 0.5 °C, con valores de hasta 2 °C, Fig. 25b. Se observó el ingreso desde el noreste de ATS, con salinidad menor a 33 ups

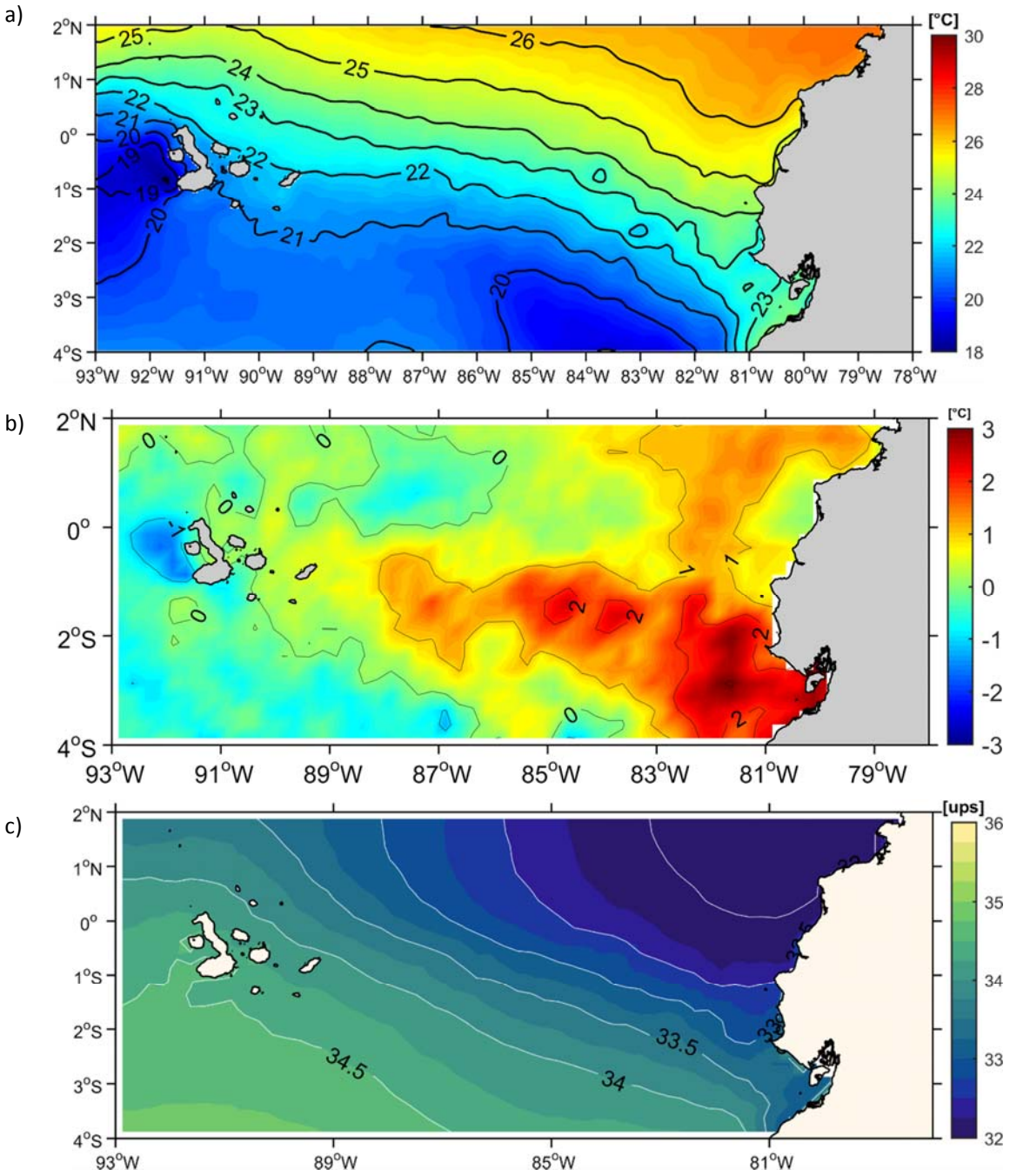


Fig. 25. a) Temperatura Superficial del Mar y (b) Anomalía de la TSM en el mar ecuatoriano y c) Distribución de la salinidad superficial en territorio marítimo ecuatoriano. Fuente: Base de datos Copernicus-Ostia.

Al analizar los perfiles verticales de temperatura y salinidad se observa que al igual que en superficie, el ATS se presenta hasta aproximadamente 30 m de profundidad. En las Figs. 26a y 26b, cercana a la costa continental (82°O), el ATS llega hasta los 0.5°S; mientras que hacia la parte oceánica, Figs. 26c y 26d (86°O), la influencia hacia el sur disminuye, alcanzando hasta 0.5°N. Bajo 40 m las condiciones de temperatura y salinidad se presentaron homogéneas.

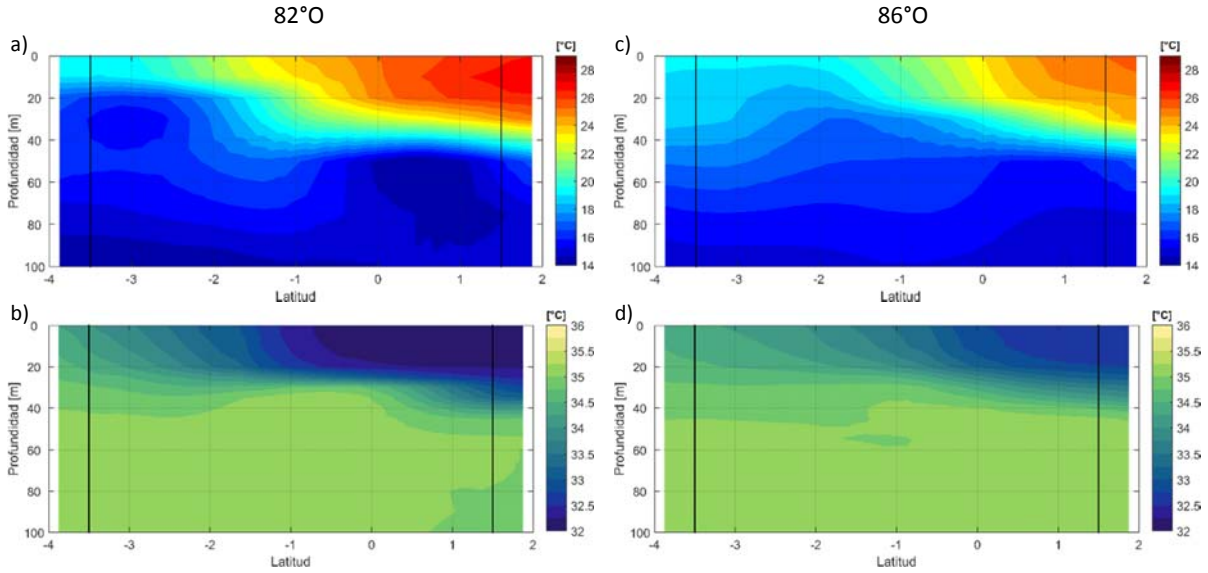


Fig. 26. Secciones en profundidad entre 4°N y 6°S: En 82°O, a) Temperatura y b) Salnidad. En 86°O (c) Temperatura y (d) Salinidad. Fuente: Copernicus Data set armor weekly

En la estación 10 millas La Libertad (2.083°S y 81.089°O), la TSM del mes fue de 24.6 °C, mayor a la observada en agosto (23.4 °C). En general se mantuvo la estructura térmica del mes anterior. La capa de mezcla mantuvo una amplitud de 18 m y la isoterma de 20 una profundidad de 24 m. No se detectó la influencia de la onda Kelvin de hundimiento, que estuvo presente en el Pacífico Central, Fig. 27.

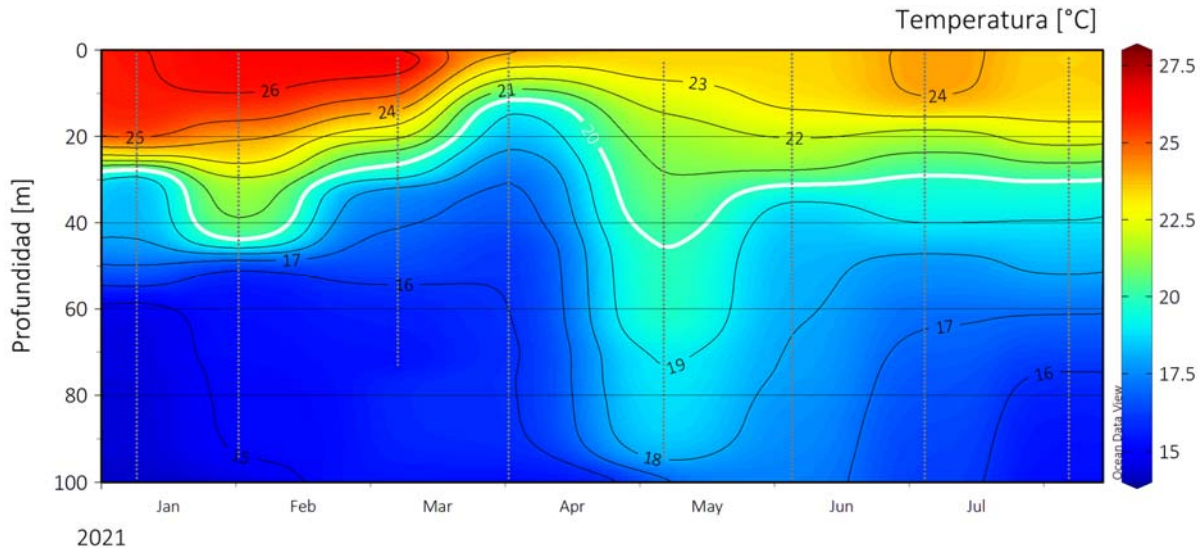


Fig. 27. Sección temporal de la estación 10 millas La Libertad (2.083°S y 81.089°O). Fuente: Inocar. Elaborado por Inocar

En la figura 28, a la izquierda, se encuentra el norte, representado por la estación de Esmeraldas, seguida por Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, a la derecha, representando el sur. El ATS, Fig. 28ª, se presenta encima de los 30 m, en mayor porcentaje desde Esmeraldas (60 a 80 %) hasta La Libertad (40 a 60 %). El Agua Ecuatorial Superficial, Fig. 28b, fue detectada especialmente, en Manta (40 %) y Puerto Bolívar (40 a 50 %) desde la superficie hasta los 40 m. El Agua subsuperficial Ecuatorial (AESS) estuvo presente en todas las estaciones (60 %) a partir de los 40m, Fig. 28c.

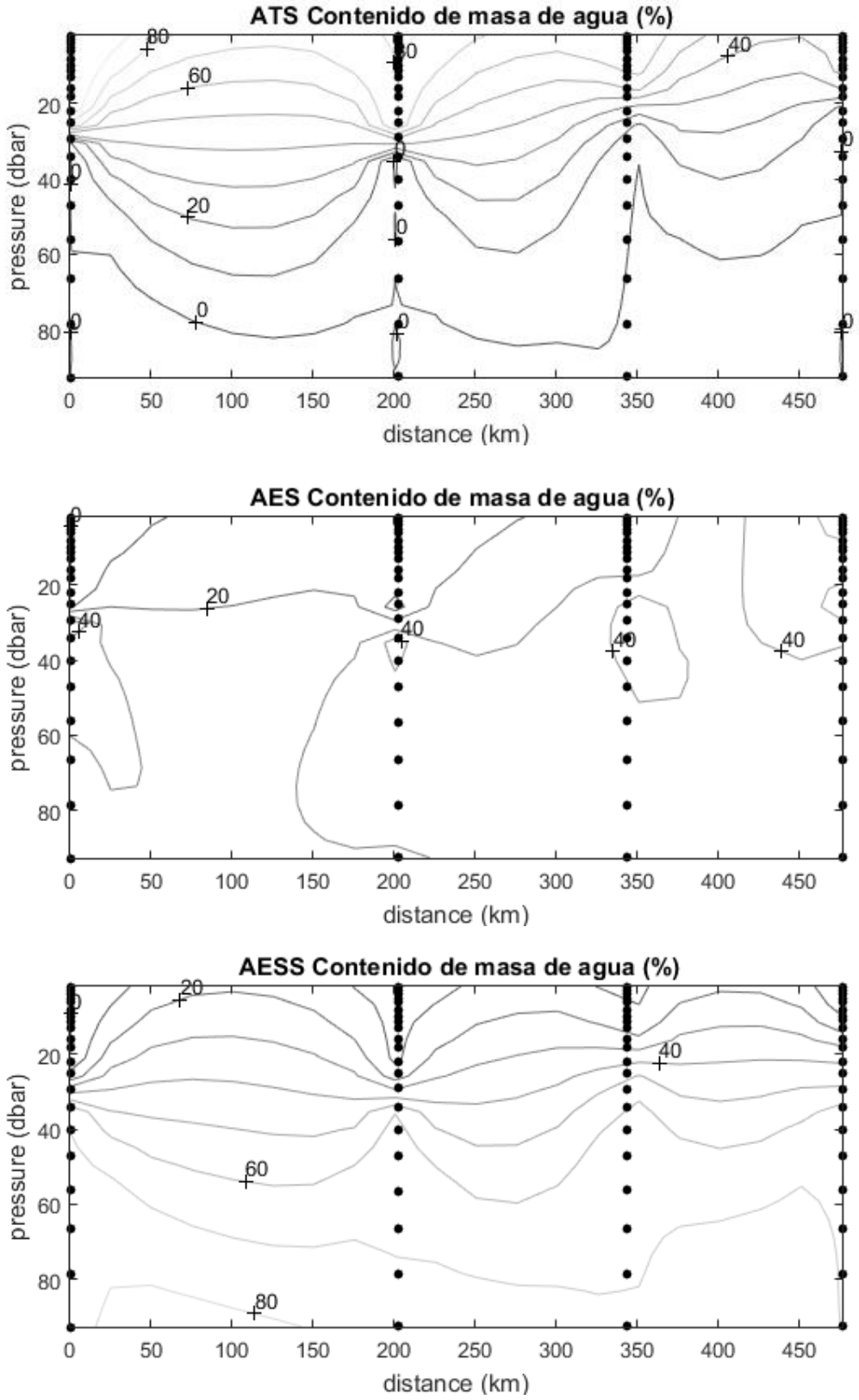
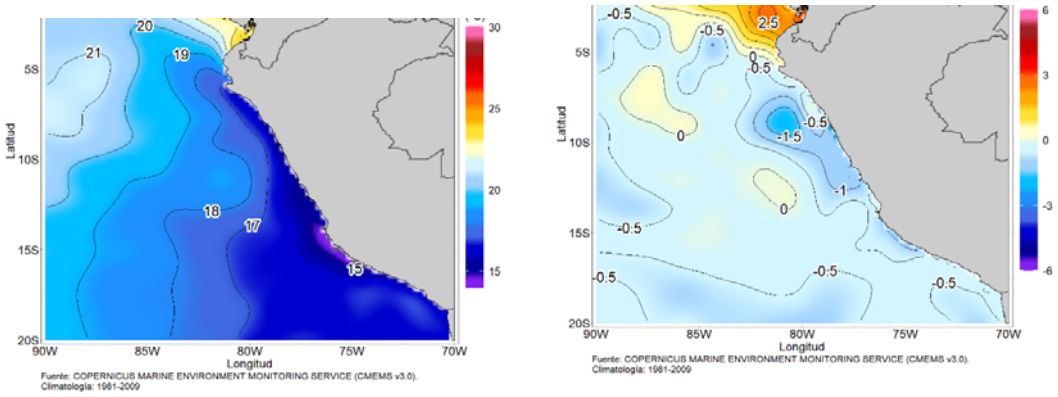


Fig. 28. Distribución de masas de agua frente a la costa

C. PERÚ

La TSM promedio de setiembre fue de 15 °C a 22 °C, disminuyendo en promedio 1 °C respecto al mes anterior, en las zonas centro y sur. Temperaturas mayores de 18 °C se distribuyeron en la zona norte y menores de éste en las zonas centro y sur. La anomalía promedio fue positiva en el norte, en el orden de +0.5 °C a +2.5 °C, y negativas en el centro y sur, en el orden de -0.5 °C a -1.5 °C. (Fig, 29).



a) b)

Fig. 29. Promedio setiembre 2021. a) TSM, y b) anomalía de la TSM. Fuente: datos: Ostia-CMEMS V3.0. Gráfico: DIHIDRONAV

En la capa subsuperficial, a 230 millas de la costa norte (5°S) la temperatura estuvo cerca de su valor normal, excepto entre el 14 y 16 de setiembre, en que la anomalía aumentó hasta +1.5 °C, por encima de los 80 m (Figura 31a, 31b). En la zona centro, a 140 millas de la costa (7.5°S), las anomalías estuvieron alrededor de +1 °C, entre 20 m y 80 m de profundidad (Fig. 30), en tanto que, a 120 millas de la costa (8.8°S), predominaron con valores negativos, hasta -1 °C, sobre los 60 m de profundidad (Fig. 31); asimismo, a 300 millas (8°S) fueron negativas, con una tendencia a normalizarse (Figura 30c,30d). A 200 millas de la costa sur (18.5ºS) las anomalías fueron negativas hasta -2 °C, sobre los 60 m de profundidad (Fig. 32).

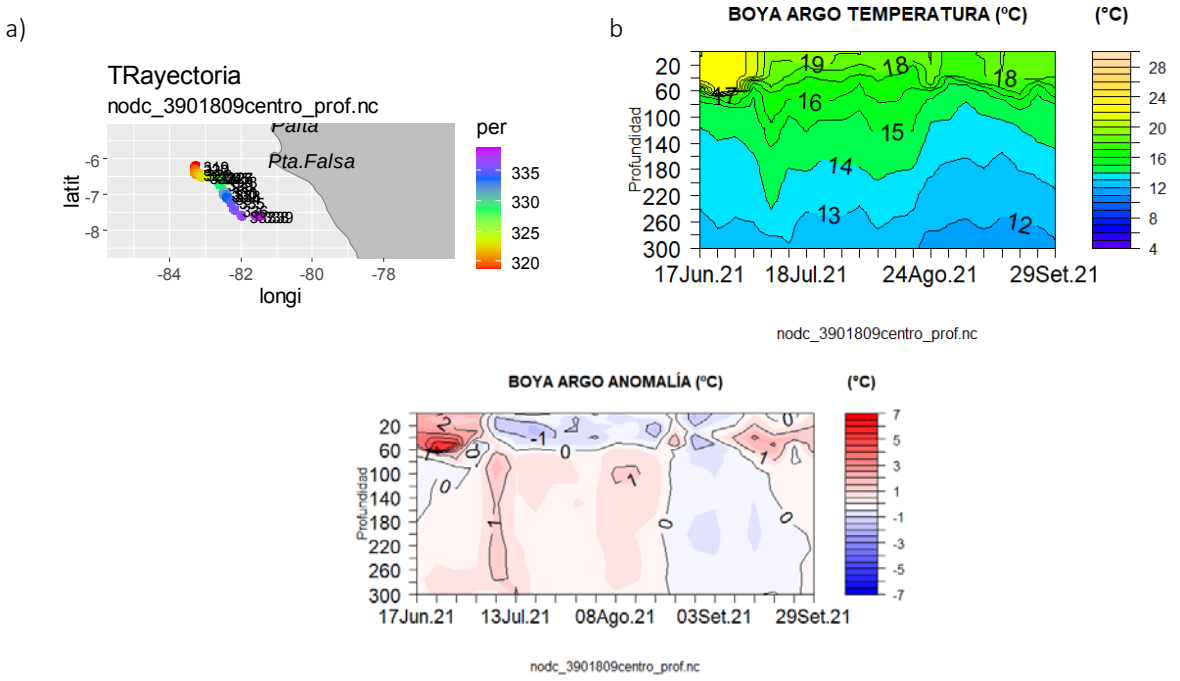


Fig. 30. a) Posición de boya (7.5°S-140 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De jun a setiembre 2021.Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

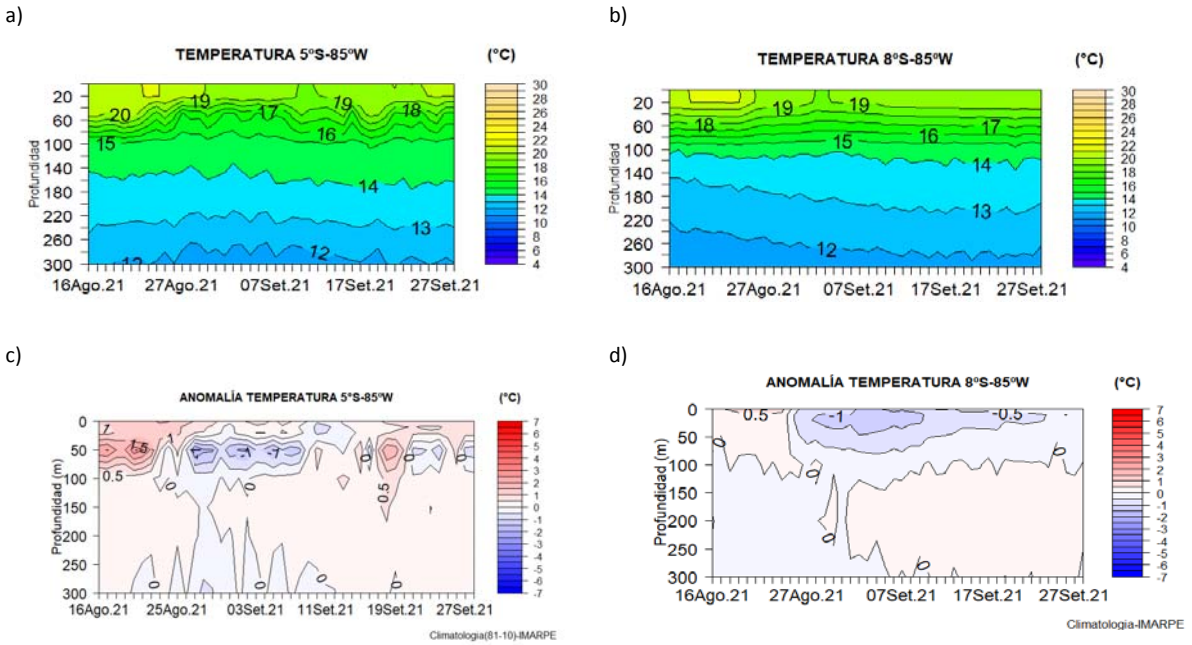


Fig. 31. a) Posición de boya (7.5°S-140 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De jun a setiembre 2021.Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

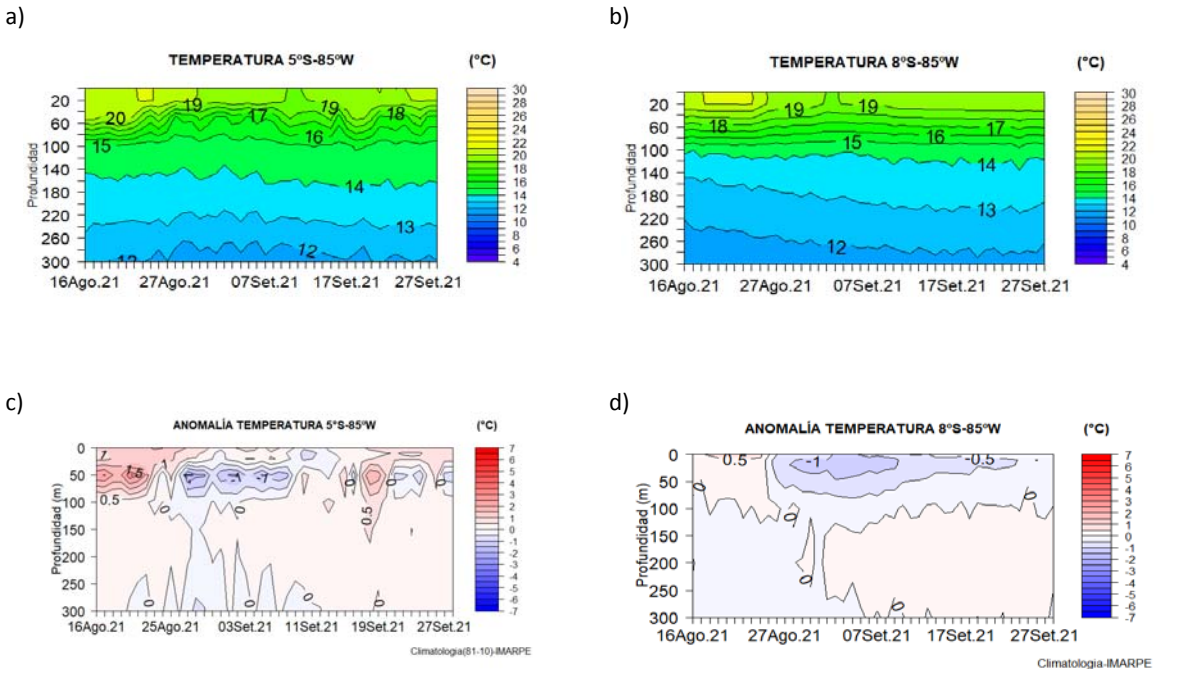


Fig. 32. Distribución vertical hasta los 300 m de profundidad de la a) temperatura y b) anomalía de la temperatura en la boya 5ªS-85ºW. Estructura hasta los 200 m de profundidad de la c) temperatura y d) anomalía de la temperatura en la boya 8ºS-85ºW. Periodo del 16 de agosto al 29 de setiembre de 2021. Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

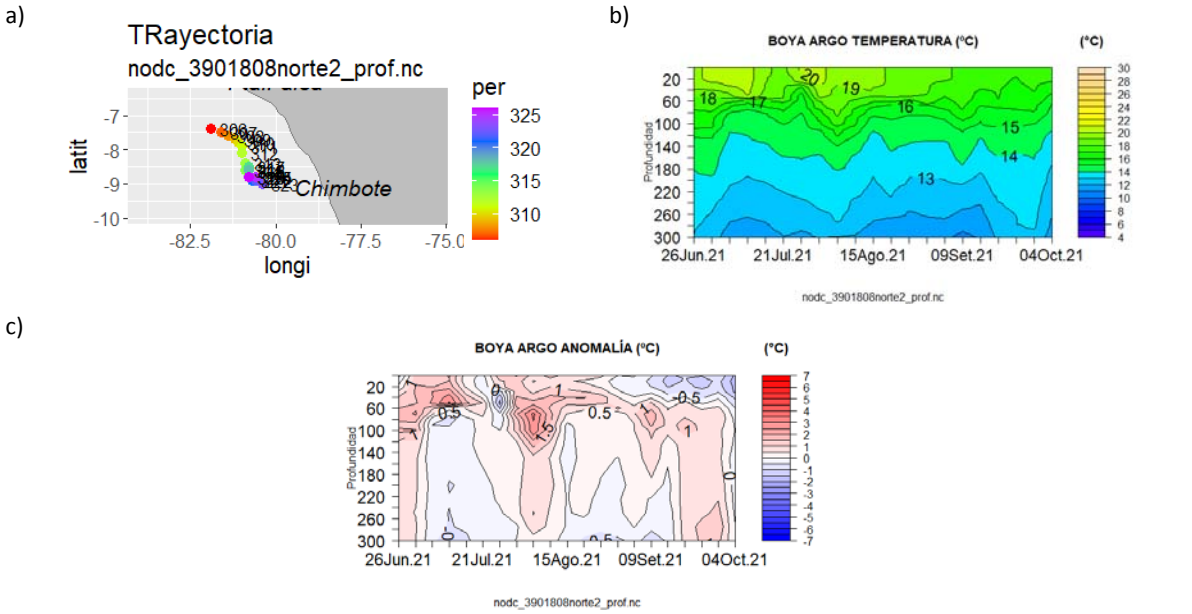


Fig. 33. a) Posición de boya (8.8ªS-100 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De junio a setiembre 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV.

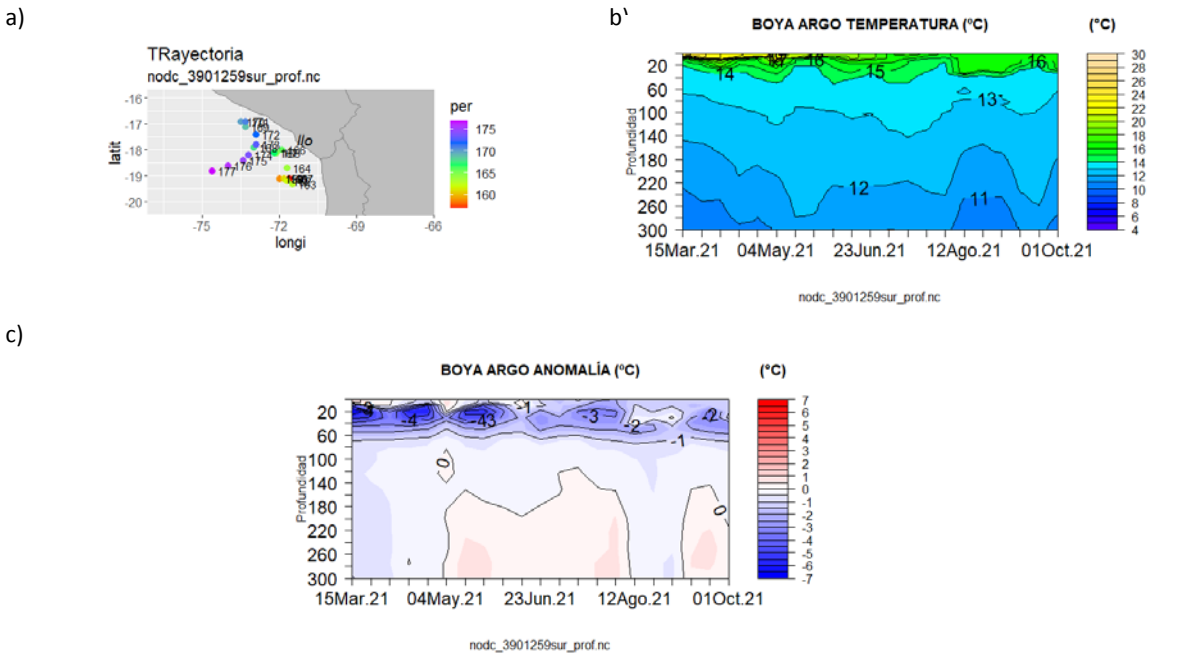


Fig. 34 a) Posición de boya (18.5ªS-200 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De marzo a setiembre 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV.

En el litoral, se evidenciaron dos escenarios, uno cálido en el norte, con anomalías de TSM positivas hasta 1.5 ° C, y otro frío en el centro y sur, con anomalías negativos hasta -1 ° C (Cuadro 1 y Fig. 35).

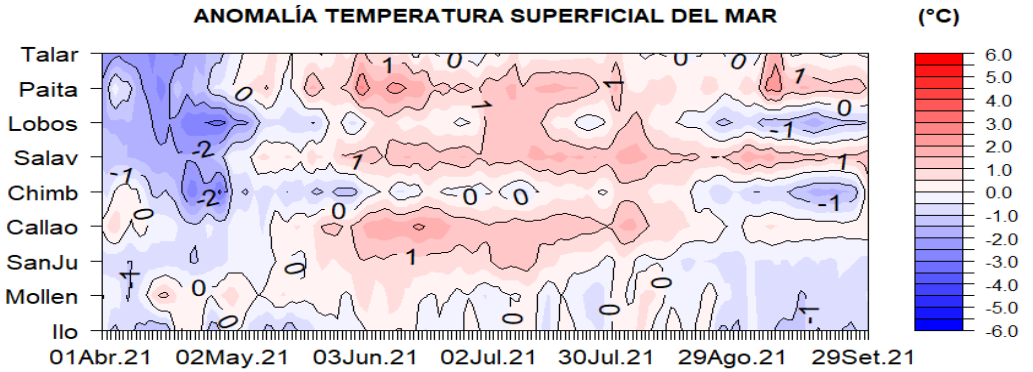


Fig. 35. Anomalía diaria de la temperatura superficial del mar (°C) en el litoral de Perú, entre abril y setiembre de 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

El nivel del mar en el norte fluctuó cerca de su nivel medio; en tanto que, en el en el centro y sur predominó por debajo de su nivel medio, con anomalías hasta -15 cm durante la primera quincena (asociado a la intensificación del viento); aumentando en las siguientes semanas hasta 5 cm por encima de su nivel medio (asociada al paso de una onda Kelvin cálida) (Fig. 36 y Tabla 1).

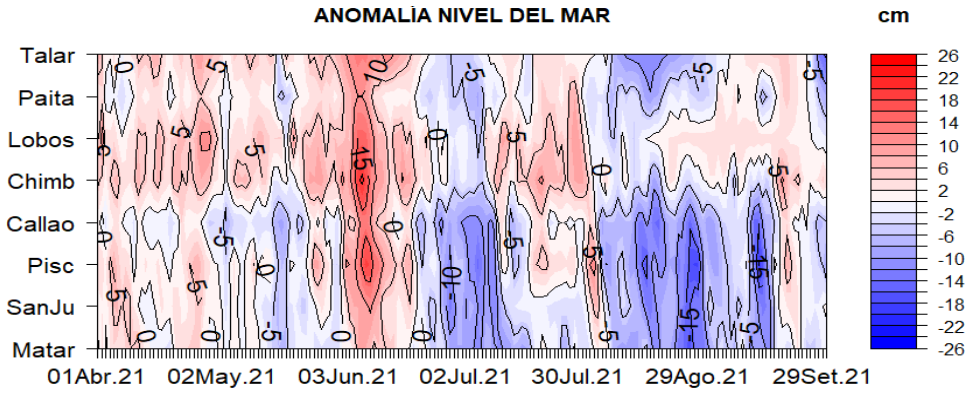


Fig. 36. a) Anomalía diaria del nivel del mar (cm) en el litoral de Perú entre abril y setiembre 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

La TA en el litoral predominó con valores por debajo de lo normal, con anomalías hasta -1°C. (Fig. 8 y Tabla 1).

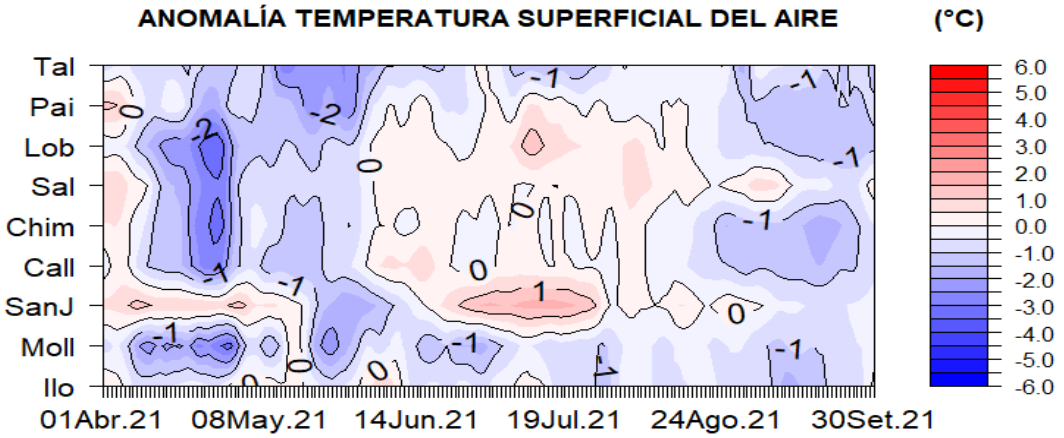


Fig., 37. Anomalía diaria de la temperatura del aire en el litoral del Perú entre abril a setiembre 2021 Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

En las estaciones de Lobos de Afuera, Chimbote, Callao, Mollendo e Ilo, se registraron precipitaciones tipo trazas, durante los días 01, 03, 04, 08, 09, 11 y 16 del mes. (Tabla 1).

En el litoral predominaron vientos del Sur y Sureste, con velocidades entre 1.9 m/s y 10.9 m/s, y anomalías entre 0.4 m/s y 5.4 m/s; a excepción de Paita, Lobos de Afuera e Ilo, que las anomalías fueron negativas de -2.3 m/s, -1.9 m/s y -1.6 m/s, respectivamente (Tabla 1, Fig. 38)

a)

b)

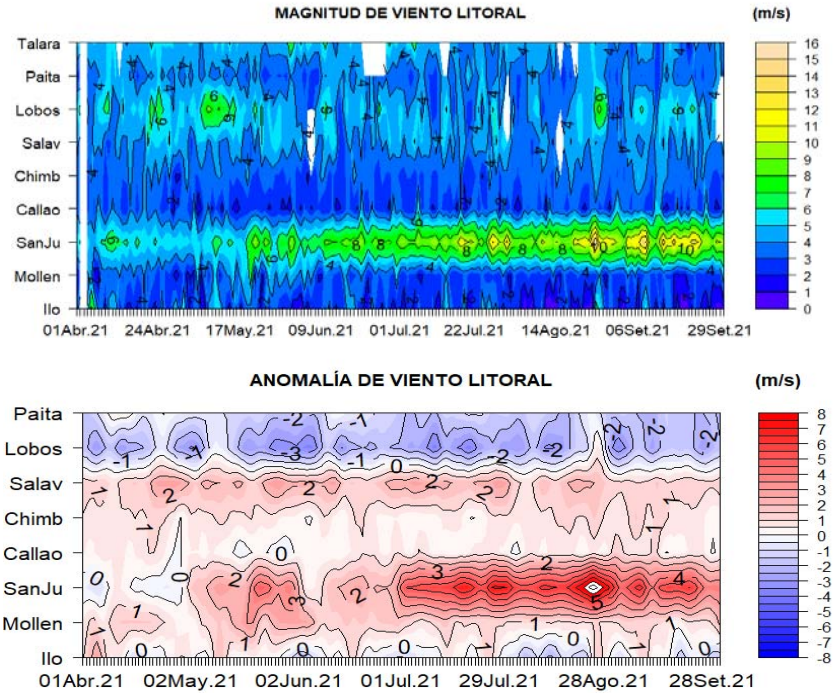


Fig. 38. Anomalía diaria del viento en el litoral del Perú de abril a setiembre 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Tabla 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 (mm)	VIENTO		
			(° C)	Anomalía	(cm)	Anomalía	(° C)	Anomalía		Dirección	Velocidad	Anomalía (m/s)
Talara	04°35'00''	81°17'00''	*18.0*	*+ 0.2*	*128*	*- 2*	*19.8*	*- 0.7*	*0.0*	*S*	*4.0*	-
Paita	05°05'00''	81°06'30''	*17.3*	*+ 0.7*	*117*	*- 1*	*19.6*	*- 1.2*	*0.0*	*S*	*3.0*	*- 2.3*
Lobos de Afuera	06°36'00''	80°42'30''	*15.8*	*- 1.3*	-	-	*16.3*	*- 1.2*	*Trazas*	*S*	*4.9*	*- 1.9*
Chimbote	09°04'00''	78°36'00''	*17.4*	*- 1.2*	*158*	*+ 2*	*17.0*	*- 1.3*	*Trazas*	*S*	*3.7*	*+ 0.9*
Callao	12°03'30''	77°09'00''	*15.5*	*+ 0.4*	*100*	*- 5*	*15.5*	*- 1.1*	*Trazas*	*S*	*3.0*	*+ 0.4*
San Juan	15°21'00''	75°09'00''	*13.1*	*- 0.5*	*192*	*- 4*	*16.5*	*- 0.4*	*0.0*	*SE*	*10.9*	*+ 5.4*
Mollendo	16°55'54''	72°06'24''	*14.1*	*- 0.7*	*195*	*- 5*	*15.1*	*- 0.8*	*Trazas*	*SE*	*2.7*	*+ 1.0*
Ilo	17°37'00''	71°21'00''	*13.8*	*- 0.9*	*152*	-	*16.1*	*- 0.9*	*Trazas*	*SE*	*1.9*	*- 1.6*

D. CHILE

Durante el mes de septiembre las estaciones de Arica, Antofagasta y Caldera presentaron valores de TSM bajo el promedio climatológico mensual (-1,1 °C, -1,0 °C y -0,8 °C, respectivamente). Las restantes estaciones de monitoreo presentaron variaciones dentro de lo normal, en su totalidad negativas, coincidente con la condición actual de ENOS.

En la figura espacio-temporal de la TSM satelital (Fig. 39a), se observó que prácticamente no hubo un desplazamiento de las isotermas de 10 ° y 15 °C, y hubo una ausencia de la isoterma de 20 °C, lo cual es propio de la época del año. En la imagen de la variabilidad espacio-temporal de la ATSM satelital (Fig. 39b), entre Arica y Caldera se detectaron anomalías negativas que alcanzaron los -2,0 °C, el resto del país las anomalías fluctuaron dentro de la franja neutral (± 0,5 °C). Al comparar con el año anterior, el norte del país es más frio que septiembre 2020.

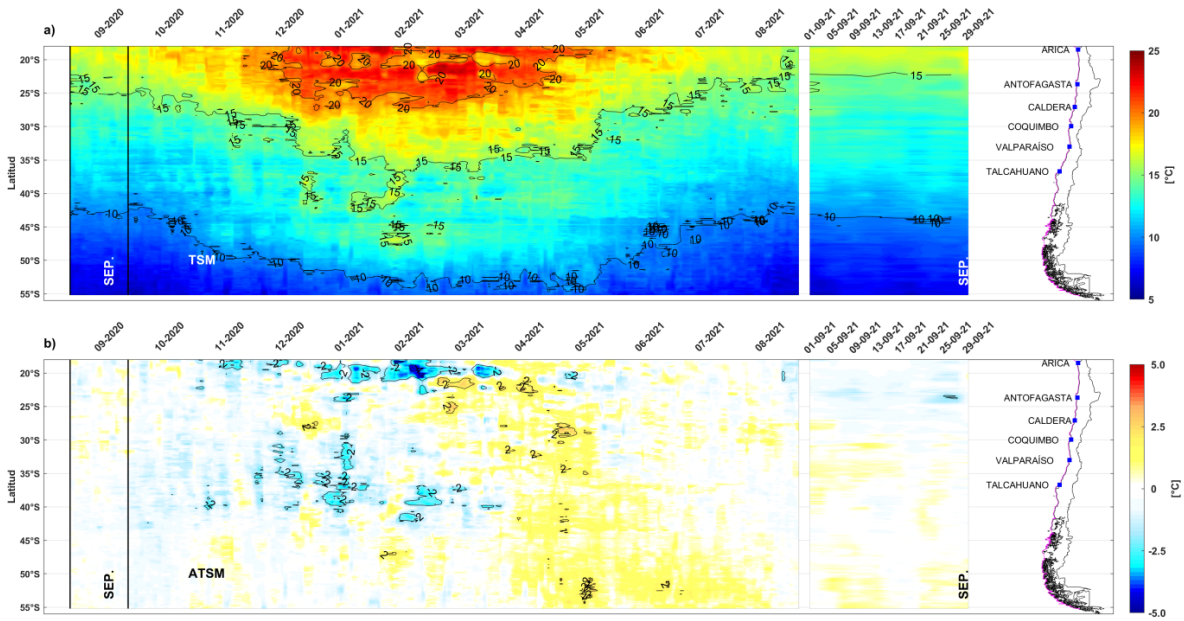


Fig. 39. Variabilidad espacio-temporal de la a) TSM y b) ATSM satelital a lo largo de la costa chilena (izquierda). La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal de los pixeles entre los 5 y 10 km desde la costa. Producto 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 [2021-10-01] at http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ04.

En la Fig. 40 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. 39b). En la Fig. 39a se observa que la estación de Arica (Coquimbo), muestra valores más bajo (alto) que los representados por la información satelital. Por su parte, las restantes estaciones fueron similares en magnitud a los datos detectados por percepción remota.

En relación con la ATSM (Fig. 40c), solamente la estación de Arica muestra valores de anomalía inferiores a las anomalías satelitales. El comportamiento latitudinal muestra que entre las estaciones de Arica y Coquimbo tienden a presentarse valores más negativos de anomalía, mientras que al sur de esta zona existen anomalías positivas y negativas.

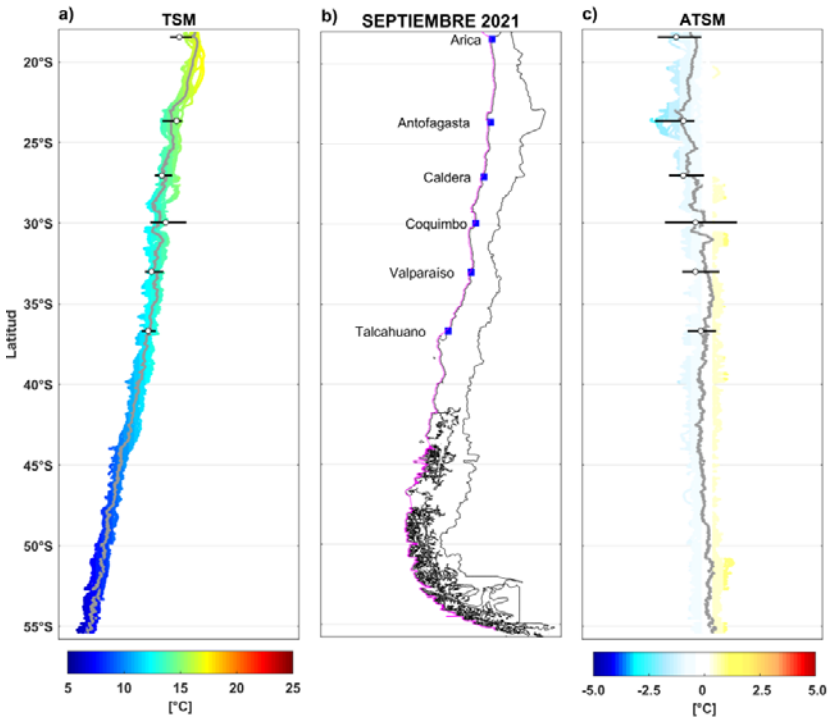


Figura 40. Muestra la información de a) TSM y c) ATSM satelital y de las estaciones de monitoreo permanente, a lo largo de la costa chilena. Los datos in situ son representados con una línea horizontal negra mostrando mínimo, mediana (círculo) y máximo de la serie de tiempo del mes de septiembre del presente año. 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, durante el mes de septiembre se presentó una disminución del nivel del mar desde Arica a Talcahuano, comparado con el mes anterior. La disminución mínima fue de -1 cm en Arica y la disminución máxima fue de -8 cm en Talcahuano.

Las anomalías tienden a ser positivas en tres de las seis estaciones de monitoreo, siendo las estaciones de Valparaíso y Arica las que fluctuaron entre 1 a 3 cm. Por su parte, las estaciones de Antofagasta y Talcahuano presentaron anomalías de -8 y -12 cm, respectivamente.

La información altimétrica de anomalía de nivel del mar (ANM) (Fig. 41b), coincidió con las estaciones de Arica y Caldera, mientras que las restantes estaciones presentaron valores inferiores a los datos altimétricos.

En la figura espacio-temporal de la ANM satelital (Fig. 42), se observó durante todo el mes anomalías negativas de nivel del mar en todo el país. Lo anterior, se podría deber a la presencia de una onda Kelvin fría. Esta disminución observada en los datos altimétricos fue coincidente con los valores detectados por las estaciones de monitoreo. Al comparar con el año anterior, este mes tuvo una menor altura que agosto de 2020.

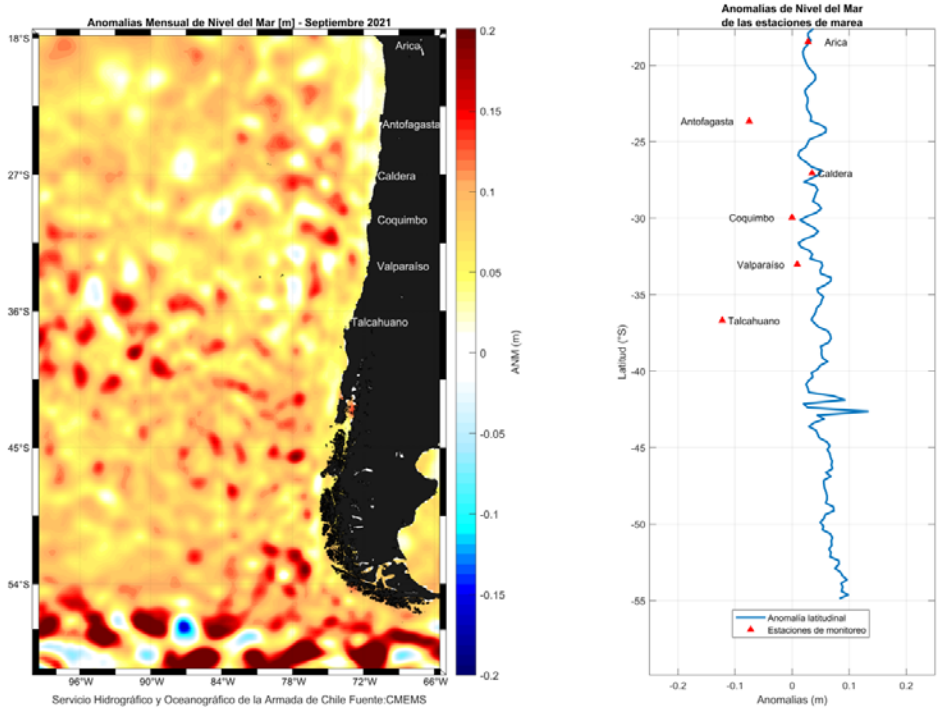


Fig. 41. a) Información satelital promedio mensual de la anomalía de nivel del mar para el mes de septiembre del año 2021, b) representación latitudinal de los valores de las anomalías del nivel del mar de las estaciones de monitoreo (▲) y el promedio latitudinal de los 4 pixeles más cercanos a la línea de costa de la anomalía satelital mensual (línea azul).

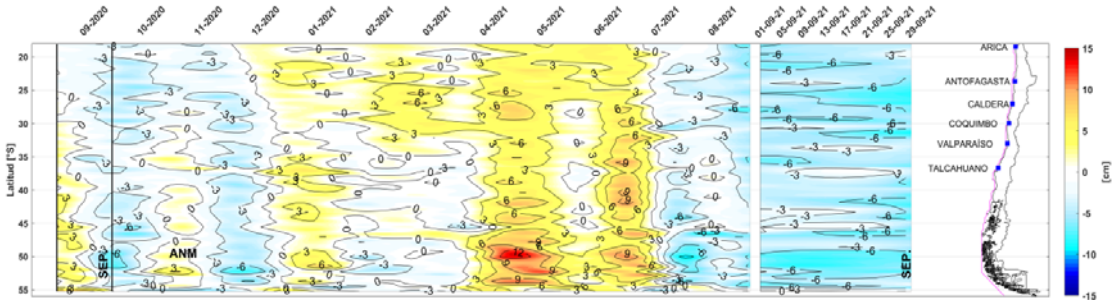


Fig. 42. Variabilidad espacio-temporal de la ANM satelital a lo largo de la costa chilena. A los datos satelitales se les extrajo la tendencia lineal y se utilizó un filtro Coseno Lanczos pasa baja de 90 pesos. La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal entre los primeros 30 km desde la costa aproximadamente.

Las anomalías de temperatura media durante septiembre (Fig. 43), tuvieron una tendencia bajo lo normal en la costa norte de Chile, destacando las ciudades de Arica y Antofagasta con valores de -1.0 °C. Misma situación se presentó en el territorio insular, donde Isla de Pascua alcanzó una anomalía negativa de 1.2 °C. En cambio, un comportamiento sobre lo normal se registró en el extremo sur de Chile, siendo las estaciones de Balmaceda y Punta Arenas las que alcanzaron el mayor valor de anomalía de 1.4 °C. Así mismo, Santiago evidenció 0.8 °C de valor y hacia el norte, Calama destacó por alcanzar 1.7 °C de anomalía positiva.

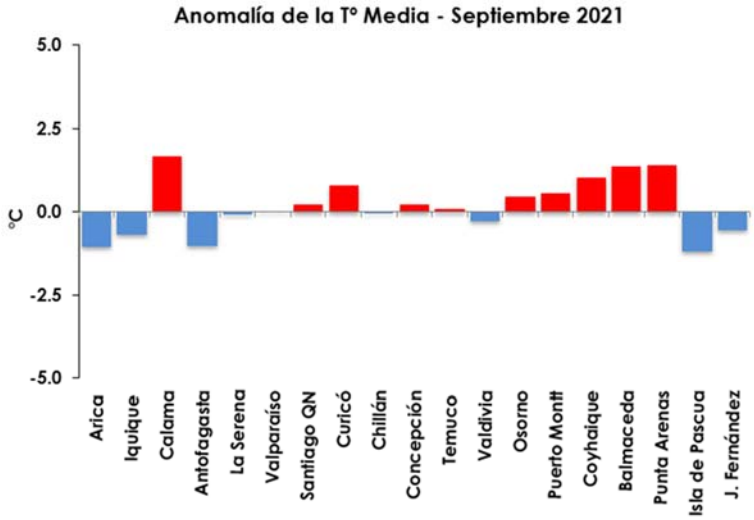


Fig. 43. Anomalía de temperatura media de septiembre de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

La Fig. 44, evidencia las anomalías de temperatura máxima para septiembre 2021. valores bajo lo normal en toda la costa norte de Chile con valores que fluctuaron entre -0.8 °C y -1.2 °C. La ciudad de Antofagasta alcanzó la mayor anomalía negativa. Por otra parte, temperaturas máximas con un comportamiento sobre lo normal, se evidenciaron en Santiago, también en el extremo sur de Chile e Isla de Pascua, siendo Punta Arenas la que presentó la mayor anomalía positiva con un valor de 1.4 °C. En el resto de las ciudades del centro y sur del país, el comportamiento de las temperaturas máximas se presentó dentro de los rangos normales.

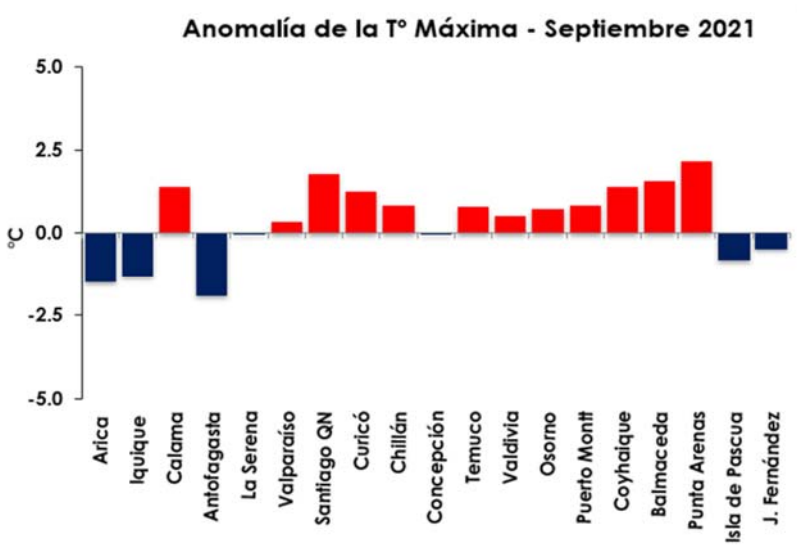


Fig. 44. Anomalía de temperatura máxima de agosto de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

La Fig. 45, muestra las anomalías de temperatura mínima durante septiembre de 2021. En ella se aprecia un comportamiento bajo lo normal en toda la costa norte del país, así también, en el centro y sur de Chile, donde

en ciudades como Santiago y Valdivia presentaron valores de anomalía negativa de 1.3 °C y 1.1 °C, respectivamente. De igual modo, el territorio insular registró bajos valores con respecto a su valor climatológico, destacando Isla de Pascua, con una disminución de la temperatura mínima de 1.5 °C. Por otra parte, anomalías positivas para la temperatura mínima se observaron en el extremo sur del país, siendo Balmaceda la que presentó el mayor aumento de 1.2 °C de valor. Mientras que, en el norte del país, Calama, alcanzó el mayor valor de anomalía con 2.0 °C.

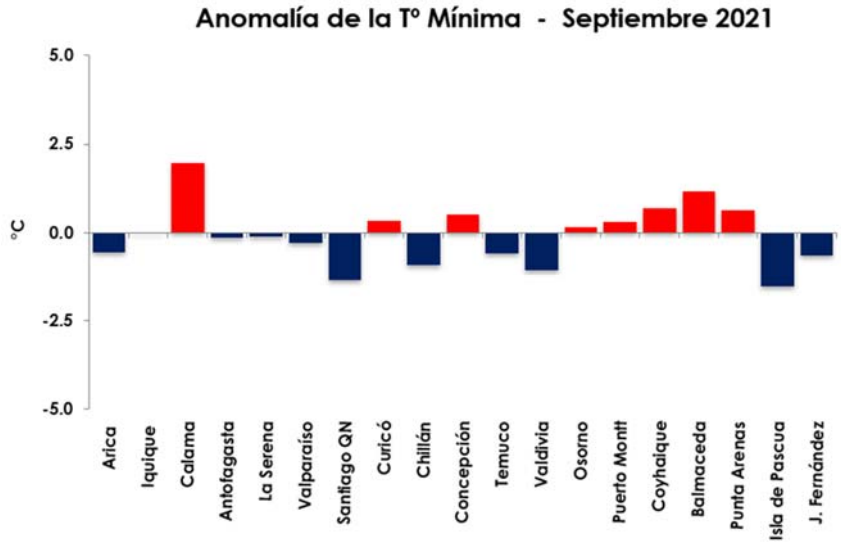


Fig. 45. Anomalía de temperatura mínima media de septiembre de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

La Fig. 46, muestra los valores de anomalía de la presión atmosférica durante agosto. En general, mostraron un comportamiento sobre lo normal en Iquique, La Serena y Santiago, siendo ésta última la estación que registró la anomalía positiva más importante con 2.4 u.e. En cambio, entre Concepción y Puerto Montt, se registraron condiciones medias bajo el valor climatológico, con anomalías que variaron entre los -0.5 u.e. y los -2.0 u.e.

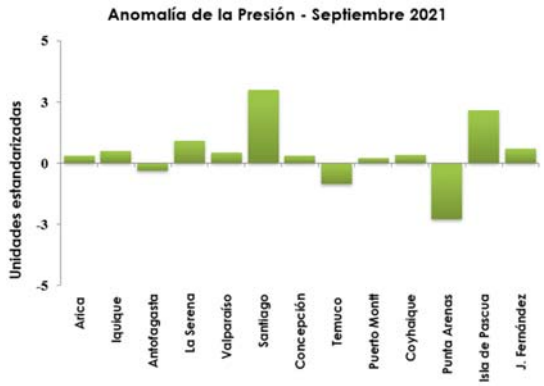


Fig. 46. Anomalía estandarizada de la presión a nivel medio del mar para agosto de 2021. Las barras verdes representan anomalías positivas y anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Las precipitaciones en agosto (Fig. 47), se caracterizaron por registrar montos bajo lo normal en casi todo el país. Sin embargo, a diferencia del mes anterior, el último mes del invierno dejó lluvias en toda la zona centro y sur de Chile. El mayor déficit se alcanzó en La Serena con un 93 %. Le siguen Valparaíso y Santiago con un 71 % y 60 %, respectivamente. Misma condición se registró en Curicó, dejando un 6 % de déficit. Entre la zona sur y austral del país, los montos de déficits fluctuaron entre 4 % y 22 %. En tanto, en el norte de Chile es normal que en esta época del año no se registren precipitaciones, por lo que normalmente se presentan déficits que llegan al 100%, sin embargo, en Arica durante agosto precipitaron 0.2 mm, registrándose una condición de superávit, debido a que lo climatológico es que precipite 0.1 mm. A diferencia de lo anterior, Osorno y Juan Fernández acumularon montos de precipitación de 154 mm y 158.7 mm, lo que les significó superávits de 1 % y 27 %, respectivamente.

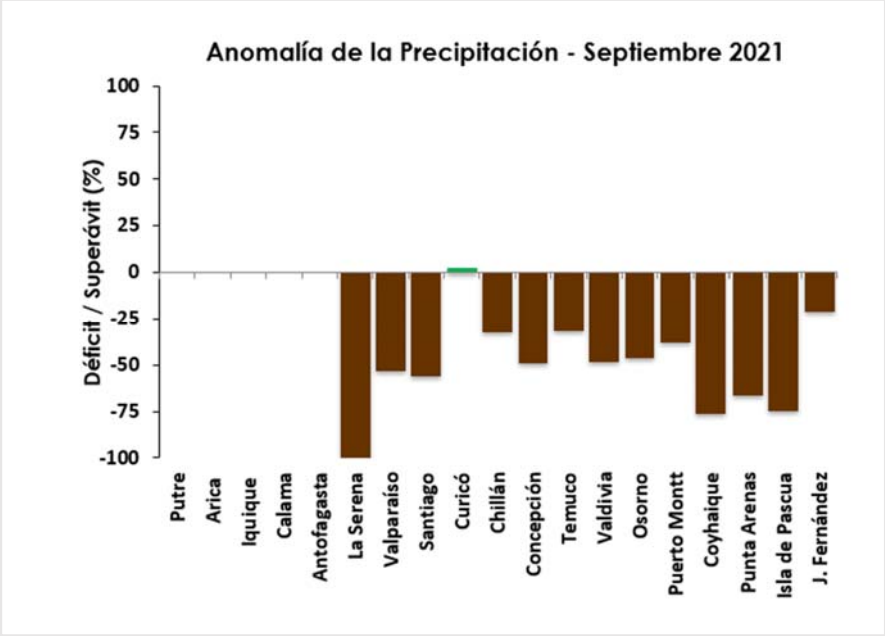
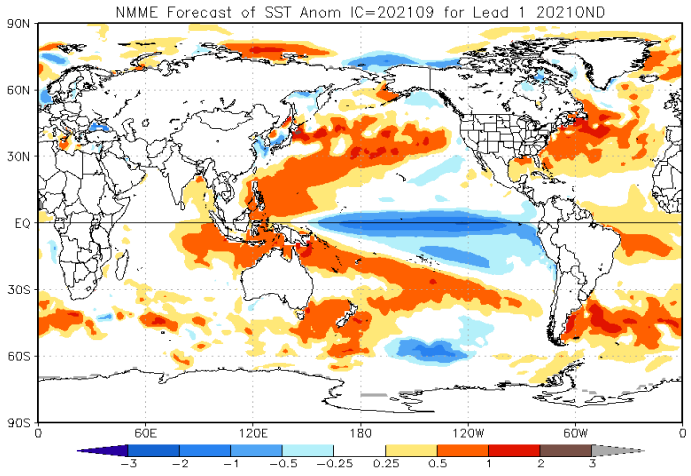


Fig. 47. Anomalía de la precipitación (%) para agosto de 2021. Las columnas de color café representan déficits y las columnas de color verde representan superávits de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

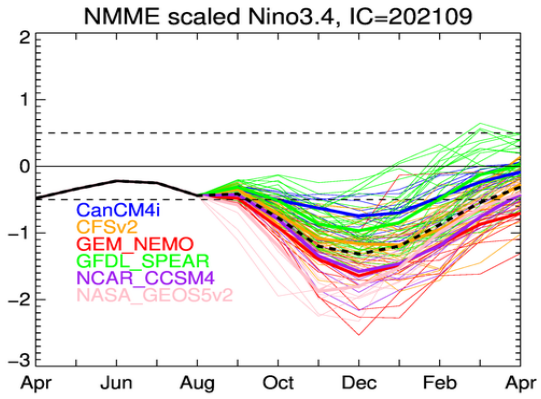
III Modelos

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 para octubre, noviembre y diciembre en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) condiciones frías; mientras que, en la región oriental (Niño 1+2) condiciones neutras (Figura 13)

a)



b)



c)

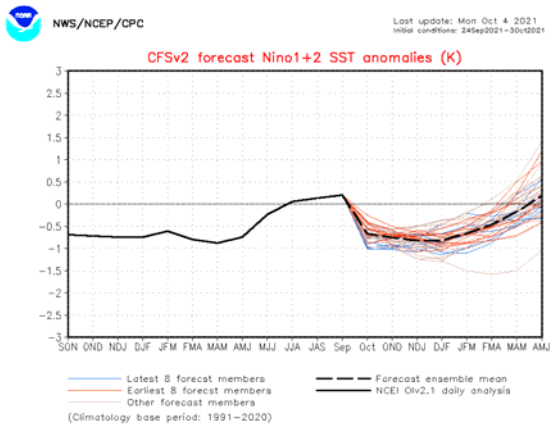


Fig. 48 Pronóstico de las anomalías de la TSM para el trimestre octubre, noviembre y diciembre 2021 a) mapa NMME, b) plumas de modelos del NMME para la región Niño 3.4, y c) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 1+2. Fuente: NMME, CFSv2

Por otra parte, el consenso de los pronosticadores emitido el 09 de septiembre de 2021 por el Climate Prediction Center/International Research Institute for Climate and Society (CPC/IRI), muestra La Niña emergiendo durante septiembre a noviembre y persistiendo durante el invierno y principios de la primavera, regresando a condiciones neutrales a fines de la primavera y principios del verano 2022. Se pronostica la transición de fase neutral de ENOS a una condición de La Niña en los próximos meses, con una probabilidad de prevalencia de 70% a 80% durante el invierno del hemisferio norte, Fig. 49.

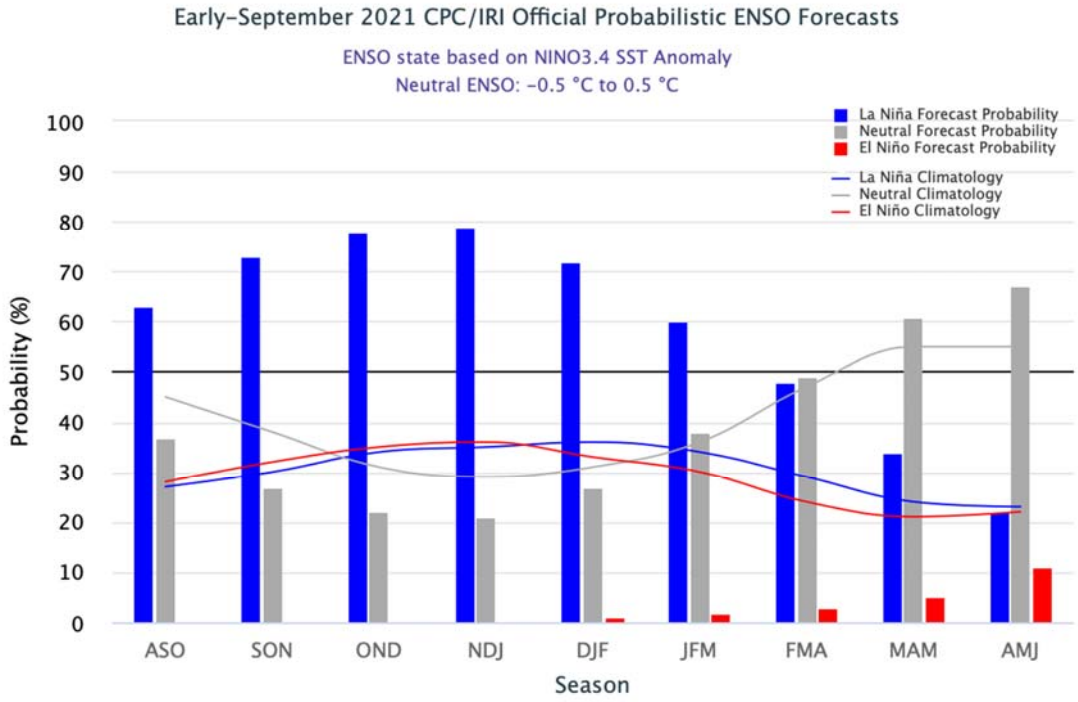


Fig. 49. Pronósticos probabilísticos de las condiciones ENOS actualizados el 09 de septiembre de 2021. Fuente: Research Institute for Climate and Society (IRI).

IV PERSPECTIVAS

Los modelos de agencias internacionales, prevén para el próximo trimestre el desarrollo de conficiones de un evento ENOS frío.

En la región del Pacífico ecuatorial Oriental (Niño 1+2) se mantendrán condiciones neutrales en octubre.

ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS

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
abr-21	27.5	*	18.8	17.1	17.1	16.8	15.4	15.6	13.7
may-21	27.8	*	19.5	17.2	16.6	15.9	14.8	15.0	14.1
jun-21	27.6	*	18.3	18.3	16.2	15.2	14.2	13.6	12.5
jul-21	27.7	23.5	18.7	17.4	15.8	14.8	13.7	13.1	12.1
ago-21	27.5	23.4	17.5	16.4	15.5	14.8	13.6	13.3	12.3
sep-21	27.2	24.2	17.3	15.5	15.1	14.7	13.5	14.0	12.5

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
abr-21	*	268.9	112	169.03	72.18	136.88	101.94	86.37	115.88
may-21	*	268.7	108	165.05	68.44	133.31	98.44	82.99	112.99
jun-21	*	269.4	110	166.77	71.25	135.55	101.77	84.66	114.56
jul-21	*	264.6	104	159.01	63.72	127.94	93.7	76.85	103.72
ago-21	*	260.4	97	156.44	62.19	126.02	92.46	76.79	109
sep-21	*	263.9	100	155.63	60.26	123.47	89.33	72.25	101.18

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).

	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)
03-abr-21	*	*	18.3	17.8	264.9	113.5	87.60	117.50
08-abr-21	*	*	18.2	17.4	263.9	112.0	84.60	113.30
13-abr-21	*	*	18.0	17.2	269.8	111.2	83.30	110.00
18-abr-21	*	*	18.3	17.0	271.0	110.1	88.10	121.70
23-abr-21	*	*	19.2	16.5	270.8	112.1	87.60	115.90
28-abr-21	*	*	19.4	16.8	273.0	112.7	86.90	116.90
03-may-21	*	*	19.4	16.6	268.6	113.5	88.50	121.50
08-may-21	*	*	19.7	16.5	267.3	112.0	86.00	113.50
13-may-21	*	*	20.1	17.1	267.0	111.2	85.40	114.70
18-may-21	*	*	19.6	17.3	264.7	110.1	87.00	121.40
23-may-21	*	*	19.7	17.7	271.7	112.1	76.40	104.80
28-may-21	*	*	20.0	17.9	272.3	112.7	76.80	103.50
02-jun-21	*	*	20.2	18.2	272.2	111.3	79.40	107.80
07-jun-21	*	*	19.7	18.5	271.6	119.9	85.10	115.00
12-jun-21	*	*	19.3	18.4	270.5	113.2	81.60	109.00
17-jun-21	*	*	19.3	18.6	269.9	110.7	89.70	118.30
22-jun-21	*	*	19.0	18.3	266.1	105.8	88.60	125.00
27-jun-21	*	*	18.8	18.0	267.1	102.1	81.20	109.90
02-jul-21	*	*	18.6	17.4	261.2	98.5	81.30	116.00
07-jul-21	*	*	19.0	17.5	259.4	97.5	76.70	110.00
12-jul-21	*	*	18.7	17.4	261.9	104.4	74.50	100.40
17-jul-21	*	*	18.8	17.6	267.0	105.5	71.40	95.10
22-jul-21	*	*	18.9	17.5	265.8	109.2	82.20	109.90
27-jul-21	*	*	18.9	17.4	269.8	108.0	74.80	102.10
01-ago-21	*	*	18.8	17.2	264.9	106.7	81.50	105.20
06-ago-21	*	*	18.1	17.2	256.3	99.2	80.10	110.60
11-ago-21	*	*	18.0	16.6	261.3	98.5	77.30	106.00
16-ago-21	*	*	17.9	16.4	258.1	94.1	77.70	118.40
21-ago-21	*	*	18.0	16.0	259.5	95.5	75.90	112.60
26-ago-21	*	*	18.0	15.9	263.8	93.3	71.40	101.20
31-ago-21	*	*	17.7	15.6	262.2	93.9	74.00	105.70
05-sep-21	*	*	18.3	15.6	262.7	102.2	68.00	102.60
10-sep-21	*	*	18.5	15.5	265.1	99.3	73.50	107.00
15-sep-21	*	*	17.8	15.5	264.9	94.6	71.40	100.70
20-sep-21	*	*	17.7	15.4	267.9	105.9	69.70	95.20
25-sep-21	*	*	17.8	15.3	263.2	102.1	73.20	98.10

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	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	shoa@shoa.cl
DMC - Dirección de Meteorología (Chile).	metapli@meteochile.cl

Cite este boletín como: Comité Regional ERFEN, 2021. BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 372. 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:	Oceanógrafa Leonor Vera San Martín

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 José Vicencio
	Investigador Meteorológico Diego Campos

EDICIÓN GENERAL REGIONAL
Leonor Vera San Martín
Instituto Oceanográfico de la Armada - ECUADOR

COORDINACIÓN EDICIÓN GENERAL REGIONAL
Méntor Villagómez
Secretario General de la CPPS
Marcelo Nilo Gatica
Director de Asuntos Científicos de la CPPS

ISBN: 978-9978-9985-1-9

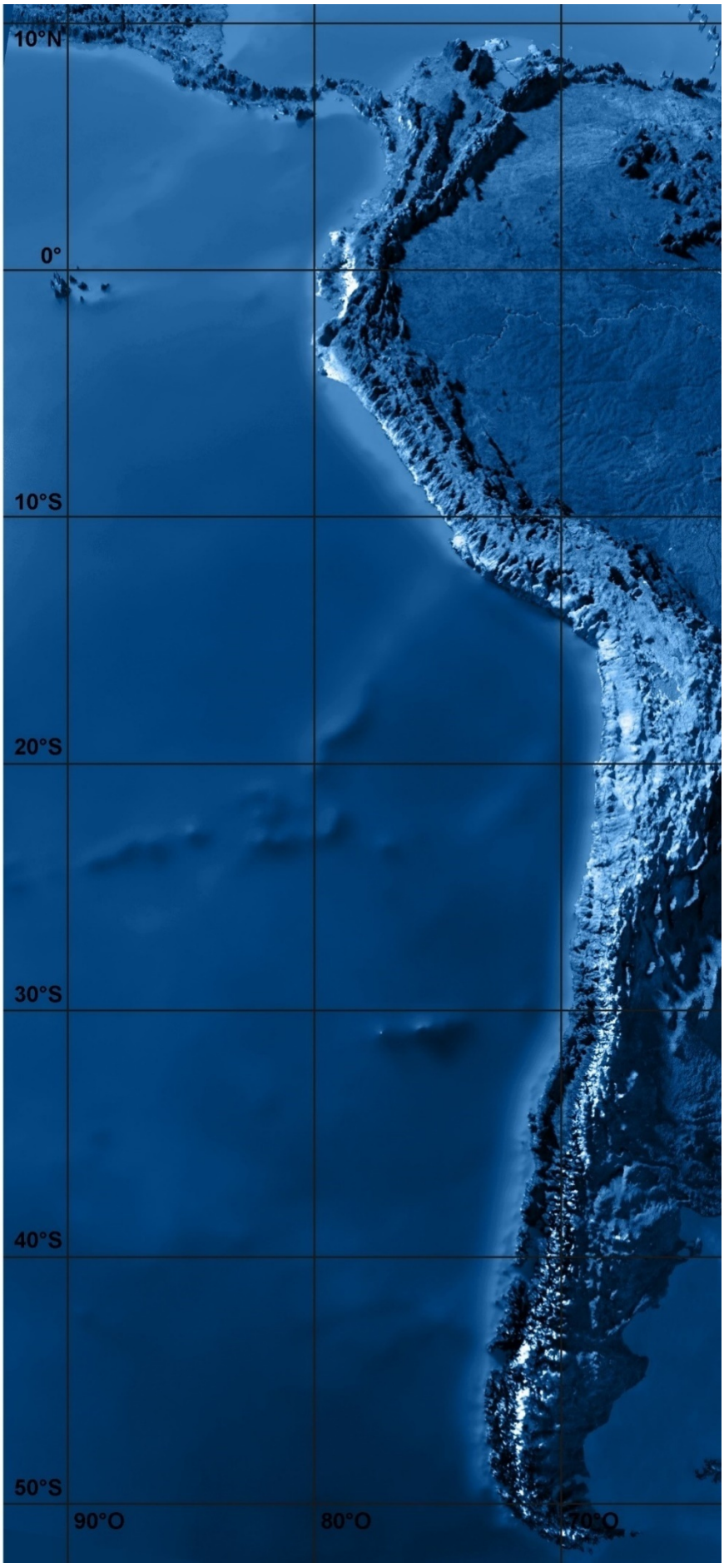
Editado en: INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DEL ECUADOR
Av. 25 de julio., Base Naval Sur. Guayaquil, Ecuador.
Teléfono: (593)-42481300,
Fax: (593)4-2485166
Casilla: 5940e

30 AÑOS

Boletín de Alerta Climático

BAC 373

OCTUBRE 2021



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

En el Pacífico Tropical los vientos estuvieron fortalecidos de acuerdo a lo esperado en esta época, se mantuvieron similares al mes anterior y los máximos valores (10 m/s) fueron observados al este de esta región. La Zona de Convergencia Intertropical se ubicó al norte de 5°N, donde se registraron precipitaciones superiores a 100 mm en el mes. Hacia el sur, en la zona ecuatorial, las precipitaciones fueron escasas o nulas en el océano; sin embargo en el continente las precipitaciones aumentaron en relación a septiembre.

La Temperatura Superficial del mar (TSM) mantuvo el patrón de distribución observado en meses anteriores, aunque en este mes la influencia del agua de menor temperatura del sur fue más notoria en el norte de Perú y hacia el oeste de la zona ecuatorial del Pacífico, donde las anomalías de TSM fueron negativas. Al contrario al norte del ecuador geográfico y junto a la costa, se mantuvieron anomalías positivas.

Los indicadores de El Niño/La Niña muestran valores que señalan el desarrollo de un evento La Niña. Por ejemplo, el índice oceánico ONI (-0.75 °C), en el último trimestre evaluado (agosto-octubre) se ubicó fuera del rango normal, pasando a la región de evento ENOS frío. Asimismo los índices de oscilación Sur convencional (IOS) y ecuatorial (IOS-ec) mantuvieron valores positivos (1 y 1.2 respectivamente). Finalmente, los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) del Pacífico ecuatorial central (175 – 120°O) indican fortalecimiento del viento que se asocia a la Niña.

En la capa subsuperficial del Pacífico ecuatorial se observaron dos escenarios, especialmente en los últimos días de octubre, uno con anomalías frías en la región oriental y parte de la central en los primeros 150 m de profundidad y otro de anomalías cálidas en la región occidental y parte de la central entre los 100 y 200 m.

Frente a la costa de los países de la región se reportó que la Temperatura del Aire (TA) en Ecuador y Chile prevalecieron valores por encima de lo normal y en Perú por debajo de lo normal. Se registraron precipitaciones mayores a 100 mm en Colombia y Ecuador y mayores a 10 mm en el sur de Chile, lo que ocasionó déficit en el norte y superávit hacia el sur de Chile; mientras que en el resto de las estaciones las condiciones fueron normales.

La TSM mostró valores por debajo de su normal en Perú y Chile y sobre su normal en Ecuador y la anomalía del nivel medio del mar tendió a valores negativos.

Los pronósticos estadísticos y probabilísticos de eventos ENOS indican el desarrollo de La Niña en el siguiente trimestre.

ABSTRACT

In the Tropical Pacific the winds were strengthened as expected at this time, they remained similar to the previous month and the maximum values (10 m / s) were observed east of this region. The Intertropical Convergence Zone was located north of 5°N, where precipitations of more than 100 mm were recorded in the month. Towards the south, in the equatorial zone, the precipitations were little or null in the ocean; however on the continent rainfall increased in relation to September.

The Sea Surface Temperature (SST) maintained the distribution pattern observed in previous months, although in this month the influence of the lower temperature water from the south was more noticeable in the north of Peru and towards the west of the equatorial zone of the Pacific. Where the TSM anomalies were negative. Contrary to the north of the geographic equator and along the coast, positive anomalies remained.

El Niño / La Niña indicators show values that indicate the development of a La Niña event. For example, the ONI oceanic index (-0.75 ° C), in the last evaluated quarter (August-October) was outside the normal range, moving to the cold ENSO event region. Likewise, the conventional South Oscillation (IOS) and equatorial (IOS-ec) indices maintained positive values (1 and 1.2 respectively). Finally, the Standardized Monthly Indices of the Zonal component of the trade winds (IZVA) of the central equatorial Pacific (175 - 120 ° W) indicate strengthening of the wind associated with La Niña.

In the subsurface layer of the equatorial Pacific, two scenarios were observed, especially in the last days of October, one with cold anomalies in the eastern region and part of the central one in the first 150 m depth and another with warm anomalies in the western region and part of the plant between 100 and 200 m.

Off the coast of the countries of the region, it was reported that the Air Temperature (TA) in Ecuador and Chile prevailed values above normal and in Peru below normal. Precipitations greater than 100 mm were registered in Colombia and Ecuador and greater than 10 mm in the south of Chile, which caused a deficit in the north and a surplus towards the south of Chile; while in the rest of the stations the conditions were normal.

The SST showed values below its normal in Peru and Chile and above its normal in Ecuador and the anomalies of the mean sea level tended to negative values.

The statistical and probabilistic forecasts of ENSO events indicate the development of La Niña in the following quarter.

I. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ATMOSFÉRICAS REGIONALES

A. CUENCA DEL PACÍFICO SUR

Se observó una variación de los vientos superficiales al oeste de la Cuenca del Pacífico Sur (CPS), tendiendo a disminuir. Al este los vientos se mantuvieron en condiciones semejantes a lo observado en septiembre. Los valores máximos, de 10 m/s se registraron entre 5 - 25°S y 110 y 85°O; mientras que los mínimos hacia el sur y oeste de la Fig. 1.

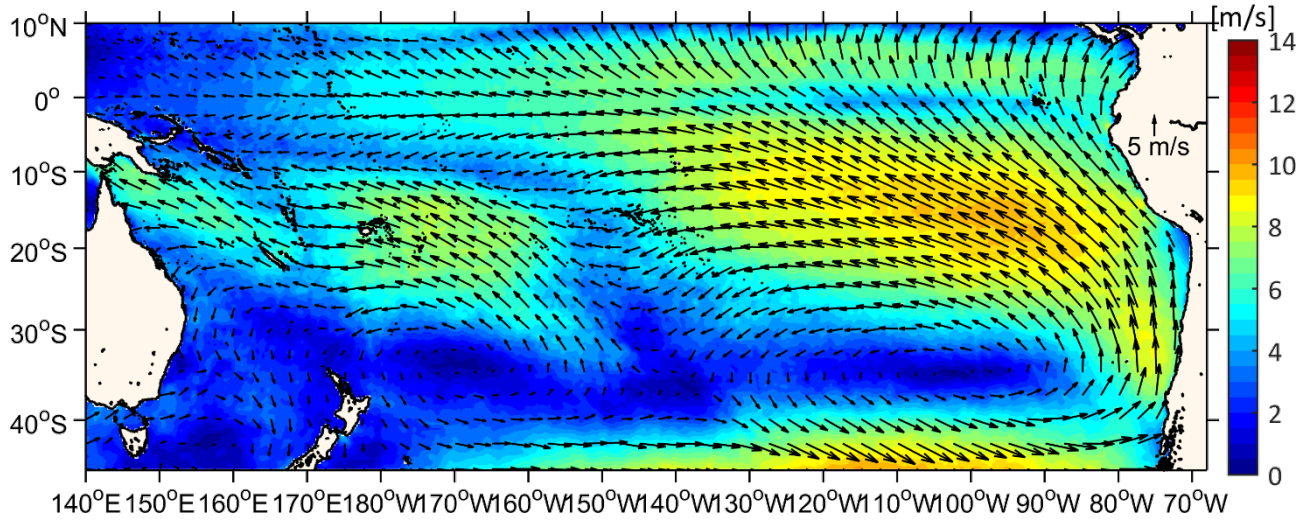


Fig. 1. Distribución de vientos superficiales. Fuente: Ifremer products ASCAT, satelital.

Las precipitaciones se acumularon al oeste de la CPS, donde llegaron hasta 300 mm. Tanto sobre Australia como en el continente americano, el acumulado fue igual o superior a 100 mm. En general las precipitaciones aumentaron en estas regiones; sin embargo en gran parte del este de la CPS las precipitaciones fueron nulas, Fig. 2.

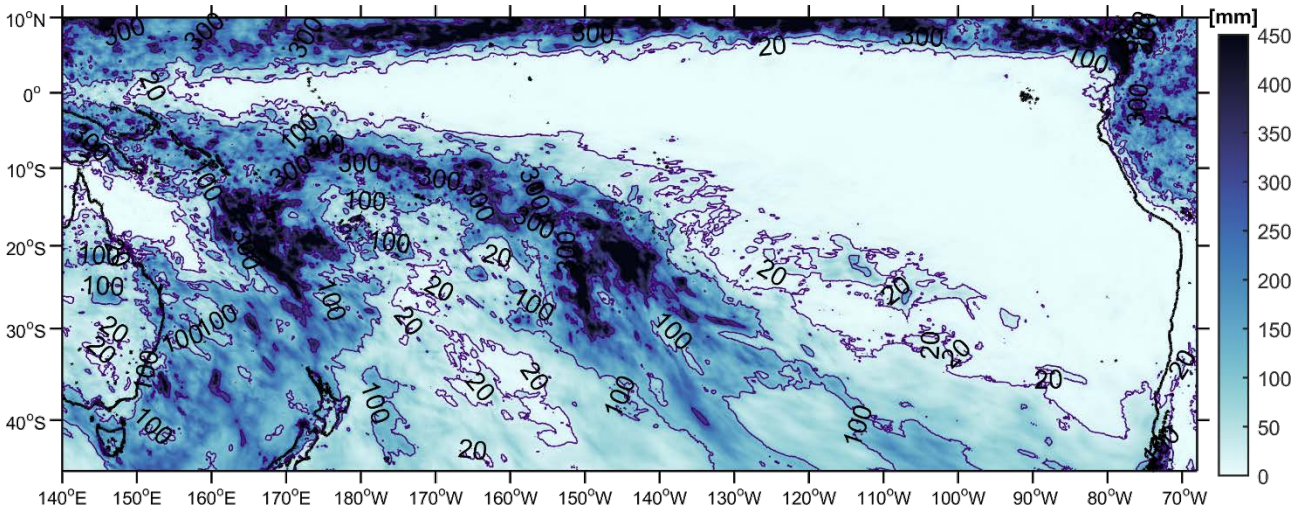


Fig. 2. Acumulado de precipitación mensual. Fuente: Imerg. Satelital.

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) mantuvo la distribución típica de la región, aumentó latitudinalmente de sur a norte. Al oeste se encuentra la temperatura máxima (30 °C). En el este se observa el afloramiento de la costa peruana y la lengua de agua fría en la región ecuatorial, Fig. 3.

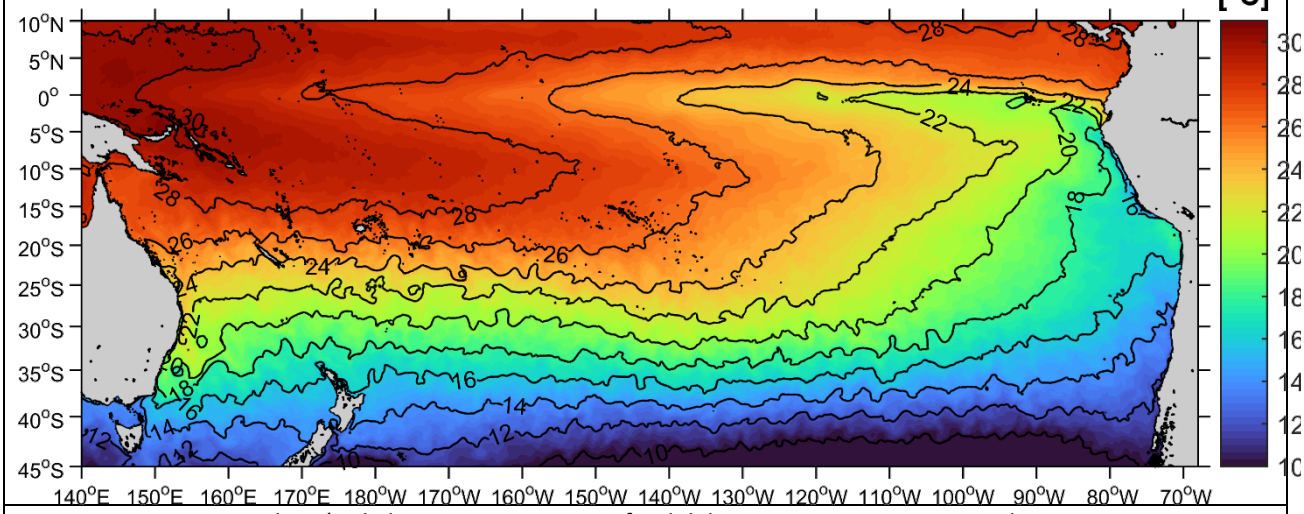


Fig. 3. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar. Fuente: CMEMS, producto OSTIA.

La salinidad fue máxima (36 ups) en la región central de la CPS (168°O - 100°O y 10°S - 25°S), zona que en la parte este, coincide con ausencia de precipitación. Al noreste (Fig. 4), frente a Colombia y norte de Ecuador, se observaron los valores mínimos (32 ups), asimismo al noroeste de la CPS, los valores fueron menores a 34 ups, esta región corresponde a la ZCIT. Otro sector con salinidad inferior a 34 ups, fue frente al sur de Chile, donde se registraron precipitaciones mayores a 200 mm.

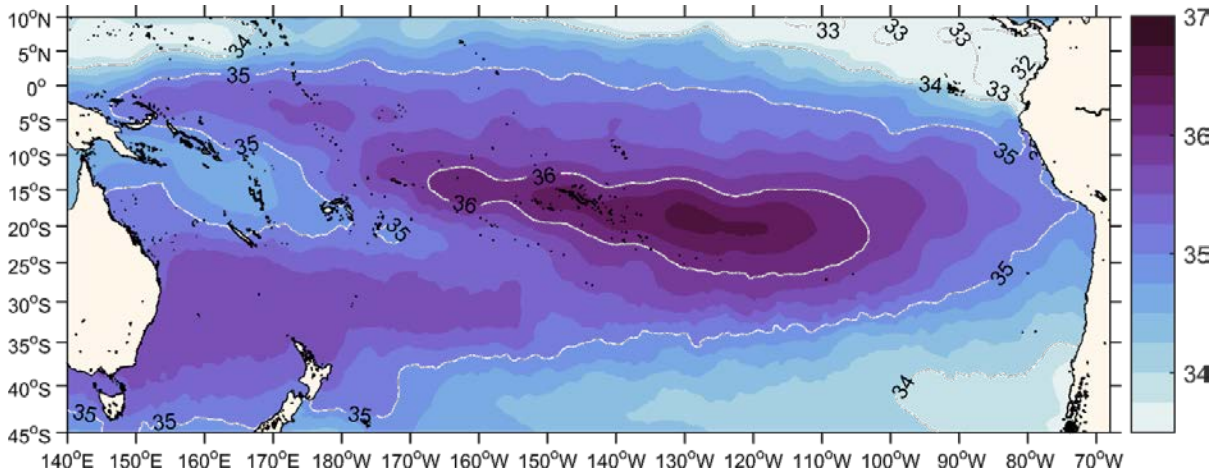


Fig. 4. Mapa de la Salinidad superficial del NM en la cuenca del Pacífico Sur. Fuente: datos: CMEMS. Gráfico: INOCAR.

B. PACÍFICO TROPICAL Y ECUATORIAL

En el Pacífico Tropical la anomalía de TSM fue positiva al oeste y noreste de la Fig. 5; mientras que frente a Perú, Chile y en la parte central fue negativa. En la región ecuatorial, fue negativa en el centro y oeste y positiva en la parte oriental, Fig. 5.

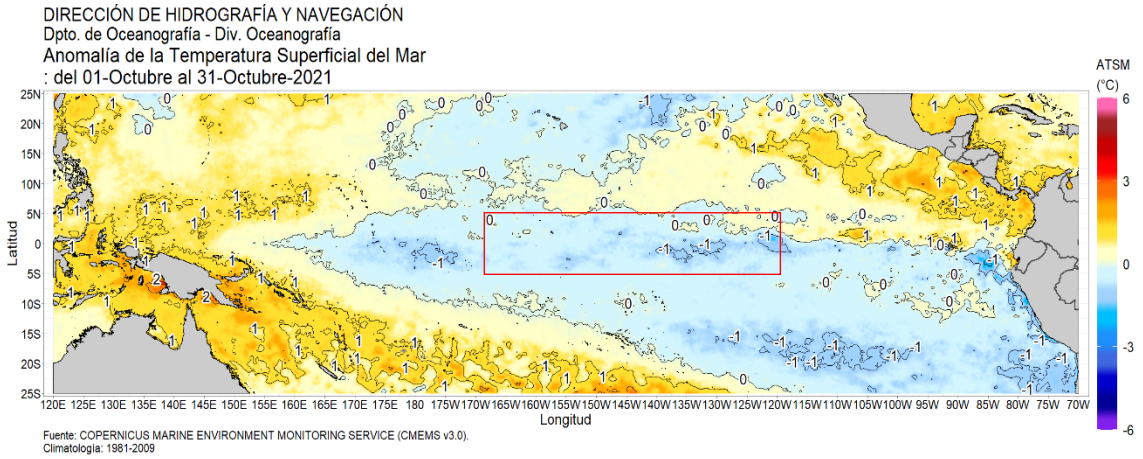


Fig. 5. Anomalía de la TSM promedio de octubre 2021 en el Pacífico ecuatorial. Fuente: datos: CMEMS V3.0. climatología del 1981-2009 Gráfico: DIHIDRONAV

En la capa subsuperficial del Pacífico ecuatorial se evidenciaron dos escenarios en paralelo. Una de condiciones frías, al este de 170°O y en los primeros 200 m de profundidad; que se propagó rápidamente hacia la región central - oriental, a través de la termoclina. El segundo escenario, al oeste de 180° entre 100 m y 200 m de profundidad, con un núcleo cálido que se propagó hacia la región central. Esta distribución de energía ha configurado también dos escenarios, en los últimos días de octubre, uno frío en la región oriental y parte de la central en los primeros 150 m de profundidad (0 m– 150 m), y otro cálido en la región occidental y parte central (100 m – 200 m), (Fig. 6).

El viento zonal en el Pacífico ecuatorial tendió a normalizarse en toda la región central y oriental; mientras que, la isoterma de 20°C ascendió hasta 50 m por encima de su profundidad normal, al este de 150°O y 100°O. La TSM disminuyó gradualmente al oeste de 180°, y se mantuvo ligeramente cálida al este de la línea de cambio de fecha (Fig. 7).

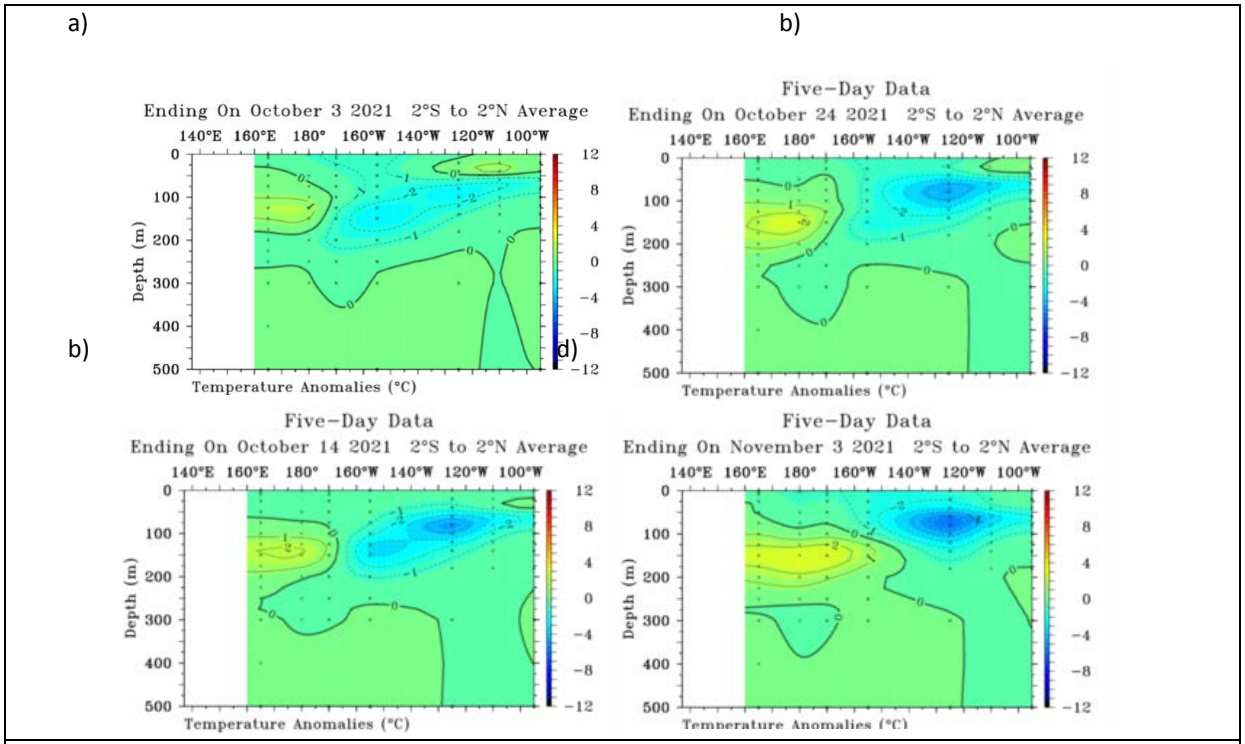


Fig. 6. Anomalía de la temperatura subsuperficial en el Pacífico ecuatorial (02°N-02°S) de 3, 14, 24 de octubre y 3 de noviembre de 2021. Fuente: TAO/NOAA.

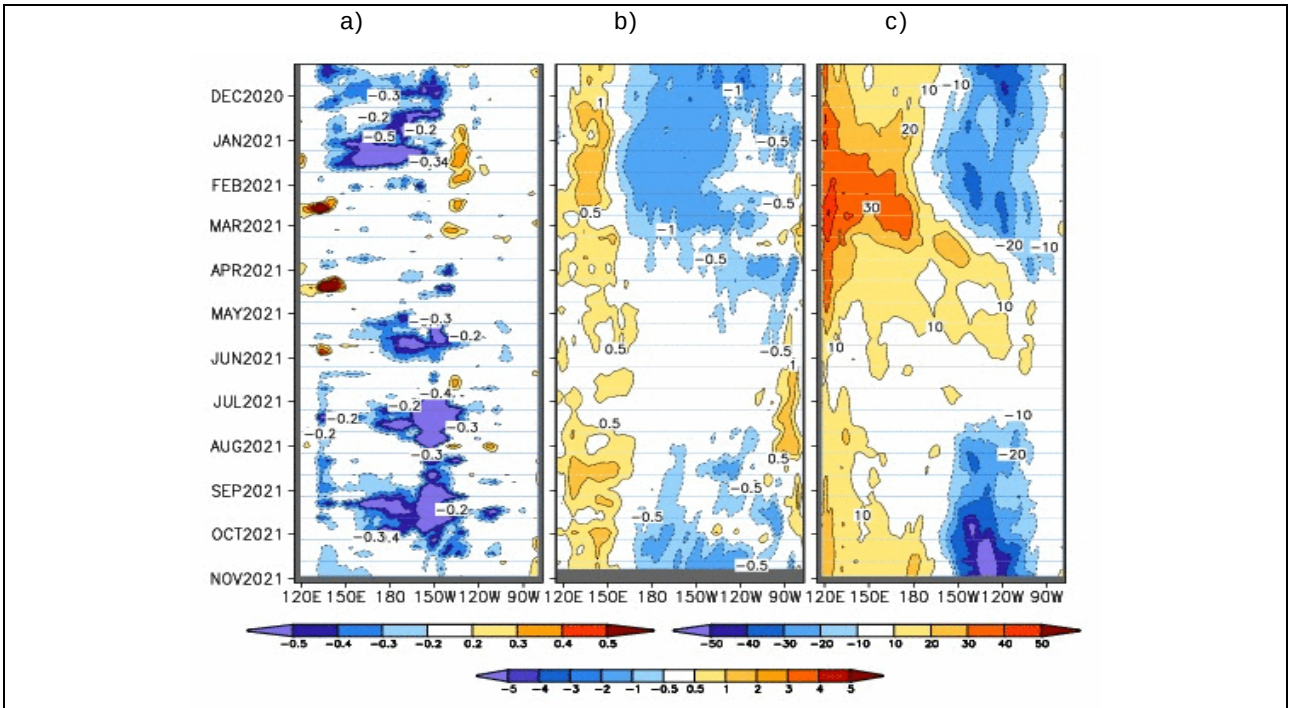


Fig. 7. Diagrama de Hovmöller de la a) anomalía del viento zonal, b) anomalía de la TSM y c) anomalía de la profundidad de las isoterma de 20°C. Promedio de 02°N-02°S entre noviembre 2020 y octubre 2021. Fuente: a) CMEMS V3.0. climatología del 1981-2009/b) GODAS. NCEP.CPS.NOAA y OISST.NOAA.

En las cuatro regiones Niño la anomalía de TSM fue negativa, en Niño 1+2 (Pacífico Ecuatorial Oriental) la anomalía de TSM cambió a negativa, después de algunos meses de mantenerse positiva, alcanzando un valor de -0.21 °C. En las otras regiones Niño (Pacífico Ecuatorial Central), la anomalía negativa se incrementó, en Niño 3, 4 y 3.4 los valores fueron de -0.53, -0.67 y -0.83 °C, Fig. 8.

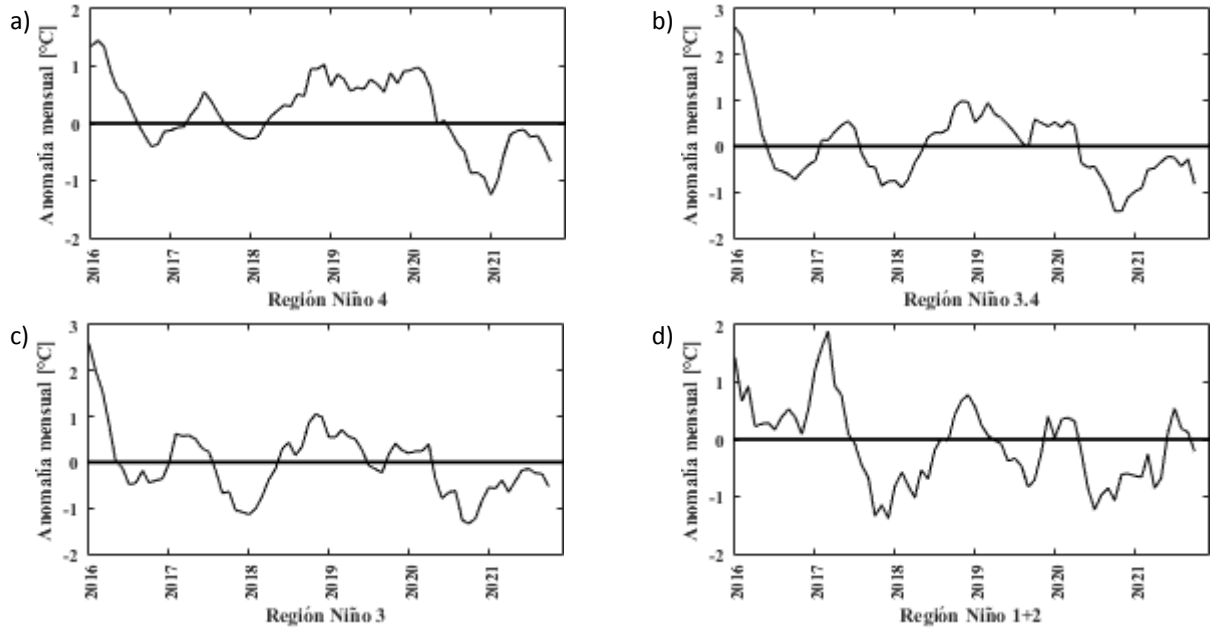


Fig. 8. Anomalías de TSM en las regiones Niño. Fuente: Información OISST v.2

El índice oceánico ONI en el trimestre agosto-septiembre-octubre salió del rango de neutralidad hacia la región de eventos ENOS de condición fría, siendo negativo de -0.7 °C. Por su parte, los índices SOI y SOI-ec (1 y 1.2), se mantienen en valores positivos cercanos a las observadas durante La Niña, Fig. 9b.

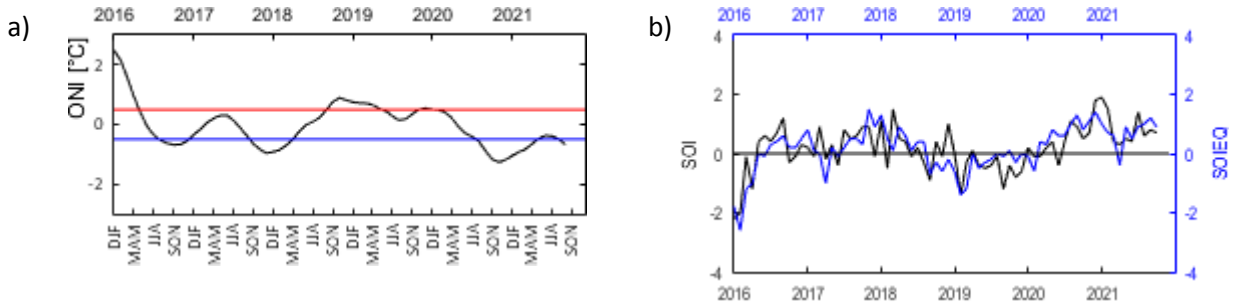


Fig.9. Índices de seguimiento de ENOS. Índice ONI (izquierda). SOI tradicional, línea negra y SOI ecuatorial, línea azul (derecha). Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) del Pacífico ecuatorial central (175 – 120°O) disminuyeron en magnitud, pero se mantuvieron positivos, lo que indica que persiste su fortalecimiento en la región oceánica del Pacífico ecuatorial, Fig. 10.

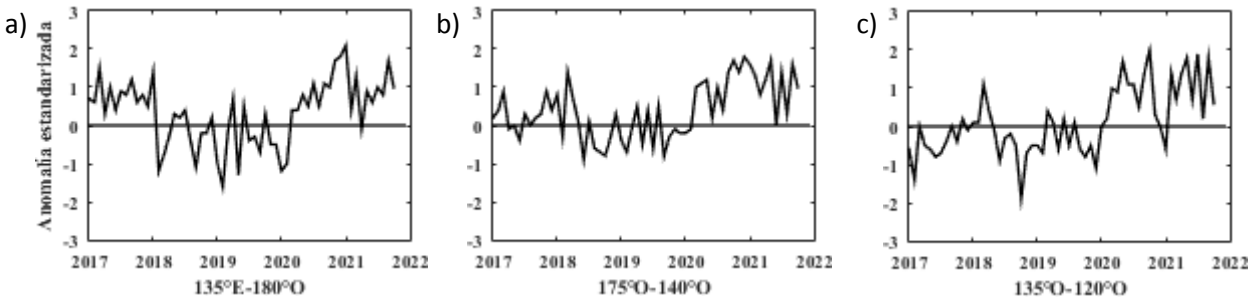


Fig. 10. Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios. Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

C. PACÍFICO SURORIENTAL

Estaciones meteorológicas distribuidas en zonas costeras y continentales desde Colombia a Chile indicaron que la Temperatura del Aire (TA) en Ecuador estuvo por encima de lo normal, en Perú por debajo de lo normal y en Chile, aunque predominaron anomalías positivas, se observaron valores negativos repartidos en todo el territorio, Fig. 11. Se registraron precipitaciones (> 100 mm) en las costas de Ecuador y Colombia y (> a 10 mm) desde Curicó-Chile hacia el sur. En Perú y en el norte y centro de Chile las precipitaciones fueron escasas o nulas. Estas condiciones marcaron déficit de lluvias en las estaciones del norte de Chile, desde Arica hasta Santiago y superávit desde Temuco hacia el sur. En el resto de las estaciones las condiciones fueron normales. Fig. 12.

La TSM, en las estaciones de Ecuador, presentó predominio de anomalías positivas tanto en el análisis de promedios de cinco días, Fig. 13, como en el promedio mensual, Fig. 14. En las estaciones de Perú y Chile prevalecieron anomalías negativas.

En el promedio de cinco días del NM se observó alta variabilidad, con anomalías positivas y negativas que superaron los +/- 10 cm, Fig. 15. Sin embargo en el promedio mensual las anomalías negativas fueron la mayoría. En Baltra, Santa Cruz y Caldera se observaron anomalías positivas mayores a 4 cm, Fig. 16.

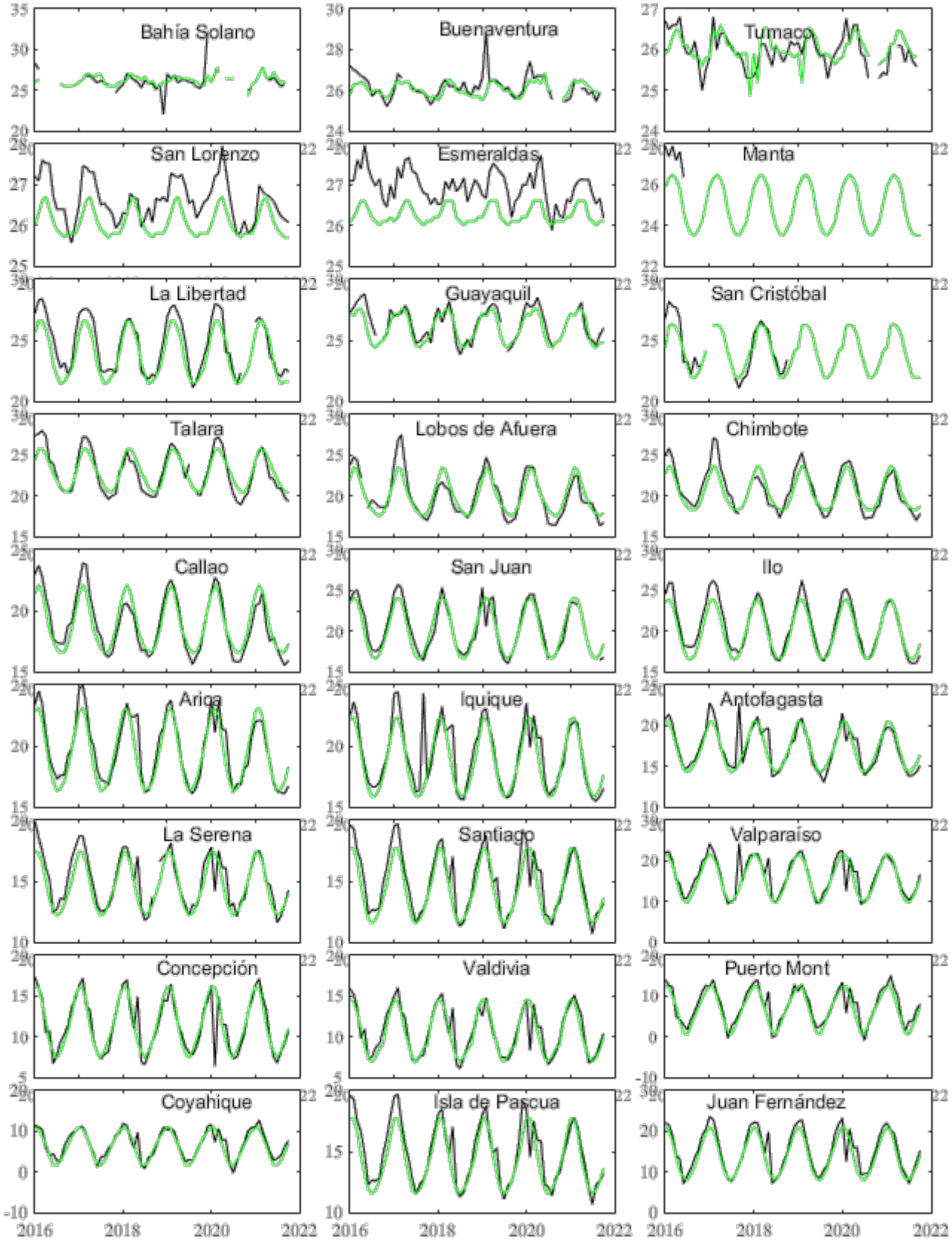


Fig. 11. Medias mensuales de TSA (°C) en localidades de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN).

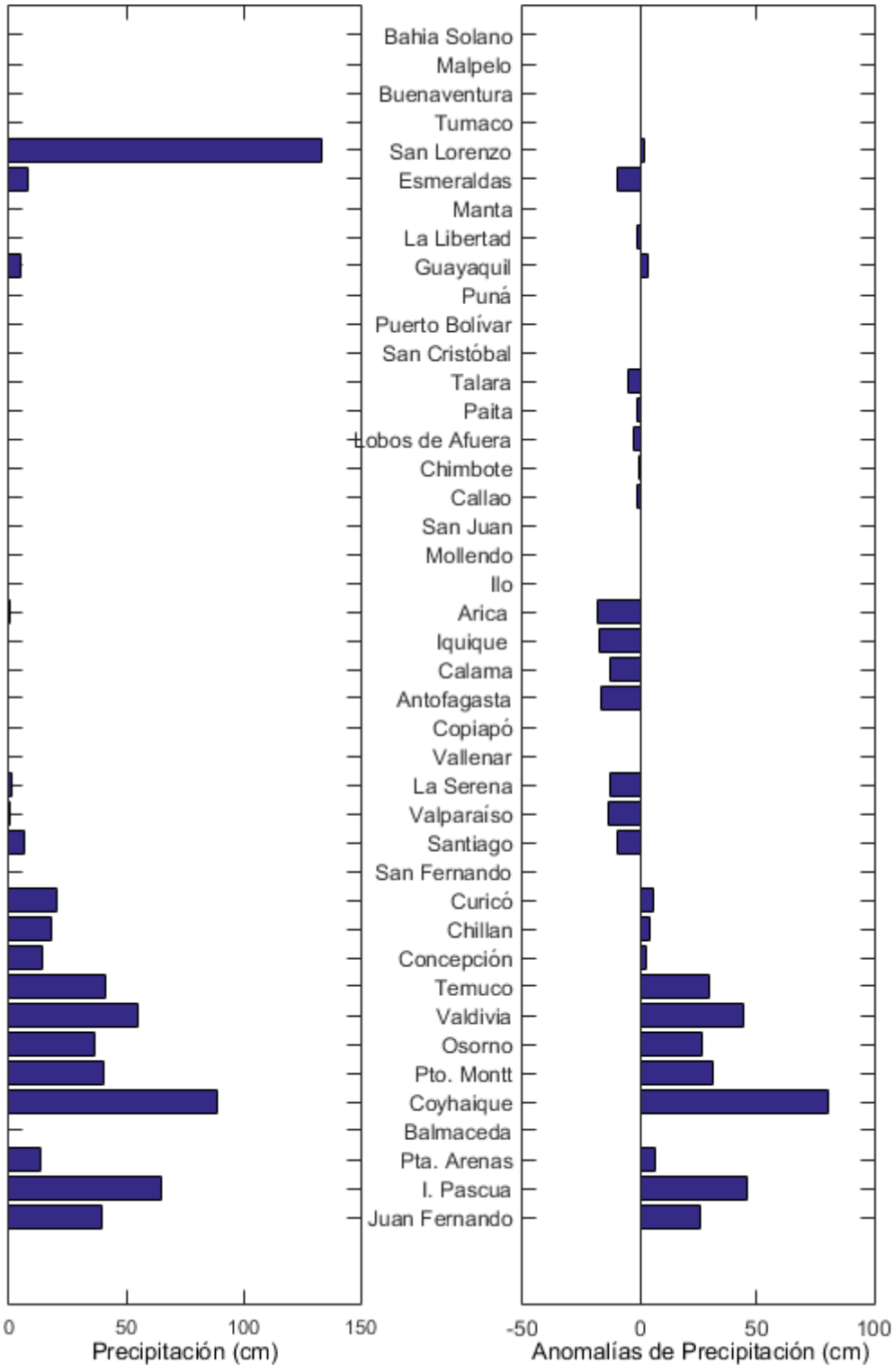


Fig. 12. Precipitación y anomalías de la precipitación en ciudades de los países que conforman el Comité ERFEN-regional.

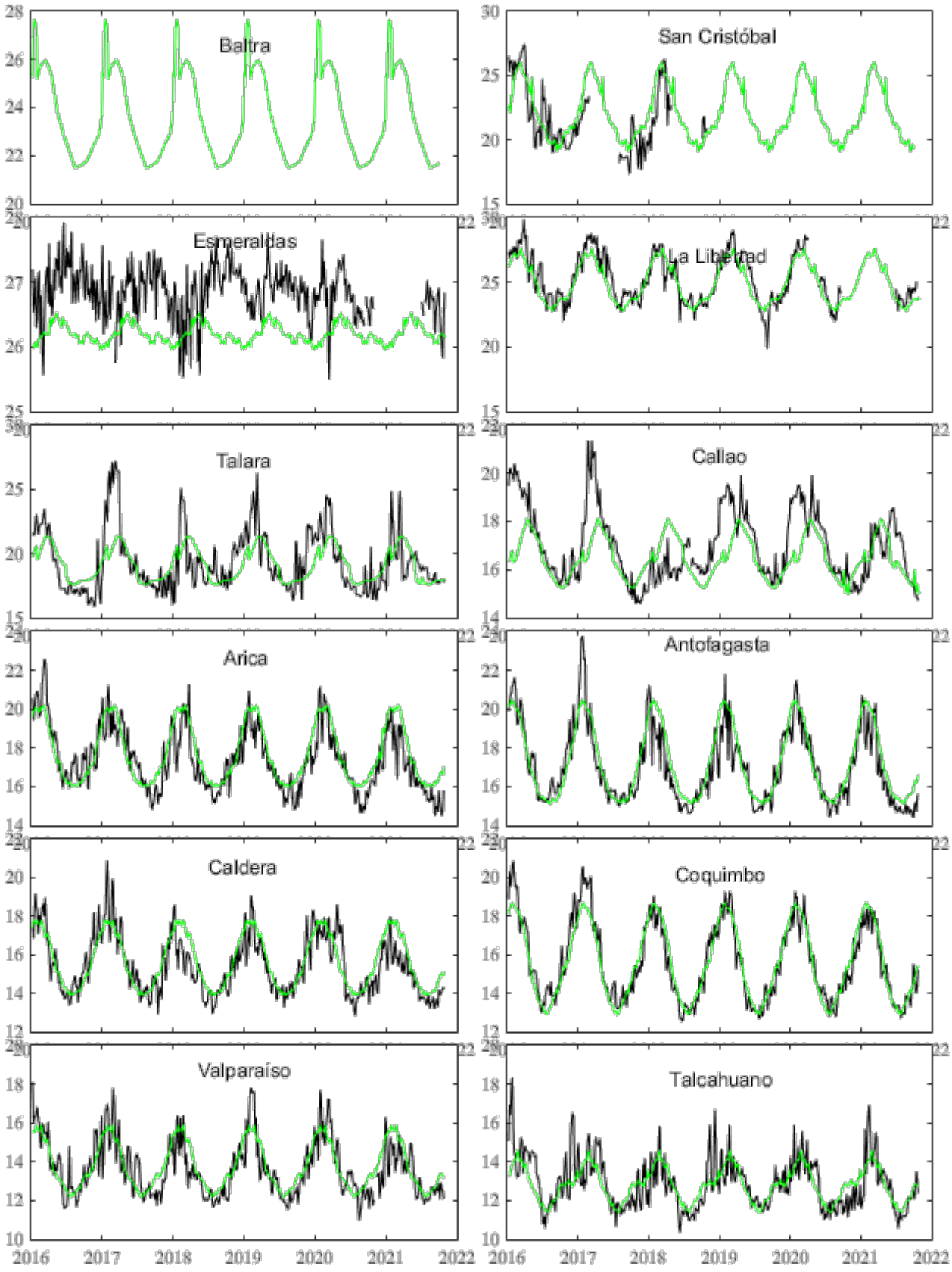


Fig. 13. Medias de cinco días (quinarios) de TSM (°C) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile desde 2016. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la carátula. (Fuente: INOCAR – INAMHI – DHN - SHOA).

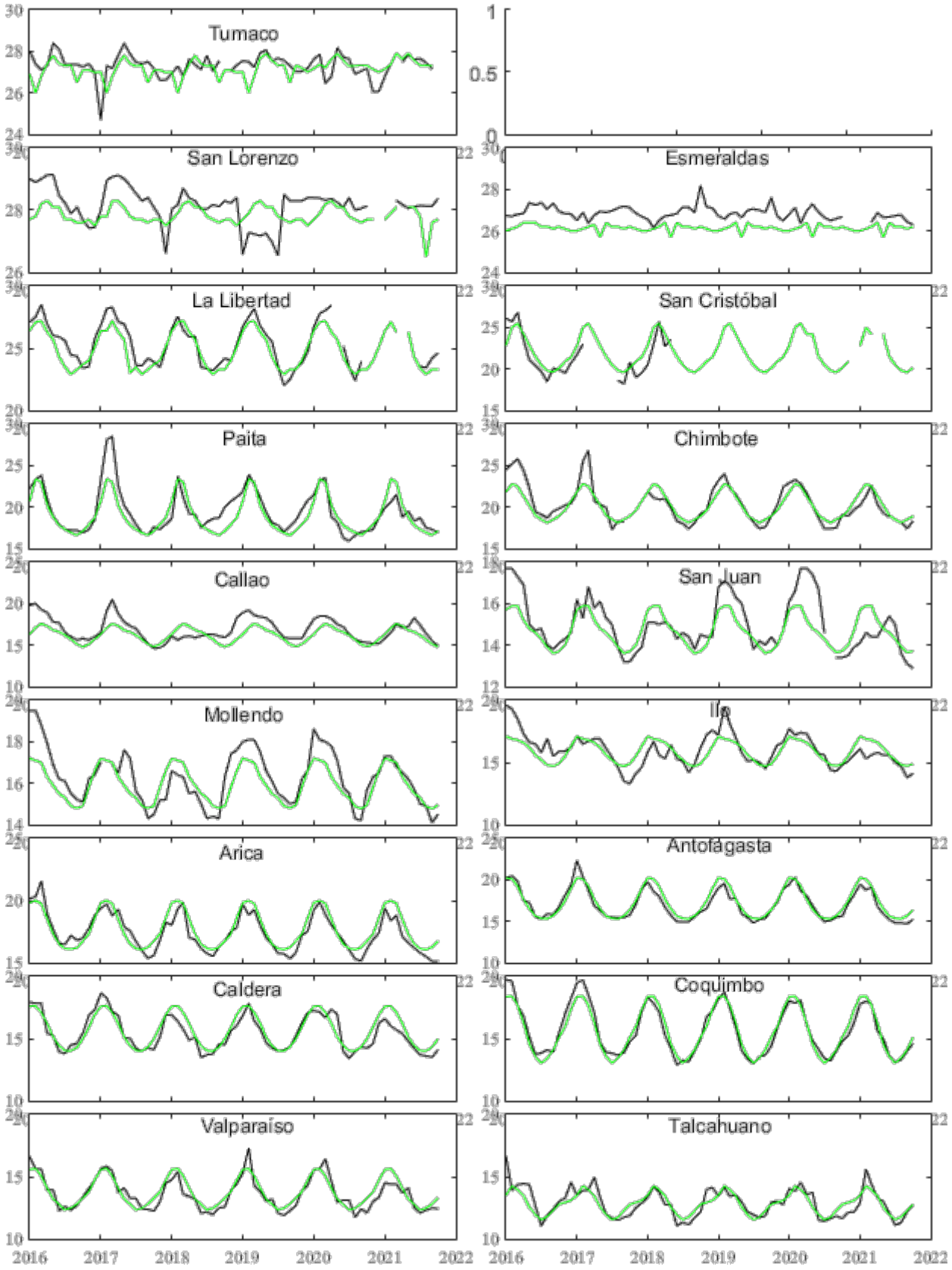


Fig. 14. Medias mensuales de TSM (° C) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo de la climatología es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR, DHN, SHOA).

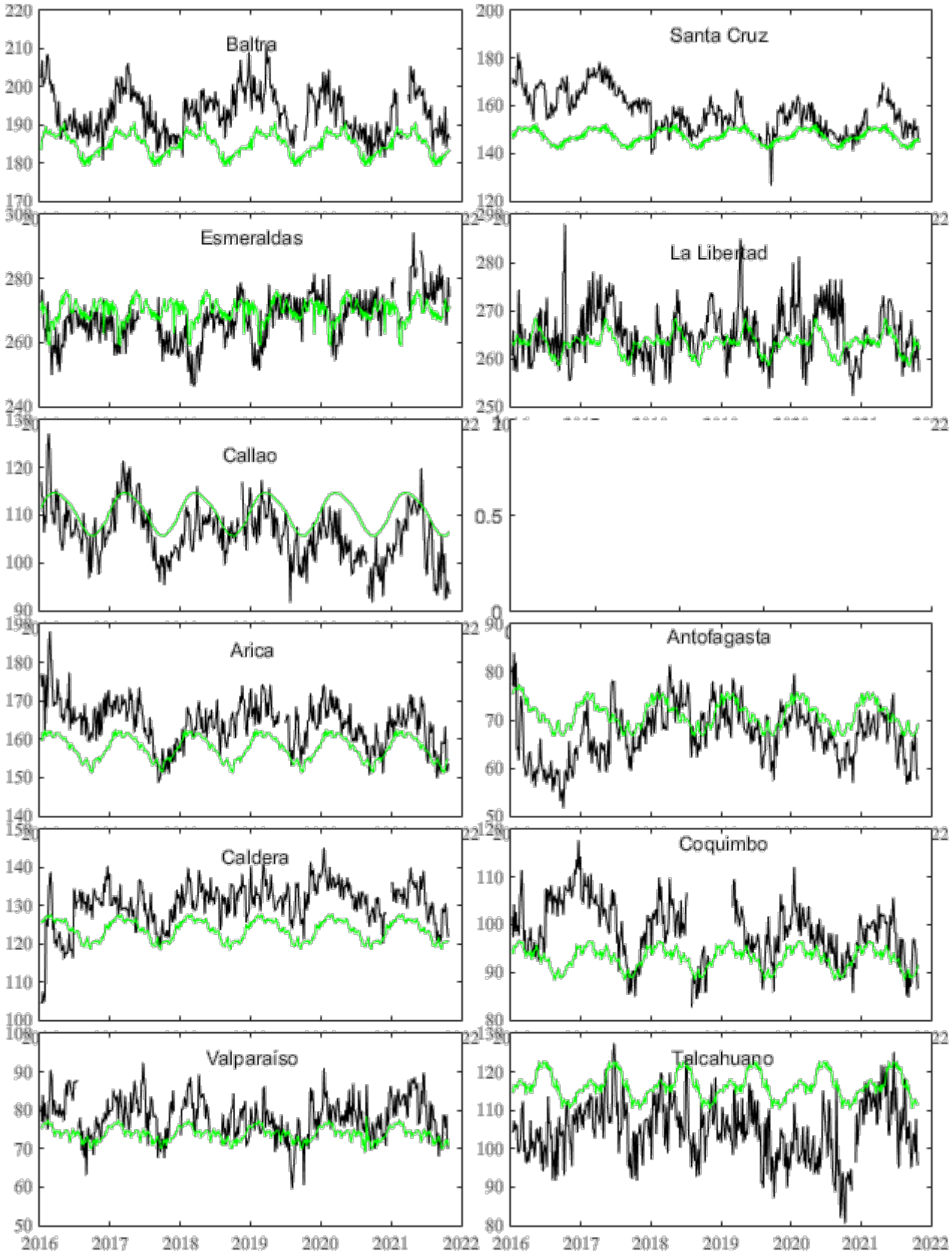


Fig. 15. Medias de cinco días (quinarios) del NMM (cm) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. (Fuentes: INOCAR-DHN - SHOA).

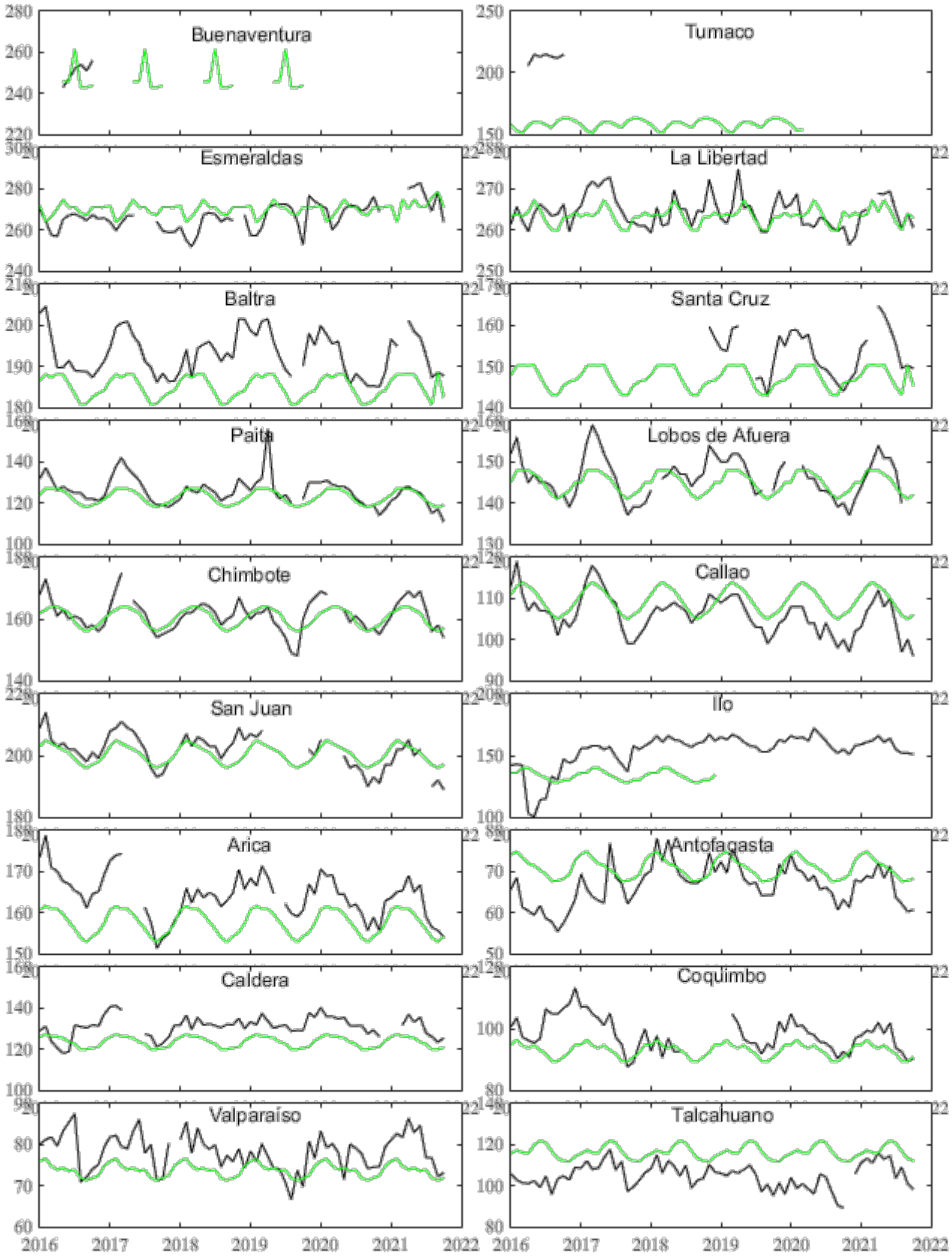


Fig. 16. Medias mensuales de NMM (cm) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN.

II. CONDICIONES NACIONALES

A. ECUADOR

Los vientos superficiales se han mantenido similares a lo observado en septiembre, tanto en magnitud como en dirección. El promedio del viento es de 5 m/s, con los menores valores (4 m/s) al norte y oeste de Galápagos y los mayores (7 m/s) al noroeste y sureste (Fig. 17). La dirección predominante es sur-suroeste, con variaciones hacia el noreste frente a la costa continental.

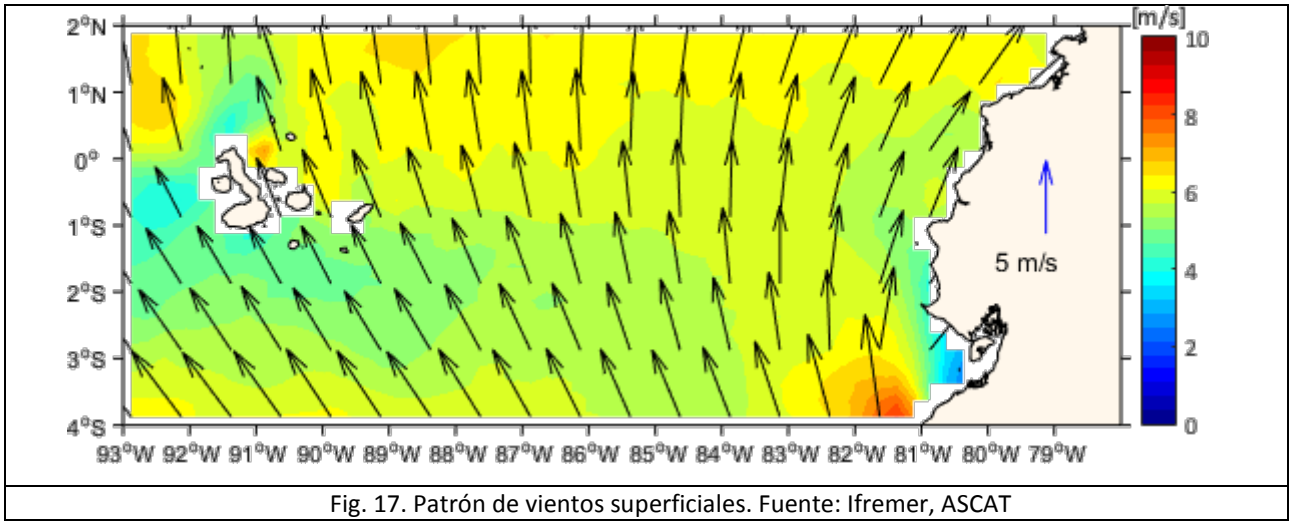


Fig. 17. Patrón de vientos superficiales. Fuente: Ifremer, ASCAT

Entre la costa continental y Galápagos las precipitaciones fueron escasas, el acumulado máximo (20 mm) se registró frente a la costa continental. Al norte del perfil costero ecuatoriano, las lluvias se mantuvieron mayores a 20 mm, similares al mes anterior y hacia el interior, en la región Andina, aumentaron, alcanzando los 100 y 200 mm, Fig. 18.

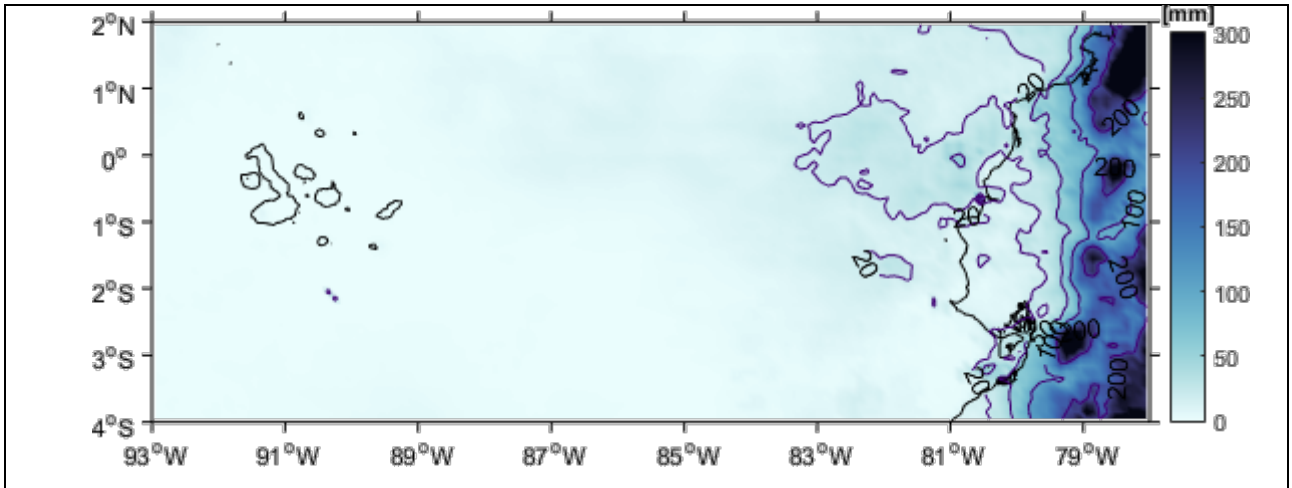


Fig. 18. Acumulado mensual de precipitación. Fuente: ASCAT, satelital.

La distribución de la TSM muestra un Frente Ecuatorial (FE) mejor definido que el mes anterior, las isotermas que lo forman están más cercanas y orientadas en sentido sureste-noreste, desde la Puntilla de Santa Elena hasta el norte de Galápagos. Al sur (~1°S) está limitada por la isoterma de 21 °C (~1°S) y al norte (~1°N) por la de 25 °C. Al comparar la TSM con el mes anterior, se observa que al sur del FE la TSM disminuyó, notándose en el patrón de temperatura la intensificación del afloramiento al oeste de

Galápagos, Fig. 19a. Este comportamiento influyó en la presencia de anomalías positivas de 1 °C localizadas al sur de 1.5°S frente a la costa continental y al este y norte de las Galápagos. Al sur de 2°S y entre 85 y 87°O se concentró una anomalía negativa de hasta 2 °C. En el resto de la región predominaron condiciones cercanas a la neutralidad, Fig. 19b. En la Fig. 19c, se observa la distribución de salinidad superficial, siendo el noreste la de menor valor, y que corresponde a la masa de Agua Tropical Superficial (ATS) de baja salinidad (< 33 ups) y mayor temperatura (> 24 °C). Hacia el suroeste la salinidad aumenta hasta valores mayores de 34 ups a la par que la temperatura disminuye, relacionado con el Agua Ecuatorial Superficial (AES).

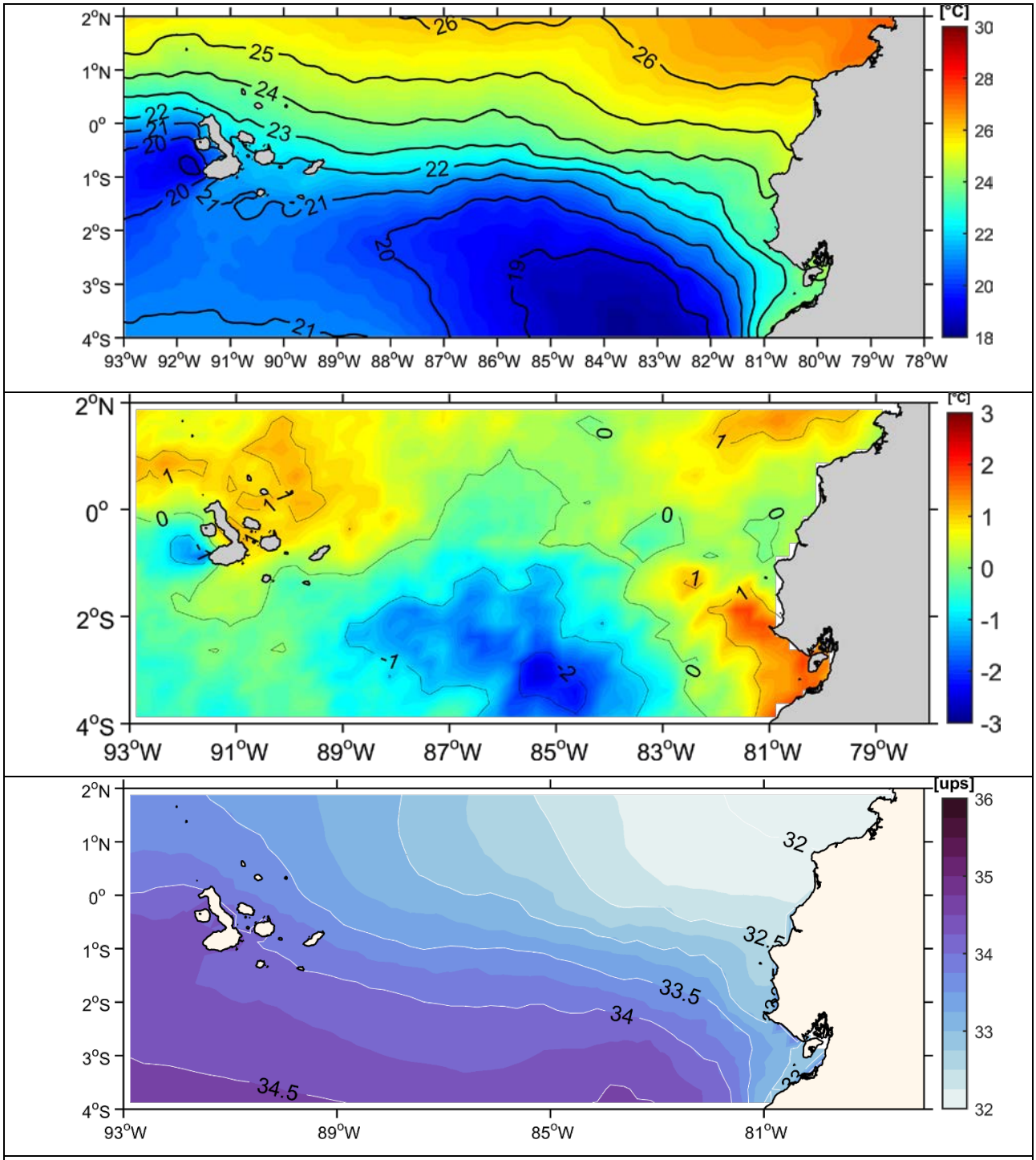


Fig. 19. a) Temperatura Superficial del Mar y (b) Anomalía de la TSM en el mar ecuatoriano y c) Distribución de la salinidad superficial en territorio marítimo ecuatoriano. Fuente: Base de datos Copernicus-Ostia.

Los perfiles verticales de temperatura y salinidad, Fig. 20, en la capa de 30 m, indican que la influencia de la ATS llega hasta aproximadamente 30 m de profundidad y su influencia disminuye hacia el oeste, observándose hasta 0.5°S en 82°O y hasta 0.5°N en 86°O. Al sur la salinidad aumenta y la temperatura disminuye. Debajo de los 30 m, se observa homogeneidad en la columna de agua.

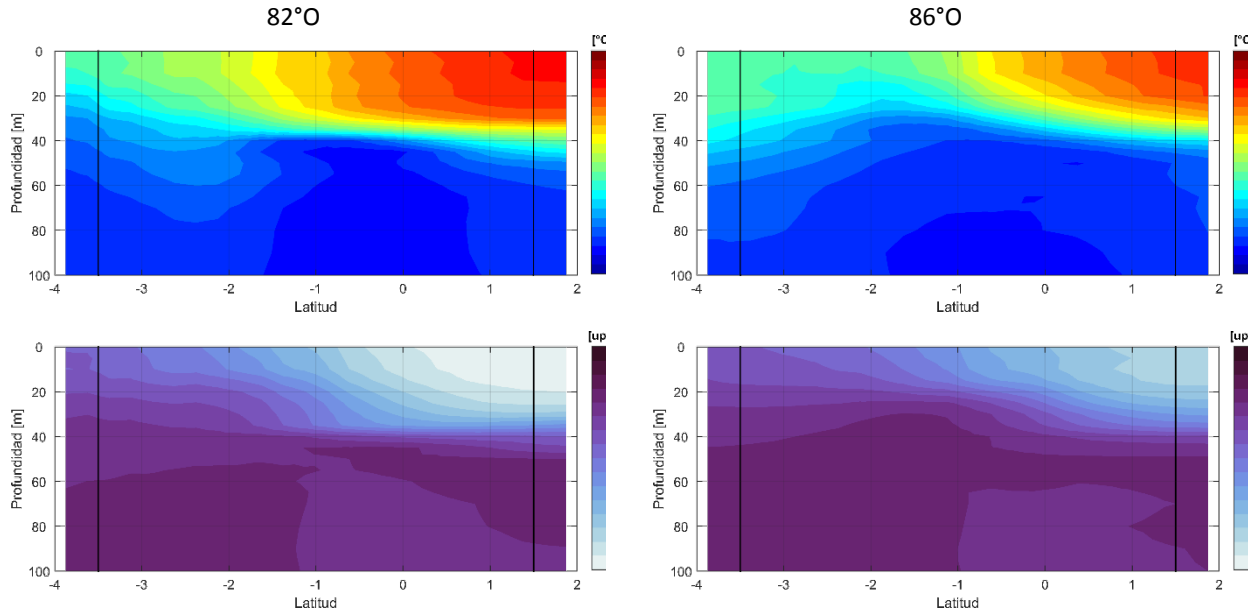


Fig. 20. Secciones en profundidad entre 4°N y 6°S: En 82°O, a) Temperatura y b) Salnidad. En 86°O (c) Temperatura

En la estación 10 millas La Libertad (2.083°S y 81.089°O), la TSM del mes fue de 23.6 °C, siendo ligeramente inferior a la de septiembre (24.0 °C). La capa de mezcla se mantiene con una profundidad media de 11 m, Fig. 21.

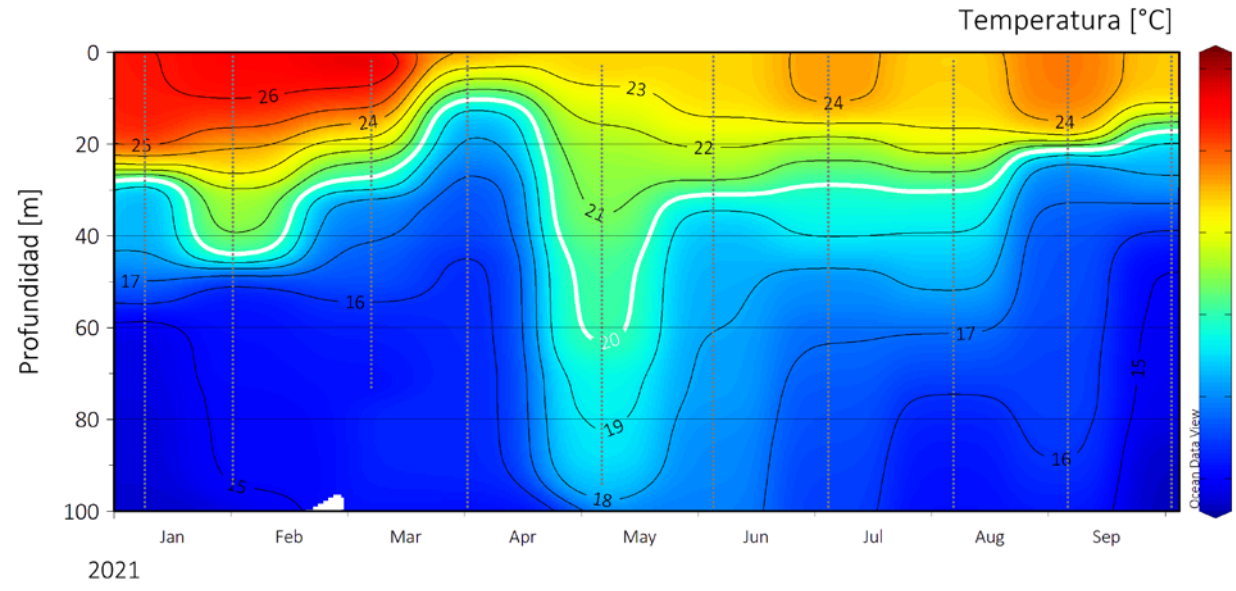


Fig. 21. Sección temporal de la estación 10 millas La Libertad (2.083°S y 81.089°O). Fuente: INOCAR. Elaborado por INOCAR.

En la Fig. 22 la estación más al norte, Esmeraldas, se encuentra a la derecha y la del sur, Puerto Bolívar, a la izquierda. En Esmeraldas la ATS predomina con un 80 % de presencia hasta los 20 m de profundidad; en las estaciones del centro Manta y La Libertad, el porcentaje disminuye a 60 – 40 %. El AES se encuentra mezclada

y su mayor porcentaje se observa en las estaciones de La Libertad y Puerto Bolívar. El agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) muestra un porcentaje mayor a 50 % en todas las estaciones debajo de los 40 m.

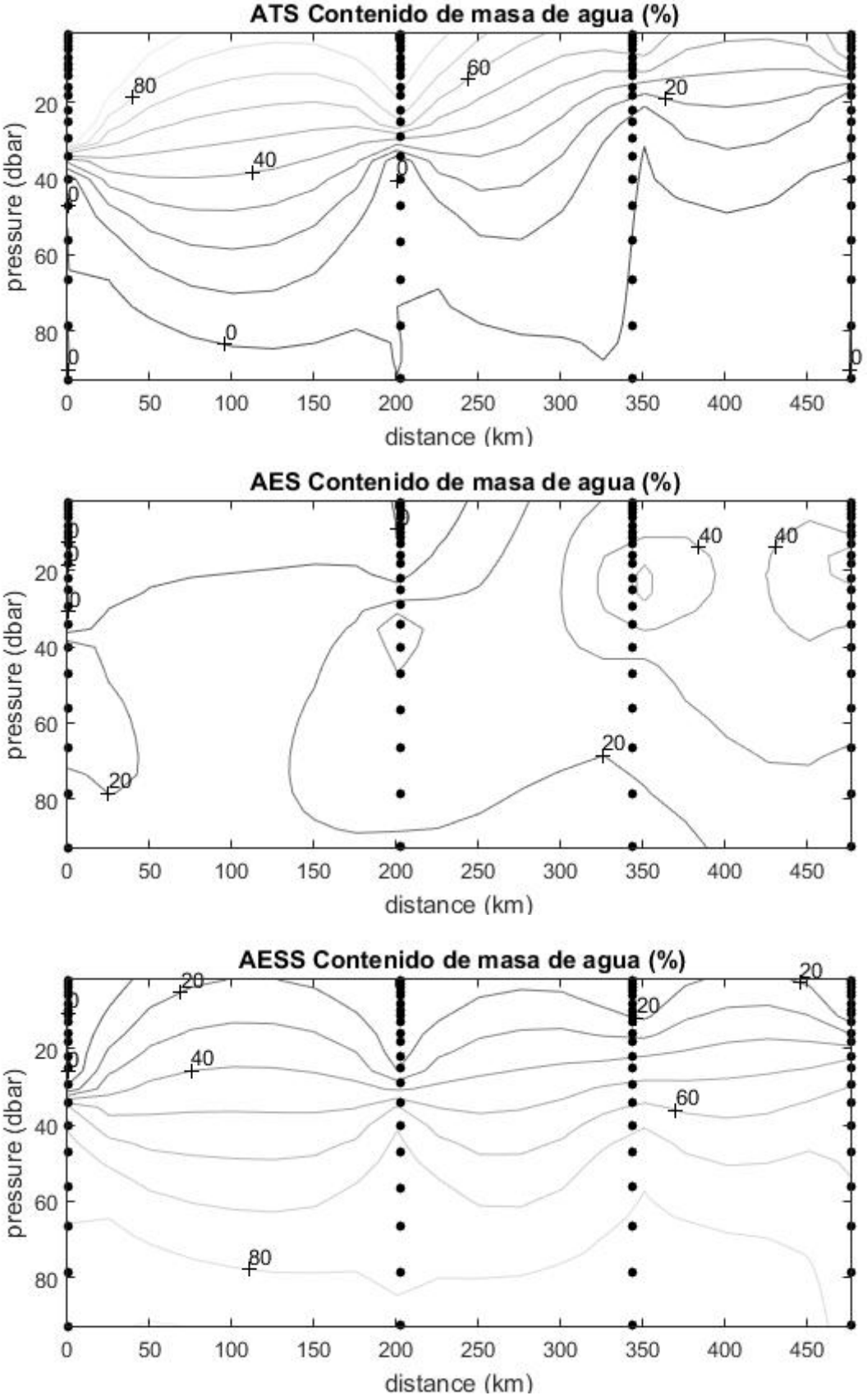


Fig. 22. Distribución de masas de agua frente a la costa

B. PERÚ

La TSM promedio de setiembre fue de 15 °C a 20 °C, disminuyendo de norte a sur. Temperaturas mayores de 18°C se distribuyeron en la zona norte y menores de éste en el centro y sur. La anomalía promedio fue negativa, en el orden de -0.5 °C a -1.5 °C, siendo más intenso cerca de la costa. Sólo frente de Tumbes (extremo norte del país) la anomalía fue positiva, con valores de +0,5 °C a 1,5 °C. (Fig. 23).

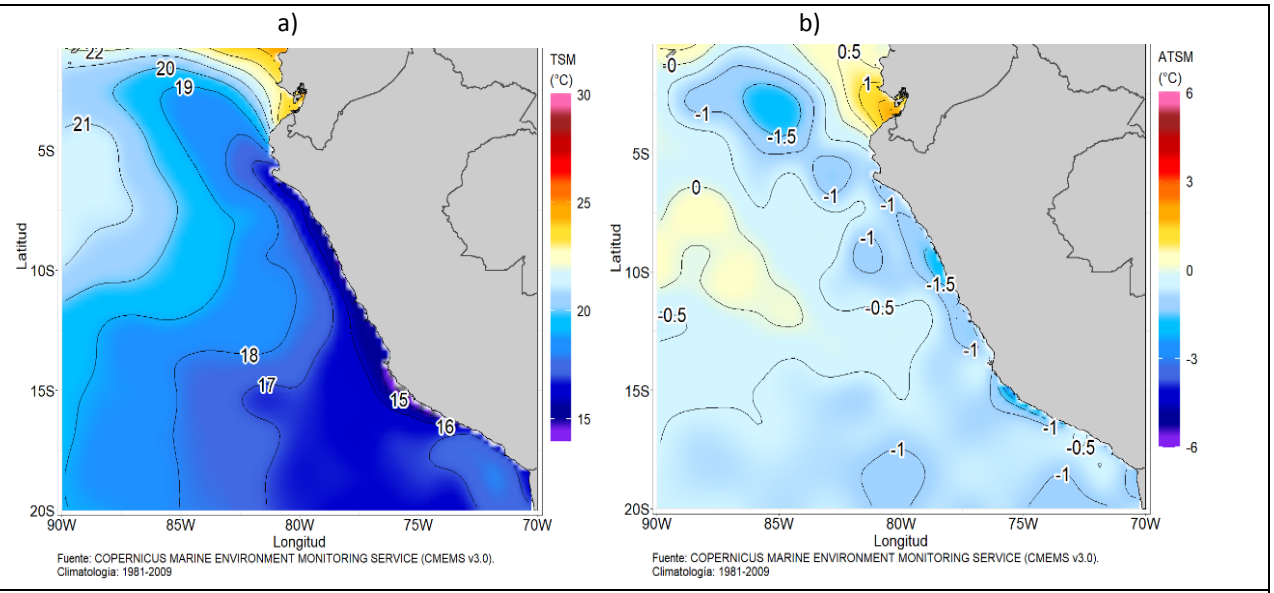


Fig. 23. Promedio octubre 2021. a) TSM, y b) anomalía de la TSM. Fuente: datos: Ostia-CMEMS V3.0. Gráfico: DIHIDRONAV

En la capa subsuperficial, dentro de las 50 millas frente de Paita (norte) y de los primeros 60 m de profundidad se evidenciaron condiciones frías, con anomalías de temperatura de -2 °C (Fig. 24). En la zona centro, alrededor de las 120 millas de la costa (06.5°S y 08°S) y dentro de primeros 80 m de profundidad las anomalías cambiaron de positivas (+1°C) a negativas (-1 °C). (Fig. 25 y Fig. 26).

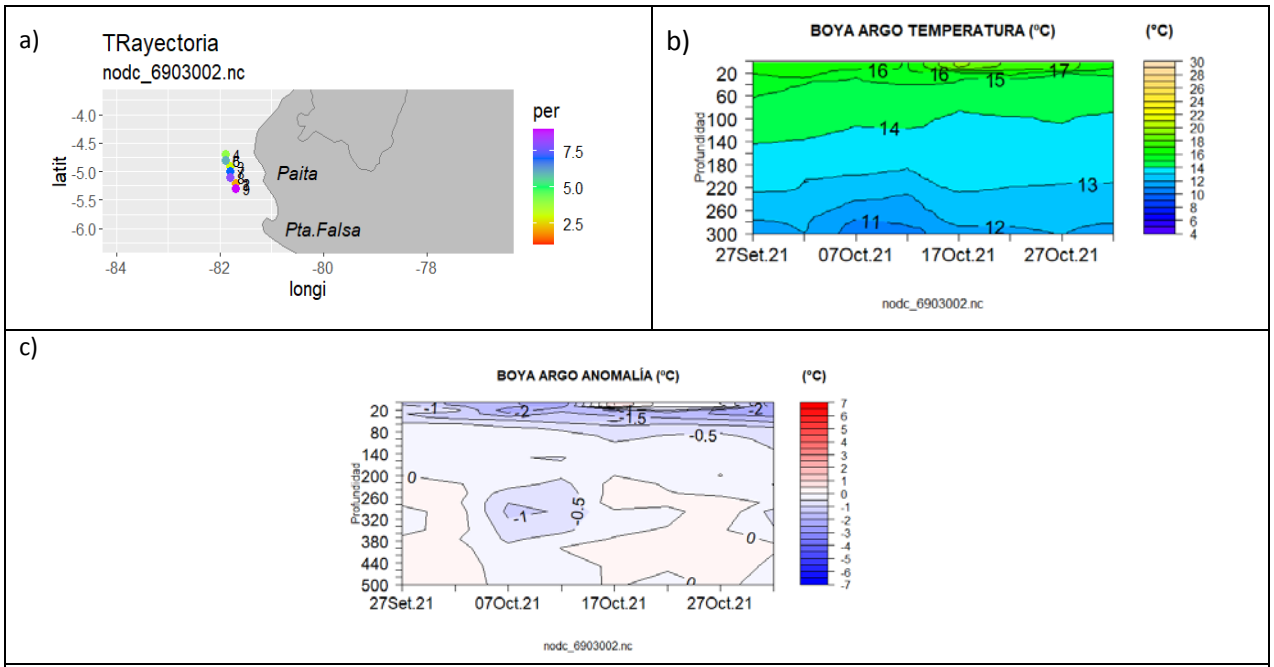


Fig. 24. a) Posición de boya (07.5°S-140 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De setiembre a octubre 2021.Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

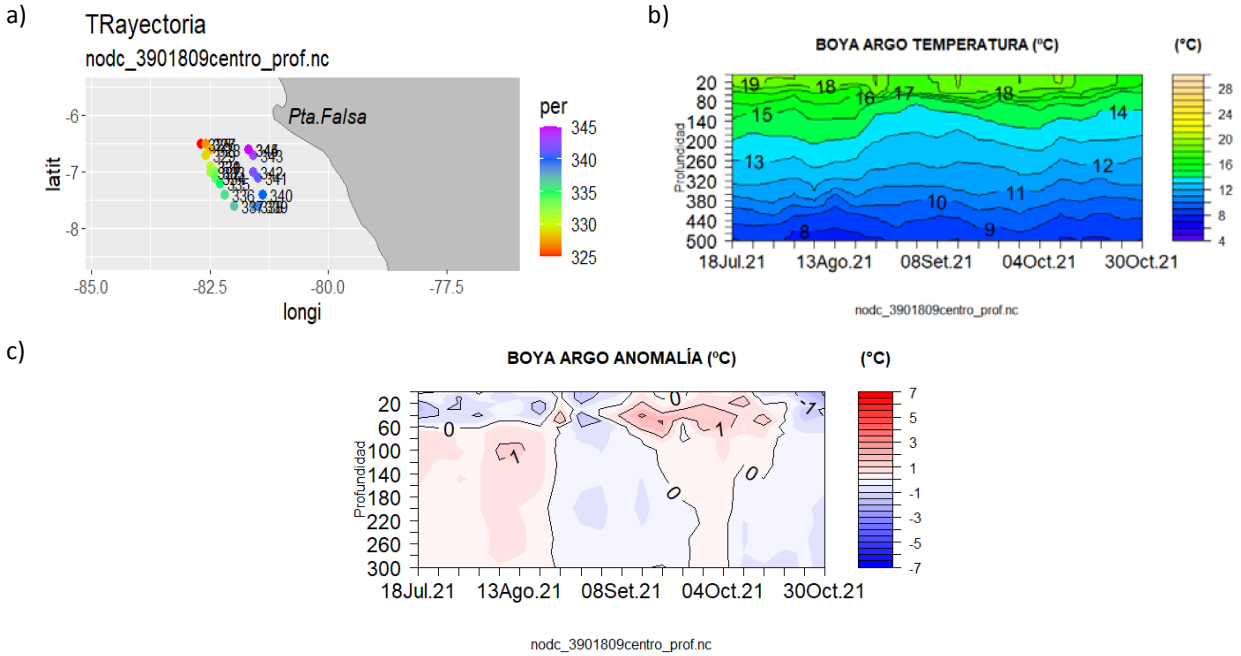


Fig. 25. a) Posición de boya (07.5°S-140 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De julio a octubre 2021.Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

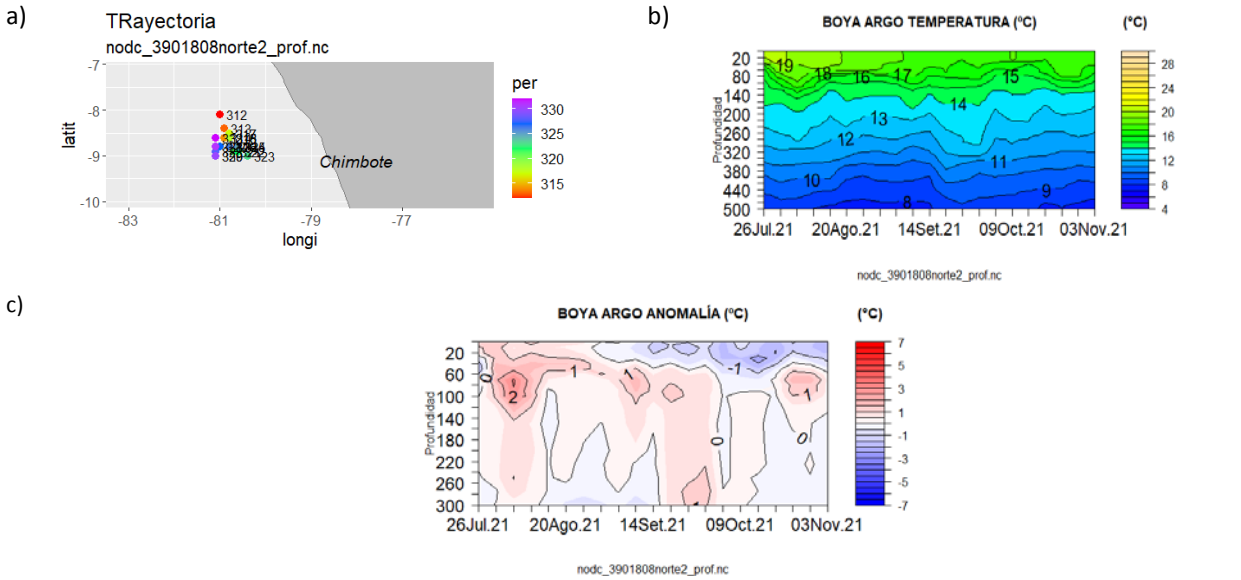


Fig. 26. a) Posición de boya (08.8ªS-100 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. Periodo de julio a noviembre 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV.

En el litoral, la TSM se mantuvo por debajo de lo normal, manifestándose condiciones frías con anomalías de hasta -1 °C. Sólo frente de Talara y Salaverry la anomalía fue positiva, por razones locales. (Cuadro 1 y Fig. 27).

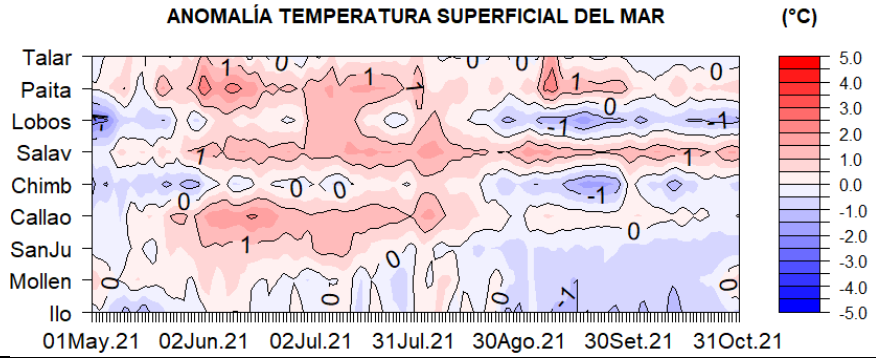


Fig. 27. Anomalía diaria de la temperatura superficial del mar (°C) en el litoral de Perú. Periodo de mayo a octubre de 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

El nivel del mar disminuyó desde la segunda semana de octubre, con mayor magnitud en el sur, registrándose valores diarios hasta de 15 cm. Este descenso se relaciona con el paso de una onda Kelvin fría y con la intensificación del afloramiento costero. (Fig. 28 y Cuadro N°1).

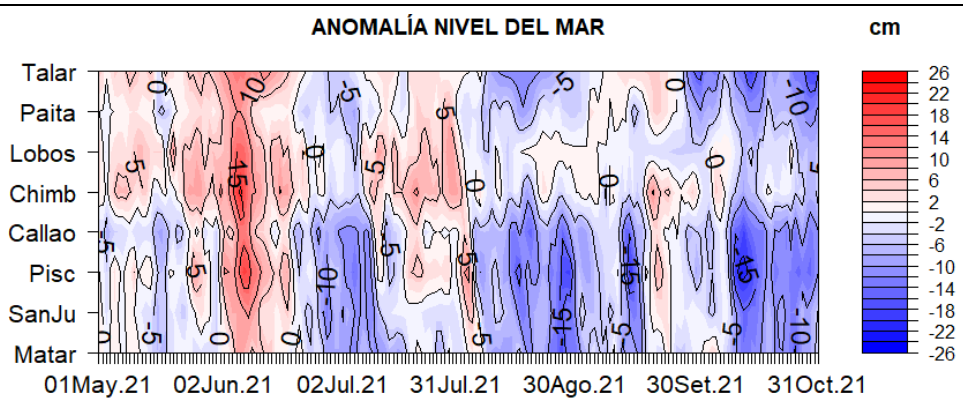


Fig. 28. a) Anomalía diaria del nivel del mar (cm) en el litoral de Perú. Periodo de mayo a octubre 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

La TA en el litoral se mantuvo por debajo de lo normal, con anomalías diarias hasta de -1 °C. Estas condiciones frías se relacionan a las bajas temperaturas frente al litoral, en particular en las zonas de afloramiento costero. (Fig. 29 y Cuadro 1).

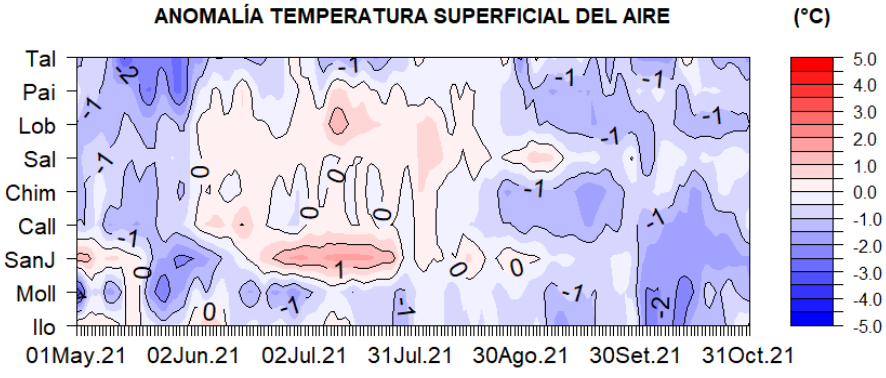


Fig. 29. Anomalía diaria de la temperatura del aire (°C) en el litoral de Perú. Periodo de mayo a octubre 2021 Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

En las estaciones de Lobos de Afuera, Chimbote, Callao, Mollendo e Ilo, se registraron precipitaciones tipo trazas, durante los días 01, 03, 04, 08, 09, 11 y 16 del mes. (Cuadro N°1).

En el litoral predominaron vientos del Sur y Sureste, con velocidades entre 1.9 m/s y 10.9 m/s, y anomalías entre 0.4 m/s y 5.4 m/s; a excepción de Paita, Lobos de Afuera e Ilo, que las anomalías fueron negativas de -2.3 m/s, -1.9 m/s y -1.6 m/s, respectivamente (Cuadro 1, Fig. 30)

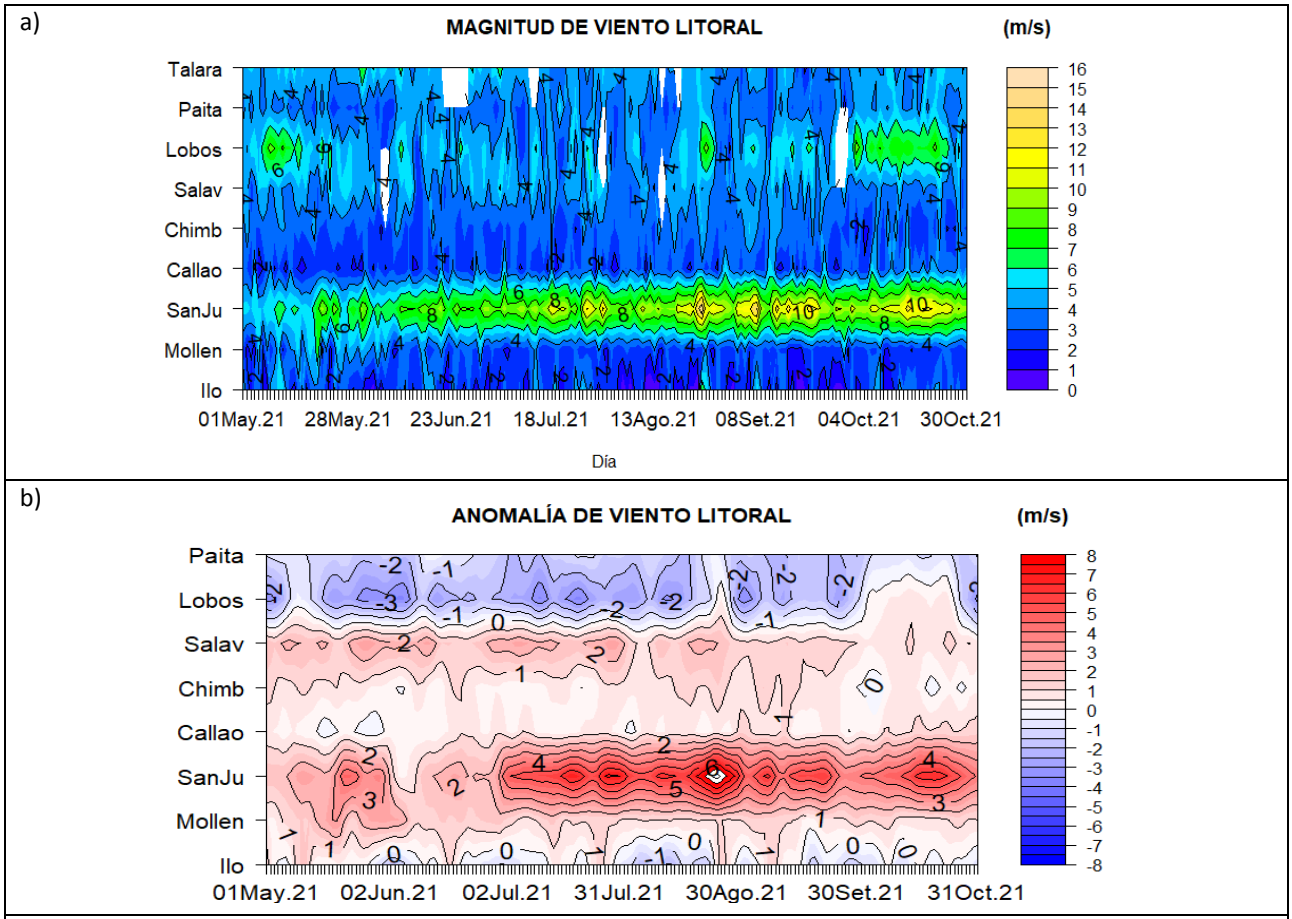


Fig. 30. Viento en el litoral de Perú a) Velocidad diaria (m/s). b) Anomalía de la velocidad diario (m/s). Periodo de mayo a octubre 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Cuadro 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 (mm)	VIENTO		
			(° C)	Anomalía	(cm)	Anomalía	(° C)	Anomalía		Dirección	Velocidad	Anomalía (m/s)
Talara	04°35'00''	81°17'00''	*17.9*	*- 0.4*	*119*	*- 12*	*19.3*	*- 1.1*	*0.0*	*S*	*4.4*	-
Paita	05°05'00''	81°06'30''	*16.9*	*- 0.2*	*111*	*- 8*	*20.5*	*- 0.6*	*0.0*	*S*	*3.4*	*- 1.9*
Lobos de Afuera	06°36'00''	80°42'30''	*16.3*	*- 1.0*	*139*	*- 3*	*16.7*	*- 1.2*	*0.0*	*SE*	*6.6*	*- 0.2*
Chimbote	09°04'00''	78°36'00''	*18.3*	*- 0.6*	*154*	*- 3*	*17.8*	*- 0.8*	*0.0*	*S*	*3.0*	*+ 0.2*
Callao	12°03'30''	77°09'00''	*14.9*	*+ 0.1*	*96*	*- 10*	*15.9*	*- 1.4*	*0.0*	*S*	*3.5*	*+ 0.9*
San Juan	15°21'00''	75°09'00''	*12.9*	*- 0.8*	*189*	*- 8*	*16.7*	*- 1.7*	*0.0*	*S*	*10.7*	*+ 5.2*

Mollendo	16°55'54''	72°06'24''	*14.5*	*- 0.4*	*194*	*- 7*	*15.7*	*- 1.5*	*Trazas*	*SE*	*2.6*	*+ 0.9*
Ilo	17°37'00''	71°21'00''	*14.1*	*- 0.8*	*151*	*-*	*17.0*	*- 1.4*	*0.0*	*SE*	*3.0*	*- 0.5*

C. CHILE

Durante el mes de octubre las estaciones de Arica, Antofagasta, Caldera, Coquimbo y Valparaíso presentaron valores de TSM bajo el promedio climatológico mensual (-1,6 °C, -1,2 °C, -0,9 °C, -0.5 °C y -0,9 °C, respectivamente). La estación de Talcahuano presentó variaciones dentro de lo normal. Todo lo anterior, es coincidente con la condición actual de ENOS.

En la figura espacio-temporal de la TSM satelital (Fig. 31a), se observó que prácticamente no hubo un desplazamiento de las isotermas de 10 ° y 15 °C, y hubo una ausencia de la isoterma de 20 °C, lo cual es propio de la época del año. En la imagen de la variabilidad espacio-temporal de la ATSM satelital (Fig. 31b), entre Arica y Antofagasta se detectaron anomalías negativas levemente inferiores a -2,0 °C, el resto del país las anomalías fluctuaron dentro de la franja neutral (± 0,5 °C). Al comparar con el año anterior, el norte del país es más frio que octubre 2020.

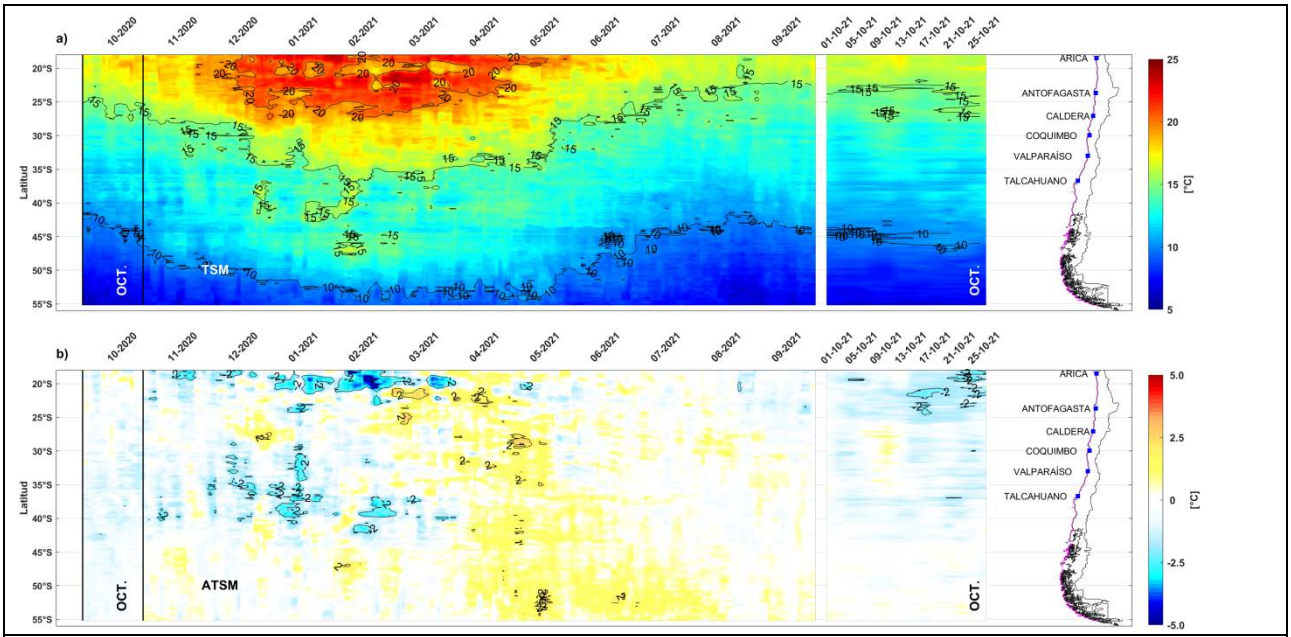


Fig. 31. Variabilidad espacio-temporal de la a) TSM y b) ATSM satelital a lo largo de la costa chilena (izquierda). La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal de los pixeles entre los 5 y 10 km desde la costa. Producto 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 [2021-10-01] at http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ04.

En la Fig. 32 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. 32b). En la Fig. 32a se observa que la estación de Arica (Coquimbo), muestra valores más bajo (alto) que los representados por la información satelital. Por su parte, las restantes estaciones fueron similares en magnitud a los datos detectados por percepción remota.

En relación a la ATSM (Fig. 32c), solamente la estación de Talcahuano muestra valores de anomalía superiores a las anomalías satelitales. El comportamiento latitudinal muestra que entre las estaciones de Arica y Caldera

tienden a presentarse valores más negativos de anomalía, mientras que al sur de este sector existen anomalías positivas y negativas, aunque existen una predominancia a valores negativos a lo largo del país.

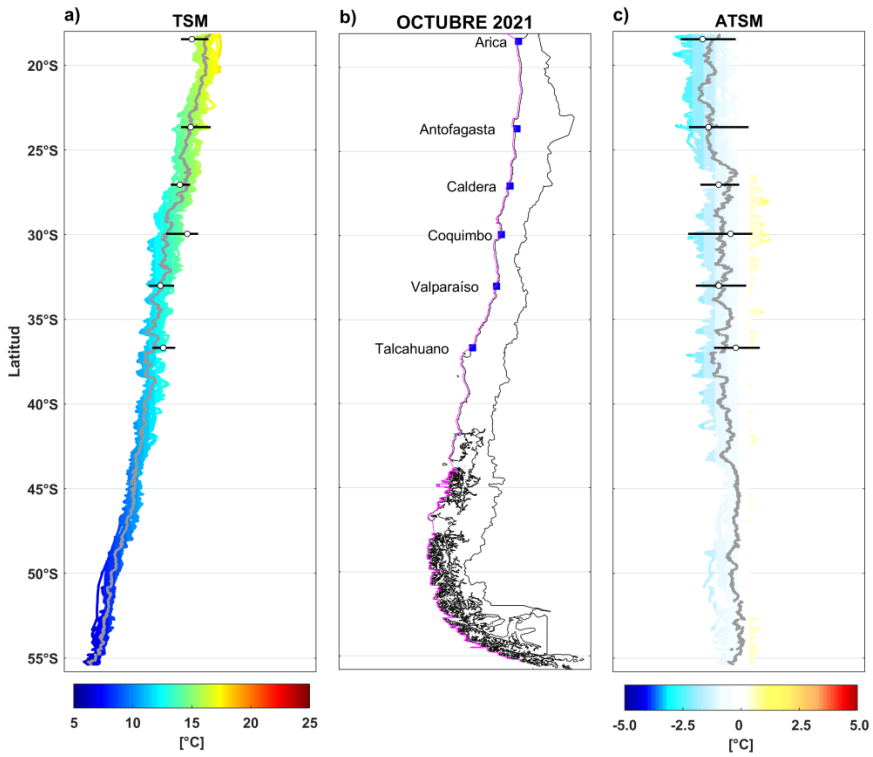


Fig. 32. Muestra la información de a) TSM y c) ATSM satelital y de las estaciones de monitoreo permanente, a lo largo de la costa chilena. Los datos in situ son representados con una línea horizontal negra mostrando mínimo, mediana (círculo) y máximo de la serie de tiempo del mes de octubre del presente año. 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, durante el mes de octubre se presentó una disminución del nivel del mar solamente en las estaciones de Arica y Talcahuano y aumento en el resto de las estaciones, comparado con el mes anterior. La menor disminución fue de -3 cm en Talcahuano y el mayor aumento fue en Caldera con 2 cm.

Las anomalías tienden a ser positivas en dos de las seis estaciones de monitoreo, siendo las estaciones de Valparaíso y Caldera las que fluctuaron entre 1 a 5 cm. Por su parte, las estaciones de Antofagasta y Talcahuano presentaron anomalías de -8 y -14 cm, respectivamente.

La información altimétrica de anomalía de nivel del mar (ANM) (Fig. 33b), coincidió con la estación de Caldera, mientras que las restantes estaciones presentaron valores inferiores a los datos altimétricos.

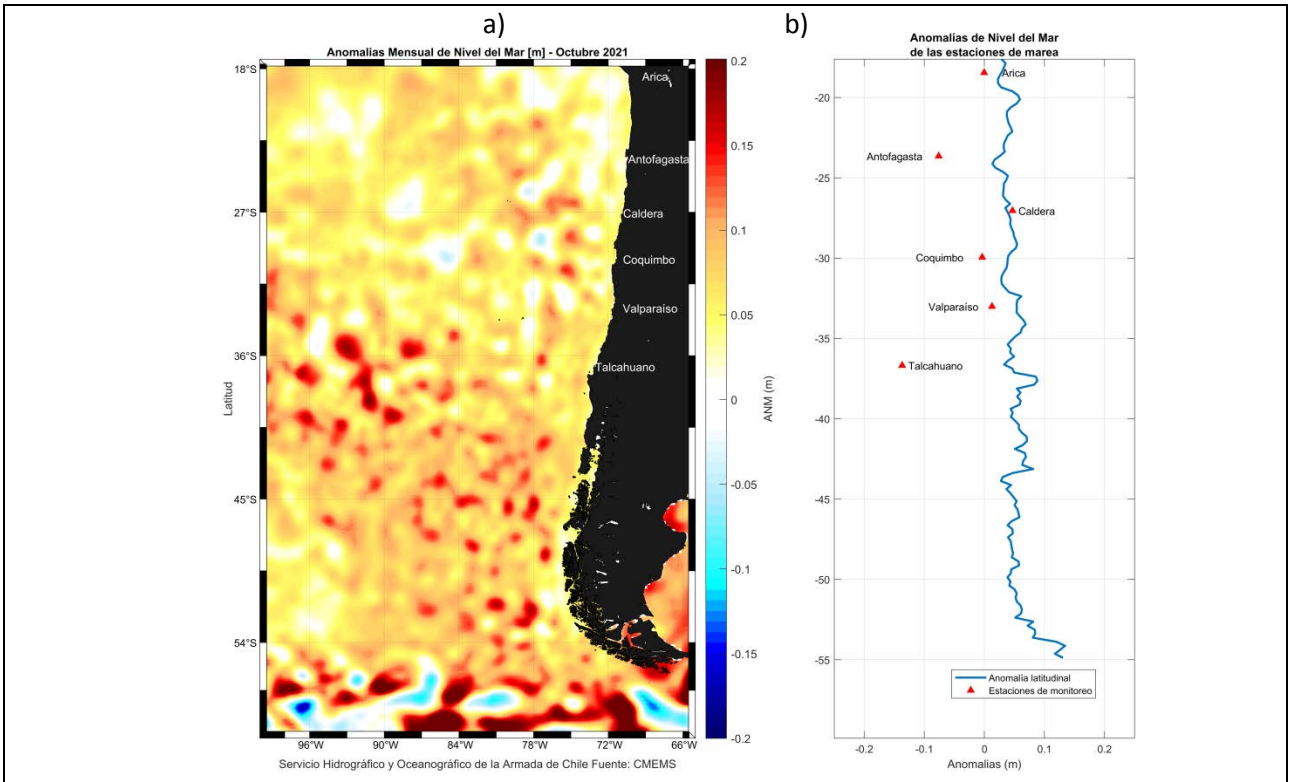


Fig. 33. a) Información satelital promedio mensual de la anomalía de nivel del mar para el mes de octubre del año 2021, b) representación latitudinal de los valores de la anomalías del nivel del mar de las estaciones de monitoreo (▲) y el promedio latitudinal de los 4 pixeles más cercanos a la línea de costa de la anomalía satelital mensual (línea azul).

En la figura espacio-temporal de la ANM satelital (Fig. 34), se observó durante todo el mes anomalías negativas de nivel del mar en todo el país, al igual que el mes pasado. Lo anterior podría deberse a la presencia de una onda Kelvin fría. Esta disminución observada en los datos altimétricos fue coincidente con los valores detectados por las estaciones de monitoreo. Al comparar con el año anterior, este mes tuvo una menor altura que octubre 2020.

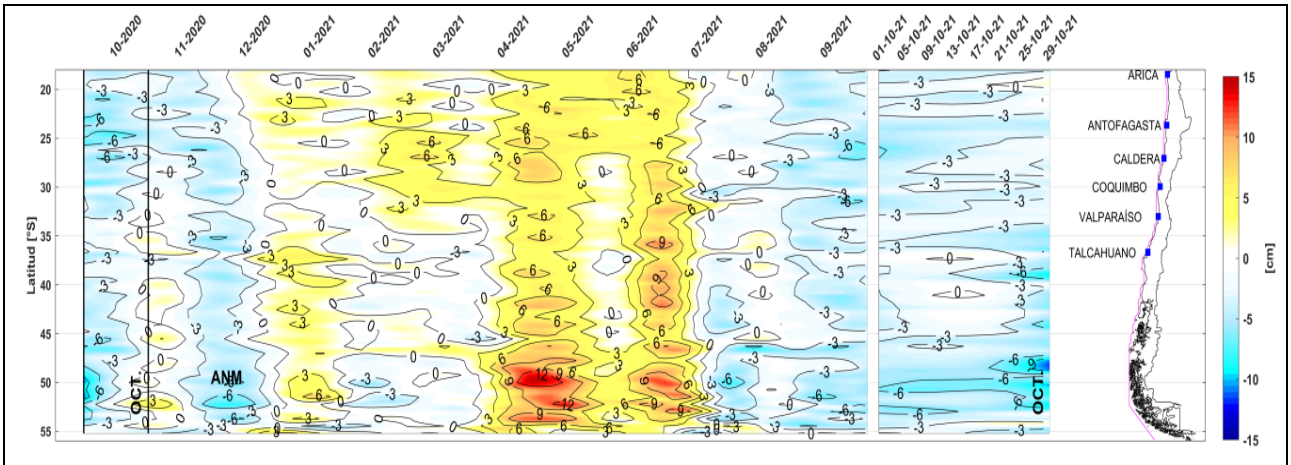


Fig. 34. Variabilidad espacio-temporal de la ANM satelital a lo largo de la costa chilena. A los datos satelitales se les extrajo la tendencia lineal y se utilizó un filtro Coseno Lanczos pasa baja de 90 pesos. La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal entre los primeros 30 km desde la costa aproximadamente.

Las anomalías de temperaturas medias durante octubre (Fig. 35), presentaron valores bajo lo normal en toda la costa norte de Chile, con valores que fluctuaron entre -1.6 °C y -1.4 °C, siendo la ciudad de Arica la que alcanzó la mayor anomalía negativa. Así mismo, el territorio insular registró una condición bajo el valor climatológico, donde la mayor disminución se observó en Juan Fernández con un valor de -0.7 °C. Por otra parte, anomalías positivas se observaron en estaciones del centro de Chile, como en Santiago y Curicó, que presentaron valores de 0.8 °C y 0.9 °C, respectivamente. En tanto, el extremo austral del país, en Balmaceda y Punta Arenas, los valores variaron entre 0.6 °C y 0.8 °C. El resto del país, presentó un comportamiento de las temperaturas medias dentro de los rangos normales.

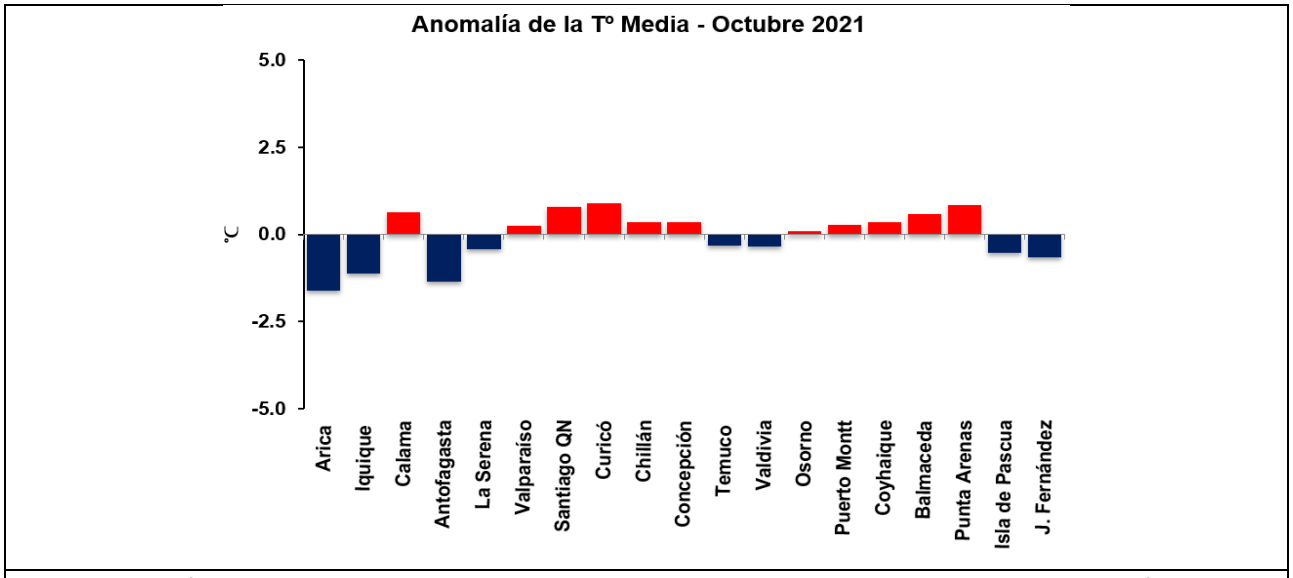


Fig. 35. Anomalía de temperatura media durante octubre de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

En cuanto a las anomalías de temperatura máxima de octubre (Fig. 36), destacó la zona centro de Chile con valores sobre los rangos normales, en donde Santiago alcanzó la mayor anomalía de 2.4 °C. Así mismo, en el sur del país, las ciudades de Valdivia y Osorno también registraron anomalías positivas con valores de 1.1 °C y 1.0 °C, respectivamente. En tanto, hacia el extremo sur de Chile: Puerto Montt, Coyhaique y Punta Arenas, presentaron una condición sobre lo normal, todas con un valor de 0.9 °C. En cambio, en la costa norte de Chile, las temperaturas máximas registraron un comportamiento bajo lo normal. Destacó la ciudad de Antofagasta con un valor de anomalía de -2.6 °C, seguida por Arica con -1.6 °C y finalmente Iquique con -1.5 °C.

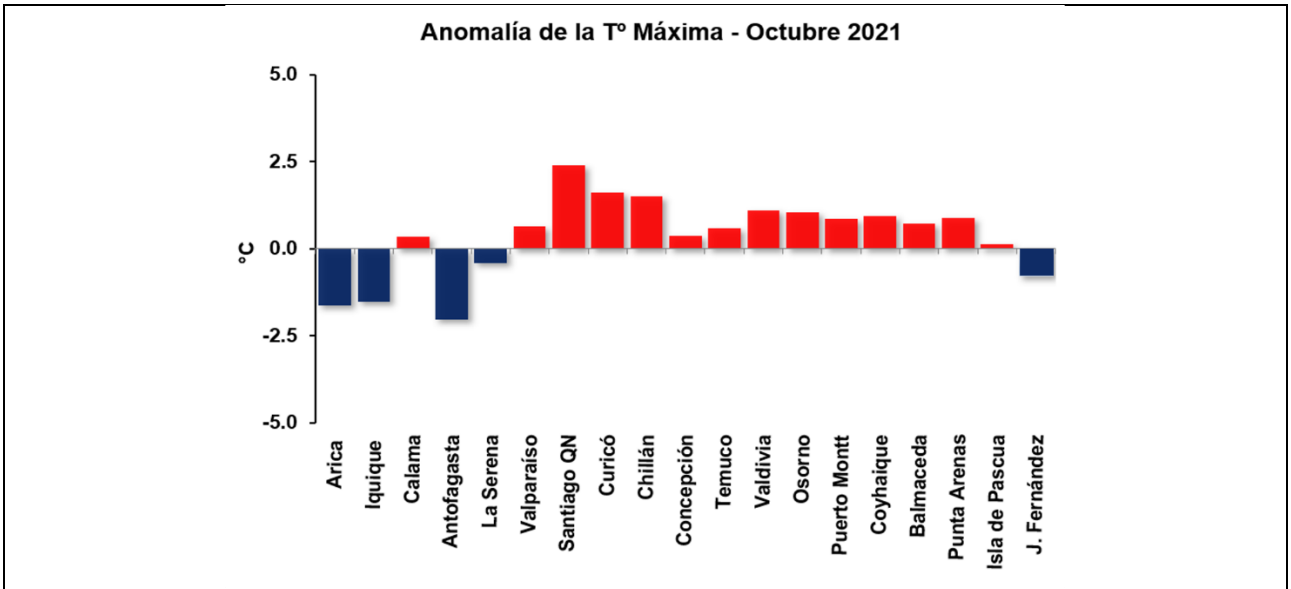


Fig. 36. Anomalía de temperatura máxima de octubre de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

La Fig. 37, muestra las anomalías de temperatura mínima durante octubre 2021, donde se observa en casi todo Chile un comportamiento entre normal a bajo lo normal. Destaca en el sur de Chile, la ciudad de Valdivia con la anomalía negativa más baja con un valor de -1.8 °C, seguida por Arica en el norte del país con -1.6 °C. En tanto, en el centro del país, Santiago, presentó un valor de -0.8 °C. Por el contrario, las únicas ciudades que registraron una condición sobre lo normal fueron Calama y Punta Arenas, donde los valores de anomalías alcanzados fueron de 0.9 °C y 0.8 °C, respectivamente.

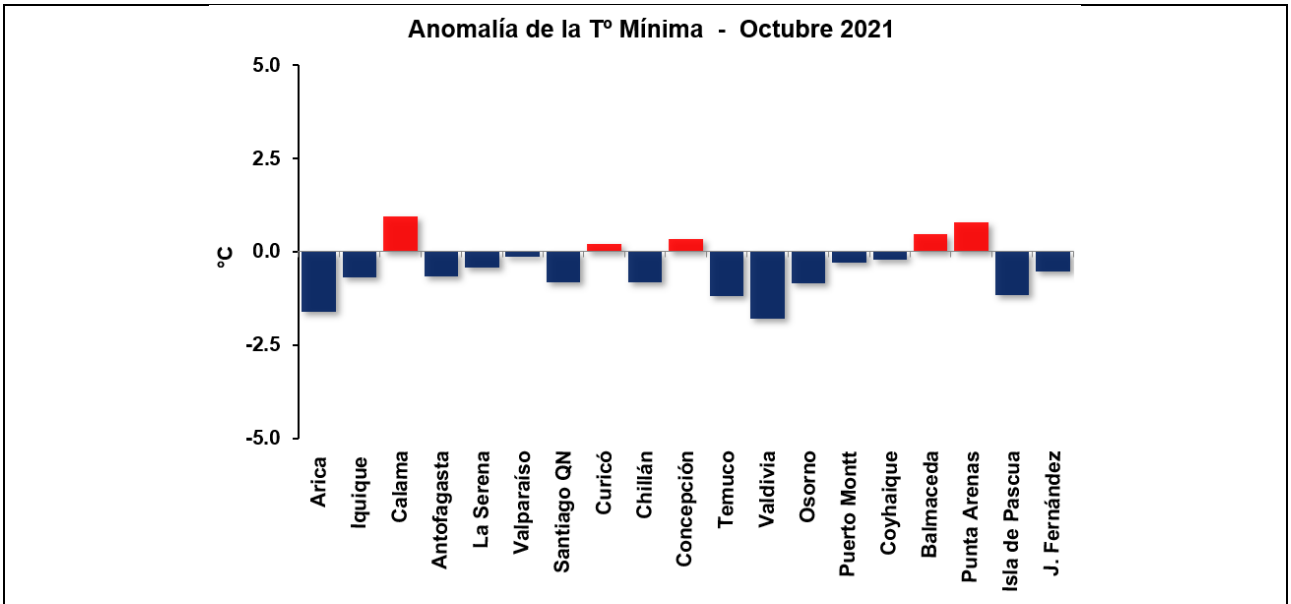


Fig. 37. Anomalía de temperatura mínima media de octubre de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

La Fig. 38, muestra los valores de anomalía de la presión atmosférica durante octubre. En general se observa, un comportamiento sobre lo normal en todo el territorio. Ejemplo de esto son: Isla de Pascua y Santiago, que registraron los valores más importantes con 3.0 u.e. y 2.6 u.e., respectivamente. En cambio, anomalías negativas se registraron en las ciudades de Antofagasta, Temuco y Punta Arenas, donde los valores de anomalías estandarizadas fluctuaron entre -0.8 u.e. y -0.4 u.e.

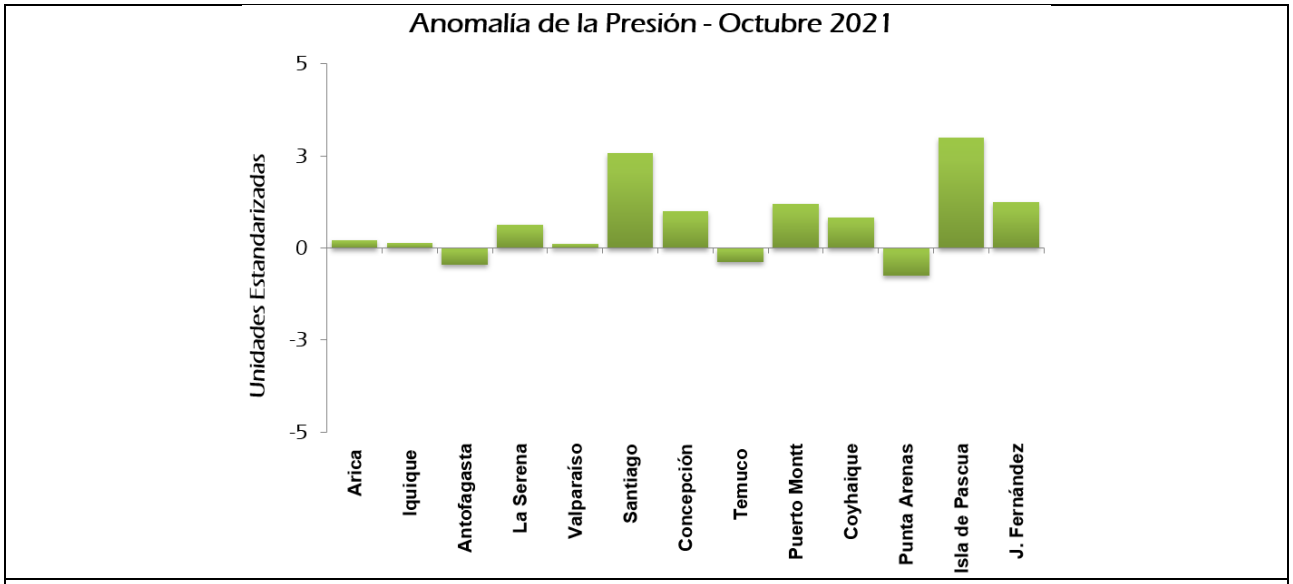


Fig. 38. Anomalía estandarizada de la presión a nivel medio del mar para octubre de 2021. Las barras verdes representan anomalías positivas y anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Durante octubre las precipitaciones acumuladas (Fig. 39), se caracterizaron por registrar montos bajo lo normal en casi todo el territorio del país. Los mayores déficits, se alcanzaron en la zona centro de Chile, entre La Serena y Concepción. Destacan ciudades como: Valparaíso, Concepción y Chillán con un 93 %, 74 % y 72 %, respectivamente. Misma condición se registró en el sur y extremo sur de Chile, donde los déficits fluctuaron entre 50 % y 68 %.

Otro aspecto importante de destacar, fue la precipitación que se registró en la ciudad de Coyhaique, donde se alcanzó un acumulado de precipitación de 89.2 mm, significando un superávit de 22 %.

En tanto, en el norte de Chile, normalmente en esta época del año no se registran lluvias, sin embargo, en Arica se acumuló 0.1 mm de precipitación, registrándose una condición de superávit, debido a que lo climatológico es que precipite 0.0 mm.

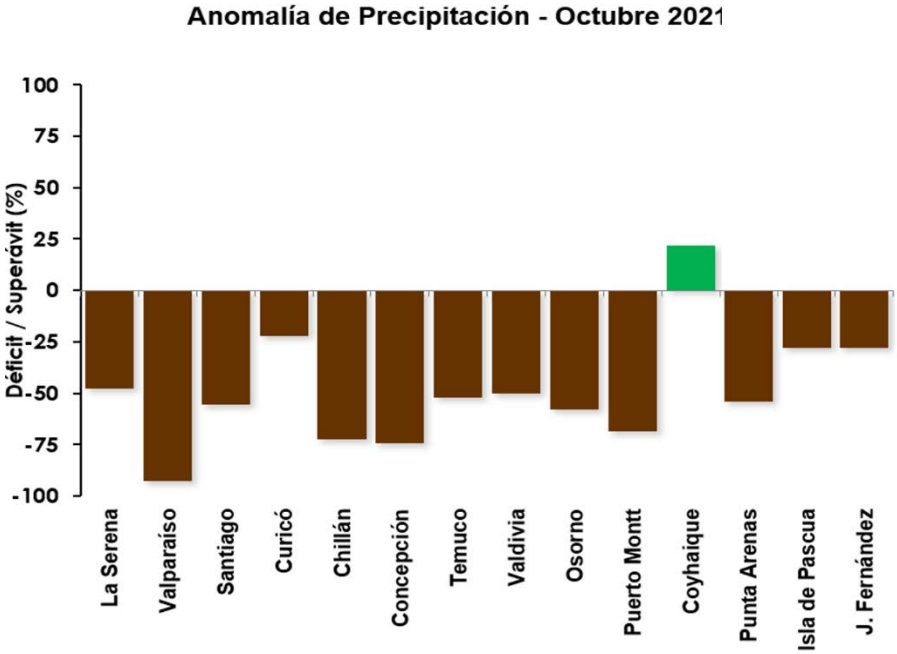
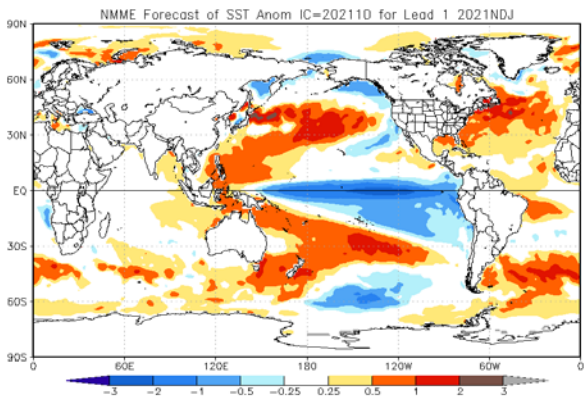


Fig. 39. Anomalía de la precipitación (%) para octubre de 2021. Las columnas de color café representan déficits y las columnas de color verde representan superávits de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

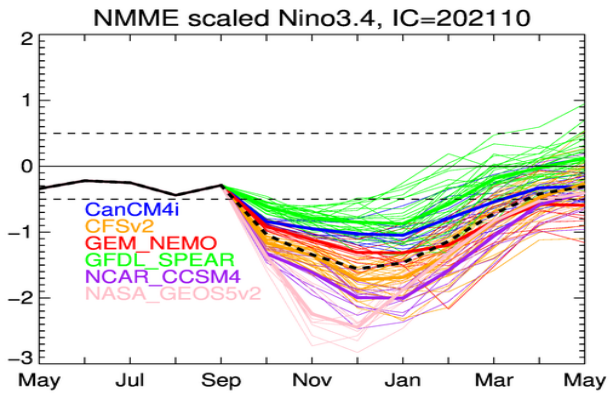
III Modelos

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 para noviembre, diciembre y enero 2022 en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) condiciones frías; mientras que, en la región oriental (Niño 1+2) condiciones neutras (Fig. 40 y Fig.41).

a)



b)



c)

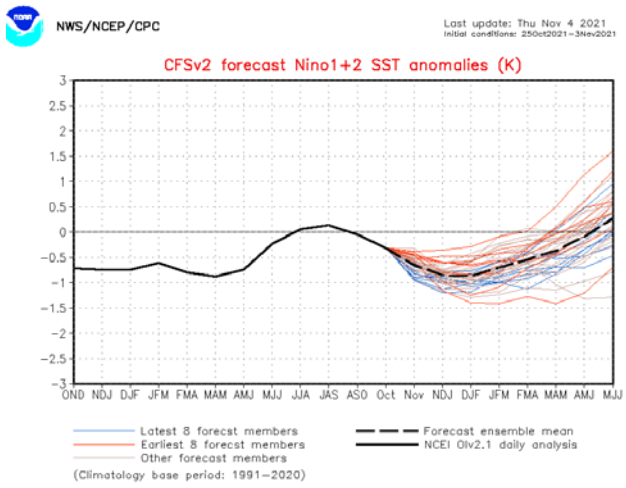


Fig. 40. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el trimestre noviembre, diciembre y enero 2022 a) mapa NMME, b) plumas de modelos del NMME para la región Niño 3.4, y c) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 1+2. Fuente: NMME, CFSv2

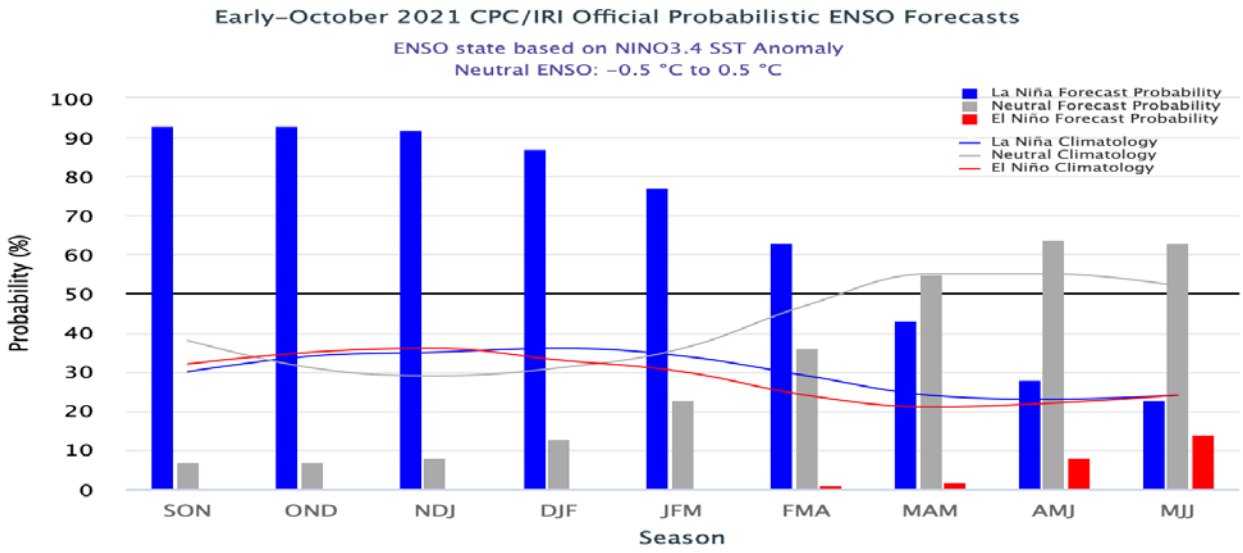


Fig. 41. Pronósticos probabilísticos de las condiciones ENOS actualizados el 09 de septiembre de 2021. Fuente: Research Institute for Climate and Society (IRI).

IV PERSPECTIVAS

En la región del Pacífico Ecuatorial (Niño 1+2) se esperan condiciones cercanas a lo normal; mientras que en la región del Niño 3.4 se espera que la TSM se mantenga por debajo de lo normal.

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
may-21	27.8	*	19.5	17.2	16.6	15.9	14.8	15.0	14.1
jun-21	27.6	*	18.3	18.3	16.2	15.2	14.2	13.6	12.5
jul-21	27.7	23.5	18.7	17.4	15.8	14.8	13.7	13.1	12.1
ago-21	27.5	23.4	17.5	16.4	15.5	14.8	13.6	13.3	12.3
sep-21	27.2	24.2	17.3	15.5	15.1	14.7	13.5	14.0	12.5
oct-21	*	24.6	16.9	14.9	15.1	15.2	14.1	14.6	12.4

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
may-21	*	268.7	108	165.05	68.44	133.31	98.44	82.99	112.99
jun-21	*	269.4	110	166.77	71.25	135.55	101.77	84.66	114.56
jul-21	*	264.6	104	159.01	63.72	127.94	93.7	76.85	103.72
ago-21	*	260.4	97	156.44	62.19	126.02	92.46	76.79	109
sep-21	*	263.9	100	155.63	60.26	123.47	89.33	72.25	101.18
oct-21	*	260.6	96	154.12	60.63	125.28	90.35	73.13	98.41

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).

	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)
03-may-21	*	*	19.4	16.6	268.6	113.5	88.50	121.50
08-may-21	*	*	19.7	16.5	267.3	112.0	86.00	113.50
13-may-21	*	*	20.1	17.1	267.0	111.2	85.40	114.70
18-may-21	*	*	19.6	17.3	264.7	110.1	87.00	121.40
23-may-21	*	*	19.7	17.7	271.7	112.1	76.40	104.80
28-may-21	*	*	20.0	17.9	272.3	112.7	76.80	103.50
02-jun-21	*	*	20.2	18.2	272.2	111.3	79.40	107.80
07-jun-21	*	*	19.7	18.5	271.6	119.9	85.10	115.00
12-jun-21	*	*	19.3	18.4	270.5	113.2	81.60	109.00
17-jun-21	*	*	19.3	18.6	269.9	110.7	89.70	118.30
22-jun-21	*	*	19.0	18.3	266.1	105.8	88.60	125.00
27-jun-21	*	*	18.8	18.0	267.1	102.1	81.20	109.90
02-jul-21	*	*	18.6	17.4	261.2	98.5	81.30	116.00
07-jul-21	*	*	19.0	17.5	259.4	97.5	76.70	110.00
12-jul-21	*	*	18.7	17.4	261.9	104.4	74.50	100.40
17-jul-21	*	*	18.8	17.6	267.0	105.5	71.40	95.10
22-jul-21	*	*	18.9	17.5	265.8	109.2	82.20	109.90
27-jul-21	*	*	18.9	17.4	269.8	108.0	74.80	102.10
01-ago-21	*	*	18.8	17.2	264.9	106.7	81.50	105.20
06-ago-21	*	*	18.1	17.2	256.3	99.2	80.10	110.60
11-ago-21	*	*	18.0	16.6	261.3	98.5	77.30	106.00
16-ago-21	*	*	17.9	16.4	258.1	94.1	77.70	118.40
21-ago-21	*	*	18.0	16.0	259.5	95.5	75.90	112.60
26-ago-21	*	*	18.0	15.9	263.8	93.3	71.40	101.20
31-ago-21	*	*	17.7	15.6	262.2	93.9	74.00	105.70
05-sep-21	*	*	18.3	15.6	262.7	102.2	68.00	102.60
10-sep-21	*	*	18.5	15.5	265.1	99.3	73.50	107.00
15-sep-21	*	*	17.8	15.5	264.9	94.6	71.40	100.70
20-sep-21	*	*	17.7	15.4	267.9	105.9	69.70	95.20
25-sep-21	*	*	17.8	15.3	263.2	102.1	73.20	98.10
30-sep-21	*	*	17.7	15.5	257.2	97.8	78.70	103.80
05-oct-21	*	*	17.8	15.2	260.1	101.9	78.70	103.80
10-oct-21	*	*	17.9	14.9	261.7	92.5	75.40	99.00
15-oct-21	*	*	18.0	15.0	260.0	92.6	78.60	107.70
20-oct-21	*	*	17.9	14.8	264.0	96.1	71.10	97.30
25-oct-21	*	*	17.9	14.8	261.1	94.9	70.10	95.80
30-oct-21	*	*	17.8	14.8	257.4	93.5	*	*

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	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	shoa@shoa.cl
DMC - Dirección de Meteorología (Chile).	metapli@meteochile.cl

Cite este boletín como: Comité Regional ERFEN, 2021. BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 373. 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:	Oceanógrafa Leonor Vera San Martín

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 José Vicencio
	Investigador Meteorológico Diego Campos

EDICIÓN GENERAL REGIONAL
Leonor Vera San Martín
Instituto Oceanográfico de la Armada - ECUADOR

COORDINACIÓN EDICIÓN GENERAL REGIONAL
Méntor Villagómez
Secretario General de la CPPS
Marcelo Nilo Gatica
Director de Asuntos Científicos de la CPPS

ISBN: 978-9978-9985-1-9
9 789978 998519

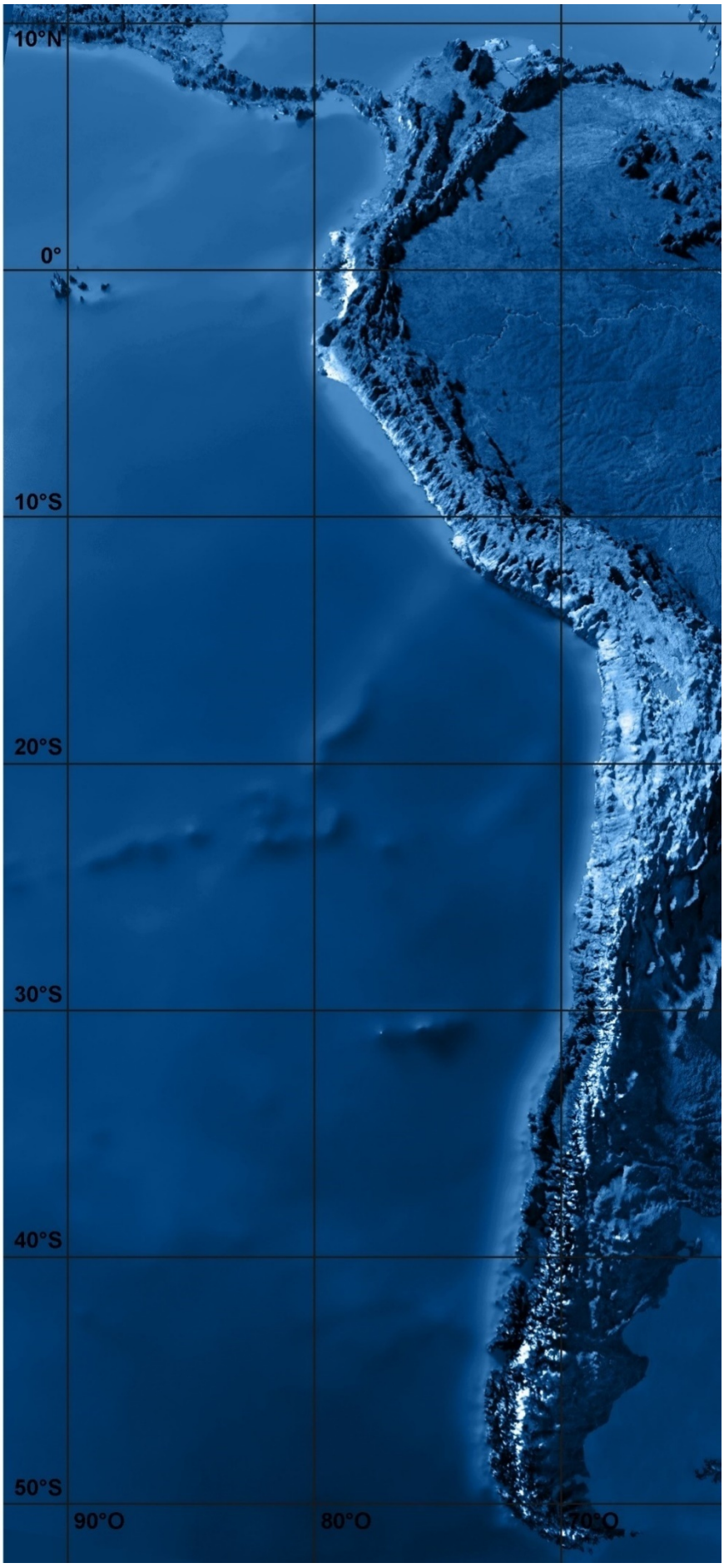
Editado en: INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DEL ECUADOR
Av. 25 de julio., Base Naval Sur. Guayaquil, Ecuador.
Teléfono: (593)-42481300,
Fax: (593)4-2485166

30 AÑOS

Boletín de Alerta Climático

BAC 374

NOVIEMBRE 2021



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

En el Pacífico Tropical los vientos estuvieron fortalecidos de acuerdo a lo esperado en esta época, se mantuvieron similares al mes anterior, con un ligero decrecimiento en sus magnitudes, y los máximos valores (10 m/s) fueron observados al este de esta región. La Zona de Convergencia Intertropical se ubicó al norte de 5°N, donde se registraron precipitaciones superiores a 100 mm en el mes. Hacia el sur, en la zona ecuatorial, las precipitaciones fueron escasas o nulas en el océano; sin embargo en el continente las precipitaciones disminuyeron en relación a octubre.

En la Cuenca del Pacífico Sur (CPS) la Temperatura Superficial del Mar (TSM) mantuvo una distribución típica de la región. Respecto al mes anterior en el lado noreste de la CPS se observa una disminución de las anomalías de Temperatura Superficial del Mar (TSM) acercándose a condiciones más neutrales/frías y al sur del Frente Ecuatorial (FE) una menor influencia de Agua Ecuatorial Superficial (AES). En el perfil costero frente a América del Sur las anomalías de TSM fueron neutrales frente a Colombia, y mayormente positivas (~1°C) frente a Ecuador y el extremo norte de Perú, mientras que a lo largo de las costas de Perú y Chile fueron negativas (-0.5 a -1°C).

Los indicadores de El Niño/La Niña muestran valores que señalan el desarrollo de un evento La Niña. Por ejemplo, el índice oceánico ONI (-0.8 °C), en el último trimestre evaluado (septiembre-noviembre) se ubicó fuera del rango normal, manteniéndose en la región de evento ENOS frío. Asimismo los índices de oscilación Sur convencional (IOS) y ecuatorial (IOS-ec) mantuvieron valores positivos (1 y 1.7 respectivamente). De igual manera, los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) del Pacífico ecuatorial central (175 – 120°O) indican fortalecimiento del viento que se asocia a la Niña.

En la capa subsuperficial del Pacífico ecuatorial se observaron dos escenarios, especialmente a inicios de noviembre, uno con anomalías frías en la región oriental y parte de la central en los primeros 150 m de profundidad y otro de anomalías cálidas en la región occidental y parte de la central entre los 100 y 200 m; sin embargo, las anomalías que al inicio del mes se vieron marcadas se han ido debilitado a lo largo del mes.

Frente a la costa de los países de la región se reportó que la Temperatura del Aire (TA) desde la costa centro de Colombia hasta el norte de Chile prevalecieron valores bajo la normal, y a partir de Santiago, en la costa sur de Chile, prevalecieron anomalías negativas. Asímismo, en casi todas las estaciones meteorológicas del perfil costero desde Colombia hasta el sur de Chile se registraron anomalías negativas a normales, con excepción del norte de Colombia, en Buenaventura. Las anomalías del nivel medio del mar también tuvo dos marcadas tendencias donde prevalecieron valores bajo la normal en Ecuador y Perú (desde -2 a -14cm), y sobre la normal (> 5cm) en la costa de Chile.

Los pronósticos estadísticos y probabilísticos de eventos ENOS indican el desarrollo de La Niña en el siguiente trimestre en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4); mientras que, en la región oriental (Niño 1+2) condiciones neutras.

ABSTRACT

In the Tropical Pacific, the surface winds were stronger than usual, they remained similar to the previous month, with a slight decrease in their magnitudes, where the maximum values were to the east of the region. The Intertropical Convergence Zone lay at the north of 5°N, where the register of precipitation was higher than 100mm. Southward, in the equatorial zone, the precipitations showed low or even lack in the ocean; however, on the continent rainfall increased in relation to October.

In the South Pacific Basin (CPS), the Sea Surface Temperature (SST) keeps a typical distribution of the region, a pattern observed in previous months. Compared to the previous month, a decrease in SST anomalies is observed on the northeast side of the CPS, approaching more neutral / colder conditions, and southward of the Equatorial Front (FE), a lesser influence of AES from southern Peru. In the coastal profile off South America, SST anomalies were neutral off Colombia, and mostly positive (~ 1 ° C) off Ecuador and the extreme north of Peru, while along the coasts of Peru and Chile were negative (-0.5 to -1 ° C).

El Niño / La Niña index show values that indicate the occurrence of the La Niña event. For example, the oceanic ONI index (-0.8 ° C), in the last evaluated quarter (September-November) was outside the normal range, remaining in the cold ENSO event region. Likewise, the conventional South Oscillation (IOS) and equatorial (IOS-ec) indices maintained positive values (1 and 1.7 respectively). Similarly, the Standardized Monthly Indices of the Zonal component of the trade winds (IZVA) of the central equatorial Pacific (175 - 120 ° W) indicate a strengthening of the wind associated with La Niña.

In the subsurface layer of the equatorial Pacific, two scenarios were observed, especially at the beginning of November, one with cold anomalies in the eastern and part of the central region within the first 150m depth and the other one with warm anomalies in the western and part of the central region between 100 and 200 m. However, the anomalies marked at the beginning of the month have weakened throughout the month.

Off the coast of the countries region, it was reported that the Air Temperature (TA) from the central coast of Colombia to the north of Chile had values below normal, and from Santiago, on the southern coast of Chile, negative anomalies prevailed. Likewise, negative to normal anomalies were recorded in almost all the meteorological stations of the coastal profile from Colombia to southern Chile, with the exception of northern Colombia, in Buenaventura. The mean sea level anomalies also had two marked trends where values below the normal prevailed in Ecuador and Peru (from -2 to -14cm), and above the normal> 5cm on the Chilean coast.

The statistical and probabilistic forecasts of ENSO events indicate the occurrence of La Niña in the following quarter in the central equatorial Pacific (Niño 3.4); while, in the eastern region (Niño 1 + 2) neutral conditions.

I. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ATMOSFÉRICAS REGIONALES

A. PACÍFICO TROPICAL Y ECUATORIAL

Se observó una variación de los vientos superficiales alrededor de toda la Cuenca del Pacífico Sur (CPS), tendiendo a disminuir su magnitud pero con dirección similar a la de octubre. Los valores máximos, de 10 m/s se registraron entre 5 - 25°S y 110 y 85°O; mientras que los mínimos hacia el sur y oeste de la Fig. 1.

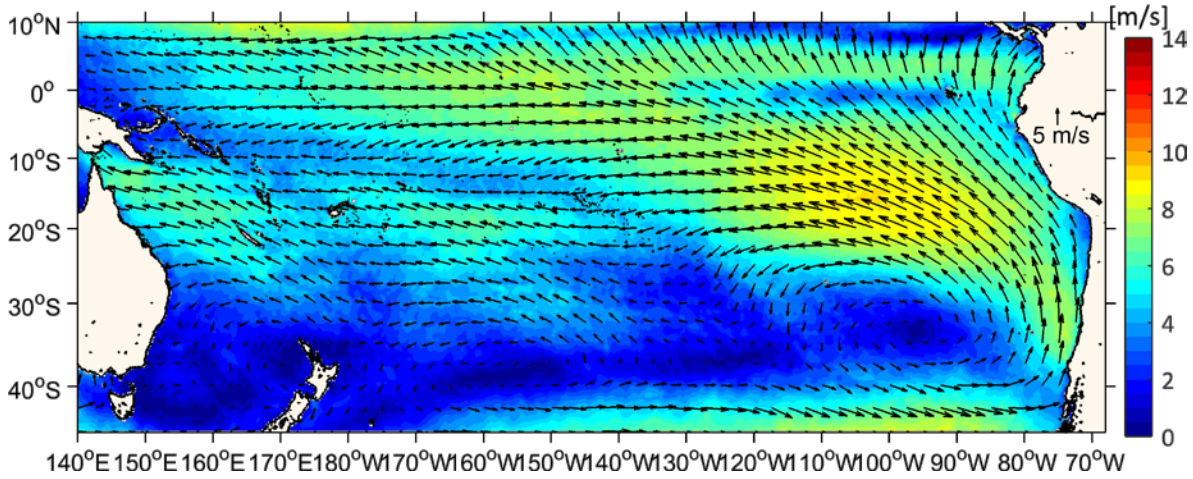


Fig. 1. Distribución de vientos superficiales. Fuente: Ifremer products ASCAT, satelital.

Las precipitaciones se acumularon al oeste de la CPS, donde llegaron hasta 300 mm. Tanto sobre Australia como en el continente americano, el acumulado fue igual o superior a 100 mm. En general las precipitaciones disminuyeron en estas regiones; y en gran parte del este de la CPS las precipitaciones se mantuvieron nulas. Fig. 2.

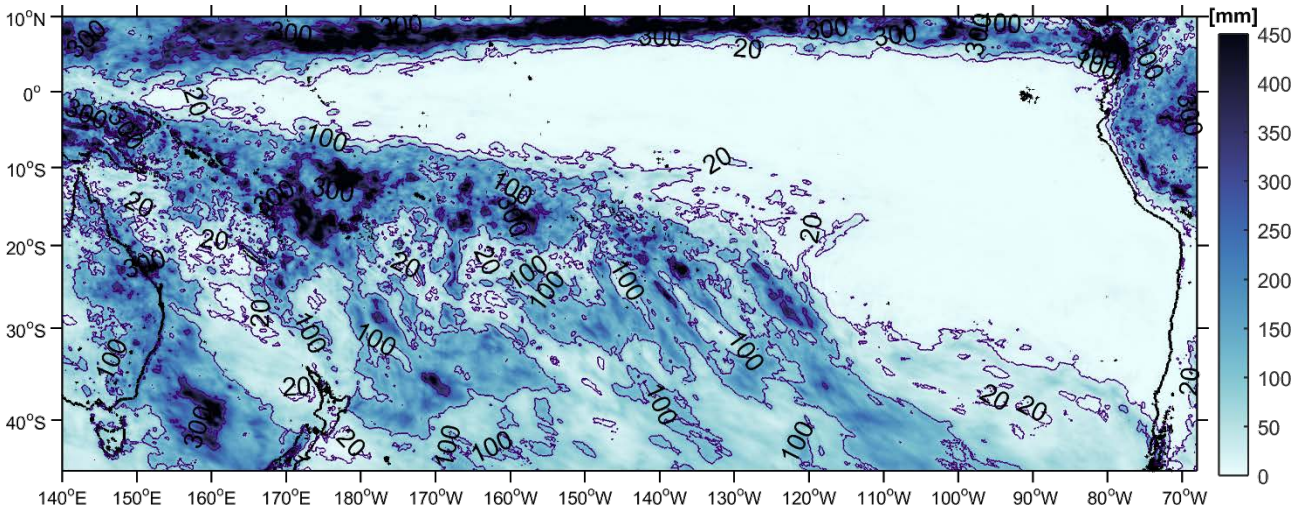


Fig. 2. Acumulado de precipitación mensual. Fuente: Imerg. Satelital.

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) mantuvo la distribución típica de la región, aumentó latitudinalmente de sur a norte. Al oeste se encuentra la temperatura máxima (30 °C). En el este se observa el afloramiento de la costa peruana y la lengua de agua fría en la región ecuatorial, Fig. 3.

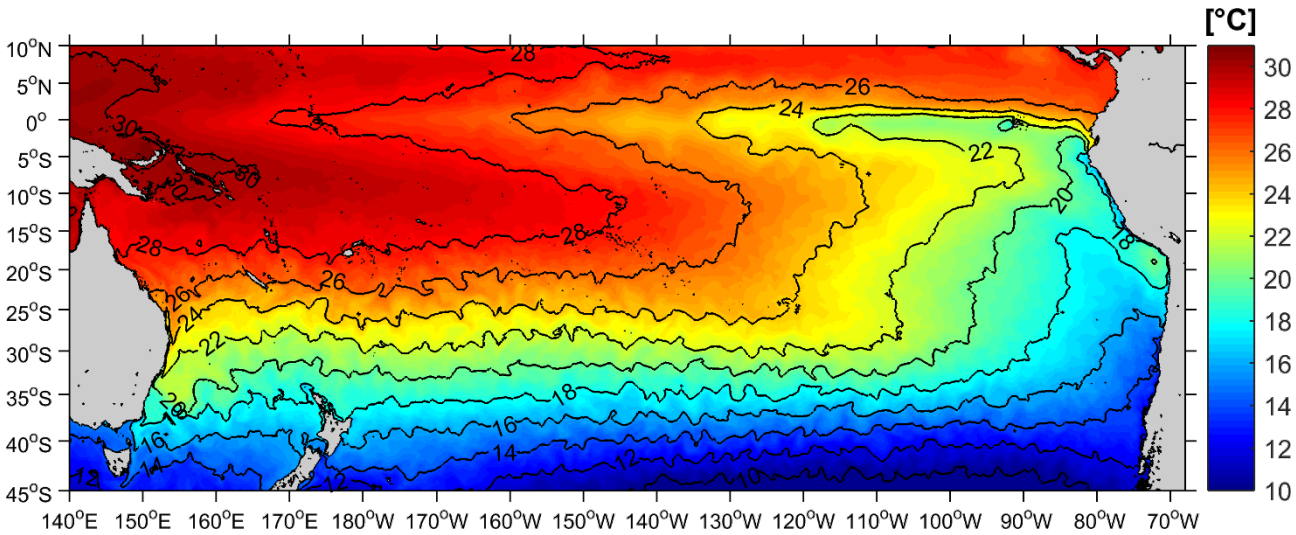


Fig. 3. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar. Fuente: CMEMS, producto OSTIA.

La salinidad fue máxima (36 ups) en la región central de la CPS (168°O - 100°O y 10°S - 25°S), zona que en la parte este, coincide con ausencia de precipitación. Al noreste (Fig. 4), frente a Colombia y norte de Ecuador, se observaron los valores mínimos (32 ups), asimismo al noroeste de la CPS, los valores fueron menores a 34 ups, esta región corresponde a la ZCIT. Otro sector con salinidad inferior a 34 ups, fue frente al sur de Chile, donde se registraron precipitaciones mayores a 200 mm.

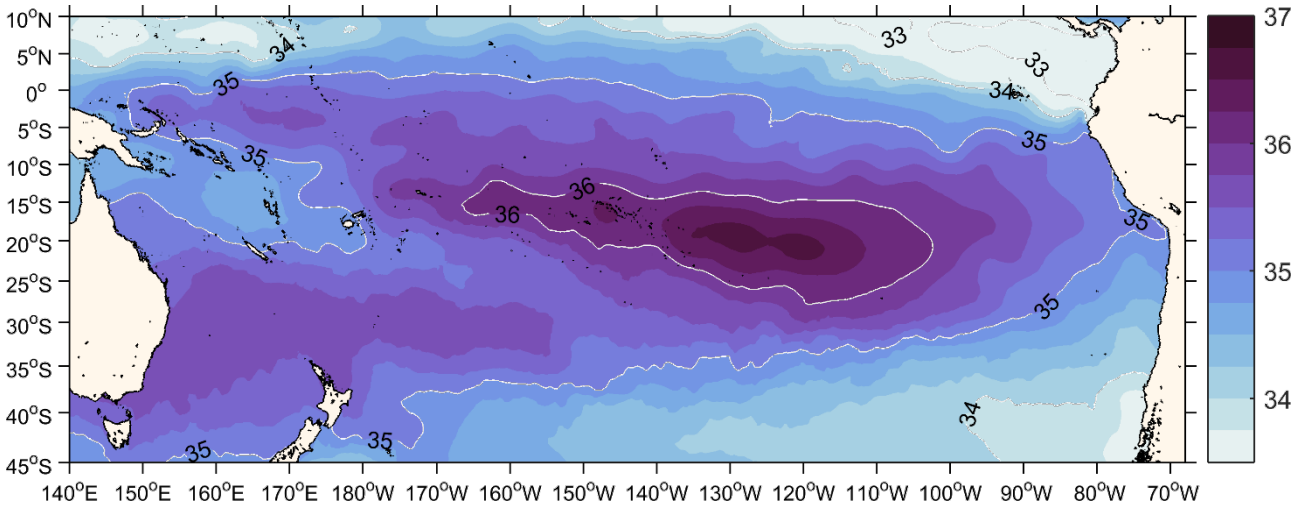


Fig. 4. Mapa de la Salinidad superficial del NM en la cuenca del Pacífico Sur. Fuente: datos: CMEMS. Gráfico: INOCAR.

B. PACÍFICO TROPICAL Y ECUATORIAL

La TSM promedio en el océano Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) y en el extremo oriental (Niño 1+2) mantiene las anomalías negativas con núcleos hasta de -1 °C ,Fig. 5.

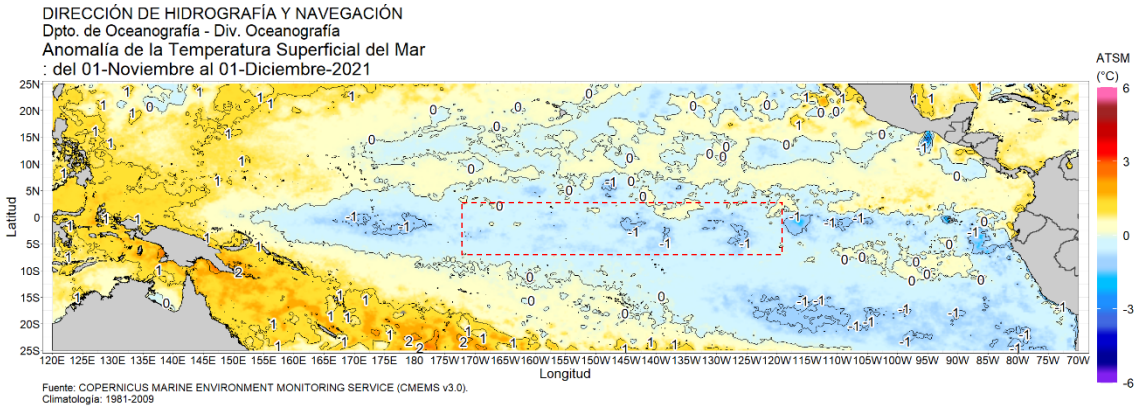


Fig.5. Anomalía de la TSM promedio de noviembre 2021 en el Pacífico ecuatorial. Fuente: datos: CMEMS V3.0. Climatología del 1981-2009 Gráfico: DIHIDRONAV.

En la capa subsuperficial del Pacífico ecuatorial se evidenciaron dos escenarios en paralelo. Una de condiciones frías, al este de 170°O y en los primeros 200 m de profundidad; que se propagó rápidamente hacia la región oriental, a través de la termoclina. El segundo escenario, al oeste de 180° entre 100 m y 200 m de profundidad, con un núcleo cálido que se propagó hacia la región central. A fines de mes noviembre se mantiene disminuyeron las condiciones frías, mientras que en la región occidental anomalías hasta 2 °C hasta los 160°O (Fig.6).

La anomalía del esfuerzo del viento del este en el Pacífico ecuatorial occidental y central se incrementaron en todo noviembre, la isoterma de 20 °C descendió hasta 20 m por encima de su profundidad normal, al Este de 120°O. La anomalía de la TSM disminuyó gradualmente al oeste de 120° hasta anomalías -1 °C, y se mantuvo ligeramente cálida al oeste de 150°E (Fig.7).

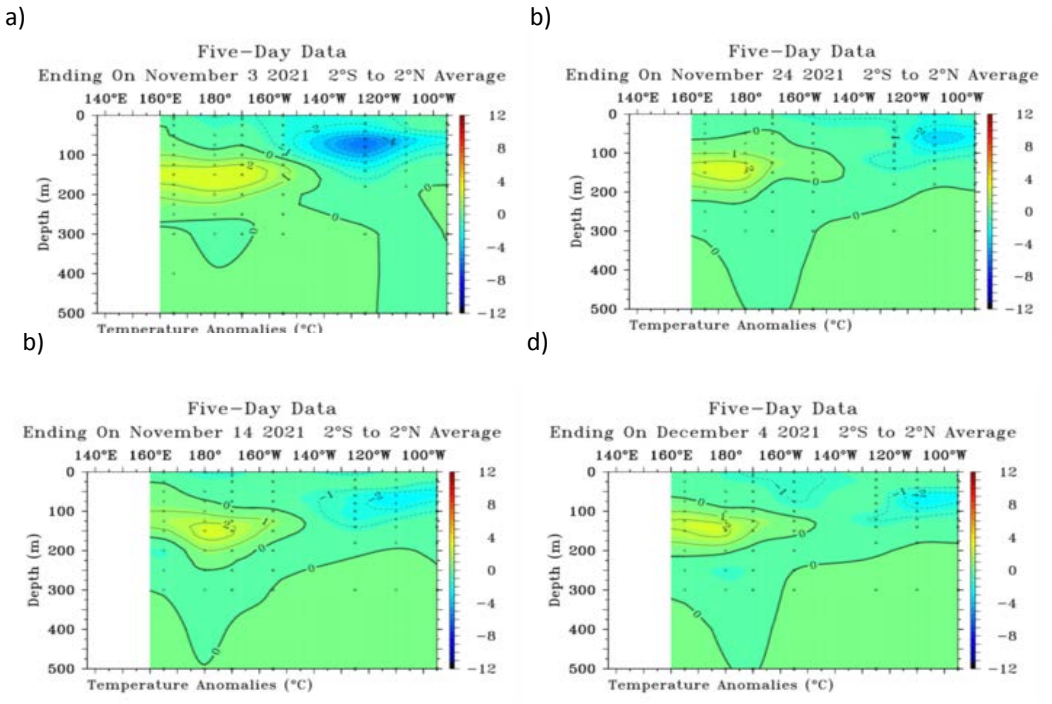


Fig.6. Anomalía de la temperatura subsuperficial en el Pacífico ecuatorial (02°N-02°S) de 3, 14, 24 de noviembre y 4 de diciembre de 2021. Fuente: TAO/NOAA.

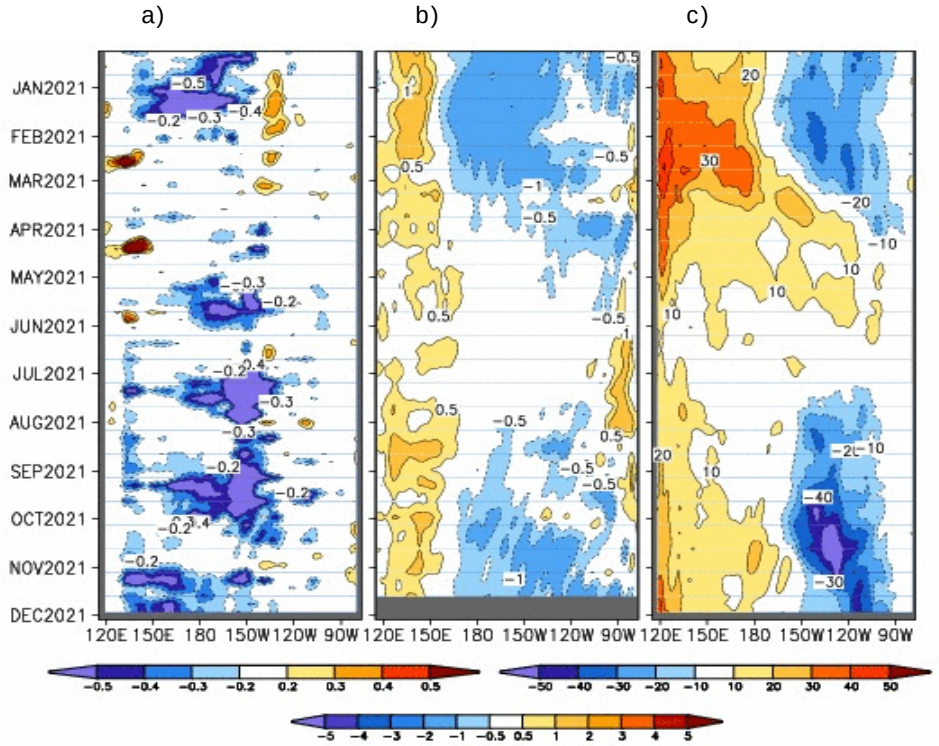


Fig.7. Diagrama de Hovmöller de la a) anomalía del viento zonal, b) anomalía de la TSM y c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C. Promedio de 02°N-02°S entre diciembre 2020 y noviembre 2021. Fuente: a) CMEMS V3.0. climatología del 1981-2009/b) GODAS. NCEP.CPS.NOAA y OISST.NOAA

En las cuatro regiones Niño la anomalía de TSM fue negativa, en Niño 1+2 (Pacífico Ecuatorial Oriental) la anomalía de TSM se mantuvo negativa, alcanzando un valor de -1 °C. En las otras regiones Niño (Pacífico Ecuatorial Central), la anomalía negativa se incrementó; en Niño 3 y 3.4 los valores fueron de -0.68, -0.86 °C, Fig. 8, mientras en la región 4 tuvo una ligera disminución a -0.62°C.

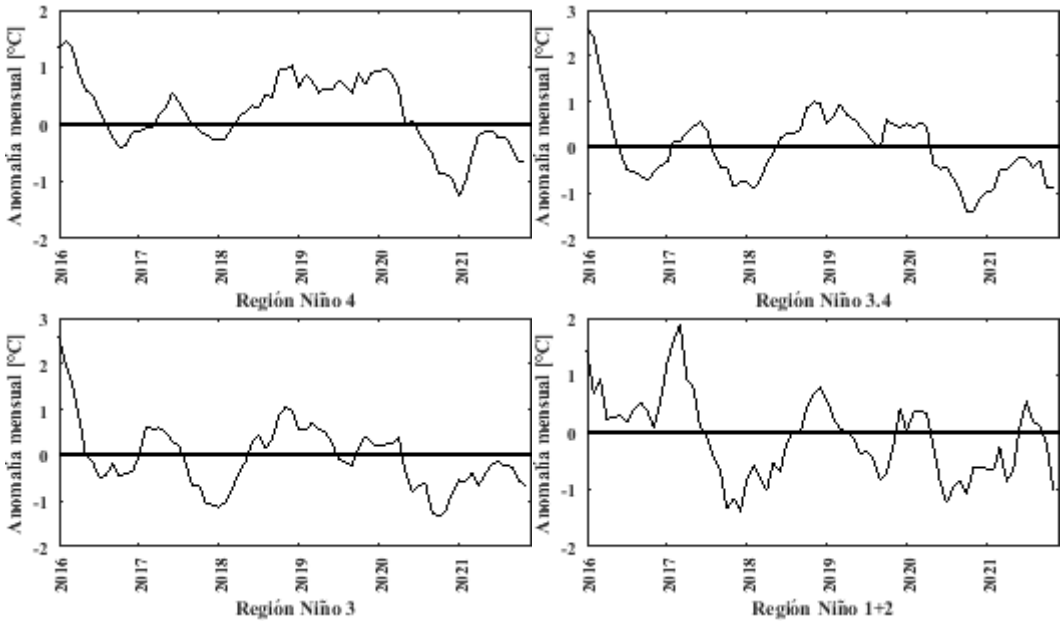


Fig. 8. Anomalías de TSM en las regiones Niño. Fuente: Información OISST v.2

El índice oceánico ONI en el trimestre septiembre-octubre-noviembre se mantiene en la región de eventos ENOS de condición fría, siendo negativo de -0.8 °C. Por su parte, los índices SOI y SOI-ec (1 y 1.7), se mantienen en valores positivos cercanos a las observadas durante La Niña, Fig. 9b.

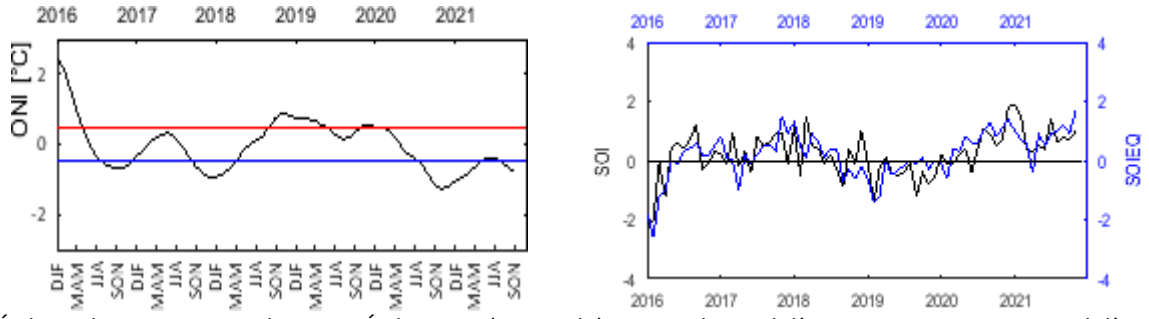


Fig.9. Índices de seguimiento de ENOS. Índice ONI (izquierda). SOI tradicional, línea negra y SOI ecuatorial, línea azul (derecha). Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) del Pacífico ecuatorial central (175 – 120°O) aumentaron en magnitud manteniéndose positivos, lo que indica que persiste su fortalecimiento en la región oceánica del Pacífico ecuatorial, Fig. 10.

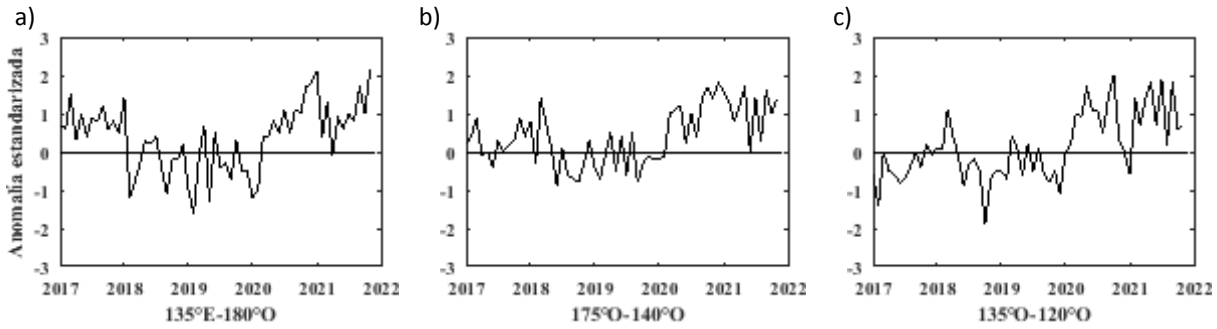


Fig. 10. Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios. Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

C. PACÍFICO SURORIENTAL

Las anomalías de temperatura superficial del aire (TSA) tuvieron un comportamiento bajo la normal desde Colombia, en Buenaventura, hasta la costa norte de Chile en Valparaíso. Sin embargo, al norte de Colombia, en Bahía Solano, y al sur de Chile en Antofagasta se presentaron anomalías positivas. A partir de Santiago, en la costa sur de Chile, se presentan anomalías negativas a excepción de Juan Fernàndez que está sobre la normal, Fig 11.

En casi todas las estaciones meteorológicas del perfil costero desde Colombia hasta el sur de Chile se registraron anomalías negativas a normales, con excepción del norte de Colombia, en Buenaventura, donde se registró una precipitación media de 1027 mm con anomalía positiva de 392mm. En el sur de Chile y en San Lorenzo, norte de Ecuador, se muestran las anomalías más negativas; mientras en el resto de estaciones los valores son menores. Fig. 12.

La TSM en las estaciones de Colombia, Ecuador, Perú y Chile tuvieron predominio de anomalías negativas tanto en el análisis de promedios de cinco días, Fig. 13, como en el promedio mensual, Fig. 14. Sin embargo, las estaciones de San Lorenzo, norte de Ecuador, y Matarini, sur de Perú presentaron una anomalía media mensual positiva.

En el promedio de cinco días del NM, Callao, Antofagasta y Talcahuano presentaron todas sus anomalías negativas mayores a 5 cm, el resto de estaciones presentó una alta variabilidad de anomalías positivas y negativas de +/- 5 cm, Fig. 15. En el promedio mensual predominaron los valores bajo la normal en Ecuador y Perú (desde -2 a -14cm), con excepción de Esmeraldas y Santa Cruz don fueron positivas. En la costa de Chile las anomalías fueron principalmente positivas > 5cm, menos Talcahuano, al sur de Chile, Fig.16.

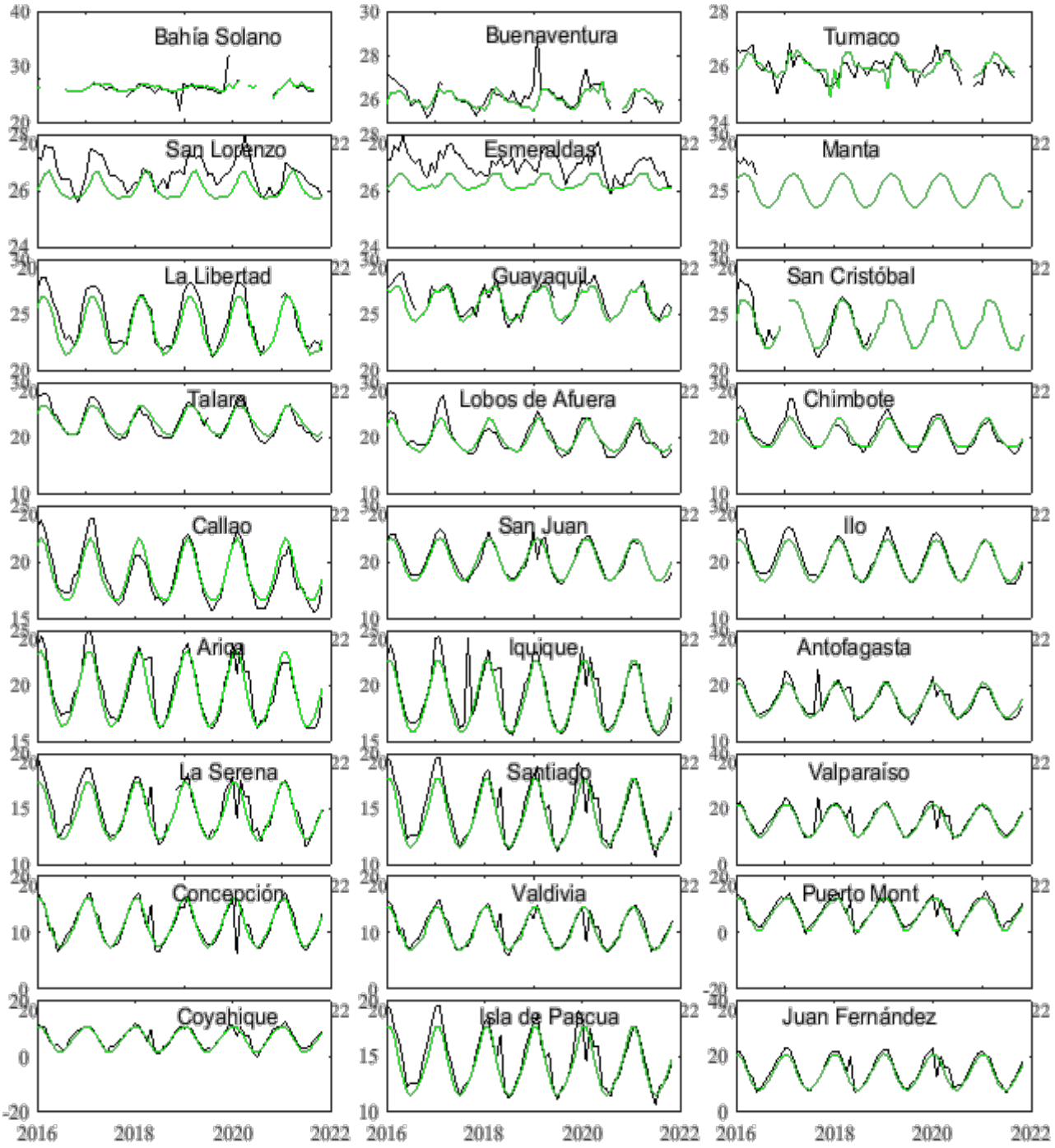


Fig. 11. Medias mensuales de TSA (°C) en localidades de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN).

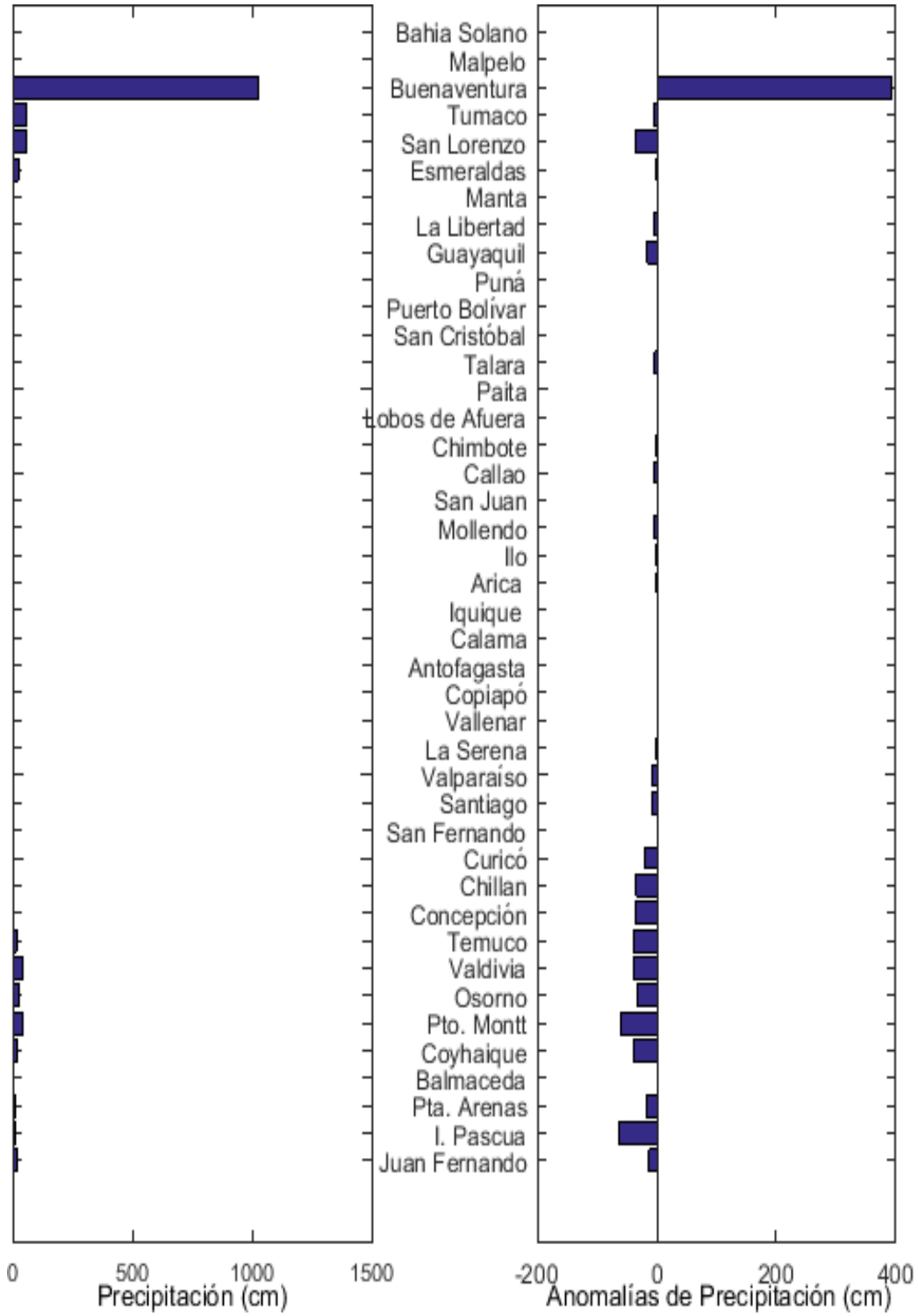


Fig. 12. Precipitación y anomalías de la precipitación en ciudades de los países que conforman el Comité ERFEN-regional.

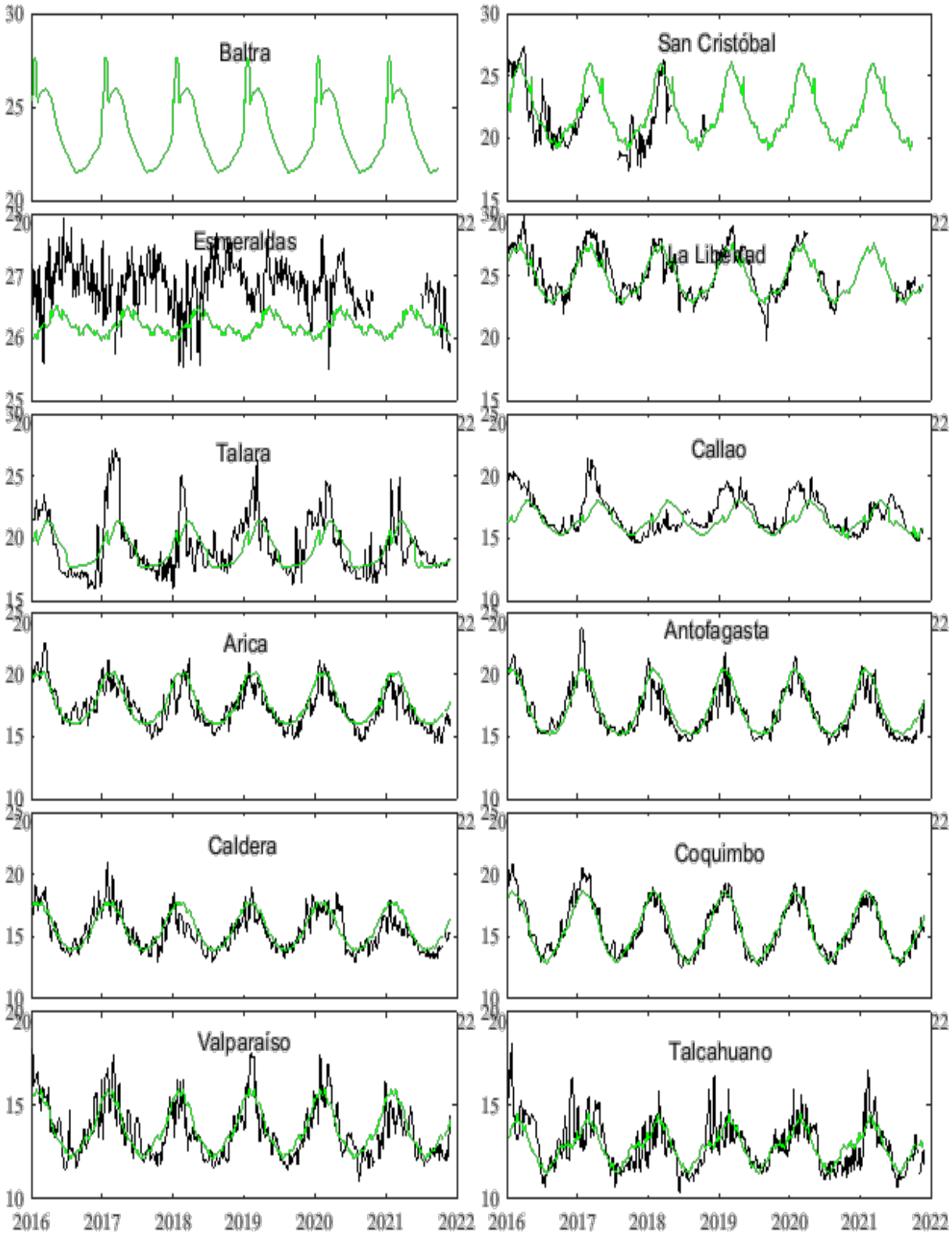


Fig. 13. Medias de cinco días (quinarios) de TSM (°C) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile desde 2016. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la carátula. (Fuente: INOCAR – INAMHI – DHN - SHOA).

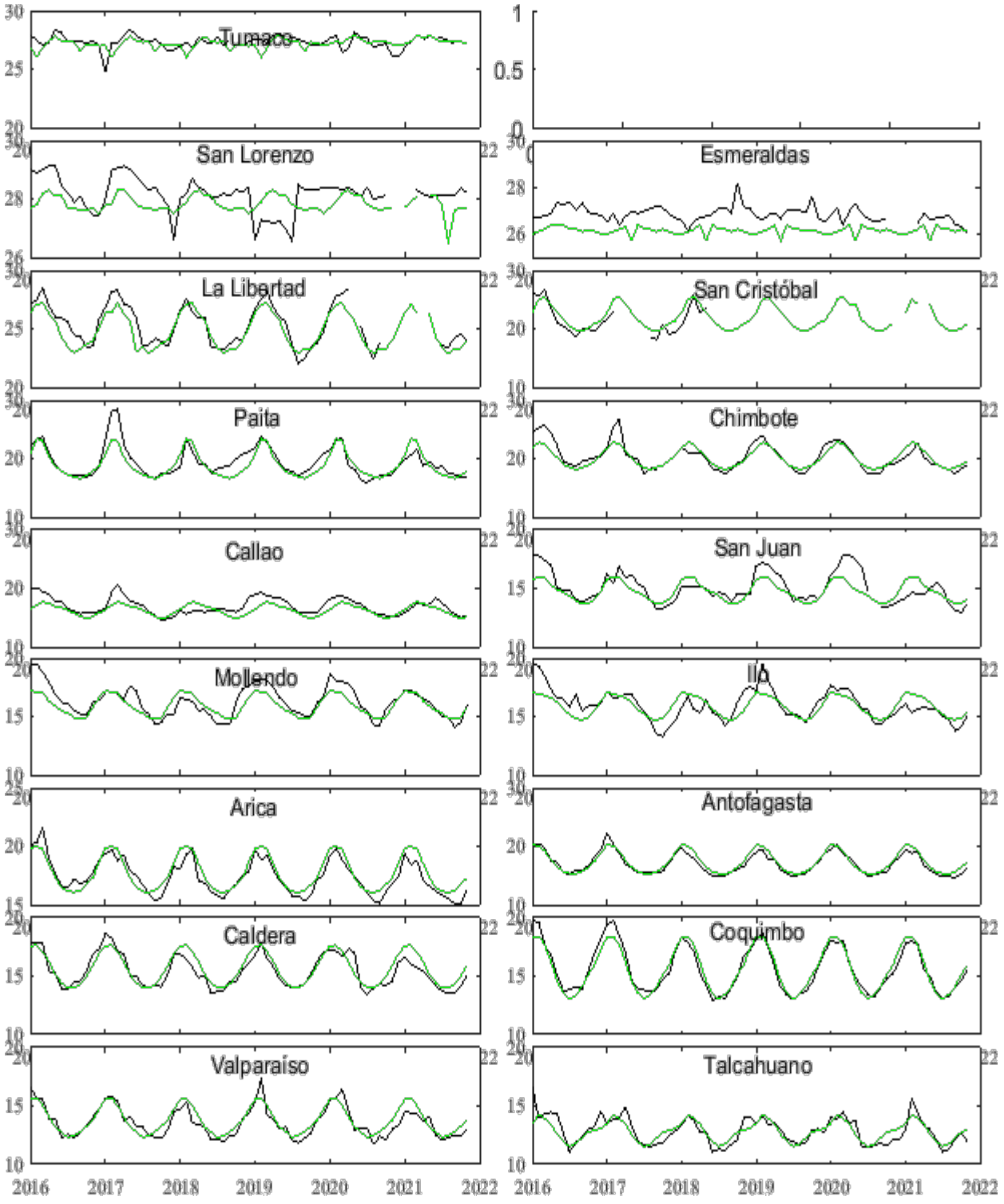


Fig. 14. Medias mensuales de TSM (° C) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo de la climatología es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR, DHN, SHOA).

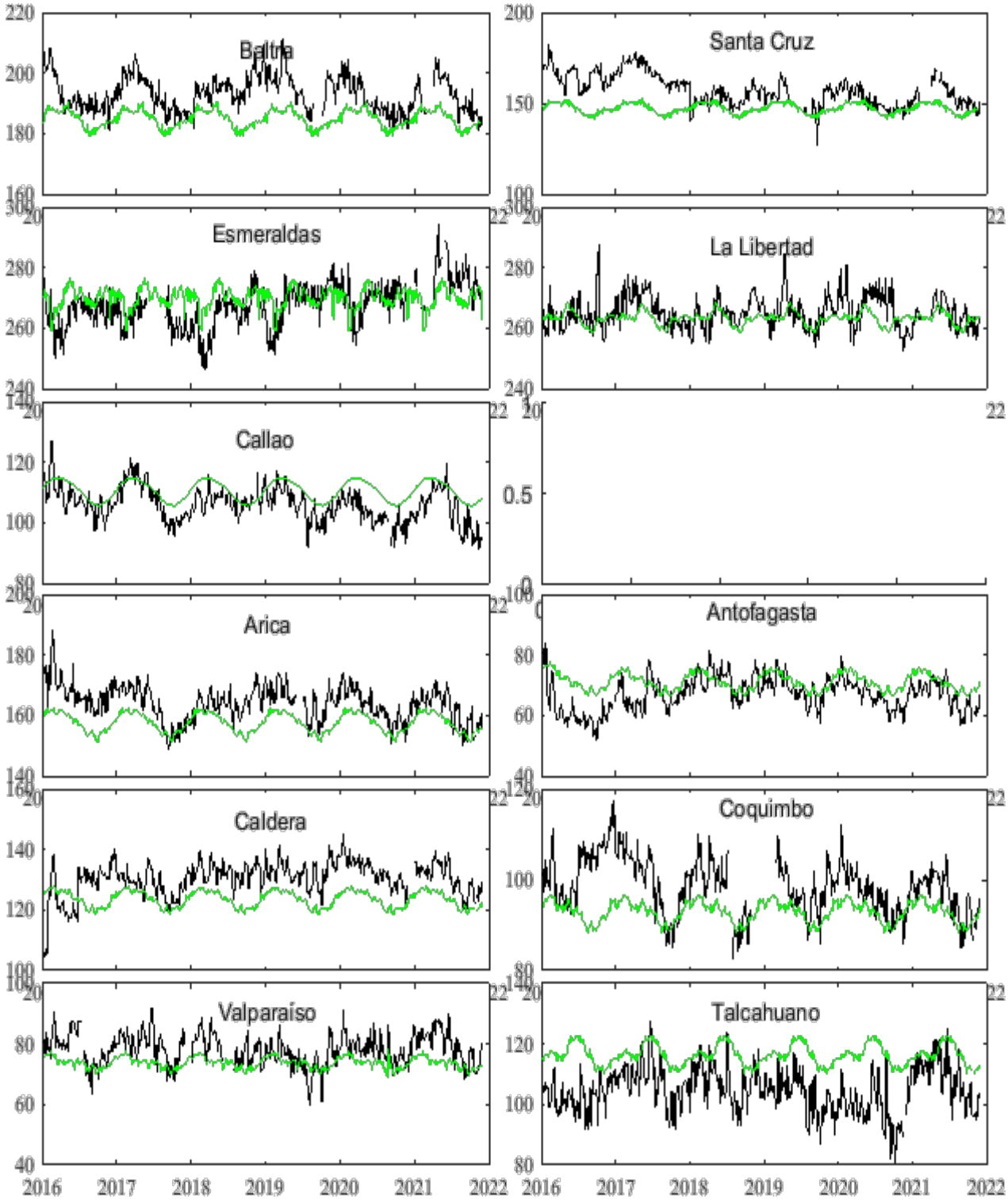


Fig. 15. Medias de cinco días (quinarios) del NMM (cm) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. (Fuentes: INOCAR-DHN - SHOA).

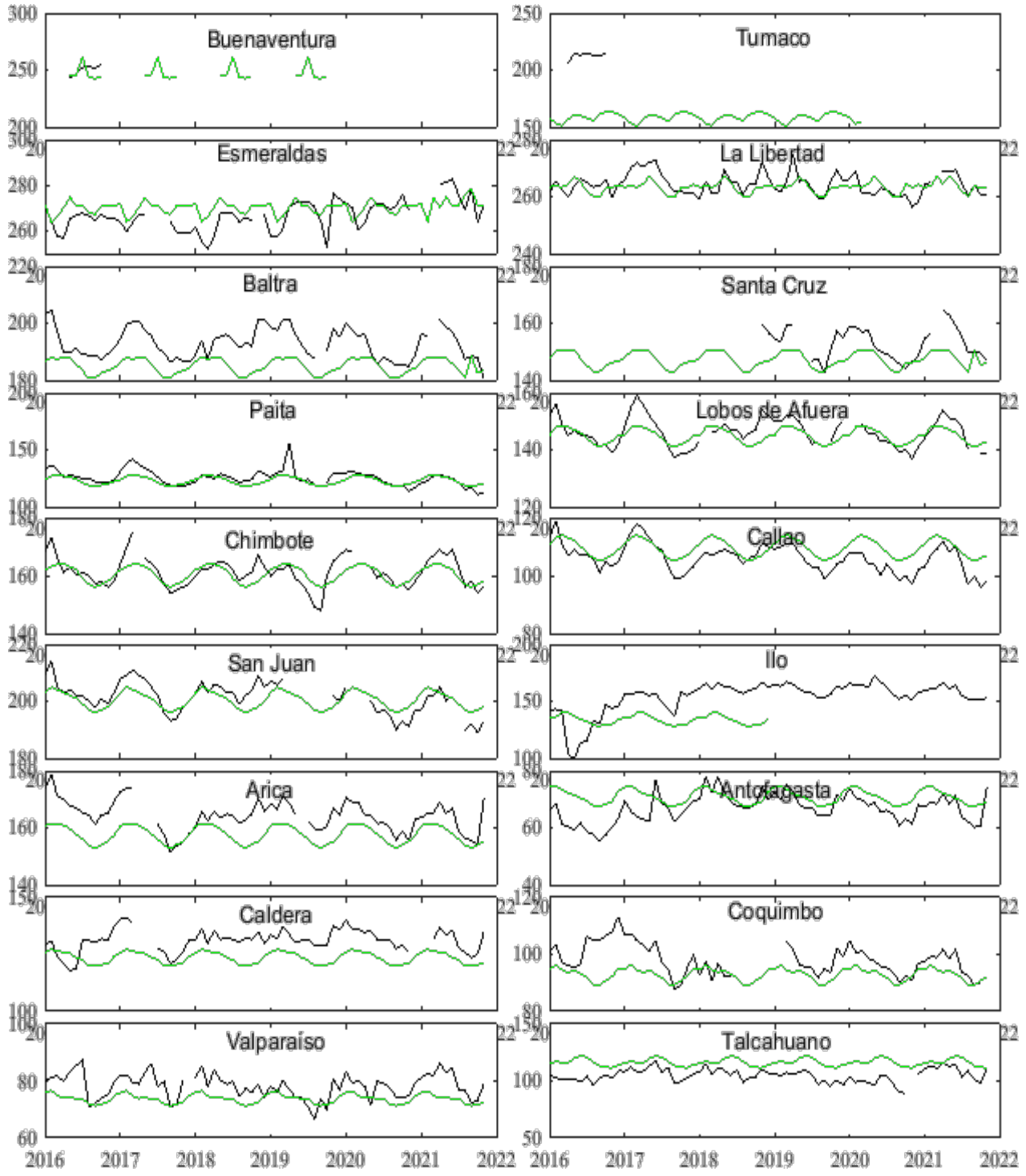


Fig. 16. Medias mensuales de NMM (cm) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN.

II. CONDICIONES NACIONALES

A. COLOMBIA

La dinámica de la TSM para noviembre 2021, evidenció temperaturas alrededor de los 27 °C con anomalías neutrales y coherentes con la climatología mensual para el sector, (Fig. 17a y Fig. 17c); en la cual la corriente de Humboldt impulsa el ascenso de aguas frías (procesos de surgencia), generando magnitudes menores al sur de la CPC. Por su parte, el nivel del mar presentó valores entre 30 y 35 cm (Figura 6b), con anomalías por debajo del promedio que alcanzaron los -4 cm (Fig. 17d).

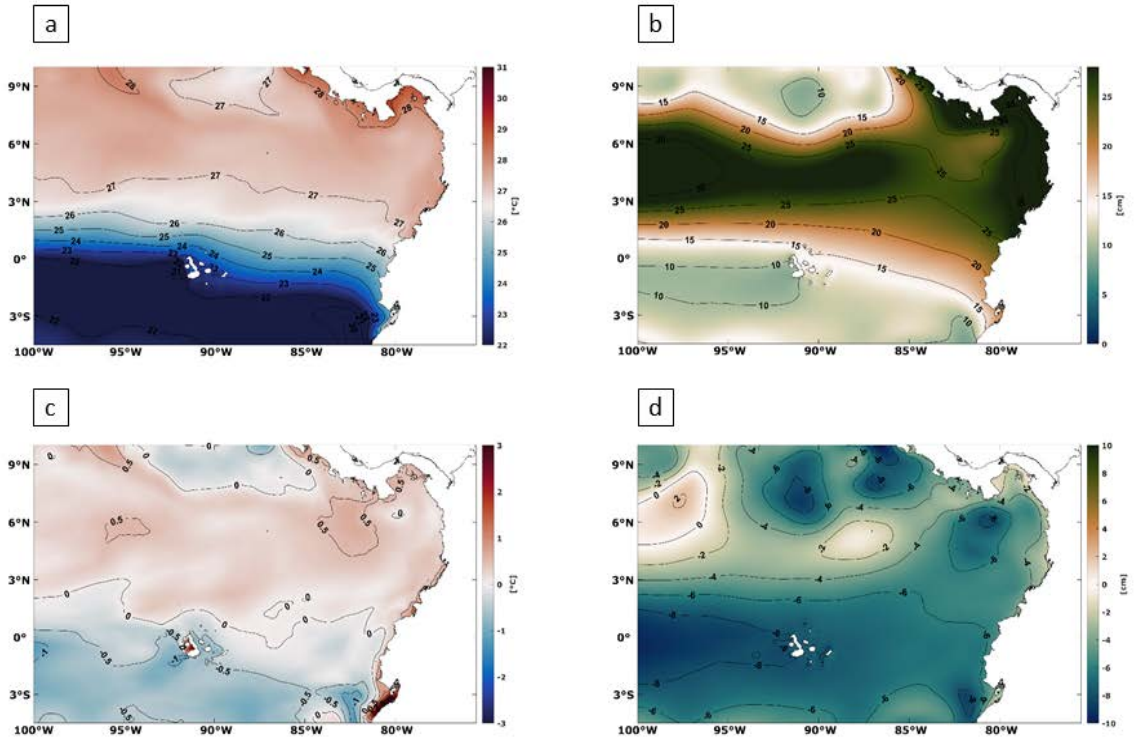


Fig. 17. Distribución mensual de a) Temperatura superficial del mar en °C y b) Nivel del mar en cm. Anomalías de c) Temperatura superficial del mar en °C y d) Nivel del mar en cm. Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.

El marcado frente de salinidad superficial que se ubica paralelo a la costa en la CPC, persiste en el tiempo por el aporte continuo de agua dulce proveniente de las vertientes de los ríos, las cuales, al encontrarse con las aguas oceánicas de mayor salinidad, generan un proceso de mezcla en esta región. La distribución de la salinidad en CPC registra valores alrededor de los 30 con anomalías negativas de -1 (Fig. 18a y 18c).

Las anomalías de la clorofila-a en la CPC alcanzaron los 0.4 mg/m^3 (Fig. 18d), presentándose las mayores magnitudes en el dominio regional cerca de las costas de Ecuador, con valores de hasta 2 mg/m^3 y anomalías positivas de 1 mg/m^3, sector que coincidió con las más bajas temperaturas superficiales del mar (20 °C) y las más altas salinidades (34).

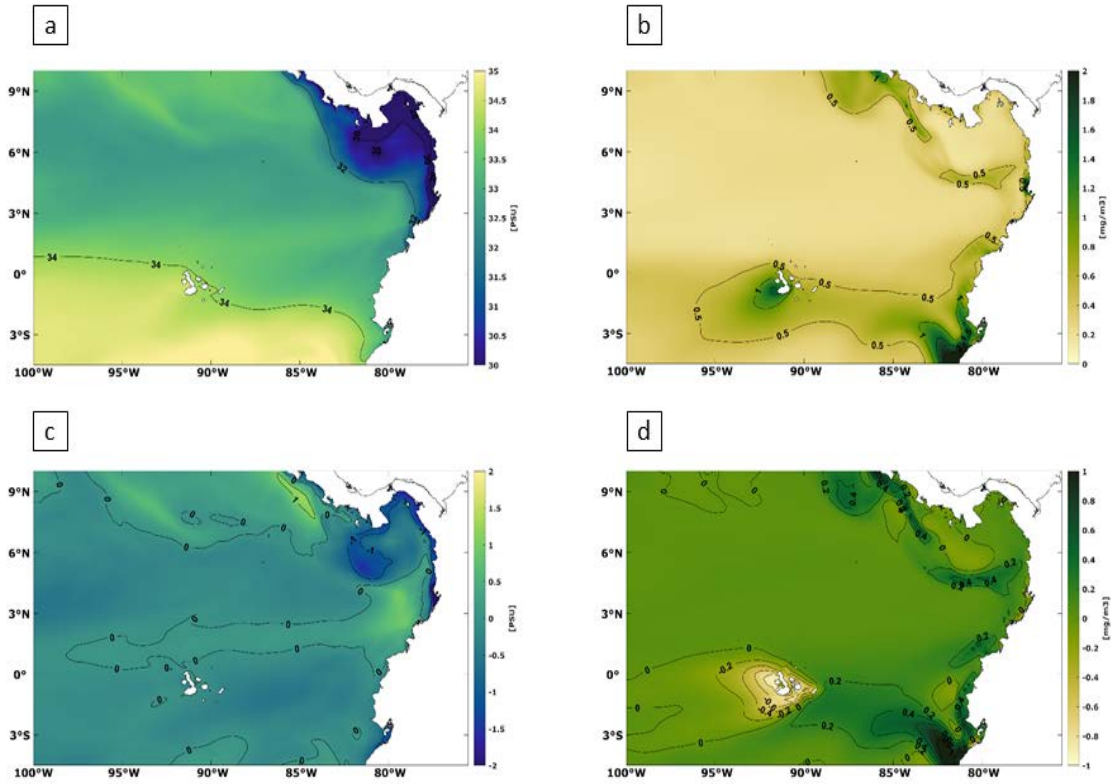


Fig. 18. Distribución mensual de a) Salinidad y b) Clorofila-a en mg/m3. Anomalías de c) Salinidad y d) Clorofila-a en mg/m3. Fuente: COPERNICUS Marine Service. Elaboración: CCCP.

El monitoreo de las condiciones locales es realizado quincenalmente en la estación costera fija, ubicada en la ensenada de Tumaco (02°00'00"N - 78°48'00"W), en área jurisdiccional del Pacífico colombiano, Fig.19.

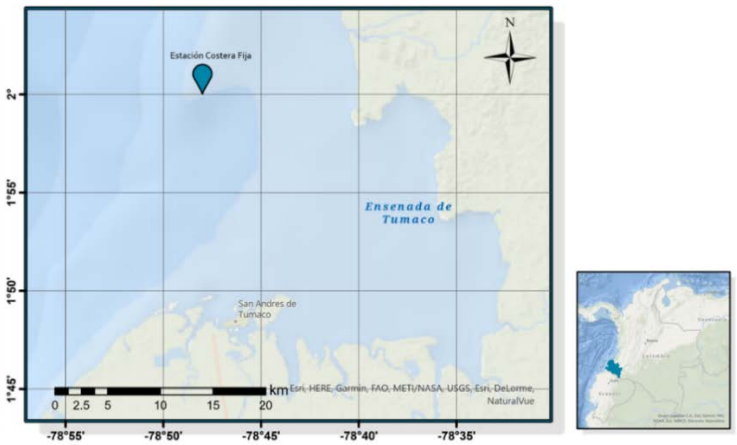


Fig. 19. Localización de la estación costera fija de Tumaco. Fuente: CCCP.

Durante este mes se obtuvo un valor promedio de TSM de 26.82 °C, identificando anomalías negativas de -0.30 °C con respecto al promedio climatológico. En el registro realizado el 16 de noviembre de 2021 (línea azul, Fig. 20b), los valores de la temperatura oscilaron entre 14.05 °C y 26.98 °C, con una termoclina posicionada entre los 40 m y 46 m aproximadamente. Por otra parte, los datos adquiridos el 30 de noviembre del 2021 (línea roja, Fig. 20b), muestran valores de temperatura entre 14.59 °C y 26.67 °C, con una termoclina más superficial ubicada entre 30 m y 40 m aproximadamente.

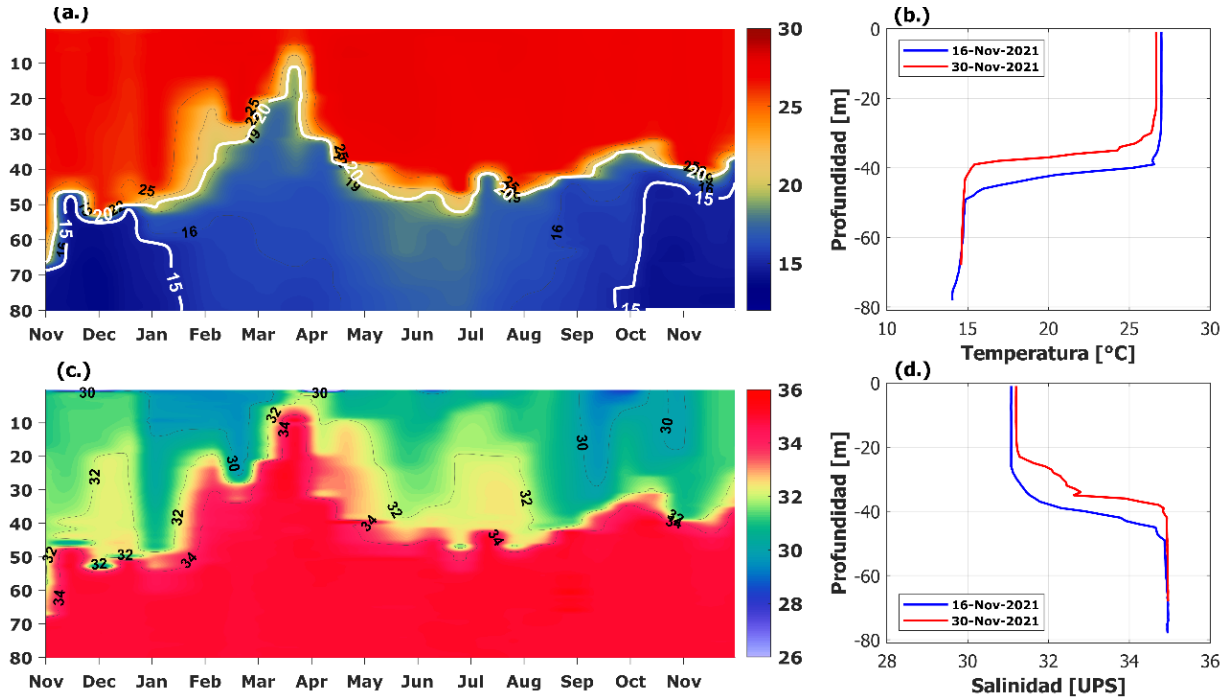


Fig. 20. a) Serie temporal de la temperatura subsuperficial, b) Perfiles de temperatura, c) Serie temporal de la salinidad subsuperficial y d) Perfiles de salinidad. Fuente: CCCP.

En cuanto a la Salinidad Superficial del Mar (SSM), tuvo un valor promedio de 31.14, con anomalía positiva de 0.66 y valores de salinidad que oscilaron entre 31.07 y 34.96 para el primer registro (línea azul, Fig. 20d), y entre 31.20 y 34.96 para el segundo monitoreo (línea roja, Fig. 20d). Se presentó un comportamiento concordante entre los valores de temperatura y salinidad, evidenciándose una disminución de la salinidad con la presencia de aguas superficiales más cálidas.

El Índice Multivariado de Tumaco (IMT) presentó un valor de -0.88 con categoría “F1”, indicando fase fría neutra para esta zona del país (Fig. 21). Con respecto al mes anterior (octubre 2021), se observa la continuidad de condiciones neutrales.

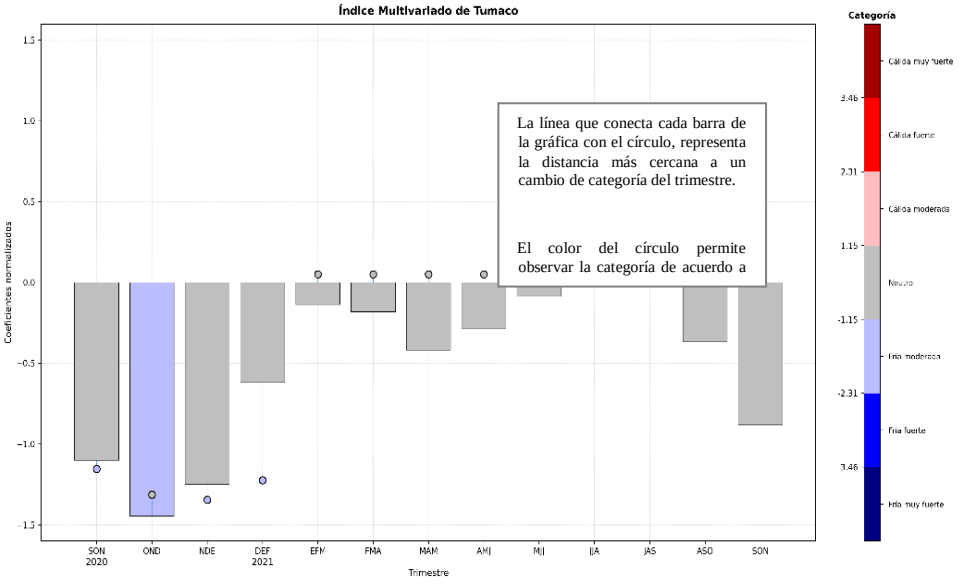


Fig. 21. Comportamiento del Índice Multivariado de Tumaco (IMT). Fuente: CCCP.

Los parámetros meteorológicos para las principales localidades del Pacífico colombiano, para el periodo comprendido entre el 01 y el 30 de noviembre del 2021 se describen a continuación:

En Bahía Solano la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 25.03 °C, con un valor máximo registrado de 29 °C y un valor mínimo de 22.60 °C; se evidenció una anomalía negativa de -0.41 °C. En cuanto a la humedad relativa, el promedio mensual fue de 97.85 %, con un valor máximo de 100 % y un valor mínimo de 74 %; se presentó una anomalía positiva de 2.27 %.

En Buenaventura la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 25.20 °C, con un valor máximo registrado de 29 °C y un valor mínimo de 23.10 °C; se evidenció una anomalía negativa -0.33 °C. En cuanto a la humedad relativa, el promedio mensual fue de 95.72 %, con un valor máximo de 100 % y un valor mínimo de 73 %; se presentó una anomalía positiva de 3.36 %. El total de precipitación observada fue de 1027 mm, con una anomalía positiva de 463.43 mm.

En Tumaco la temperatura ambiente presentó un promedio mensual de 25.36 °C, con un valor máximo registrado de 27.80 °C y un valor mínimo de 23.30 °C; se evidenció una anomalía negativa de -0.23 °C. En cuanto a la humedad relativa, el promedio mensual fue de 96.96 %, con un valor máximo de 100 % y un valor mínimo de 77 %; se presentó una anomalía positiva de 7.47 %. El total de precipitación observada fue de 61.40 mm, con una anomalía negativa de -3.75 mm.

En noviembre, la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) presentó moderada actividad, moviéndose entre los 5°N y 11°N en la zona marítima del Pacifico colombiano, en el océano Atlántico, entre los 4°N a los 7°N. No hubo tránsito de las Ondas Tropicales (también llamadas Ondas del Este), las cuales se disiparon antes de llegar inducir condiciones lluviosas sobre el territorio. Los frentes fríos tuvieron una influencia indirecta, mediante vaguadas prefrontales en el archipiélago de San Andrés y Providencia, entre el 6 al 10 de noviembre. Llegaron hasta los 12°N en las costas de Nicaragua.

El mes de noviembre, en la mayor parte de la cuenca se presentó condiciones asociadas a la fase fría de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), tanto al componente oceánico como atmosférico. Sin embargo, el acoplamiento de la atmósfera y el océano se ha debilitado desde mediados de mes. Los Índices Oceánico de El Niño, Multivariado de El Niño y Oscilación del Sur evidencian estas condiciones

En lo que respecta a la variabilidad intraestacional, la oscilación Madden y Julian (OMJ) tuvo una influencia moderada en su fase subsidente sobre la reducción de la precipitación en el acumulado mensual.

El seguimiento realizado por el IDEAM muestra que presentó excedencias en las precipitaciones en: el sur de Sucre, área comprendida entre el sur Bolívar, oriente de Antioquia y occidente de Santander, occidente de Norte de Santander, Cordillera Central y Occidental, desde el sur de Antioquia hasta Nariño, incluyendo el valle del río Cauca, los departamentos del Viejo Caldas Tolima y Huila, el piedemonte de la Cordillera Occidental en la región Pacífica, el piedemonte oriental de los Andes, desde el sur de Meta hasta Putumayo. Se presentaron lluvias deficitarias en zona norte de la región Caribe, comprendida entre centro y norte de Cesar, Magdalena y Guajira, Atlántico, norte de Bolívar, litoral de Sucre y Córdoba, el golfo de Urabá, el norte de Norte de Santander, el área que cubre sur de Norte de Santander, centro y oriente de Santander, centro y norte de Boyacá, suroriente de Cundinamarca la Orinoquia y nororiente de la Amazonia. El resto del país mostró precipitaciones dentro de los valores climatológicos normales para el mes, Fig.22.

Los valores de precipitaciones más altos en el mes se presentaron el día 3 de noviembre en: la estación Albania, municipio de San Sebastián de Mariquita (Tolima), con 203,0 mm; y la estación La Victoria, municipio de La Victoria (Caldas), con 185,9 mm; el día 25 de noviembre en la estación Opogodó, municipio de Condoto (Chocó), con 167,0 mm.

Las máximas temperaturas se presentaron en: la estación Colegio Agrario Pailitas, en el municipio de Pailitas (Cesar), el día 3 de noviembre, con un valor 39,8 °C; la estación Hacienda Centenario, en el municipio de Codazzi (Cesar), los días 14 y 25 de noviembre, con un valor de 38,2 °C; y la estación Jerusalén, en el municipio de Jerusalén (Cundinamarca), el día 25 de noviembre, con un valor 38,8 °C.

Las temperaturas mínimas se presentaron en: la estación Berlín, municipio de Tona (Santander), los días 12 y 17 de noviembre, con un valor -3,2 °C; la estación El Tesoro, municipio de Morroa (Sucre), el día 19 de noviembre, con un valor de -2,4 °C y la estación Aeropuerto Alberto Lleras Camargo, municipio de Sogamoso (Boyacá), el día 8 de noviembre, con un valor de 0,2 °C.

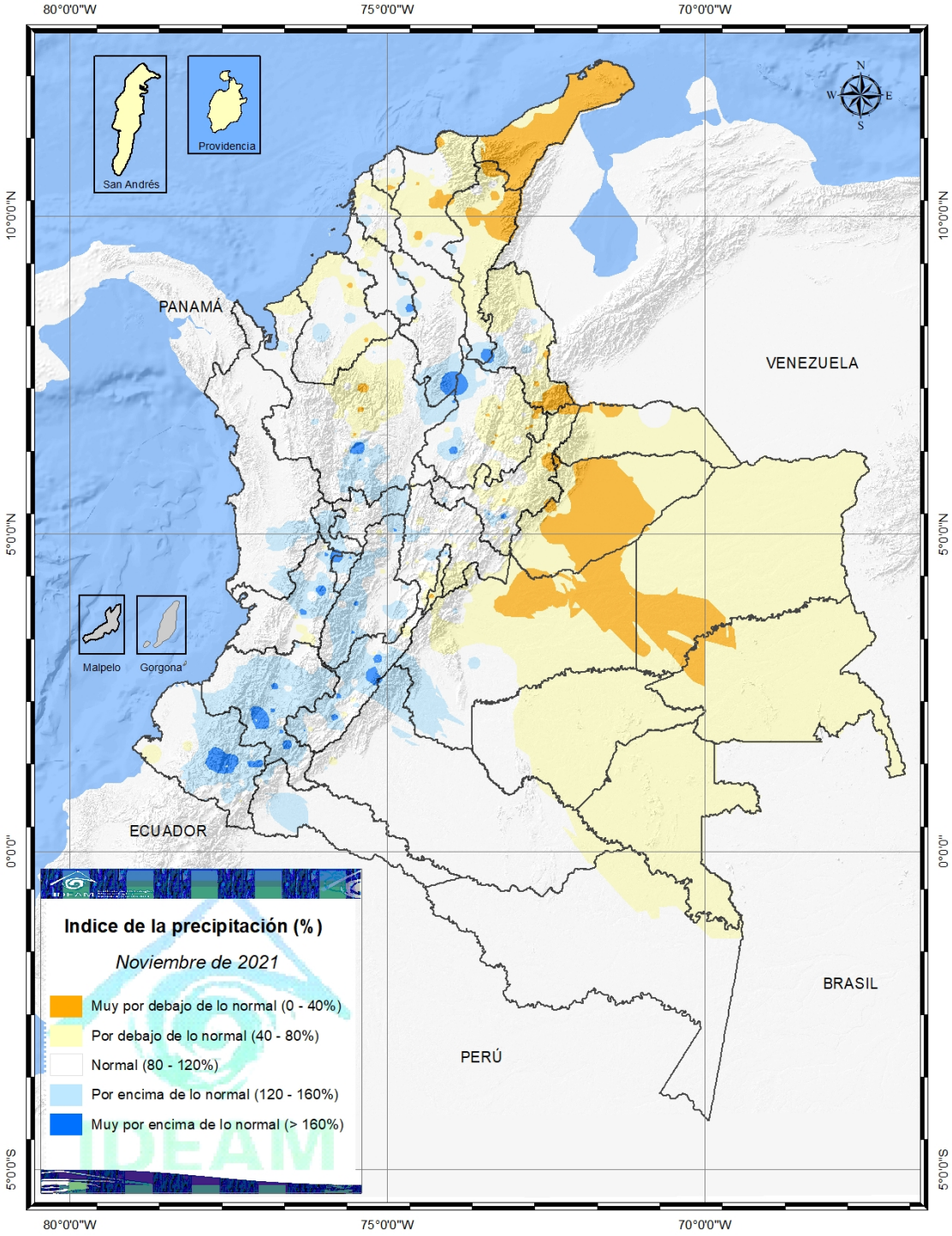


Fig.22. No. 1. Anomalía porcentual de la precipitación mes de noviembre de 2021.

B. ECUADOR

Los vientos superficiales se han mantenido con patrones de dirección similares a lo observado en octubre y una ligera disminución de magnitud en la zona sur. El promedio del viento es de 5 m/s, con los menores valores (4 m/s) al norte y oeste de Galápagos y sur del Ecuador geográfico los mayores (7 m/s) al norte de la línea ecuatorial Fig. 23. La dirección predominante es sur-suroeste, con variaciones hacia el noreste frente a la costa continental.

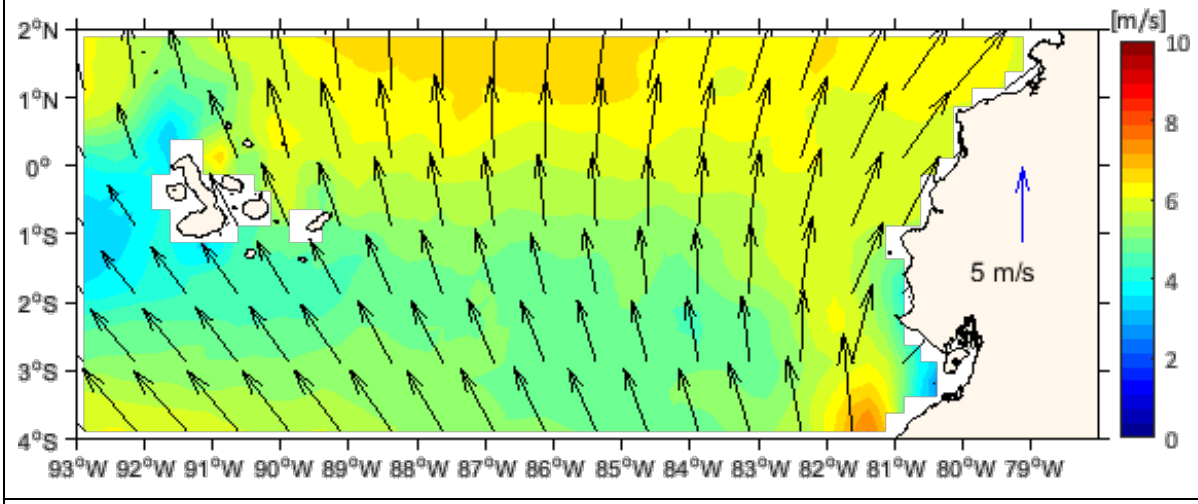


Fig. 23. Patrón de vientos superficiales. Fuente: Ifremer, ASCAT

Entre la costa continental y Galápagos las precipitaciones fueron escasas, el acumulado máximo (20 mm) se registró frente a la costa continental. Al norte del perfil costero ecuatoriano, las lluvias se mantuvieron mayores a 20 mm, similares al mes anterior y hacia el interior, en la región Andina, disminuyeron, alcanzando los 100 mm, Fig.24.

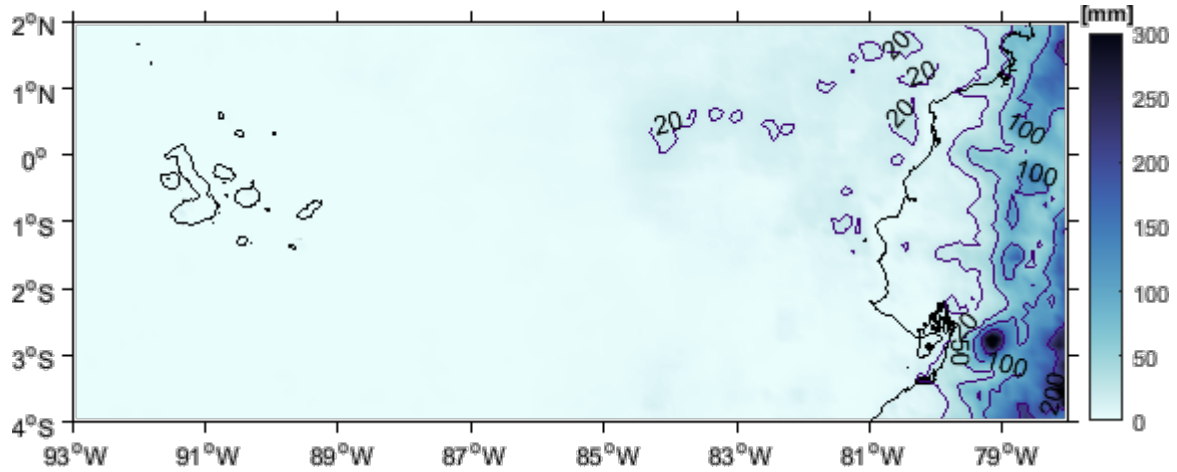
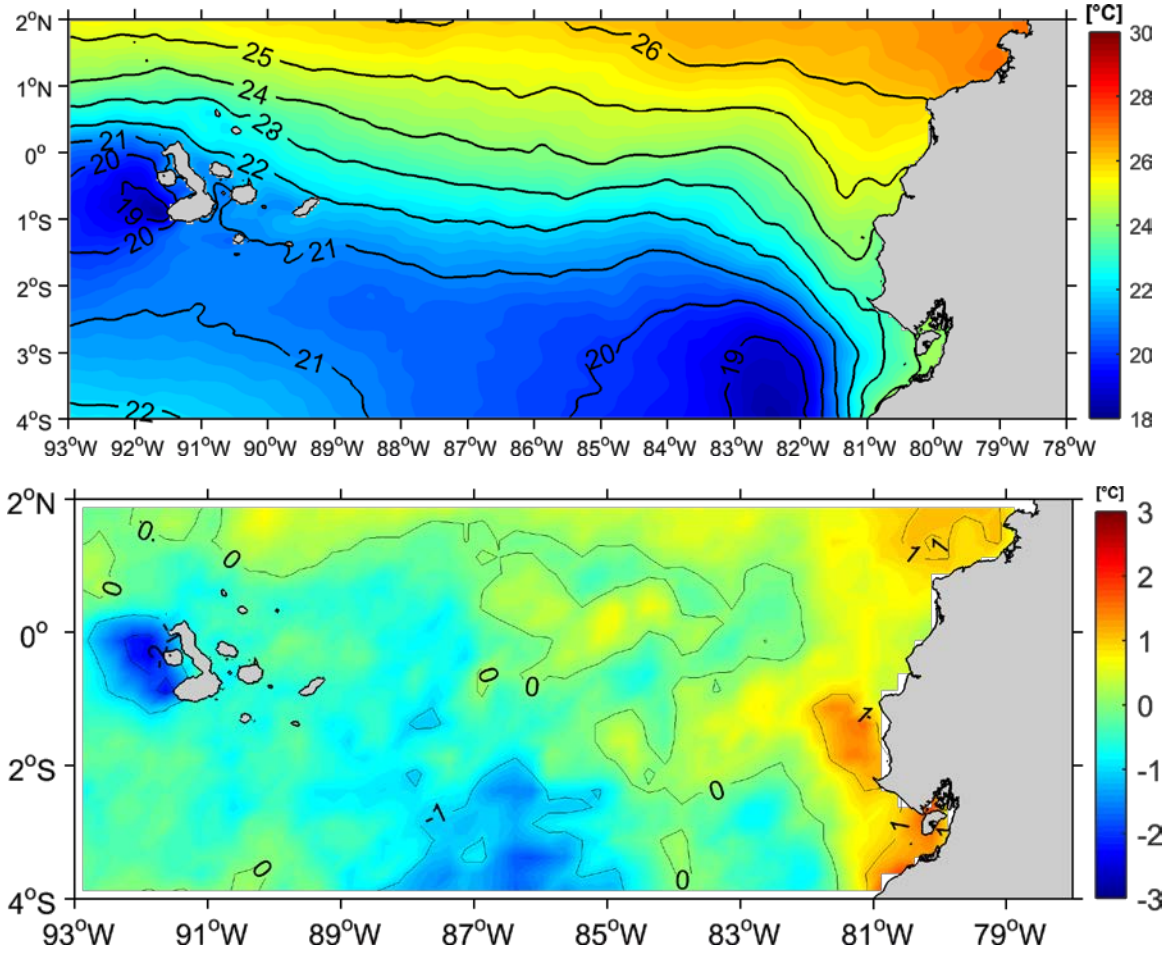


Fig. 24. Acumulado mensual de precipitación. Fuente: ASCAT, satelital.

La distribución de la TSM muestra un Frente Ecuatorial (FE) definido, con isotermas que lo forman están más separadas que el mes anterior, manteniendo su orientación en sentido sureste-noreste, desde la Puntilla de Santa Elena hasta el norte de Galápagos. Al sur (~1.5°S) está limitada por la isoterma de 21 °C (~1°S) y al norte (~1°N) por la de 25 °C. Al comparar la TSM con el mes anterior, se observa que al sur del FE la TSM aumentó, sin embargo, se mantiene en el patrón de temperatura el afloramiento al oeste de Galápagos, Fig. 25a. La magnitud de las anomalías de temperatura disminuyó con respecto al mes anterior, observándose condiciones más neutrales en toda el área, excepto el oeste de las Galápagos donde se observan anomalías de hasta -2 °C, indicando una intensificación del afloramiento. Frente a la costa continental al sur de 1.5°S y hasta los 82°O las anomalías se mantienen positivas, Fig. 25b.

En la Fig. 25c, se observa la distribución de salinidad superficial, siendo el noreste la de menor valor, y que corresponde a la masa de Agua Tropical Superficial (ATS) de baja salinidad (< 33 ups) y mayor temperatura (> 24 °C). Hacia el suroeste la salinidad aumenta hasta valores mayores de 34 ups a la par que la temperatura disminuye, relacionado con el Agua Ecuatorial Superficial (AES).



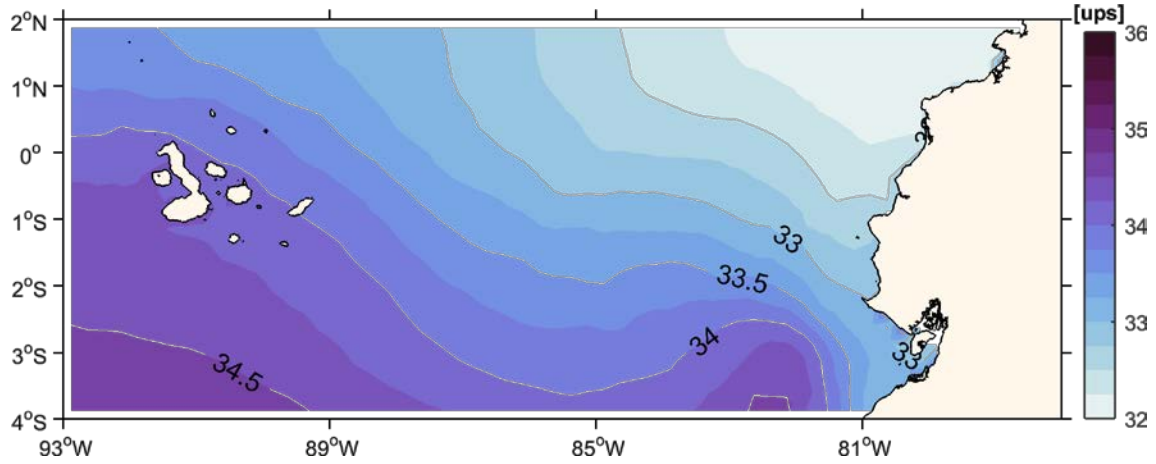


Fig. 25. a) Temperatura Superficial del Mar y (b) Anomalía de la TSM en el mar ecuatoriano y c) Distribución de la salinidad superficial en territorio marítimo ecuatoriano. Fuente: Base de datos Copernicus-Ostia.

Los perfiles verticales de temperatura y salinidad, Fig. 26, en la capa de 30 m, indican que la influencia de la ATS llega hasta aproximadamente 30 m de profundidad y su influencia disminuye hacia el oeste, observándose hasta 0.5°S en 82°O y hasta 0.5°N en 86°O. Al sur la salinidad aumenta y la temperatura disminuye. Debajo de los 30 m, se observa homogeneidad en la columna de agua. Respecto al mes anterior se observa un avance de la ATS ligeramente hacia el sur en 82°O.

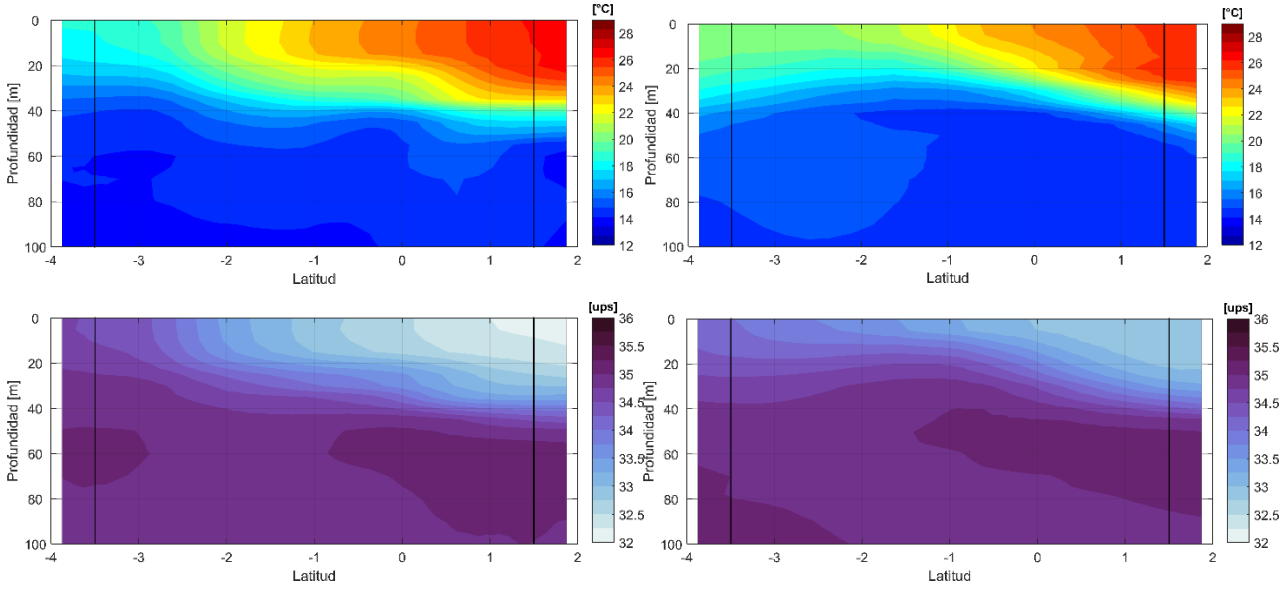


Fig. 26. Secciones en profundidad entre 4°N y 6°S: En 82°O, a) Temperatura y b) Salinidad. En 86°O (c) Temperatura

En la estación 10 millas La Libertad (2.083°S y 81.089°O), la TSM del mes fue de 23.6 °C, siendo igual a la de octubre. La capa de mezcla se mantiene con una profundidad media de 15 m, siendo de mayor profundidad respecto a Octubre (11m) Fig. 27.

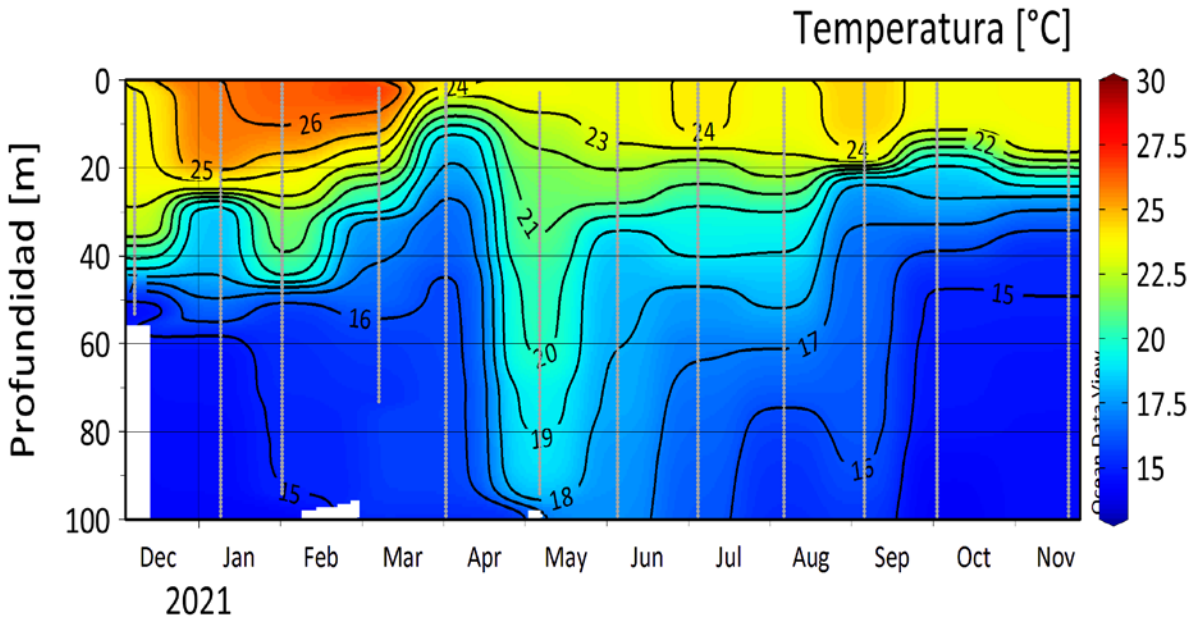
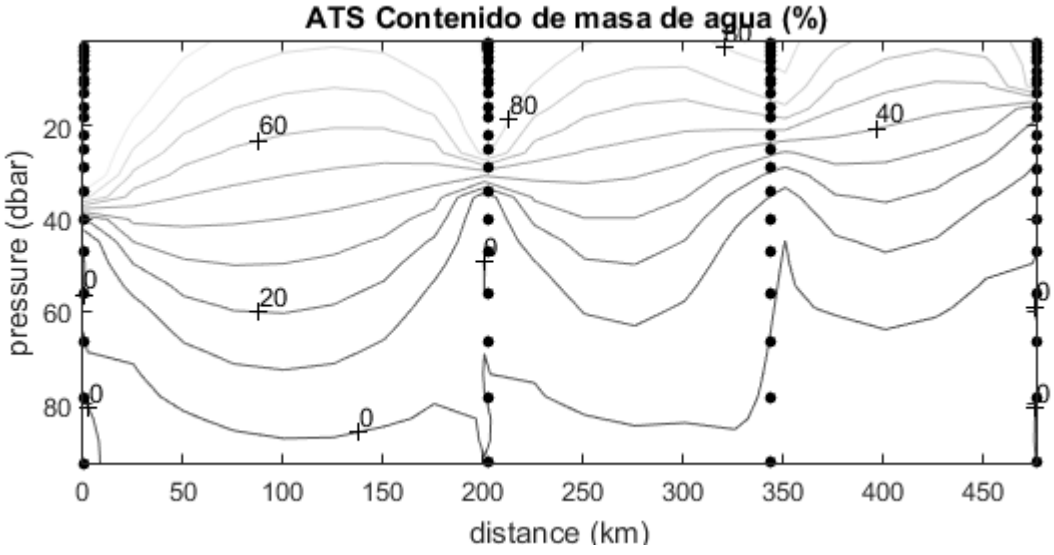


Fig. 27. Sección temporal de la estación 10 millas La Libertad (2.083°S y 81.089°O). Fuente: Inocar. Elaborado por Inocar.

En la Fig. 28 la estación más al norte, Esmeralda, se encuentra a la derecha y la del sur, Puerto Bolívar, a la izquierda. En Esmeraldas la ATS predomina con un 80 % de presencia hasta los 20 m de profundidad; en las estaciones del centro Manta y La Libertad, el porcentaje va de 80-40% observándose un aumento de ATS en los primeros 20m respecto a Octubre. La AES se encuentra mezclada con un porcentaje de ~20% a lo largo de todas las estaciones encontrándose principalmente por debajo de los 20m, exceptuando puerto bolívar en donde se la observa desde los 10m. El agua Ecuatorial Sub-superficial (AESS) muestra un porcentaje mayor a 50 % en todas las estaciones debajo de los 40 m.



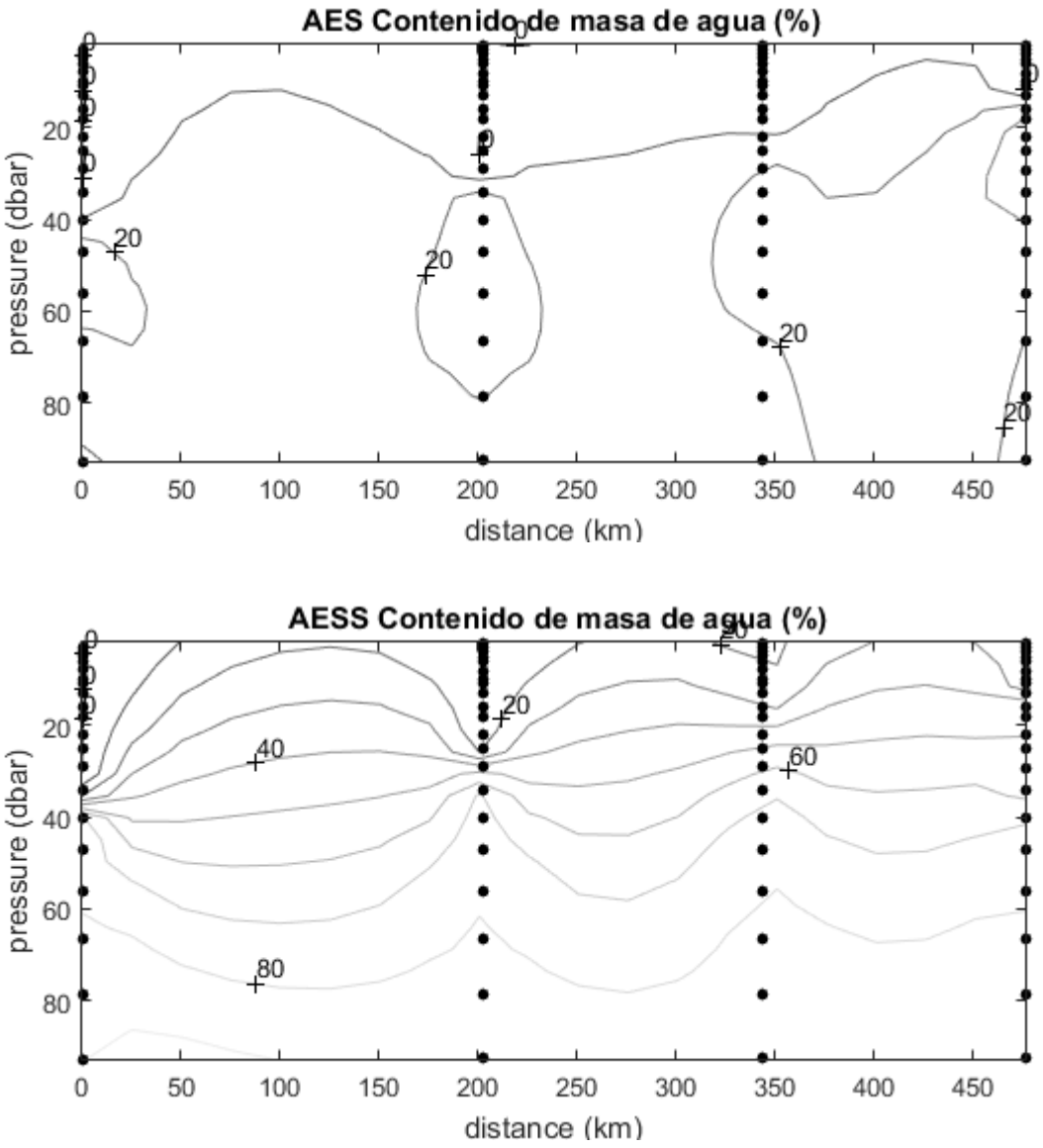


Fig. 28. Distribución de masas de agua frente a la costa

C. PERÚ

La TSM promedio de noviembre fue de 16 °C a 19 °C, disminuyendo de norte a sur. Temperaturas mayores de 18 °C se distribuyeron en la zona norte y menores de éste en el centro y sur. La anomalía promedio fue negativa, en el orden de -0.5 °C a -1 °C, siendo menos intenso respecto al mes anterior. Sólo frente de Tumbes (extremo norte del país) la anomalía fue positiva, con valores de +0,5 °C a +1 °C. (Fig.29).

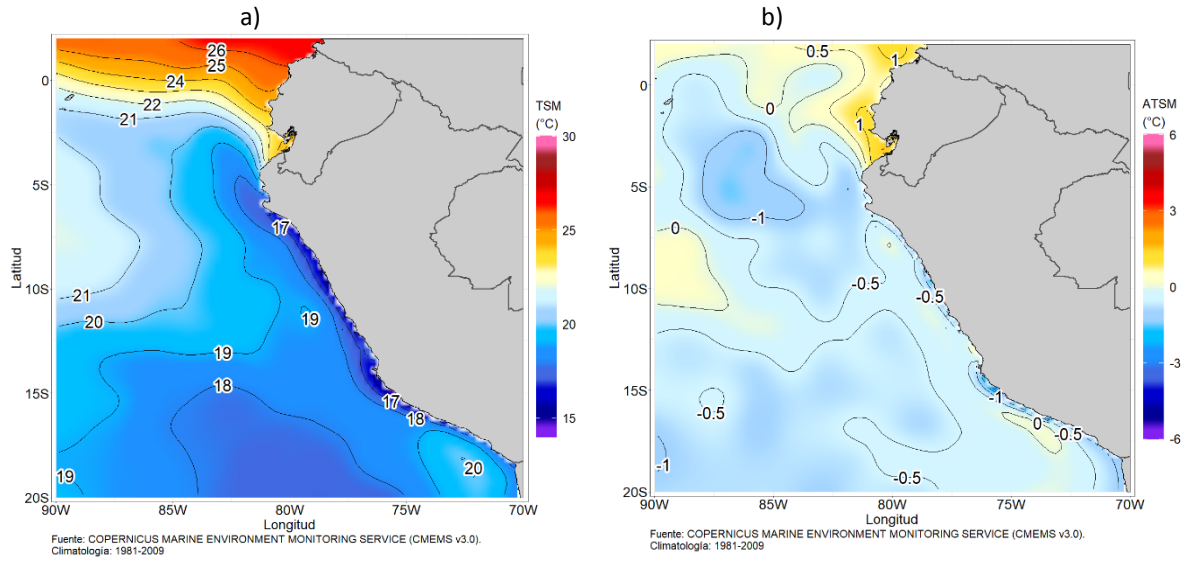


Fig. 29. Promedio noviembre 2021. a) TSM, y b) anomalía de la TSM. Fuente: datos: Ostia-CMEMS V3.0. Gráfico: DIHIDRONAV

En la capa subsuperficial, dentro de las 60 millas frente de Punta Falsa (norte) y de los primeros 80 m de profundidad se evidenciaron condiciones frías, con anomalías de temperatura de -1 °C (Fig. 30). En la zona centro, alrededor de las 120 millas de la costa (08.5°S y 81°S) y dentro de primeros 80 m de profundidad las anomalías continuaron negativas hasta -2 °C (Fig. 31). En la zona sur, dentro de las 50 millas de San Juan, las condiciones se presentaron frías hasta los 100 m de profundidad hasta -2 °C (Fig. 32).

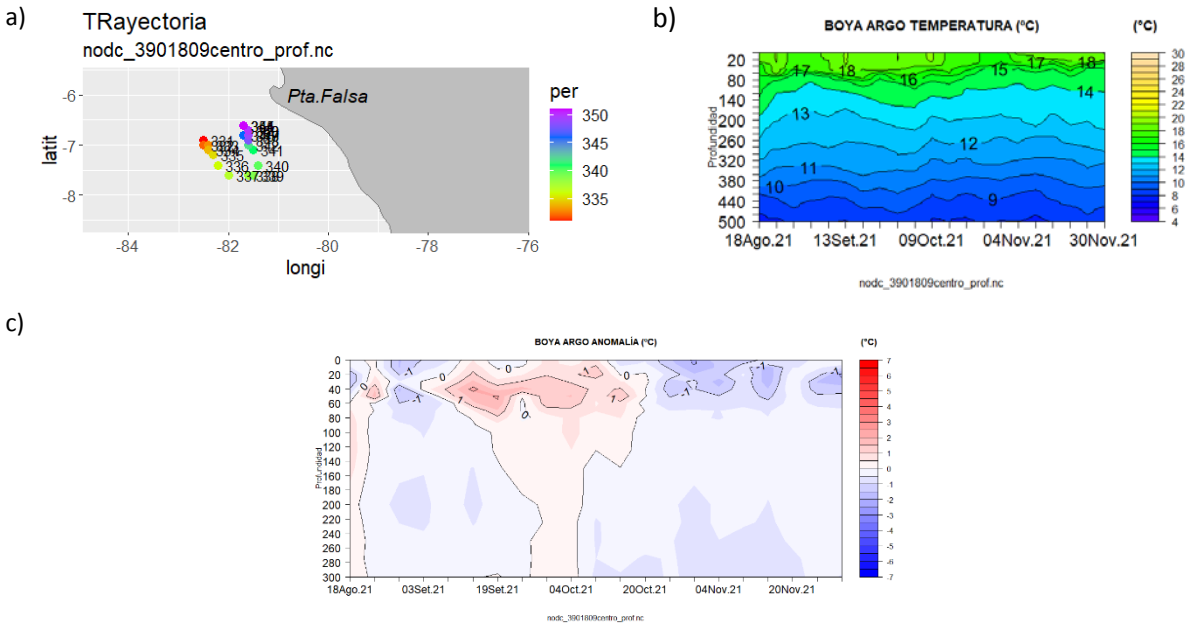


Fig. 30. a) Posición de boya (6.5°S-60 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De agosto a noviembre 2021.Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

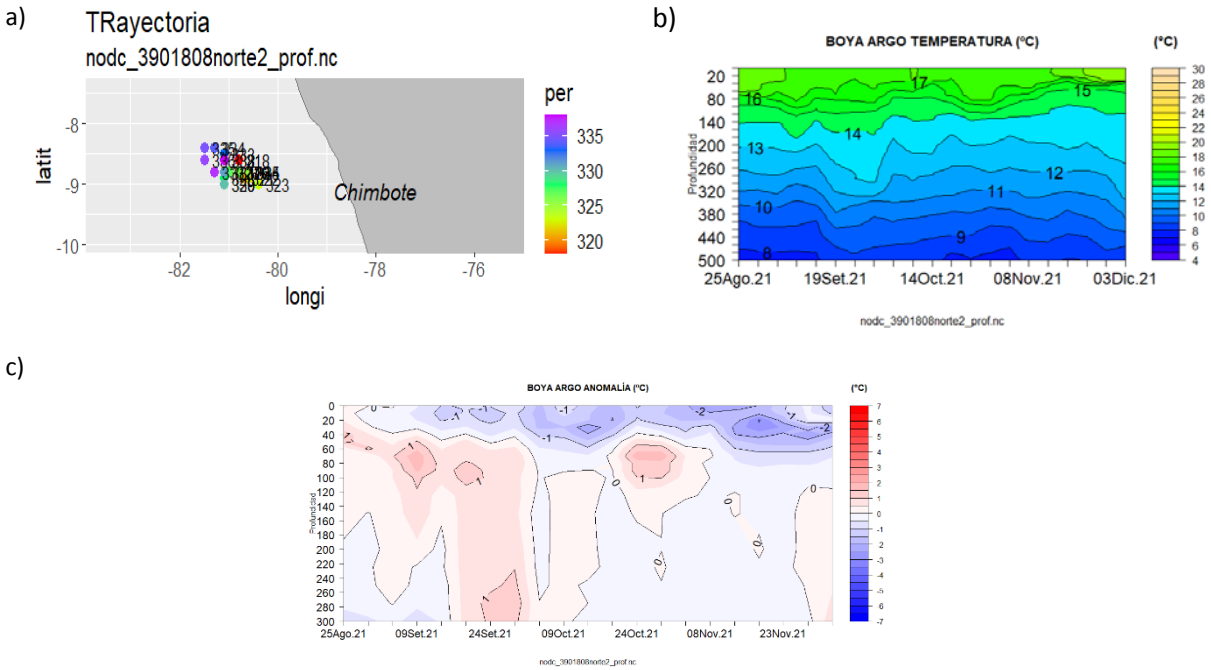


Fig.31. a) Posición de boya (08.5°S-120 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De agosto a noviembre 2021.Fuente: Boya oceanográfica de DIHIDRONAV.

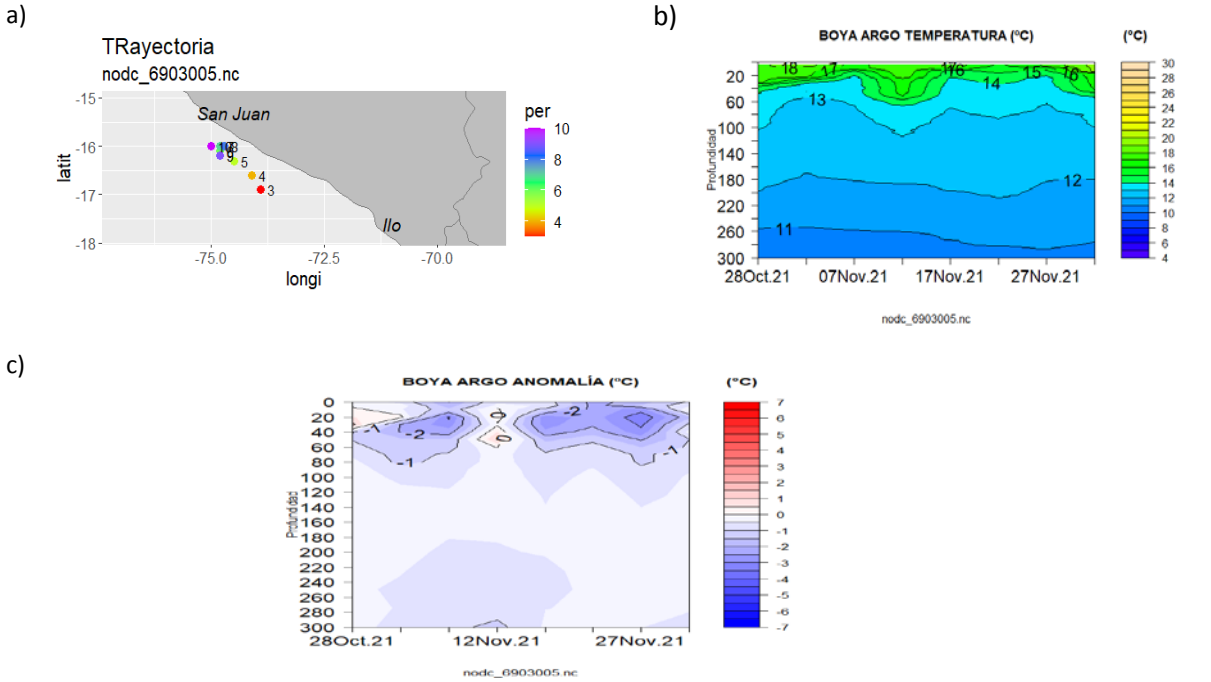


Fig. 32. a) Posición de boya (16°S-50 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. Periodo de octubre a noviembre 2021. Fuente: Boya Argo NOAA, procesamiento: DIHIDRONAV.

En el litoral, la TSM se mantuvo por debajo de lo normal, manifestándose condiciones frías con anomalías de hasta -0.5 °C en el norte, -1 °C en el centro y condiciones normales en el sur (Cuadro 1 y Fig. 33).

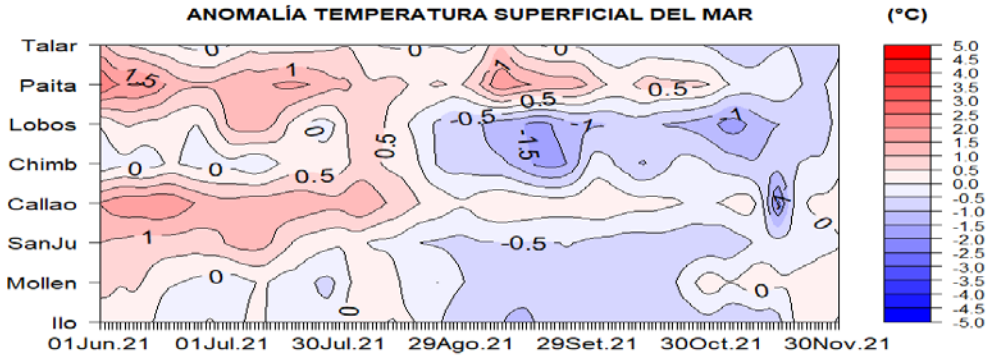


Fig. 33. Anomalía diaria de la temperatura superficial del mar (°C) en el litoral de Perú. Periodo de junio a noviembre de 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

El nivel del mar estuvo desde la segunda semana de octubre, con mayor magnitud en el sur, registrándose valores diarios hasta de 15 cm a mediados de noviembre. Este descenso se relaciona con el paso de una onda Kevin fría y con la intensificación del afloramiento costero en la zona sur. (Fig. 34 y Cuadro N°1).

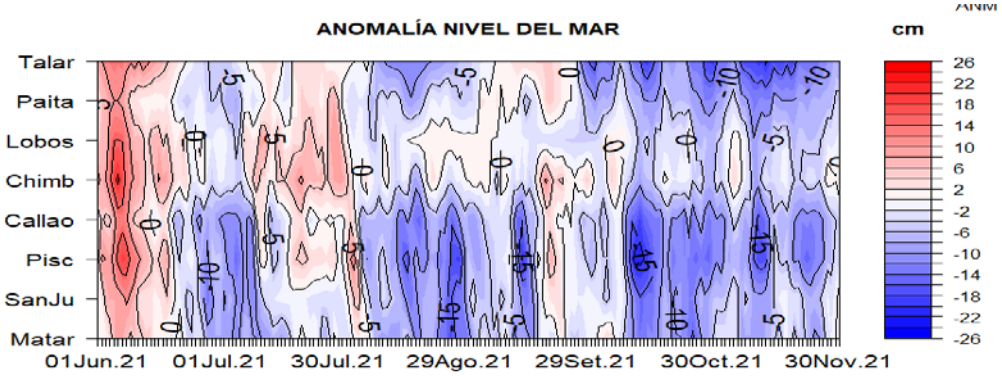


Fig.34 a) Anomalía diaria del nivel del mar (cm) en el litoral de Perú. Periodo de junio a noviembre 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

La TA en el litoral se mantuvo por debajo de lo normal, con anomalías diarias hasta de -1°C, mostrando una mayor intensidad en la segunda semana de noviembre. Estas condiciones frías se relacionan a las bajas temperaturas del agua de mar en el litoral, en particular en las zonas de afloramiento costero. (Fig. 35)

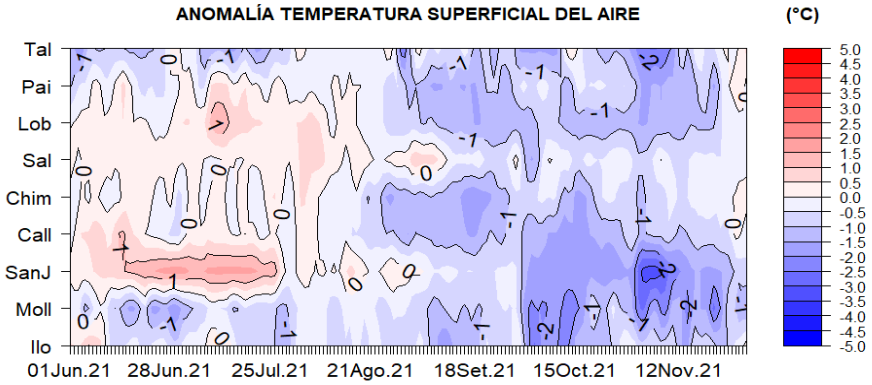
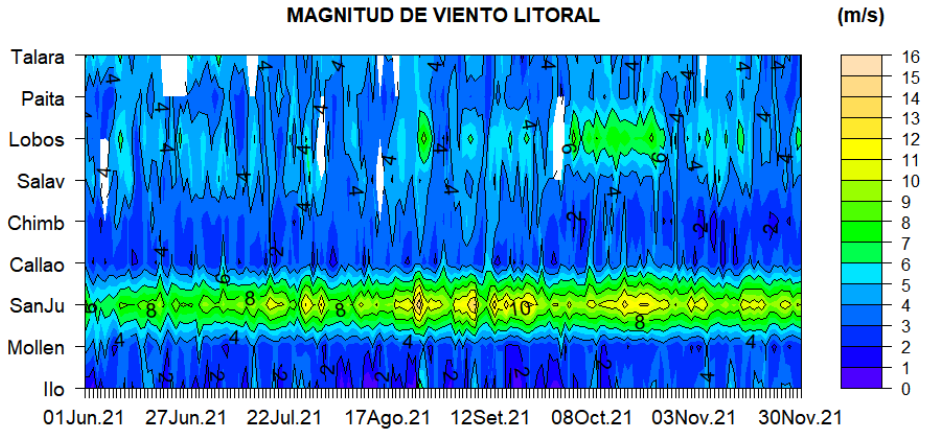


Fig.35. Anomalía diaria de la temperatura del aire (°C) en el litoral de Perú. Periodo de junio a noviembre 2021 Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

En las estaciones de Lobos de Afuera, Chimbote, Callao, Mollendo e Ilo, se registraron precipitaciones tipo trazas, durante los días 01, 03, 04, 08, 09, 11 y 16 del mes. (Cuadro N°1).

En el litoral peruano se presentaron vientos de dirección Sur, Sureste, Suroeste y Este inclusive. Con relación a la velocidad del viento, se registraron valores diarios entre 2.4 m/s y 10.0 m/s, donde predominaron las anomalías negativas que fluctuaron entre -0.6 m/s y -2.3 m/s; a excepción de Callao, San Juan y Mollendo, que registraron anomalías positivas de 0.4 m/s, 4.8 m/s y 0.9 m/s, respectivamente,Fig.36.

a)



b)

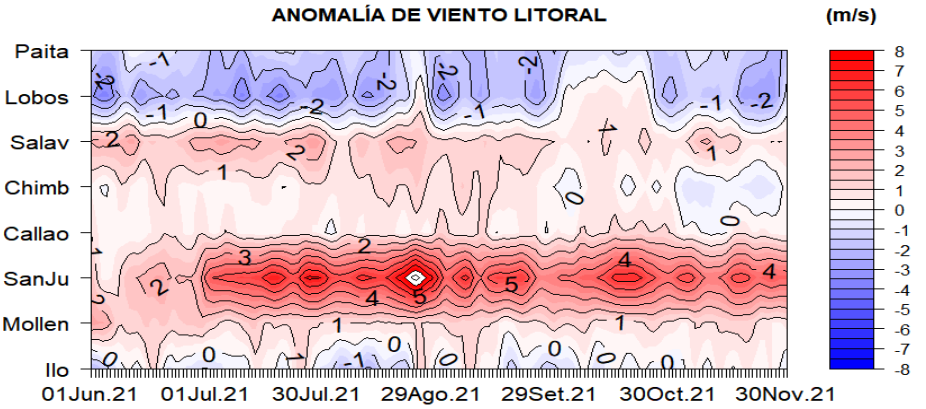


Fig.36. Viento en el litoral de Perú a) Velocidad diaria (m/s). b) Anomalía de la velocidad diario (m/s). Periodo de junio a noviembre 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Cuadro 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''	18.0	- 0.7	118	- 14	20.1	- 1.0	0.0	S	4.2	-
Paita	05°05'00''	81°06'30''	16.9	- 1.0	112	- 8	21.0	- 0.9	0.0	S	3.2	- 2.2
Lobos de Afuera	06°36'00''	80°42'30''	17.1	- 1.1	139	- 4	18.0	- 1.0	Trazas	SE	4.8	- 2.3
Chimbote	09°04'00''	78°36'00''	19.0	- 0.6	156	- 2	19.4	- 0.4	0.0	SW	2.4	- 0.6
Callao	12°03'30''	77°09'00''	15.3	+ 0.2	98	- 9	17.8	- 0.7	0.0	S	2.9	+ 0.4
San Juan	15°21'00''	75°09'00''	13.6	- 0.4	193	- 5	18.0	- 2.0	0.0	S	10.0	+ 4.8
Mollendo	16°55'54''	72°06'24''	16.0	+ 0.2	196	- 6	17.3	- 1.6	0.0	SE	2.7	+ 0.9
Ilo	17°37'00''	71°21'00''	15.1	- 0.4	153	-	19.3	- 0.8	0.0	E	2.7	- 0.6

D. CHILE

Durante el mes de noviembre las estaciones de Arica, Antofagasta, Caldera, Valparaíso y Talcahuano presentaron valores de TSM bajo el promedio climatológico mensual (-1,0 °C, -1,0 °C, -0,8 °C, -0,8 °C y -1,0 °C, respectivamente). La estación de Coquimbo presentó variaciones dentro de lo normal. Todo lo anterior, es coincidente con la condición actual de ENOS.

En la figura espacio-temporal de la TSM satelital (Fig. 37a), se observó que hubo un desplazamiento de la isoterma de 15 °C desde Caldera a Valparaíso (durante la última semana del mes), y hubo una ausencia de la isoterma de 20 °C, lo cual es propio de la época del año. En la imagen de la variabilidad espacio-temporal de la ATSM satelital (Fig. 37b), entre Coquimbo y Talcahuano se detectaron anomalías negativas levemente inferiores a -2,5 °C al igual que en Antofagasta, el resto del país las anomalías fluctuaron dentro de la franja neutral (± 0,5 °C). Al comparar con el año anterior, el norte del país se encuentra a la misma temperatura, salvo la extensión de la isoterma de 15 °C hasta Valparaíso.

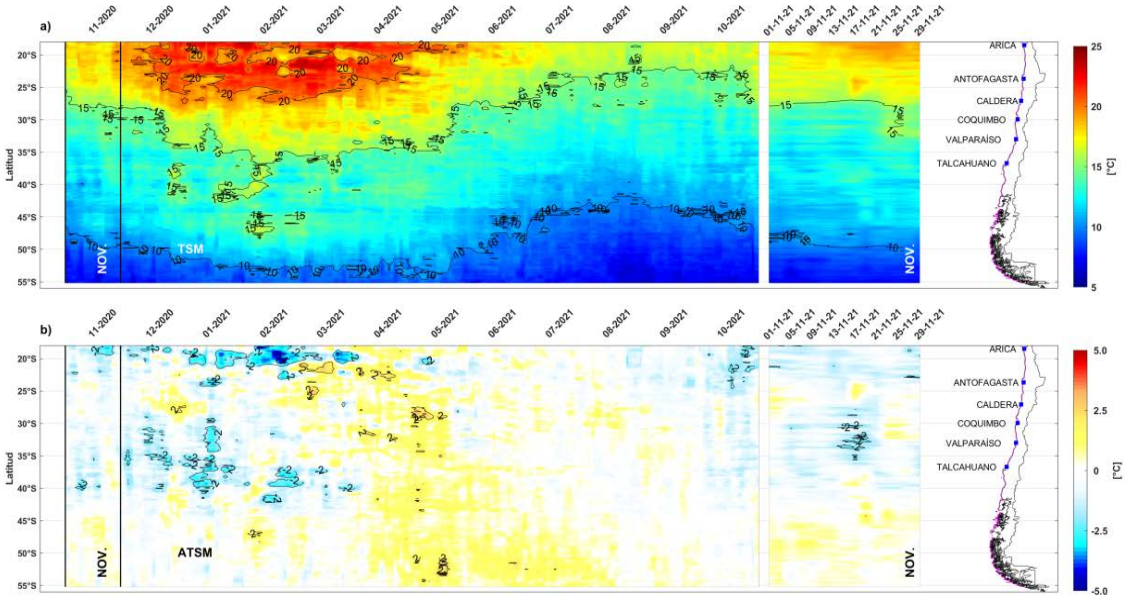


Fig. 37. Variabilidad espacio-temporal de la a) TSM y b) ATSM satelital a lo largo de la costa chilena (izquierda). La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal de los pixeles entre los 5 y 10 km desde la costa. Producto 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 [2021-12-06] at http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ04

En la Fig. 38 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. 38b). En la Fig. 39a se observa que la estación de Arica (Coquimbo), muestra valores más bajos (altos) que los representados por la información satelital. Por su parte, las restantes estaciones fueron similares en magnitud a los datos detectados por percepción remota.

En relación a la ATSM (Fig. 38c), solamente la estación de Caldera muestra valores de anomalía inferior a las anomalías satelitales. El comportamiento latitudinal muestra que entre las estaciones de Antofagasta y Caldera tienden a presentarse valores más negativos de anomalía, mientras que al sur de este sector existen anomalías positivas y negativas, aunque existe una predominancia a valores negativos a lo largo del país.

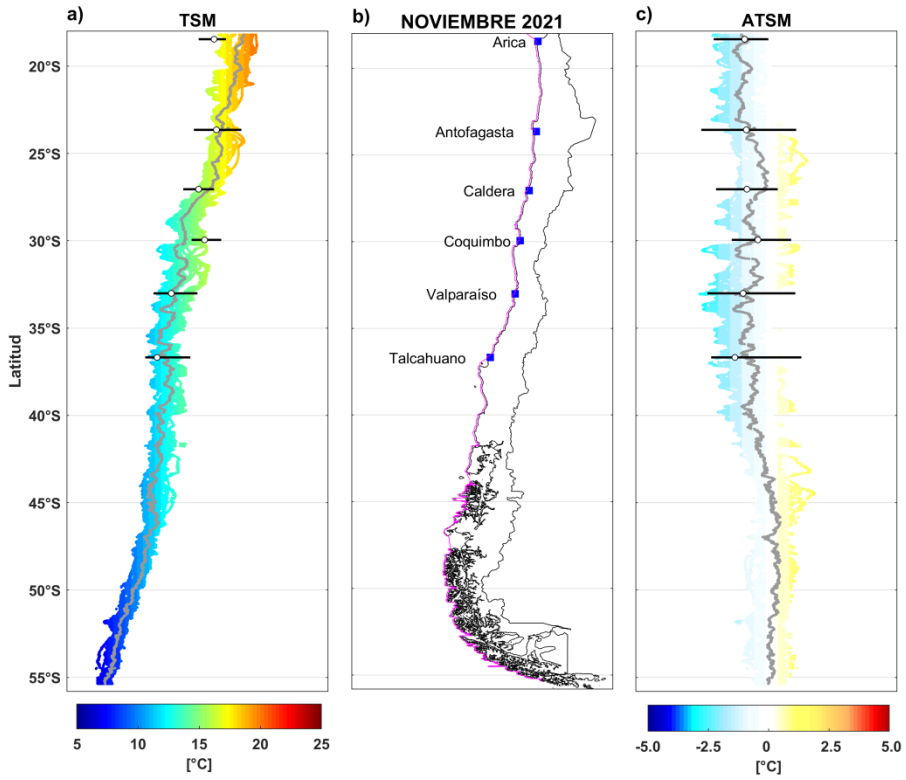


Figura 38. Muestra la información de a) TSM y c) ATSM satelital y de las estaciones de monitoreo permanente, a lo largo de la costa chilena. Los datos in situ son representados con una línea horizontal negra mostrando mínimo, mediana (círculo) y máximo de la serie de tiempo del mes de noviembre del presente año. 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, durante el mes de noviembre se presentó un aumento del nivel del mar en todas las estaciones, comparado con el mes anterior. El mayor aumento fue de +3 cm en Arica.

Las anomalías tienden a ser positivas en dos de las seis estaciones de monitoreo, siendo las estaciones de Arica y Valparaíso las que fluctuaron en 2 cm. Por su parte, las estaciones de Antofagasta, Caldera y Talcahuano presentaron anomalías de -7, -5 y -13 cm, respectivamente. La estación de Coquimbo se mantiene neutra.

La información altimétrica de anomalía de nivel del mar (ANM) (Fig. 39b), coincidió con las estaciones de Arica, Caldera y Valparaíso, mientras que las restantes estaciones presentaron valores inferiores a los datos altimétricos.

En la figura espacio-temporal de la ANM satelital (Fig. 40), se observó durante todo el mes anomalías negativas de nivel del mar en todo el país, al igual que el mes pasado. Lo anterior se podría deber a la presencia de una onda Kelvin fría. Esta disminución observada en los datos altimétricos fue coincidente con los valores detectados por las estaciones de monitoreo. Al comparar con el año anterior, este mes tuvo una superior altura que noviembre 2020.

a) b)

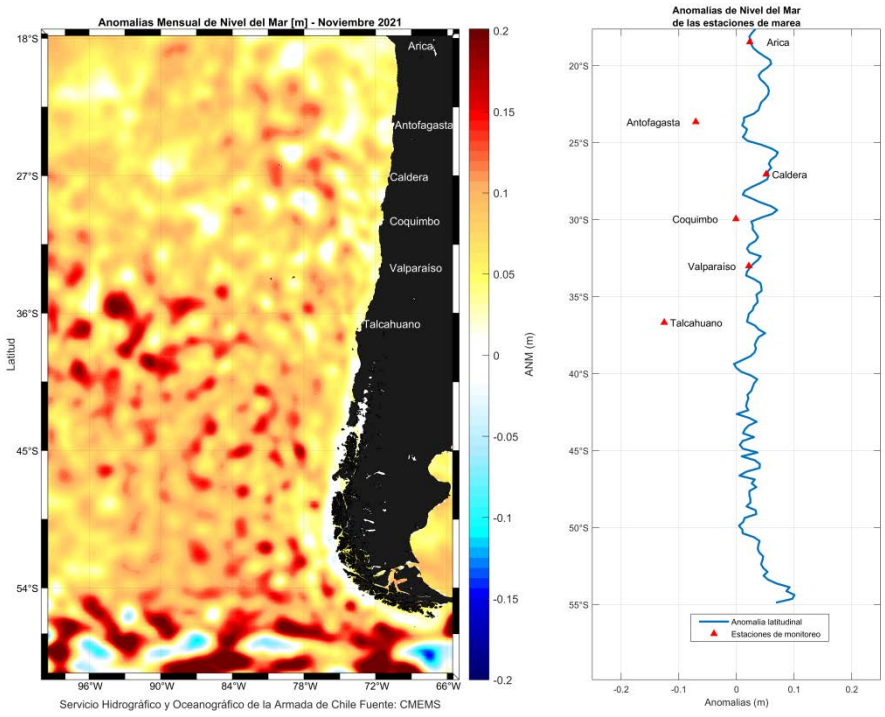


Figura 39. a) Información satelital promedio mensual de la anomalía de nivel del mar para el mes de noviembre del año 2021, b) representación latitudinal de los valores de la anomalías del nivel del mar de las estaciones de monitoreo (▲) y el promedio latitudinal de los 4 pixeles más cercanos a la línea de costa de la anomalía satelital mensual (línea azul).

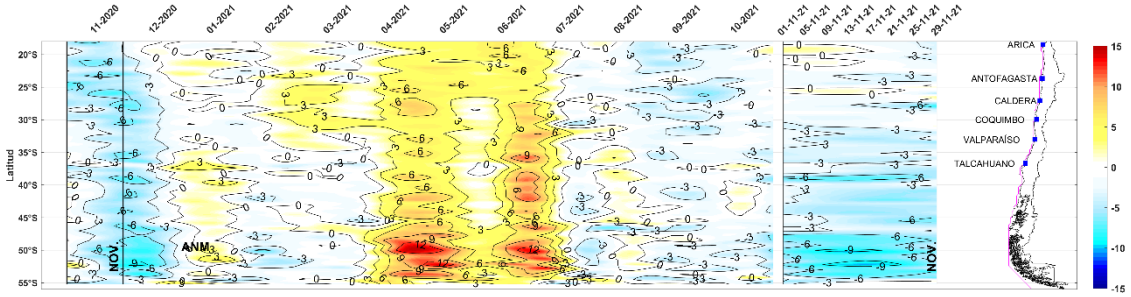


Fig. 40. Variabilidad espacio-temporal de la ANM satelital a lo largo de la costa chilena. A los datos satelitales se les extrajo la tendencia lineal y se utilizó un filtro Coseno Lanczos pasa baja de 90 pesos. La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal entre los primeros 30 km desde la costa aproximadamente.

Las anomalías de temperatura media durante noviembre (Fig. 41), tuvieron un comportamiento bajo lo normal en la costa norte de Chile, destacando la ciudad de Antofagasta con un valor de anomalía negativa de 1.3 °C. Por otra parte, desde Santiago hasta Balmaceda, las temperaturas medias mostraron valores sobre lo normal. En la zona centro de Chile, Curicó evidenció la mayor anomalía positiva con 1.4 °C y hacia el extremo sur, Balmaceda y Coyhaique alcanzaron valores de 1.2 °C y 1.1 °C, respectivamente.

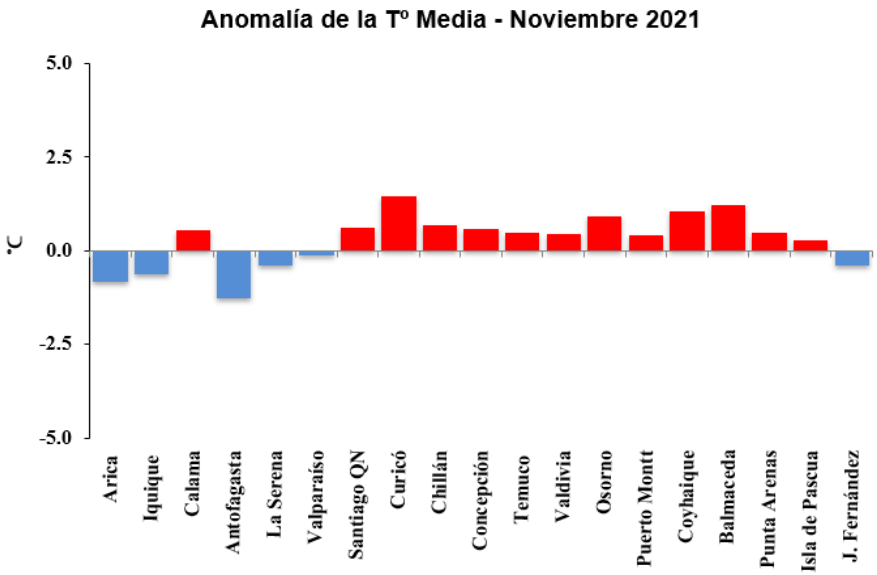


Fig.41. Anomalía de temperatura media de noviembre de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Las anomalías de temperatura máxima durante noviembre 2021 (Fig. 42), mostraron desde Arica hasta La Serena valores bajo los rangos normales, en donde Antofagasta mostró la mayor anomalía negativa de 1.8 °C. En cambio, anomalías positivas para la temperatura máxima se registraron entre Santiago y el extremo sur de Chile. Las mayores anomalías positivas se registraron en Balmaceda y Coyhaique, con valores de 2.3 °C y 2.0 °C, respectivamente. En tanto, en la zona central de Chile, Chillán alcanzó un valor de 1.9 °C, mientras que, Santiago y Curicó registraron 1.8 °C. Del mismo modo, Isla de Pascua también evidenció un valor de anomalía positiva de 1.5 °C.

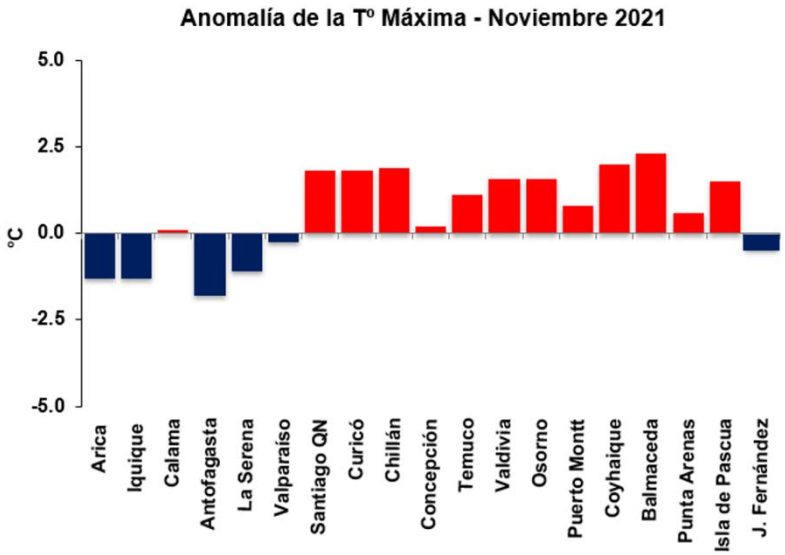


Fig. 42. Anomalía de temperatura máxima de noviembre de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

La Fig. 43, muestra las anomalías de temperatura mínima durante noviembre de 2021. En ella se aprecia un comportamiento sobre lo normal en la ciudad de Calama, donde se alcanzó la mayor anomalía positiva con

un valor de 1.1 °C. Así mismo, Curicó y Concepción, presentaron valores sobre lo normal de 1.0 °C y 0.9 °C, respectivamente. Por otro lado, anomalías negativas para la temperatura mínima se presentaron en Antofagasta y Valdivia, con un valor de anomalía negativa de 0.7 °C, en tanto, Isla de Pascua alcanzó la mayor disminución con un valor de -0.9 °C. En estaciones meteorológicas como Santiago, Chillán y Arica, las temperaturas mínimas presentaron valores negativos, pero dentro del rango considerado normal.

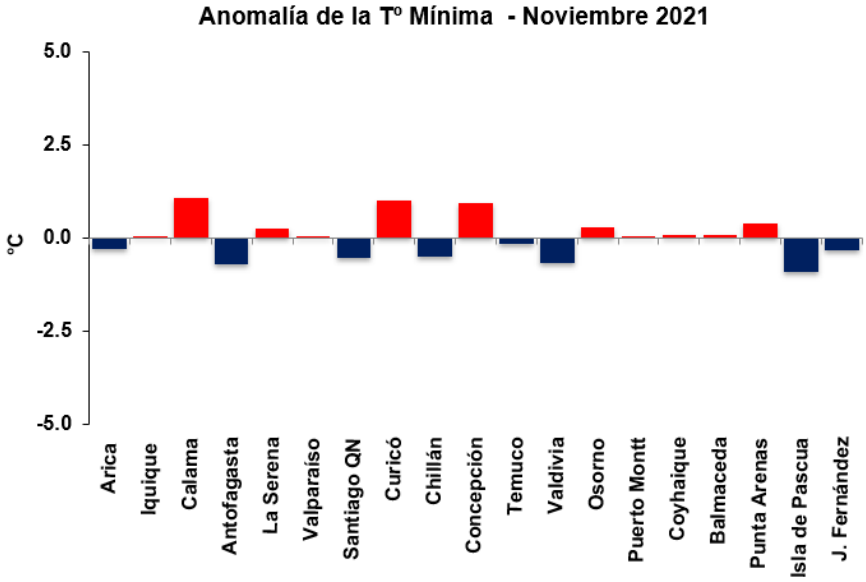


Fig. 43. Anomalía de temperatura mínima media de noviembre de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

La Fig. 44, evidencia los valores de anomalía promedio de la presión atmosférica durante noviembre. En ella se aprecia que las anomalías estandarizadas, presentaron condiciones sobre el valor climatológico en casi todo el país, fluctuando desde 0.3 u.e. en Concepción hasta 2.8 u.e. en Santiago. La excepción fue Antofagasta, que presentó anomalías negativas para la presión, con un valor de -0.1 u.e.

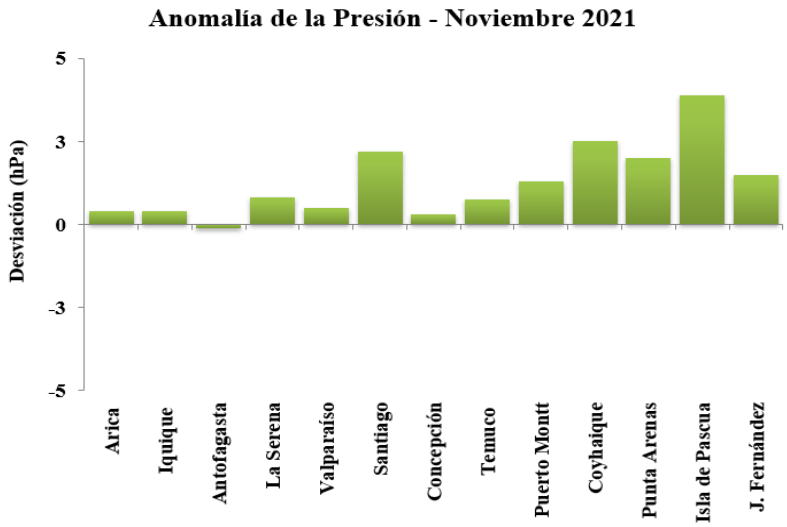


Fig. 44. Anomalía estandarizada de la presión a nivel medio del mar para noviembre de 2021. Las barras verdes representan anomalías positivas y anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

En noviembre las precipitaciones (Fig. 45), mostraron montos bajo lo normal en casi todo el país, a excepción de la ciudad de Antofagasta, donde precipitaron 0.2 mm, cuando lo climatológico es 0.1 mm, registrándose un superávit del 100 %. En cuanto a los déficits, la zona centro de Chile mostró los mayores montos de déficits con valores entre el 85 % y 100 %. Los mayores déficits se alcanzaron en ciudades como Santiago y Curicó, con 0 mm durante el mes. Misma situación se observa en la zona sur del país donde los montos de déficits fluctuaron entre 50 % y 70 %. En tanto, hacia el extremo sur de Chile, le siguen Coyhaique con 66 % y Punta Arenas con 57 % de déficit.

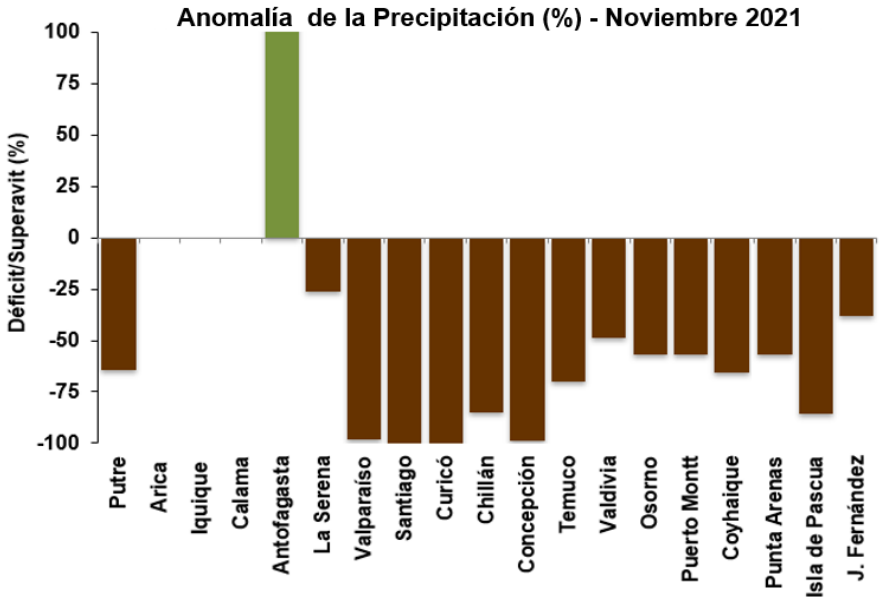
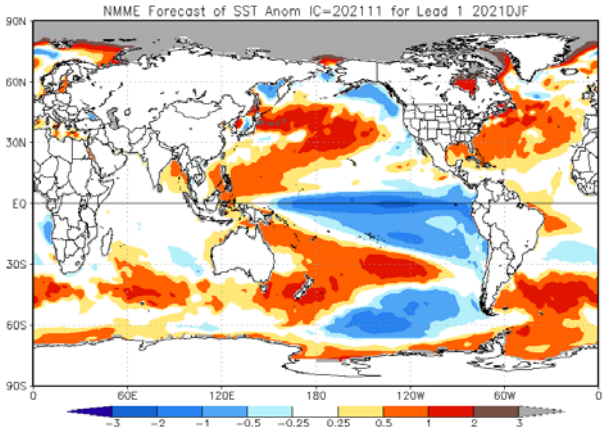


Fig. 45. Anomalía de la precipitación (%) para noviembre de 2021. Las columnas de color café representan déficits y las columnas de color verde representan superávits de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

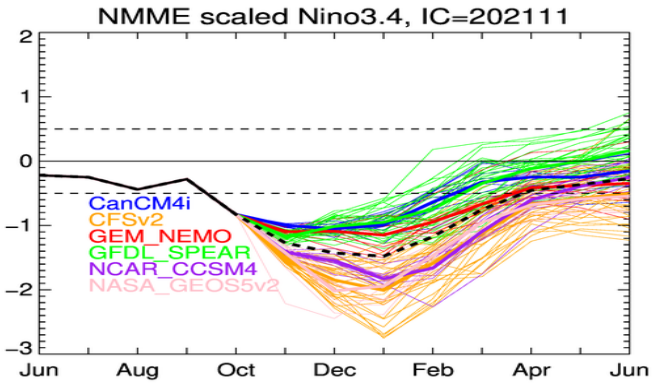
III Modelos

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 para diciembre 2021, enero 2022 en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) condiciones frías; mientras que, en la región oriental (Niño 1+2) condiciones neutras (Fig. 46)

a)



b)



c)

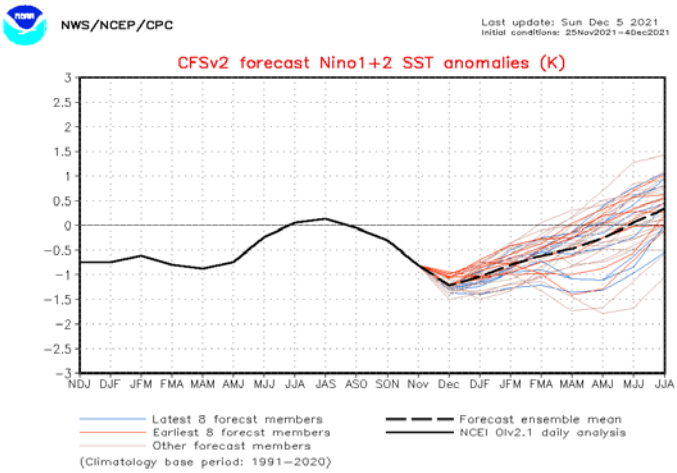


Fig. 46. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el trimestre diciembre 2021, enero y febrero 2022 a) mapa NMME, b) plumas de modelos del NMME para la región Niño 3.4, y c) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 1+2. Fuente: NMME, CFSv2

Asimismo, los resultados del consenso emitido el 19 de noviembre de 2021 por el Climate Prediction Center/International Research Institute for Climate and Society (CPC/IRI), indica condiciones favorables de la fase ENOS - La Niña, hasta la temporada de invierno 2021-22 con ~90% de probabilidad y hasta la primavera de 2022 con ~50%, tomando como referencia el océano Pacífico central,Fig.47.

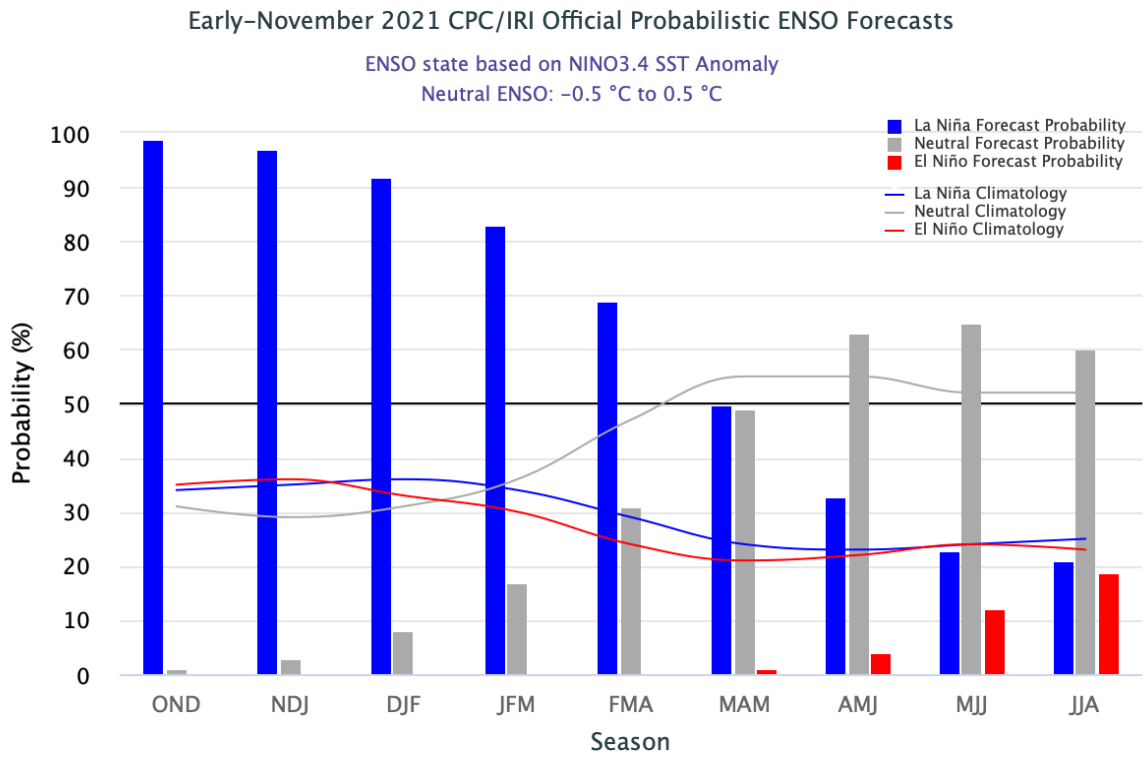


Fig. 47. Pronósticos probabilísticos de las condiciones ENOS actualizados el 19 de noviembre del 2021. Fuente: Research Institute for Climate and Society (IRI).

IV PERSPECTIVAS

En la región del Pacífico Ecuatorial (Niño 1+2) se espera una TSM promedio mensual no superior de -1°C; mientras que en la región del Niño 3.4 se espera que la TSM se mantenga por debajo de lo normal.

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
jun-21	27.6	*	18.3	18.3	16.2	15.2	14.2	13.6	12.5
jul-21	27.7	23.5	18.7	17.4	15.8	14.8	13.7	13.1	12.1
ago-21	27.5	23.4	17.5	16.4	15.5	14.8	13.6	13.3	12.3
sep-21	27.2	24.2	17.3	15.5	15.1	14.7	13.5	14.0	12.5
oct-21	*	24.6	16.9	14.9	15.1	15.2	14.1	14.6	12.4
nov-21	26.89	23.9	16.9	15.3	16.3	16.4	15.1	15.6	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
jun-21	*	269.4	110	166.77	71.25	135.55	101.77	84.66	114.56
jul-21	*	264.6	104	159.01	63.72	127.94	93.7	76.85	103.72
ago-21	*	260.4	97	156.44	62.19	126.02	92.46	76.79	109
sep-21	*	263.9	100	155.63	60.26	123.47	89.33	72.25	101.18
oct-21	*	260.6	96	154.12	60.63	125.28	90.35	73.13	98.41
nov-21	*	260.6	98	170.5	74.6	135	*	79	110.3

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)
02-jun-21	*	*	20.2	18.2	272.2	111.3	79.40	107.80
07-jun-21	*	*	19.7	18.5	271.6	119.9	85.10	115.00
12-jun-21	*	*	19.3	18.4	270.5	113.2	81.60	109.00
17-jun-21	*	*	19.3	18.6	269.9	110.7	89.70	118.30
22-jun-21	*	*	19.0	18.3	266.1	105.8	88.60	125.00
27-jun-21	*	*	18.8	18.0	267.1	102.1	81.20	109.90
02-jul-21	*	*	18.6	17.4	261.2	98.5	81.30	116.00
07-jul-21	*	*	19.0	17.5	259.4	97.5	76.70	110.00
12-jul-21	*	*	18.7	17.4	261.9	104.4	74.50	100.40
17-jul-21	*	*	18.8	17.6	267.0	105.5	71.40	95.10
22-jul-21	*	*	18.9	17.5	265.8	109.2	82.20	109.90
27-jul-21	*	*	18.9	17.4	269.8	108.0	74.80	102.10
01-ago-21	*	*	18.8	17.2	264.9	106.7	81.50	105.20
06-ago-21	*	*	18.1	17.2	256.3	99.2	80.10	110.60
11-ago-21	*	*	18.0	16.6	261.3	98.5	77.30	106.00
16-ago-21	*	*	17.9	16.4	258.1	94.1	77.70	118.40
21-ago-21	*	*	18.0	16.0	259.5	95.5	75.90	112.60
26-ago-21	*	*	18.0	15.9	263.8	93.3	71.40	101.20
31-ago-21	*	*	17.7	15.6	262.2	93.9	74.00	105.70
05-sep-21	*	*	18.3	15.6	262.7	102.2	68.00	102.60
10-sep-21	*	*	18.5	15.5	265.1	99.3	73.50	107.00
15-sep-21	*	*	17.8	15.5	264.9	94.6	71.40	100.70
20-sep-21	*	*	17.7	15.4	267.9	105.9	69.70	95.20
25-sep-21	*	*	17.8	15.3	263.2	102.1	73.20	98.10
30-sep-21	*	*	17.7	15.5	257.2	97.8	78.70	103.80
05-oct-21	*	*	17.8	15.2	260.1	101.9	78.70	103.80
10-oct-21	*	*	17.9	14.9	261.7	92.5	75.40	99.00
15-oct-21	*	*	18.0	15.0	260.0	92.6	78.60	107.70
20-oct-21	*	*	17.9	14.8	264.0	96.1	71.10	97.30
25-oct-21	*	*	17.9	14.8	261.1	94.9	70.10	95.80
30-oct-21	*	*	17.8	14.8	257.4	93.5	*	*
04-nov-21	24.186	*	17.79	15.29	263.41	100.42	70.0	96.3
09-nov-21	23.622	*	17.81	15.71	258.91	98.83	71.8	97.4
14-nov-21	*	*	18.07	15.75	255.88	90.85	72.3	95.0
19-nov-21	*	*	18.23	15.66	261.13	95.23	75.4	100.9
24-nov-21	*	*	18.06	15.28	261.36	95.07	78.8	103.7
29-nov-21	*	*	17.95	15.27	264.19	94.07	80.6	102.2

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	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	shoa@shoa.cl
DMC - Dirección de Meteorología (Chile).	metapli@meteochile.cl

Cite este boletín como: Comité Regional ERFEN, 2021. BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 374. 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:	Sophia Nativì
	Oceanógrafa Leonor Vera San Martín

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 José Vicencio
	Investigador Meteorológico Diego Campos

EDICIÓN GENERAL REGIONAL
Leonor Vera San Martín
Instituto Oceanográfico de la Armada - ECUADOR

COORDINACIÓN EDICIÓN GENERAL REGIONAL
Méntor Villagómez
Secretario General de la CPPS
Marcelo Nilo Gatica
Director de Asuntos Científicos de la CPPS

ISBN: 978-9978-9985-1-9

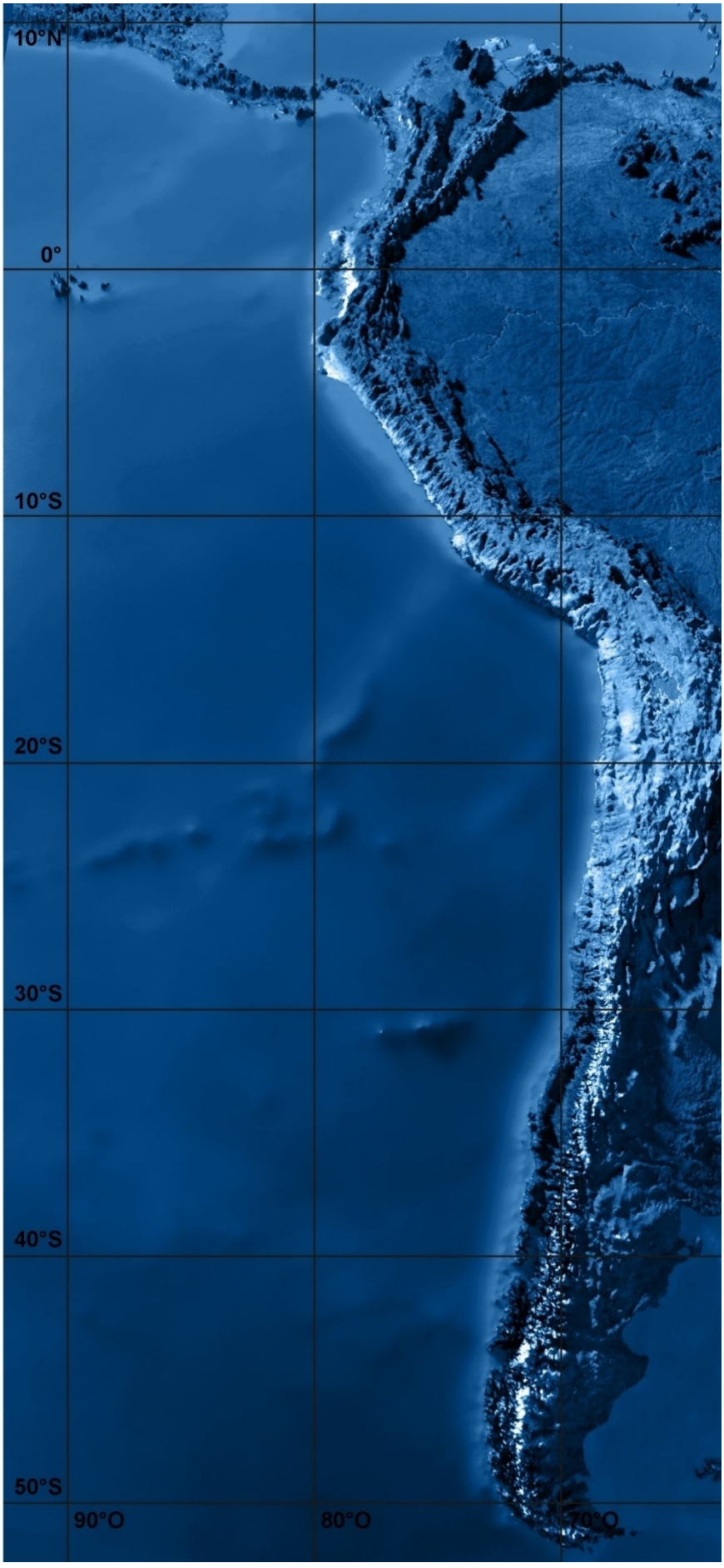
Editado en: INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DEL ECUADOR
Av. 25 de julio., Base Naval Sur. Guayaquil, Ecuador.
Teléfono: (593)-42481300,
Fax: (593)4-2485166

30 AÑOS

Boletín de Alerta Climático

BAC 375

DICIEMBRE 2021



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

Las condiciones atmosféricas en el Océano Pacífico Tropical (OPT) mostraron vientos de menor magnitud que el mes anterior pero de mayor magnitud en relación a su climatología, especialmente la componente zonal. El promedio de la magnitud del viento fue de 9 m/s. Al noroeste de Australia se observó una región de vientos débiles menores o iguales a 2 m/s. Las precipitaciones fueron máximas al norte y oeste de Australia; mientras que al sur de 5°N, fueron nulas o escasas. La Zona de Convergencia Intertropical, marcada tanto por vientos como por las precipitaciones, se situó alrededor de 8°N.

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) mostró condiciones cercanas a su valor climatológico en el norte y parte del suroeste del OPT. Se observaron anomalías negativas de hasta – 1 °C, en el centro de la región, concentradas en el área de la lengua de agua fría y anomalías positivas al suroeste y en zonas puntuales al noreste del OPT. El registro máximo de TSM (28 °C) fue observado al oeste y noreste del OPT. El Frente Ecuatorial (FE) se mantuvo alrededor del ecuador geográfico, pero su gradiente de temperatura disminuyó en relación a los meses anteriores.

Los indicadores de un evento El Niño/La Niña Oscilación SUR (ENOS) muestran valores asociados al desarrollo La Niña. El índice oceánico ONI en el trimestre octubre a diciembre y los indicadores de anomalía de TSM por regiones Niño, fueron negativos. Asimismo los indicadores atmosféricos, como el índice de oscilación Sur convencional (IOS), el IOS ecuatorial (IOS-ec) y los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) del Pacífico ecuatorial central fueron positivos, en concordancia con el desarrollo de un evento ENOS frío.

En la capa subsuperficial del Pacífico ecuatorial se observaron dos núcleos de anomalía de temperatura opuestos, uno negativo, centrado a 80 m, al este de 170°O y el otro positivo, centrado en los 150 m al oeste. Durante diciembre, se observó el desplazamiento del núcleo de anomalía positiva hacia el este.

En las puertos y localidades de los países de la región se reportó Temperatura superficial del aire (TSA) variable, con condiciones entre normal y por debajo de la normal en Ecuador y Perú y valores por encima de los promedios climatológicos en Chile. Las precipitaciones estuvieron deficitarias en la región; aunque se observaron acumulados que superaron el valor climatológico mensual en localidades de Ecuador y Chile.

Por su parte la TSM mantuvo la tendencia general de aumentar su promedio de diciembre, no obstante, se mantuvo por debajo de los valores normales en la mayoría de estaciones. El Nivel del Mar (NM) fue variable, las anomalías fueron tanto positivas como negativas.

Los pronósticos estadísticos y probabilísticos de eventos ENOS indican que las condiciones de La Niña se mantendrán hasta el primer trimestre en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4); mientras que, en la región oriental (Niño 1+2) prevalecerán condiciones neutras.

ABSTRACT

The atmospheric conditions in the Tropical Pacific Ocean (OPT) showed winds of less magnitude than the previous month but of greater magnitude in relation to its climatology, especially the zonal component. The average magnitude of the wind was 9 m / s. Northwest Australia a region of weak winds less than or equal to 2 m / s was observed. The precipitations were maximum to the north and west of Australia; while south of 5°N, they were null or scarce. The Intertropical Convergence Zone, marked by both winds and rainfall, was located around 8°N.

The Sea Surface Temperature (SST) showed conditions close to its climatological value in the north and part of the southwest of the OPT. Negative anomalies of up to -1 °C were observed in the center of the region, concentrated in the area of the cold water tongue and positive anomalies to the southwest and in specific areas to the northeast of the OPT. The maximum record of SST (28 °C) was observed to the west and northeast of the OPT. The Equatorial Front (FE) remained around the geographical equator, but its temperature gradient decreased in relation to the previous months.

The indicators of an El Niño / La Niña event SOUTH Oscillation (ENSO) show values associated with La Niña development. The ONI oceanic index in the October-December quarter and the SST anomaly indicators by Niño regions were negative. Likewise, atmospheric indicators, such as the conventional South Oscillation Index (IOS), the equatorial IOS (IOS-ec) and the Standardized Monthly Indices of the Zonal component of the trade winds (IZVA) of the central equatorial Pacific were positive, in agreement with the development of a cold ENSO event.

In the subsurface layer of the equatorial Pacific, two opposing temperature anomaly nuclei were observed, one negative, centered at 80 m, east of 170 ° W, and the other positive, centered 150 m to the west. During December, the positive anomaly nucleus shifted to the east.

Variable surface air temperature (TSA) was reported in the ports and localities of the countries of the region, with conditions between normal and below normal in Ecuador and Peru and values above the climatological averages in Chile. Rainfall was deficient in the region; although accumulations were observed that exceeded the monthly climatological value in localities of Ecuador and Chile.

For its part, SST maintained the general trend of increasing its December average, however, it remained below normal values in most stations. The Sea Level (NM) was variable, the anomalies were both positive and negative.

The statistical and probabilistic forecasts of ENSO events indicate that La Niña conditions will continue until the first quarter in the central equatorial Pacific (Niño 3.4); while in the eastern region (Niño 1 + 2) neutral conditions will prevail.

I. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ATMOSFÉRICAS REGIONALES

A. PACÍFICO TROPICAL

Los vientos superficiales en el Océano Pacífico Tropical (OPT) fueron de máximo 9 m/s, su dirección predominante fue sureste hasta 10°N, con variaciones suroeste cerca del continente sudamericano. Al norte de esta latitud, prevalecieron vientos del noreste. La zona de convergencia de vientos, asociada a la Zona de Convergencia Intertropical se situó en la latitud 8°N, con magnitud promedio de 2 m/s, Figura. 1.

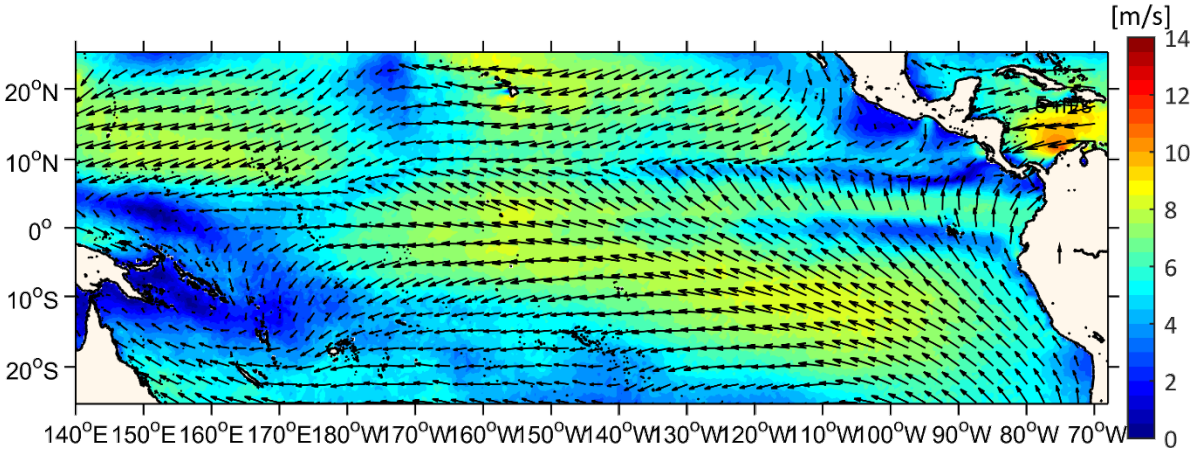


Figura. 1. Distribución de vientos superficiales. Fuente: Ifremer products ASCAT, satelital.

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se posicionó un poco más al sur que el mes anterior, alrededor de 7°N. Las precipitaciones se registraron desde la ZCIT hacia el norte del OPT. Los mayores acumulados se registraron en la región marítima, al norte y oeste de Australia. Sobre el continente sudamericano el acumulado mensual promedio fue de 200 mm, Figura. 2.

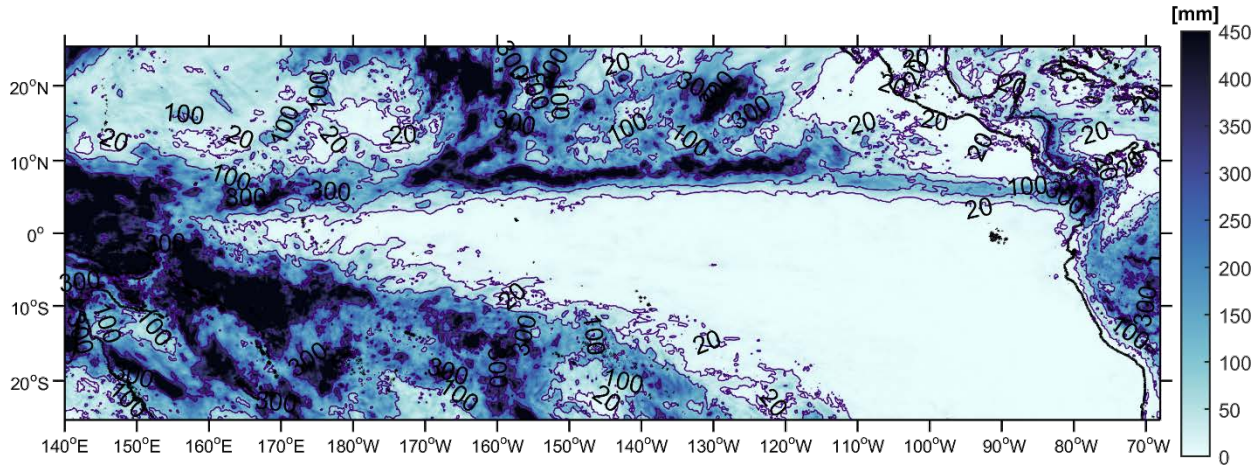


Figura. 2. Acumulado de precipitación mensual. Fuente: Imerg. Satelital.

La TSM fue máxima al oeste del OPT y frente a la costa de Centroamérica, donde alcanzaron hasta 28 °C. Desde el este de la región ecuatorial, entre 0 y 2°N, se observó la lengua de agua fría, representada por la isoterma de 22 °C que alcanzó hasta 115°O. Al norte de ésta, se registró el Frente Ecuatorial, de menor gradiente que el mes anterior, limitado con las isotermas de 22 °C y 26 °C por el sur y norte, respectivamente. La distribución de la TSM configuró anomalías cercanas al valor neutral en el norte del OPT; sin embargo al este de 150°O y sur de 5°N, se observaron anomalías negativas de hasta -1 °C, concentradas en la región de la lengua de agua fría. Zona de anomalías positivas, en el orden de 1 °C, se registraron en el sureste de la OPT, frente a la costa de Centro América y en el borde al norte de Ecuador, Figura 3a y 3b.

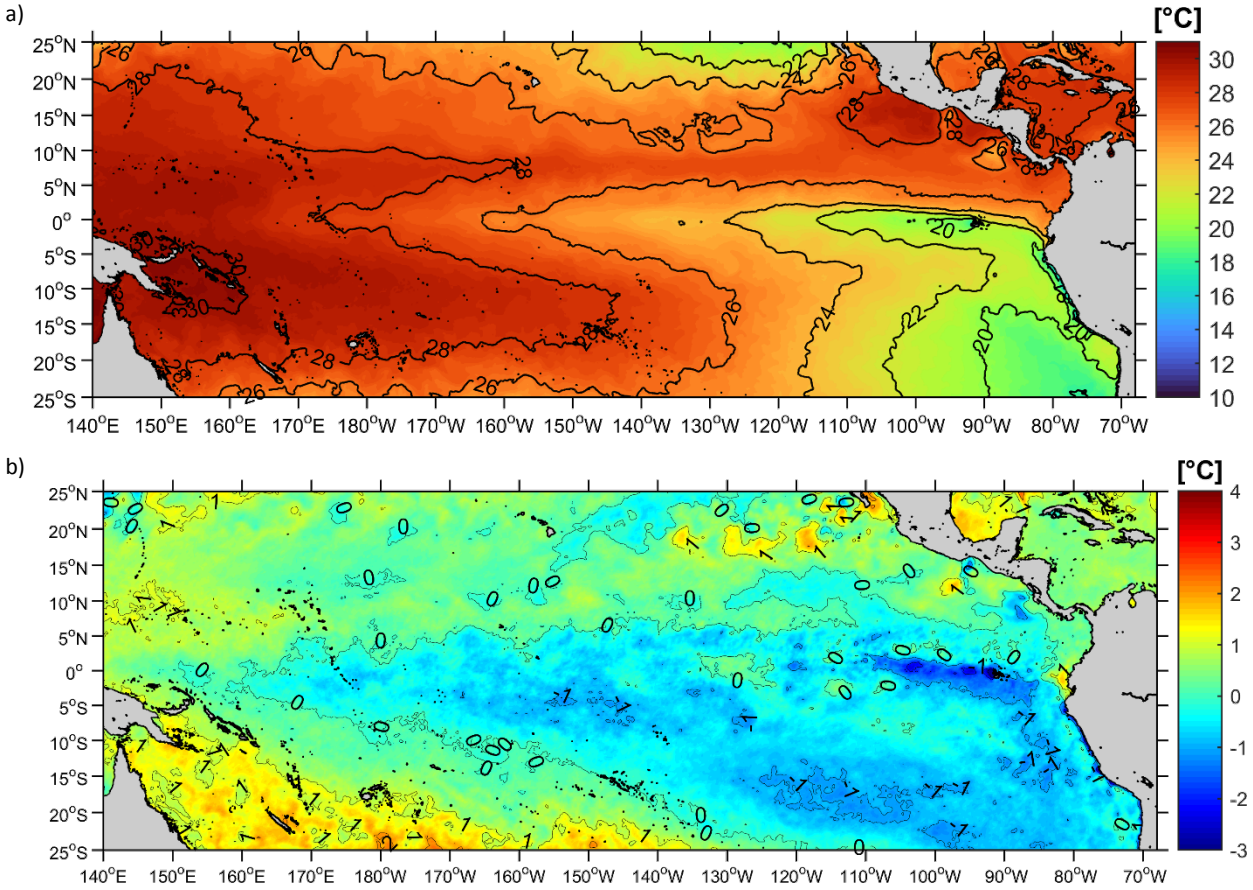


Figura. 3. Distribución de la Temperatura Superficial del Mar (a) y de la Anomalía de la TSM (b). Fuente: CMEMS, producto OSTIA.

La salinidad fue menor (33 ups) frente a la costas al norte de Ecuador, Colombia y Panamá hasta 140°O. El núcleo de máxima salinidad (> 36 ups) se ubicó en 100 - 155°O y 15 – 25°S, Figura 4.

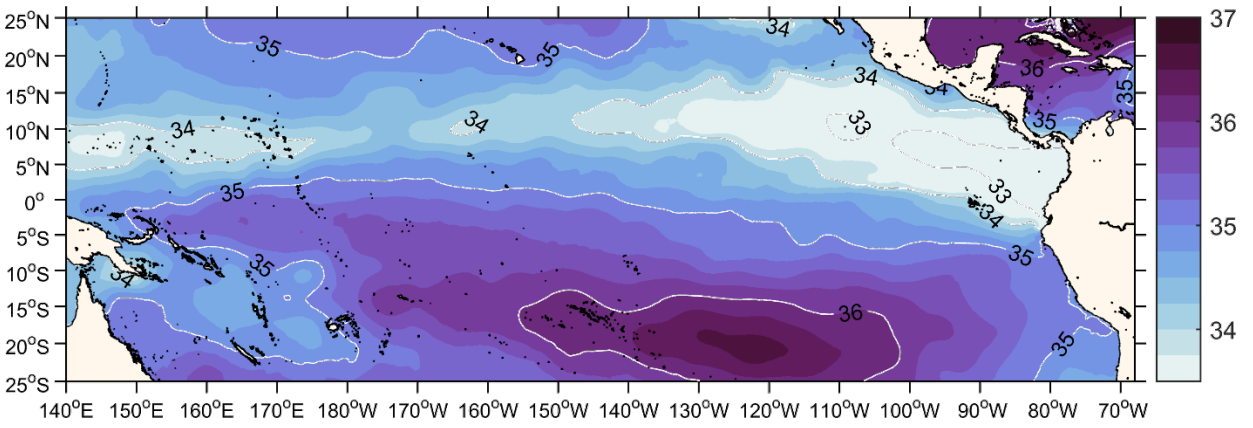


Figura. 4. Mapa de la Salinidad superficial del NM en la cuenca del Pacífico Sur. Fuente: datos: CMEMS. Gráfico: INOCAR

B. PACÍFICO ECUATORIAL

En la capa subsuperficial del Pacífico ecuatorial, entre 0 y 500 m, se evidenciaron dos escenarios en paralelo. Una de condiciones frías, al Este de 170°O y en los primeros 200 m de profundidad; que se fortalecido en la segunda quincena de diciembre. El segundo escenario, al oeste de 180° entre 100 m y 200 m de profundidad, con un núcleo cálido que continúa propagándose hacia la región central (Figura 5).

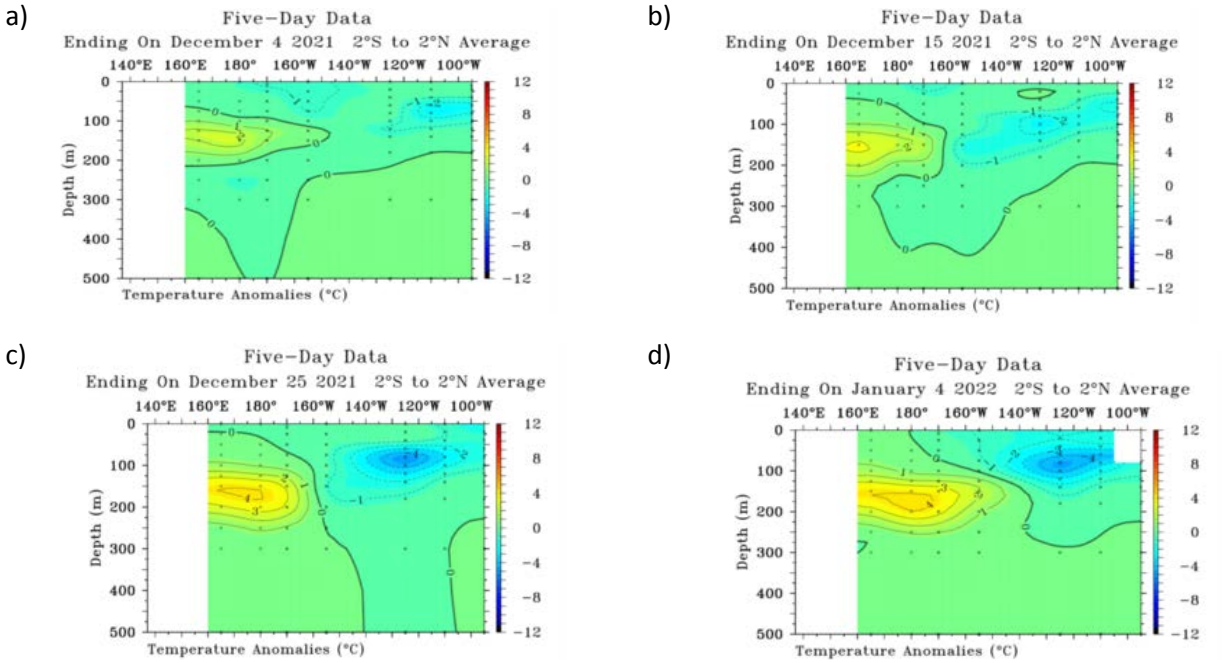


Figura 5. Anomalía de la temperatura subsuperficial en el Pacífico ecuatorial (02°N-02°S), promedio de cinco días que finalizaron el 4, 15, 25 de diciembre y 4 de enero de 2022. Fuente: TAO/NOAA.

La anomalía del esfuerzo del viento del este en el Pacífico ecuatorial central se incrementó en diciembre, enfriando las condiciones del océano y elevando la isoterma de 20 °C hasta 40 m por encima de su profundidad normal al Este de 170°O (Figura 6).

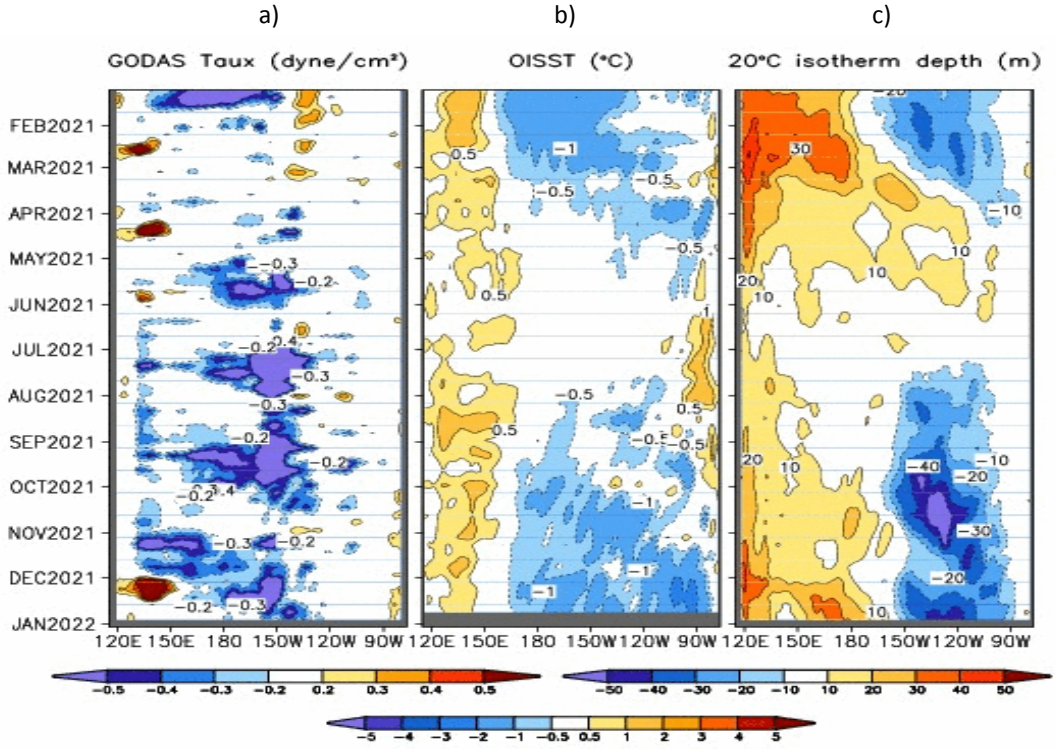


Figura 6. Diagrama de Hovmöller de la a) anomalía del viento zonal, b) anomalía de la TSM y c) anomalía de la profundidad de las isoterma de 20 °C. Promedio de 02°N-02°S entre enero y diciembre 2021. Fuente: a) CMEMS V3.0. climatología del 1981-2009/b) GODAS. NCEP.CPS.NOAA y OISST.NOAA

La anomalía de TSM mantuvo su tendencia negativa en las cuatro regiones Niño, siendo la región Niño 1+2 la que disminuyó en mayor magnitud. Los valores de anomalía fueron de -0.79, -1.06, -1.22 y -1.63 °C para Niño 4, 3.4, 3 y 1+2, respectivamente, Figura 7.

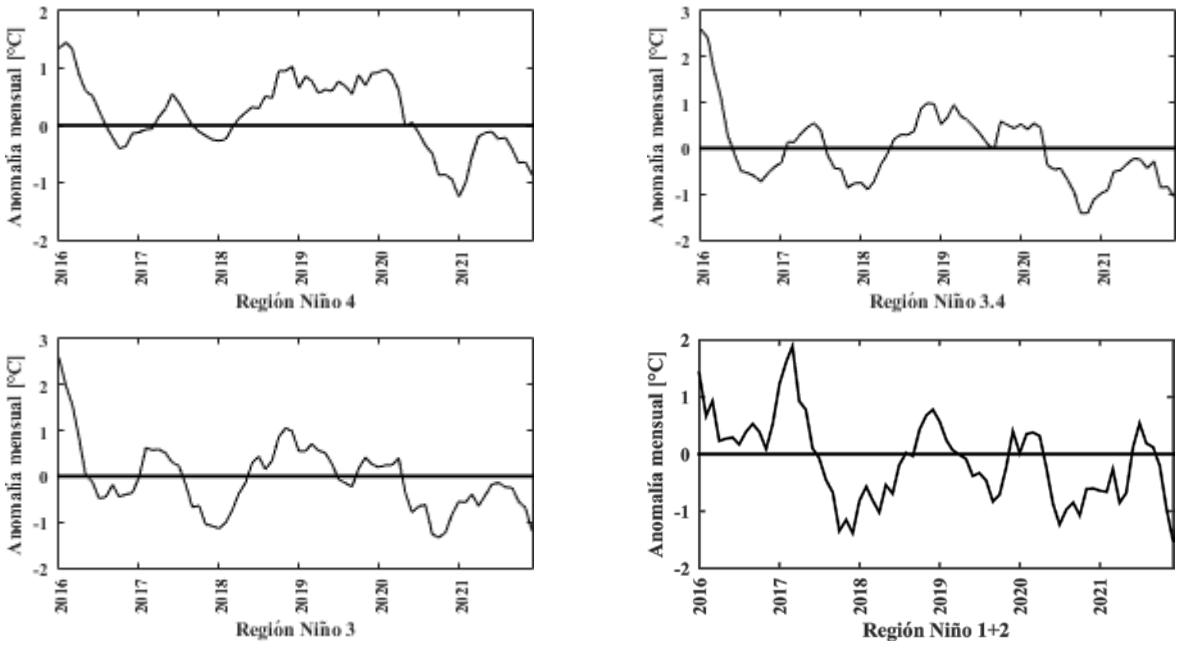


Fig. 7. Anomalías de TSM en las regiones Niño. Fuente: Información OISST v.2

El índice ONI se alejó del rango de neutralidad y en el trimestre de octubre a diciembre fue de 1°C, manteniéndose por cuarto período consecutivo en la zona de La Niña. Asimismo el SOI y el SOI ecuatorial continúan con valores positivos asociados al evento ENOS-frío, Figura 8.

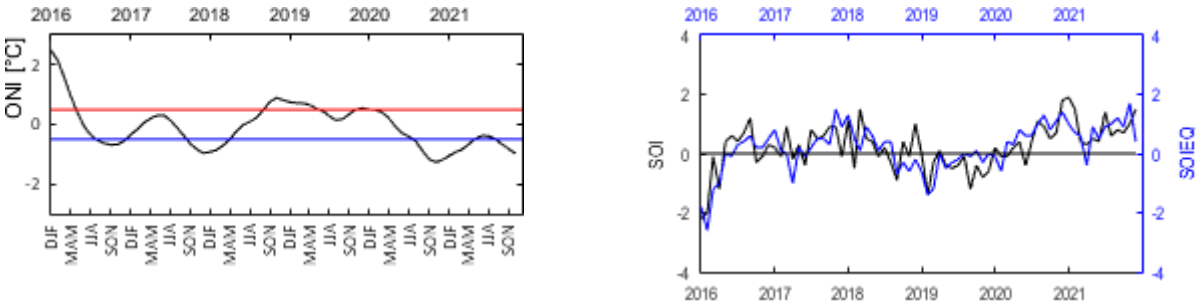


Fig. 8. Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios. Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

Los Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios (IZVA) del Pacífico ecuatorial central (175 – 120°O) se mantuvieron positivos, aumentando su valor en el centro y este del Pacífico ecuatorial; mientras que en el oeste su valor fue cercano a la neutralidad. En general, persiste el fortalecimiento de los vientos en el Pacífico ecuatorial Central relacionado con La Niña, Figura 9.

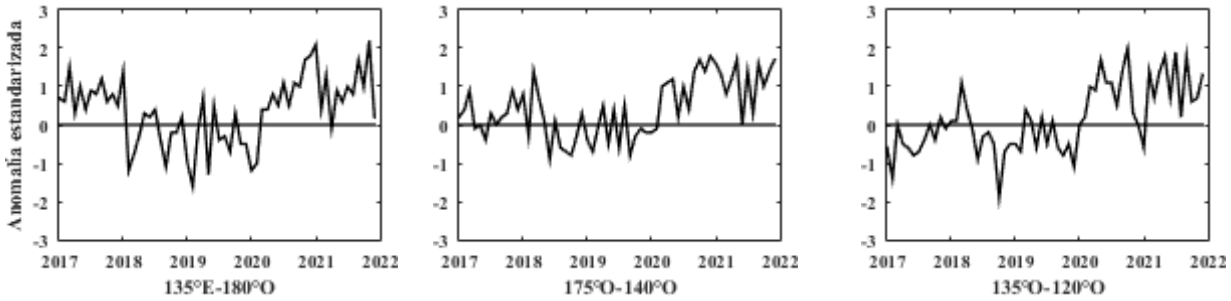


Figura 9. Índices Mensuales Estandarizados de la componente Zonal de los vientos Alisios. Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/

A. PACÍFICO SURORIENTAL

La temperatura superficial del aire (TSA) en las localidades costeras de Ecuador y Perú estuvo entre normal y por debajo de la normal, en las localidades de San Juan y Mollendo en Perú, la anomalía de TSA alcanzó hasta -2.3 y -1.4 °C. Al contrario frente a la costa de Chile, la anomalia de TSA fue postiva, siendo hasta de 3 °C en las localidades chilenas de Puerto Mont y Balmaceda, Figura 10.

Las precipitaciones más abundantes se registraron en el norte del Pacífico suroriental, en las estaciones de San Lorenzo y Guayaquil de Ecuador, con el máximo de 220 mm en San Lorenzo. En localidades del sur de Chile, se observaron acumulados de hasta 50 mm. Las precipitaciones marcaron una anomalía positiva de hasta 40 mm en San Lorenzo y Guayaquil y negativas en al sur de Chile (hasta – 52 mm, en Puerto Mont), Fig 11.

La TSM en las estaciones de Ecuador, Perú y Chile tuvo predominio de anomalías negativas en la media de cada cinco días (pentada) y en la media mensual, con la diferencia de las estaciones de Valparaíso y Talcahuano que se mantuvieron por encima de los promedios respectivos. Las estaciones mantienen la tendencia estacional de la TSM, negativa en Esmeraldas y positiva en el resto de estaciones, Figuras 12 y 13.

El promedio de cinco días del NMM varió alrededor de su normal en las estaciones de Ecuador (Baltra, San Cristóbal, Esmeraldas y La Libertad); mientras que hacia el sur del OPS los valores se situaron por encima y debajo de su normal, Figura 14. En cuanto al promedio mensual predominan anomalías negativas en Ecuador y Perú, con la máxima magnitud (-12 cm) en Talara. En las estaciones de Chile, se observaron anomalías positivas en la mayoría de estaciones de hasta 9 cm en Valparaíso, Fig.15.

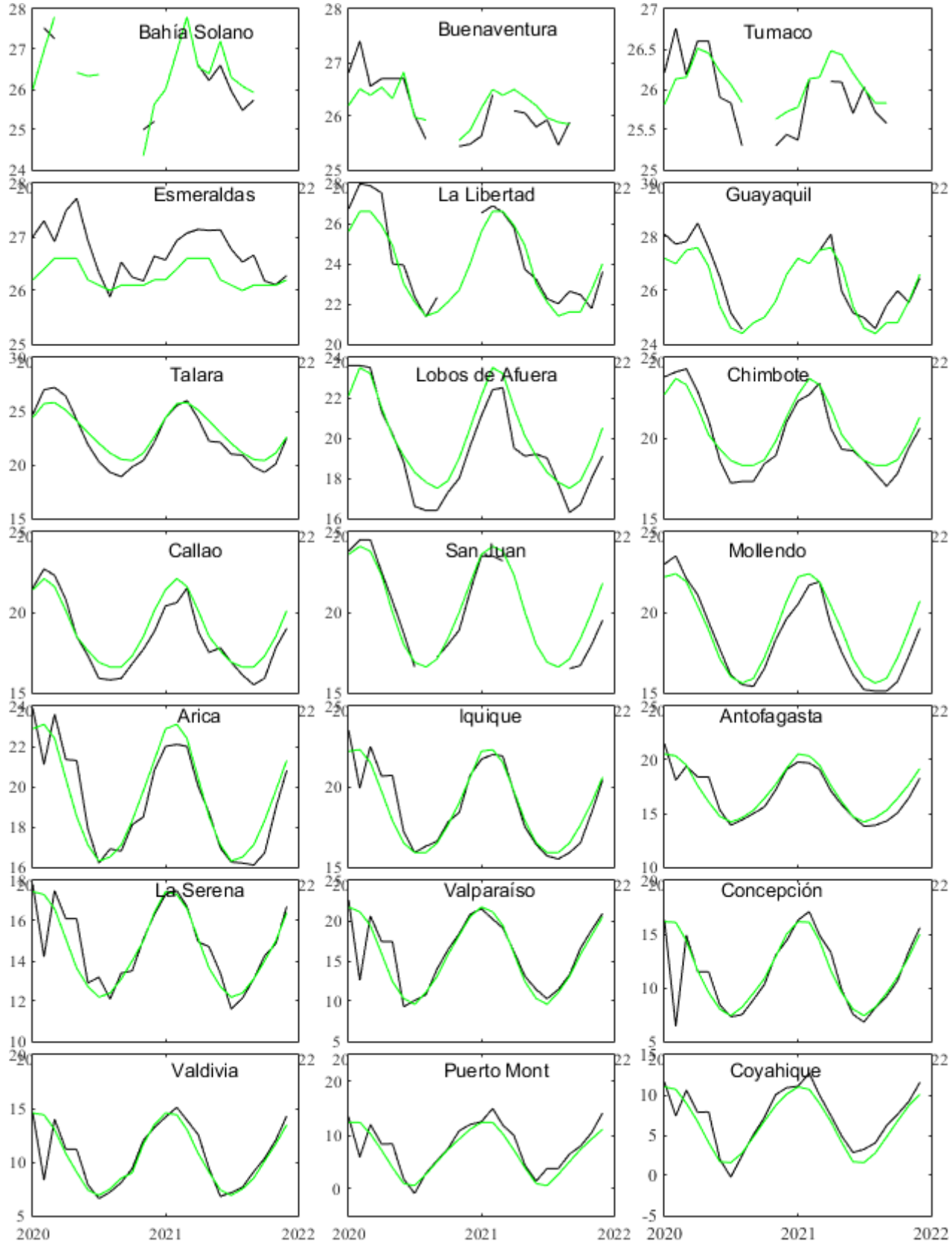


Fig. 10. Medias mensuales de TSA (°C) en localidades de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR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

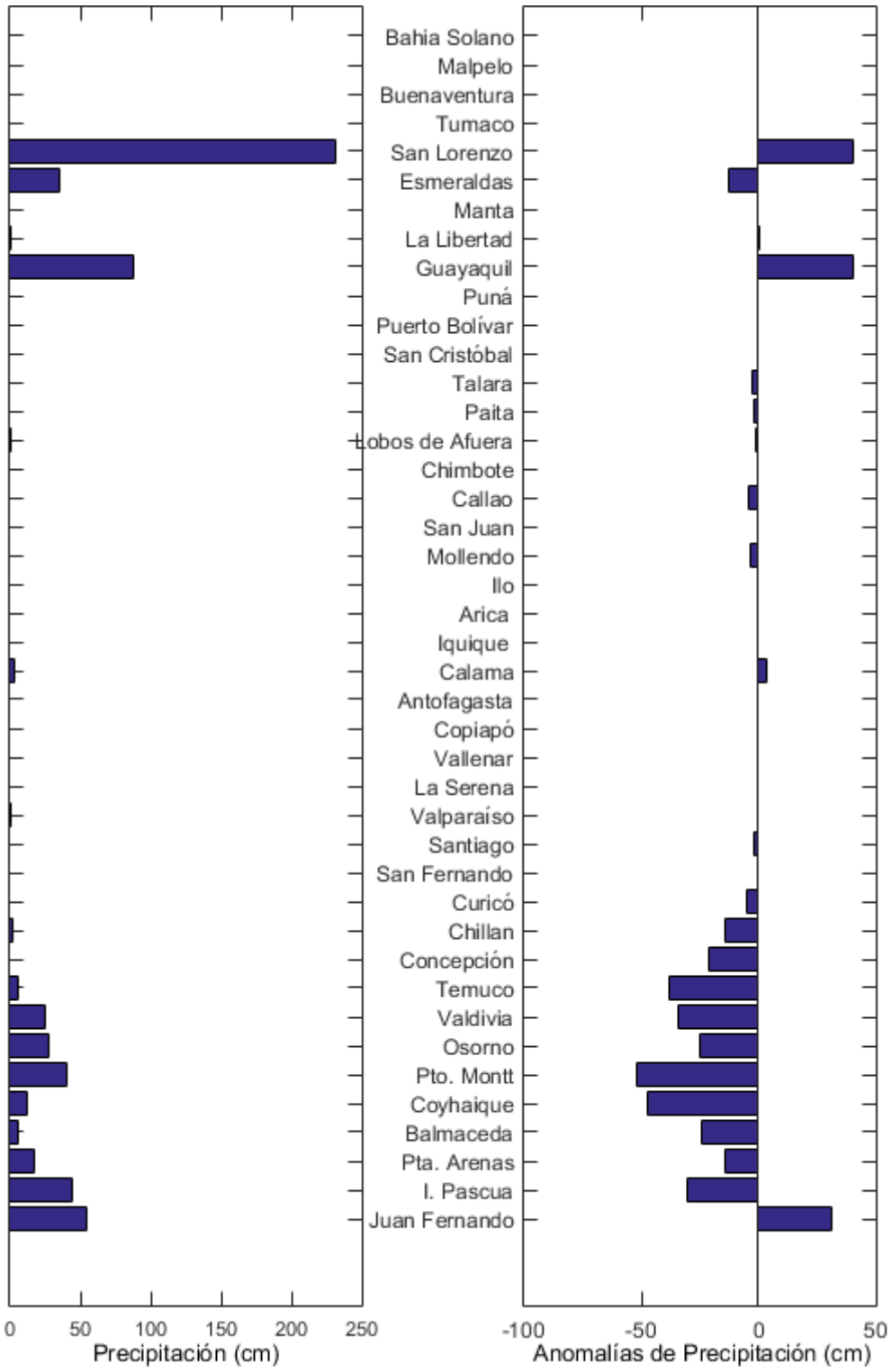


Fig. 11. Precipitación y anomalías de la precipitación en ciudades de los países que conforman el Comité ERFEN-regional.

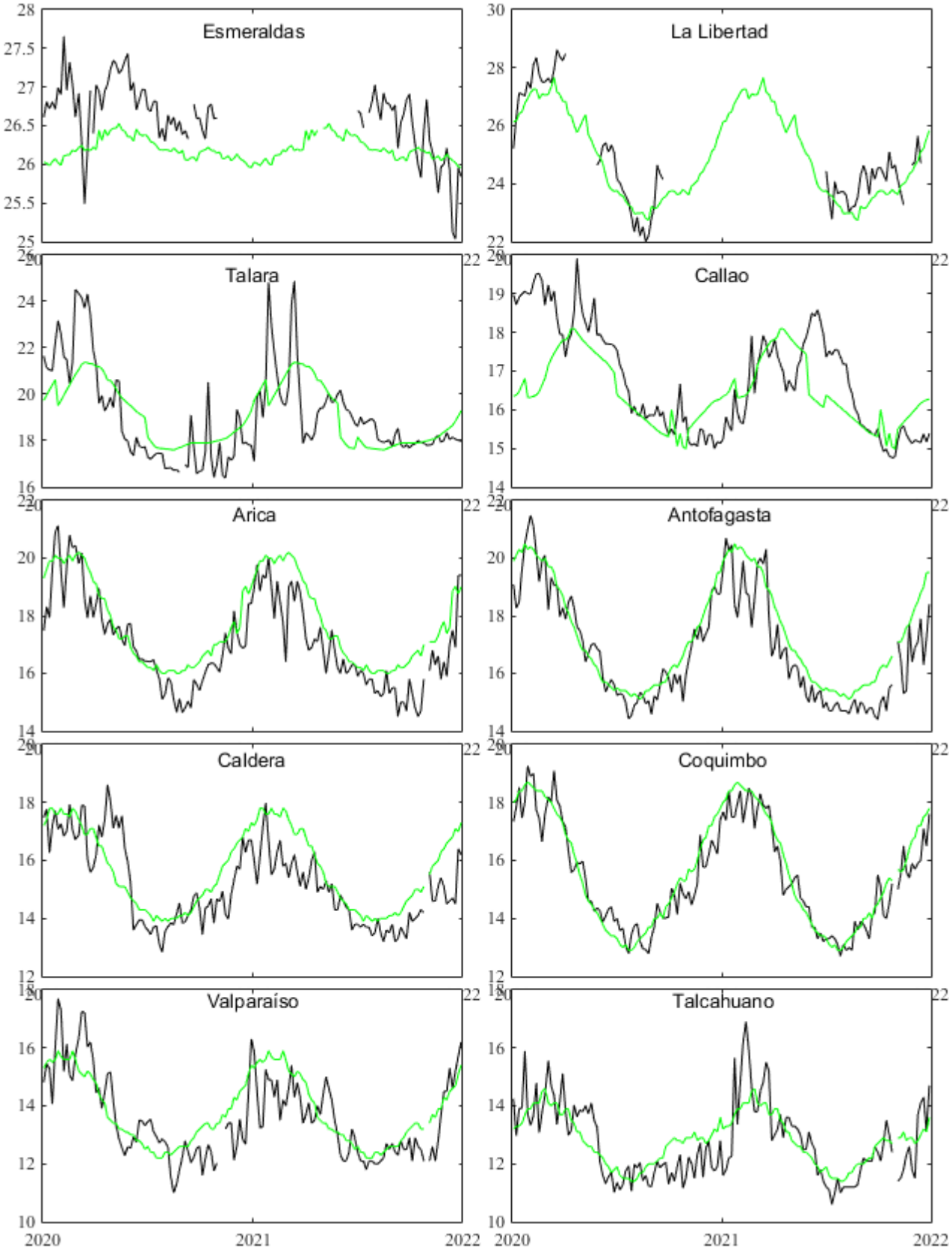


Fig. 12. Medias de cinco días (quinarios) de TSM (°C) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile desde 2016. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la carátula. (Fuente: INOCAR – INAMHI – DHN - SHOA).

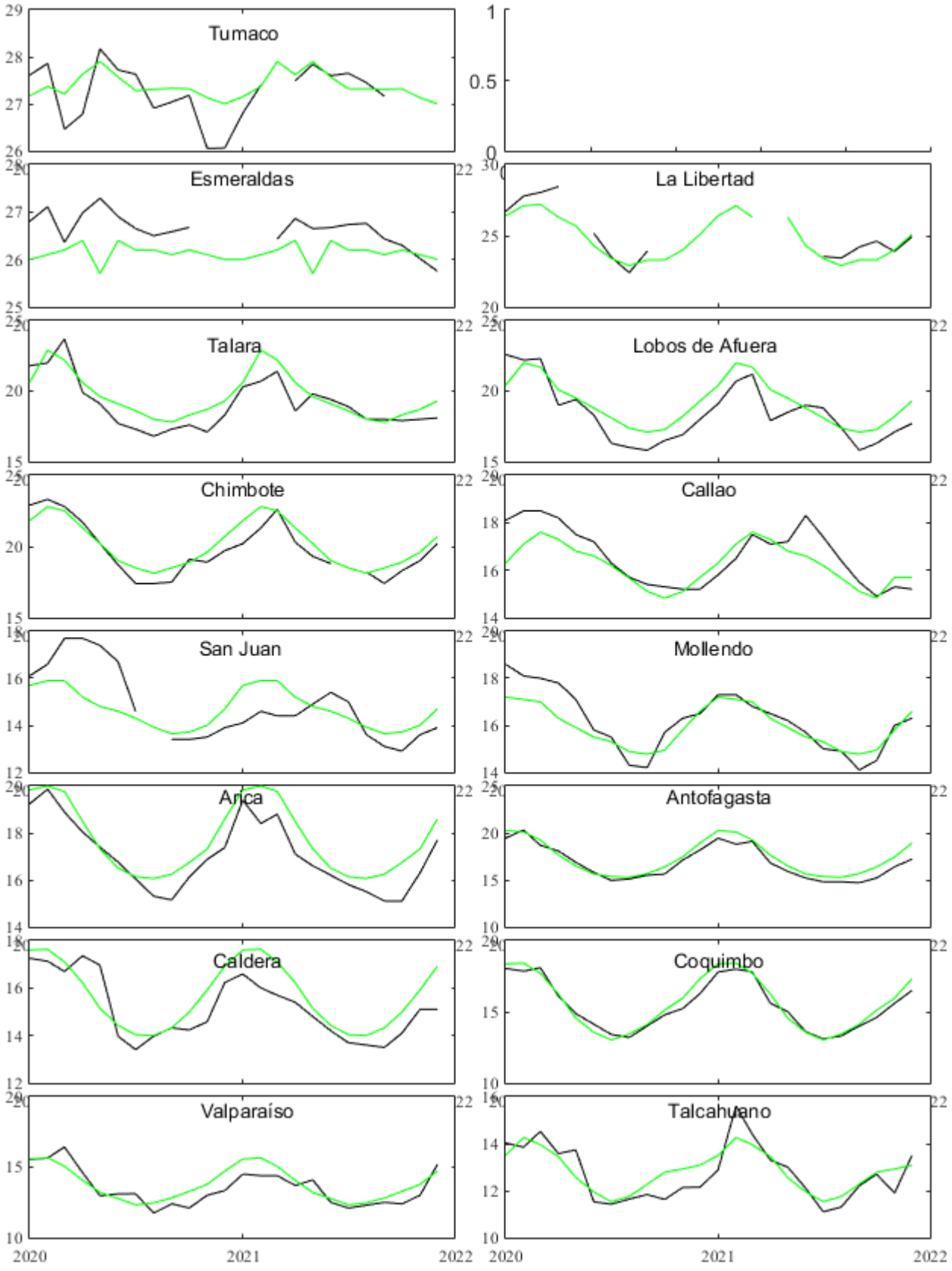


Fig. 13. Medias mensuales de TSM (°C) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo de la climatología es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. Fuente: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

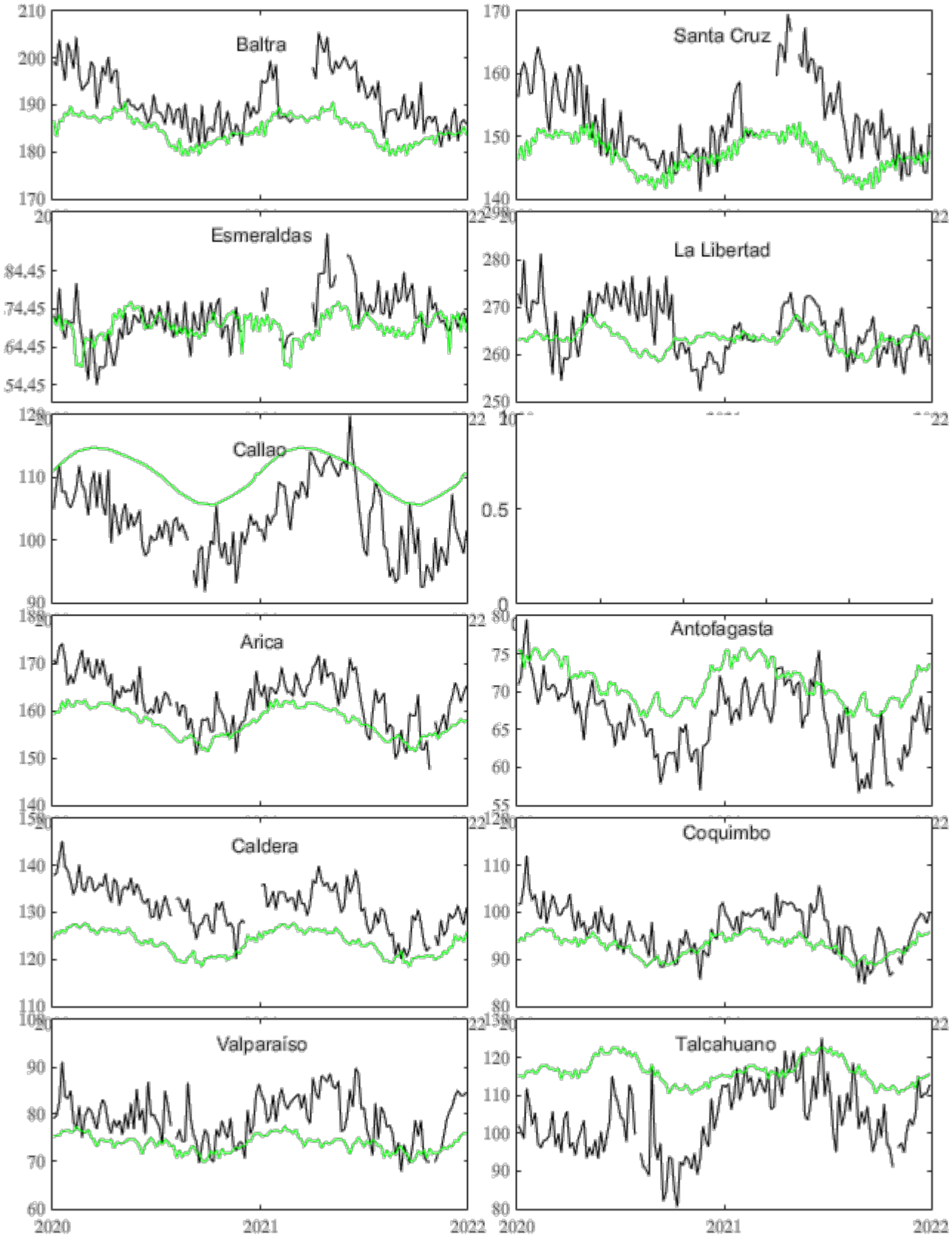


Fig. 14. Medias de cinco días (quinarios) del NMM (cm) en Puertos de Ecuador, Perú y Chile. La climatología está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es 1981-2010. La ubicación de las estaciones se muestra en la figura de la portada. (Fuentes: INOCAR-DHN - SHOA).

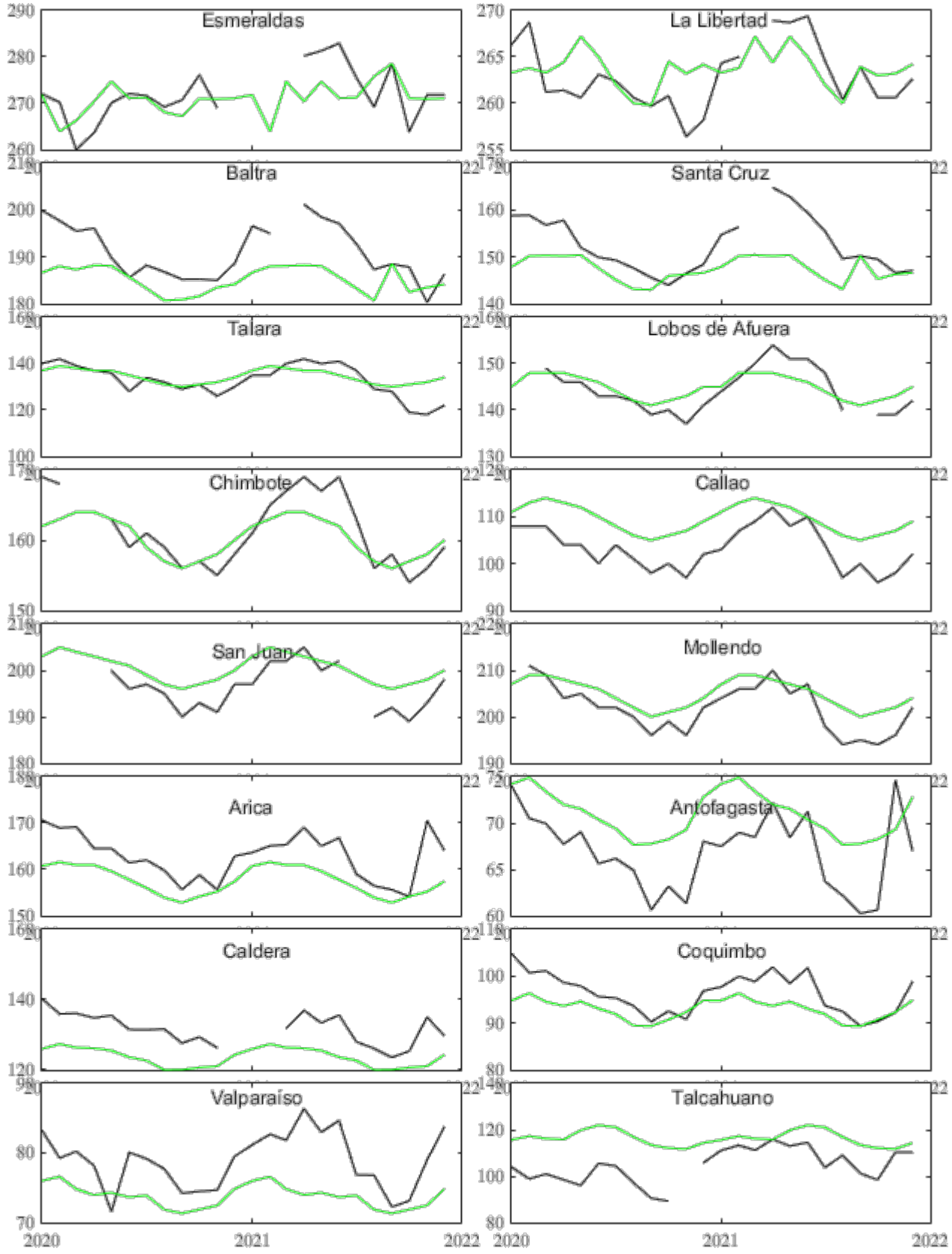


Fig. 15. Medias mensuales de NMM (cm) en los puertos de la región ERFEN. La media mensual histórica está indicada por la línea verde. El periodo de cálculo es: Colombia 2000-2013, Ecuador y Perú 1981-2010. Fuente: DIMAR/CCCP, INOCAR y DHN.

II. CONDICIONES NACIONALES

A. ECUADOR

El patrón de vientos superficiales tiene dirección predominante sur, con variaciones de velocidad entre 3 y 6 m/s. Los valores mínimos se ubican al oeste y sur de Isabela y los mayores al norte de la Figura 16. El patrón es similar a su climatología; aunque la componente zonal está ligeramente fortalecida, asociada con la condición La Niña.

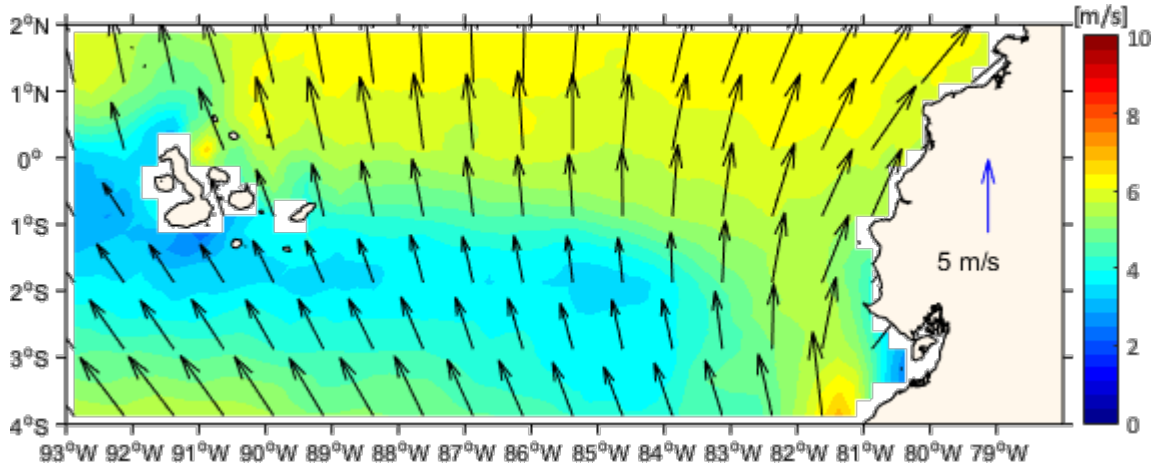


Figura 16. Patrón de vientos superficiales. Fuente: Ifremer, ASCAT

En la zona marítima de Ecuador, frente a la costa continental, se registraron precipitaciones desde 1°S hacia el límite norte, alcanzando un acumulado de hasta 50 mm en el mes, frente a la provincia de Esmeraldas. En el continente, en la zona costera las precipitaciones fueron mínimas y en la región interandina entre 20 y 100 mm, con mayor registro al norte, Figura 17.

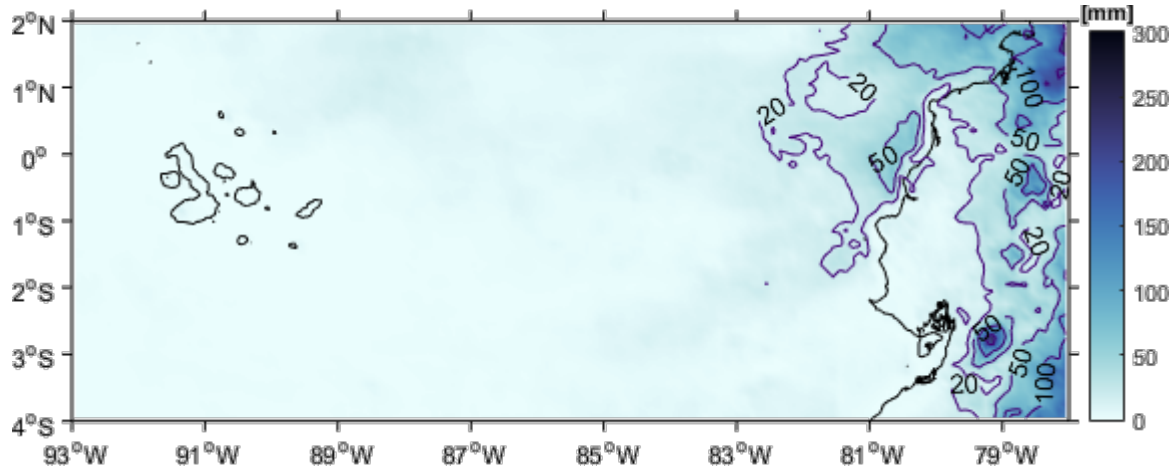


Figura 17. Acumulado mensual de precipitación. Fuente: ASCAT, satelital.

La TSM estuvo entre 19 °C y 26 °C. La menor temperatura se registró al oeste de Galápagos y corresponde al afloramiento ecuatorial. En el norte, frente a la costa continental, la TSM fue máxima y corresponde a Agua Tropical Superficial (ATS). El FE se desplazó hacia el norte y muestra una posición sureste-noroeste entre la costa continental y Galápagos, Figura 18a. Esta distribución de temperatura configuró anomalía positiva en la franja marítima frente a la costa de Ecuador menor a 1 °C. Desde 83°O hasta Galápagos la anomalía pasó de neutral hasta valores negativos, concentrados al oeste de Isabela (-2°C), Figura 18b.

La salinidad muestra el ingreso de agua de menor salinidad, ATS, hasta la latitud ecuatorial aproximadamente, con valores menores a 32.5 ups. La salinidad aumento de noreste a suroeste, desde 32 hasta 34.5 ups. El afloramiento al oeste de Isabela coincide con salinidad de 34 ups, Figura 18c.

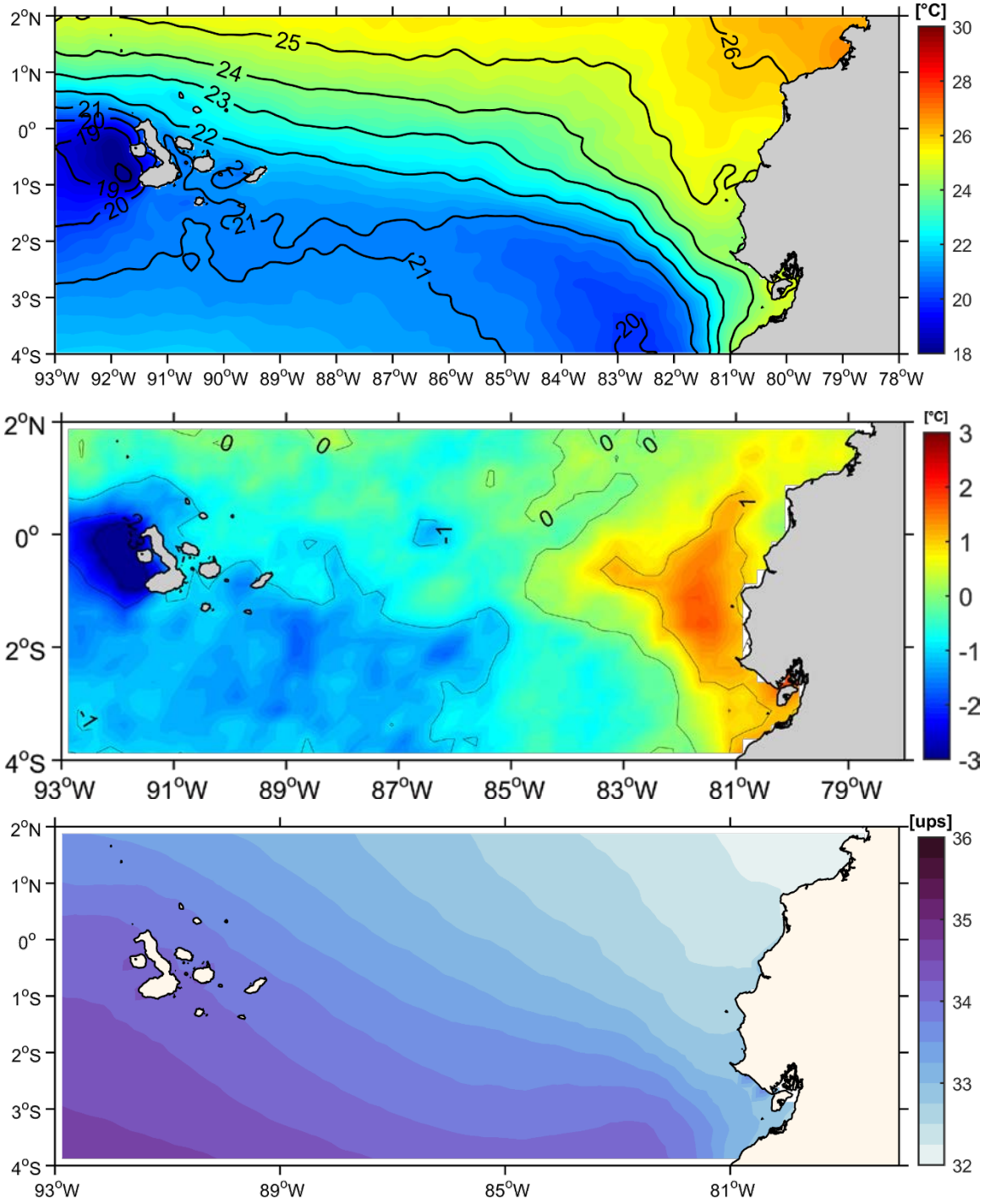


Figura 18. a) Temperatura Superficial del Mar y (b) Anomalía de la TSM en el mar ecuatoriano y c) Distribución de la salinidad superficial en territorio marítimo ecuatoriano. Fuente: Base de datos Copernicus-Ostia.

Los perfiles verticales de temperatura y salinidad, Figura 21, muestran la influencia o ingreso de aguas con temperatura de 26 °C y Salinidad de 32.5 ups hasta el ecuador geográfico en la latitud 82°O y hasta 1°N en la latitud 86°O hasta aproximadamente 30 m de profundidad. A partir de 50 m, las condiciones termohalinas son constantes. ATSM hasta indican que la influencia de la ATS llega hasta aproximadamente 30 m de profundidad y su influencia disminuye hacia el oeste, observándose hasta 0.5°S en 82°O y hasta 0.5°N en 86°O. Al sur la salinidad aumenta y la temperatura disminuye. Debajo de los 30 m, se observa homogeneidad en la columna de agua. Respecto al mes anterior se observa un avance de la ATS ligeramente hacia el sur en 82°O, Figura 19.

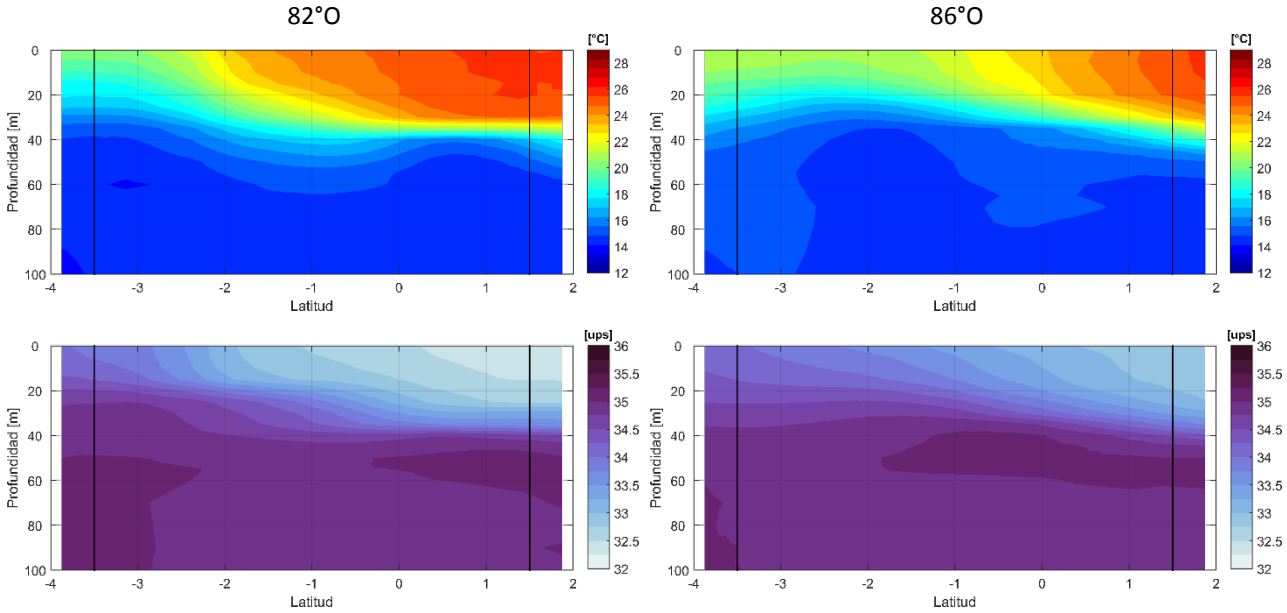


Figura 19. Secciones verticales de temperatura y salinidad frente a la costa de Ecuador

En la estación 10 millas La Libertad (2.083°S y 81.089°O), la TSM del mes fue de 24 °C, ligeramente mayor al mes anterior, siguiendo la tendencia estacional. La capa de mezcla se mantiene con una profundidad media de 15 m similar a la de noviembre, Figura 20.

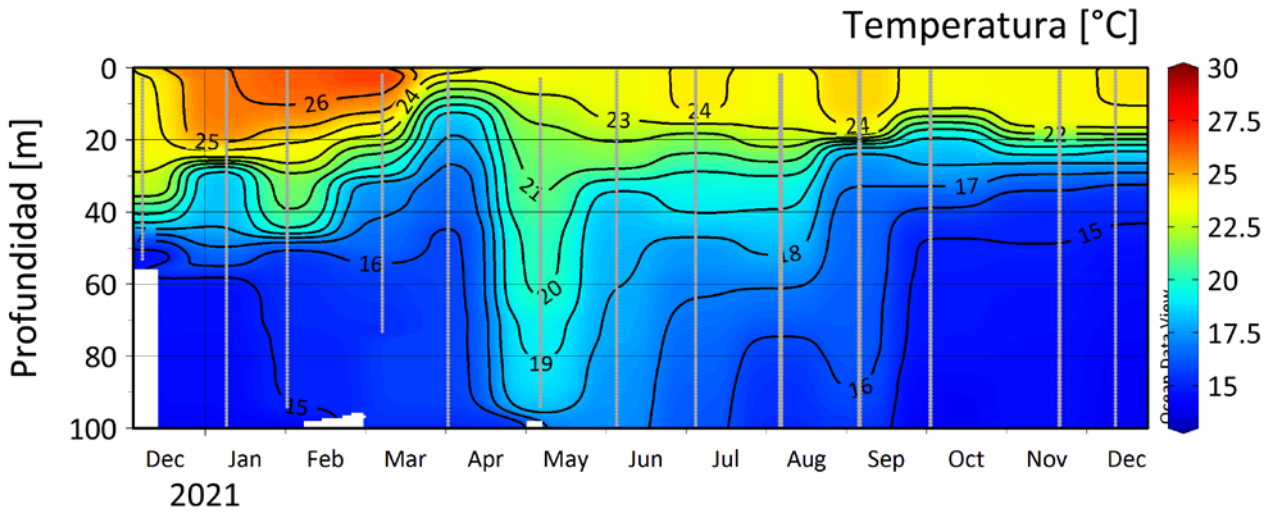
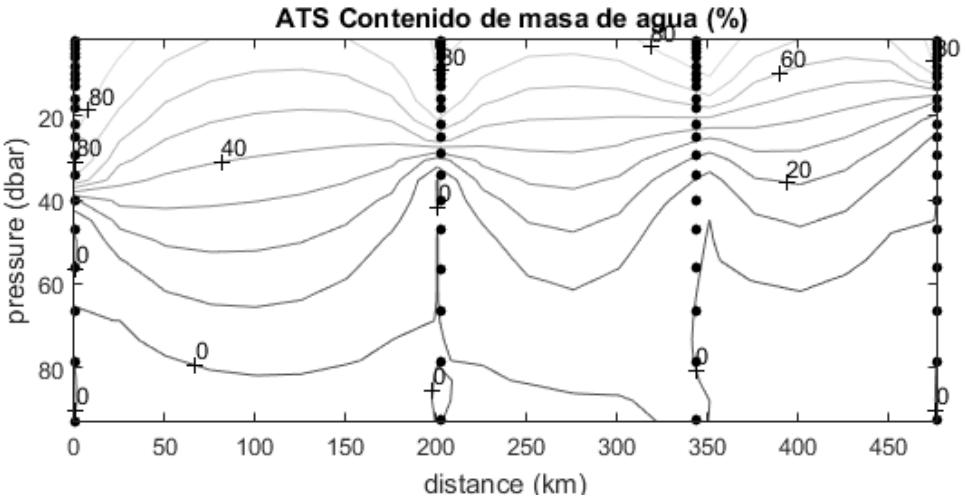


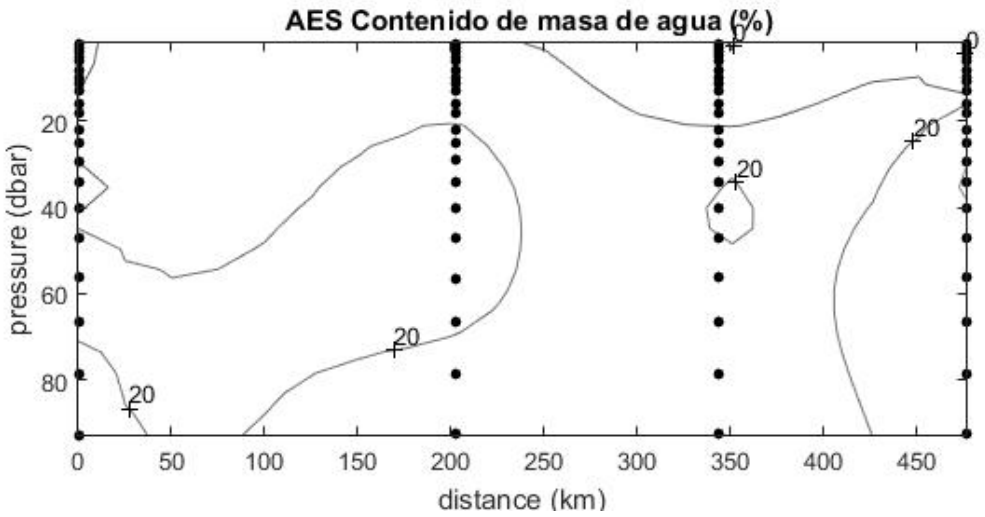
Figura. 20 Sección temporal de la estación 10 millas La Libertad (2.083°S y 81.089°O). Fuente: Inocar. Elaborado por Inocar

Las masas de agua observadas en el muestreo de las estaciones 10 milla costa afuera, en los primeros 30 m fueron el ATS y en menor proporción el Agua Ecuatorial Superficial. En los niveles por debajo de los 40 m, se observó el Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), Figura 21

a)



b)



c)

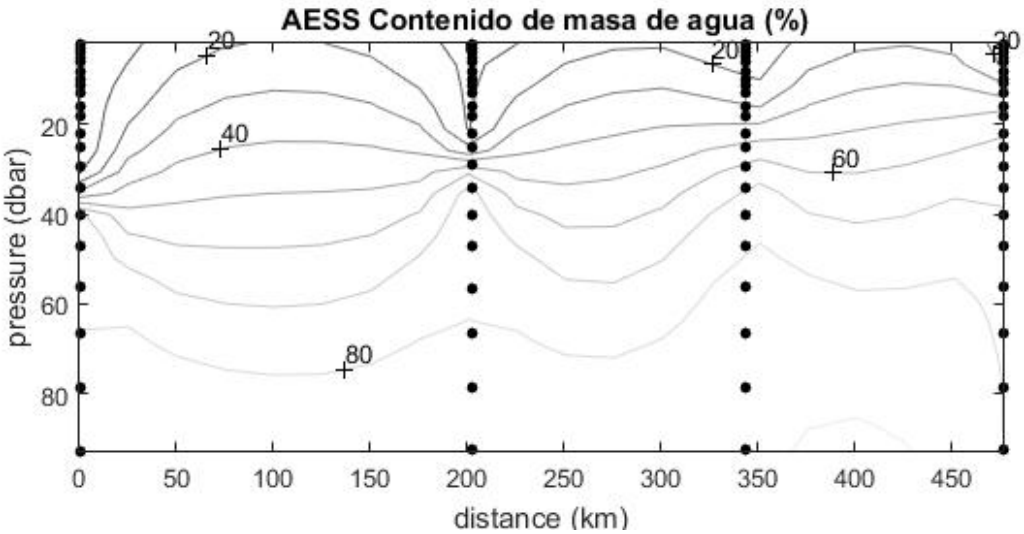


Figura 21. Porcentaje de masas de agua en las estaciones 10 millas costa afuera. El lado izquierdo, corresponde a la estación ubicada más al norte. a) ATS, b) AES y c) AESS

B. PERÚ

La TSM promedio de diciembre en el mar de Perú fue de 17 °C a 21 °C, las temperaturas mayores de 20°C, al norte de Paita y de las 50 millas de la costa. La anomalía promedio fue negativa de Paita (5°S) hasta San Juan (16°S), en el orden de -0.5 °C a -1.5 °C, siendo más intenso respecto al mes anterior. Sólo frente de Tumbes (extremo norte del país) la anomalía se mantuvo positiva, con valores de +0,5 °C. (Figura 22).

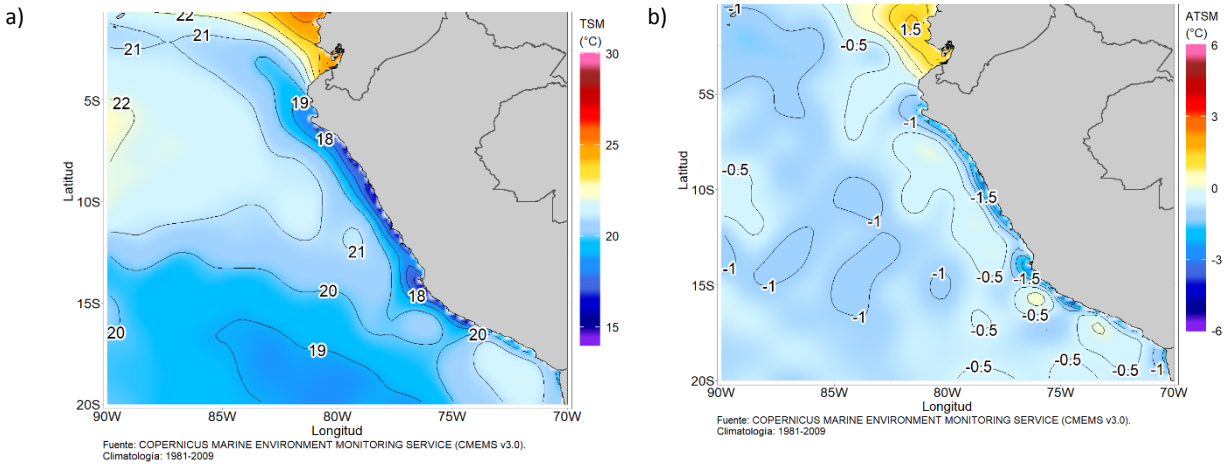


Figura 22. Promedio diciembre 2021. a) TSM, y b) anomalía de la TSM. Fuente: datos: Ostia-CMEMS V3.0. Gráfico: DIHIDRONAV

En la capa subsuperficial, dentro de las 60 millas frente de Talara y Punta Falsa, dentro de los primeros 80 m de profundidad se mantuvieron las condiciones frías, con anomalías de temperatura hasta -4 °C fines de diciembre, a pesar de la presencia de aguas ecuatoriales superficiales (AES) (Figura 2 y 3). En la zona centro y sur, alrededor de las 140 millas y 60 millas de la costa, respectivamente, dentro de primeros 80 m de profundidad se intensificaron las condiciones frías, para luego normalizarse a inicios de enero (Figura 23, 24 y 25).

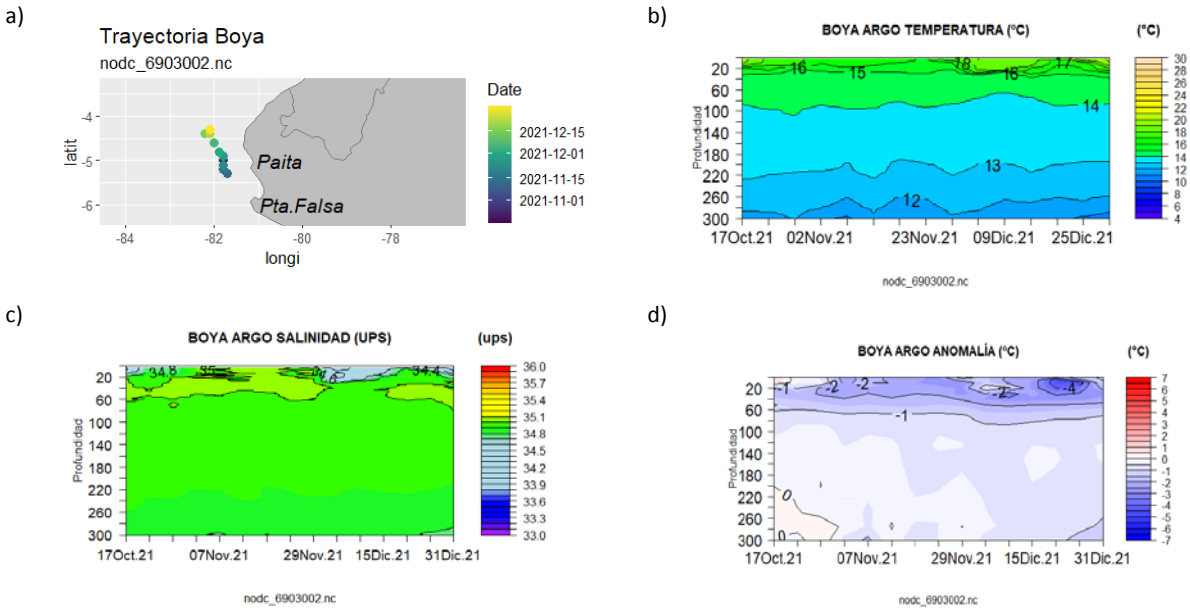
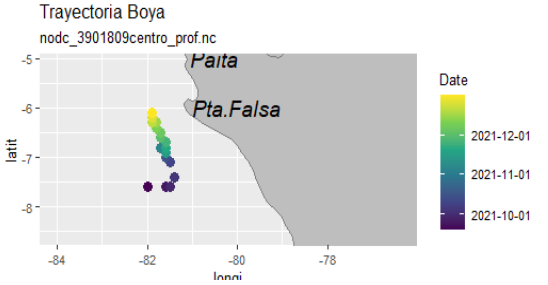
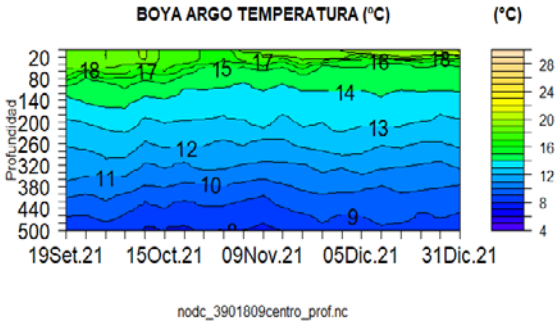


Figura 23. a) Posición de boya (4.5°S-60 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) distribución vertical de la salinidad d) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De octubre a diciembre 2021.Fuente: Boya Argo.

a)



b)



c)

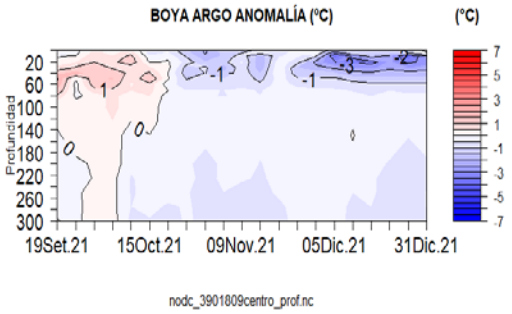
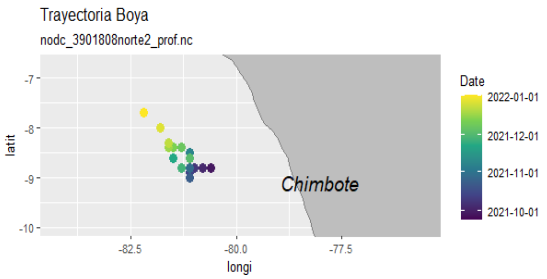
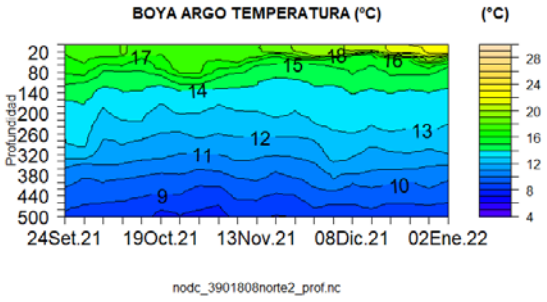


Figura 24. a) Posición de boya (6°S-60 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De setiembre a diciembre 2021.Fuente: Boya Argo.

a)



b)



c)

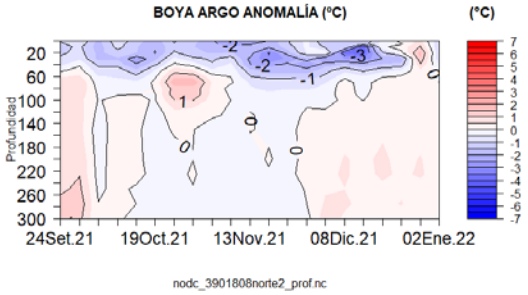


Figura 25. a) Posición de boya (8°S-140 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. De setiembre a diciembre 2021.Fuente: Boya Argo.

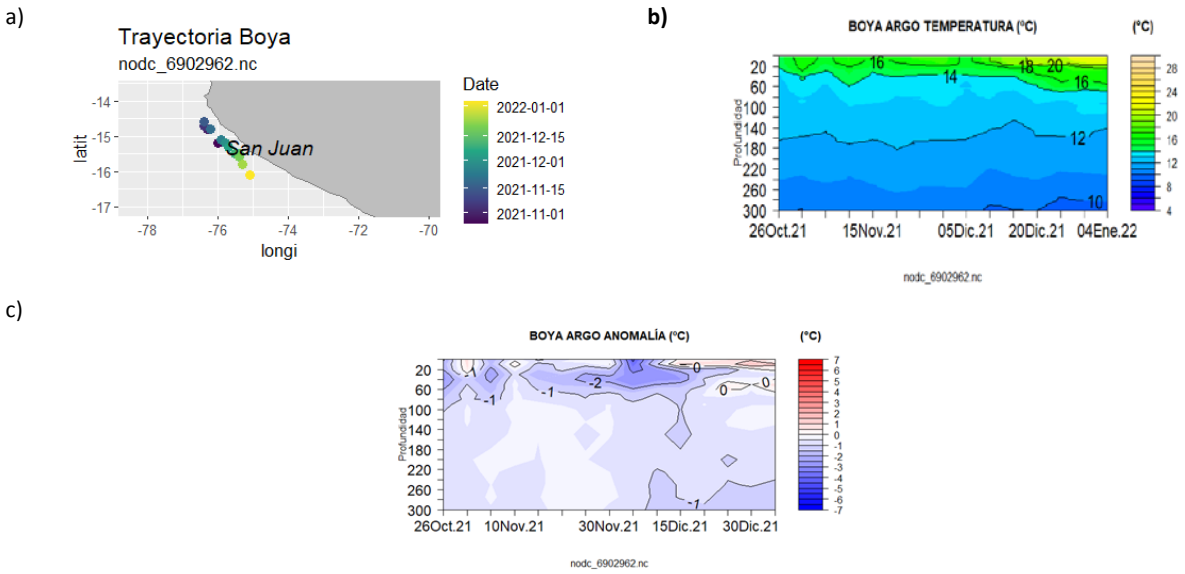


Figura 26. a) Posición de boya (16ªS-60 mn de la costa), b) Distribución vertical de la temperatura, c) Distribución vertical de la anomalía de temperatura. Periodo de octubre a diciembre 2021. Fuente: Boya Argo, procesamiento: DIHIDRONAV.

En el litoral, la TSM se mantuvo por debajo de lo normal, manifestándose condiciones frías con mayor intensidad en la zona norte con anomalías de hasta -1.5 °C a partir de la segunda quincena de diciembre, mientras que en la zona centro estuvo cerca de sus valores normales. Por otro lado, en el sur se evidenciaron incrementos sobre lo normal (Cuadro 1 y Figura 27).

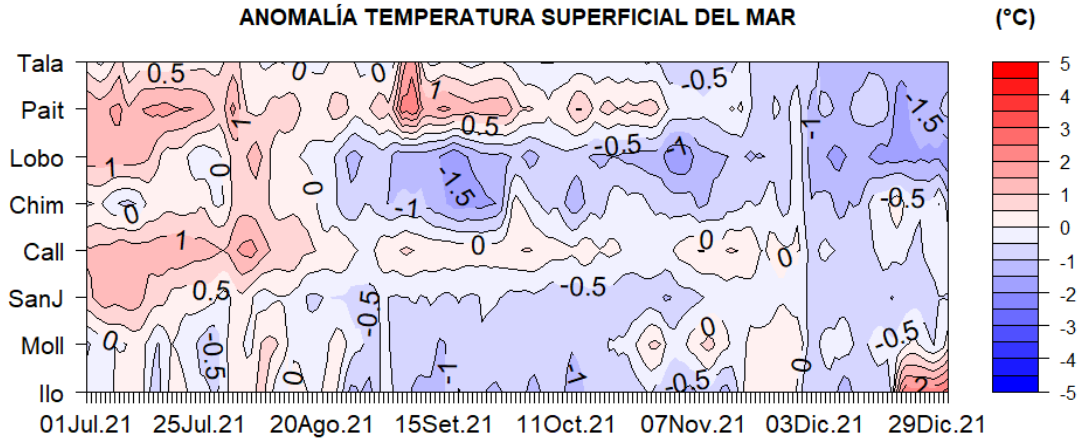


Figura 27. Anomalía diaria de la temperatura superficial del mar (°C) en el litoral de Perú. Periodo de julio a diciembre de 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

El nivel del mar se mantuvo desde la segunda semana de octubre, con mayor magnitud en el norte, registrándose valores diarios hasta de 15 cm en la segunda quincena de diciembre. Este descenso se relaciona con el paso de una onda Kevin fría y con la intensificación del afloramiento costero en la zona sur. (Figura 28 y Cuadro N°1).

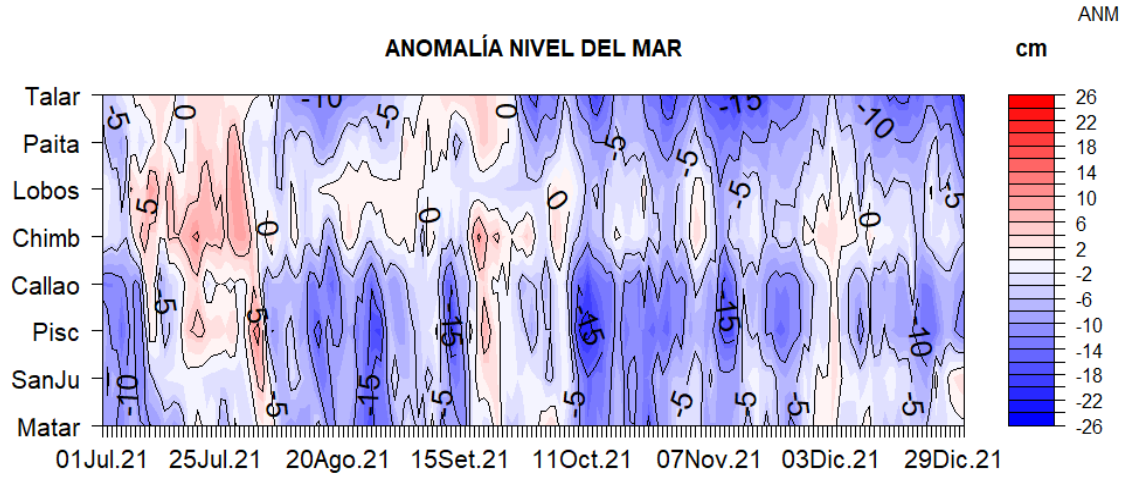


Figura 28. a) Anomalía diaria del nivel del mar (cm) en el litoral de Perú. Periodo de julio a diciembre 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

La (TA) en el litoral se mantuvo por debajo de lo normal, con anomalías diarias hasta de -2 °C en el sur todo el mes. Estas condiciones frías se relacionan a las bajas temperaturas del agua de mar en el litoral, en particular en las zonas de afloramiento costero. (Figura 29 y Cuadro 1).

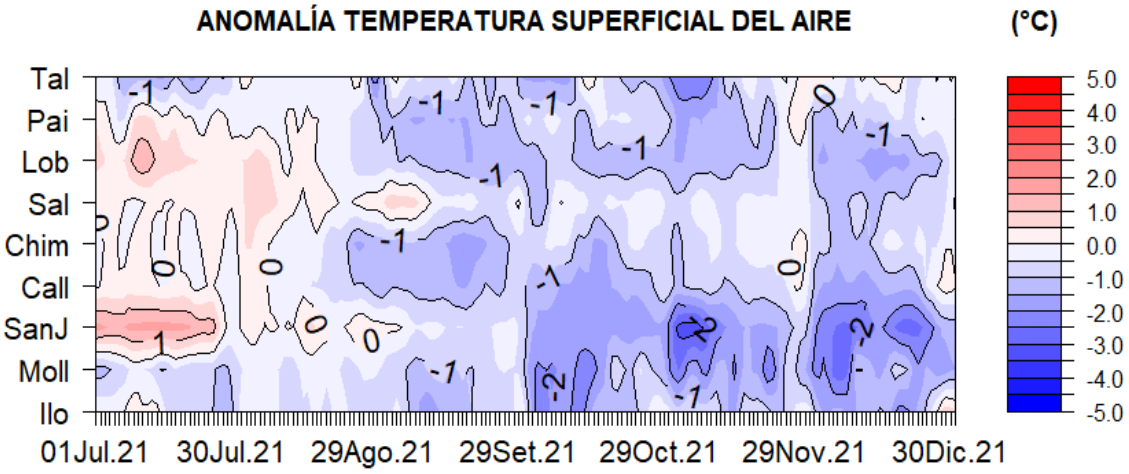
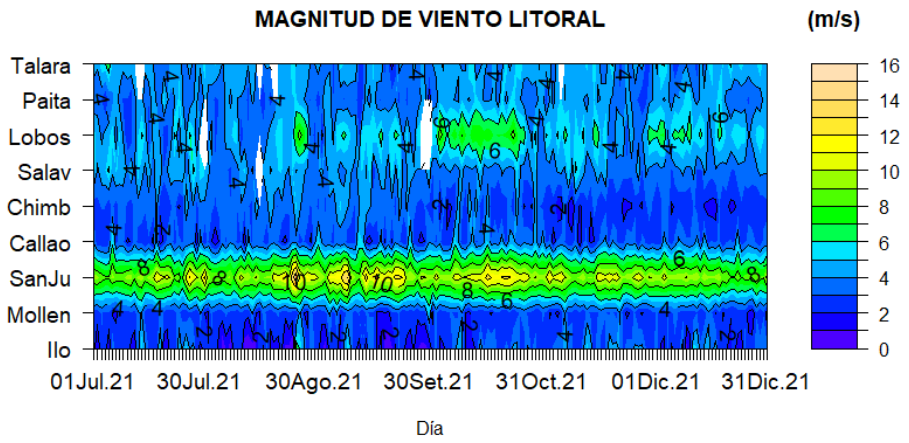


Figura 29. Anomalía diaria de la temperatura del aire (°C) en el litoral de Perú. Periodo de julio a diciembre 2021 Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

En la estación insular de Lobos de Afuera, se registró precipitaciones acumuladas de 0.3 mm el 17 de diciembre; mientras que, en Ilo, se registraron precipitaciones tipo trazas el día 26 de diciembre. En las demás estaciones no se registraron lluvias (Cuadro N°1).

En el litoral peruano se presentaron vientos de dirección Sur y Sureste, con velocidades entre 2.4 m/s y 9.2 m/s, predominando anomalías negativas que fluctuaron entre -0.3 m/s y -1.7 m/s; a excepción de Callao, San Juan y Mollendo, que registraron anomalías positivas de 0.6 m/s, 6.5 m/s y 0.7 m/s, respectivamente (Figura 30 y Cuadro N°1).

a)



b)

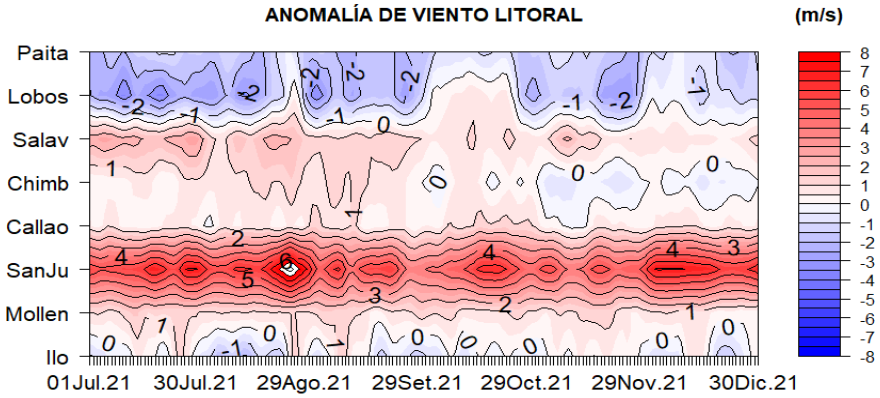


Figura 30. Viento en el litoral de Perú a) Velocidad diaria (m/s). b) Anomalía de la velocidad diario (m/s). Periodo de julio a diciembre 2021. Fuente: Estaciones costeras de la DIHIDRONAV.

Cuadro 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''	18.1	- 1.2	122	- 12	22.5	- 0.1	0.0	S	4.4	-
Paita	05°05'00''	81°06'30''	17.6	- 1.1	115	- 7	23.0	- 0.7	0.0	S	3.4	- 1.7
Lobos de Afuera	06°36'00''	80°42'30''	17.7	- 1.6	142	- 3	19.1	- 1.4	0.3	S	5.4	- 0.9
Chimbote	09°04'00''	78°36'00''	20.2	- 0.5	159	- 1	20.6	- 0.7	0.0	S	2.4	- 0.3
Callao	12°03'30''	77°09'00''	15.2	- 0.5	102	- 7	19.0	- 1.1	0.0	S	3.2	+ 0.6
San Juan	15°21'00''	75°09'00''	13.9	- 0.8	198	- 2	19.5	- 2.3	0.0	S	9.2	+ 6.5
Mollendo	16°55'54''	72°06'24''	16.3	- 0.3	202	- 2	19.0	- 1.7	0.0	SE	2.5	+ 0.7
Ilo	17°37'00''	71°21'00''	16.6	+ 0.3	159	-	20.9	- 1.1	Trazas	S	2.9	- 0.5

C. CHILE

Durante el mes de diciembre las estaciones de Arica, Antofagasta, Caldera y Coquimbo presentaron valores de TSM bajo el promedio climatológico mensual (-0,9, -1,7, -1,8 y -0,8 °C, respectivamente). Las estaciones de Valparaíso y Talcahuano presentaron variaciones dentro de lo normal. Todo lo anterior, es coincidente con la condición actual de ENOS.

En la figura espacio-temporal de la TSM satelital (Fig. 31a), se observó que hubo un desplazamiento de la isoterma de 15°C desde Valparaíso a Talcahuano y se encuentra la presencia de la isoterma de 20 °C, entre las regiones de Arica y Antofagasta. En la imagen de la variabilidad espacio-temporal de la ATSM satelital (Fig. 38b), entre Arica y Antofagasta y al sur de Talcahuano se detectaron anomalías negativas levemente inferiores a -2,0 °C, el resto del país las anomalías fluctuaron dentro de la franja neutral (± 0,5 °C). Al comparar con el año anterior, la extensión de las anomalías negativas es levemente menor durante el año 2021.

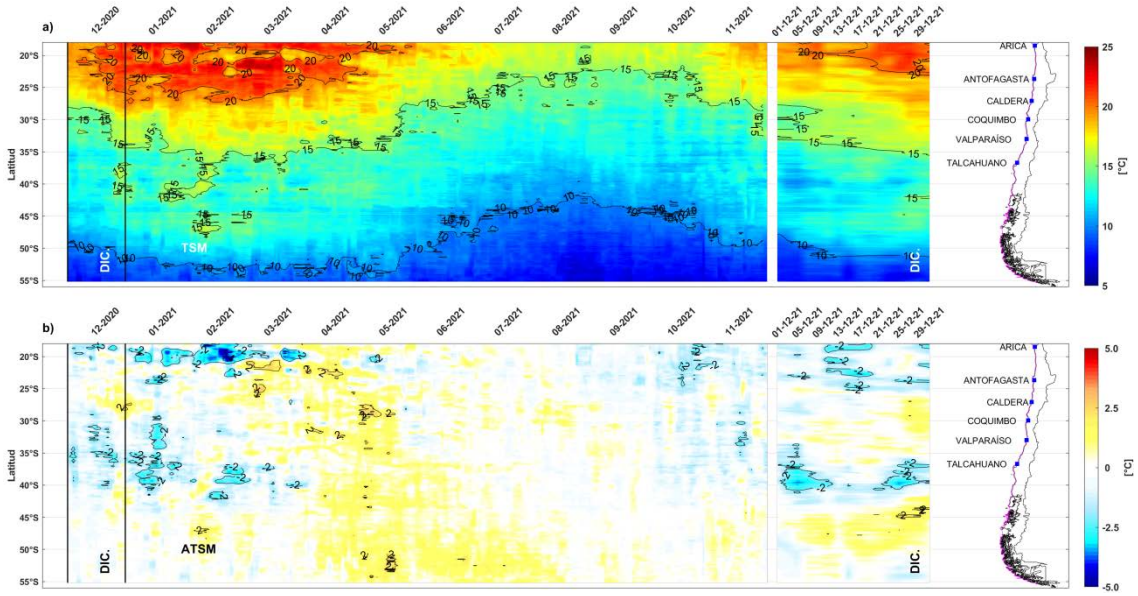


Fig. 31. Variabilidad espacio-temporal de la a) TSM y b) ATSM satelital a lo largo de la costa chilena (izquierda). La línea de color magenta en el mapa muestra los datos recolectados de la información satelital, siendo el promedio latitudinal de los pixeles entre los 5 y 10 km desde la costa. Producto 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 [2022-01-05] at http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ04.

En la Figura 32 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. 39b). En la Fig. 39a se observa que la estación de Arica y Caldera muestran valores más bajos que los representados por la información satelital. Por su parte, las restantes estaciones fueron similares en temperatura a los datos detectados por percepción remota.

En relación a la ATSM (Fig. 32c), las estaciones de Caldera y Coquimbo muestran valores de anomalías inferiores a las anomalías satelitales. El comportamiento latitudinal muestra que entre las estaciones de Arica y hasta los 42°S tienden a presentarse valores más negativos de anomalía, mientras que al sur de este sector existen anomalías positivas.

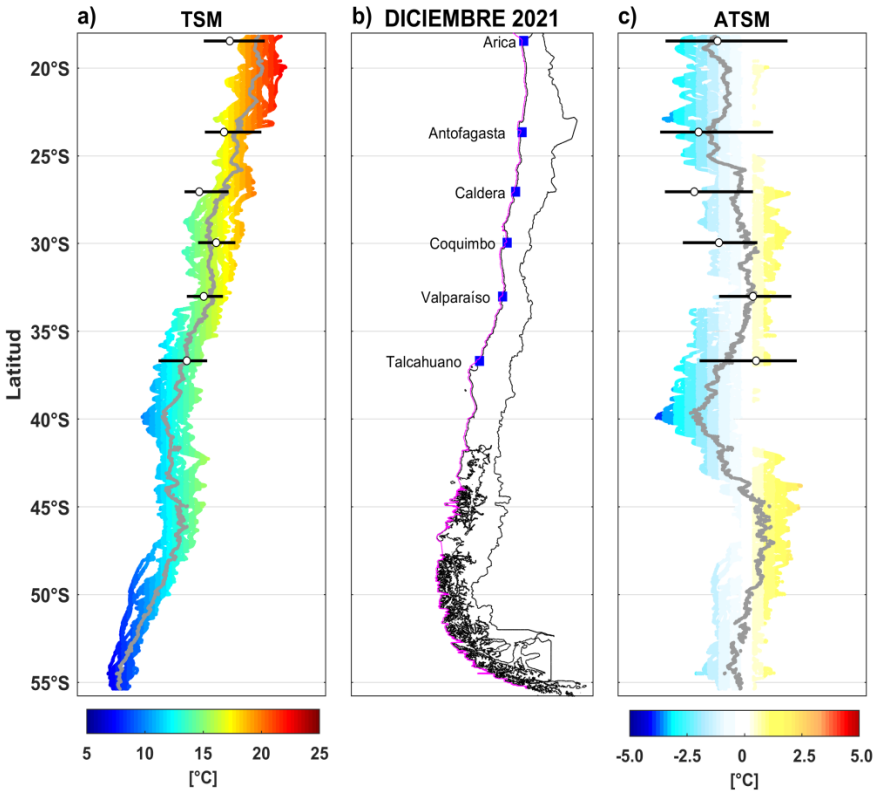


Figura 32. Muestra la información de a) TSM y c) ATSM satelital y de las estaciones de monitoreo permanente, a lo largo de la costa chilena. Los datos in situ son representados con una línea horizontal negra mostrando mínimo, mediana (círculo) y máximo de la serie de tiempo del mes de diciembre del año 2021. 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, durante el mes de diciembre se presentó un aumento del nivel del mar en todas las estaciones, comparado con el mes anterior. El mayor aumento fue de +11 cm en Talcahuano.

Las anomalías tienden a ser positivas en cuatro de las seis estaciones de monitoreo, siendo la estación Valparaíso la que fluctuó en 9 cm. Por su parte, las estaciones de Antofagasta y Talcahuano presentaron anomalías de -6 y -4 cm, respectivamente.

La información altimétrica de anomalía de nivel del mar (ANM) (Fig. 40b), coincidió con las estaciones de Arica, Caldera y Valparaíso, mientras que las restantes estaciones presentaron valores inferiores a los datos altimétricos.

En diciembre, las anomalías de temperatura media (Fig. 33), presentaron valores bajo lo normal en toda la costa del extremo norte de Chile, así como también en el territorio insular. Destacó la isla de Juan Fernández con una disminución de la temperatura media de 1.3 °C. Por el contrario, temperaturas medias sobre lo normal se evidenciaron desde Curicó hasta Punta Arenas. Las mayores anomalías se alcanzaron en la Patagonia chilena, en las estaciones de Coyhaique y Balmaceda, ambas con un aumento de 3 °C. En tanto que, entre La Serena y Santiago, registraron anomalías dentro del rango normal (±0.5 °C).

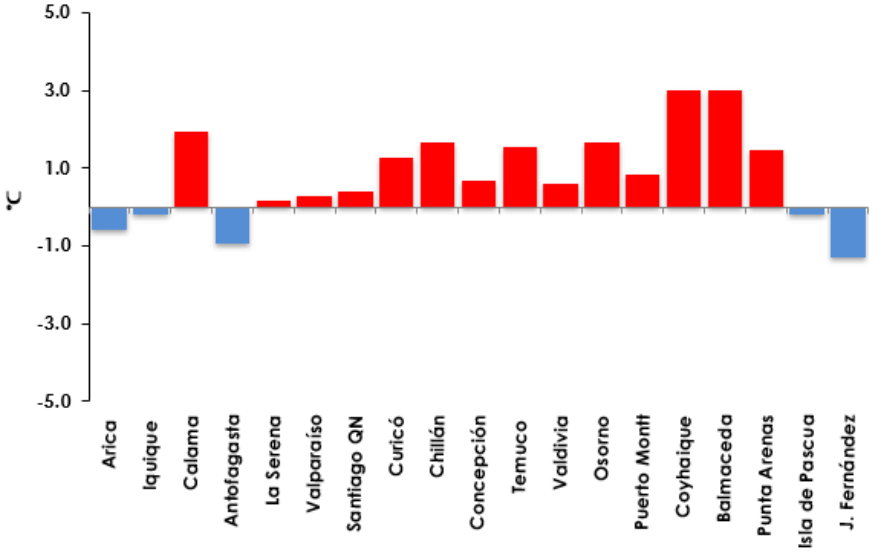


Figura 33. Anomalía de temperatura media de diciembre de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile

En cuanto a las temperaturas máximas (Fig. 34), estas evidenciaron un comportamiento sobre lo normal desde Santiago hasta Punta Arenas, alcanzando en el extremo austral de Chile, destacándose los aumentos de temperatura de 5.3 °C en Balmaceda y 5.0 °C en Coyhaique. En tanto que, ciudades como; Chillán, Temuco, Valdivia y Osorno, presentaron valores de anomalía que fluctuaron entre 2.7 °C y 3.5 °C. Al contrario, en la costa norte de Chile, las temperaturas máximas presentaron valores bajo lo normal, donde Antofagasta alcanzó una disminución de -1.6 °C. Así también, en el territorio insular, Juan Fernández, registró el mismo valor de anomalía negativa de 1.6 °C. En cuanto a las ciudades de Calama, La Serena, Valparaíso y Concepción, estas registraron anomalías de temperatura máxima media dentro del rango normal.

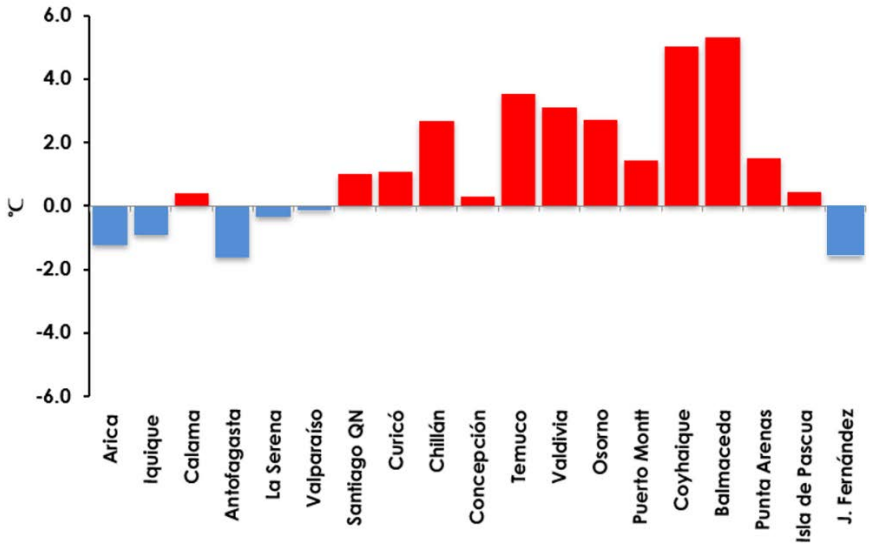


Figura 34. Anomalía de temperatura máxima de diciembre de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

La figura 35, muestra las anomalías de temperatura mínima durante diciembre de 2021, donde se aprecia en gran parte del país, un comportamiento sobre lo normal, principalmente en la zona sur y extremo sur de Chile. Destacó en el norte del país la ciudad de Calama, con un aumento de 3.5 °C. Al contrario, en Valdivia y el territorio insular, la temperatura mínima se presentó bajo los rangos normales, en donde Valdivia registró una disminución de 1.9 °C. En tanto que, los valores de anomalía para Juan Fernández e Isla de Pascua fueron de -1.0 °C y -0.8 °C, respectivamente.

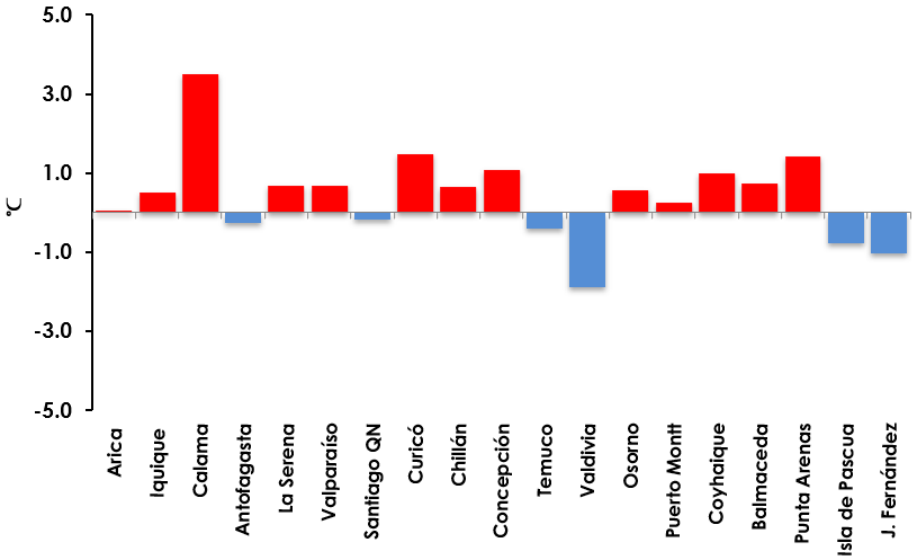


Figura 35. Anomalía de temperatura mínima media de diciembre de 2021. Las barras rojas representan anomalías positivas y las barras azules muestran anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Las anomalías promedio de la presión atmosférica durante diciembre (figura 36), en general mostraron un comportamiento sobre el valor climatológico en gran parte de Chile, donde destaca Santiago con un valor de anomalía estandarizada de 2.5 u.e., mientras que, en Coyhaique, Punta Arenas e Isla de Pascua oscilaron desde 1.4 u.e. hasta 1.9 u.e. En cambio, se registraron anomalías negativas para la presión atmosférica en la costa norte del país, Concepción y Temuco, con valores que estuvieron entre -1.5 u.e y -1.0 u.e.

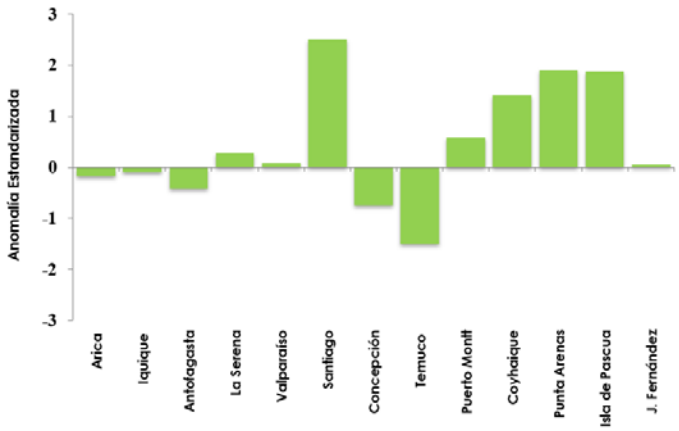


Figura 36. Anomalía estandarizada de la presión a nivel medio del mar para diciembre de 2021. Las barras verdes representan anomalías positivas y anomalías negativas de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Las precipitaciones acumuladas del mes (Fig. 37), evidenciaron una condición bajo lo normal en prácticamente todo el país. Nuevamente, los mayores déficits se alcanzaron en la zona centro y sur de Chile. En la zona centro los déficits fluctuaron entre 65% y 100 %, mientras que en el sur estos variaron entre 47 % y 87%. A diferencia de lo anterior, precipitaciones sobre lo normal se registraron en la estación meteorológica de Putre, acumulando 22.6 mm, cuando lo climatológico es de 18.1 mm. Igualmente, Calama acumuló 3.8 mm de precipitación, siendo 0 mm su promedio para diciembre y por último, Juan Fernández alcanzó 100 % de superávit con 54.1 mm de precipitación acumulados durante este mes.

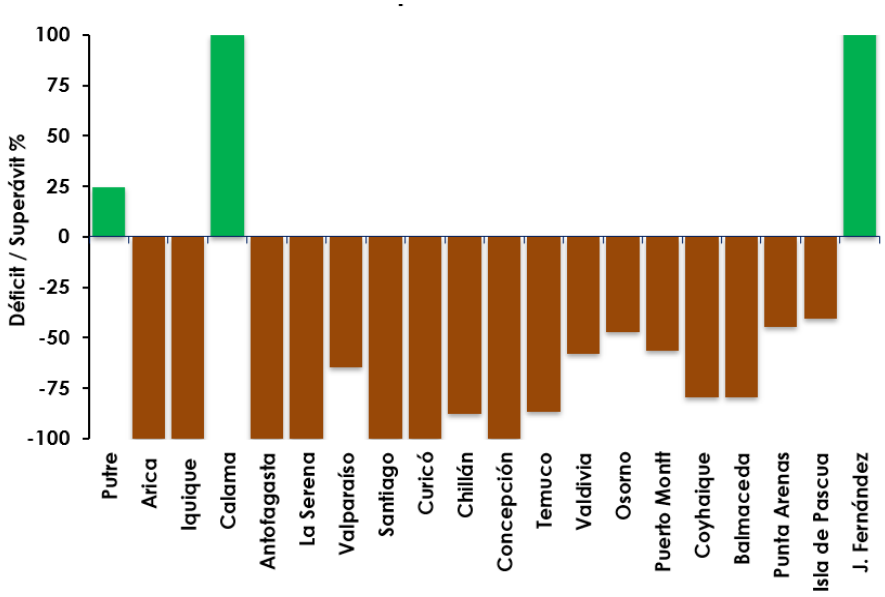
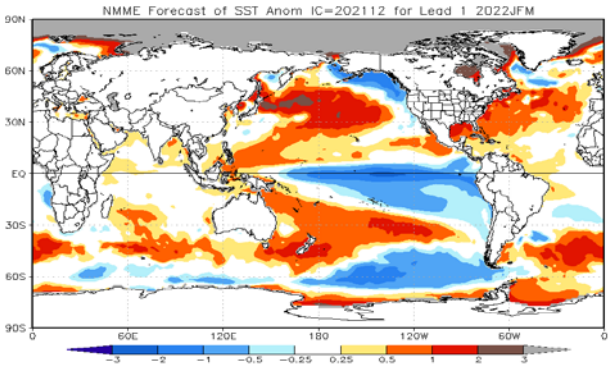


Figura 37. Anomalía de la precipitación (%) para diciembre de 2021. Las columnas de color café representan déficits y las columnas de color verde representan superávits de las principales estaciones climatológicas de Chile. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile y Servicio Meteorológico de la Armada de Chile

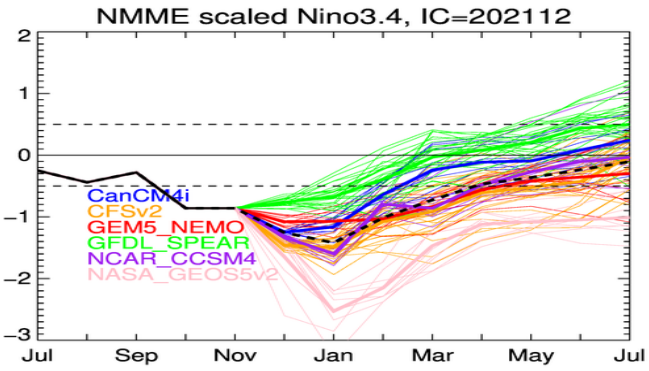
III Modelos

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 para enero,febrero y marzo 2022 en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) condiciones frías; mientras que, en la región oriental (Niño 1+2) condiciones entre neutras y frías (Figura 13)

a)



b)



c)

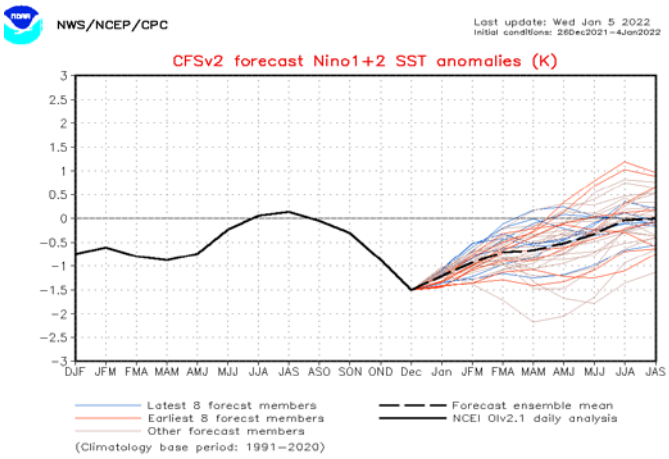


Figura 38. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el trimestre enero, febrero y marzo de 2022 a) mapa NMME, b) plumas de modelos del NMME para la región Niño 3.4, y c) plumas de modelos del CFSv.2 para la región Niño 1+2. Fuente: NMME, CFSv2

IV PERSPECTIVAS

Se espera se mantengan condiciones La Niña en el Pacífico Ecuatorial Central y condiciones cercana a la neutralidad en la región Niño 1+2.

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
jun-21	27.6	*	18.3	18.3	16.2	15.2	14.2	13.6	12.5
jul-21	27.7	23.5	18.7	17.4	15.8	14.8	13.7	13.1	12.1
ago-21	27.5	23.4	17.5	16.4	15.5	14.8	13.6	13.3	12.3
sep-21	27.2	24.2	17.3	15.5	15.1	14.7	13.5	14.0	12.5
oct-21	*	24.6	16.9	14.9	15.1	15.2	14.1	14.6	12.4
nov-21	26.89	23.9	16.9	15.3	16.3	16.4	15.1	15.6	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
jun-21	*	269.4	110	166.77	71.25	135.55	101.77	84.66	114.56
jul-21	*	264.6	104	159.01	63.72	127.94	93.7	76.85	103.72
ago-21	*	260.4	97	156.44	62.19	126.02	92.46	76.79	109
sep-21	*	263.9	100	155.63	60.26	123.47	89.33	72.25	101.18
oct-21	*	260.6	96	154.12	60.63	125.28	90.35	73.13	98.41
nov-21	*	260.6	98	170.5	74.6	135	*	79	110.3

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)
02-jun-21	*	*	20.2	18.2	272.2	111.3	79.40	107.80
07-jun-21	*	*	19.7	18.5	271.6	119.9	85.10	115.00
12-jun-21	*	*	19.3	18.4	270.5	113.2	81.60	109.00
17-jun-21	*	*	19.3	18.6	269.9	110.7	89.70	118.30
22-jun-21	*	*	19.0	18.3	266.1	105.8	88.60	125.00
27-jun-21	*	*	18.8	18.0	267.1	102.1	81.20	109.90
02-jul-21	*	*	18.6	17.4	261.2	98.5	81.30	116.00
07-jul-21	*	*	19.0	17.5	259.4	97.5	76.70	110.00
12-jul-21	*	*	18.7	17.4	261.9	104.4	74.50	100.40
17-jul-21	*	*	18.8	17.6	267.0	105.5	71.40	95.10
22-jul-21	*	*	18.9	17.5	265.8	109.2	82.20	109.90
27-jul-21	*	*	18.9	17.4	269.8	108.0	74.80	102.10
01-ago-21	*	*	18.8	17.2	264.9	106.7	81.50	105.20
06-ago-21	*	*	18.1	17.2	256.3	99.2	80.10	110.60
11-ago-21	*	*	18.0	16.6	261.3	98.5	77.30	106.00
16-ago-21	*	*	17.9	16.4	258.1	94.1	77.70	118.40
21-ago-21	*	*	18.0	16.0	259.5	95.5	75.90	112.60
26-ago-21	*	*	18.0	15.9	263.8	93.3	71.40	101.20
31-ago-21	*	*	17.7	15.6	262.2	93.9	74.00	105.70
05-sep-21	*	*	18.3	15.6	262.7	102.2	68.00	102.60
10-sep-21	*	*	18.5	15.5	265.1	99.3	73.50	107.00
15-sep-21	*	*	17.8	15.5	264.9	94.6	71.40	100.70
20-sep-21	*	*	17.7	15.4	267.9	105.9	69.70	95.20
25-sep-21	*	*	17.8	15.3	263.2	102.1	73.20	98.10
30-sep-21	*	*	17.7	15.5	257.2	97.8	78.70	103.80
05-oct-21	*	*	17.8	15.2	260.1	101.9	78.70	103.80
10-oct-21	*	*	17.9	14.9	261.7	92.5	75.40	99.00
15-oct-21	*	*	18.0	15.0	260.0	92.6	78.60	107.70
20-oct-21	*	*	17.9	14.8	264.0	96.1	71.10	97.30
25-oct-21	*	*	17.9	14.8	261.1	94.9	70.10	95.80
30-oct-21	*	*	17.8	14.8	257.4	93.5	*	*
04-nov-21	24.186	*	17.79	15.29	263.41	100.42	70.0	96.3
09-nov-21	23.622	*	17.81	15.71	258.91	98.83	71.8	97.4
14-nov-21	*	*	18.07	15.75	255.88	90.85	72.3	95.0
19-nov-21	*	*	18.23	15.66	261.13	95.23	75.4	100.9
24-nov-21	*	*	18.06	15.28	261.36	95.07	78.8	103.7
29-nov-21	*	*	17.95	15.27	264.19	94.07	80.6	102.2

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	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	shoa@shoa.cl
DMC - Dirección de Meteorología (Chile).	metapli@meteochile.cl

Cite este boletín como: Comité Regional ERFEN, 2021. BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 375. 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:	Sophia Nativì
	Oceanógrafa Leonor Vera San Martín

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 José Vicencio
	Investigador Meteorológico Diego Campos

EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Leonor Vera San Martín
Instituto Oceanográfico de la Armada - ECUADOR

COORDINACIÓN EDICIÓN GENERAL REGIONAL

Méntor Villagómez
Secretario General de la CPPS
Marcelo Nilo Gatica
Director de Asuntos Científicos de la CPPS

ISBN: 978-9978-9985-1-9
9 789978 998519

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