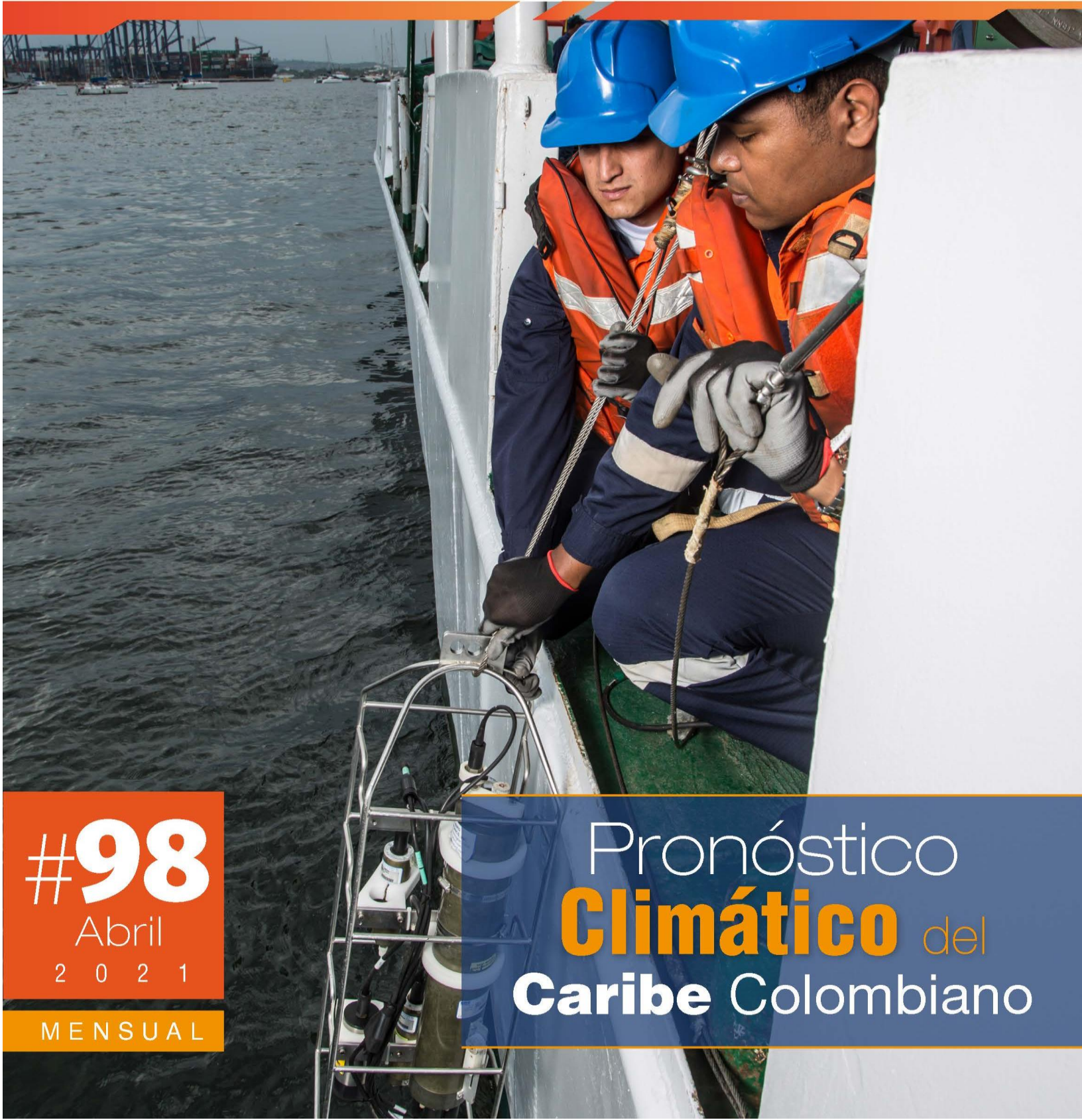




Ministerio de Defensa Nacional
Dirección General Marítima
Autoridad Marítima Colombiana
Centro de Investigaciones Oceanográficas
e Hidrográficas del Caribe

www.dimar.mil.co

ISSN 2339-4099 (En línea)



#98

Abril

2 0 2 1

MENSUAL

Pronóstico
Climático del
Caribe Colombiano

Pronóstico Climático del Caribe Colombiano

No. 98/ Abril de 2021

Una publicación digital del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH)

www.cioh.org.co

Teléfono +57 (5) 651 7091

Cartagena, Colombia y la

Dirección General Marítima (Dimar)

www.dimar.mil.co

Teléfonos +57 (1) 220 0490 Bogotá, Colombia

Ministerio de Defensa

Dirección General Marítima

Subdirección de Desarrollo Marítimo

DIRECCIÓN

Contralmirante Juan Francisco Herrera Leal

Director General Marítimo Dimar

Capitán de Fragata José Andrés Díaz Ruiz

Subdirector de Desarrollo Marítimo

Capitán de Navío Germán Augusto Escobar Olaya

Director del CIOH

CONTENIDOS

Teniente de Navío Maritza Moreno Calderón
Responsable del Área de Oceanografía Operacional.

Teniente de Navío Saúl Esteban Vallejo Quintero
Jefe Servicio Meteorológico Marino Nacional

TS20 Diana Patricia Herrera Moyano
Investigador en Meteorología

CPS Ángela Tatiana Rodríguez Tobar
Investigación en Meteorología

CPS Stephanie Andrea González Montes
Investigación en Oceanografía

COORDINACIÓN EDITORIAL

Área de Comunicaciones Estratégicas
(Acoes-Dimar)

EDITORIAL DIMAR

Fotografía

Archivo Fotográfico Dimar

Edición en línea: ISSN 2339-4129



Pronóstico Climático del Caribe Colombiano por CIOH-Dimar
Se encuentra bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Unported.



El Pronóstico Climático del Caribe Colombiano es una publicación institucional del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH) y la Dirección General Marítima (Dimar). Es de carácter técnico, investigativo e informativo; emitido mensualmente y dirigido al sector marítimo, y a la comunidad científica y académica, en idioma español y en formato electrónico. La información y conceptos expresados en esta publicación deben ser utilizados por los interesados bajo su responsabilidad y criterio. Sin embargo, se entiende que cualquier divergencia con lo publicado es de interés del CIOH y de Dimar, por lo que se agradece el envío de sus correspondientes sugerencias. Este producto intelectual cuenta con el ISSN 2339-4129 edición en línea; está protegido por el *copyright* y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta. Sus condiciones de reconocimiento, uso y distribución están definidas por el licenciamiento *Creative Commons* (CC), que expresa de antemano los derechos definidos por el CIOH y DIMAR.

TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
INTRODUCCIÓN	5
PREDICCIÓN CLIMÁTICA PARA EL CARIBE COLOMBIANO	7
1. CONDICIONES ACTUALES Y PRONÓSTICO ESTACIONAL DEL ENSO Y SU POSIBLE INFLUENCIA EN LAS CONDICIONES DE TIEMPO DEL CARIBE	7
2. PRONÓSTICO DE FENÓMENOS INTRA- ESTACIONALES Y ESTACIONALES	9
2.1. Oscilación Madden and Julian	9
2.2. Frentes Fríos	9
3. PRONÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ATMOSFÉRICAS PARA ABRIL DE 2021	10
3.1. Configuración sinóptica climatológica de abril	10
3.2. Precipitación	11
3.3. Temperatura del aire	13
3.4. Viento	13
4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES OCEÁNICAS PARA EL MAR CARIBE COLOMBIANO	15
4.1. Altura de la ola y altura de superficiales	15
4.2. Corrientes superficiales	15
4.3. Temperatura Superficial del Mar	16
4.4. Mareas	18
CONCLUSIONES	22
BIBLIOGRAFÍA	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de las anomalías de la TSM en las regiones El Niño: abril 2020- marzo 2021	7
Figura 2. Pronóstico de las condiciones ENSO esperadas hasta enero de 2022	8
Figura 3. Predicción semanal de la velocidad potencial en 200 hPa, del 07 de abril al 17 de mayo de 2021	9
Figura 4. Líneas de corriente e índice de precipitación para el mes de abril (1981-2010) en 200, 500, 700, 850 y 1000 hPa extraídas del CFSR.	11
Figura 5. Valores climatológicos de precipitación para el mes de abril (1981-2010) en los principales puertos.	12
Figura 6. Pronóstico de anomalía de precipitación para el mes de abril 2021	12
Figura 7. Valores climatológicos de temperatura media, mínima y máxima para el mes de abril (1981-2010) en los principales puertos.	13
Figura 8. Pronóstico de anomalía de temperatura media del aire para el mes de abril 2021	14
Figura 9. Valores climatológicos (1981-2010) de la velocidad y dirección del viento para el mes de abril	14
Figura 10. a) Valores climatológicos (1979-2016) de dirección y altura de la ola para el mes de abril	15
Figura 11. Valores climatológicos de la dirección y velocidad de la corriente para abril.	16
Figura 12. Valores climatológicos de la TSM para el mes de abril.	17
Figura 13. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el mes de abril de 2021	17
Figura 14. Pronóstico de marea de abril de 2021 para el puerto de Cartagena	18
Figura 15. Pronóstico de marea de abril de 2021 para los principales puertos marítimos	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Anomalías de la TSM en las regiones El Niño durante la primera semana de abril de 2021	7
Tabla II. Probabilidad de ocurrencia de condiciones ENSO hasta septiembre de 2021	8
Tabla III. Pronóstico de Pleamar y Bajamar de abril de 2021 para el puerto de Cartagena	18
Tabla IV. Pronóstico de Pleamar y Bajamar de abril de 2021 en los principales puertos marítimos	21

INTRODUCCIÓN

Pronóstico meteorológico y oceánico para abril de 2021 en el Caribe colombiano.

En el presente informe se describen las condiciones océano- atmosféricas climatológicas y previstas en la región Caribe para el mes de abril de 2021.

Este informe consta de cuatro secciones y una más dedicada a las conclusiones. La primera y segunda, orientada al pronóstico de los fenómenos de variabilidad interanual, estacional e intraestacional que pueden incidir en las condiciones de tiempo del período pronosticado, tal como son: el Fenómeno de El Niño – Oscilación del Sur – ENSO, el tránsito de sistemas frontales y la Oscilación Madden & Julian -OMJ. Los apartes tres y cuatro relacionan las condiciones meteorológicas y oceanográficas esperadas en función de las climatologías mensuales y anomalías pronosticadas de las variables de precipitación, temperatura del aire, velocidad y dirección del viento en superficie, temperatura superficial del mar, altura de la ola y dinámica del mar y corrientes superficiales, así mismo se incluye el pronóstico de marea para el mes de abril de 2021.

Para la elaboración del presente documento fueron utilizados datos e información proveniente del *Climate Prediction Center - National Centers for Environmental Services* (CPC-NCEP), el *International Research Institute for Climate and Society* (IRI), para el análisis de las anomalías de TSM en las regiones El Niño, así como de las proyecciones de condiciones ENSO en el corto y mediano plazo y el pronóstico de la OMJ. En la sección de predicción de las variables de precipitación, temperatura del aire y viento y la anomalía de la TSM, fueron usados los valores climatológicos para el período 1981-2010 calculados por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, así como los resultados de modelamiento numérico del CFSv2 del NCEP.

Referente a los campos oceanográficos fueron utilizadas las climatologías de oleaje provenientes del Modelo *Wave Wach III* del *National Weather Service – National Oceanic and Atmospheric Administration* (NWS-NOAA). En el caso de la TSM fue utilizada información climatológica proveniente del *HYbrid Coordinate Ocean Model* (HYCOM) del *Naval Research Laboratory* -NRL, y las anomalías de la TSM pronosticadas para el mes de marzo de 2021, del *Seasonal Climate Forecast* CFSv2 (NOAA – CPC). Finalmente, el pronóstico de mareas para el puerto de Cartagena fue extraído del modelo mareal local elaborado por Torres Parra & Otero Díaz (2008), en tanto que para los demás puertos principales del Caribe colombiano fueron extraídos del modelo *TPOX Global Tidal Model* de la Universidad de Ohio.

PREDICCIÓN CLIMÁTICA PARA EL CARIBE COLOMBIANO

1. CONDICIONES ACTUALES Y PRONÓSTICO ESTACIONAL DEL ENSO Y SU POSIBLE INFLUENCIA EN LAS CONDICIONES DE TIEMPO DEL CARIBE

De acuerdo con el *Climate Prediction Center - National Centers for Environmental Prediction*, CPC – NCEP (2021), las condiciones de temperatura superficial del mar (TSM) observadas en el Pacífico Tropical durante el mes de marzo e inicios de abril, continúan evidenciando una tendencia hacia una fase neutra del ENSO, salvo en la región La Niña 1+2, en donde nuevamente se registraron anomalías de la TSM propias de los eventos La Niña (Figura 1, Tabla I).

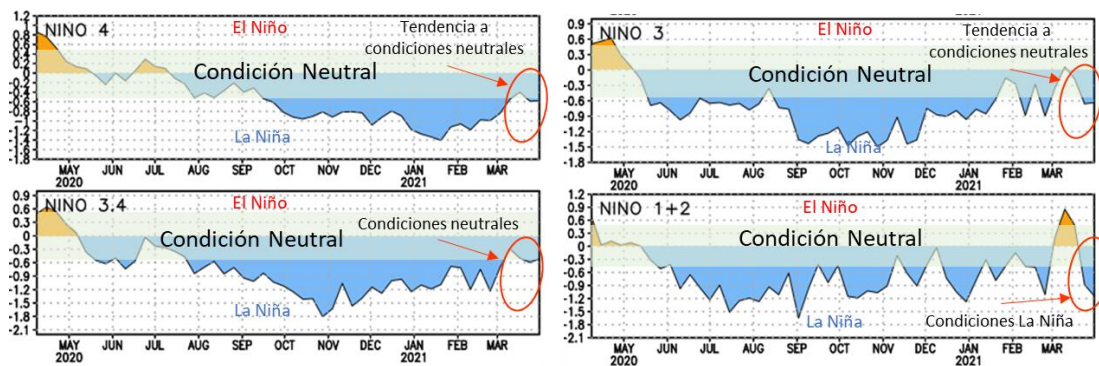


Figura 1. Evolución de las anomalías de la TSM en las regiones El Niño: abril 2020- marzo 2021

Fuente: Modificado de CPC – NCEP, 2021

Tabla I. Anomalías de la TSM en las regiones El Niño durante la primera semana de abril de 2021

Fuente: CPC-NCEP (2021)

Región El Niño	Anomalía de la TSM (°C)
El Niño 1+2	-1.1
El Niño 3	-0.6
El Niño 3.4	-0.5
El Niño 4	-0.6

En cuanto al pronóstico del ENSO, en su más reciente informe el *International Research Institute for Climate and Society - IRI (2021)* indica que las condiciones La Niña continuarían debilitándose, previéndose, con una probabilidad cercana al 50%, la transición hacia una condición neutral durante la primavera del hemisferio norte (Fig. 4 y Tabla II).

No obstante lo anterior, se resalta que, durante la temporada seca del Caribe, no se ha observado influencia de La Niña sobre el régimen de precipitaciones, por lo que se espera dicho fenómeno no tenga mayor influencia en las condiciones de tiempo de la región.

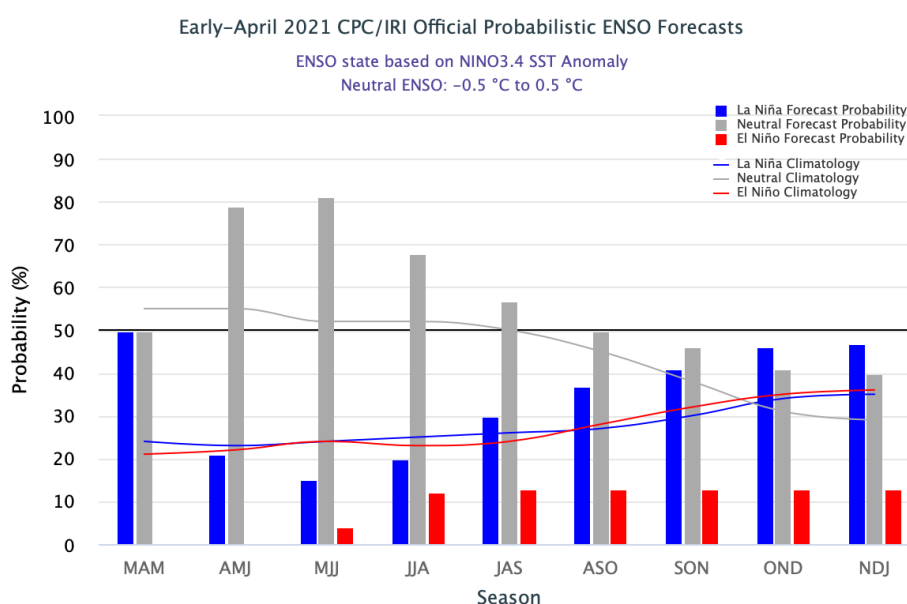


Figura 2. Pronóstico de las condiciones ENSO esperadas hasta enero de 2022

Fuente: IRI (2021)

Tabla II. Probabilidad de ocurrencia de condiciones ENSO hasta septiembre de 2021

Fuente: IRI (2021)

Estación	La Niña	Neutral	El Niño
MAM 2021	50%	50%	0%
AMJ 2021	21%	79%	0%
MJJ 2021	15%	81%	4%
JJA 2021	20%	68%	12%
JAS 2021	30%	57%	13%

2. PRONÓSTICO DE FENÓMENOS INTRA- ESTACIONALES Y ESTACIONALES

2.1. Oscilación Madden and Julian

De acuerdo con el más reciente informe del CPC -NCEP (2021a), actualmente transita una onda de fase convectiva de la MJO sobre el territorio nacional, la cual se mantendría sobre el mar Caribe hasta la semana del 22 de abril, cuando ingresaría una fase subsidente intensa, la que se mantendría hasta al menos mediados de mayo (Figura 3).

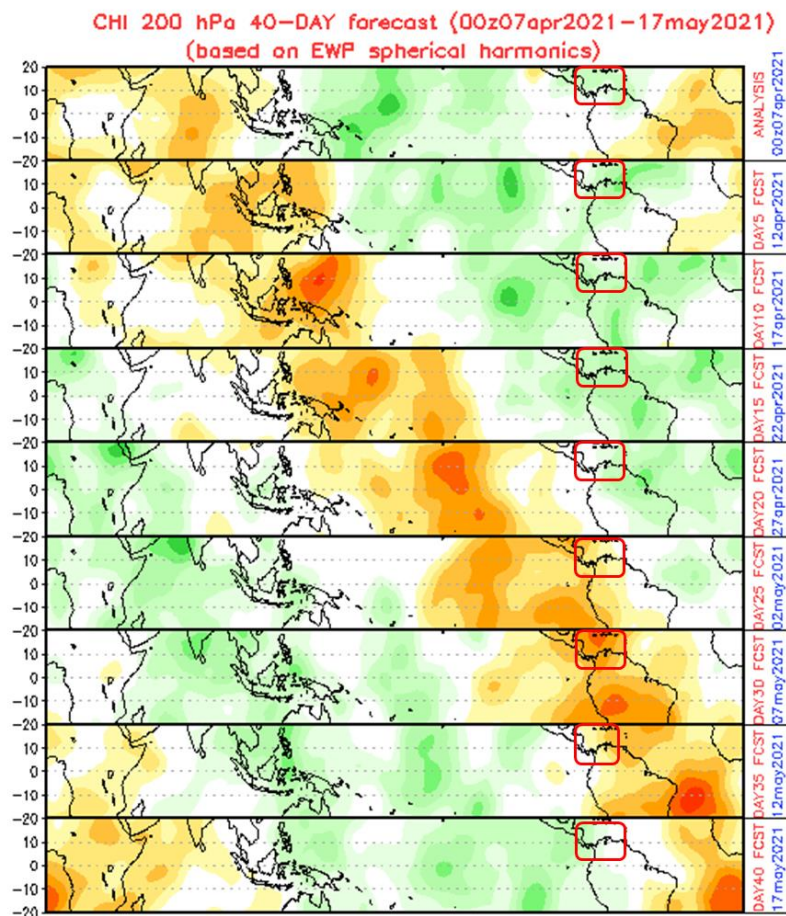


Figura 3. Predicción semanal de la velocidad potencial en 200 hPa, del 07 de abril al 17 de mayo de 2021

Fuente: CPC-NCEP, (2021a)

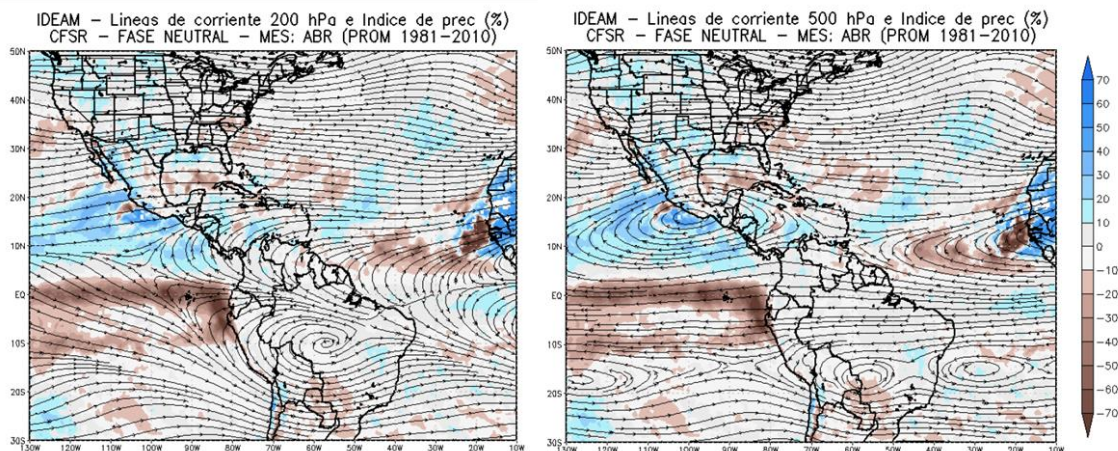
2.2. Frentes Fríos

De acuerdo Cabeza (2012), durante el mes de abril, en promedio se reporta el paso de un (1) frente frío a través de la cuenca Colombia.

3. PRONÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ATMOSFÉRICAS PARA ABRIL DE 2021

3.1. Configuración sinóptica climatológica de abril

Acorde con lo anterior, y de acuerdo al seguimiento de las condiciones de tiempo en el Caribe colombiano durante el período previo (enero – febrero-marzo), se espera que la configuración de la atmósfera se asemeje a las condiciones típicas del mes de abril calculadas a partir del modelo *Climate Forecast System Reanalysis* -CFSR (Ruíz & Melo, 2019) para el período 1981-2010, en donde la condición de tiempo se estima esté dominada por la influencia de un eje de dorsal posicionado sobre el norte de Suramérica en sentido este -oeste, el cual se extiende desde Senegal hasta inmediaciones de aguas oceánicas de Costa Rica, induciendo abundante humedad en la región Caribe desde el interior del país y con un flujo predominante del suroeste. En contraste, en niveles medios y bajos de la atmósfera, el flujo del aire se prevé predominante del este – noreste producto de la influencia de sistemas anticiclónicos centrados sobre la península de Yucatán (500 y 700 hPa) y en el centro-norte del océano Atlántico Norte (niveles bajos) (Figura 4).



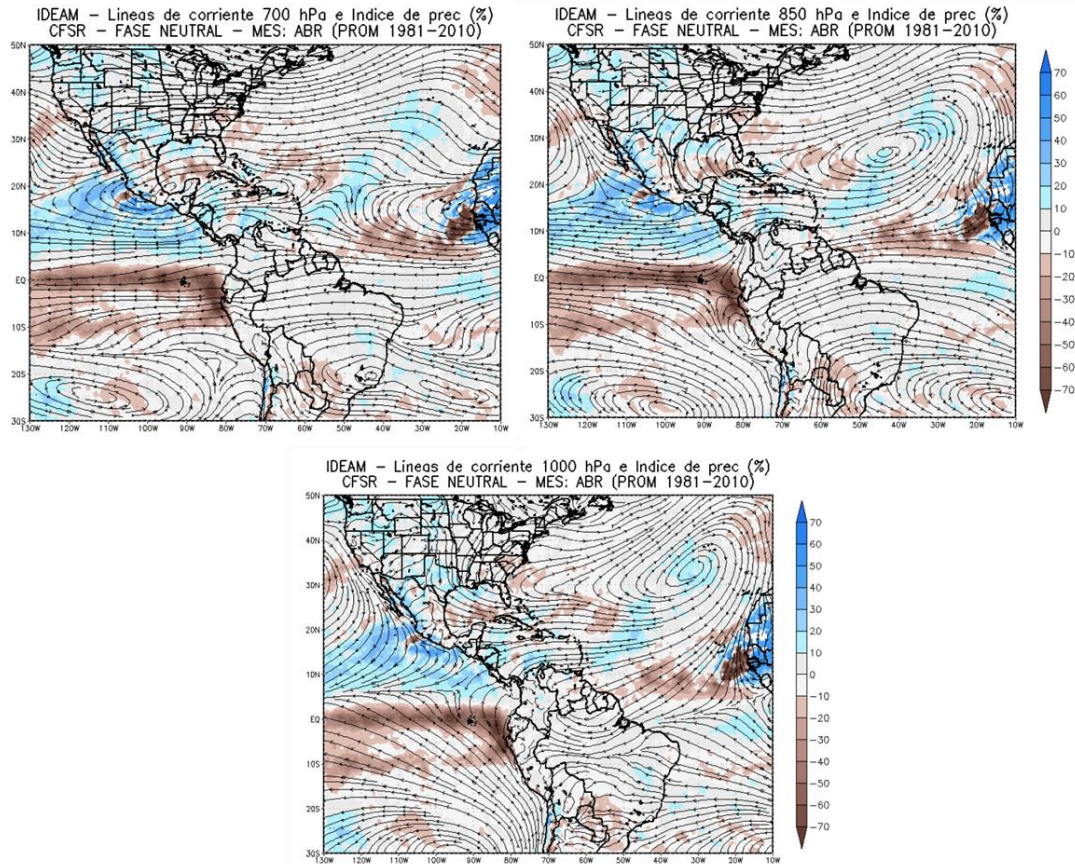


Figura 4. Líneas de corriente e índice de precipitación para el mes de abril (1981-2010) en 200, 500, 700, 850 y 1000 hPa extraídas del CFSR.

Fuente: Ruíz & Melo, 2019

3.2. Precipitación

De acuerdo con los valores climatológicos (1981-2010), durante el mes de abril, las precipitaciones son más frecuentes y copiosas en sectores del litoral sur, con promedios entre 100 y 285.3 mm en los puertos de Coveñas y Turbo, correspondientemente. En tanto que, en los litorales norte y centro y el archipiélago de San Andrés y Providencia, los volúmenes de lluvia son inferiores a los 50 mm (IDEAM 2018) (Figura 5).

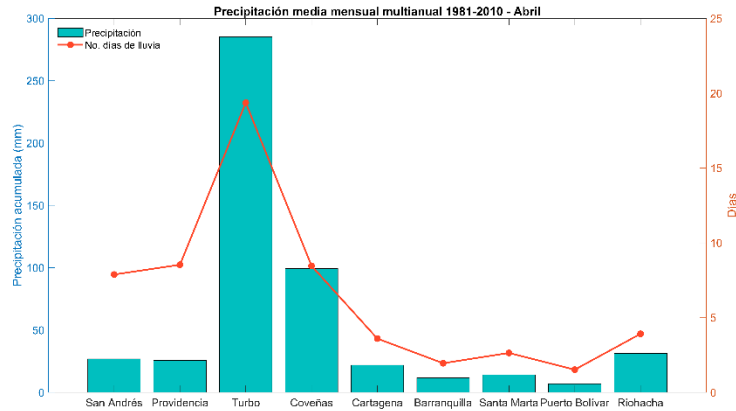


Figura 5. Valores climatológicos de precipitación para el mes de abril (1981-2010) en los principales puertos.

Fuente: IDEAM (2018)

La proyección de la anomalía de la precipitación para el mes de abril proveniente del modelo CFS (Good *et al.*, 2020), indica lluvias ligeramente deficitarias, respecto a los valores climatológicos del período 1999-2010, en amplios sectores del área marítima de la Cuenca Colombia y el litoral norte, en tanto que advierte lluvia ligera a moderadamente excesiva en áreas del litoral sur (figura 6).

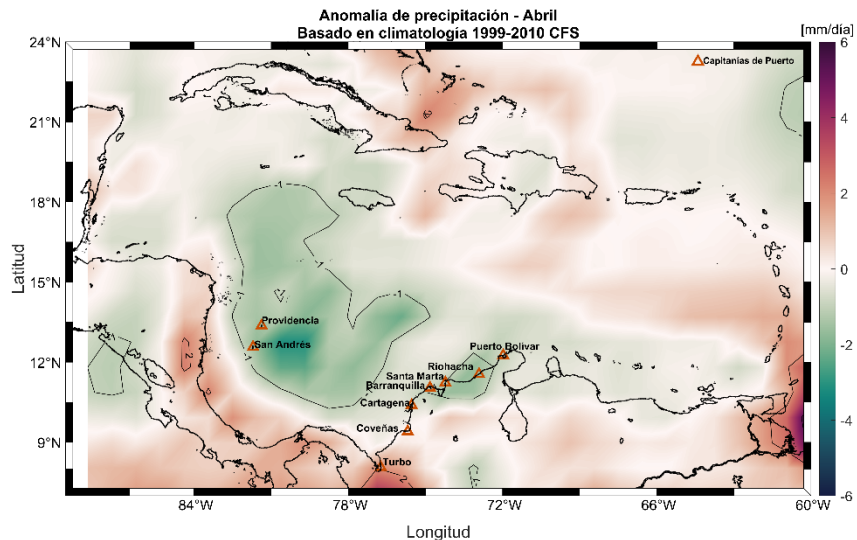


Figura 6. Pronóstico de anomalía de precipitación para el mes de abril 2021

Fuente: Modelo CFS (Fuente: Good *et al.*, 2020)

3.3. Temperatura del aire

Acorde con los valores climatológicos 1981-2010 (IDEAM, 2018), durante el mes de abril la temperatura media del aire en todos los puertos se encuentra cercana a los 27.8°C. Por su parte la temperatura media máxima más alta se registra típicamente en los puertos de Coveñas (34°C), Barranquilla (33°C) y Riohacha (33°C). Las temperaturas mínimas, las reporta igualmente Coveñas con (24°C) (figura 7).

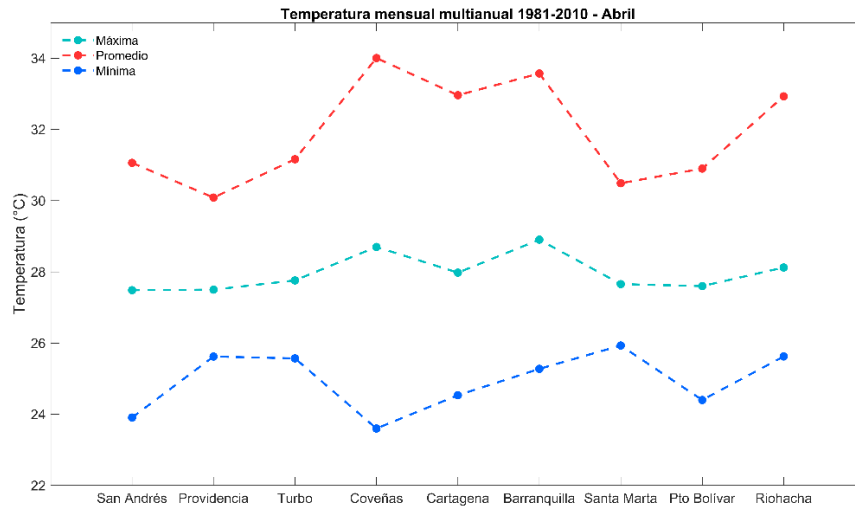


Figura 7. Valores climatológicos de temperatura media, mínima y máxima para el mes de abril (1981-2010) en los principales puertos.

Fuente: IDEAM (2018)

Por su parte, la predicción de la anomalía de la temperatura media del aire para el mes de abril de 2021, calculada en referencia al período 1999-2010 por el modelo CFS (Good et al., 2020), señala condiciones acordes con los valores promedio (figura 8).

3.1. Viento

En cuanto a la velocidad y dirección del viento medio en la cuenca Colombia (figura 9), típicamente durante abril, es de componente este - noreste con velocidades entre 7 y 9 m/s, disminuyendo progresivamente hacia el sur y occidente de la cuenca. En inmediaciones al archipiélago de San Andrés y Providencia y el golfo de Urabá, el viento registra en promedio velocidades de 4 m/s (CIOH, 2010).

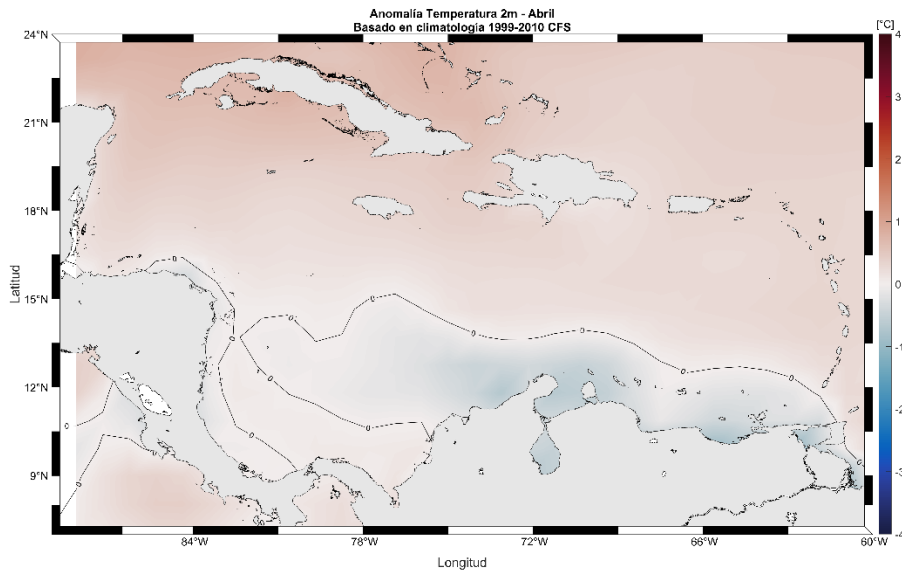


Figura 8. Pronóstico de anomalía de temperatura media del aire para el mes de abril 2021

Fuente: Modelo CFS (Fuente: Good et al., 2020)

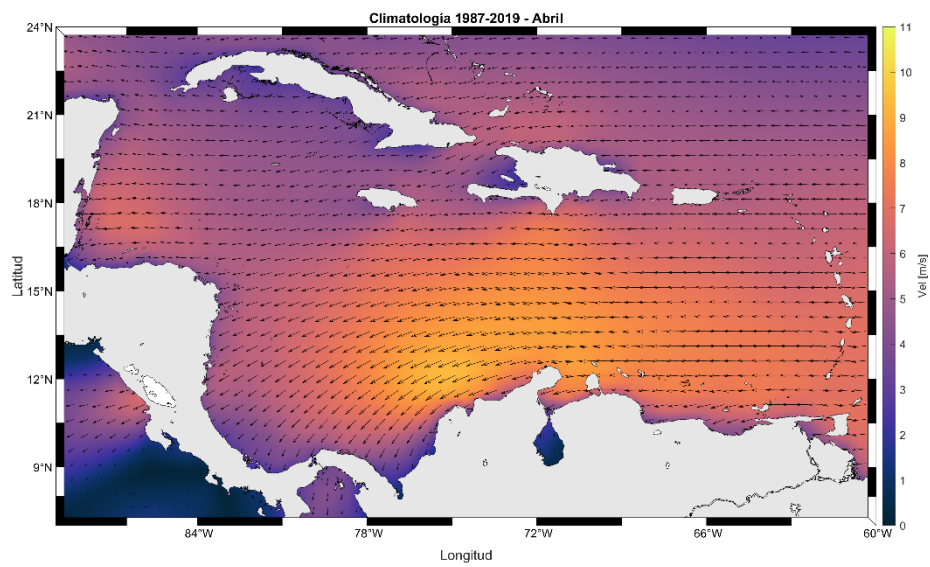


Figura 9. Valores climatológicos (1981-2010) de la velocidad y dirección del viento para el mes de abril

Fuente: CCMP, 2021.

4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES OCEÁNICAS PARA EL MAR CARIBE COLOMBIANO

4.1. Altura de la ola y altura de superficiales

Para el mes de abril en aguas oceánicas de la cuenca Colombia, el oleaje es predominante del este-noreste con una altura significativa promedio de 2.0 a 2.5 m, disminuyendo hacia áreas costeras y el archipiélago de San Andrés y Providencia en donde la altura significativa de la ola oscila entre 1.3 y 1.7 m, de acuerdo con la climatología del modelo de oleaje *WAVEWACH III* para el período 1979-2016 (NWS-NOAA, 2009) (figura 10).

En cuanto a la altura dinámica absoluta del mar en la cuenca Colombia, para el mes de abril, en promedio oscila entre 0.3 y 0.5 m (figura 11).

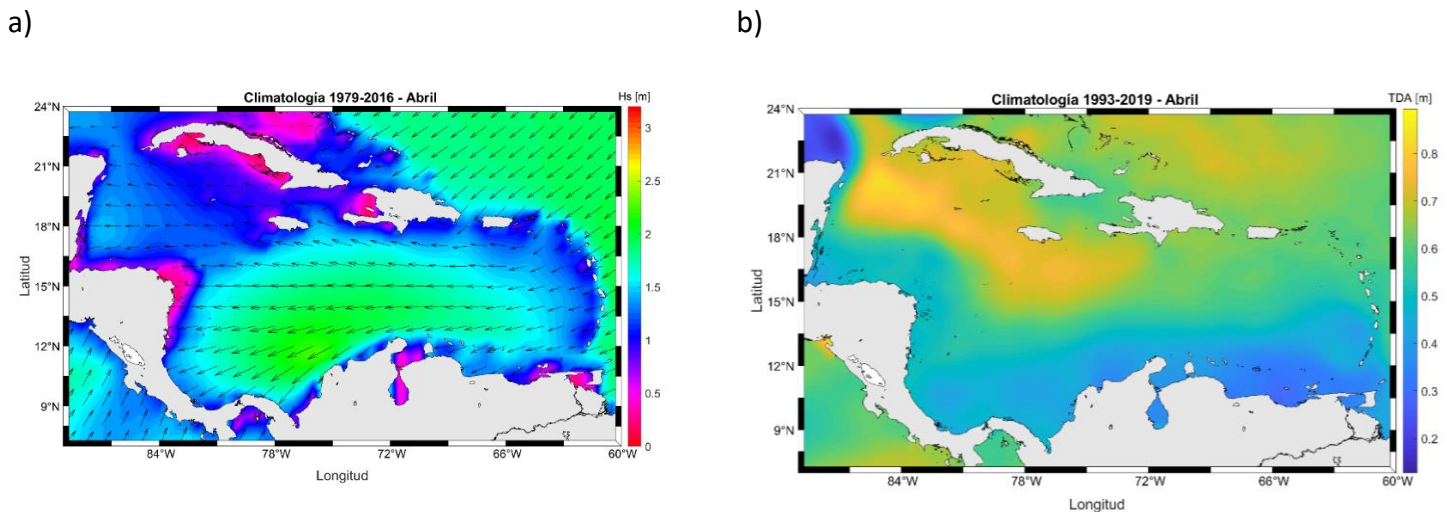


Figura 10. a) Valores climatológicos (1979-2016) de dirección y altura de la ola para el mes de abril

b) Valores climatológicos (1979-2016) de altura dinámica absoluta del mar para el mes de abril

Fuente: WW III (NWS - NOAA, 2009); CMSC (2009)

4.2. Corrientes superficiales

De acuerdo con los valores climatológicos (1992-2017) proveniente del modelo hidrodinámico HYCOM 2.2 (*Naval Research Laboratory -NRL, 2009*), las corrientes superficiales para el mes de abril, son típicamente de componente este con velocidades entre 0.4 y 0.6 m/s. Al sur de la cuenca, se evidencia una circulación ciclónica (giro

antihorario) confinada frente a la cota de Costa Rica y Panamá con velocidades de 0.1 a 0.5 m/s (Figura 12).

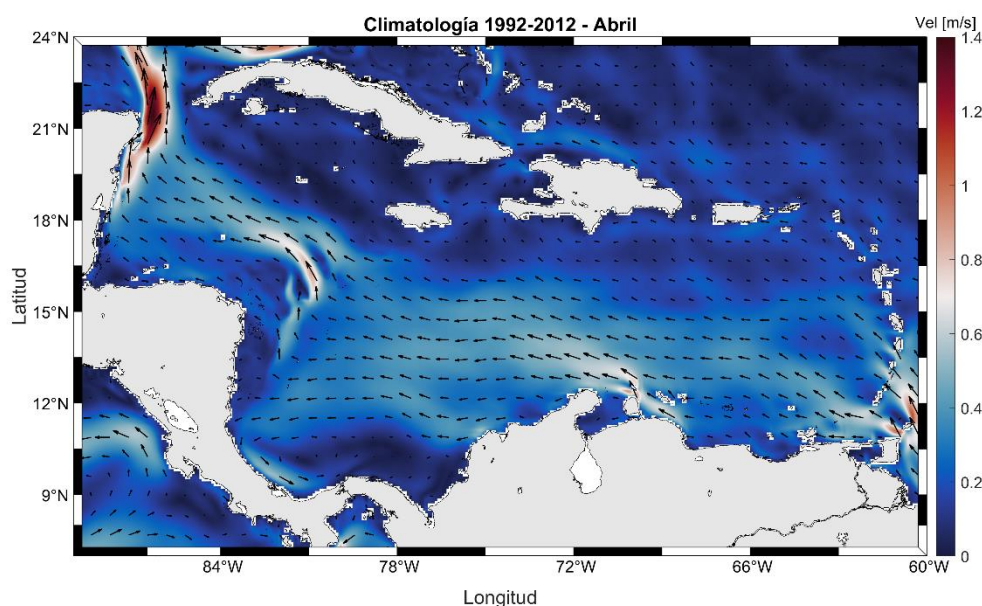


Figura 11. Valores climatológicos de la dirección y velocidad de la corriente para abril.
Fuente: HYCOM 2.2 (NRL, 2009)

4.3. Temperatura Superficial del Mar

Basado en los valores climatológicos de la TSM para el mes de abril, calculada para el período 1981 al 2019 (Good *et al.*, 2020), adyacentes a las costas de Centroamérica y litoral de sur de Colombia y sobre el área marítima del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina e Islas Cayo del Norte, se configura una piscina de aguas cálidas con Temperaturas Superficiales del Mar (TSM) entre 27 y 28.6°C. En contraste, en sectores costeros del litoral, se evidencian aguas más frías, en promedio de 24°C asociadas al sistema de surgencia de La Guajira (Figura 13).

De acuerdo con la proyección *Seasonal Climate Forecast CFSv2* (NOAA – CPC, 2021), la TSM en la región del Caribe Colombiano, en general presentaría valores muy similares a los típicos para este mes, salvo en sectores del norte de la cuenca, en donde son probables anomalías de la TSM de hasta -1.0°C (Figura 14).

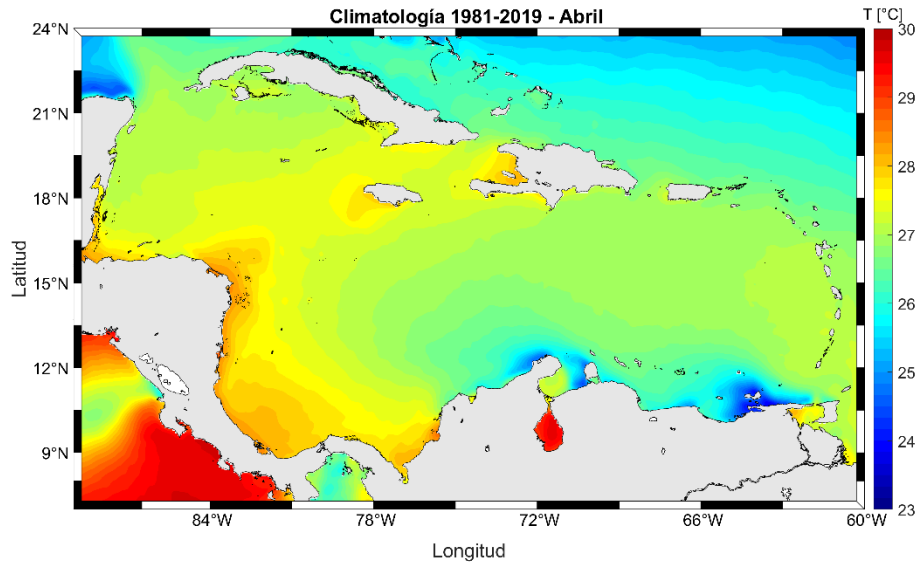


Figura 12. Valores climatológicos de la TSM para el mes de abril.

Fuente: Good et al., 2020

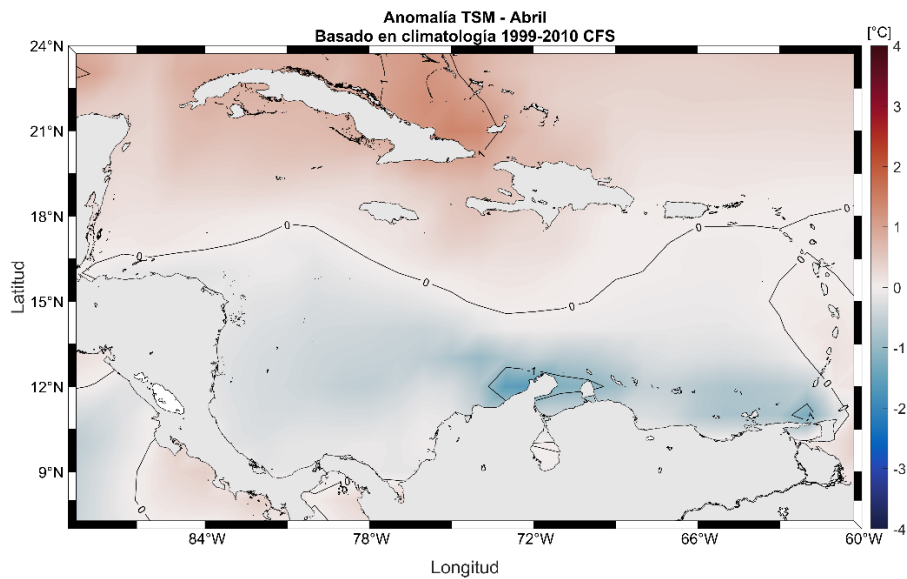


Figura 13. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el mes de abril de 2021

Fuente: NOAA-CPC, 2021

4.4. Mareas

La figura 15 presenta la marea prevista para el mes de abril de 2021 para el puerto de Cartagena, mientras la tabla III relaciona las pleamares y bajamares del mes, de acuerdo con el modelo mareal de (Torres & Otero-Díaz, 2008).

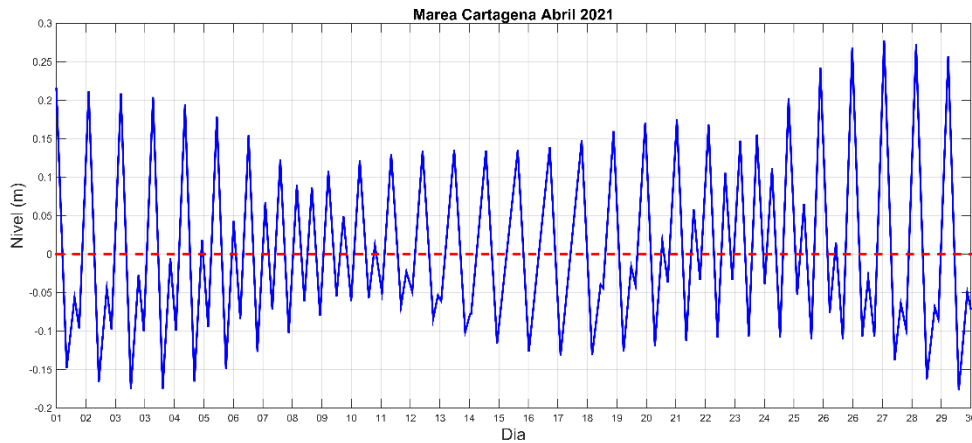


Figura 14. Pronóstico de marea de abril de 2021 para el puerto de Cartagena

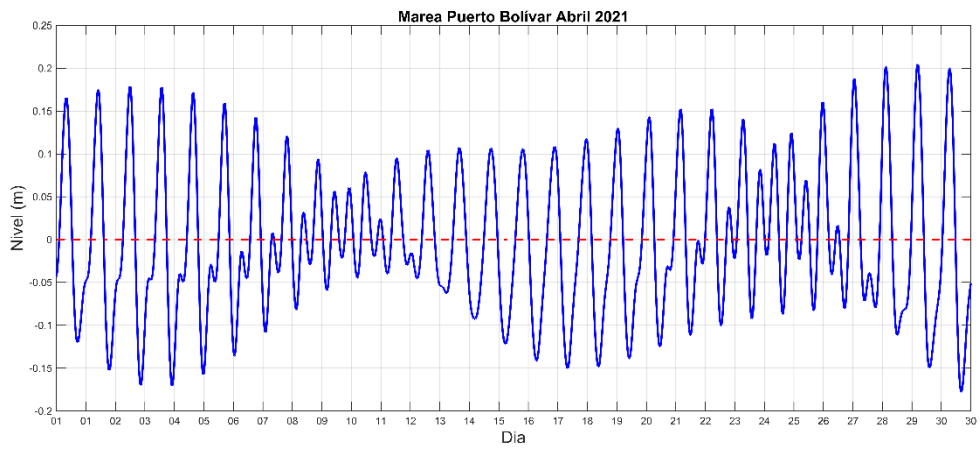
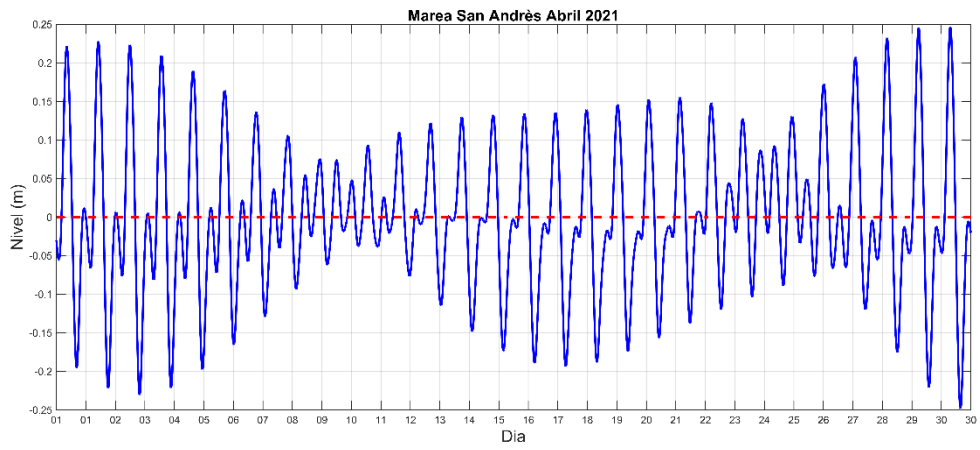
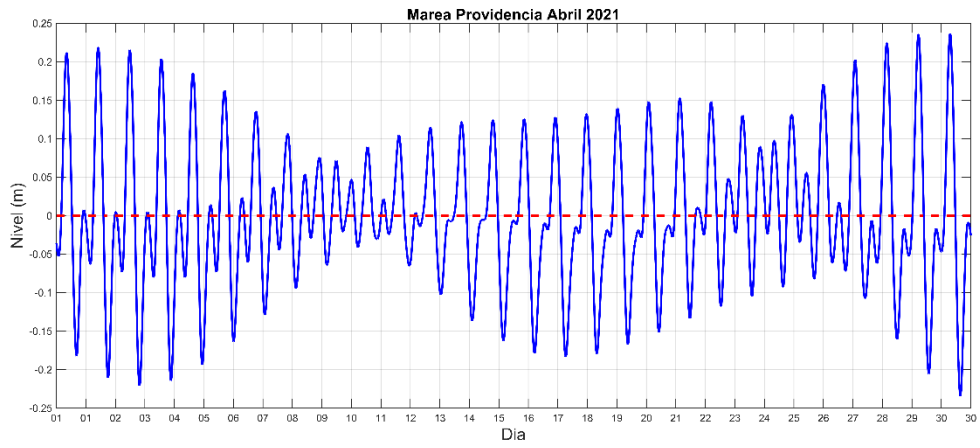
Fuente: Torres & Otero- Díaz, 2018

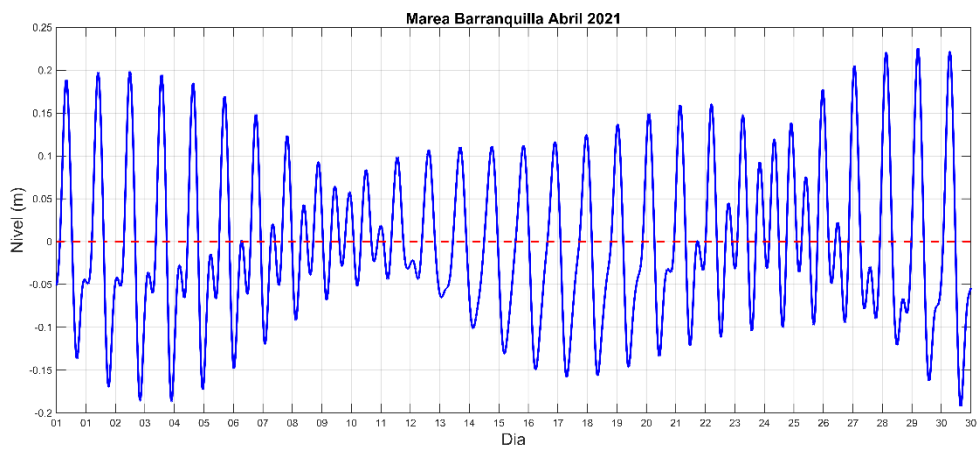
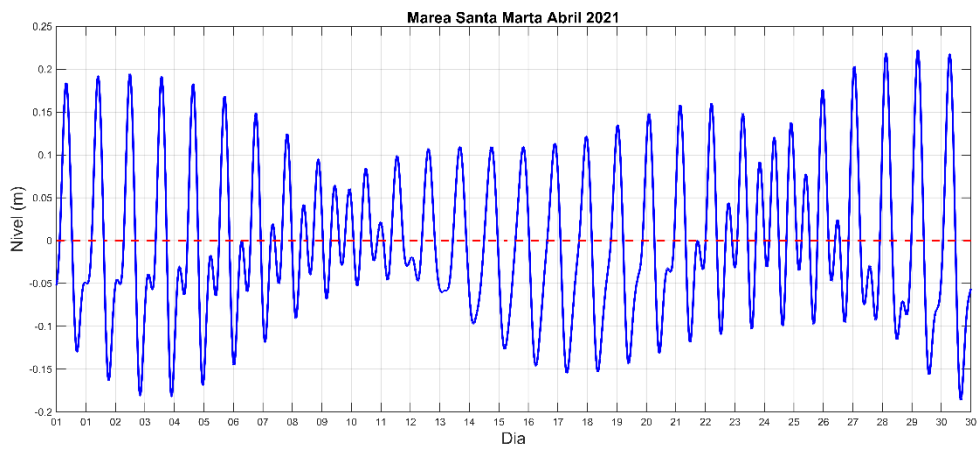
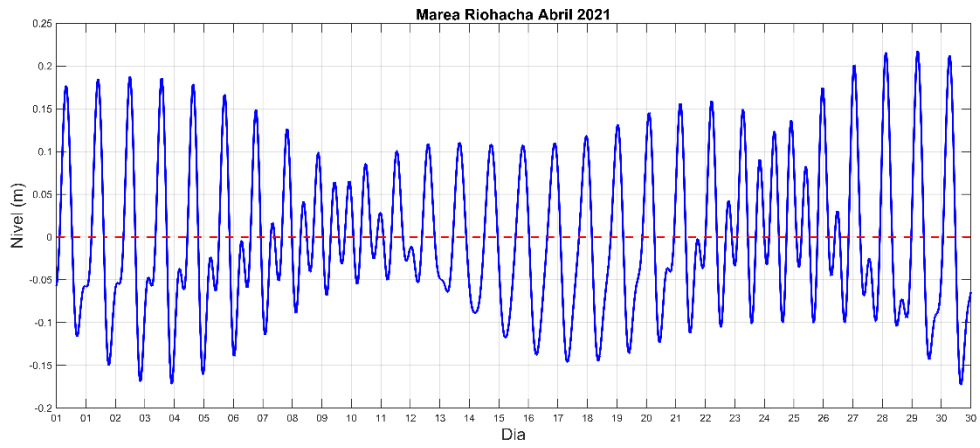
Tabla III. Pronóstico de Pleamar y Bajamar de abril de 2021 para el puerto de Cartagena

Fuente: Torres & Otero- Díaz, 2018

Puerto	Pleamar			Bajamar		
	Altura máxima (m)	Fecha dd/mm/aa	Hora	Altura Mínima (m)	Fecha dd/mm/aa	Hora
Cartagena	0.248	27/4/2021	23:49	-0.206	30/04/2021	10:04

La figura 16 y tabla IV presentan la marea prevista para el mes de abril de 2021 para los principales puertos del Caribe Colombiano de acuerdo con el modelo *TPOX Global Tidal Model* (Egbert & Erofeeva, 2002).





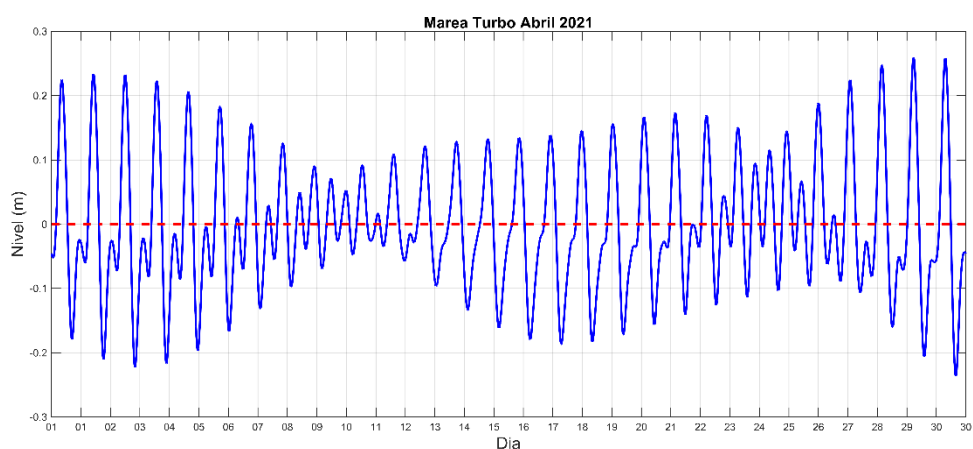
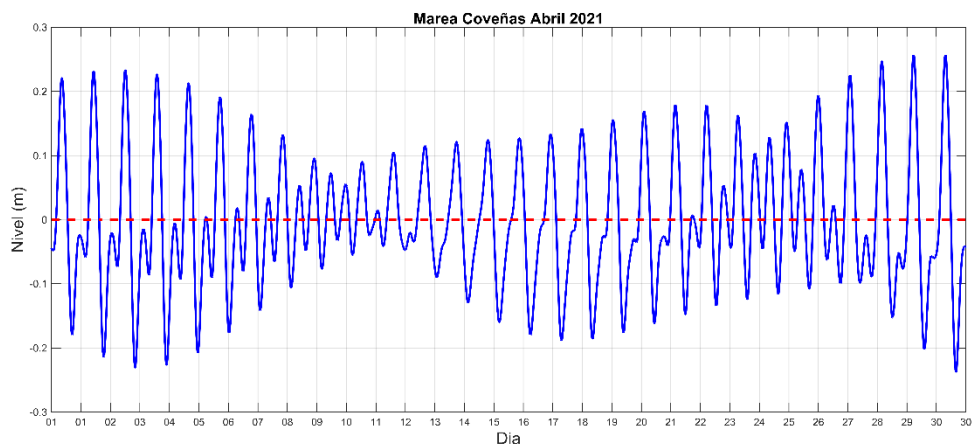


Figura 15. Pronóstico de marea de abril de 2021 para los principales puertos marítimos
Fuente: Egbert & Erofeeva, 2002

Tabla IV. Pronóstico de Pleamar y Bajamar de abril de 2021 en los principales puertos marítimos
Fuente: Egbert & Erofeeva, 2002

Puerto	Pleamar			Bajamar		
	Altura máxima (m)	Fecha dd/mm/aa	Hora	Altura Mínima (m)	Fecha dd/mm/aa	Hora
Providencia	0.236	30/4/2021	7:30	-0.235	30/04/2021	15:40
San Andrés	0.246	30/4/2021	7:30	-0.173	30/04/2021	15:40
Puerto Bolívar	0.204	29/4/2021	5:50	-0.178	30/04/2021	16:10
Santa Marta	0.222	29/4/2021	6:10	-0.187	30/04/2021	15:50
Barranquilla	0.217	29/4/2021	5:50	-0.173	30/04/2021	15:50
Coveñas	0.256	29/4/2021	6:40	-0.238	30/04/2021	16:00
Turbo	0.259	29/4/2021	6:40	-0.237	30/04/2021	15:50

CONCLUSIONES

- De acuerdo con el CENTRO DE PREDICCIONES CLIMÁTICAS/NCEP/NWS, el Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad (CPC- NCEP - NOAA, 2020) indica debilitamiento progresivo de La Niña, no obstante, lo que se ha evidenciado en los meses recientes es una reducida influencia de dicho fenómeno en las condiciones de tiempo del Caribe colombiano, por lo que se considera en el presente mes La Niña no sea el proceso dominante en las condiciones de tiempo de la región.
- De acuerdo con el modelo CFS, se espera las precipitaciones se encuentren por debajo de lo típico para el mes de abril en sectores del centro de la cuenca Colombia y el litoral norte, en tanto que en el litoral sur (golfo de Urabá y costa de Córdoba y y Sucre), lo volúmenes de lluvia estén por encima de lo valores climatológicos.
- En cuanto a las estructuras atmosféricas que dominan la climatología del mes de abril en el Caribe colombiano, sobresale la influencia de la dorsal de altura (250 hPa) la cual induce un flujo de aire de componente suroeste en gran parte del Caribe colombiano, en tanto que lo niveles medios y bajos están dominados por un flujo del este y noreste influenciado por sistemas anticiclónicos ubicados tanto en el mar Caribe occidental como en el norte del océano Atlántico. Se espera, este sea el fenómeno atmosférico dominante de las condiciones de tiempo de la región Caribe colombiana en el mes de abril.
- En superficie, lo centros de alta presión del Atlántico norte continuarán induciendo viento del noreste y del este con velocidades entre 7 y 9 m/s y en consecuencia oleaje de hasta 2.5 m en el centro-este de la cuenca.

- De acuerdo con los valores climatológicos, en promedio durante abril al menos un frente frío transita sobre la cuenca Colombia. Por su parte, la oscilación Madden & Julian proyecta la permanencia en el mes de abril, de una fase convectiva moderada, lo que apoyaría el período de transición de la época seca a la de lluvias en la región Caribe.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabeza, D. L. (2012). Caracterización ingreso de frentes fríos al Mar Caribe colombiano. Cartagena, Colombia.
- CPC-NCEP. (8 de abril de 2021). ENSO: Recent evolution, current status and predictions. Recuperado el 9 de marzo de 2021, de <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml>
- CPC-NCEP. (8 de abril de 2021). Madden-Julian Oscillation: Recent Evolution, Current Status and Predictions. Recuperado el 10 de marzo de 2021, de <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/mjo.shtml>
- Egbert, Gary D., and Svetlana Y. Erofeeva. (2002). Efficient inverse modeling of barotropic ocean tides." *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 19.2 (2002): 183-204.
- Good, S.; Fiedler, E.; Mao, C.; Martin, M.J.; Maycock, A.; Reid, R.; Roberts-Jones, J.; Searle, T.; Waters, J.; While, J.; Worsfold, M. (2020) The Current Configuration of the OSTIA System for Operational Production of Foundation Sea Surface Temperature and Ice Concentration Analyses. *Remote Sens.* 2020, 12, 720, doi:10.3390/rs12040720
- IRI. (8 de abril de 2021). IRI ENSO Forecast. Recuperado el 09 de marzo de 2021, de https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-cpc_plume
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2018). Atlas climatológico de Colombia.
- National Weather Service, NWS - National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA. (2009). WAVEWATCH III.
- Naval Research Laboratory -NRL. (2009). Software Design Description for the HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) Version 2.2. Ocean Dynamics and Prediction Branch Oceanography Division.
- Ruiz, F. y J. Melo. (2019). Patrones sinópticos bajo las tres fases del ENOS visto a través del reanálisis CFSR y su respuesta en la precipitación para Colombia. Nota Técnica IDEAM/METEO 002-2019. Subdirección de Meteorología. Grupo de Modelamiento Numérico de Tiempo y Clima. Bogotá, diciembre de 2019. Recuperado el 13 de julio de 2020, de http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/new_modelo/DOCUMENTOS/2019/NT_IDEAM-002-2019.pdf