



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

ISSN 2339-4129 (En línea)



No. **121**
MARZO
2 0 2 3

Mensual

Pronóstico **Climático** del **Caribe** Colombiano

**PRONÓSTICO CLIMÁTICO
CARIBE COLOMBIANO
N° 121 / MARZO 2023**

Ministerio de Defensa Nacional

Dirección General Marítima
Subdirección de Desarrollo Marítimo
Centro de Investigaciones Oceanográficas e
Hidrográficas del Caribe (CIOH)

Dirección

Vicealmirante José John Fabio Giraldo Gallo
Director General Marítimo

Capitán de Navío Pedro Javier Prada Rueda
Coordinador General Dimar

**Capitán de Navío Edwin Antonio Parada
Cabrera**
Subdirector de Desarrollo Marítimo

Capitán de Fragata José Andrés Díaz Ruiz
Director del Centro de Investigación Oceanográfica
e Hidrográfica del Caribe

**Capitán de Corbeta Jonnathan Fabrizio Gómez
Sierra**
Coordinador del Grupo de Investigación Científica
y Señalización

S1 MMO Jose David Iriarte Sánchez
Responsable del Área de Oceanografía
Operacional

S3MOF Oscar Gomez Yucuma
Jefe Servicio Meteorológico Marino

Contenidos

MA2MMO Sebastián Esteban Quiroz Parra
Auxiliar Oceanografía

CPS José David Garavito Mahecha
Investigador en Meteorología

Editorial

Área de Comunicaciones Estratégicas - Acoes

Edición y concepto gráfico

Área de Comunicaciones Estratégicas-Acoes
Área de Estadística y Estudios económicos - Grupo de
Planeación

Fotografía

Banco de imágenes Dimar

Edición en línea: ISSN 2339-4129



EL PRONÓSTICO CLIMÁTICO DEL CARIBE COLOMBIANO es un producto informativo que se edita en formato digital, con registro ISSN para *e-book*. Se encuentra protegido por el *copyright* ©, y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta. Sus condiciones de uso y distribución están definidas por el licenciamiento *Creative Commons* (CC).
Marzo de 2023. Cartagena., Colombia



CONTENIDO

	PÁG.
CONTENIDO	2
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
Siglas y acrónimos	5
INTRODUCCIÓN	6
1. CONDICIONES ACTUALES Y PRONÓSTICO ESTACIONAL DEL ENSO Y SU POSIBLE INFLUENCIA EN LAS CONDICIONES DE TIEMPO DEL CARIBE.	8
2. PRONÓSTICO DE FENÓMENOS INTRA- ESTACIONALES Y ESTACIONALES	10
4.1 Oscilación Madden y Julián - OMJ	10
4.2 Frentes Fríos	10
3. PRONÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ATMOSFÉRICAS PARA MARZO DE 2023	12
3.1. Configuración sinóptica climatológica de diciembre	12
3.2. Precipitación	13
3.3. Temperatura del aire	16
4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES OCEÁNICAS PARA EL MAR CARIBE COLOMBIANO.	17
4.1 Altura de la ola y corrientes superficiales	17
4.2 Corrientes superficiales	18
4.3 Temperatura Superficial del Mar	19
4.3 Cartilla Mareográfica de Colombia	21
5. CONCLUSIONES	22
6. BIBLIOGRAFÍA	23



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Anomalías de la TSM en las regiones El Niño durante última década de marzo 2023	9
Tabla 2. Probabilidad de ocurrencia de condiciones ENSO hasta el trimestre OND de 2023.....	10
Tabla 3. Cartilla mareográfica de Colombia para la región Caribe año 2023.....	21



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial hasta marzo de 2023	8
Figura 2. Pronóstico probabilístico de las condiciones ENSO hasta el trimestre OND de 2023.....	9
Figura 3. Predicción semanal de la velocidad potencial en 200 hPa, del mes de marzo hasta el 9 de abril de 2023.....	11
Figura 4. Líneas de corriente en 200, 500, 700, 850 y 1000 hPa y promedio de precipitaciones para el mes de marzo bajo condiciones ENSO Neutrales (1981-2010) extraídas del CFSR.....	13
Figura 5. Valores climatológicos de precipitación para el mes de marzo (1990-2017) en los principales puertos del Caribe.....	14
Figura 6. Pronóstico de la anomalía diaria de precipitación para el mes de marzo de 2023.....	15
Figura 7. Valores climatológicos de temperatura media, mínima y máxima para el mes de marzo (1981-2017) en los principales puertos del Caribe	16
Figura 8. Valores climatológicos de dirección y altura de la ola en el mar Caribe para el mes de marzo (1979-2018).....	17
Figura 9. Valores climatológicos de altura dinámica absoluta del mar para el mes de marzo (1993-2020).	18
Figura 10. Valores climatológicos de la velocidad y dirección de la corriente superficial predominante para marzo (1993-2020).	19
Figura 11. Valores climatológicos de la TSM para el mes marzo (1981-2019).	20
Figura 12. Pronóstico de las anomalías de TSM para el mes de marzo de 2023.....	20



SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ARC	Armada República de Colombia
CIOH	Centro de Investigación Oceanográfica e Hidrográfica del Caribe
DIMAR	Dirección General Marítima
SMMN	Servicio Meteorológico Marino Nacional




INTRODUCCIÓN

La Dirección General Marítima presenta el Pronóstico Climático Mensual a sus partes interesadas, el cual incluye la descripción de las condiciones océano - atmosféricas climatológicas y previstas en la región Caribe para el mes de marzo de 2023.

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 y clima del período pronosticado, tal como lo son: el tránsito de sistemas frontales del hemisferio norte, la influencia de la Oscilación Madden & Julian (OMJ) y El Niño – Oscilación del Sur (ENSO). 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, temperaturas media, máxima y mínima del aire, temperatura superficial del mar, altura dinámica de la ola y corrientes superficiales, así mismo se incluye el pronóstico de marea para el mes de marzo de 2023.

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 y temperatura del aire, fueron usados los valores climatológicos del período 1990-2017, calculados a partir de datos suministrados por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Por su parte, la predicción de las anomalías de precipitación y temperatura superficial del mar (TSM),



fueron tomadas de los resultados de modelamiento numérico del *Seasonal Climate Forecast CFSv2* de la NOAA -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 2023, del CFSv2 (NOAA-CPC). Finalmente, el pronóstico de mareas para los puertos del Caribe fue obtenido a partir del uso de la metodología implementada por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe - CIOH (Latandret - Solana, 2021).

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 (2023), Las anomalías negativas de la TSM se han debilitado gradualmente a través de la mayoría del océano Pacífico ecuatorial desde el último trimestre. En consecuencia, actualmente el CPC-NCEP ha publicado un concepto técnico en el cual manifiesta que La Niña ha culminado y se esperan condiciones océano – atmosféricas de ENSO – neutral hasta mediados de año. Sin embargo, se mantienen ligeras anomalías negativas de la TSM con valores cercanos a los -0.2°C y -0.4°C , específicamente en las regiones El Niño 3.4 y El Niño 4, respectivamente. Mientras que, desde enero de 2023, anomalías positivas de la TSM se han registrado en el océano Pacífico ecuatorial oriental. Especialmente, en las regiones El Niño 3 y El Niño 1+2 con valores de 0.1°C y 1.1°C , respectivamente (Figura 1 y Tabla 1).

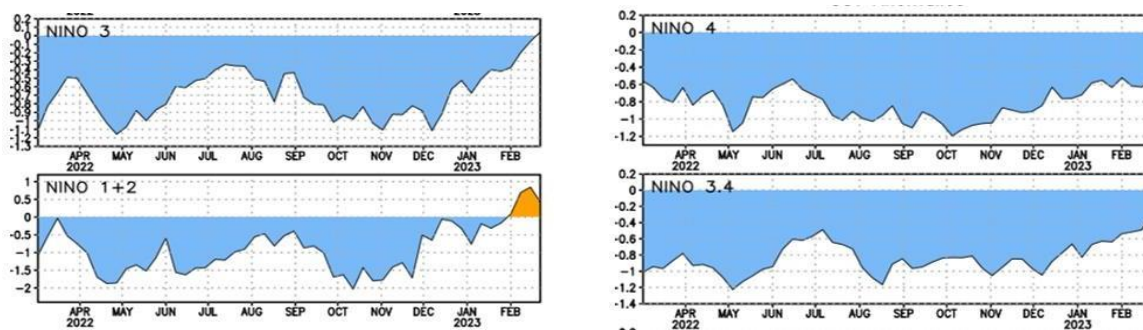


Figura 1. Evolución de las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial hasta marzo de 2023.

Fuente: Modificado de CPC – NCEP, 2023.

Tabla 1. Anomalías de la TSM en las regiones El Niño durante última década de marzo 2023.

Fuente: CPC-NCEP (2023).

REGIÓN EL NIÑO	ANOMALÍAS DE LA TSM (°C)
El Niño 1+2	1.1°C
El Niño 3	0.1°C
El Niño 3.4	-0.2°C
El Niño 4	-0.4°C

De acuerdo con el más reciente informe *International Research Institute for Climate and Society* (IRI, 2023), los diferentes modelos climáticos indican que se debilitarán las condiciones La Niña hasta el trimestre Febrero-Marzo-Abril (FMA) de 2023 (Figura 1 y Tabla 1). Así mismo, se prevé persistencia de condiciones neutras de las anomalías de la TSM en la región El Niño 3.4 hasta el trimestre Abril-Mayo-Junio (AMJ). Por tanto, se estima un debilitamiento progresivo y culminación de la influencia del fenómeno de La Niña a mediados de marzo, en las condiciones de tiempo y de mar de la región Caribe colombiana.

Figura 2. Pronóstico probabilístico de las condiciones ENSO hasta el trimestre OND de 2023.

Fuente: IRI (2023).

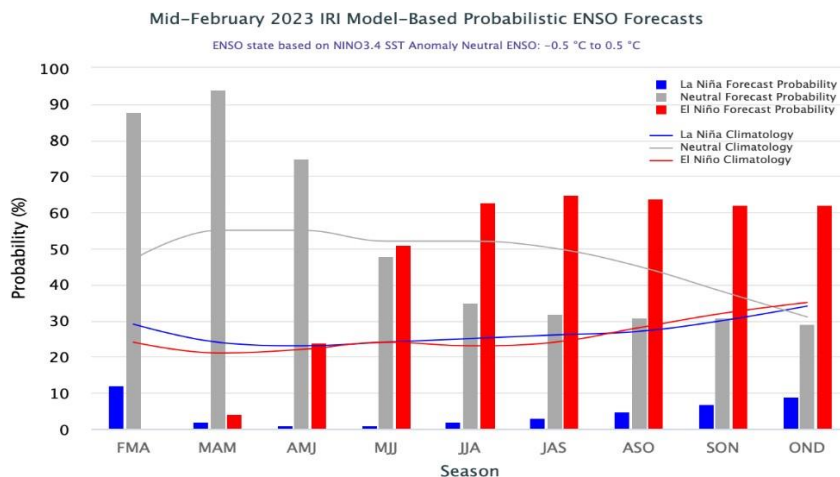




Tabla 2. Probabilidad de ocurrencia de condiciones ENSO hasta el trimestre OND de 2023.

Fuente: IRI (2023)

Estación	La Niña (%)	Neutral (%)	El Niño (%)
FMA	12	88	0
MAM	2	94	4
AMJ	1	75	24
MJJ	1	48	51
JJA	2	35	63
JAS	3	32	75
ASO	5	31	64
SON	7	31	62
OND	9	29	62

2. PRONÓSTICO DE FENÓMENOS INTRA-ESTACIONALES Y ESTACIONALES

4.1 Oscilación Madden y Julián - OMJ

Según el más reciente informe del CPC-NCEP (2023), la oscilación Madden & Julián (OMJ) proyecta el ingreso de una fase convectiva hasta inicios de la tercera semana de marzo del año en curso. Lo anterior influye sobre el litoral Caribe colombiano en el incremento de la nubosidad con algunas probables lluvias ligeras esporádicas durante estas semanas en mención en la región Caribe colombiana, durante el mes de marzo (Figura 3).

4.2 Frentes Fríos

De acuerdo con la información estadística recopilada de los años 1996 al 2012, en promedio durante el mes de marzo, se puede registrar el tránsito, en promedio, de 1 a 2 frentes fríos sobre la cuenca Colombia, eventos que serán cada vez más frecuentes hasta el mediados del mes de marzo (Royero et al., 2013), incidiendo en las condiciones tanto de tiempo como de mar, especialmente del área del archipiélago de San Andrés y Providencia.

Pronóstico de la velocidad potencial 200 hPa

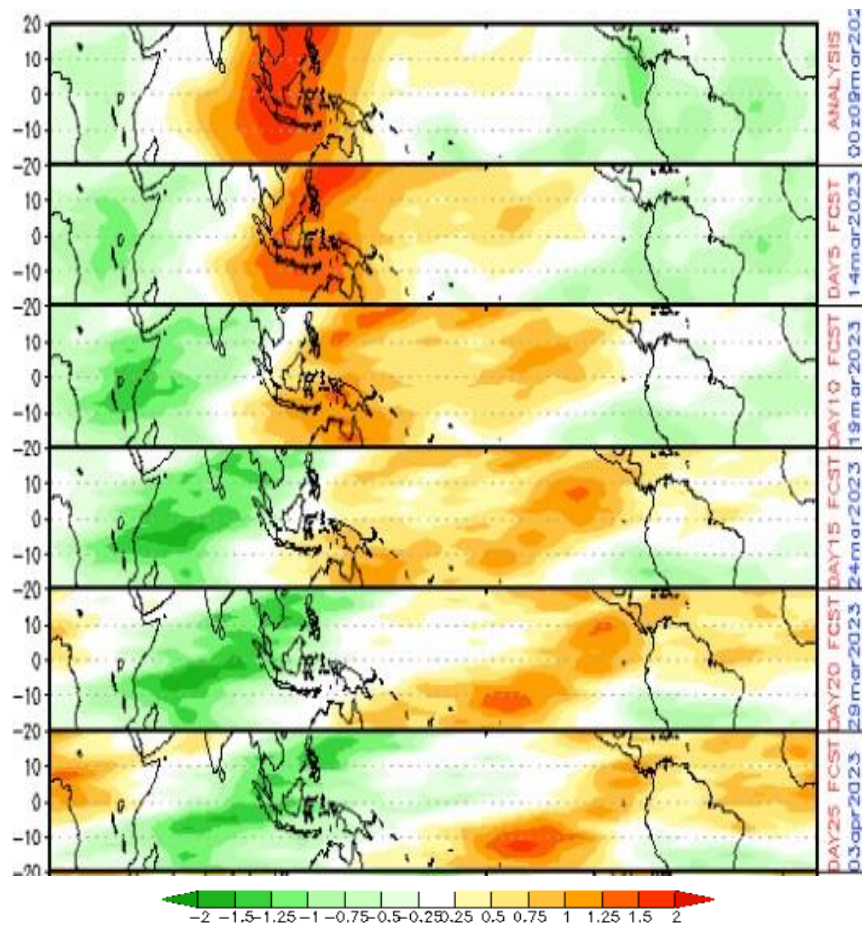


Figura 3. Predicción semanal de la velocidad potencial en 200 hPa, del mes de marzo hasta el 9 de abril de 2023

Fuente: CPC-NCEP, (2023)

3. PRONÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ATMOSFÉRICAS PARA MARZO DE 2023

3.1. Configuración sinóptica climatológica de diciembre

De acuerdo con el International Research Institute for Climate and Society - IRI (2020) y el *Climate Prediction Center - National Centers for Environmental Prediction*, CPC-NCEP (2023), en marzo de 2023 atenuarán y culminarán las condiciones La Niña. Se evidencia debilitamiento de las anomalías negativas de la TSM sobre el océano Pacífico ecuatorial, permitiendo así, establecer condiciones océano – atmosféricas ENSO Neutrales sobre el océano Pacífico ecuatorial, como se relacionó anteriormente.

Bajo este escenario, el modelo de reanálisis CFSR (Climate Forecast System Reanalysis) (Ruíz & Melo, 2019), en niveles estándares de la atmósfera, se configuraría la dorsal de altura (200 hPa) cuyo eje se extiende desde el centro del canal de Yucatán hasta el extremo nororiental de Brasil, dicha configuración favorecerá la advección de humedad desde el interior del país y la concentra especialmente en el suroriente del mar Caribe colombiano. Por su parte, entre 500 y 850 hPa, un sistema anticiclónico elongado en inmediaciones de las Antillas Mayores, induce fuertes vientos y aire seco sobre el norte de la cuenca Colombia. Así mismo, en 850 hPa se empieza a evidenciar el ingreso de polvo del Sahara proveniente de dirección este desde África, con vientos predominantes del este en la región central y norte de la cuenca Colombia. En tanto que, al sur de esta, los vientos viran hasta predominar del noreste traspasando el Istmo de Panamá y desplazando a su vez hacia el sur del país a la Vaguada Monzónica / Zona de Convergencia Intertropical, la cual pierde influencia sobre las condiciones de tiempo del Caribe colombiano durante este período (Figura 4).

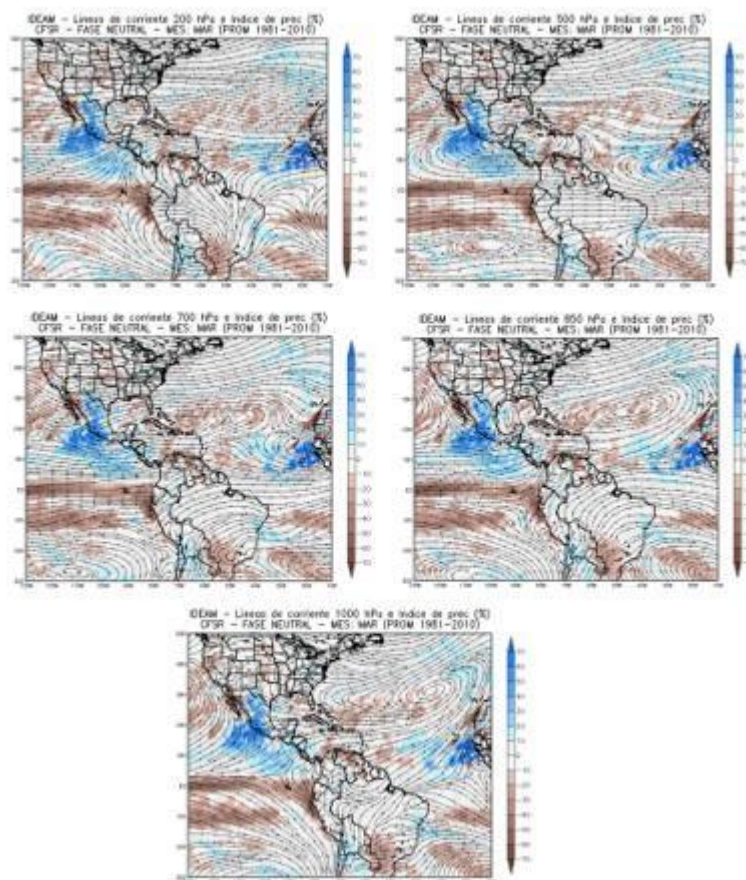


Figura 4. Líneas de corriente en 200, 500, 700, 850 y 1000 hPa y promedio de precipitaciones para el mes de marzo bajo condiciones ENSO Neutrales (1981-2010) extraídas del CFSR.

Fuente: Ruíz & Melo, 2019.

3.2. Precipitación

Típicamente, durante el mes de marzo las precipitaciones son escasas en amplios sectores del litoral Caribe colombiano. De acuerdo con los valores climatológicos (1990-2017) ¹, en Puerto Bolívar, Riohacha, Santa Marta, Barranquilla y Cartagena se registran los menores valores Promedios en el litoral Caribe colombiano con (0.8, 5.6, 2.3, 1.5 y 3.1 mm, respectivamente), seguidos por el Archipiélago de San Andrés y Providencia (27.7 y 23.2 mm, respectivamente) que presenta volúmenes medios. Por su parte, en el centro y

¹ Climatología calculada a partir de series de datos suministradas por el IDEAM.

sur del litoral, sobre la población de Turbo y Coveñas, los volúmenes de lluvia durante este período oscilan entre 82.1 y 43.9 mm, respectivamente (DIMAR - CIOH 2023) (Figura 5).

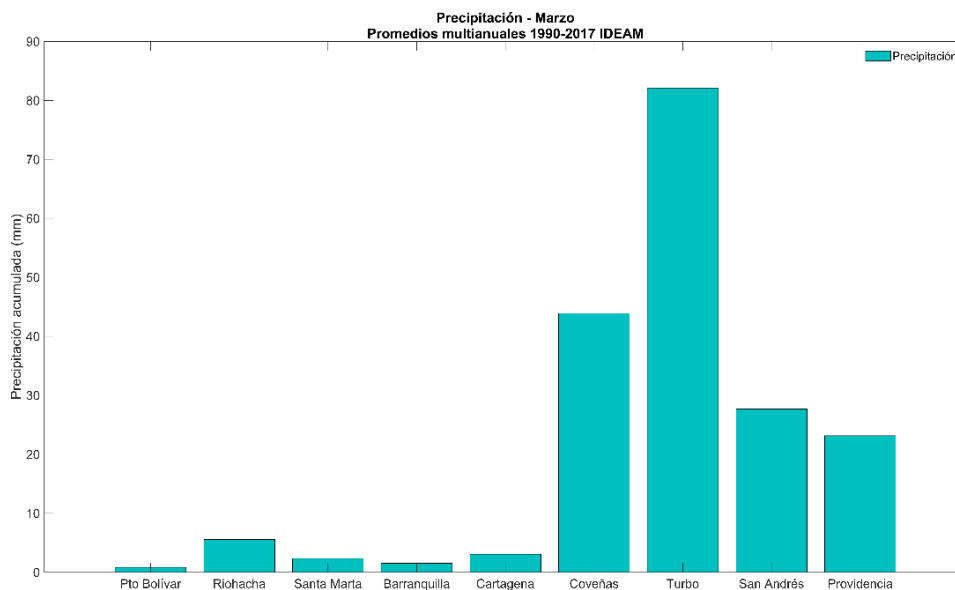


Figura 5. Valores climatológicos de precipitación para el mes de marzo (1990-2017) en los principales puertos del Caribe.

Fuente: DIMAR - CIOH (2023)

No obstante, lo anterior y de acuerdo con el modelo *Climate Forecast System vs2* (NOAA-NCEP, 2023), durante el mes de marzo se prevén volúmenes de lluvia ligeramente mayores en relación con los valores climatológicos, en la mayoría de los sectores marítimos y costeros de la cuenca Colombia. Por su parte, sobre en el litoral norte y sur, como también en el área insular, se advierten mayores volúmenes de lluvia respecto de los valores típicos del mes (Figura 6). Finalmente, de acuerdo con el IDEAM, en el litoral Caribe colombiano se esperan lluvias dentro de los valores normales para la época.

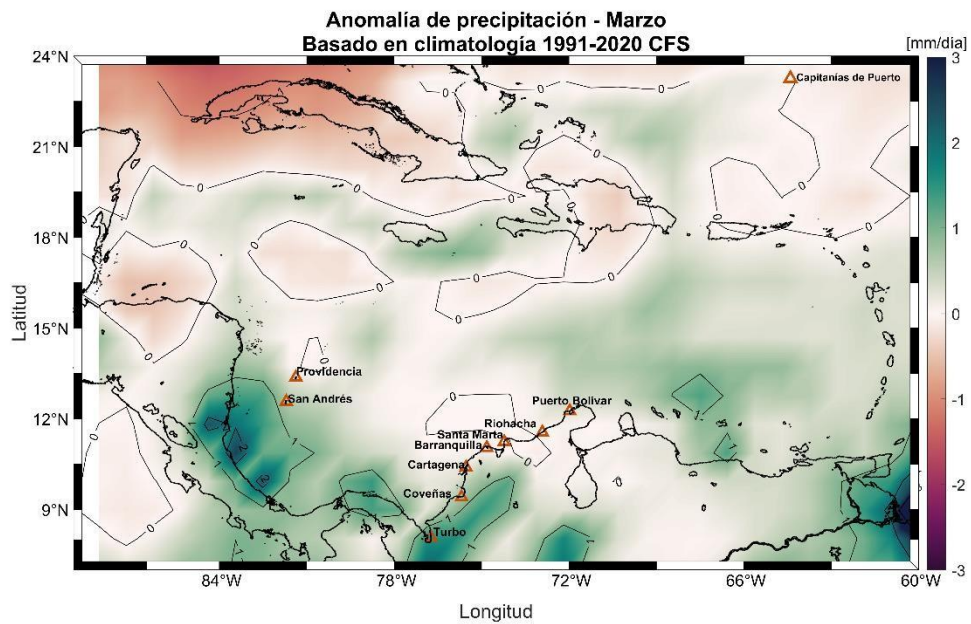


Figura 6. Pronóstico de la anomalía diaria de precipitación para el mes de marzo de 2023.

Fuente: Modelo CFSv2 (NOAA -NCEP, 2023).



3.3. Temperatura del aire

Acorde con los valores climatológicos 1990-2017², durante el mes de marzo La temperatura del aire máxima sobre el litoral Caribe colombiano oscila entre 29.4°C y 34.5°C, registrando estos valores en la estaciones meteorológicas de San Andrés y Coveñas, respectivamente. Por su parte, la temperatura del aire promedio es de 28.4°C. En cuanto a las temperaturas medias, los valores promedio se presentan en los puertos del Archipiélago de San Andrés y Providencia, Cartagena, Riohacha y Puerto Bolívar, reportando valores promedio de 27.0 °C, 27.0 °C, 27.2 °C, 27.4 °C y 27.2°C. Finalmente, las estaciones meteorológicas en Coveñas y Riohacha, registran los menores valores de la temperatura mínima del aire con 23.3 °C y 23.6 °C, respectivamente (Figura 7).

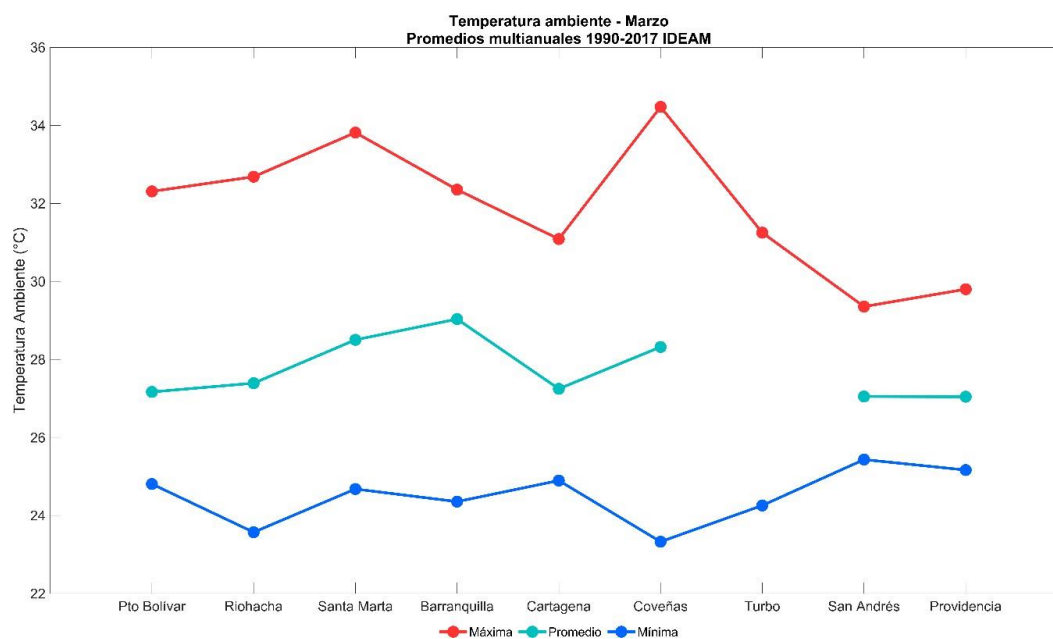


Figura 7. Valores climatológicos de temperatura media, mínima y máxima para el mes de marzo (1981-2017) en los principales puertos del Caribe.

Fuente: DIMAR - CIOH (2023)

² Climatología calculada a partir de series de datos suministradas por el IDEAM.

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

4.1 Altura de la ola y corrientes superficiales

De acuerdo con los valores climatológicos del modelo de oleaje WAVEWACH III calculados para el período 1979-2018 (NWS-NOAA, 2009), típicamente durante el mes de marzo, se evidencia un incremento gradual de la altura media del oleaje con respecto al mes anterior, con dirección predominante del este en el norte de la cuenca Colombia y alturas entre 2.0 y 2.5 m, y de componente noreste en el centro y sur de esta, con alturas que oscilan entre los 2.2 y 2.8 m en el área central. Las áreas costeras del litoral Caribe Colombiano por su parte registran típicamente olas inferiores a 1.5 m (Figura 8).

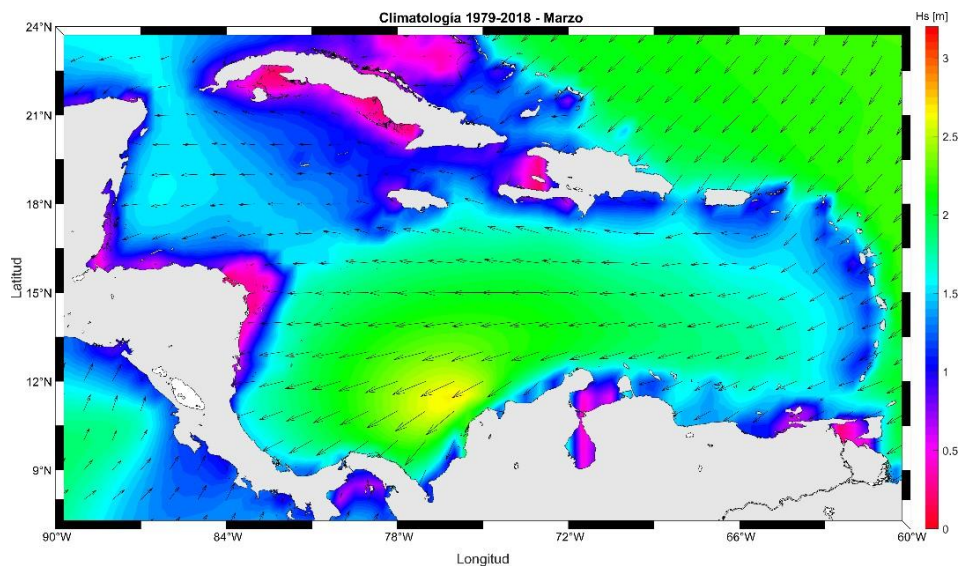


Figura 8. Valores climatológicos de dirección y altura de la ola en el mar Caribe para el mes de marzo (1979-2018)

Fuente: WW III (NWS - NOAA, 2009)

De acuerdo con los valores climatológicos Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS, 2020) calculados para el periodo (1993-2020). Para el mes de marzo, la altura dinámica absoluta del mar, oscila entre 0.4 y 0.7 m en gran parte de la cuenca Colombia. Sobre la zona norte del Caribe puede alcanzar durante este mes alturas de hasta 0.8 m (Figura 9).

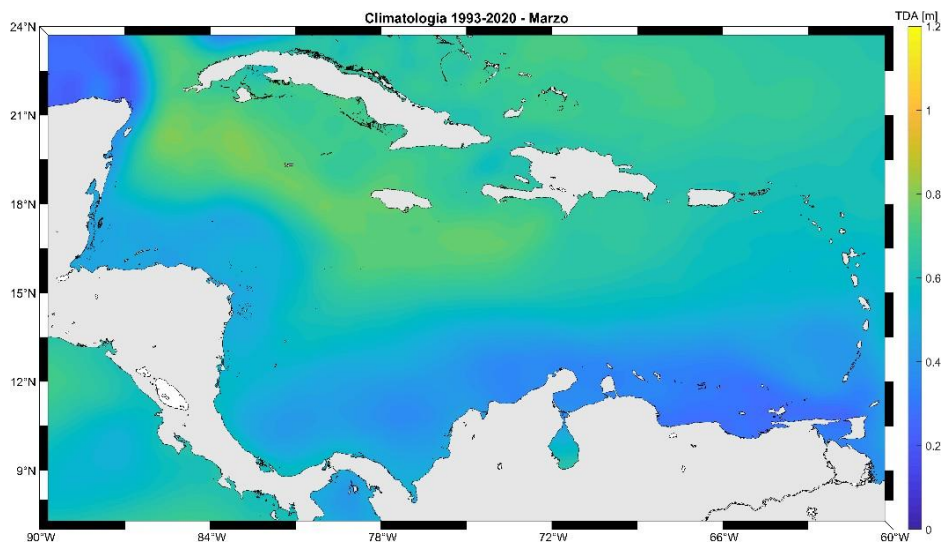


Figura 9. Valores climatológicos de altura dinámica absoluta del mar para el mes de marzo (1993-2020).
Fuente: Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS, 2020).

4.2 Corrientes superficiales

Acorde con valores climatológicos (1993-2020) proveniente del modelo hidrodinámico HYCOM 2.2 (*Naval Research Laboratory -NRL, 2009*), durante el mes de marzo, en el norte y centro del mar Caribe colombiano, predomina un flujo superficial del este con velocidades entre 0.3 y 0.5 m/s.

Por su parte, la zona suroccidental de la cuenca Colombia, está dominada por el giro ciclónico de Panamá – Colombia, una corriente elongada de sentido antihorario frente a la

costa de Centroamérica y suroccidente de la cuenca Colombia, con velocidades promedio de 0.1 y 0.3 m/s. En tanto que, en la zona suroriental de la cuenca Colombia, las corrientes superficiales del mar son medias (velocidades inferiores a 0.6 m/s) intentando describir una circulación ciclónica (Figura 10).

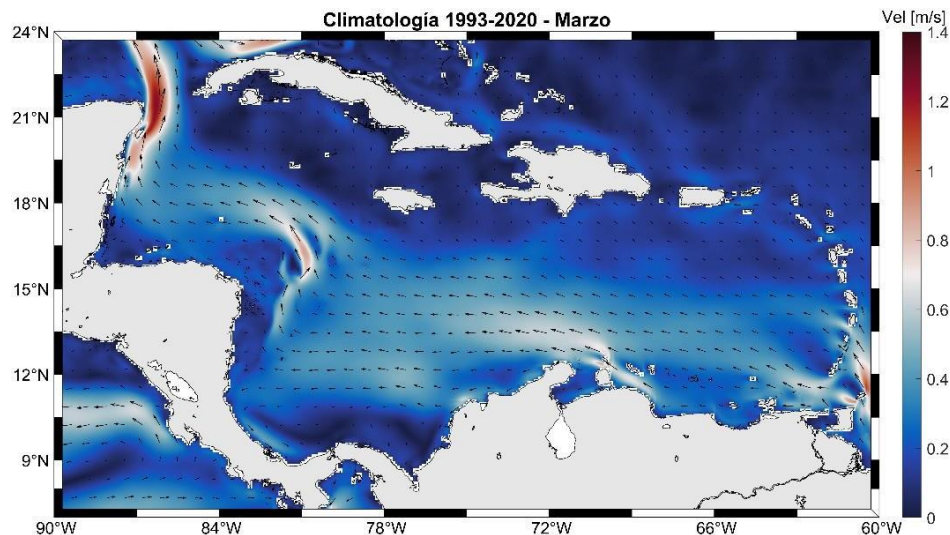


Figura 10. Valores climatológicos de la velocidad y dirección de la corriente superficial predominante para marzo (1993-2020).

Fuente: NRL, 2020

4.3 Temperatura Superficial del Mar

Basado en los valores climatológicos de la TSM del período 1981 al 2019 (Good *et al.*, 2020), durante el mes de marzo, las aguas del mar Caribe son frías en general, con TSM entre 26°C y 28°C. Por su parte, una piscina de aguas más frías rodea la península de La Guajira y las áreas costeras del Magdalena y el Atlántico con valores que oscilan entre 24°C y 26°C. Mientras que, desde las costas del Golfo de Urabá hasta Cartagena, se registran aguas más cálidas con TSM entre 27°C y 28°C (Figura 11).

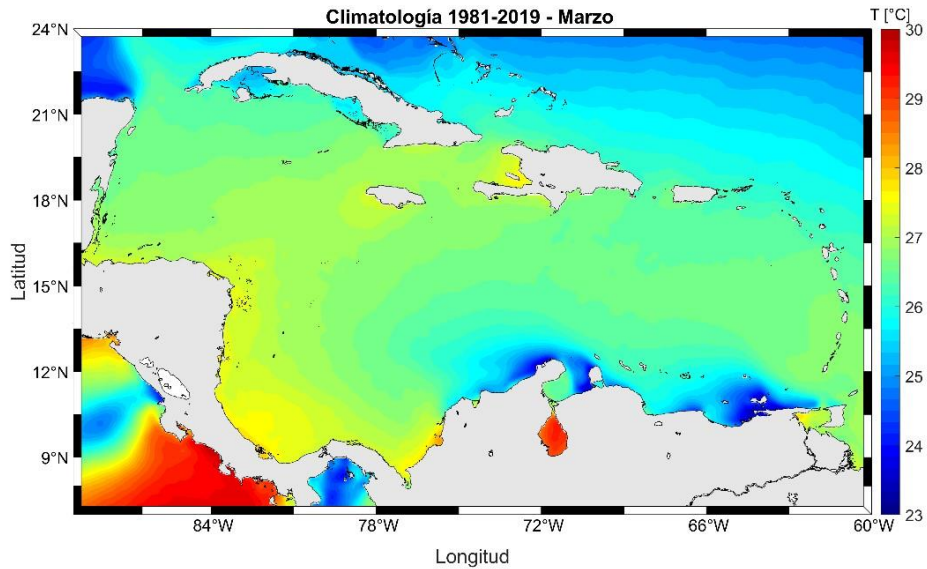


Figura 11. Valores climatológicos de la TSM para el mes marzo (1981-2019).

Fuente: Good et al., 2020.

No obstante, lo anterior de acuerdo con la proyección para marzo de 2023 del *Seasonal Climate Forecast - CFSv2* (NOAA - CPC, 2021), en general, la cuenca Colombia presentaría anomalías de la TSM de $+0.5^{\circ}\text{C}$ (Figura 12).

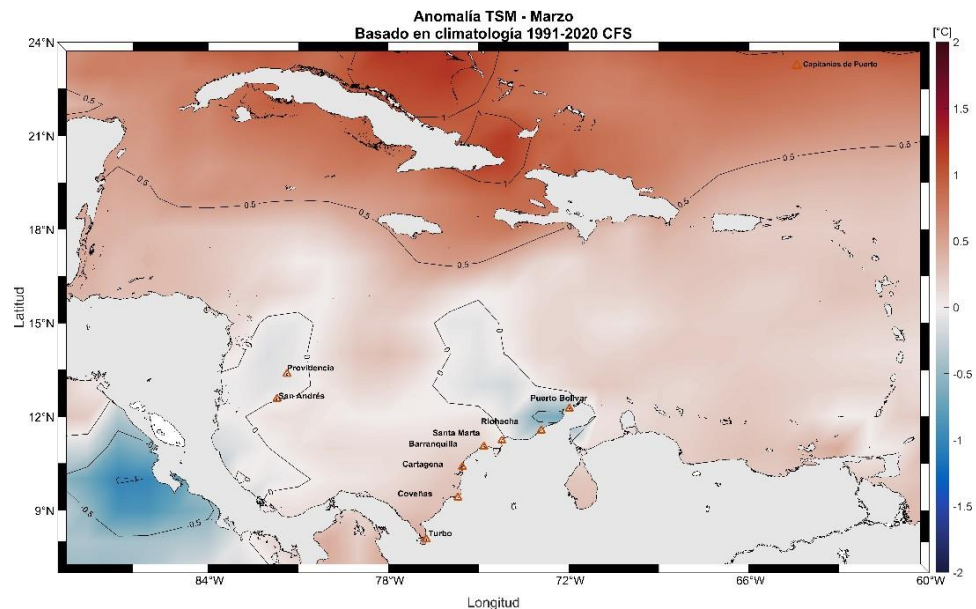


Figura 12. Pronóstico de las anomalías de TSM para el mes de marzo de 2023.

Fuente: NOAA-CPC, 2021



4.3 Cartilla Mareográfica de Colombia

Región Caribe 2023

La presente se puede visualizar por medio del siguiente link:

https://cecoldodigital.dimar.mil.co/3183/1/ideam_dimar_2805-8828_2022_cartilla_mareografica_colombia_caribe_2023.pdf



5.


CONCLUSIONES

De acuerdo con el *Climate Prediction Center - National Centers for Environmental Prediction*, CPC-NCEP, la fase fría (La Niña) de El Niño - Oscilación del Sur - ENSO se debilitó y culminó hasta finales del invierno en el hemisferio norte. A su vez, de acuerdo con el IDEAM, en el litoral Caribe colombiano se esperan lluvias dentro de los valores normales para la época, durante el mes de marzo. Sin embargo, teniendo en cuenta la proyección realizada por el CPC-NCEP (2023), para la oscilación Madden & Julián (OMJ), se estima un ingreso de una fase convectiva hasta inicios de la tercera semana de marzo lo cual incrementaría la nubosidad y generaría algunas probables lluvias ligeras esporádicas en la cuenca Colombia, principalmente en inmediaciones de los litorales centro y sur.

En cuanto a las estructuras atmosféricas que dominan la climatología del mes de marzo en el Caribe colombiano, la actividad de los vientos alisios tiene componente este – noreste. Los cuales inciden particularmente en el campo de oleaje, generando una atenuación progresiva respecto al mes anterior con olas que oscilan en mar abierto entre 2.0 y 2.5 m. Así mismo, los sistemas frontales del hemisferio norte tienden a descender más en latitud por lo que el archipiélago de San Andrés y Providencia será influido eventualmente por dichos sistemas durante este mes de marzo.

BIBLIOGRAFÍA

- CPC-NCEP. (28 de diciembre de 2022). ENSO: Recent evolution, current status and predictions. Recuperado el 30 de noviembre de 2022, de <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml>
- CPC-NCEP a (28 de noviembre 2022 Predictions. Recuperado el 1 de diciembre de 2022, de <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/mjo.shtml>
- DIMAR – CIOH. (2022). Derrotero de las Costas y Áreas Insulares del Caribe Colombiano. Dirección General Marítima – Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe – Servicio Hidrográfico Nacional. Editorial Dimar. Bogotá Colombia. En edición.
- Dominguez, C.; Done, J.M.; & Bruyere, C.L. (2020) Easterly wave contributions to seasonal rainfall over the Tropical Americas in observations and a regional climate model. *Climate Dynamics*, 54(1), 191-209.
- 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 ENSO Forecast (18 de noviembre de 2022). Recuperado el 30 de noviembre de 2022, de https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-cpc_plume
- Latandret -Solana, S. (2021). Estudio de la marea y su pronóstico en la cuenca Colombia - mar Caribe. Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla - Centro de Investigaciones Hidrográficas y Oceanográficas del Caribe. Documento Interno.
- National Weather Service, NWS - National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA. (2009). WAVEWATCH III.
- Naval Research Laboratory0 -NRL. (2009). Software Design Description for the HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) Version 2.2. Ocean Dynamics and Prediction Branch Oceanography Division.

-
- 
- Ortiz -Royer, J.C.; L.J. Otero, J.C. Restrepo, J. Ruiz, and M. Cadena. (2013). Cold fronts in the Colombian Caribbean Sea and their relationship to extreme wave events. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 2797–2804, 2013 www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/13/2797/2013/ doi:10.5194/nhess-13-2797-2013
- Ramsay, H. (2017). The Global Climatology of Tropical Cyclones. *Natural Hazards Science. Tropical Storms*. Online Publication. May 2017. DOI: 0.1093/acrefore/9780199389407.013.79
- 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 septiembre de 2020, de http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/new_modelo/DOCUMENTOS/2019/NT_IDEAM-002-2019.pdf