

MARZO

BOLETÍN Meteorológico Mensual



Instituto Meteorológico Nacional
Fundado en 1888



www.imn.ac.cr



imn@imn.ac.cr



+(506)2222-5616

Apdo. postal: 5583-1000
Calle 17, avenida 9
San José, Costa Rica

BOLETÍN METEOROLÓGICO MARZO 2024

Edición general:

Luis F. Alvarado

Contenido:

Gabriela Chinchill

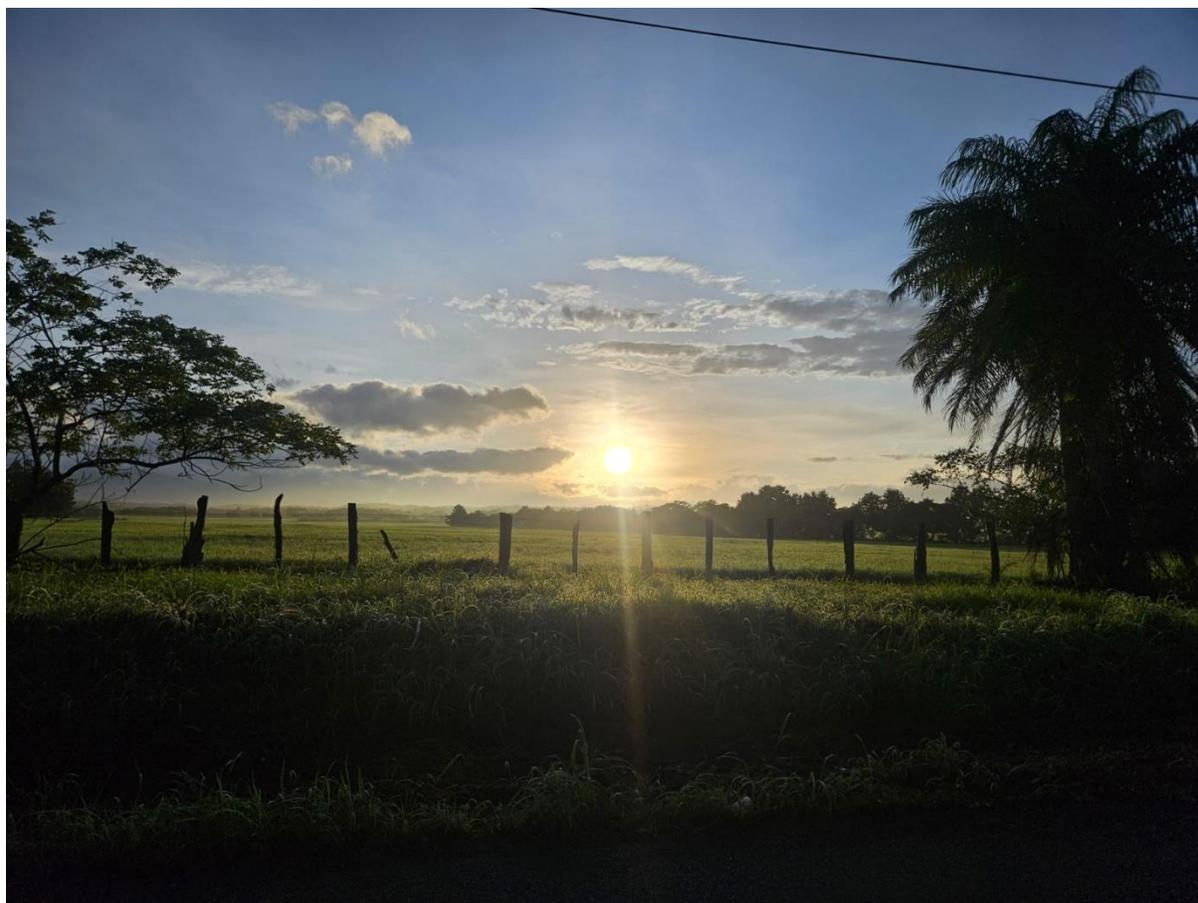
Daniel Poleo

Rosangélica Montero

Fotografía de portada:

Vista desde Curubandé
Por: Enrique Alvarado
*

Liberia, Guanacaste



Resumen	2
Condiciones atmosféricas regionales	2
Condiciones atmosféricas locales	7
Eventos extremos	23

RESUMEN METEOROLÓGICO MARZO DE 2024

Resumen

En base al Sistema de Alerta Temprana de Sequía (SAT-sequía) que maneja el IMN, se mantuvo la condición de sequía meteorológica en la región climática del Caribe Sur y Caribe Norte. El déficit en el Caribe estuvo entre -43% a -56%.

Las temperaturas máximas promedio superaron las de febrero, donde las más altas imperaron en la vertiente del Pacífico, especialmente en las regiones Pacífico Norte, Sur y Central, así como en la Zona Norte Occidental, los valores más altos se observaron en Guanacaste (entre 36°C y 38°C). Además, se presentaron en marzo 9 récords de temperatura máxima en Cartago, 8 en Alajuela y otros 8 en San José, así como 7 en Guanacaste, 4 en Heredia y 3 en Puntarenas, para un total de 39 récords.

De igual forma, en este mes se presentaron 4 empujes fríos (EF). Solamente dos de ellos (EF#20 y EF#23) lograron generar un gradiente de presión suficiente para provocar condiciones ventosas en Costa Rica.

1. Condiciones atmosféricas sinópticas regionales

1.1 Presión atmosférica a nivel del mar

La presión atmosférica a nivel del mar (PNM) para marzo de 2024 se presenta en la figura 1.1, en esta se observan valores negativos de esta variable en la cuenca del mar Caribe, golfo de México, Centroamérica y este del océano Atlántico, con máximos centrados en el centro/oeste del mencionado golfo. Este comportamiento es reflejo de valores de presión por debajo del promedio en la región respecto a los valores climatológicos para marzo, los cuales tienden a ser dominados por las altas presiones transitorias asociadas a los sistemas frontales de latitudes medias en época del año.

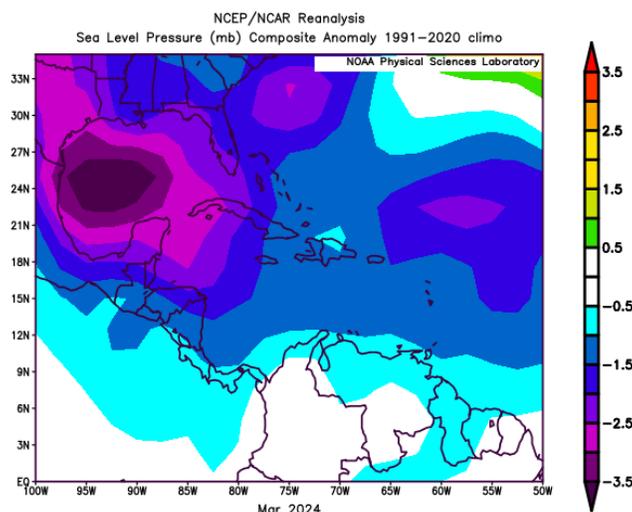


Figura 1.1. Anomalía de PNM para el mes de marzo de 2024. Una anomalía se define como la diferencia entre los valores que se presentaron durante el mes y los valores históricos promedio del mismo. Fuente: Reanálisis NCEP/NCAR.

1.2 Comportamiento del viento

La anomalía del vector viento predominante en Centroamérica y el Mar Caribe se presenta en la figura 1.2. El comportamiento del viento durante marzo de 2024 en Costa Rica se mantuvo con una componente del oeste/suroeste, reflejo de pocos o débiles episodios de vientos Alisios. Se presenta un máximo hacia el océano Pacífico al suroeste de nuestro país con rangos entre 2 m/s y 4 m/s.

Dicha situación está asociada también con el bajo tránsito de sistemas anticiclónicos por el golfo de México o norte del mar Caribe (como se mostró en la sección anterior y se verá en la intensidad de los empujes fríos en secciones posteriores), los cuales tienden a incrementar los gradientes de presión atmosférica en la región y son causantes de patrones ventosos (vientos alisios) en nuestro territorio. Caso contrario, este marzo se presentaron débiles eventos de altas presiones en la región que permitieron eventos de lluvias en el Pacífico costarricense y muy baja actividad en Limón y Zona Norte.

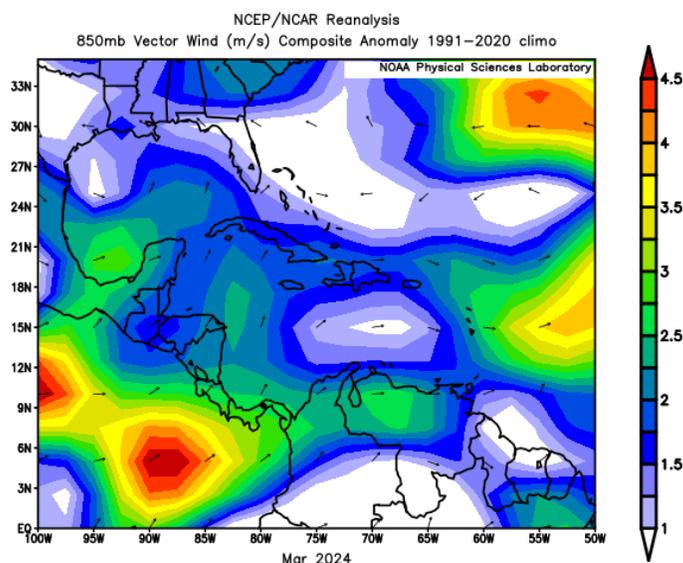


Figura 1.2. Anomalía de vectores de viento para marzo 2024, en el nivel de 850 hPa. Fuente: Reanálisis NCEP/NCAR.

1.3 Radiación de onda larga

La anomalía de radiación de onda larga (OLR) durante marzo de 2024 se muestra en la figura 1.3. Se observan anomalías positivas en el sector marítimo frente al Caribe de Centroamérica y Mar Caribe en general, esto es indicador de poca cobertura nubosa durante el mes en análisis, en contraste, la Zona de Convergencia Intertropical se presentó cercana y activa al Pacífico centroamericano como refleja el mínimo de anomalía de OLR.

Algunos eventos de lluvias moderadas se dieron en la segunda quincena del mes en el Pacífico Central y Sur, incluso de forma aislada alcanzando al Valle central por la activación momentánea de la ITCZ en el país.

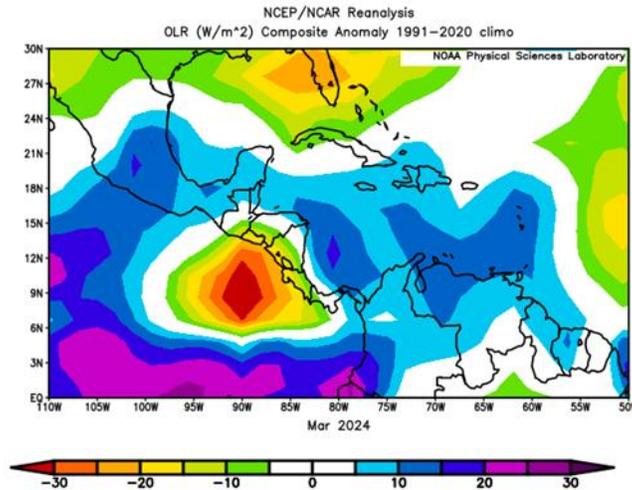


Figura 1.3. Anomalía de Radiación de Onda Larga (OLR, por sus siglas en inglés) para marzo de 2024. Los valores positivos (negativos) representan inhibición (reforzamiento) de formación de la nubosidad convectiva. Fuente: Reanálisis NCEP/NCAR.

1.4 Oscilación Madden-Julian (MJO) y velocidad potencial a 200 hPa

En la figura 1.4 se muestra el potencial de velocidad en 200 hPa durante el mes de marzo en recuadro. Se registraron condiciones predominantes de fase convergente de MJO en la región de interés (entre $5^{\circ}N - 5^{\circ}S$ y $82^{\circ}O - 86^{\circ}O$). Al inicio del mes se observó un máximo que se prolongó hasta mitad de marzo, seguidamente un cambio a fases divergentes (con una débil intensidad), por último, nuevamente tendencia a fases convergentes de MJO debilitada.

Cabe destacar que durante la primera quincena de marzo el Caribe y la Zona Norte mostraron eventos de lluvias débiles y moderadas que, además de estar ligados al efecto de un empuje frío, también estuvo relacionado a la tendencia convergente de la MJO al propiciar condiciones favorables para lluvias en el Caribe de nuestro país, más adelante se especificaran los montos de lluvias de este episodio.

1.5 Oscilación Ártica (AO) y Oscilación del Atlántico Norte (NAO)

La Oscilación del Atlántico Norte (NAO) y la Oscilación Ártica (AO) favorecen la incursión de empujes fríos desde el norte de América a la región durante su fase negativa. Ambas oscilaciones se relacionan con gradientes de presión, en particular, la NAO es un modo de variabilidad interanual e interestacional que describe las variaciones de la presión atmosférica entre dos sistemas: el Alta de las Azores en el Norte del Océano Atlántico y el sistema de Baja Presión Semiestacionaria de Islandia. Por otro lado, la AO relaciona la presión atmosférica en 100 hPa entre el Ártico y latitudes medias del Pacífico Norte y Atlántico Norte.

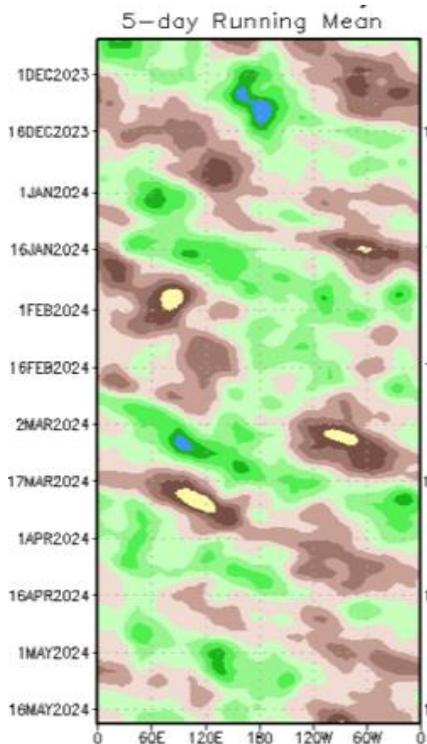


Figura 1.4. Anomalías de la velocidad potencial filtrada en el nivel atmosférico de 200 hPa (izquierda). Los contornos verdes (marrón) son proporcionales a la divergencia (convergencia) correspondientes a las regiones en las que la convección tiende a ser reforzada (suprimida). El recuadro en color azul destaca el área y el mes de estudio. Fuente: Climate Prediction Center (CPC).

En la figura 1.5 se muestra la variación de ambas oscilaciones durante marzo de 2024 en recuadros. El índice de la oscilación Ártica (figura 1.5 arriba) predominó con valores negativos de baja amplitud la mayor parte del mes. El índice de oscilación del Atlántico Norte (figura 5 abajo) muestra un comportamiento neutral con tendencia al negativo al final del mes. Durante marzo se presentaron 4 empujes fríos débiles en el Mar Caribe y ningún frente frío (ver cuadro I) que llegara a CR, esto es congruente con el índice de las oscilaciones presentado en la figura 1.5.

1.6 Precipitación estimada por satélite

La precipitación estimada por satélite se presenta en la figura 1.6, marzo de 2024. Se puede observar en la figura 6 (izquierda) la climatología de precipitación para la región.

Las anomalías de lluvia (figura 1.6 derecha) muestra valores positivos en la costa del Pacífico Central y Sur, así como el sector central del país, valores entre 10 a 100 mm por encima de lo normal. En el resto del Pacífico Sur resalta la anomalía negativa de hasta 50 mm por debajo del promedio del mes.

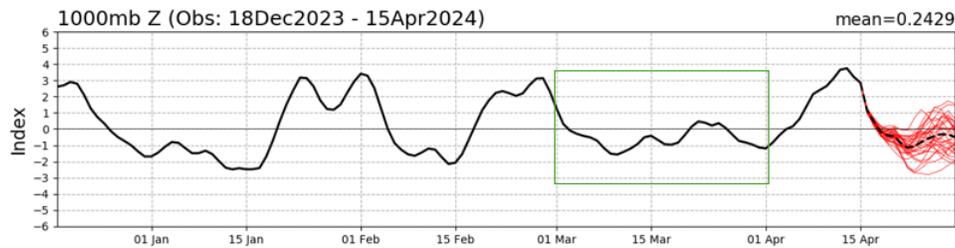
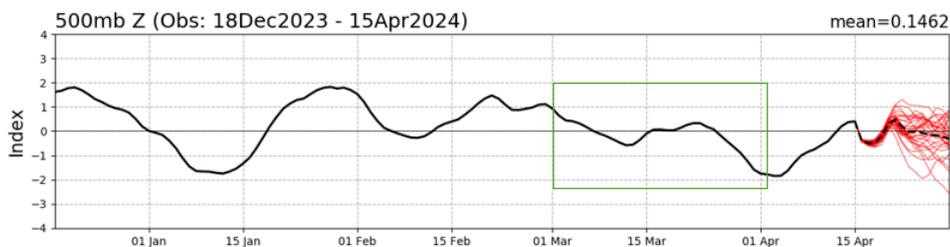
AO Index: Observed & GEFS Forecasts**NAO Index: Observed & GEFS Forecasts**

Figura 1.5. Variación del índice de las oscilaciones Ártica (arriba) y Atlántico Norte (abajo) durante el período del 18 de diciembre de 2023 al 15 de abril de 2024. Fuente: Climate Prediction Center-NOAA.

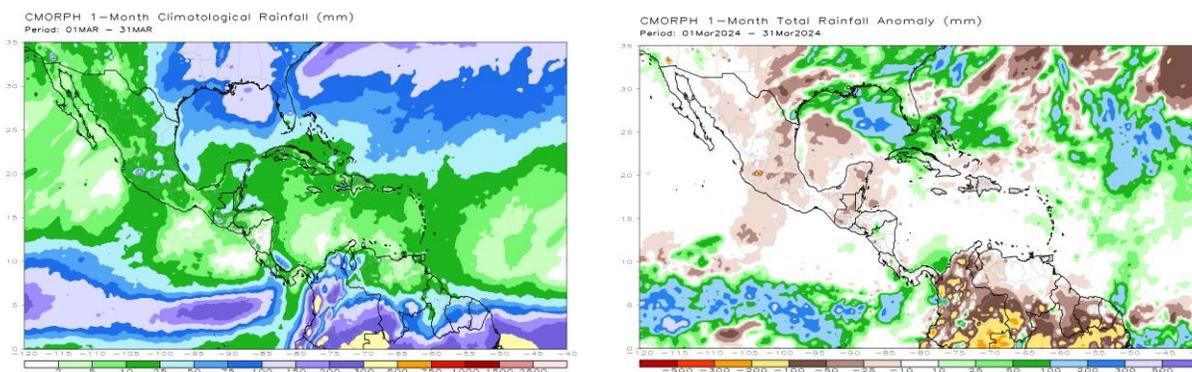


Figura 1.6. Total de precipitación climatológica en mm (izquierda) y anomalías de lluvia en mm (derecha) para marzo de 2024. Anomalías: valores positivos (negativos) indican lluvias por encima (debajo) del promedio. Estimaciones hechas por el Satélite CMORPH-1.

1.7. Empujes fríos

Según el seguimiento que le brinda el Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica a los empujes fríos que ingresan al Mar Caribe, se presenta la siguiente lista para el mes en estudio.

Tabla 1. Fecha de ingreso del Empuje frío al norte del Mar Caribe, número consecutivo y su influencia en Costa Rica.

Día	Fenómeno	Observaciones
10	EF #20	Ráfagas entre los 40 - 60 km/h en el Valle Central y partes bajas del Pacífico Norte, mientras que en partes montañosas de Guanacaste se registraron valores de hasta 75 - 85 km/h (V. Orosi y Bagaces). Evento débil con lluvias dispersas menores a 40 mm en el Caribe costarricense.
20	EF #21	Línea de cortante sobre Honduras, evento muy débil.
24	EF #22	Evento débil con línea de cortante en Honduras y frente frío estacionario en el mismo sector. Sin vientos Alisios asociados.
28	EF #23	Línea de cortante y frente frío en el norte del Mar Caribe. Ráfagas entre 40 a 70 km/h en CR. Sin lluvias en el Caribe costarricense.

En este mes se presentaron 4 empujes fríos (EF). Solamente dos de ellos (EF#20 y EF#23) lograron generar un gradiente de presión suficiente para provocar condiciones ventosas en Costa Rica. Igualmente, todos fueron eventos muy débiles que no provocaron eventos lluviosos en Limón o Zona Norte, únicamente el EF#20 generó lluvias con acumulados entre 10 mm y 30 mm en estas regiones durante el 11 y 17 de marzo, con un máximo de 80 mm en Zona Norte el día 12 de marzo específicamente.

2. Condiciones atmosféricas locales de Costa Rica

A continuación, se analizan las variables meteorológicas de viento, temperatura y precipitaciones en Costa Rica, utilizando datos registrados por la red de estaciones meteorológicas del Instituto Meteorológico Nacional.

2.1 Lluvia

La figura 2.1.1 muestra la distribución espacial de las anomalías de lluvia de marzo, manteniéndose las condiciones deficitarias en la vertiente Caribe y Zona Norte Oriental; aunque Zona Norte presentó algunos sitios con excedentes de lluvia, presentando un promedio regional deficitario. Es importante recordar que la vertiente del Pacífico, Valle Central y Zona Norte Occidental (GLU) se encuentra aún en su época seca; por lo que las condiciones deficitarias (colores naranjas) o excedentes (colores verdes) están asociados a montos de lluvia bajos. Tanto en el promedio regional como en el mapa se aprecia que este déficit del Caribe, que ronda entre -43% a -56%, tiene una cobertura espacial importante.

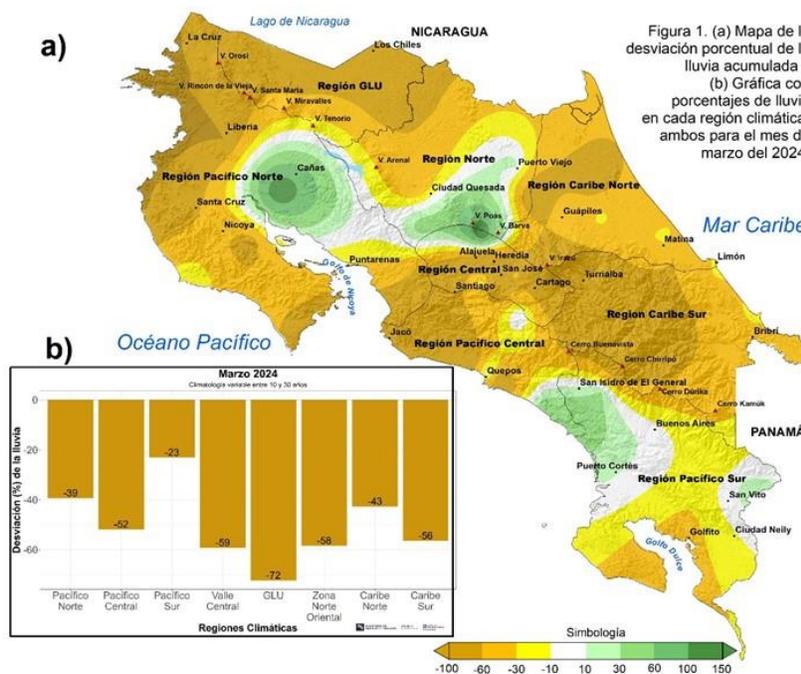


Figura 2.1.1. (a) mapa de la desviación porcentual (%) de la lluvia acumulada. (b) gráfica con porcentajes de lluvia en cada región climática, ambos para el mes de marzo de 2024 (climatología variable entre 10 y 30 años). Fuente: IMN.



Figura 2.1.2. Mapa del número de días con lluvia igual o mayor a los 25 mm en marzo del 2024. Fuente: IMN.

Durante el mes de marzo 2024 se mantiene el enfriamiento, en el Océano Pacífico Ecuatorial, que nos lleva hacia una fase Neutra del ENOS; mientras el Océano Atlántico y Mar Caribe se siguen manteniendo más cálidos.

En mes de marzo no se registraron récord más alto de lluvia o récord húmedo, pero si récord más bajo de lluvia, también llamados récords secos. Los récords secos de marzo

2024 fueron: Los Chiles de Alajuela (4.2 mm) así como Oreamuno (2 mm), Alvarado (17.2 mm) y Turrialba (9.2 mm) de Cartago. Los mapas que muestran a detalle el acumulado de lluvia mensual y la cantidad de días con lluvia superior a 1 mm en el mes, se aprecian en la figura 8.

Marzo presentó la mayor cantidad de días (6 días) con lluvia superior a 25 mm en un día (figura 2.1.2), en sectores específicos de la región climática Pacífico Sur. Ningún sitio de monitoreo registró más de 100 mm en un único día del mes; ni se registró ningún día con más de 200 mm de lluvia acumulada.

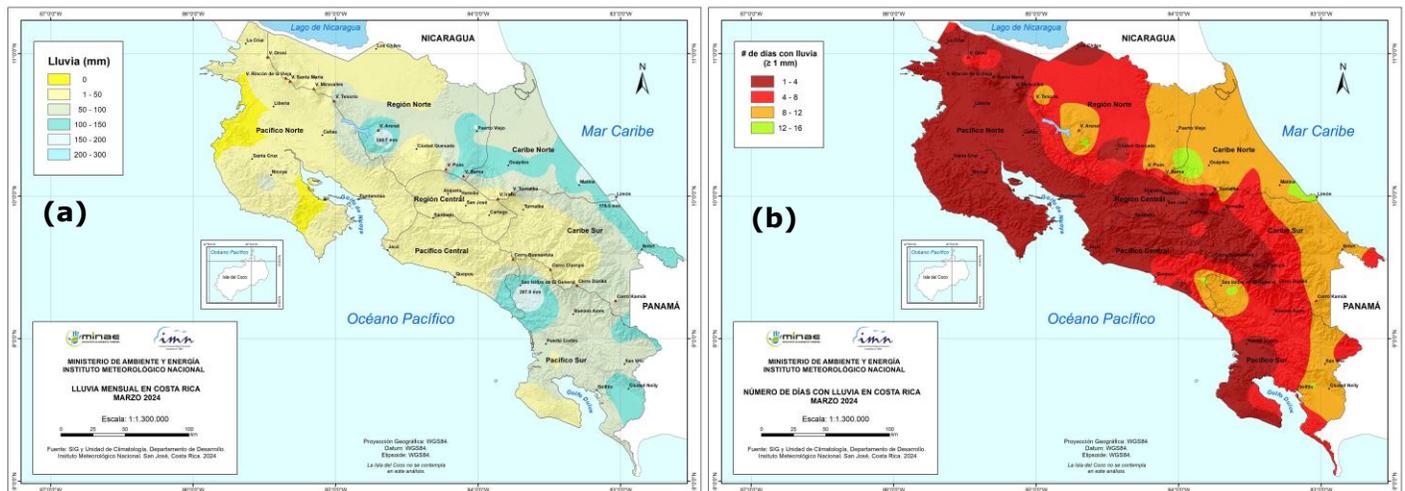


Figura 2.1.3. A la izquierda el mapa de la anomalía de lluvia acumulada, a la derecha el número de días con lluvia (mayor a 1 mm) en marzo del 2024. Fuente: IMN.

2.2. Temperaturas

Espacialmente se observa que las temperaturas máximas promedio de marzo superan las del mes de febrero, donde la más altas imperaron de igual forma en la vertiente del Pacífico, especialmente en las regiones Pacífico Norte, Sur y Central, así como en la Zona Norte Occidental. Los valores más altos se observan en Guanacaste (entre 36 °C y 38 °C). Por el contrario, las temperaturas máximas más bajas se observan en los puntos más altos (Volcanes y Cerros), como es de esperarse, así como en algunas zonas del Caribe Sur, como Turrialba, Pacayas, Pacuare, también en los puntos altos del Valle Central en Cartago, Heredia y San José (figura 2.2.1.a).

En cuanto a la temperatura mínima promedio, también se observa un aumento con respecto al mes de febrero, prácticamente en todas las regiones. Los valores más bajos se observan en las zonas más altas, Volcán Irazú, Cerro de la Muerte y Chirripó con temperaturas entre los 4°C – 6°C. Asimismo, se pueden identificar algunas zonas con temperaturas bajas (12°C – 16°C) como lo son Cartago, Pacayas, Turrialba, partes altas de Alajuela, Heredia y San José. La zona con las temperaturas promedio más altas se encuentran en Puerto Humo, en la provincia de Guanacaste, Quepos, Parrita y Puerto Escondido en Puntarenas con valores de hasta 26 °C (figura 2.2.1.b).

La temperatura media mensual se comporta acorde a lo observado en los mapas de temperatura máxima y mínima, donde en promedio las regiones más cálidas fueron Pacífico Sur, Norte y Central, así como la Zona Norte Occidental y las más frías las zonas más altas, a lo largo de toda la cadena montañosa que divide el país, incluyendo algunas zonas del Caribe Sur. Al igual que con las temperaturas extremas, marzo ha superado en temperatura a enero y febrero (figura 2.2.1.c).

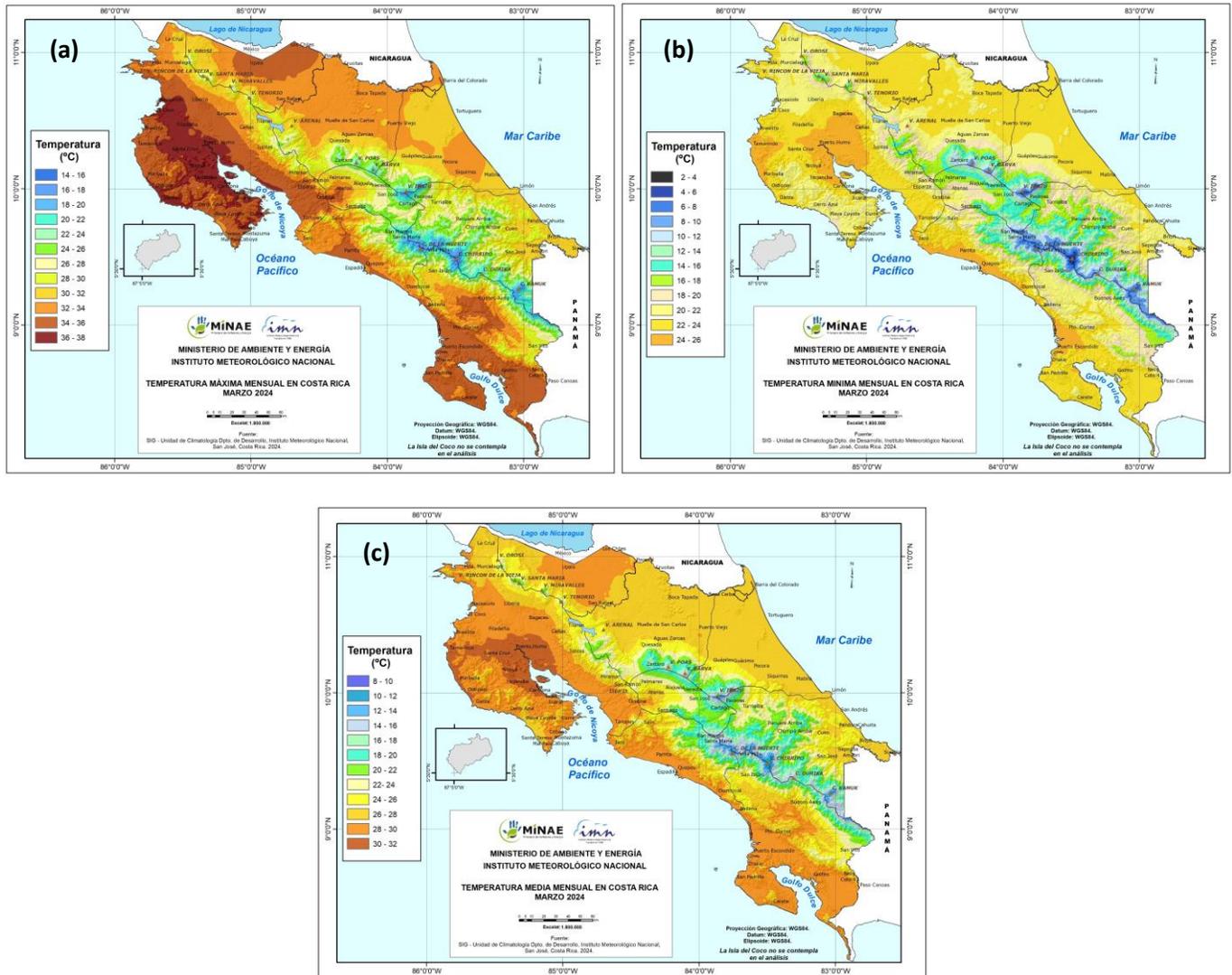


Figura 2.2.1. Mapa del promedio de la temperatura (a) máxima, (b) mínima y (c) media (°C) del mes de marzo 2024. Fuente: IMN.

Para el análisis de temperaturas medias y extremas se utilizaron datos de 31 estaciones meteorológicas distribuidas en el territorio nacional (figuras 2.2.2.a-c), como representación de las condiciones en el país. Al igual que en los meses anteriores, marzo destacó por las altas temperaturas registradas en el territorio nacional: imperaron temperaturas más altas de lo climatológicamente esperado, tanto en los valores extremos como en los promedios diarios. Los indicadores a nivel nacional se muestran en la tabla 1,

donde es posible notar que las anomalías de las tres temperaturas (máxima, mínima y media) estuvieron por encima de lo normal.

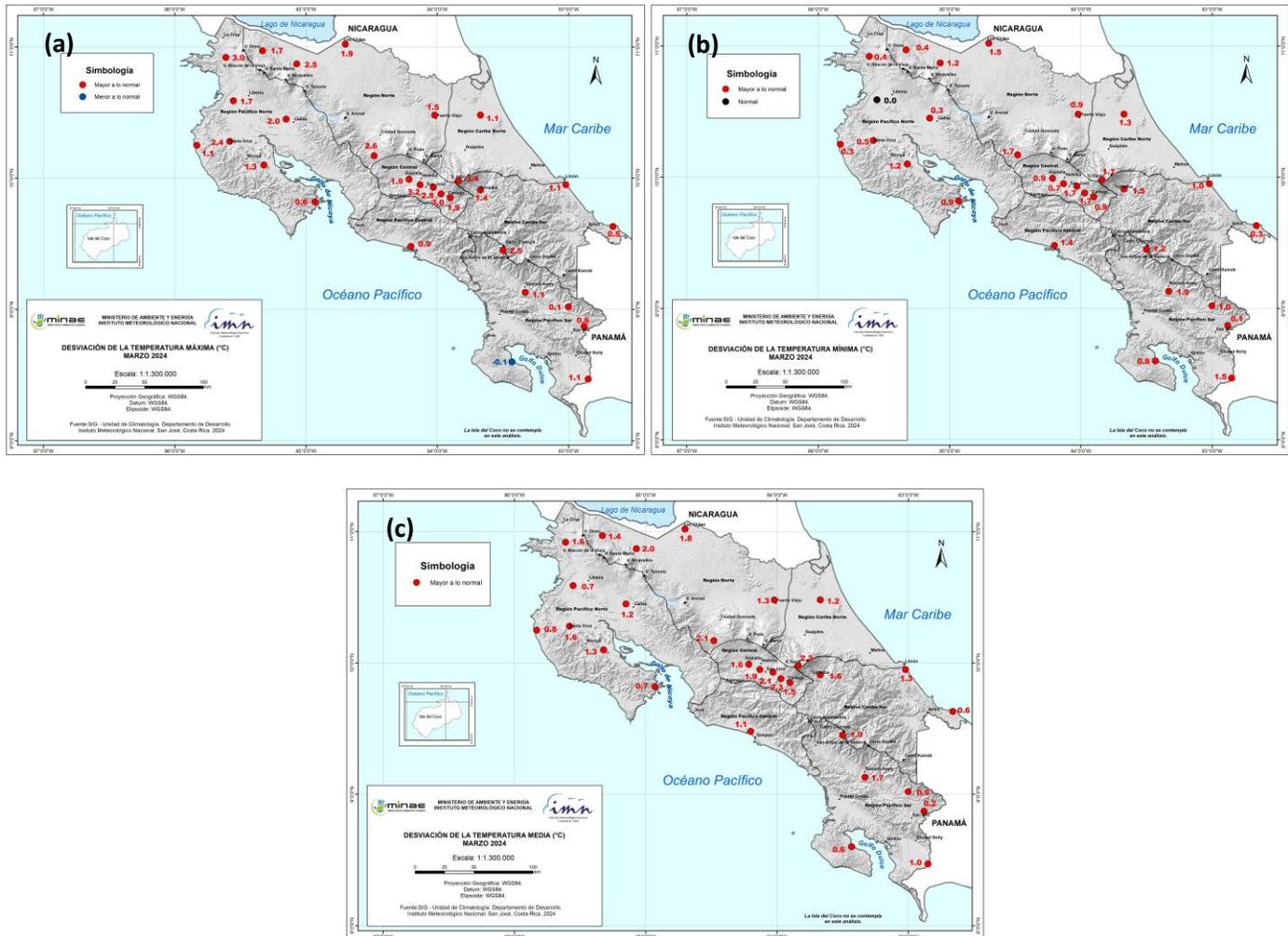


Figura 2.2.2. Mapa de anomalías mensuales del promedio de la temperatura (a) máxima, (b) mínima y (c) media (°C) del mes de enero 2024. Fuente: IMN.

Con respecto a las temperaturas mínimas (figura 2.2.2.b) imperan las anomalías positivas, con excepción de una estación en el Pacífico Sur. Este mismo patrón de temperaturas por encima de lo normal en todo el país se observa para la temperatura media (figura 2.2.2.c).

La figura 2.2.3 muestra las anomalías de la temperaturas extremas y media (°C) del mes de marzo de 2024. En esta figura, las desviaciones de temperatura se presentan por región climática y con tres barras horizontales para cada estación: la de color rojo representa la temperatura máxima, en color azul la temperatura mínima, y en gris la temperatura media; de manera que, si se encuentran a la derecha del eje vertical es una anomalía positiva, y a la izquierda del eje, una negativa. A nivel mensual el mes de marzo sigue manteniendo la tendencia de temperaturas máximas, mínimas y medias más cálidas de lo normal; con algunas excepciones, como la temperatura máxima en Golfito y la temperatura mínima en Liberia. Se presentaron en marzo 9 récords de temperatura

máxima en Cartago, 8 en Alajuela y otros 8 en San José, así como 7 en Guanacaste, 4 en Heredia y 3 en Puntarenas, para un total de 39 récords (Tabla 2.2.2). De forma que no se reporta ningún récord de temperatura máxima en Limón.

Tabla 2.2.1. Indicadores de la temperatura en Costa Rica en marzo de 2024. La anomalía es la diferencia con respecto a una climatología variable entre 10-30 años.

Indicador estadístico	Valor (°C)
Media Mensual	24.2
Máxima promedio	30.8
Mínima promedio	19.2
Máxima absoluta del mes	41.2
Mínima absoluta del mes	3.4
Anomalía de temperatura media	+1.4
Anomalía de temperatura máxima	+1.8
Anomalía de temperatura mínima	+1.0

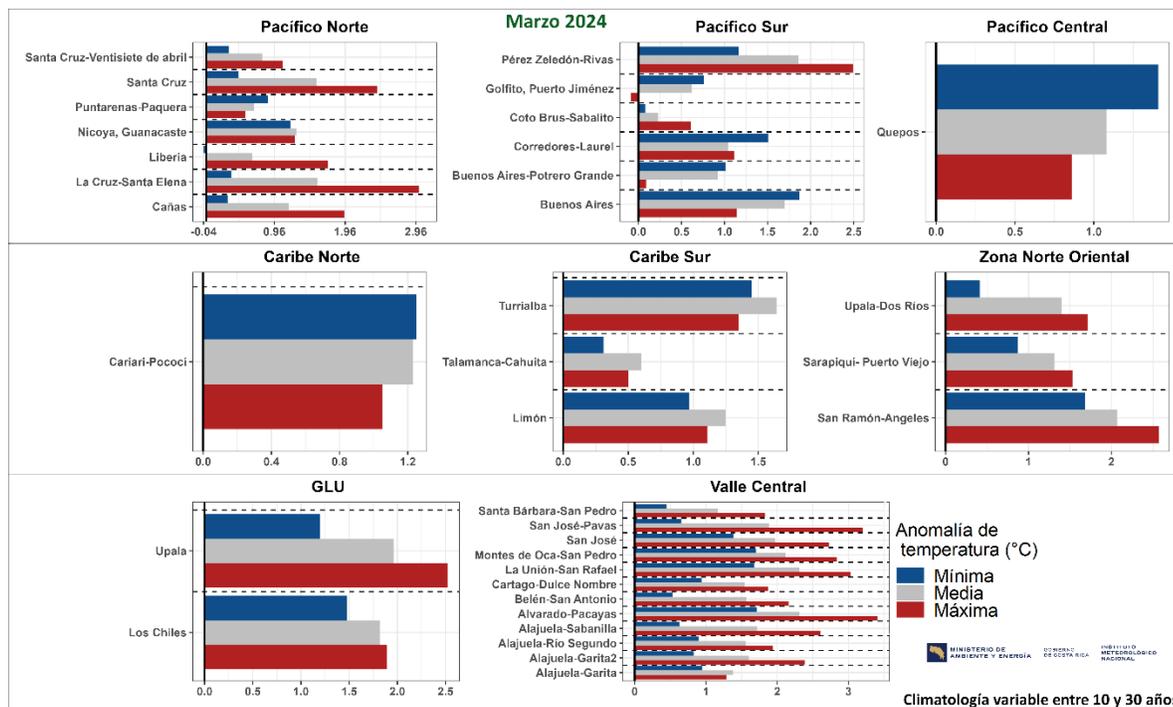


Figura 2.2.3. Anomalías de las temperaturas extremas y media (°C) del mes de marzo 2024, por región climática. Las barras horizontales representan las anomalías de temperaturas por estación (color rojo para la temperatura máxima, color azul para la temperatura mínima, y color gris para la temperatura media), de manera que, si se encuentran a la derecha del eje vertical representa una anomalía positiva, y a la izquierda del eje, una anomalía negativa. El eje horizontal indica la magnitud de la anomalía. Fuente: IMN.

Tabla 2.2.2. Récords de temperatura máxima que se presentaron en marzo de 2024.

Temperatura Máxima (°C)			
Alajuela-Alajuela-Garita	35.9	Guanacaste-La Cruz-Santa Elena	38.4
Alajuela-Atenas-Concepción	37.9	Guanacaste-La Cruz-Santa Elena	37.5
Alajuela-Grecia-San Isidro	31.3	Guanacaste-Santa Cruz-Santa Cruz	39.5
Alajuela-Los Chiles-San Jorge	39.3	Guanacaste-Santa Cruz-Veintisiete de Abril	39.2
Alajuela-San Carlos-Aguas Zarcas	34.8	Heredia-Barva-Santa Lucía	31.5
Alajuela-San Carlos-Cutris	37.4	Heredia-Santa Bárbara-San Pedro	33.6
Alajuela-San Carlos-Florencia	35.4	Heredia-Sarapiquí-Horquetas	35.3
Alajuela-San Ramón-Ángeles	33.3	Heredia-Sarapiquí-La Virgen	34.9
Cartago-Alvarado-Pacayas	25.6	Puntarenas-Buenos Aires-Buenos Aires	37.8
Cartago-Alvarado-Pacayas	25.5	Puntarenas-Golfito-Guaycara	37.1
Cartago-Cartago-San Nicolás	28.7	Puntarenas-Parrita-Parrita	33.6
Cartago-Cartago-San Nicolás	27.8	San José-Aserrí-Aserrí	27.6
Cartago-Jiménez-Juan Viñas	29.3	San José-Aserrí-Aserrí	27.6
Cartago-La Unión-San Rafael	27.9	San José-Goicoechea-Rancho Redondo	25.9
Cartago-La Unión-San Rafael	27.9	San José-Montes de Oca-San Pedro	31.7
Cartago-Paraíso-Orosí	26.3	San José-Mora-Colón	34
Cartago-Paraíso-Santiago	29.4	San José-Pérez Zeledón-Páramo	19.1
Guanacaste-Bagaces-Bagaces	41.2	San José-Santa Ana-Piedades	29
Guanacaste-La Cruz-La Cruz	37.1	San José-Vásquez de Coronado-San Rafael	29.8
Guanacaste-La Cruz-Santa Elena	38		

2.3 Humedad Relativa

Para los valores de humedad relativa máxima (figura 2.3.a) se observa un cambio con respecto enero y febrero, esto porque disminuyen la cantidad de zonas con un promedio de 100%, estos máximos se observan especialmente en Caribe Norte, Caribe Sur y el Pacífico Sur. Las zonas con menor porcentaje se encuentran de igual forma en el Pacífico Norte: provincia de Guanacaste y Península de Nicoya, así como en el Valle Central: partes de San José y Alajuela. Para la humedad relativa mínima (figura 2.3.b), se observa una disminución comparada con enero y febrero, donde todo el país tuvo valores entre los 20% y 30%, a excepción de algunas zonas del Pacífico Sur y Caribe Sur con valores de 50%. Finalmente, para la humedad relativa media (figura 2.3.c), casi todo el país estuvo

por encima del 70% de humedad relativa, las regiones con mayor porcentaje de humedad son: Zona Norte Oriental, Caribe Norte, Caribe Sur y el Pacífico Sur.

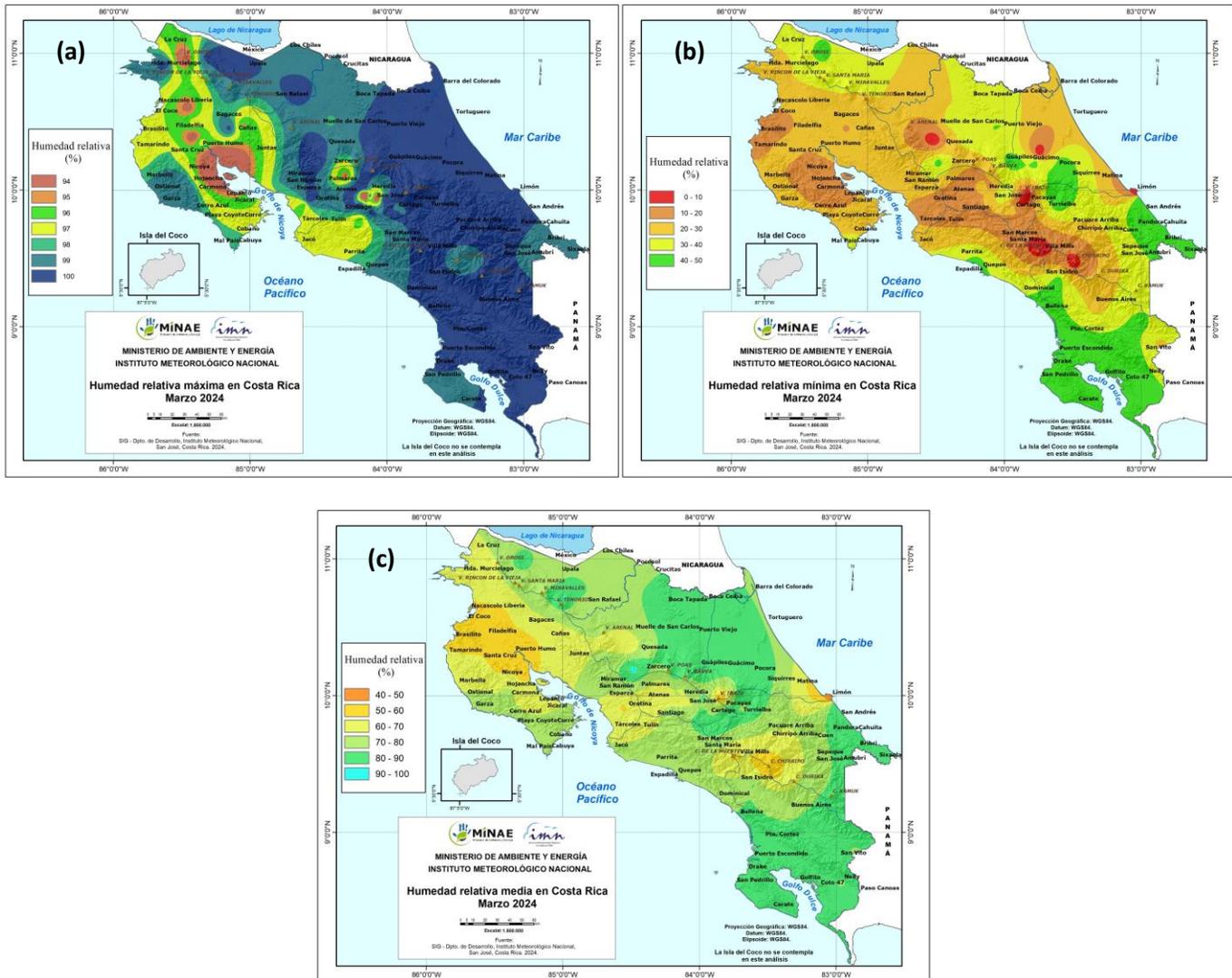


Figura 2.3. Humedad relativa para el mes de marzo 2024 (a) Máxima, (b) Mínima y (c) Media. Fuente: IMN.

2.4. Radiación y evapotranspiración

La radiación solar acumulada para el mes de marzo fue más alta comparada con los meses de enero y febrero. Los valores más altos mes se observan en la Pacífico Norte, específicamente en la península de Nicoya, en El Coco en Guanacaste y en Orotina en Alajuela, con valores superiores a los 800 W/m². Asimismo, las zonas con los valores más bajos de radiación se centran en los puntos más altos, como los volcanes y cerros (figura 2.4.a). Seguido, para el caso de evapotranspiración al igual que en radiación, este mes posee acumulados mayores comparado con enero y febrero, especialmente en Pacífico Norte, en zonas como El Coco, Filadelfia, Santa Cruz, Brasilito, Hojancha, Lepanto, Jicaral, Ostional, entre otros que se pueden observar en el mapa, con acumulados máximos de

200 mm. Por otro lado, los valores mínimos se observan especialmente en el Valle Central y Caribe Norte (figura 2.4.b). Si se hace una comparación con las variables de temperatura, humedad y radiación, se observa que los sectores con menor radiación, menor humedad relativa y valores más bajos de temperatura, están relacionados con los valores más bajos de evapotranspiración (figuras 2.2.1, 2.3 y 2.4).

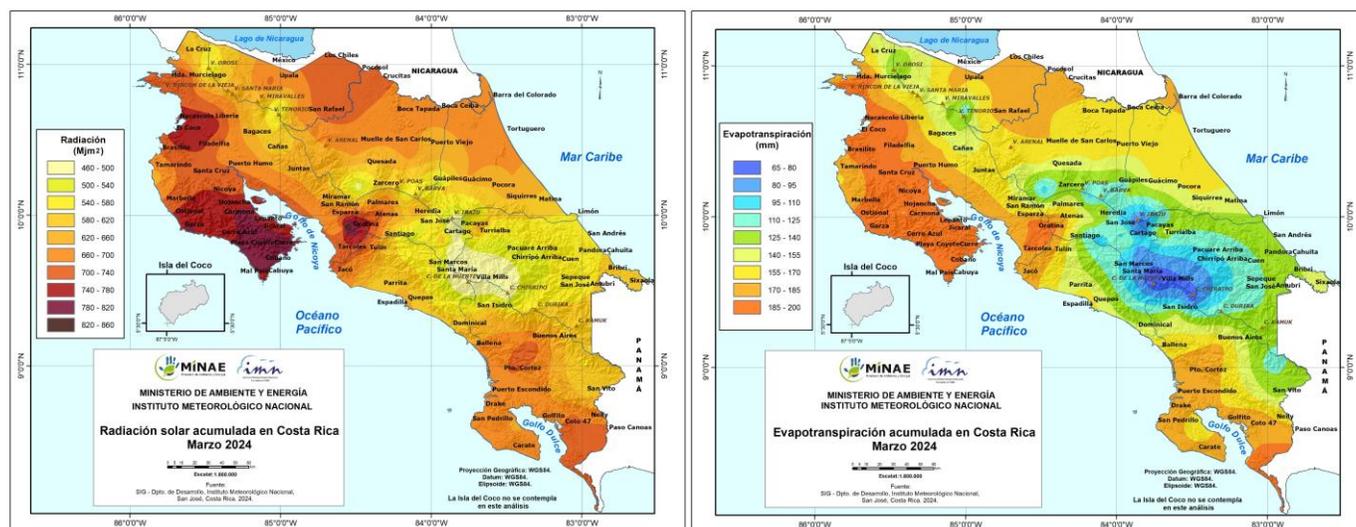


Figura 2.4. (a) Radiación solar acumulada y (b) Evapotranspiración acumulada para el mes de marzo del 2024. Fuente: IMN.

2.5. Viento

A continuación, se analizaron todas las estaciones del país y se recopilieron los datos de viento, dándole prioridad a las estaciones meteorológicas de los aeropuertos internacionales Juan Santamaría y Tobías Bolaños en el Valle Central, Daniel Oduber en el Pacífico Norte y el Internacional de Limón en el Caribe por su importancia como estaciones sinópticas del país. Estos aeropuertos se consideran puntos más representativos que reflejan el patrón de vientos característico en el país, esto principalmente por el registro histórico y el control de calidad que presentan.

El cuadro 2.5, presenta la velocidad media mensual y sus valores extremos en estos cuatro aeropuertos, mientras que en la figura 2.5.1 se pueden observar los valores medios diarios de la velocidad del viento.

Tabla 2.5.1. Algunas estadísticas del viento en los principales aeropuertos del país, en enero 2024. Fuente: IMN.

	Ráfaga máxima (km/h)	Máximo promedio horario (m/s)	Máximo promedio diario (m/s)	Velocidad media (m/s)	Dirección predominante
Aerop. Juan Santamaría	66,50	20,72	14,70	16,45	Noreste
Aerop. Tobías Bolaños	43,80	27,40	16,10	23,10	Noreste
Aerop. Daniel Oduber	76,20	27,60	17,80	18,67	Este
Aerop. de Limón	42,80	11,77	6,50	8,21	Suroeste

Según el cuadro 2.5.1 y la figura (2.5.1a-b), los promedios horarios y diarios más altos del viento, se registraron en la estación de Pavas, alcanzando en una hora un promedio de hasta 13 m/s y un promedio diario máximo de 12.3 m/s, en Limón se presentó el promedio máximo más alto, muy probablemente relacionado a los eventos extremos que se presentaron a inicios de mes.

De los cuatro aeropuertos, fue en el de Pavas donde se alcanzó el promedio mensual más alto, de 19.4 m/s, asimismo las ráfagas más intensas fueron en Liberia con 73,4 km/h, marzo fue un mes particularmente más ventoso de lo normal en particular los entre el 10 y 22 de marzo.

Por otro lado, a nivel nacional, los registros de promedios mensuales de viento más altos se encontraron en estaciones del Pacífico Norte, aunque en el Valle Central se presentaron los promedios altos, así como las ráfagas más altas.

En el mes hubo se observa que los primeros días se presentaron ráfagas de viento moderadas y débiles. Siendo entre el 20 y 22 un período de vientos más intensos.

En cuanto a las ráfagas, los valores más altos se encontraron en las estaciones del Pacífico Norte, con valores de hasta 91 y 86 km/h en la Cruz y Bagaces respectivamente, sin embargo, en los aeropuertos, las ráfagas más intensas fueron en el aeropuerto Daniel Oduber de Liberia con 73 km/h. Aunque fue un mes menos ventoso que febrero se registraron vientos intensos.

Durante este mes se presentan altas temperaturas y condiciones de vientos menos intensas que meses previos, sin embargo, se favoreció el alejamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) la mayor parte de marzo. Hubo condiciones de variabilidad muy importantes en el viento, predominando días con ráfagas intensas a mediados de mes.

Las figuras 2.5.2-5 contienen, para cada estación aeroportuaria, el gráfico de la rosa de los vientos, la distribución de frecuencias de la velocidad media horaria, el promedio y su respectiva dirección predominante según la hora del día durante el mes de marzo 2024.

Este mes presentaron condiciones variables, en Alajuela y Pavas, vientos predominantemente del este y sureste, entre débiles y moderados, se puede observar que las velocidades horarias más altas suelen presentarse en las horas de calentamiento diurno, cuando el aire es menos denso, se observa además que las frecuencias de las velocidades entre 0.5-5.4 m/s son las que más se repiten en el aeropuerto Tobías Bolaños, mientras que en el aeropuerto Juan Santamaría son valores entre 0.5-5.4 m/s, siendo entre 11 am y 3 pm el período más ventoso y durante la noche el menos intenso del promedio horario.

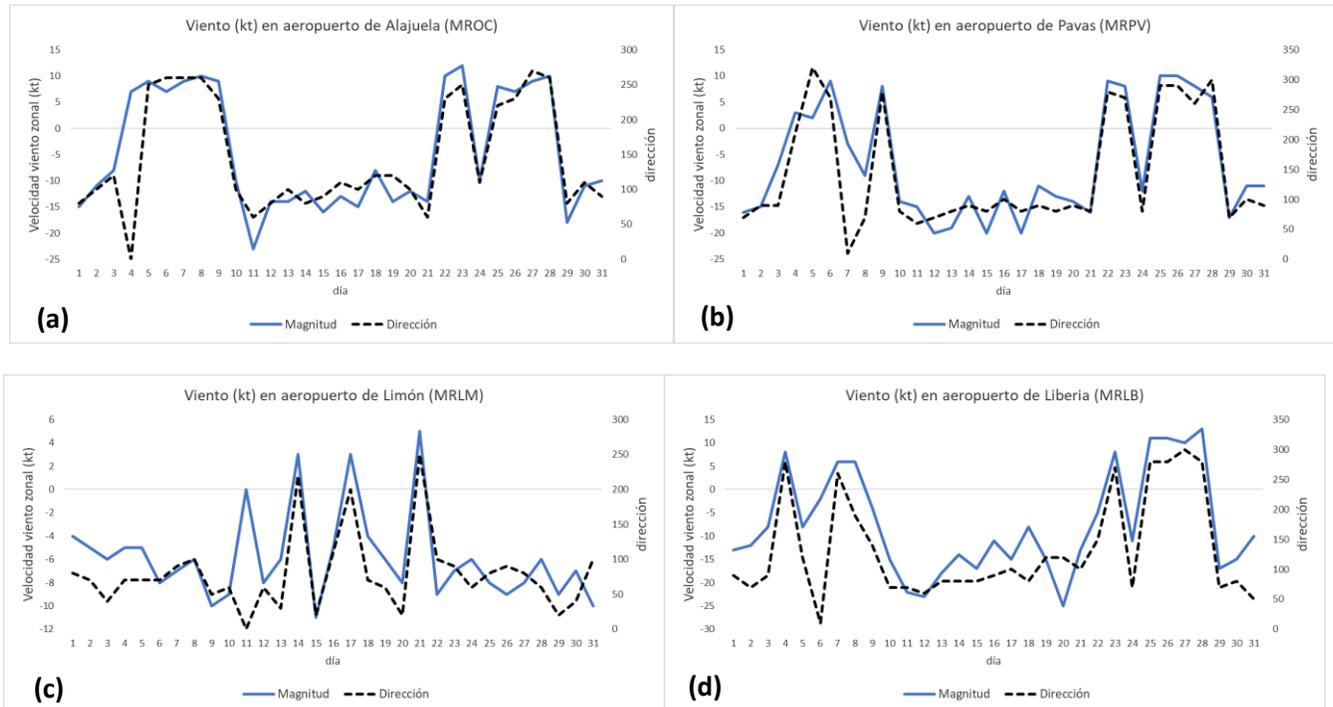


Figura 2.5.2. Promedio diario a las 12 m. de la rapidez del viento (kt) predominante, registrada en los aeropuertos (a) Juan Santamaría (Alajuela), (b) Tobías Bolaños (Pavas), (c) Limón y (d) Daniel Oduber Quirós (Liberia), durante el mes de marzo 2024. Las etiquetas muestran algunos valores de relevancia en Liberia. Fuente: IMN.

La variación debido al ciclo diario del viento no se nota en el aeropuerto de Pavas (MRPV), donde el viento se mantuvo predominantemente del este con velocidades promedio entre 15-25 m/s, eso demuestra que el viento estuvo mucho más débil que el mes de febrero, pero más intenso de lo que normalmente se presenta marzo, se presenta con condiciones de MJO convergentes, lo que favoreció velocidades moderadas.

Todas las estaciones de los aeropuertos, presentan frecuencias de vientos menores a 5.4 m/s, en el viento horario, evidenciando condiciones de vientos menos intensos que meses previos, esto coincide con el comportamiento de la MJO, el calentamiento del Pacífico y del Caribe.

En Limón, entre las 7 a.m. y las 5:00 p.m., ocurrieron los vientos con mayor intensidad y con dirección noreste (E); el resto del día, la fuerza del viento disminuyó y se presentó con dirección del oeste-suroeste (SO), como consecuencia resultante de la brisa tierra-mar y un efecto local entre la orografía cercana a la costa y la intensidad del viento que, al chocar con las montañas regresa hacia la costa, este efecto durante este mes no fue tan visible, y la relación de cambio de viento aunque se presentó no fue como el mes de enero que estuvo mucho más ventoso.

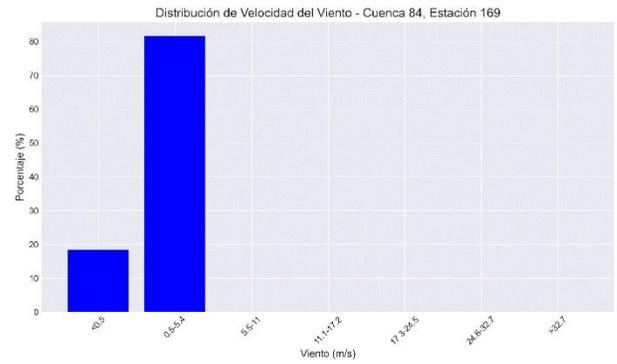
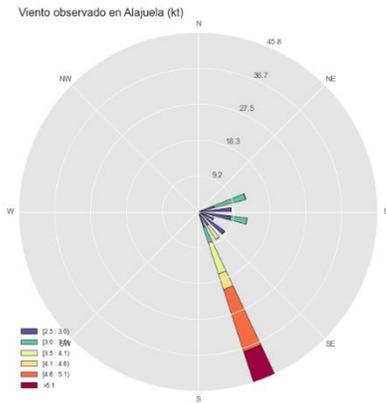


Figura 2.5.2. Arriba: Rosa de los vientos y distribución de frecuencias de la celeridad del viento (en m/s) para marzo del 2024 de la estación ubicada en el aeropuerto Internacional Juan Santamaría. A la derecha: Promedio horario de la velocidad (línea negra) y su respectiva dirección (en rojo)

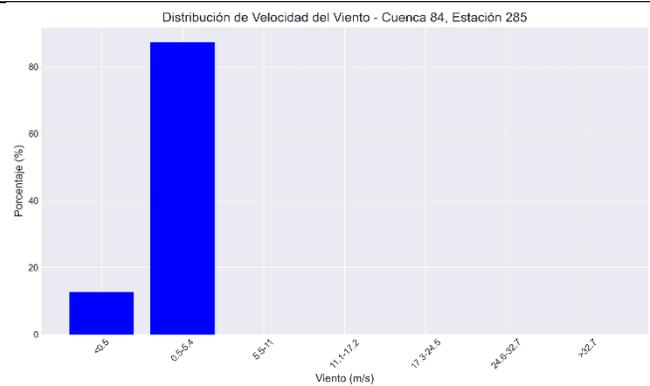
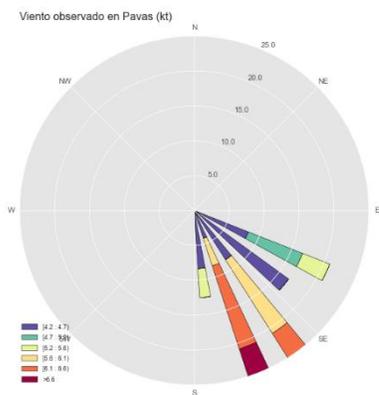
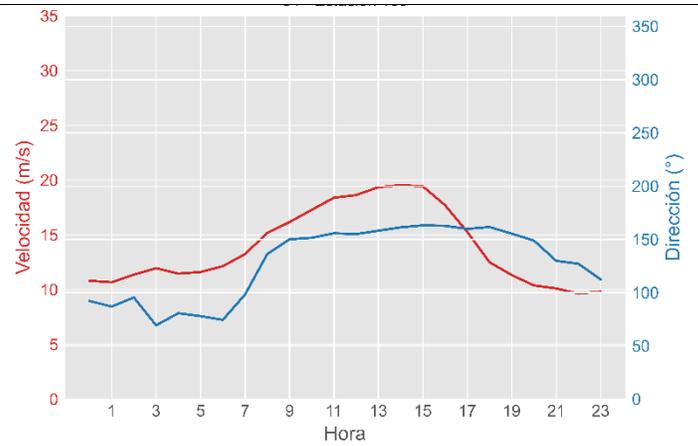


Figura 2.5.3. Arriba: Rosa de los vientos (imagen a la izquierda) y distribución de frecuencias de la celeridad del viento (en m/s) para marzo 2024 de la estación ubicada en el aeropuerto Tobías Bolaños (Pavas). A la derecha: Promedio horario de la velocidad (línea negra) y su respectiva dirección (en rojo).

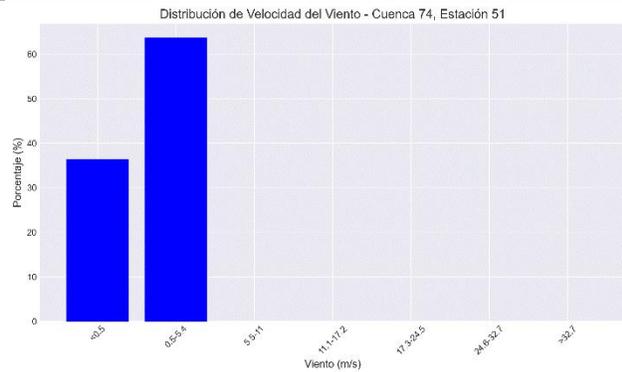
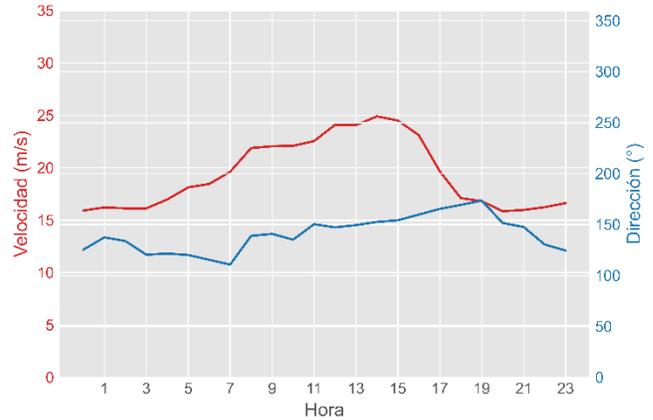
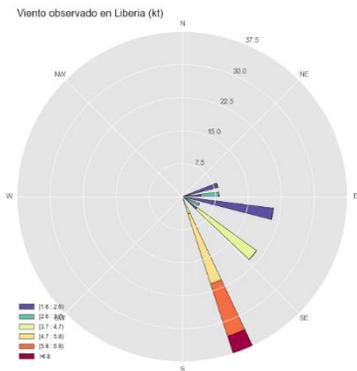


Figura 2.5.4. Arriba: Rosa de los vientos y distribución de frecuencias de la celeridad del viento (en m/s) en marzo 2024 de la estación ubicada en el aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós (Liberia). A la derecha: Promedio horario de la velocidad (línea negra) y su respectiva dirección (en rojo).

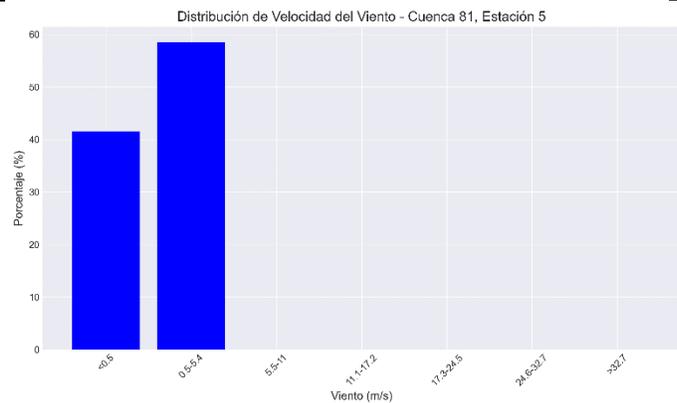
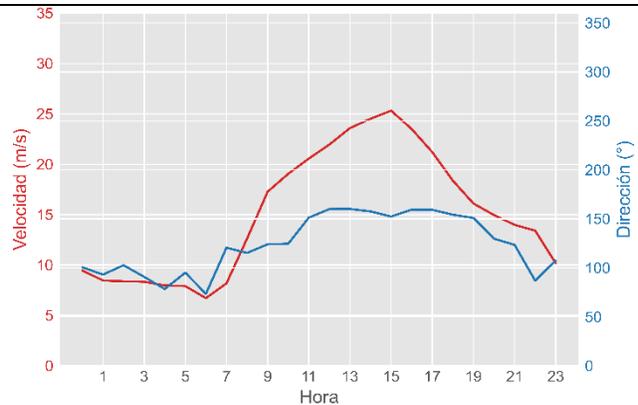
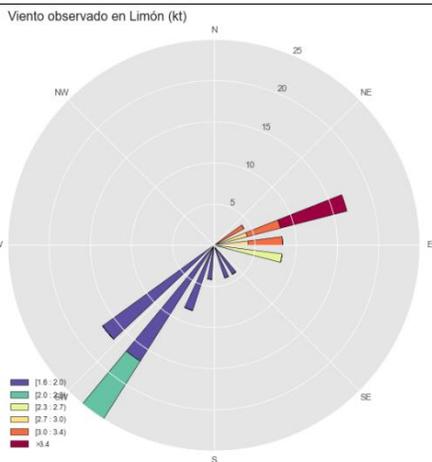
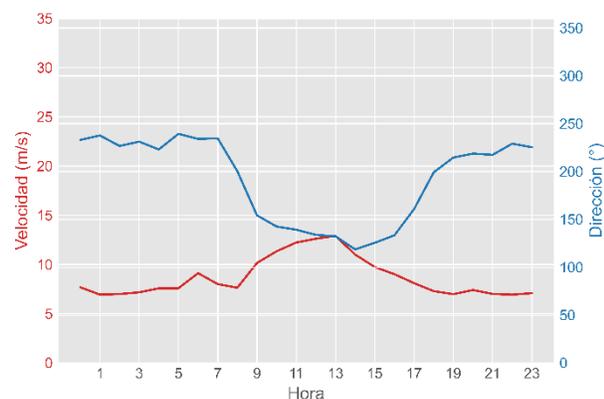


Figura 2.5.5. Arriba: Rosa de los vientos y distribución de frecuencias de la celeridad del viento (en m/s) para marzo 2024 de la estación ubicada en el aeropuerto Internacional de Limón. A la derecha: Promedio horario de la velocidad (línea negra) y su respectiva dirección (en rojo).



Se puede determinar que en el aeropuerto de Limón (figura 2.5.5) predominaron en este mes vientos del suroeste con una componente casi del oeste; sin embargo, en las horas de mayor calentamiento diurno los vientos fueron del este (figura 18). Aquí, la celeridad media mensual fue de 7-13 m/s con un promedio horario máximo de 6 m/s y diario de 15 m/s, presentándose este alrededor del mediodía, estos valores atípicamente altos se pueden asociar al incremento de vientos alisios que hubo durante este mes, a pesar de los valores de temperatura.

En Limón el 56% del tiempo las magnitudes permanecieron entre 0,5 m/s y 5,4 m/s, clasificados como vientos moderados, en Liberia hubo una mayor variabilidad, debido a que el viento se presentó un 65 % de veces entre 0,5 m/s y 5,4 m/s y alrededor de un 20% de veces entre 5.41 y 11 m/s, similar al aeropuerto de Pavas.

Se observó, similarmente a meses anteriores, que los registros más altos fueron en el Pacífico Norte (Tabla 2.5.2), principalmente en los sectores aledaños a los pasos montañosos, el registro más alto del mes fue el de la estación de la Asada de Guayabo (76067), que con la Cruz (72191) fueron las que tuvieron el registro más alto de ráfagas registradas en el territorio nacional, ese comportamiento ocurrió debido a la componente del viento predominante en la fue del oeste, sin embargo, se presentaron ráfagas intensas por la afectación de algunos sistemas frontales de manera puntual.

Se puede mencionar que más del 50 % de las estaciones meteorológicas que registran datos en el IMN, estuvieron con ráfagas superiores a los 50 km/h (como se muestra en la Tabla 2.5.2), esto debido a que hubo eventos extremos de vientos fuertes como empujes fríos y altas presiones que favorecieron estas condiciones, aunque a diferencia de meses anteriores las ráfagas no superaron los 91 km/h.

Tabla 2.5.2. Registros de las 50 ráfagas de viento más intensas registrada a nivel nacional para el mes de marzo 2024. Fuente: IMN.

Cuenca	Estación	Ráfaga Máxima (km/h)	Cuenca	Estación	Ráfaga Máxima (km/h)
76	67	91	84	249	63
73	137	86	84	185	63
74	71	83	73	129	62
74	73	77	84	199	62
84	231	74	84	193	61
76	63	73	74	75	61
74	51	73	74	61	60
94	13	73	81	5	60
84	209	71	84	187	58
98	91	70	74	77	58
78	33	70	82	17	57
74	67	69	82	19	57
76	55	68	84	197	56
84	233	68	76	59	56
84	243	68	84	245	55
84	141	67	69	751	54
84	219	66	73	123	54
84	285	66	72	153	53
72	149	65	74	63	53
74	53	65	98	107	52
84	169	65	84	189	52
84	237	64	88	57	52
74	81	64	84	191	52
84	221	64	84	139	51
72	163	63	82	15	50

2.6. Descargas Atmosféricas

En la figura 2.6.1 se presentan el total de descargas de rayos registrados durante el mes de marzo. Se puede observar que el Pacífico Sur hasta 6700 rayos y en el Pacífico Norte hasta 2700 rayos.

En Valle Central y Pacífico Central fueron las regiones con menores registros de descargas eléctricas del Pacífico. La presencia de mayor cantidad de rayos que en febrero sugiere un mayor contenido de humedad en la atmósfera y la cercanía de la ZCIT al menos en la región del Pacífico.

En la figura 2.6.2 se muestran las descargas durante cada día, se evidencia que el período entre el 22 al 31 fueron donde mayor cantidad de descargas eléctricas atmosféricas, coincidiendo con alisios más débiles y con ello la cercanía de la ZCIT. Por otro lado, el día 25 fue cuando mayor cantidad de descargas se presentaron, estas condiciones se debieron

un mayor contenido de humedad en toda la región y una última década de marzo de alisios muchos más débiles.



Figura 2.6.1. Registros de los rayos registrados espacialmente a nivel nacional durante el mes de marzo 2024. Fuente: IMN.

2.7. Sequía meteorológica

En la base del Sistema de Alerta Temprana de Sequía meteorológica (SAT-sequía) que maneja el IMN (figura 2.7.1 y figura 2.7.2), se mantiene la condición de sequía meteorológica en la región climática del Caribe Sur y Caribe Norte; se mantiene la nueva sequía meteorológica en las regiones climáticas de la Zona Norte (Oriental y Occidental), Pacífico Norte (cantones de La Cruz, Liberia, Carrillo, Santa Cruz, Bagaces, Cañas y Tilarán), Pacífico Central (cantones de Quepos y Parrita), Pacífico Sur (cantones de Golfito y Corredores) y Valle Central (cantones de Cartago, El Guarco, Paraíso, Oreamuno y Alvarado).

Distribución diaria de descargas atmosféricas marzo de 2024

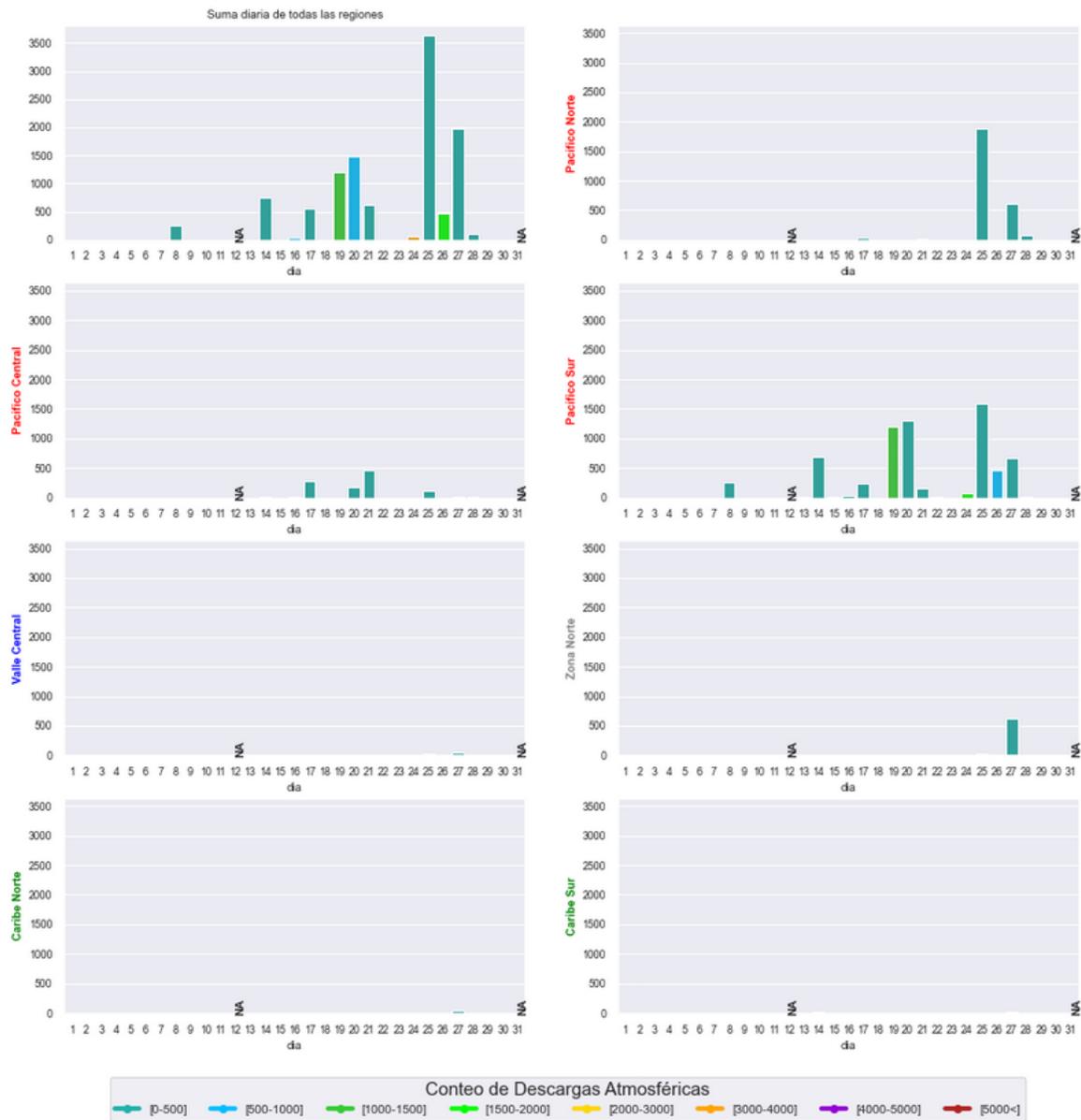


Figura 2.6.2. Distribución horaria y por región de los registros de rayos durante el mes de marzo 2024. Fuente: IMN.

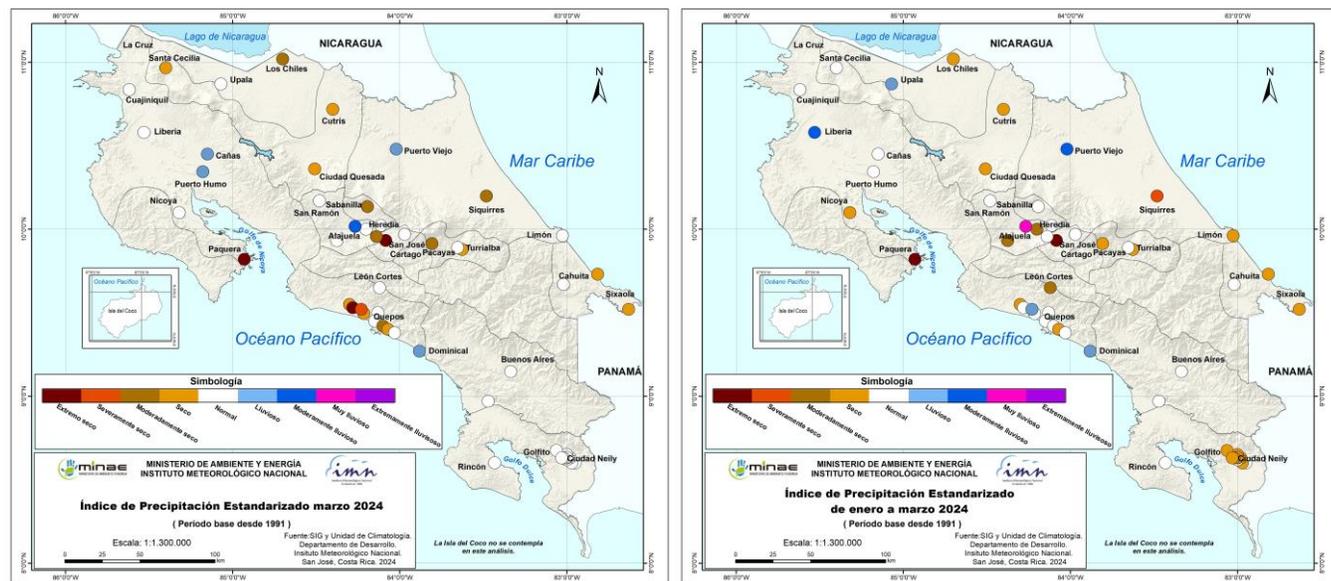


Figura 2.7.1. Índice de sequía mensual para enero 2024 (izquierda) y trimestral de noviembre 2023 a enero 2024 (derecha). Se muestran según la región climática del país. Fuente: IMN.



Figura 2.7.2. Sequía meteorológica, actualización de marzo 2024. Fuente: IMN.

3. Eventos Meteorológicos Extremos

No se registraron eventos extremos en este mes.