

BOLETÍN

Meteorológico Mensual



 www.imn.ac.cr
 imn@imn.ac.cr
 [+\(506\)2222-5616](tel:+50622225616)

Apdo.postal: 5583-1000

**Calle 17, avenida 9
San José, Costa Rica**

Edición general:
Eladio Solano

Contenido:
Juan Diego Naranjo Díaz
Nury Sanabria
Rosangélica Montero
Karina Hernández

Fotografía de portada:
Kenneth Chaves Cruz

Tomado de:
Barra del Colorado



Resumen	1
Condiciones atmosféricas regionales	1
Condiciones atmosféricas locales de Costa Rica	17

RESUMEN METEOROLÓGICO NOVIEMBRE DE 2024**Juan Diego Naranjo Díaz**Departamento de Meteorología Sinóptica y Aeronáutica
Instituto Meteorológico Nacional**Resumen**

Noviembre fue un mes en extremo lluvioso en Costa Rica, debido a la posición anómala de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), favorecida por una atmósfera inestable que generó lluvias en el país.

Sumado a lo anterior, la formación de ciclones tropicales cerca de América Central -uno de ellos ingresando a Belice- y el paso de una vaguada tropical en la tropósfera alta (TUTT por sus siglas en inglés) generó uno de los temporales más extensos y lluviosos que se hayan registrado para un noviembre.

a) Condiciones atmosféricas regionales

El siguiente es un análisis del patrón atmosférico promedio a escala sinóptica de las regiones del Océano Atlántico Norte (incluyendo el Mar Caribe y el Golfo de México) y el Océano Pacífico Tropical del Este (PTE) durante el mes de noviembre, las cuales son influyentes en el tiempo atmosférico de América Central.

Las variables analizadas son: viento promedio en los niveles atmosféricos de 250 hectopascales (hPa), 500 hPa y 850 hPa; los valores promedio y anomalía de la presión atmosférica al nivel del mar, la anomalía del contenido de humedad en la atmósfera a través de la variable conocida como agua precipitable (PWAT por sus siglas en inglés) y anomalía de la radiación de onda larga saliente (OLR por sus siglas en inglés). Además, se describe el comportamiento de la oscilación atmosférica Madden-Julian (MJO por sus siglas en inglés) y las precipitaciones estimadas satelitalmente en América Central.

Los datos de las variables atmosféricas fueron tomados del reanálisis del Laboratorio de Ciencias Físicas de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA por sus siglas en inglés); mientras que, tanto la MJO como las precipitaciones fueron tomadas del Centro de Predicciones Climáticas de los Estados Unidos (CPC por sus siglas en inglés).

También, se analizan las variables meteorológicas de viento, temperatura y precipitaciones para Costa Rica, utilizando datos registrados por la red de estaciones meteorológicas del Instituto Meteorológico Nacional y finalmente, se describen los eventos extremos meteorológicos ocurridos durante el mes.

En general, se concluye que durante noviembre:

- a) El patrón atmosférico sinóptico fue inestable en la región debido a un anticiclón en la troposfera superior y la convergencia del viento desde superficie hasta el nivel medio, favoreciendo la convección profunda - masas de aires moviéndose desde la superficie hasta la parte superior de la atmósfera- en el PTE y el Mar Caribe.
- b) El debilitamiento del Anticiclón de Azores en el Atlántico Norte hizo que la presión atmosférica en el Mar Caribe también fuese débil, generando los vientos Alisios en muy débiles en la cuenca.
- c) La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) estuvo sobre América Central e ingresó al Suroeste del Mar Caribe, en una posición anómala para noviembre, aportando abundante humedad en la región.
- d) La Oscilación Madden-Julian estuvo en su fase divergente en la primera quincena del mes, creando un ambiente favorable para las precipitaciones.

1.1 Análisis de las condiciones atmosféricas regionales

A continuación, se describe el patrón sinóptico promedio para la región, utilizando las líneas de corriente en los niveles atmosféricos de 250 hPa, 500 hPa y 850 hPa. Las líneas de corriente son generadas a partir de los datos de la dirección del viento promedio mensual en cada nivel:

Nivel de 250 hPa (figura 1.1 a)): En el PTE y el Mar Caribe un par de anticiclón localizados uno frente a la costa pacífica de México y otro entre Jamaica y Colombia, generaron una amplia circulación anticiclónica que dominó ambos sectores marítimos, incluyendo el Golfo de México y América Central, lo cual favoreció la divergencia en los sectores marítimos sobre la región.

Por su parte, en la zona subtropical del Hemisferio Norte (al norte de los 30°N) como en el Golfo de México y el Atlántico Norte, predominó el patrón de onda zonal del Oeste, con eje de vaguada iniciando sobre la cordillera de las Rocallosas y eje de dorsal sobre la costa este de Estados Unidos.

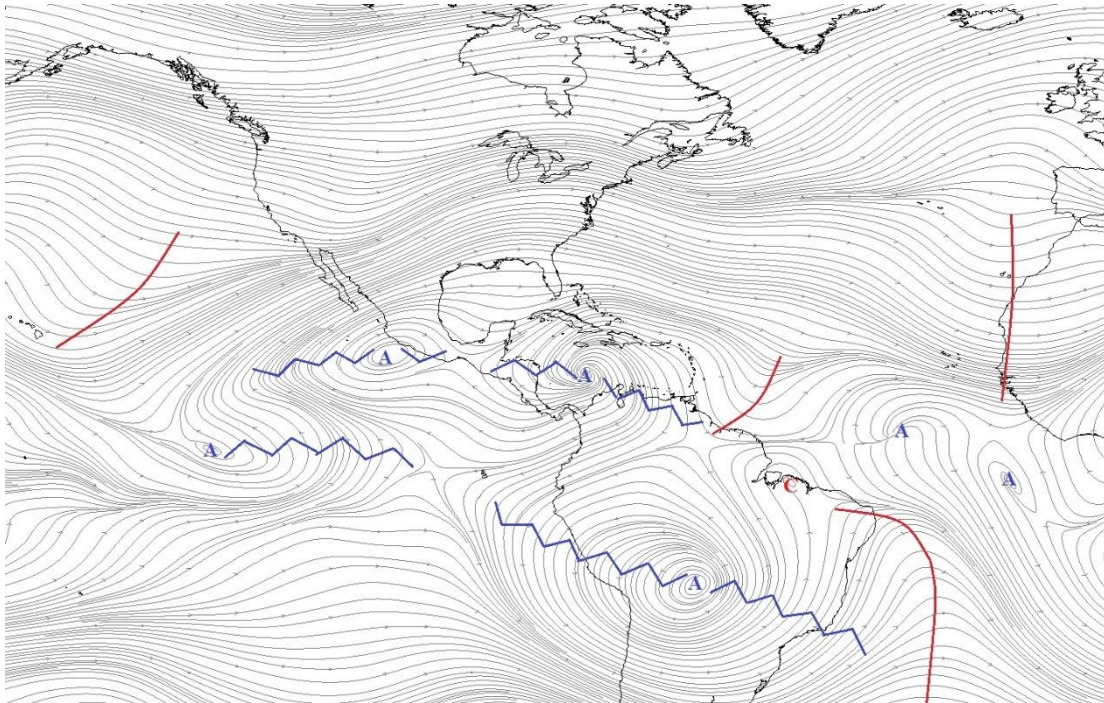
Nivel de 500 hPa (figura 1.1 b)): en el zona tropical, un extenso eje de dorsal abarca la mayor parte de la región de análisis entre los 14°N y 23°N desde África hasta el PTE, pasando sobre las islas de las Antillas del Caribe y México, unidos por cuatro centros anticiclónicos ubicados el primero en el centro del Atlántico Tropical, el segundo al Noreste de las islas de las Antillas Menores, el tercero en Cuba y el último frente a la costa pacífica de México. Además, una amplia vaguada

invertida frente a la costa caribeña de América Central desde Panamá hasta el Canal de Yucatán, lo cual es un indicativo de convergencia desde bajo nivel.

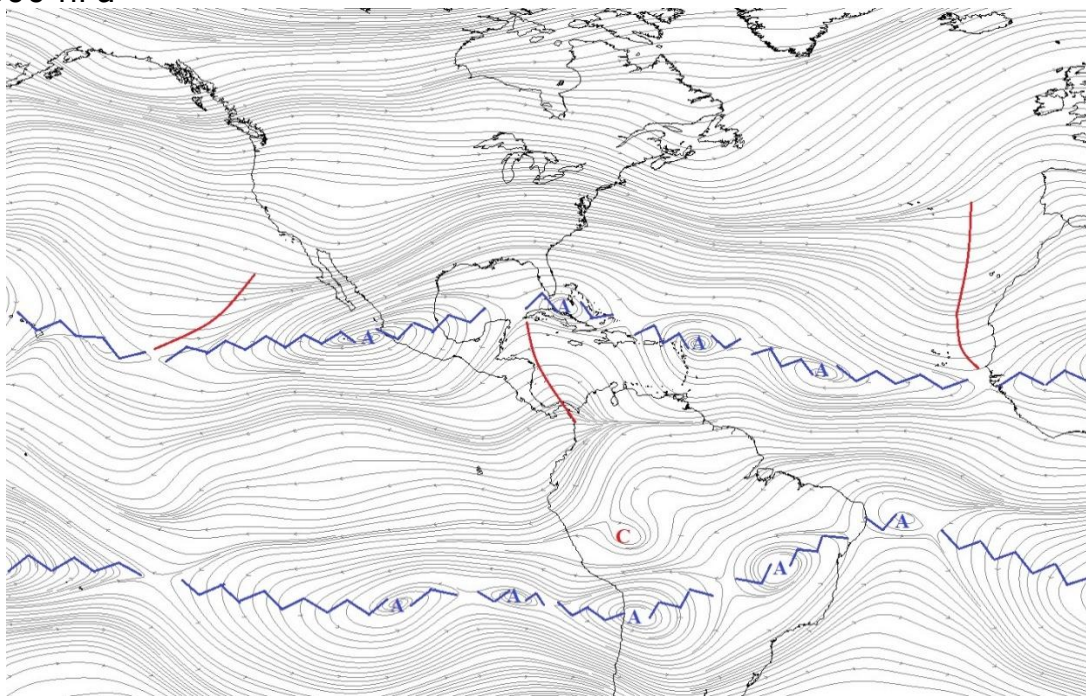
En la zona subtropical, persiste el patrón onda de viento zonal del Oeste que proviene del nivel superior, con eje vaguada sobre las Rocallosas y eje de dorsal los estados del este de Estados Unidos.

Nivel de 850 hPa (figura 1.1 c)): En el Atlántico Norte, tres anticiclones se localizaron alrededor de la latitud 26°N todos asociados a un débil Anticiclón de las Azores en superficie; la circulación formada por estos tres anticiclones se mantuvo en la cuenca del Atlántico Tropical. Por su parte, en el suroeste del Mar Caribe, un circulación ciclónica dominó el oeste de la cuenca, toda América Central y parte el PTE; este ciclón forma parte de la ZCIT en superficie proveniente del PTE y que estuvo presente sobre el sur de América Central e ingresó a la cuenca durante el mes. Como se mencionó anteriormente, la convergencia en este nivel llegó hasta los 500hPa y se vio reflejada como una vaguada invertida frente a la costa centroamericana.

a) 250 hPa



b) 500 hPa



c) 850 hPa

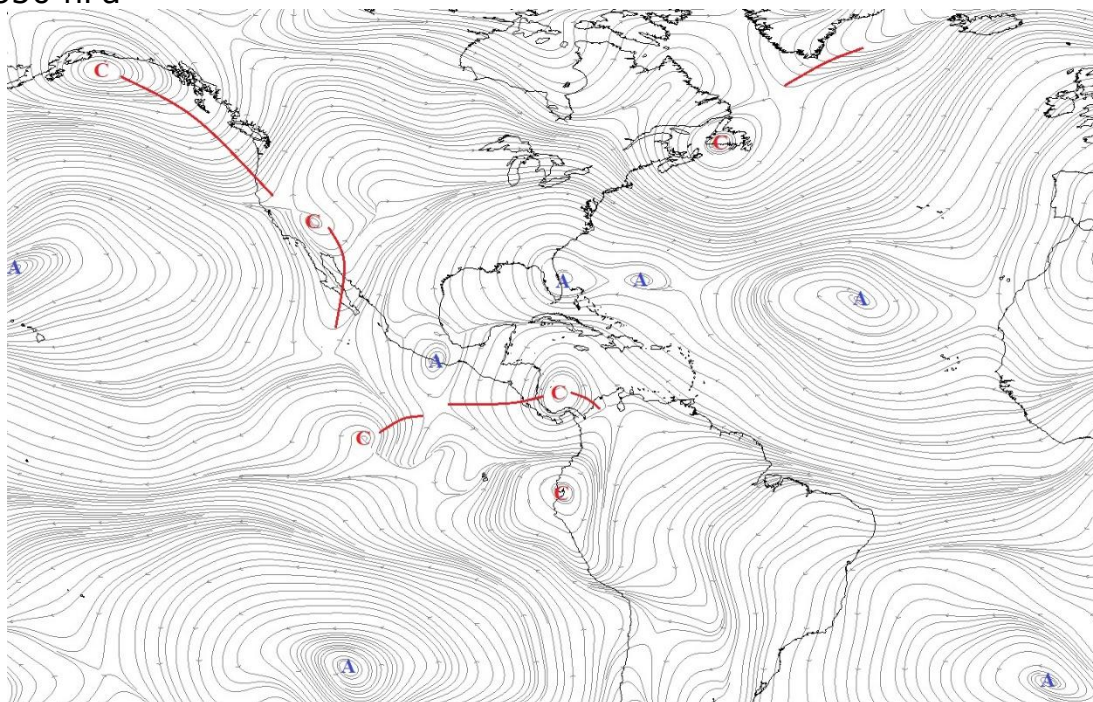


Figura 1.1. Líneas de corriente promedio durante noviembre de 2024 en los niveles atmosféricos de: a) 250 hPa, b) 500 hPa, c) 850 hPa. Las líneas rojas muestran la ubicación de los ejes de vaguada y las líneas azules los ejes de dorsal; la letra "A" significa movimiento anticiclónico -a favor de las agujas del reloj- del viento y la letra "C" movimiento ciclónico -en contra de las agujas del reloj- del viento. Fuente: NOAA/ESRL Physical Sciences Laboratory - IMN.

1.2 Presión atmosférica a nivel del mar

En el Océano Atlántico, el Anticiclón de las Azores estuvo débil y confinada al Atlántico Tropical (figura 1.2), ocasionando al mismo tiempo que disminuyera la presión atmosférica en el Mar Caribe y el Golfo de México. Su máximo se localizó alrededor de 27°N y 37°O - al suroeste de su posición climatológica en 37°N y 30°O - con una presión promedio en el centro de 1018 milibar (mbar); esto significó los alrededores del centro, se registraron entre 2 mbar y 3 mbar por debajo de la presión atmosférica climatológica. Esto debido principalmente a una fuerte disminución de la presión atmosférica en el norte del Atlántico Norte -arriba de los 35°N- con valores registrados entre 1002 mbar y 1006 mbar, lo que significa alrededor de 10 mbar por debajo de los valores climatológicos.

En detalle, sobre el Mar Caribe y parte del PTE (incluyendo América Central) la presión atmosférica fue en promedio de 1011 mbar con un mínimo de 1009 mbar en el oeste del Caribe (entre 1 mbar y 3 mbar por debajo del promedio climatológico), esto asociado con el ingreso de la ZCIT desde el PTE hacia la cuenca, además de la formación de dos ciclones tropicales en el área (Rafael y Sara).

Finalmente, en el Golfo de México, en particular al oeste frente a la costa de Veracruz, hubo una disminución de la presión de hasta 5 mbar, a registrarse valores de 1012 mbar, debido a la presencia de vaguada en este nivel durante el mes.

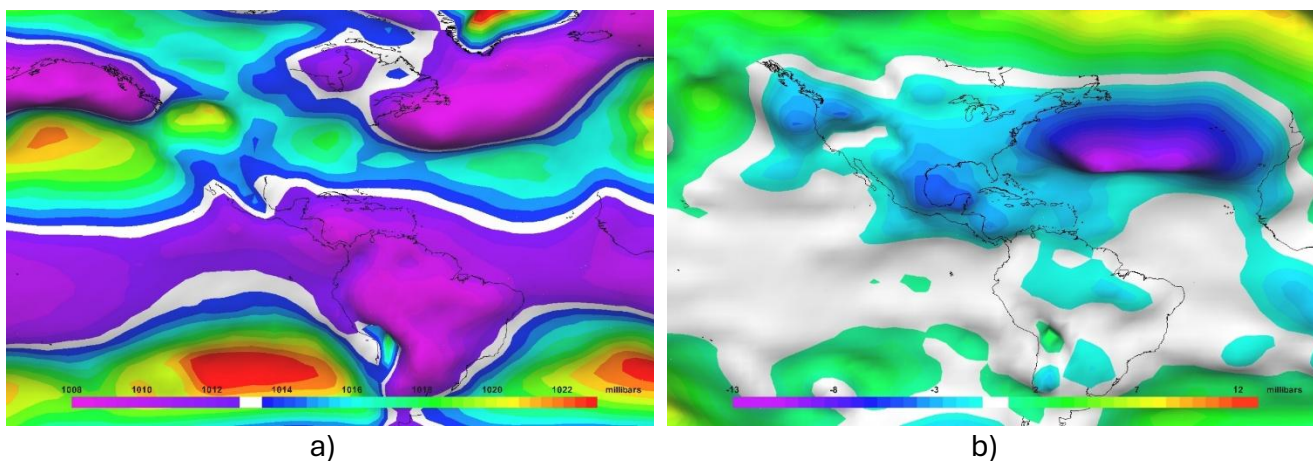


Figura 1.2. Presión atmosférica a nivel del mar en milibares (mbar) en el Océano Atlántico, el Mar Caribe, el Golfo de México y el Pacífico Tropical del Este durante noviembre de 2024: a) promedio mensual y b) anomalía mensual. La anomalía se define como la diferencia entre los valores registrados y los valores promedio climáticos del mes. Fuente: Reanálisis NOAA/ESRL Physical Sciences Laboratory - IMN.

1.3 Comportamiento del viento

El patrón de la presión atmosférica descrito anteriormente influyó en el comportamiento de los vientos en el nivel de 850 hPa sobre la región (figura 1.3).

En el Atlántico Norte, el debilitamiento de la presión atmosférica al norte de los 35°N generó una anomalía ciclónica en esta región y también se reflejó en vientos Alisios muy débiles en la región del Atlántico Tropical a causa del debilitamiento del Anticiclón de las Azores, predominando mayormente vientos débiles o provenientes del oeste en esta área.

Por otra parte, en América Central hubo un predominio de vientos del oeste desde el PTE hasta el Mar Caribe asociados principalmente a la disminución de la presión atmosférica en el centro de la cuenta y la posición de la ZCIT sobre el sur de la región en este mes. La intensidad de los vientos en la región con valores máximos de rapidez entre 5 m/s y de 7 m/s por arriba de su promedio climatológico.

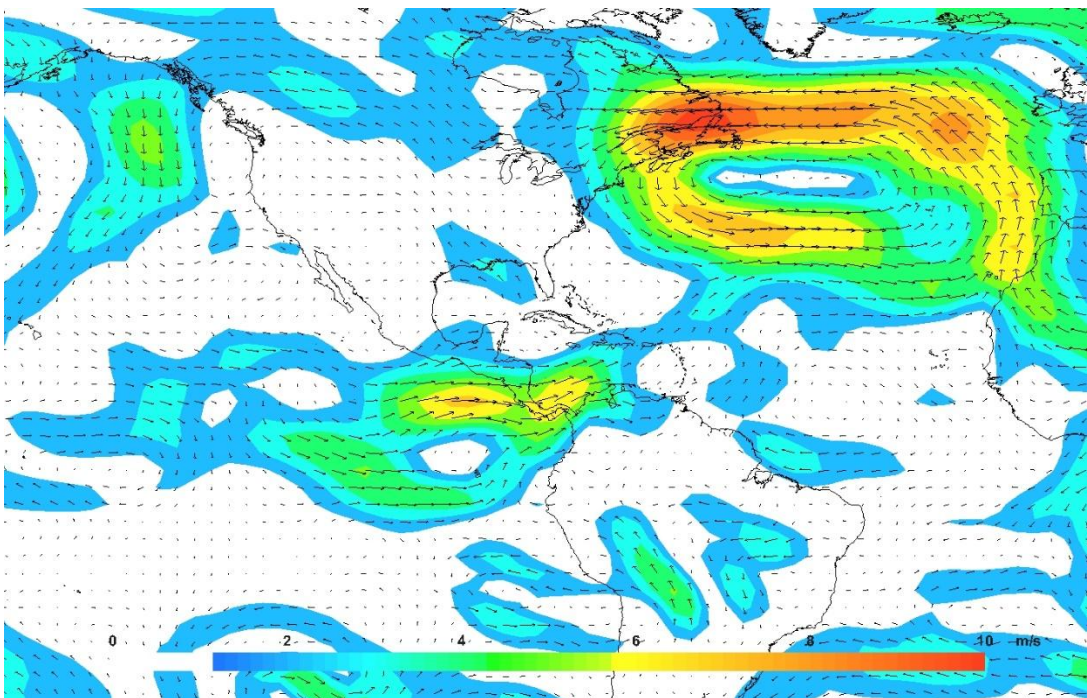


Figura 1.3. Anomalía del viento para el nivel de 850 hPa durante noviembre de 2024. Los colores indican la anomalía de la rapidez del viento (en metros por segundo) y las flechas la anomalía en la dirección en este nivel. Fuente: NOAA/ESRL Physical Sciences Laboratory - IMN.

1.4 Zona de Convergencia Intertropical

Para el análisis de la ubicación promedio de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) en el PTE, se utilizó las líneas de corriente en el nivel de 1000 hPa y se comparó con su respectiva posición climatológica.

Al mismo tiempo, para la actividad convectiva asociada a la ZCIT y su influencia en América Central, se analizaron las siguientes variables meteorológicas sobre la región: velocidad vertical omega y su anomalía relacionada con los movimientos verticales del aire, la anomalía del agua precipitable (PWAT) asociado al contenido de humedad en la atmósfera y la anomalía de la radiación de onda larga saliente (OLR) asociada con la cantidad de nubes presentes en la atmósfera ya que la presencia de ellas impiden (por el contrario, la ausencia de ellas permite) la salida de radiación desde la superficie de la Tierra hacia el espacio.

De acuerdo con las líneas de corriente (figura 1.4 a)), la ZCIT en el PTE cercano a América Central se ubicó frente a la costa pacífica desde el Golfo de Tehuantepec e ingresó al Mar Caribe atravesando de Nicaragua. Al mismo tiempo, desde Tehuantepec la ZCIT se extendió hacia el Océano Pacífico. Esta posición tan al norte de la ZCIT es inusual para este mes ya que, de acuerdo con su climatología (figura 1.4 b)), debería ubicarse frente sobre Panamá y el sur de Costa Rica. Esta posición tan anómala se atribuye a dos factores sinópticos: el debilitamiento de los vientos alisios en el Mar Caribe y la formación de dos ciclones tropicales en el centro del Mar Caribe durante el mes.

En lo que respecta a su actividad convectiva, un corte transversal de la atmósfera sobre el PTE cercano a América Central (figura 1.5 a)), muestra que los mayores valores estimados de velocidad vertical (superior a los $-0,05$ Pa/s) -asociado con ascensos de aire a través de la atmósfera - en noviembre ocurrieron entre los 1000 hPa y los 700 hPa; lo cual contrasta con el patrón climatológico de la ZCIT para el mes (figura 5 b)), donde los ascensos de aire deberían alcanzar hasta los 300 hPa. Esto implica que en promedio, la convección profunda generada por la ZCIT fue menor a lo esperado para un noviembre; sin embargo, esto no significa una disminución de las precipitaciones.

En general, la anomalía de omega (figura 1.6) fue negativa (entre $-0,04$ Pa/s y $-0,05$ Pa/s) sobre el norte de América Central y la cuenca del Mar Caribe; siendo esto un reflejo del proceso de convección profunda (formación de tormentas por ascenso de aire desde la superficie hasta la capa superior de la atmósfera).

Debido al ingreso de la ZCIT al Mar Caribe, hubo una mayor concentración de humedad (figura 1.7) sobre América Central y el suroeste del Caribe desde el PTE. En general, en la región se registró $6,0$ kg/m² por encima de la climatología, con valores máximos de $8,0$ kg/m² en el oeste del Caribe lo cual creó un ambiente con suficiente humedad disponible para la generación de precipitaciones.

Finalmente, la anomalía de la OLR (figura 1.8) fue menor a su climatología (entre -5 W/m² y -20 W/m²) en América Central y el Mar Caribe, como consecuencia de

la presencia constante de nubosidad permitiendo una menor salida de radiación de onda larga desde la superficie de la Tierra.

En resumen, la Zona de Convergencia Intertropical se localizó más al norte de su posición característica para noviembre debido a la disminución en el Mar Caribe de la presión atmosférica y los vientos Alisios; aunque el ascenso de masas de aire húmedos fue menor a sus valores climatológicos, generó un constante flujo de humedad desde el PTE hacia América Central, ocasionando mayor nubosidad y abundantes precipitaciones en la región.

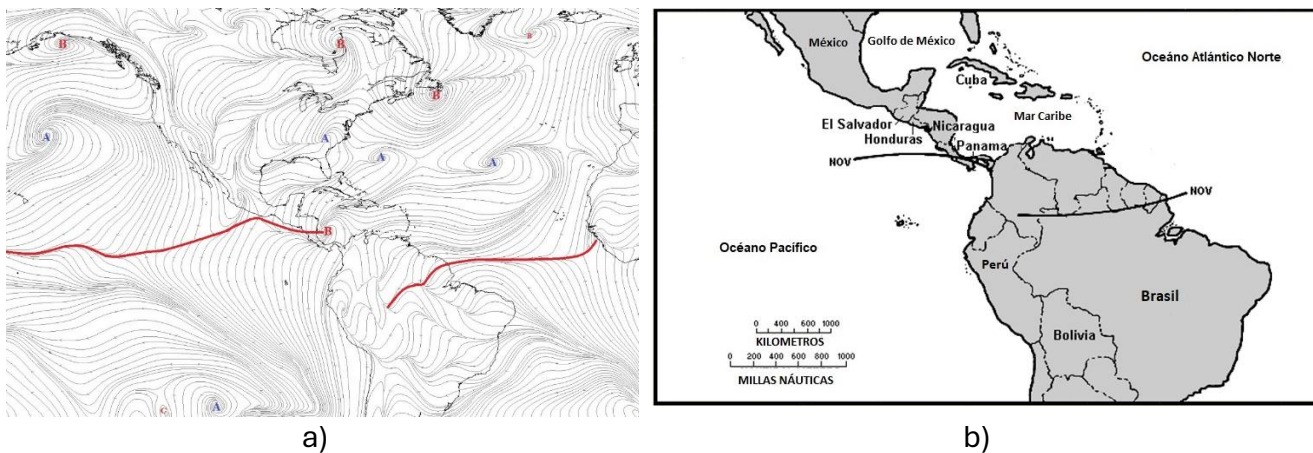


Figura 1.4. a) Representación de la Zona de Convergencia Intertropical mediante líneas de corriente en superficie (nivel de 1000 hPa) y b) Posición climatológica de la Zona de Convergencia Intertropical en el Pacífico Tropical del Este durante noviembre. Fuente: Reanálisis NOAA/ESRL Physical Sciences Laboratory, Climate Prediction Center (CPC) e IMN.

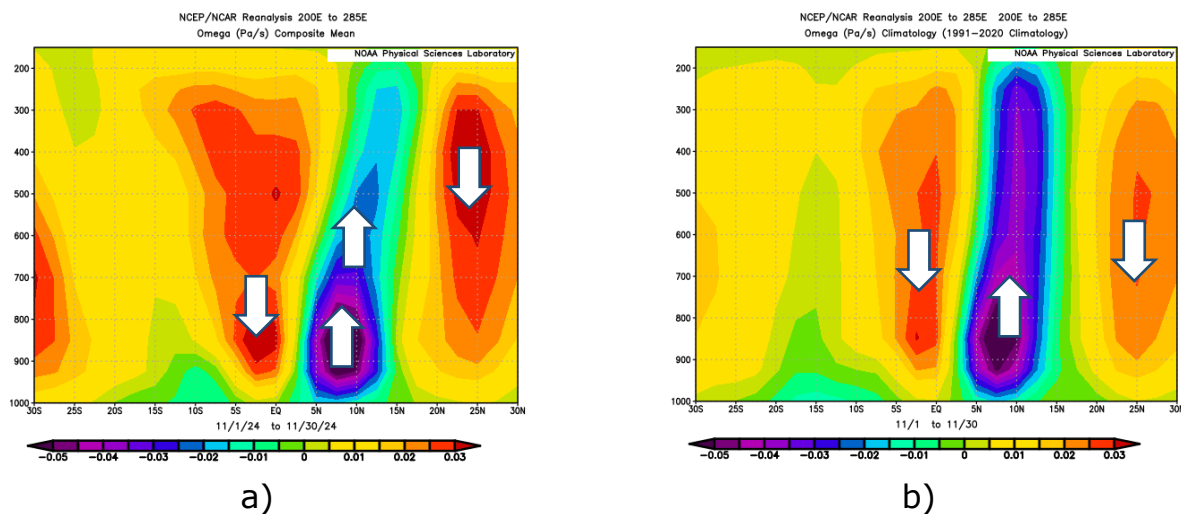


Figura 1.5. a) Promedio de la variable omega en Pascal por segundo en la región del Pacífico Tropical del Este y b) climatología de la variable omega durante noviembre de 2024. Los tonos azulados indican ascensos de aire desde la superficie y los tonos rojizos indican descensos de aire desde lo alto de la atmósfera. Fuente: Reanálisis NOAA/ESRL Physical Sciences Laboratory, Climate Prediction Center (CPC) e IMN.

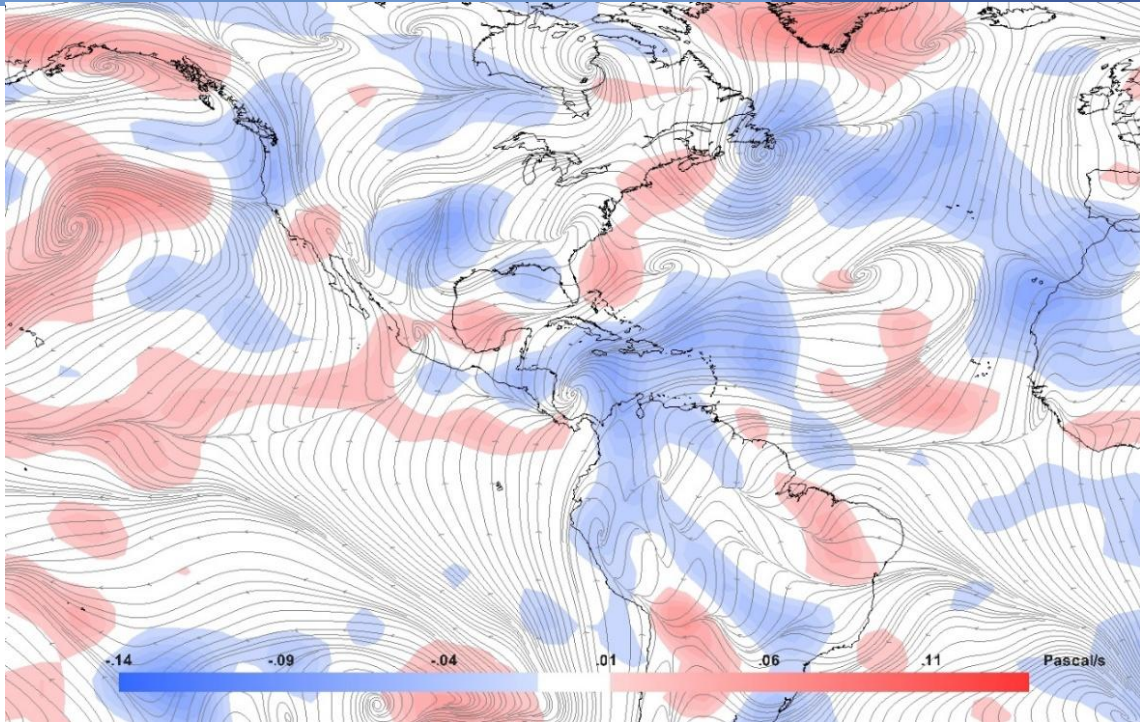


Figura 1.6. Anomalía de la velocidad vertical omega en Pascal por segundo para el nivel de 500 hPa durante noviembre de 2024. Los tonos rojos (azules) indican mayor (menor) intensidad de la variable omega. Fuente: Reanálisis NOAA/ESRL Physical Sciences Laboratory, Climate Prediction Center (CPC) e IMN.

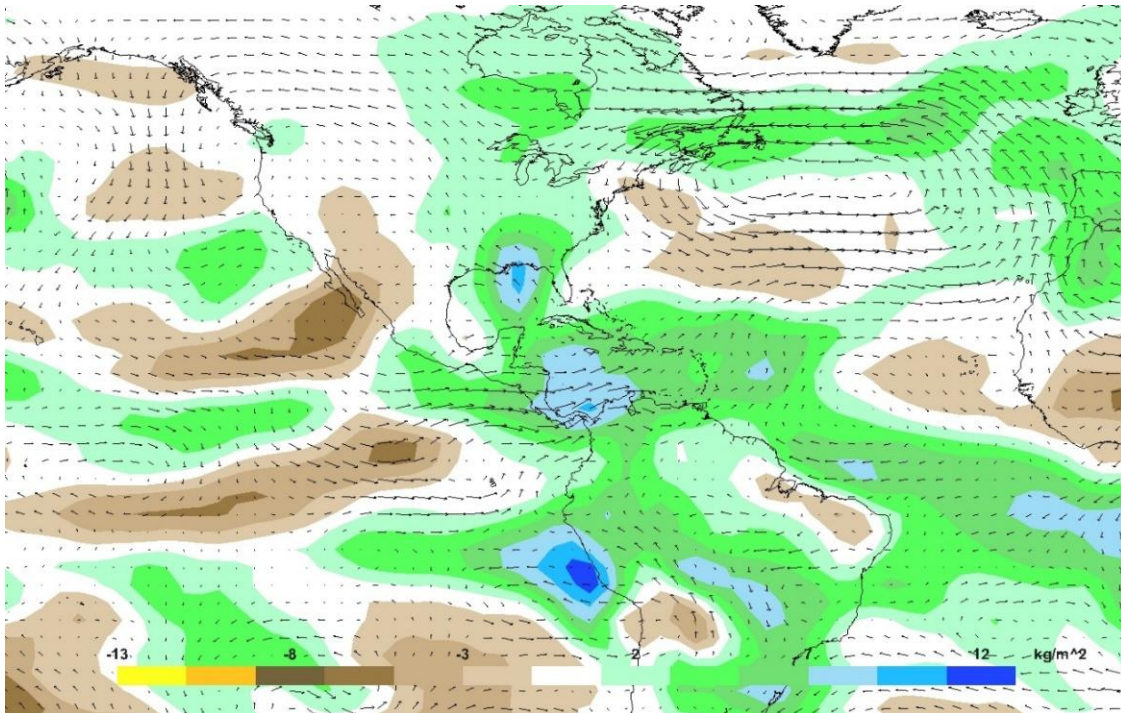


Figura 1.7. Anomalías de agua precipitable (PWAT) en kilogramo por metro cuadrado durante noviembre de 2024. El agua precipitable es el contenido de humedad en una columna de la atmósfera y se mide como si todo el vapor de agua se condensara, cayendo después en un mismo lugar. Los colores verdes y azules (café y amarillos) significan mayor (menor) humedad, comparado con el promedio climatológico. Las flechas indican la anomalía del viento al nivel atmosférico de 850hPa. Fuente: NOAA/ESRL Physical Sciences Laboratory - IMN.

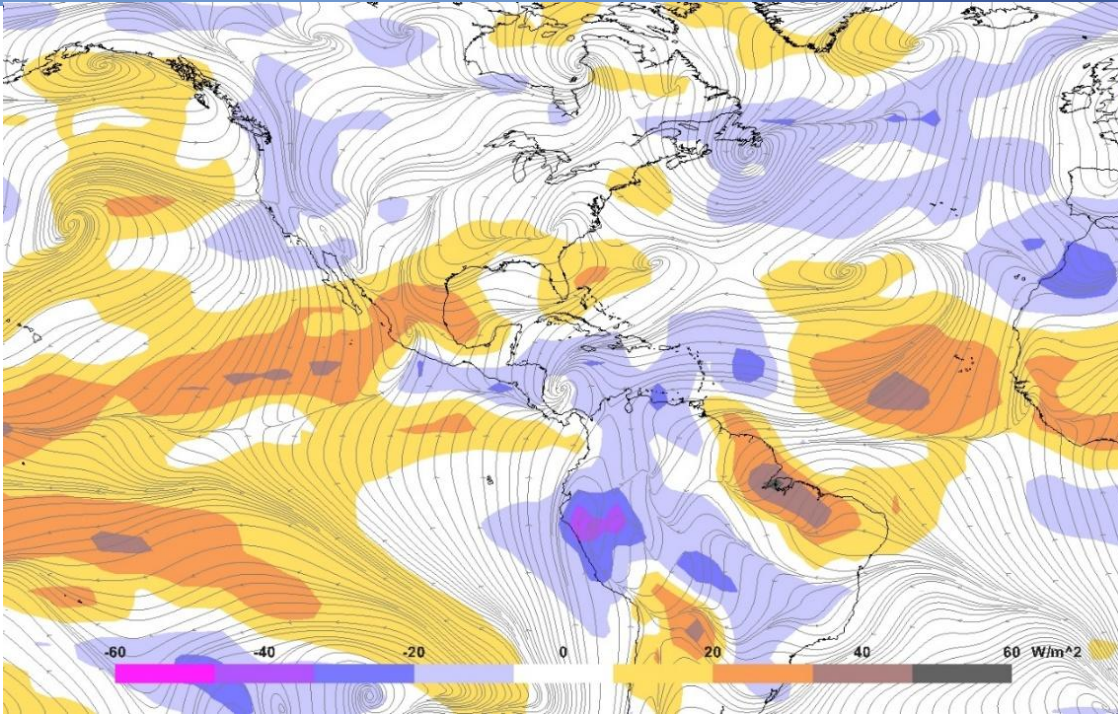


Figura 1.8. Líneas de corriente en superficie (nivel de 1000 hPa) y anomalías de radiación de onda larga saliente (ORL) en Watts por segundo (W/m^2) para noviembre de 2024. Los colores amarillos y cafés (azules y fucsia) indican menor (mayor) presencia de nubes durante el mes. Fuente: NOAA/ESRL Physical Sciences Laboratory – IMN.

1.5 Oscilaciones atmosféricas

a) **Oscilación Madden–Julian (MJO):**

La Oscilación Madden–Julian se analiza utilizando los índices representados en el diagrama de Wheeler-Hendon (figura 1.9, izquierda) y el diagrama Hovmöller de la anomalía de la velocidad potencial en el nivel atmosférico de 200 hPa (figura 1.9, derecha).

El diagrama Wheeler-Hendon describe el desplazamiento diario de la MJO en la zona intertropical alrededor del planeta, iniciando en el Océano Índico y viajando en dirección al Este hasta finalizar en África. En su desplazamiento, la MJO pasa por el llamado “Continente Marítimo” (sudeste asiático), el Pacífico Occidental y el Hemisferio Occidental (formado por el Pacífico Tropical del Este y el Atlántico Norte Tropical -que incluye el Mar Caribe-). Por su parte, en el diagrama de Hovmöller se relaciona la anomalía diaria de la velocidad potencial con la intensidad de la MJO a su paso por la región del Pacífico Tropical del Este y el Atlántico Norte Tropical (cuadro rojo); en este diagrama, los tonos azules significan la presencia de la fase divergente y los tonos rojizos de la fase convergente.

En noviembre, la MJO estuvo sobre el Hemisferio Occidental con -influencia directa en América Central- al menos hasta el día 13 y trasladándose luego al Océano Índico en la segunda quincena del mes. El diagrama de Hovmöller muestra

que la intensidad máxima de velocidad potencial divergente a su paso por la región fue de -2 m/s, en los primeros días del mes, reforzando las precipitaciones en esos días. Por el contrario, en la segunda semana la fase convergente se estableció en la región con valores de velocidad potencial máxima menores a 2 m/s, favoreciendo a la reducción en la intensidad de las precipitaciones en esos días.

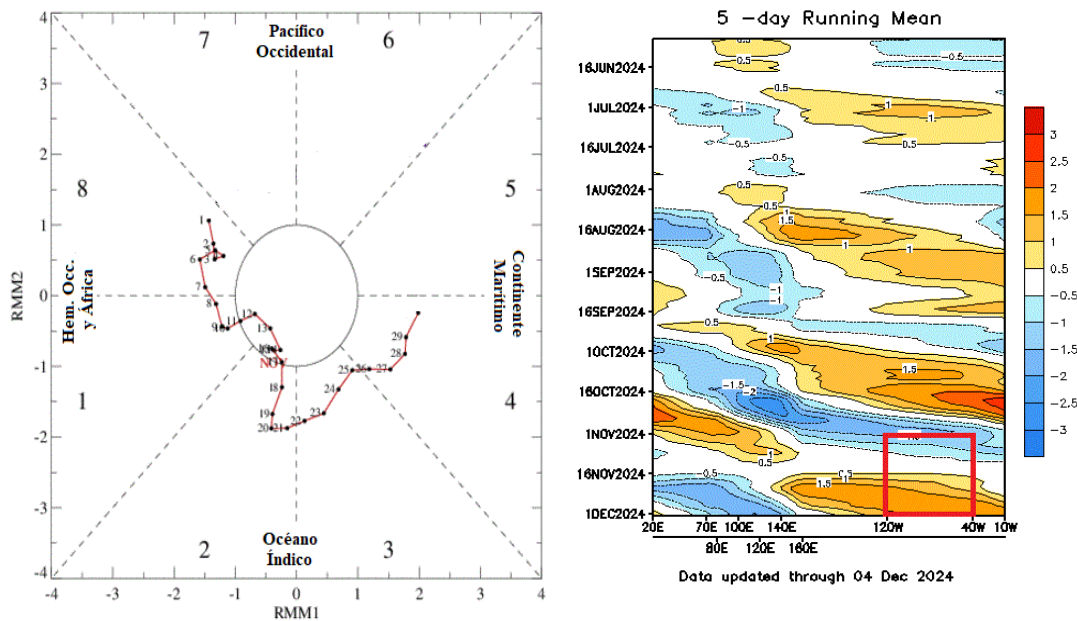


Figura 1 Error! Usa la pestaña Inicio para aplicar 0 al texto que quieres que aparezca aquí..9. **Izquierda:** diagrama Wheeler-Hendon muestra el desplazamiento y amplitud (intensidad) de la MJO para noviembre de 2024 alrededor del planeta. **Derecha:** diagrama Hovmöller de las anomalías de la velocidad potencial como indicador de los cambios de fase de la MJO sobre el Pacífico Tropical del Este y el Mar Caribe (cuadro rojo); los colores azules (rojos) significan la fase divergente (convergente) de la oscilación. Fuente: NOAA Climate Prediction Center (CPC).

1.6 Ondas y ciclones tropicales

1.6.1 Ondas tropicales

Para el seguimiento de las ondas tropicales, el IMN numera todas las ondas que salen de África hacia el océano Atlántico; pero, en este análisis, solo se tabulan aquellas ondas que llegan a América Central.

En noviembre, solamente se contabilizó el paso de una onda tropical (OT#45) de las dos ondas tropicales que usualmente pasan sobre la región este mes, según los registros del IMN. Aunque hubo otras dos ondas que transitaron el Caribe en noviembre, la onda tropical #44 se disipó al interactuar con el ciclón tropical Rafael y la onda tropical #46 evolucionó en la tormenta tropical Sara y por esto, no se tomaron en cuenta en este análisis.

La tabla 1.1 muestra el día del mes y el número de ondas registradas en la región. La figura 10 presenta la climatología mensual de las ondas tropicales en Costa Rica, periodo 2013-2023.

Tabla 1.1.

Ondas tropicales que cruzaron América Central durante octubre de 2023.

Día del mes Número de onda tropical

8 45

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional (IMN)

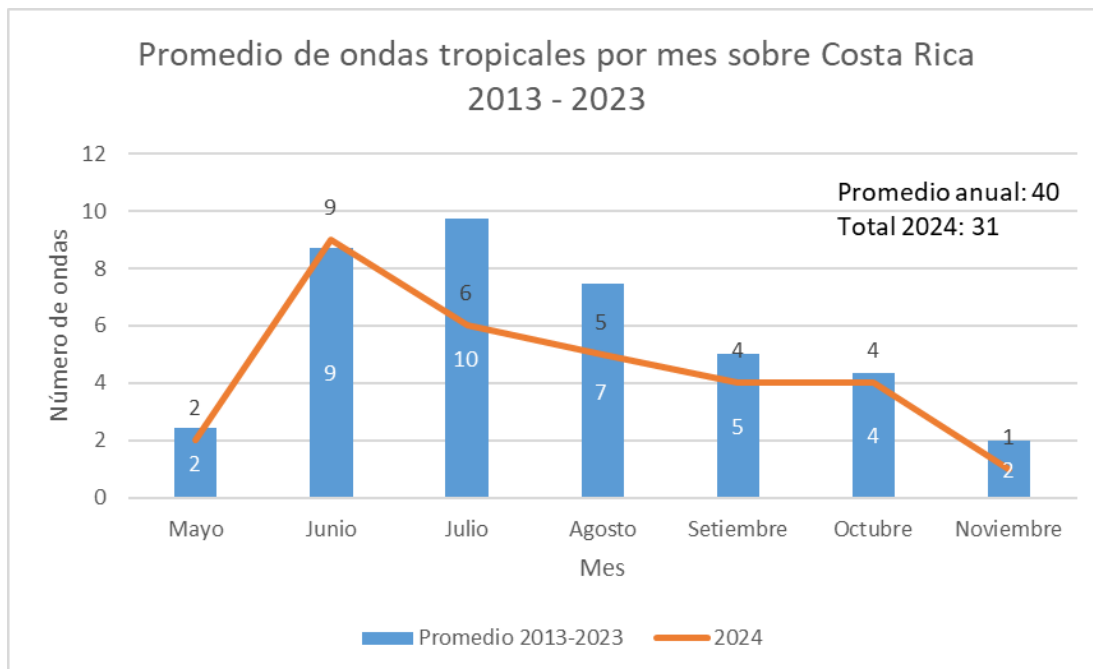


Figura 1.10. Resumen de las ondas tropicales que pasaron por Costa Rica en 2024. La línea anaranjada muestra el número de onda que pasaron este año y las columnas azules la climatología registrada del 2013 al 2023. Fuente: IMN.

1.6.2 Ciclones tropicales

En relación con los ciclones tropicales, la tabla 1.2 resume los ciclones formados en el Atlántico y las fechas que estuvieron activos según el Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos (NHC por su siglas en inglés) y la figura 1.11 muestra las trayectorias de estos ciclones.

Tabla 1.2.

Ciclones tropicales en el Océano Atlántico durante noviembre de 2024.

Categoría	Nombre	Fechas activo
Tormenta tropical	Patty	2-4
Huracán mayor	Rafael	4-10
Tormenta tropical	Sara	14-18

Fuente: Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos (NHC).

En América Central, dos de esos ciclones tuvieron influencia en la región. El primero fue el huracán Rafael entre los días del 8 al 11, formándose al sur de Jamaica y se desplazó hacia el Golfo de México, y el segundo fue la tormenta tropical Sara que se formó y desplazó frente a la costa de Honduras e ingresó a Belice el 17 de noviembre.

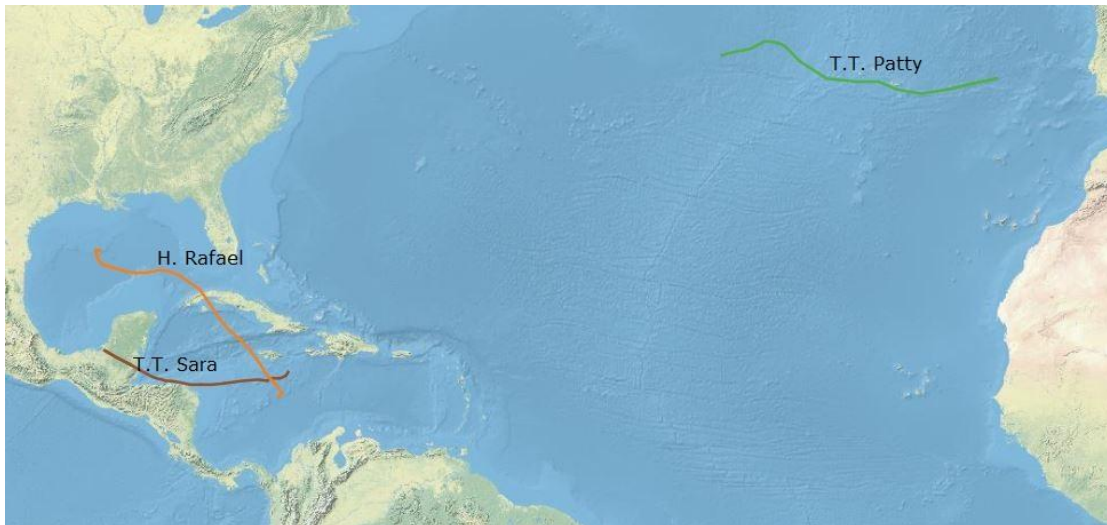


Figura 1.11. Trayectoria de los ciclones registrados en noviembre de 2024. Fuente: NHC-IMN.

Con respecto a la temporada de huracanes 2024, el Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos ha declarado que la temporada tuvo actividad sobre lo normal con relación al número de ciclones nombrados. Hubo 18 tormentas con nombre de las cuales 11 fueron huracanes y es estos, cinco fueron huracanes mayores (igual o superior a la categoría 3 -vientos superiores a los 178 km/h- en la escala Saffir- Simpson). Esto supera el promedio climatológico de 14 tormentas con nombre, 7 huracanes y 3 huracanes mayores. La figura 1.12 la trayectoria de los ciclones registrados este año y la tabla 1.3 resume complementa dicha información.

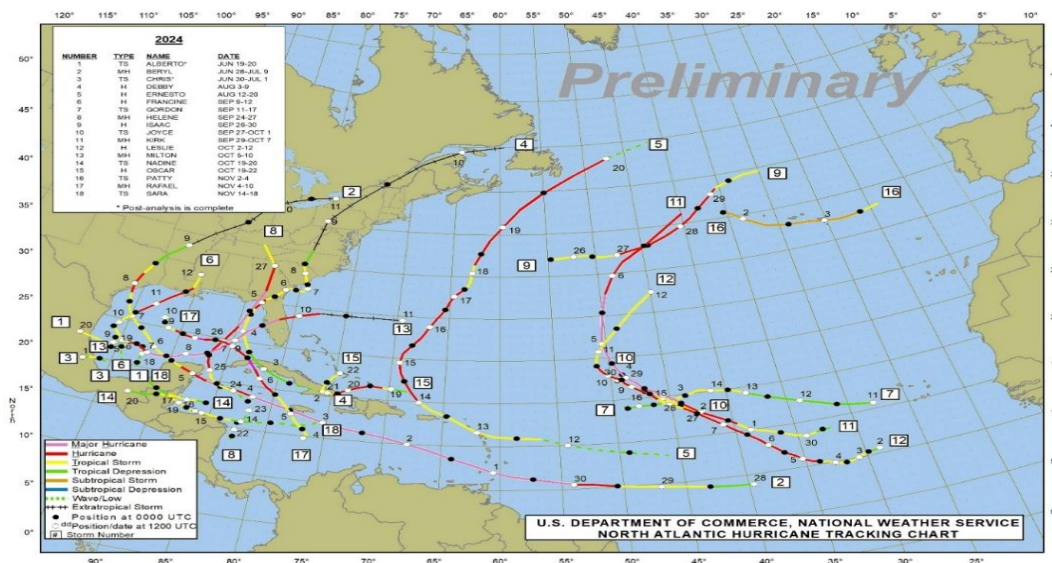


Figura 1.12. Trayectoria de los ciclones tropicales registrados en el océano Atlántico en 2024. Fuente: NHC.

Tabla 1.3.*Temporada de huracanes 2024.*

Número	Categoría	Nombre	Fechas activo
1	Tormenta tropical	Alberto	19-20 Jun
2	Huracán mayor	Beryl	28 Jun-9 Jul
3	Tormenta tropical	Chris	30 Jun-1 Jul
4	Huracán	Debby	3-9 Ago.
5	Huracán	Ernesto	12-20 Ago.
6	Huracán	Francine	9-12 Set
7	Tormenta tropical	Gordon	11-17 Set
8	Huracán mayor	Helene	24-27 Set
9	Huracán	Isaac	26-30 Set
10	Tormenta tropical	Joyce	27 Sep-1 Oct
11	Huracán mayor	Kirk	29 Sep-7 Oct
12	Huracán	Leslie	2-12 Oct
13	Huracán mayor	Milton	5-10 Oct
14	Tormenta tropical	Nadine	19-20 Oct
15	Huracán	Oscar	19-22 Oct
16	Tormenta tropical	Patty	2-4 Nov
17	Huracán mayor	Rafael	4-10 Nov
18	Tormenta tropical	Sara	14-18 Nov

Fuente: Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos (NHC).

1.7 Empujes fríos

Los empujes fríos son sistemas meteorológico que están conformados por un sistema de alta presión -asociado con la presencia de una masa de aire frío-, un frente frío -área de interacción entre la masa de aire frío y el desplazamiento de una masa de aire más cálida y húmeda- y una línea de cortante de cizalladura -zona de transición determinada por el cambio en la dirección y aumento de la intensidad del viento-; estos sistemas surgen por la migración de masas de aire frío hacia el sur desde la zona polar o la zona extratropical del hemisferio y llegan hasta la zona tropical, desplazándose estas masas de aire frío por el Golfo de México y el Mar Caribe. La presencia de estos sistemas es más frecuente en los meses invernales (de diciembre a febrero).

El IMN les da seguimiento a los empujes fríos, numerándolos cuando la línea de cortante cruza el Canal de Yucatán e ingresan al Mar Caribe.

A finales de noviembre, es usual que estos sistemas comiencen a acercarse al Mar Caribe, conforme se acerca la época invernal en el hemisferio. Sin embargo, el primer empuje frío (EF#1) de la temporada ingresó el 23 de octubre, llegando su línea de cortante al sur de América Central (Costa Rica); pero con débil

intensidad. La tabla 1.4 que resume las fechas de ingreso al Mar Caribe de los empujes fríos y su respectivo número secuencial dentro de la temporada.

Tabla 1.4.

Empujes fríos que ingresaron al Mar Caribe durante noviembre de 2024.

Día	Número de empuje frío	Influencia en Costa Rica
20	2	
30	3	Línea de cortante llegó a Costa Rica

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional (IMN)

1.8 Precipitaciones

En general, las precipitaciones en América Central fueron abundantes debido a la posición anómala de la ZCIT en el mes y al ingreso de la tormenta tropical Sara en el norte de la región.

De acuerdo con la estimación satelital de la precipitación de CMORPH del Climate Prediction Center (figura 1.13 a)), los mayores montos acumulados estimados estuvieron sobre la costa pacífica de Costa Rica y oeste de Panamá, así como en la costa caribeña de Honduras y Belice con valores estimados entre 500 mm y 1000 mm, y máximos puntuales superiores a los 1000mm en el interior de Honduras. Sin embargo, en el caso de Costa Rica estos valores estimados están por debajo de los datos registrados por la estaciones meteorológicas -de los cuales se tratarán más adelante-, los cuales superaron los montos de 1000 mm a lo largo de la costa pacífica costarricense.

Estos valores representaron en toda la región entre 100 mm y 500 mm por encima del promedio mensual climatológico (figura 1.13 b)) en gran parte de América Central. Sin embargo, contrariamente a la gran cantidad de lluvia caída durante el mes, en la costa caribeña de Nicaragua y Panamá se estima que hubo un faltante de lluvia de entre 100 mm y 200 mm.

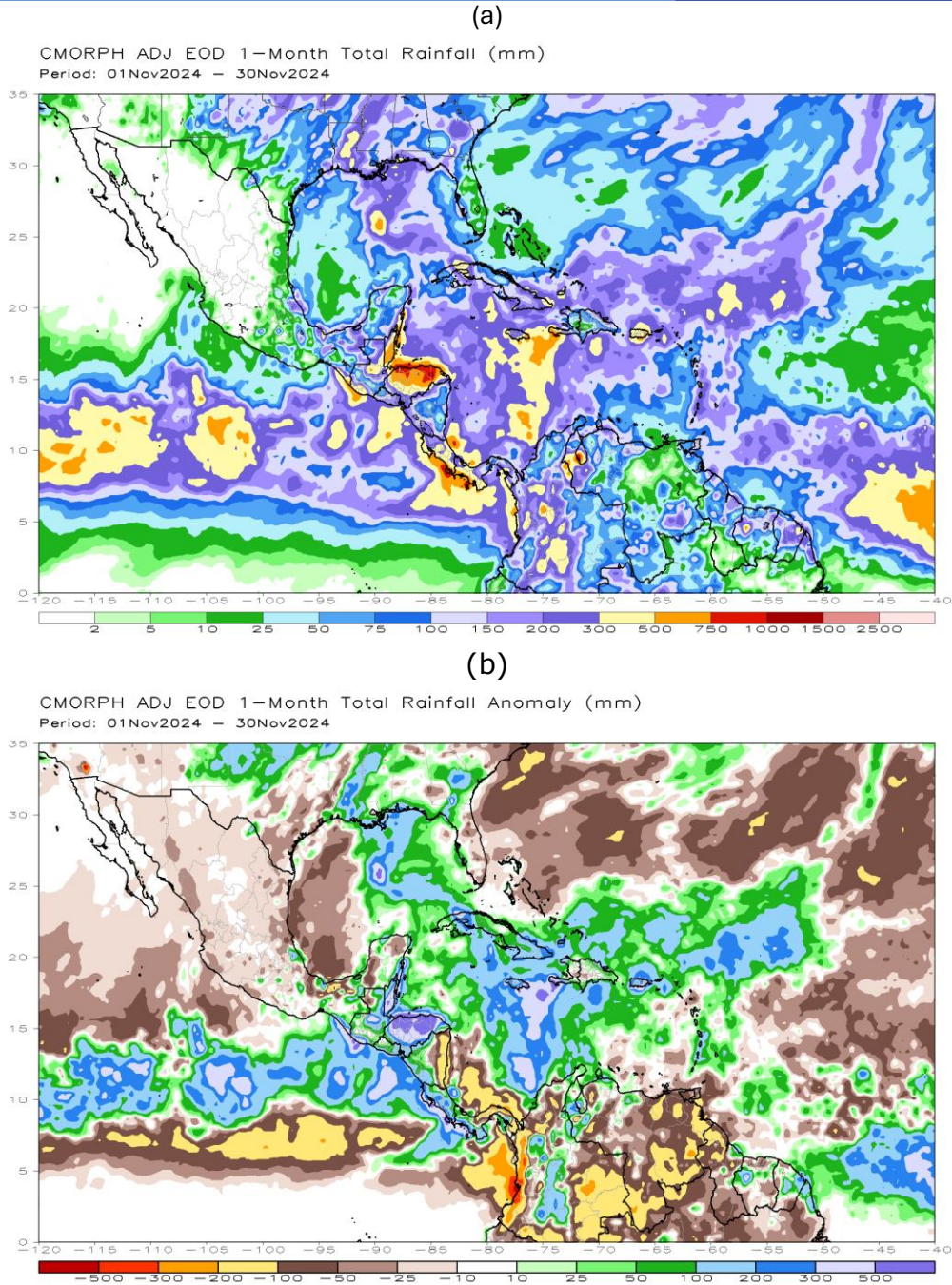


Figura 1.13. a) Estimación satelital de la lluvia acumulada para noviembre de 2024 y b) la anomalía de la precipitación estimada para el mismo mes. Los colores verdes y azules indican áreas con superávit; mientras que, los colores cafés-rojos indican áreas con déficit. Fuente: NOAA Climate Prediction Center (CPC).

Resumen Unidad de Climatología

Noviembre fue un mes con viento de dirección variable en todo el país, sin dominancia de alguna dirección particular en ninguna región climática, con velocidades promedio del viento que no superan los 3 Km/h en gran parte del país. Además, hubo un incremento de la temperatura máxima en la vertiente del Pacífico y el Valle Central al compararlo con el último año; manteniendo condiciones de temperatura mínima y media más cálidas respecto a su climatología en la mayor parte del país.

Se aprecia un importante repunte de las lluvias en la vertiente del Caribe y Zona Norte Oriental, lo cual termina con la sequía meteorológica en el país. Se registran importantes excedentes de lluvia asociados a tres fenómenos atmosféricos en menos de quince días, causados por el Huracán Rafael (días del 2 al 6), vaguada tropical en la tropósfera alta -TUTT- (días del 9 al 11) y Tormenta Tropical Sara (días del 13 al 17); lo que conlleva 65 sitios con acumulados de lluvia superiores a 100 mm en un día distribuidos en todas las provincias, así como acumulados de lluvia que superan los 1800 mm mensuales en el Pacífico Sur. Casi todo el territorio nacional reporta humedad máxima de 100%, excepto cinco zonas del país, mientras la humedad relativa mínima muestra aumento significativo respecto al mes previo; así como se dio una de la radiación solar y evapotranspiración en la segunda quincena del mes respecto a la primera quincena; esta última incluso reportando valores más bajos que el mes previo.

2. Condiciones atmosféricas locales de Costa Rica

Esta sección contiene un análisis de múltiples variables meteorológicas registradas mediante la red de estaciones meteorológicas del Instituto Meteorológico Nacional, como son: temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media, precipitación, humedad relativa máxima, humedad relativa mínima, humedad relativa media, velocidad del viento y dirección del viento. Además del análisis de variables estimadas tales como: radiación, evapotranspiración, anomalías de precipitación y sus récords, número de días con lluvia superior a 1 mm y lluvia superior a 25 mm; anomalías de temperatura máxima, de temperatura mínima y de temperatura media, récords de temperatura máxima y de temperatura mínima; y número de días con ráfagas superiores a 30 Km/h. Así como el seguimiento de la sequía meteorológica a nivel nacional.

2.1 Viento

Durante noviembre el viento mostró reducción de la velocidad al compararlo con el mes previo, aunque la distribución de estos varia en algunos sitios; así como viento de dirección variable en todo el país. El mapa de la figura 2.1 visualiza el promedio mensual de la dirección (en unidades de km/h), en base a la dirección de la flecha; así como la magnitud promedio del viento, mediante el color (y por tanto tamaño) de la flecha.

Noviembre mostró velocidades de viento que oscilan entre 0-6 Km/h, ubicándose las más aceleradas en Cantagallo, Universidad Earth, Guápiles y Volcán Turrialba; la mayor parte del país registró entre 0-3 Km/h, excepto los dos sitios

previamente mencionados y otras localidades que se identifican en con la flecha morada en la figura 2.1.

En términos de dirección de viento, no se evidencia un patrón procedente del Este u Oeste particularmente en ninguna región climática del país, como se puede apreciar en la figura adjunta y numerada como 2.1; en base a la dirección de sus flechas.

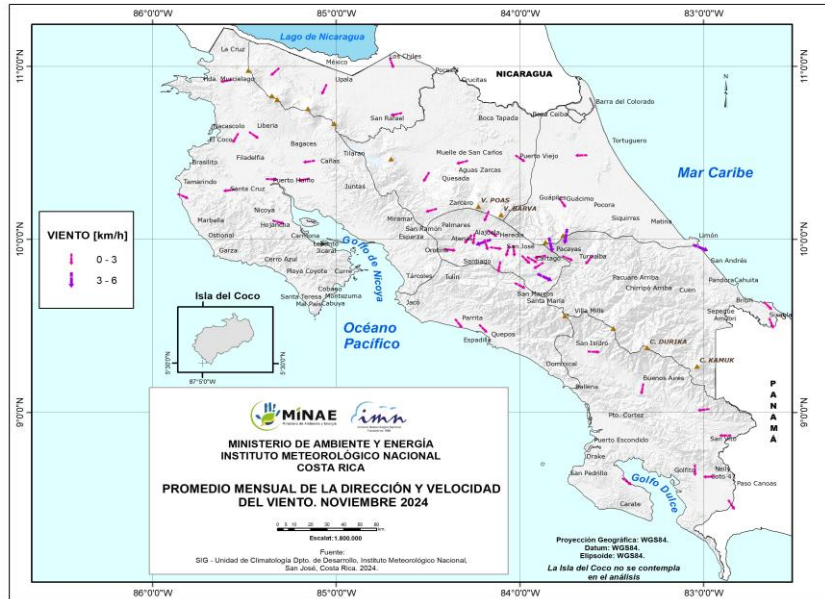


Figura 2.1 Velocidad (Km/h) y dirección (°) del viento para el mes de noviembre del 2024. Fuente: IMN.

La gráfica de la figura 2.2 contabiliza, por estación meteorológica, la cantidad de días del mes en que la ráfaga diaria (viento más acelerado del día) es igual o superior a 40 Km/h; donde el orden de las barras se basa en el ordenamiento descendente de la máxima velocidad del viento diaria a nivel nacional. Esas máximas velocidades diarias del viento fueron registradas durante noviembre en 43 sitios del país. De los cuales, Pacayas de Alvarado evidencia 21 días, seguido de La Fortuna de Bagaces y La Cruz con 15 días; así como Santa Cruz de Turrialba con 12 días; además de Piedades de Santa Ana y Santa Elena de La Cruz con 8 días; entre otros que se pueden observar en la figura 2.2.

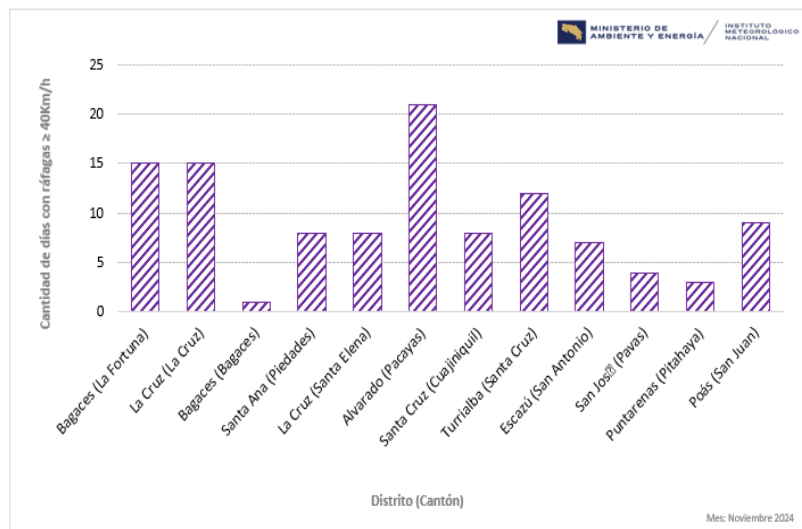


Figura 2.2 Número de días con ráfagas de viento igual o mayor a los 30 Km/h en noviembre del 2024. Fuente: IMN.

2.2 Temperatura

En noviembre las regiones climáticas del Pacífico y el Valle Central, mostraron temperaturas máximas más frescas de lo normal; lo que rompe con las condiciones observadas en el resto del país, donde la temperatura máxima se mantiene más cálida de lo normal.

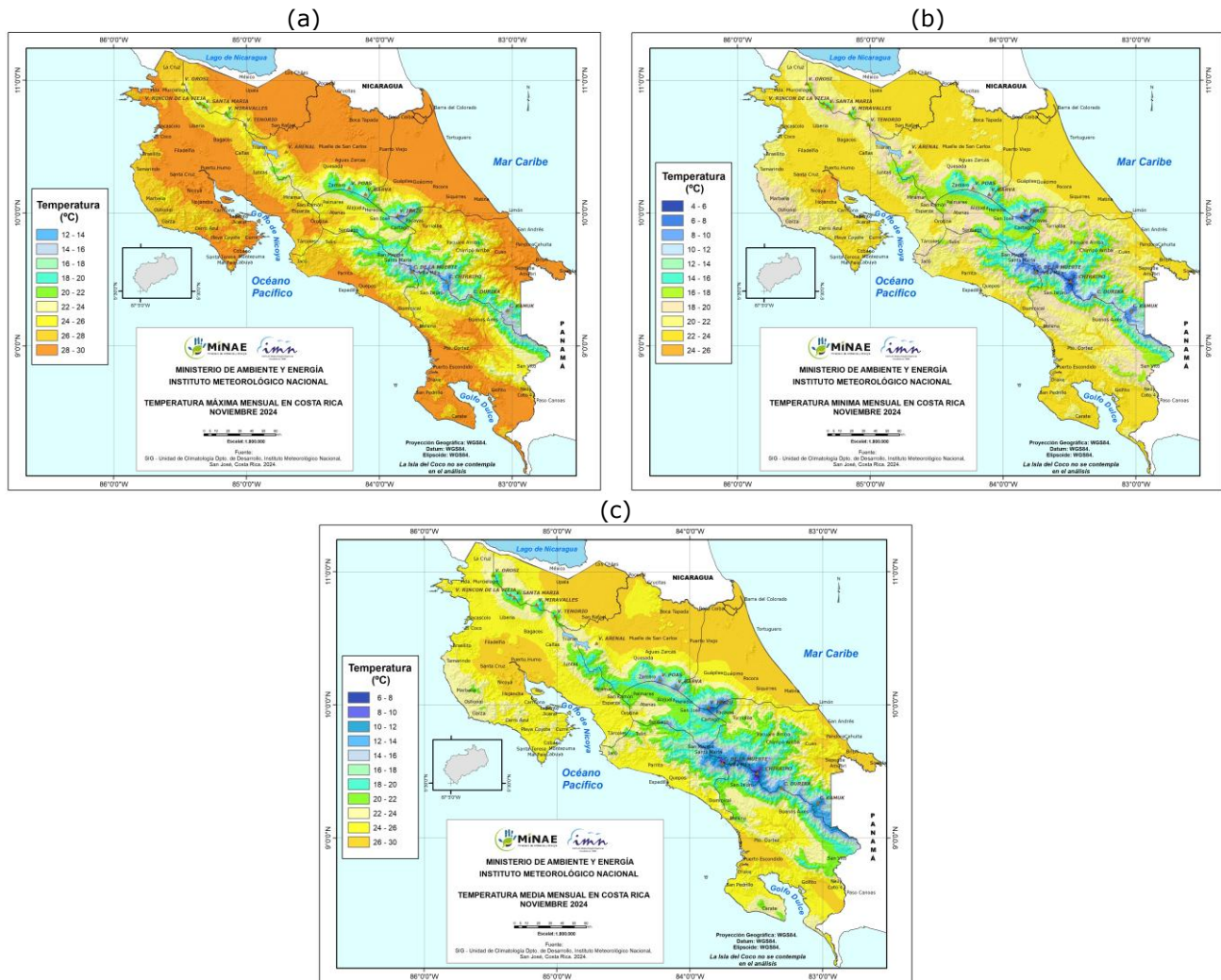


Figura 2.3. Mapa del promedio de la temperatura (a) máxima, (b) mínima y (c) media (°C) del mes de noviembre 2024. Fuente: IMN.

La figura 2.3 muestra las temperaturas que son monitoreadas operativamente: temperatura máxima (a), mínima (b) y media (c).

Durante noviembre la temperatura máxima promedio evidenció valores entre 12-30°C a nivel nacional; en comparación con meses anteriores, noviembre presenta las temperaturas máximas más bajas del año, producto de las abundantes lluvias que se dieron este mes. Los valores más bajos se ubican en la cordillera Central y Talamanca.

La temperatura media promedio de noviembre fue de entre 6 y 30°C, disminuyendo respecto a octubre en casi en todo el país.

Los valores más bajos de temperatura media promedio, inferiores a 8°C se observan en las cercanías del Volcán Irazú, Cerro de la Muerte y Chirripó; mientras los valores más altos, superiores a 26°C, principalmente en Guanacaste y diferentes zonas de las regiones Zona Norte y Caribe.

El monitoreo de las anomalías de temperatura se muestra en la figura 2.4, un cálculo realizado tanto para la temperatura máxima (a), mínima (b) y media (c); a partir de datos de 70 estaciones meteorológicas distribuidas en el territorio nacional.

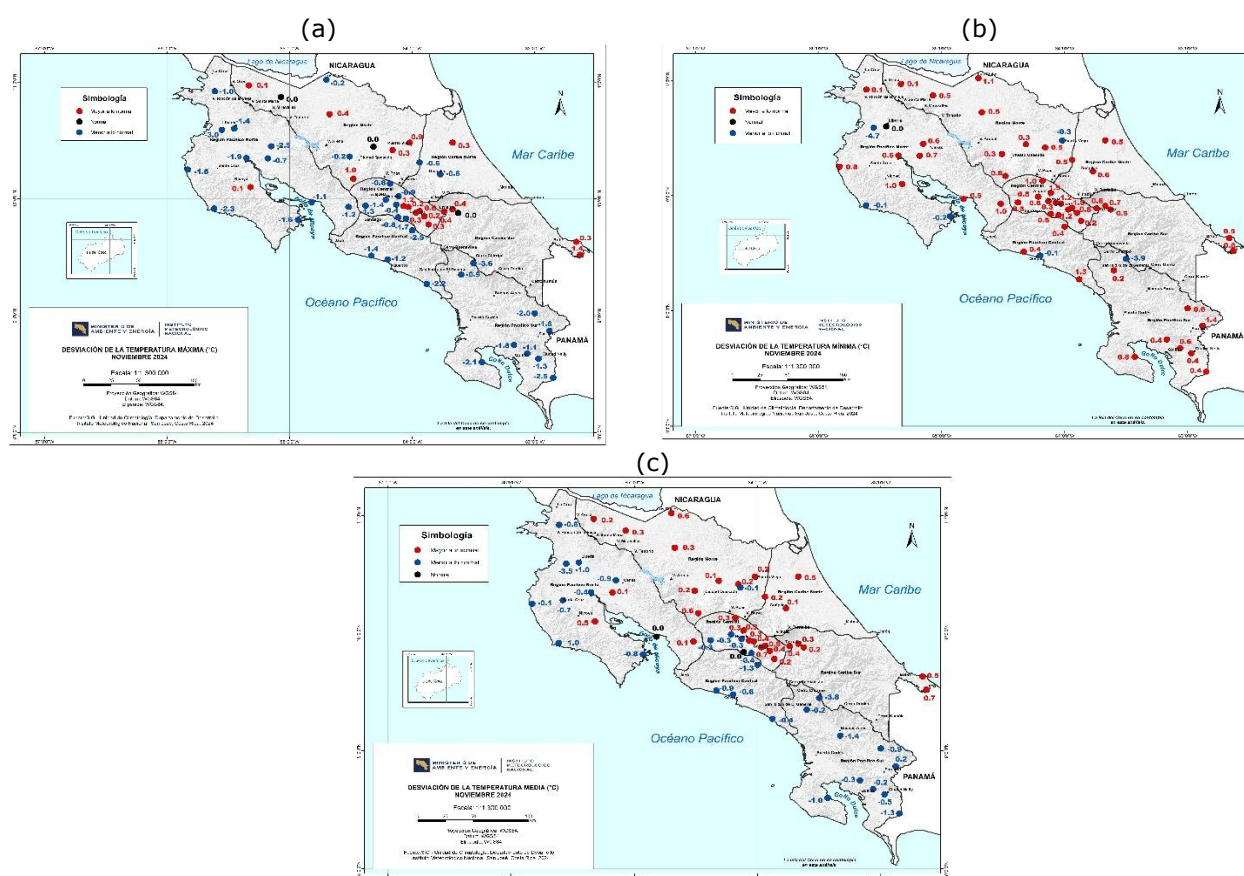


Figura 2.4. Mapa de anomalías mensuales del promedio de la temperatura (a) máxima, (b) mínima y (c) media (°C) del mes de noviembre 2024. La anomalía es la diferencia con respecto a una climatología variable entre 10-30 años. Fuente: IMN.

Otra forma de evidenciar, esta vez por región climática, el comportamiento de las anomalías es la figura 2.5. Utilizando ambos productos, climatología variable, entre 10-30 años.

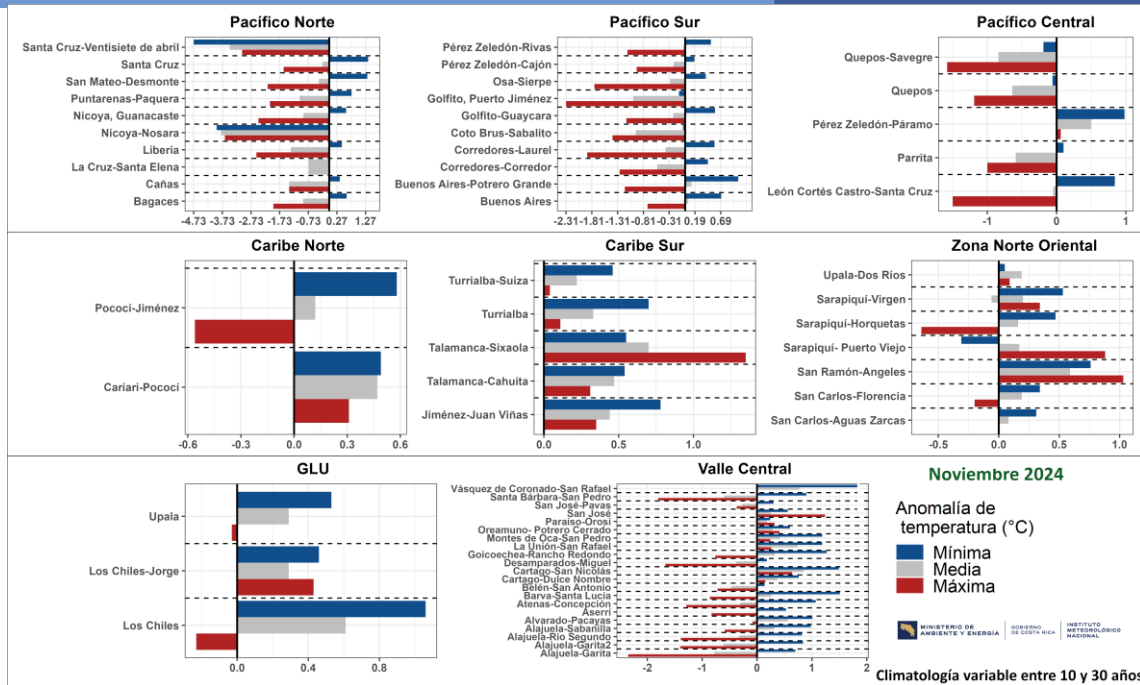


Figura 2.5. Anomalías de las temperaturas extremas y media (°C) del mes de noviembre 2024, por región climática. Las barras horizontales representan las anomalías de temperaturas por estación (color rojo para la temperatura máxima, color azul para la temperatura mínima, y color gris para la temperatura 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.

La temperatura máxima evidenció condiciones más frescas en principalmente en la vertiente del Pacífico, así como algunos sitios puntuales con condiciones normales o climatológicas; mientras que, al este del Valle Central, Zona Norte y Caribe (Norte y Sur) se continúa con una tendencia a temperaturas más cálidas de lo normal durante el mes de noviembre.

La temperatura mínima comparada con su climatología, es decir la anomalía, muestra dominio de temperatura mínima más cálidas de lo normal en la mayor parte del país; presentándose solamente 5 sitios de monitoreo con temperaturas mínimas más frescas de lo normal, que se ubican tanto en sectores montañosos como en la costa; así como apenas 1 sitio con temperaturas normales. En el caso de la temperatura media, se observan condiciones por debajo de lo normal en la vertiente del Pacífico y por encima de lo normal en la vertiente Caribe.

La tabla 2.1 nos muestra un resumen nacional de las temperaturas, donde es claro que a nivel nacional se rompe la condición de las tres temperaturas (máxima, mínima y media) más altas de lo normal, donde solamente la mínima la mantiene.

La tabla 2.2 muestra el recuento de los récords de temperatura máxima y mínima; de los 3 récords de temperatura máxima 1 fue en Alajuela y 2 en Heredia. Asimismo, se reportaron 3 récords de temperatura mínima, 2 en Guanacaste y 1 en Heredia.

Tabla 2.1. Indicadores de la temperatura en Costa Rica en noviembre de 2024. (La anomalía es la diferencia con respecto a una climatología variable entre 10-30 años). Fuente: IMN		Tabla 2.2. Récords de temperatura máxima y mínima que se presentaron en noviembre de 2024. Fuente: IMN.	
Indicador estadístico	Valor (°C)		
Media Mensual	21.6		
Máxima promedio	26.1		
Mínima promedio	19.0		
Máxima absoluta del mes	36.9		
Mínima absoluta del mes	4.4		
Anomalía de temperatura media	-0.2		
Anomalía de temperatura máxima	-0.7		
Anomalía de temperatura mínima	0.4		
		Temperatura Máxima	
		Alajuela-Upala-Dos Ríos	30.3°C
		Heredia-Sarapiquí-La Virgen	32.8°C
		Heredia-Sarapiquí-Horquetas	33.6°C
		Temperatura Mínima	
		Guanacaste-Nicoya-Nosara	17.6°C
		Guanacaste-Santa Cruz-Veintisiete de Abril	15.3°C
		Heredia-Sarapiquí-Horquetas	19.6°C

2.3 Precipitación

El mes de noviembre registró condiciones muy por arriba de lo normal en gran parte del país y solamente algunos sectores con condiciones normales de las regiones Caribe Norte y Caribe Sur.

La figura 2.6 nos ayuda a visualizar la cantidad de lluvia (a) y la cantidad de días con lluvia (b) registradas a nivel mensual.

Durante la primera quincena de noviembre se dieron los mayores acumulados de lluvia debido a la afectación de 3 sistemas: Huracán Rafael, una vaguada tropical en la tropósfera alta (TUTT) y Tormenta Tropical Sara, debido a esto se dieron acumulados de hasta 1800 mm (figura 2.8.1). Las zonas con los mayores acumulados fueron: Osa, Corredores y Golfito de Puntarenas; y Santa Cruz de Guanacaste. Al comparar los mapas se aprecia que los sitios con los principales acumulados coinciden con más de 28 días con lluvia en el mes; lo que puede asociarse a una mejor distribución de la lluvia. Un día con lluvia se define como aquel día en que la lluvia iguala o supera 1 milímetro (mm).

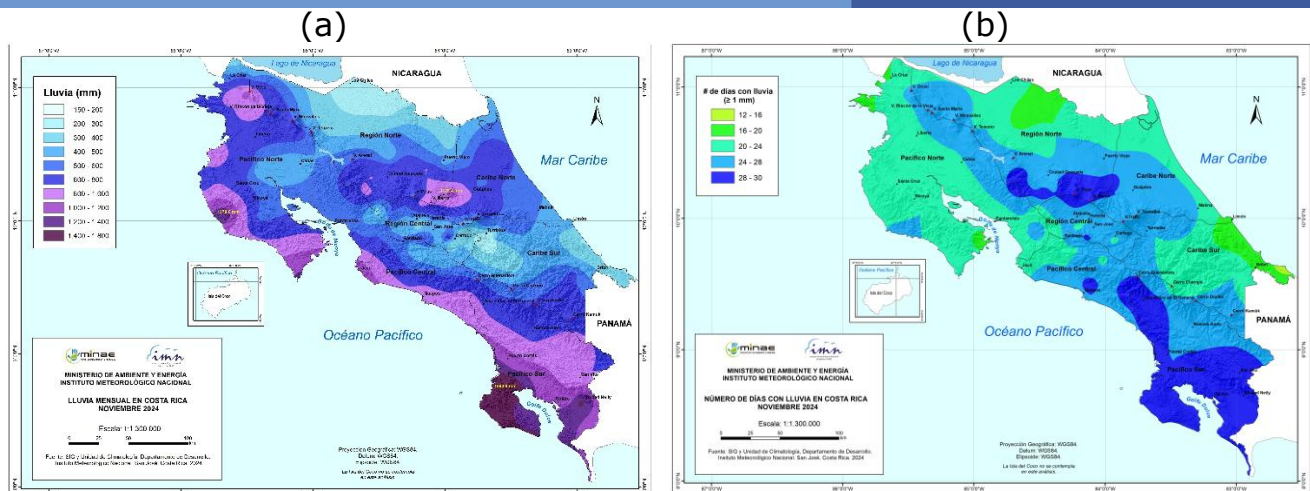


Figura 2.6. Mapa de lluvia acumulada (a) y número de días con lluvia (igual o mayor a 1 mm) en noviembre del 2024. Fuente: IMN.

En busca de un mejor entendimiento de la distribución de la lluvia a nivel mensual se presenta la figura 2.7, donde se contabilizar aquellos días en que la lluvia supero los 25 mm, además de identificarse con gotas rojas aquellos sitios que presentaron al menos un 1 día con 100 mm o más. En noviembre se aprecian la coincidencia de más de 12 días acumulando lluvia superior a 25 mm en aquellas zonas donde se registraron los mayores acumulados mensuales. Se registran 117 días con más de 100 mm en noviembre, donde 41 fueron en la provincia de Guanacaste, 50 en Puntarenas, 1 en San José, 11 en Alajuela, 5 en Heredia y 9 en Limón. Asimismo, se registran 7 días con más de 200 mm, 4 en Guanacaste, 3 en Puntarenas.

Las anomalías del mes se aprecian en la figura 2.8, tanto a nivel espacial con el mapa (a) como el promedio de la región climática (b); evidenciando para el mes de noviembre condiciones por encima de lo normal prácticamente todo el país; donde los superávits más importantes se ubican en el Pacífico Norte con 415%, Pacífico Sur con 152%, Pacífico Central con 103% y Valle Central 175%. Por otro lado, Caribe Norte y sur evidenciaron condiciones normales con 7%. En general, a nivel espacial se observan condiciones muy por encima de lo normal, especialmente en regiones del Pacífico Norte, Pacífico Sur, Pacífico Central, Zona Norte Occidental y Valle Central. Cabe resaltar que durante este mes se reportaron 38 récords húmedos: 8 en Puntarenas, 8 en Guanacaste, 4 en San José, 7 en Alajuela, 5 en Cartago y 4 en Heredia. El récord más importante se ubica en Osa de Puntarenas con 1893 mm.

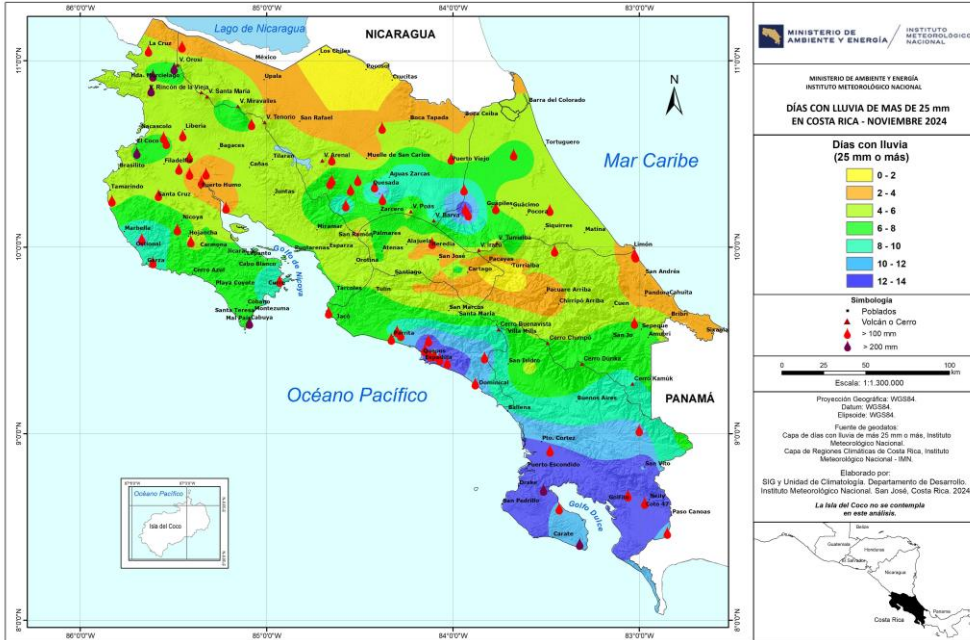


Figura 2.7. Mapa del número de días con lluvia igual o mayor a los 25 mm en octubre del 2024. Fuente: IMN.

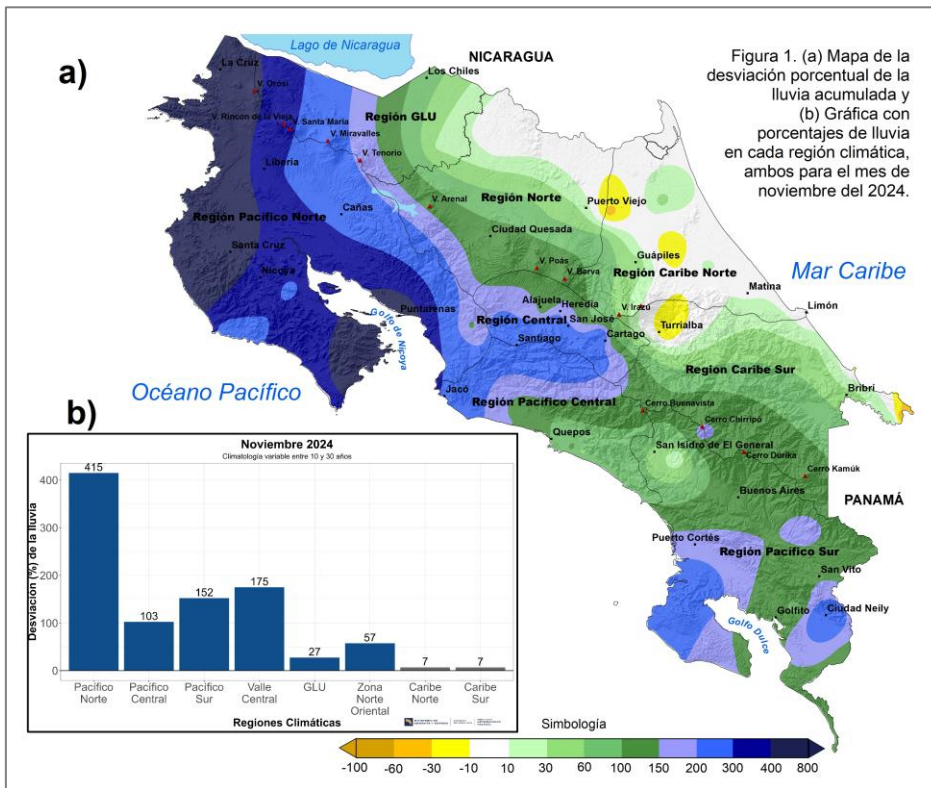


Figura 2.8. (a) Mapa de la desviación porcentual de la lluvia acumulada. (b) Gráfica con porcentajes de lluvia en cada región climática, ambos para el mes de noviembre de 2024 (Climatología variable entre 10 y 30 años). Fuente: IMN.

Los tres temporales presentados en noviembre 2024 en la primera quincena fueron causados por el Huracán Rafael del día 3 al 6, TUTT del día 9 al 11 y la Tormenta Tropical Sara del día 13 al 16.

Climáticamente se registran durante un mes de noviembre los montos de lluvia por región climática de 126 mm de lluvia en el Pacífico Norte y 196 mm en el Valle Central; mientras que son 419 mm en el Pacífico Central y 427 mm en el Pacífico Sur.

Los aportes de lluvia mensuales en noviembre 2024 para las regiones que presentaron los excedentes de lluvia más altos son: la región climática del Pacífico Sur acumula 152% de excedente, que equivale a poco más de 1000 mm, de los cuales más de 500 mm se registraron en los días de temporal. Mientras los 103% de excedentes en Pacífico Central, que representa más de 800 mm, más de 400 mm fueron aportados en estos tres eventos.

Por su parte los aportes de lluvia en el mes de noviembre 2024 para el Pacífico Norte alcanzan los 415% de excedente de lluvia, que equivale a más de 600 mm, más de 400 mm fueron acumulados durante los días en que se presentaron los temporales. En tanto el Valle Central presento excedentes de 175% de lluvia, que representan más de 500 mm, de los cuales se acumulan en estos tres eventos más de 200 mm.

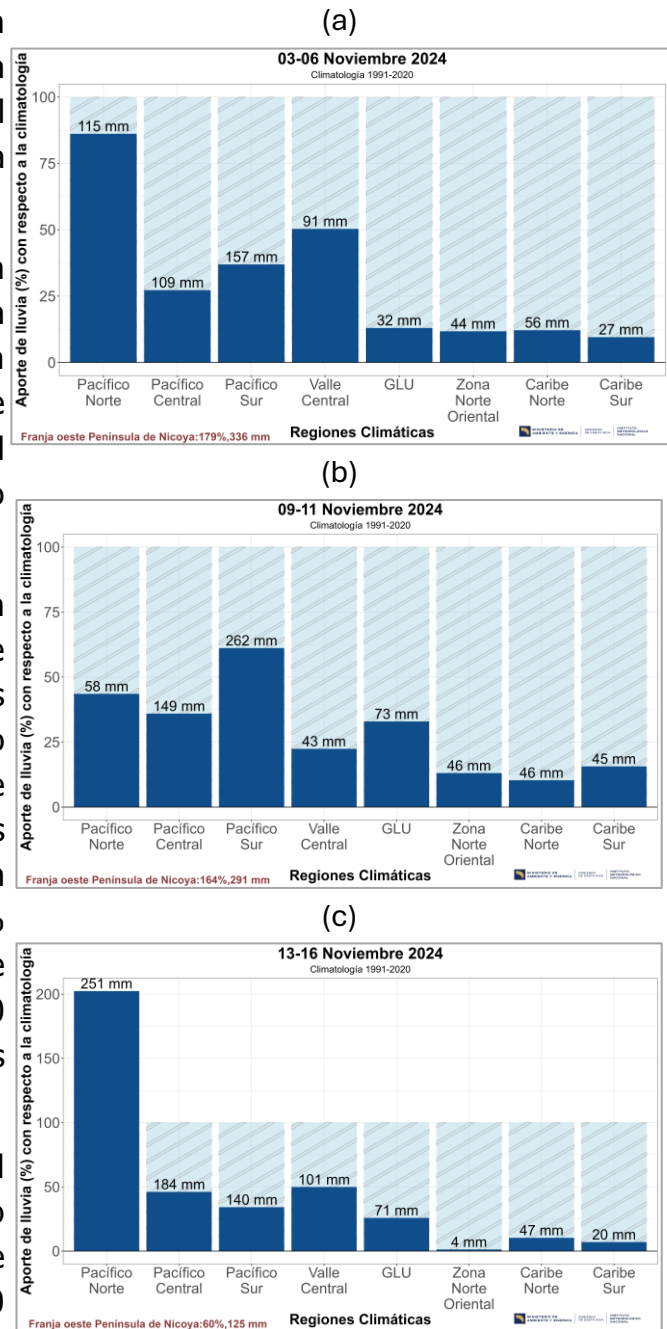


Figura 2.8.1. Aporte de lluvia (mm) promedio por región climática para los temporales causados por (a) el huracán Rafael, (b) TUTT y (c) Tormenta tropical Sara durante noviembre del 2024. Fuente: IMN

2.4 Humedad relativa

Para entender el comportamiento de la humedad relativa en el mes, se presentan en la figura 2.9, el valor más alto registrado de humedad relativa máxima diaria (a), así como el valor más bajo registrado de humedad relativa mínima diaria (b) y el valor promedio de la humedad relativa media diaria (c) del mes.

Noviembre mostró valores extremos máximos de humedad relativa de entre 97-100%, con dominancia de valores de 100% en gran parte del territorio nacional, rompiendo esta condición en sectores costeros de ambas vertientes. Los valores más bajos reportados se ubican en Limón y Aguirre de Quepos.

Durante el mes de noviembre, se observa un aumento en los valores de humedad mínima promedio en comparación con octubre. Para noviembre, se registran valores entre 30% hasta 80%, lo cual es un aumento significativo con respecto a meses anteriores.

El promedio mensual de la humedad relativa durante noviembre presentó un rango de 50-100%. Comparado con el mes de octubre, noviembre presentó valores más bajos de humedad media en las regiones del Pacífico Norte, Caribe Norte y Sur, en las zonas más costeras con valores cerca del 50%. Asimismo, el resto del país presentó condiciones entre los 80% y 100% de humedad relativa.

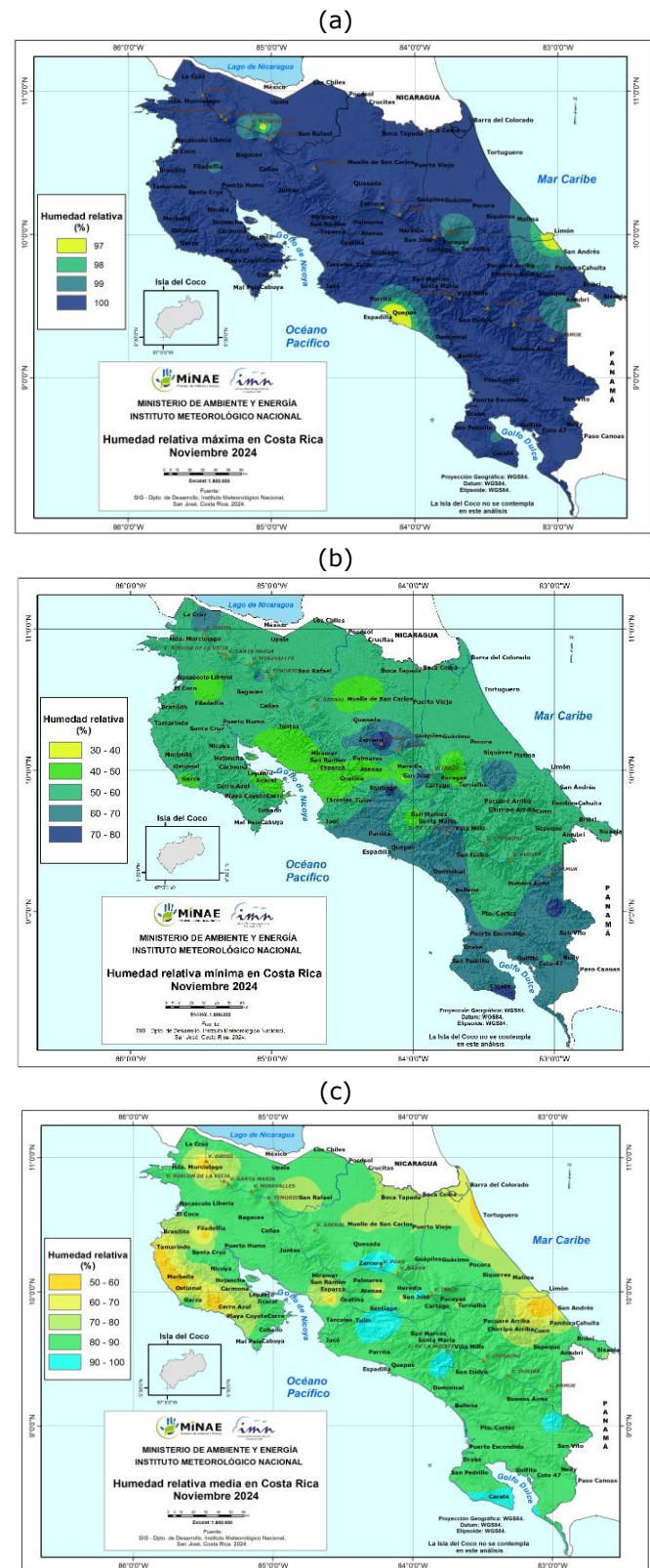


Figura 2.9. Humedad relativa para el mes de noviembre 2024: (a) máxima, (b) mínima y (c) media. Fuente: IMN.

2.5 Radiación

La distribución espacial de la radiación solar acumulada mensual se muestra en la figura 2.10 en unidades de MJ/m^2 . En comparación con octubre, el mes de noviembre muestra una disminución significativa en los valores de radiación a nivel nacional, esto debido al aumento en las lluvias que trae consigo una mayor nubosidad. Durante este mes, los valores más altos ($460 - 500 \text{ MJ}/\text{m}^2$), se ubican en Zona Norte, Caribe Norte, Caribe Suroeste y el Sur del Pacífico Norte; mientras los acumulados más bajos, que no sobrepasan $220 \text{ MJ}/\text{m}^2$, se ubican en la provincia de Cartago, en las cercanías del Volcán Irazú.

A nivel quincenal, la radiación solar presentó una disminución en la segunda quincena del mes de noviembre, respecto a la primera quincena, prácticamente en todo el país.

2.6 Evapotranspiración

La evapotranspiración acumulada mensual se presenta en la figura 2.11, en unidades de milímetros. Noviembre reportó valores de entre 50-125 mm de evapotranspiración acumulada; que a nivel quincenal es claro que sigue el comportamiento de la radiación, es decir, valores más bajos en la segunda quincena respecto a la primera.

Los valores acumulados más altos se encuentran en las regiones Caribe Norte, Caribe Sur y Pacífico Norte, con valores que superan los 110 mm mensuales. Asimismo, los mínimos acumulados menores a 50 mm se observan en las zonas más altas, por ejemplo, en las cercanías del Volcán Irazú. Cabe resaltar, que, a nivel general, noviembre presentó una disminución en la evapotranspiración comprado con meses anteriores.

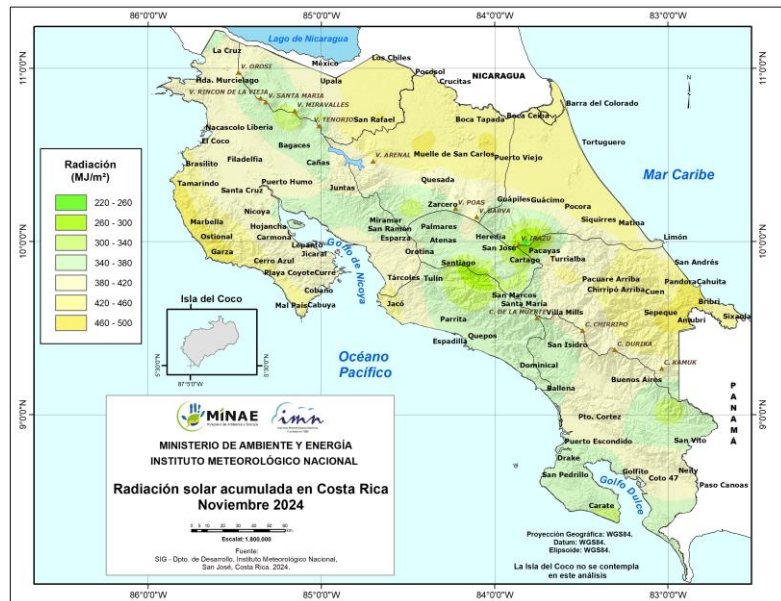


Figura 2.10. Radiación solar acumulada para el mes de noviembre del 2024. Fuente IMN.

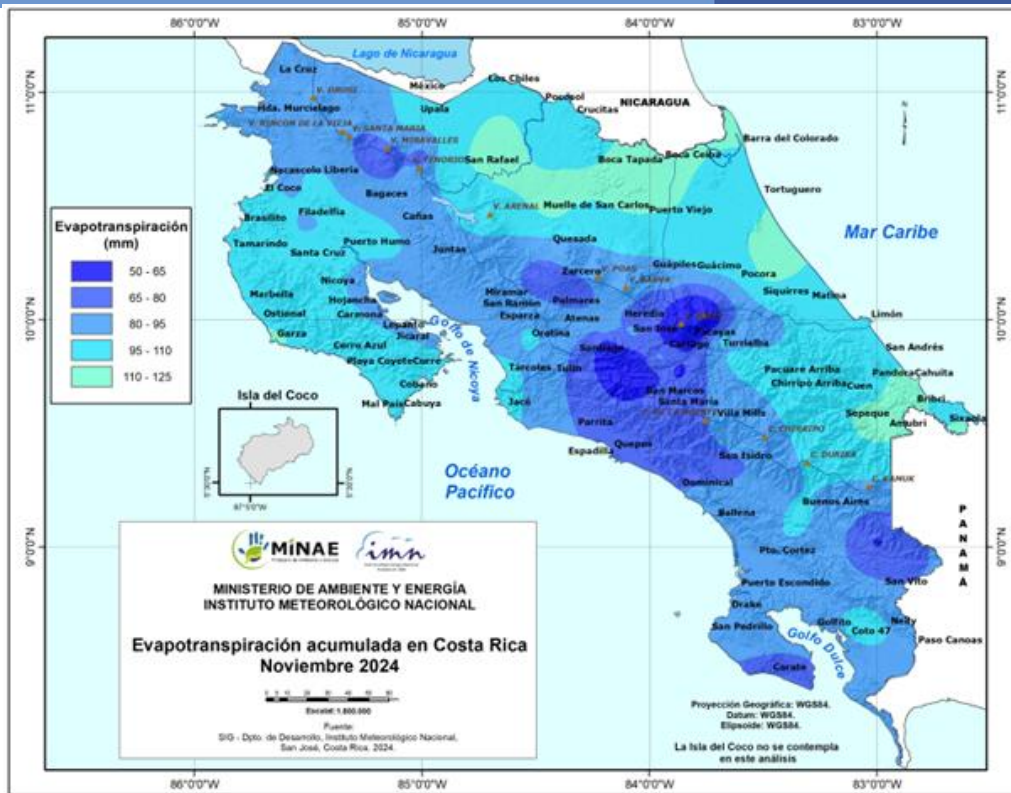


Figura 2.11. Evapotranspiración acumulada para el mes de noviembre del 2024. Fuente: IMN.

2.7 Sequía meteorológica

En base al Sistema de Alerta Temprana de Sequía (SAT-sequía) que maneja el IMN, figura 2.12 y figura 2.13; debido al repunte de las lluvias en los últimos meses en la vertiente del Caribe y Zona Norte Oriental; no se registra sequía meteorológica en ninguna región climática del país.

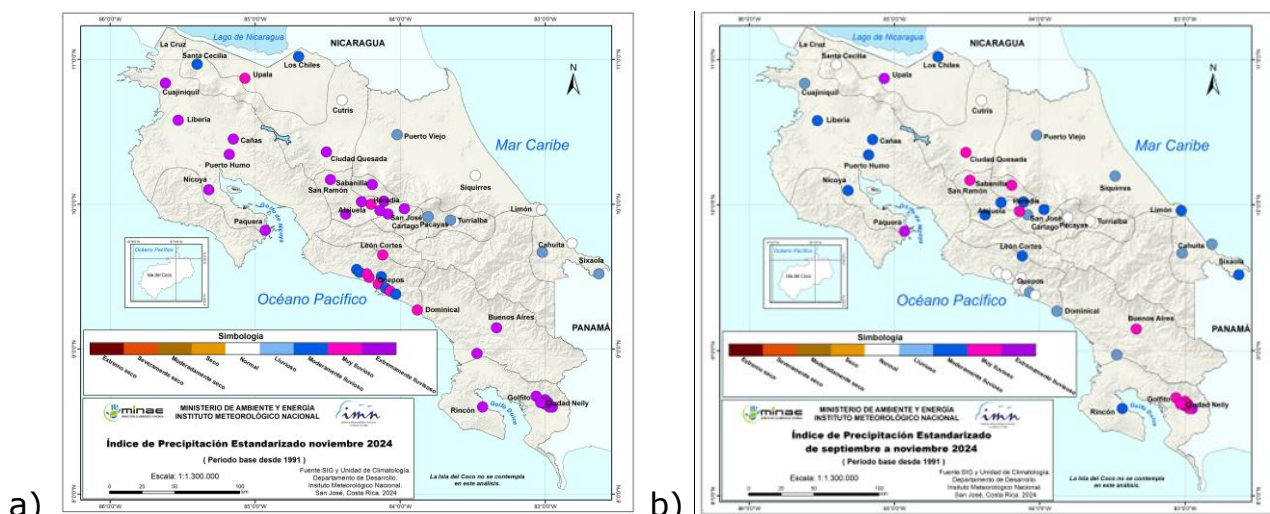


Figura 2.12. Índice de sequía a) mensual para noviembre y b) trimestral de setiembre a noviembre 2024, según la región climática del país. Fuente: IMN.



Figura 2.13. Sequía meteorológica, actualización de noviembre 2024. Fuente: IMN

2.8 Eventos extremos

2.8.1 Temporal del 1 al 17 de noviembre

Durante la primera quincena del mes se registró uno de los temporales más extensos y lluviosos que se hayan registrado en un noviembre. La presencia de dos ciclones tropicales en el Mar Caribe y una vaguada tropical en la tropósfera alta (TUTT) cruzando América Central causaron importantes excedentes de lluvia al colocar la ZCIT sobre la región.

En detalle, el Huracán Rafael (del 2 al 6) y la TUTT (del 9 al 11) hicieron que la ZCIT estuviese sobre el Costa Rica; posteriormente, la llegada de la Tormenta Tropical Sara (del 13 al 17) a Honduras, desplazó la ZCIT hacia el norte del territorio nacional. Durante estos días, hubo un constante ingreso de humedad desde el océano Pacífico que generó precipitaciones constantes en todo el país y registrando los mayores acumulados de lluvia a lo largo de la costa pacífica, con montos entre 600 mm y 1300 mm (figura 2.14) y siendo la estación de Fundación Neotrópica en el Rincón de Osa (en el Pacífico Sur) donde se registró el mayor acumulado de lluvia en esos días con 1253,8 mm. La tabla 2.3 resume a las diez estaciones con los mayores registros de lluvia durante este periodo.

De acuerdo con la Comisión Nacional de Emergencias, hubo 1 088 comunidades en 24 cantones con reportes de incidentes entre ellos: interrupción al transporte, comercio, turismo, viviendas, movilización, cese de labores en algunas empresas entre otros; afectando a una población de cercana a 1 098 668 de personas, con cinco personas fallecidas y otras cinco personas desaparecidas.

Mayores detalles sobre la evolución de este temporal se pueden encontrar en el informe técnico N°27, el encontrará en el siguiente enlace:

<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/589963/Noviembre+1-17%2C%202024/2ee404a3-81cb-41a5-b929-89a04a12e598>

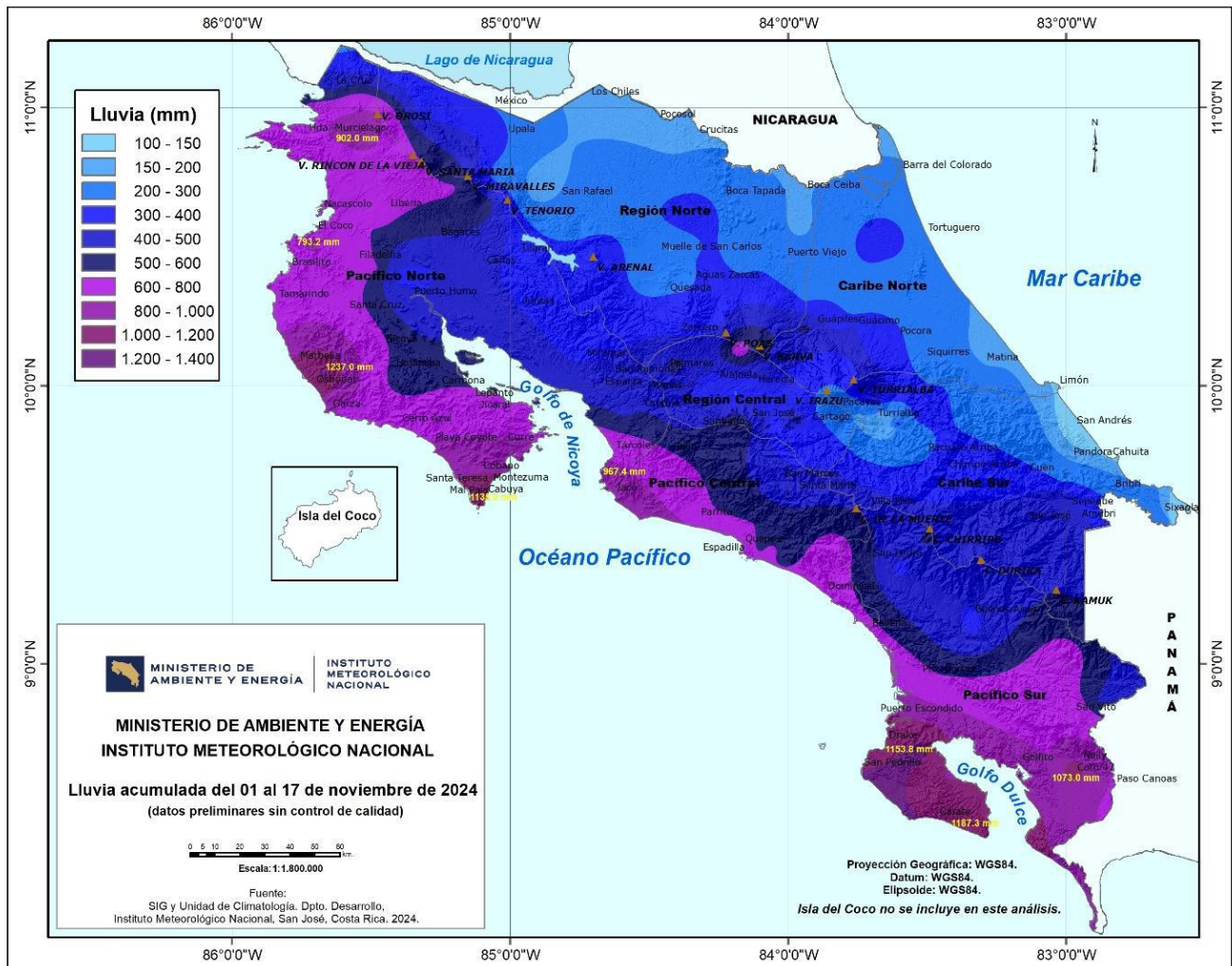


Figura 2.14. Mapa de isoyetas de los días del 1 al 17 de noviembre de 2024.

Tabla 2.3

Valores máximos acumulados de lluvia registrados durante el temporal del 1 al 17 de noviembre

Estación	Región	Acumulado total (mm)
Fundación Neotrópica, Rincón de Osa	Pacífico Sur	1253,8
Cuajiniquil, Santa Cruz	Pacífico Norte	1237,0
Reserva biológica Greg Gund	Pacífico Sur	1187,3
Cabuya, Cabo Blanco	Pacífico Norte	1135,8
Ciudad Neily	Pacífico Sur	1073,0
Puerto Jiménez	Pacífico Sur	987,4
Muelle Herradura	Pacífico Central	967,4
Estación biológica Maritza. Volcán Orosí	Pacífico Norte	912,4
Santa Elena, La Cruz	Pacífico Norte	902,0
Asada Artola, Sardinal	Pacífico Norte	816,6

Fuente: Red de estaciones del IMN.