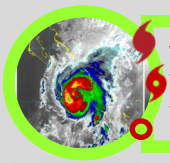
Reporte del Clima en México

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

En Baja California, Sonora, Sinaloa, Nayarit y Veracruz se observaron las inundaciones más severas durante el año.



4 ciclones tropicales y una depresión tropical impactaron directamente costas de México, Willa fue el más intenso.

Granizadas severas durante el mes de abril sobre Coahuila, Puebla y Oaxaca.

Heladas severas se presentaron durante noviembre y diciembre debido al paso de los FFs 10, 14, 18 y 21.

2018 finalizó como el tercer año más cálido desde 1953

El estado se ubicó dentro de los 5 más:

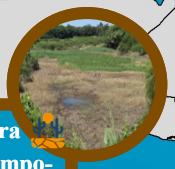
- Secos
- Cálidos
- Húmedos

Nevadas en febrero y diciembre sobre Baja California, Sonora y Chihuahua

La lluvia máxima en 24 horas fue de 472.9 mm el 19 de octubre en Cuetzalapan, Ver.

25 estados registraron onda de calor entre los meses de mayo a julio

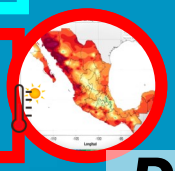
En Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Estado de México se registraron tornados, mientras que en Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Quintana Roo trombas marinas



Una sequía severa caracterizó la temporada de lluvias en regiones de Tabasco y Chiapas

La temperatura mínima más baja fue de –17.0 °C el 22 de enero en La Rosilla, Dgo.

La temperatura máxima más alta fue de 50.5 °C en El Orégano, Son. el 7 de mayo



Reporte Anual 2018

Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional
Gerencia de Meteorología y Climatología
Subgerencia de Pronóstico a Mediano y Largo Plazo

Analistas:
Reynaldo Pascual Ramírez
reynaldo.pascual@conagua.gob.mx
Minerva López Quiroz
minerva.lopez@conagua.gob.mx
Julio Nemorio Martínez Sánchez
julio.martinezs@conagua.gob.mx
Luis Alberto Chablé Pech
lachable@conagua.gob.mx
Abril Zaira Espejo Madrigal
abril.espejo@conagua.gob.mx
Ledesma Ledesma Juana Idalia
juana.ledesma@conagua.gob.mx

Revisión:
Abril Zaira Espejo Madrigal
Reynaldo Pascual Ramírez

Edición:
Minerva López Quiroz

Dirección:
Av. Observatorio 192, Col. Observatorio, Del. Miguel Hidalgo. C.P. 11860, México D.F.

El Reporte del Clima en México es una publicación mensual que describe el comportamiento de las condiciones globales del clima, el análisis nacional de la lluvia o sequía, temperatura, eventos extremos como días con heladas (temperatura mínima diaria menor o igual a 0 ° C) en meses invernales o días cálidos en primavera y verano (temperatura máxima diaria mayor o igual a 40 °C), trayectorias de huracanes, frentes fríos, entre otros. La mayoría de estos elementos se ilustran con mapas que muestran su distribución, ejemplo de ellos son las anomalías de la lluvia y temperatura. Adicionalmente se publican tablas con valores máximos y mínimos de estas variables en cada entidad federativa, obtenidos de la red de estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua y otros. Para describir las condiciones globales del clima se utiliza información proveniente de los centros del clima a nivel mundial como son la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera (NOAA) y el Instituto Internacional para el Clima y la Sociedad (IRI) de la Universidad de Columbia, entre otros.

Portada: Principales acontecimientos climáticos ocurridos en 2018. Imagen de Luis Alberto Chablé Pech.

Agradecemos sus comentarios y sugerencias referentes a esta publicación. Si usted tiene material fotográfico relacionado con algún fenómeno meteorológico y que pueda ser publicado, sugerimos enviarlos a los correos electrónicos señalados en este documento.

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Contenido

1. Condiciones globales del clima..... 3
2. Precipitación.....10
3. Temperatura.....29
4. Eventos notables.....42
5. Anexos.....48
6. Glosario.....52

1. Condiciones globales del clima

De acuerdo al Centro Nacional de Información Ambiental de NOAA (NCEI, por sus siglas en inglés), en el 2018 se registró una temperatura promedio anual en continentes y océanos de +0.79 °C por arriba de la climatología del siglo XX, ubicándose como el cuarto año más cálido desde 1850. Los años 2016, 2015 y 2017 continúan siendo el primero, el segundo y el tercero más cálidos en todo el registro histórico con anomalías de temperatura promedio global de +0.95 °C, +0.91 °C y +0.85 °C, respectivamente. Durante 2018, los primeros 11 meses de año se mantuvieron dentro de los 5 más cálidos en sus respectivos meses. Además, 2018 es el 42° año consecutivo desde 1977 con una temperatura promedio global por arriba del promedio del siglo XX.

En los continentes, se registró una temperatura promedio anual de +1.12 °C por arriba del promedio del siglo XX siendo el cuarto año más cálido detrás de 2016 (+1.44 °C), 2015 (+1.34 °C) y 2017 (+1.33 °C). 5 continentes tuvieron un 2018 dentro de los 8 años más cálidos, con Europa registrando una temperatura promedio anual de hasta +1.78 °C por arriba del promedio. En Francia y Reino Unido se presentaron el 3 y 7 año más cálidos, respectivamente, con anomalías de +1.4 °C y +0.6 °C. En Alemania, 2018 fue el año más cálido en todo el registró con una anomalía de +2.2 °C, y en Suiza la anomalía alcanzó +1.5 °C siendo de igual manera el año más cálido. También se observaron temperaturas muy por arriba del promedio en regiones de México, Asia, Nueva Zelanda, Medio Oriente y Rusia (Fig. 1).

En los océanos, la temperatura promedio anual fue de +0.66 °C siendo el cuarto año más cálido. Los años 2016, 2015 y 2017 continúan siendo los más cálidos en todo el registro histórico con anomalías de +0.76 °C, +0.74 °C y +0.67 °C, respectivamente. Las temperaturas más altas se observaron en el Pacífico Sur alrededor de Nueva Zelanda, regiones del Atlántico Norte y el Pacífico Occidental, mientras que las regiones de Hawaii y el Golfo de México presentaron su tercer año más cálido (Fig. 1).

En el siglo XXI se han establecido nuevos récords de temperatura promedio a nivel global en 5 ocasiones en los años 2005, 2010, 2014, 2015 y 2016. En el período 1880-1980 se establecía un nuevo récord de temperatura promedio global cada 13 años. En el período 1981-2018 se ha establecido un nuevo récord de temperatura promedio global cada 3 años.

9 de los 10 años más cálidos se han presentado de manera continua desde 2005, siendo 1998 el año más cálido del siglo XX. Los años 2014-2018 los 5 años más cálidos en el registro histórico. La temperatura promedio global aumentó a razón de 0.07°C por década desde 1880; sin embargo, esta tendencia ha aumentado a más del doble (0.17 °C) desde 1981.

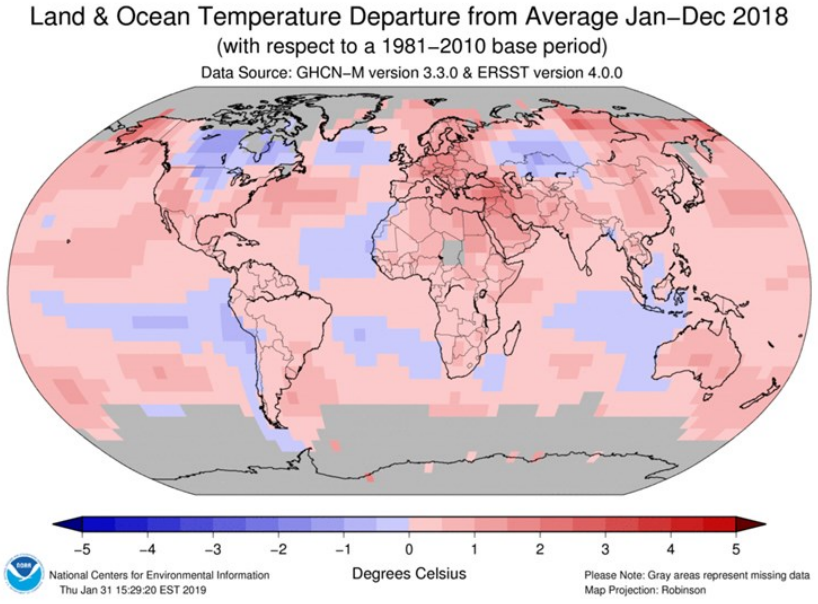


Fig. 1. Anomalía promedio de temperatura superficial a nivel global de enero a diciembre de 2018. Climatología 1981 – 2010. Fuente: www.ncdc.noaa.gov.

1.1 El Niño-Oscilación del Sur

El Niño – Oscilación del Sur o ENOS es parte fundamental del sistema climático y se origina como resultado de una fluctuación interanual en el sistema océano-atmósfera en el Pacífico Ecuatorial. De acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés), las fases cálida y fría (El Niño y La Niña) se refieren a condiciones anómalas en los valores de la temperatura de la superficie del mar, tomando como anómalo un valor de 0.5 °C por arriba o por debajo del promedio, respectivamente. Esta condición debe permanecer por al menos 5 trimestres consecutivos en la región Niño 3.4 (Fig. 2) que sirve como referencia principal para conocer las condiciones actuales y futuras del ENOS.

En los primeros meses de 2018, condiciones de La Niña débil se presentaron en el Pacífico Ecuatorial. A partir de mediados de abril se transitó hacia condiciones Neutrales, es decir, sin condiciones presentes de El Niño o La Niña con un valor del Índice Océanico El Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de -0.4. Las condiciones Neutrales de ENOS se mantuvieron desde abril hasta el mes de diciembre, aunque la temperatura del mar en el Pacífico Ecuatorial se mantuvo por arriba del promedio en la mayor parte del 2018 con valores de ONI de +0.3 desde agosto hasta el mes de octubre, de +0.9 en el mes de noviembre y alcanzando +1.0 °C en diciembre de 2018. El patrón observado en la temperatura del mar en el Pacífico Ecuatorial fue similar al observado en el año 2014, antes del evento El Niño 2015 – 2016. Las condiciones Neutrales de ENOS fueron persistentes a lo largo del 2018 debido a que los patrones atmosféricos no indicaban un acoplamiento con las condiciones oceánicas observadas en eventos El Niño. La actividad convectiva más importante se mantuvo al oeste del Pacífico Central, sobre la región de Indonesia y en el Pacífico Oriental las anomalías positivas de radiación de onda larga se mantuvieron por arriba del promedio casi todo el año, contrario a lo que se suele observar en eventos El Niño.

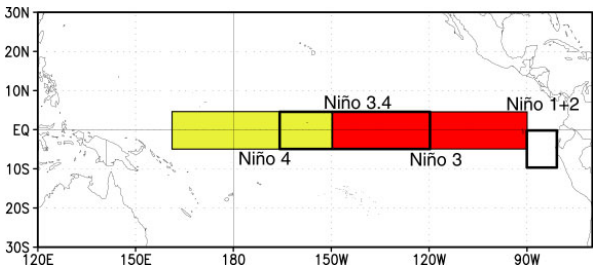


Fig. 2. Localización geográfica de las regiones de monitoreo de El Niño – Oscilación del Sur. Niño 1+2 (0° a 10°S y 90°W a 80°W). Niño 3 (5°N a 5°S y 150°W a 90°W). Niño 3.4 (5°N a 5°S y 170°W a 120°W). Niño 4 (5°N a 5°N y 160°E a 150°W).

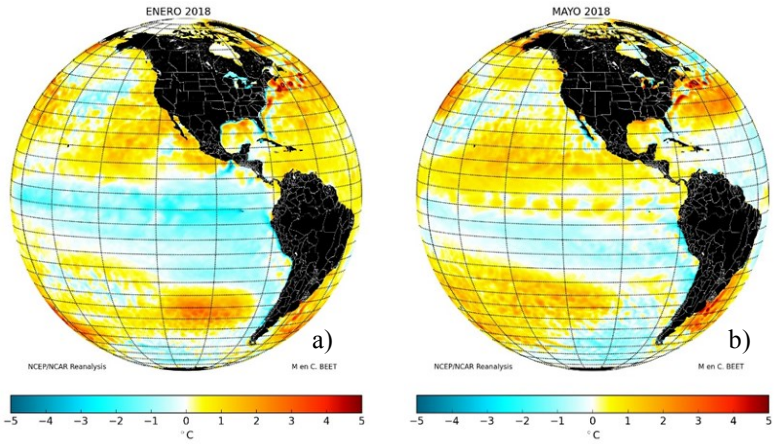


Fig. 3. Anomalía de temperatura de la superficie del mar (TSM) en °C en los meses de: a) enero, y b) mayo de 2018. Climatología 1981 – 2010. Datos: NOAA OISSTv2.

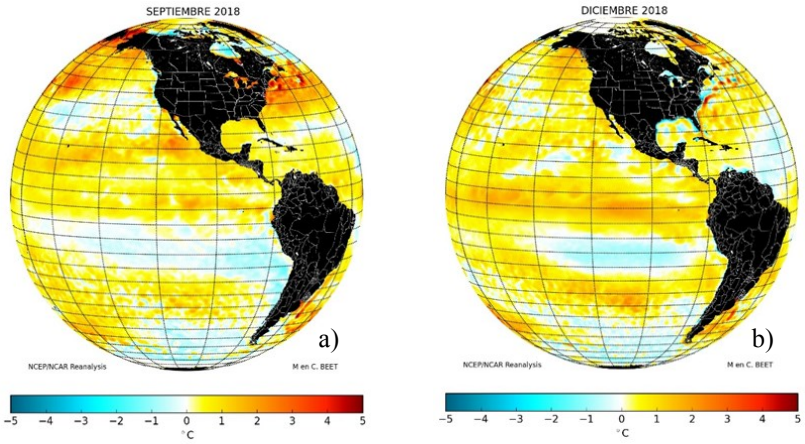


Fig. 4. Anomalía de temperatura de la superficie del mar (TSM) en °C en los meses de: a) septiembre, y b) diciembre de 2018. Climatología 1981 – 2010. Datos: NOAA OISSTv2.

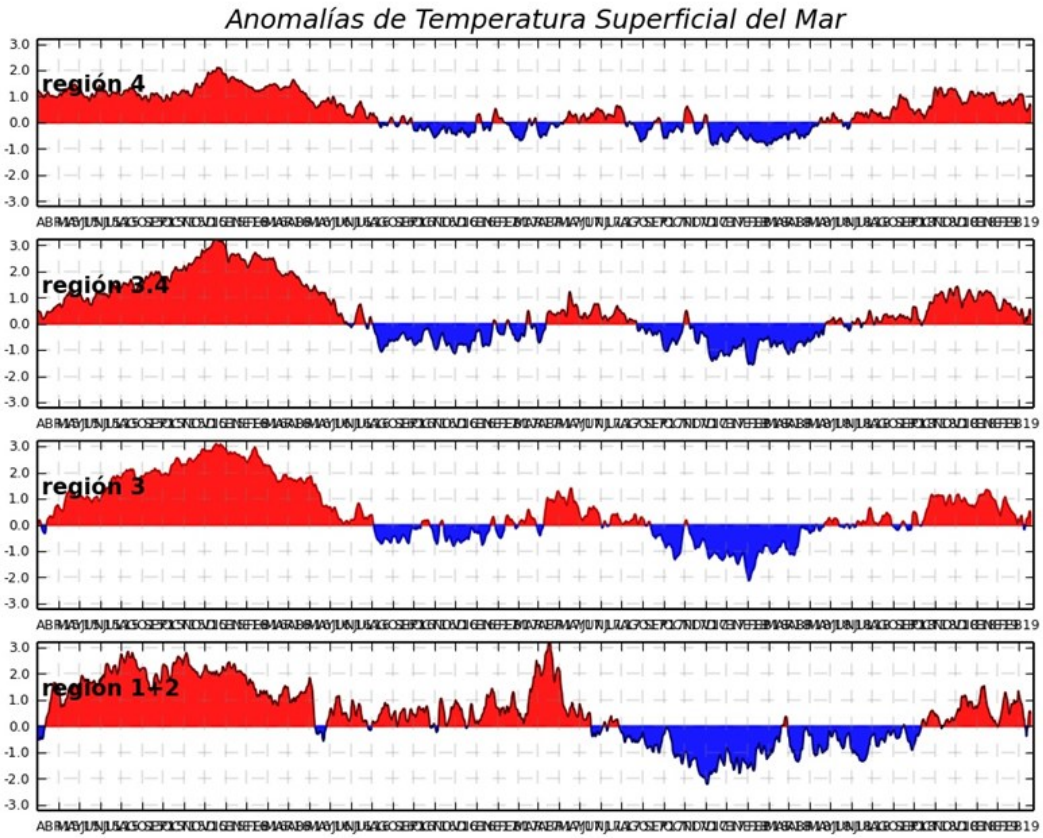


Fig. 5. Anomalías de temperatura de la superficie del mar (TSM) en °C en las regiones de monitoreo de El Niño – Oscilación del Sur: Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 y Niño 4.

2018	Niño 1+2 0-10°S 90°W-80°W	Niño 3 5°N-5°S 150°W-90°W	Niño 3.4 5°N-5°S 170°W-120°W	Niño 4 5°N-5°S 160°E-150° W	N. ATL 5°N-20°N 60°W-30°W	S. ATL 0-20°S 30°W-10°E	Global Trópicos 10°N-10°S 0-360°
Enero	-0.8	-1.1	-0.8	-0.3	0.3	-0.1	-0.1
Febrero	-0.6	-1.0	-0.9	-0.2	0.0	-0.3	-0.1
Marzo	-0.8	-0.8	-0.7	-0.1	0.1	-0.4	-0.1
Abril	-1.0	-0.4	-0.4	0.1	-0.3	0.0	0.0
Mayo	-0.5	-0.2	-0.1	0.2	-0.5	-0.1	0.0
Junio	-0.6	0.3	0.2	0.3	-0.7	0.2	0.1
Julio	-0.2	0.4	0.3	0.3	-0.5	0.1	0.1
Agosto	0.1	0.2	0.3	0.5	-0.3	-0.2	0.1
Septiembre	-0.1	0.3	0.3	0.5	0.1	-0.1	0.2
Octubre	0.4	0.9	0.9	1.0	-0.1	0.1	0.3
Noviembre	0.7	1.0	1.0	1.0	-0.3	0.0	0.3
Diciembre	0.8	1.0	1.0	1.0	-0.4	0.2	0.4

Tabla 1. Anomalía de temperatura de la superficie del mar en las regiones Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4, Niño 4, Atlántico Norte, Atlántico Sur y Trópicos de enero a diciembre de 2018. Fuente: Centro de Predicción Climática/NOAA.

1.2 Condiciones atmosféricas y teleconexiones

1.2.1. Radiación Saliente de Onda Larga (OLR). Los patrones de anomalía de radiación de onda larga saliente (OLR, por sus siglas en inglés) durante el año se muestran en la Fig. 6.

Invierno (diciembre 2017 – febrero 2018): En el invierno se presentaron condiciones de La Niña débil: sin embargo, a diferencia del invierno anterior, en estos meses se observaron anomalías negativas de OLR en la mayor parte del territorio nacional por el paso de frentes fríos y su nubosidad asociada, especialmente en las regiones norte y centro del país. En el Pacífico Ecuatorial con condiciones de La Niña débil se observó poca nubosidad en la región central y una ITCZ debilitada sobre el Pacífico Oriental. En cambio, se observó mayor actividad convectiva en las regiones del sureste de Asia.

Primavera (marzo – mayo 2018): En los meses de marzo a mayo se mantuvieron regiones de poca nubosidad a lo largo del Pacífico Ecuatorial indicando todavía condiciones de La Niña débil. En México se presentó poca nubosidad en los estados del centro-norte del país. El paso de los sistemas frontales favoreció, en promedio, anomalías negativas de OLR en las regiones centro y sur del país.

Verano (junio – agosto 2018): En los meses de verano, se mantuvo poca actividad convectiva en la región central del Pacífico Sur y en el Océano Índico. Sobre el noroeste de México se observaron anomalías negativas de OLR asociadas a nubosidad y precipitaciones características del Monzón de Norteamérica. En los estados del noreste, centro y sur de México se presentó la canícula con lluvias por debajo del promedio y temperaturas por arriba del promedio en estas regiones. En el Pacífico Norte, se mantuvo una región, desde 10°N a 20°N, con lluvias por arriba del promedio.

Otoño (septiembre- noviembre 2018): En el trimestre la región del Pacífico Ecuatorial se mantuvo con actividad convectiva por debajo del promedio, al igual que en la región del Océano Índico y el Sureste de Asia. En México, el trimestre se caracterizó con lluvias por arriba del promedio en la mayor parte del territorio nacional asociada a la actividad ciclónica, principalmente del Pacífico Oriental y, en menor medida, por el inicio de la temporada de sistemas frontales.

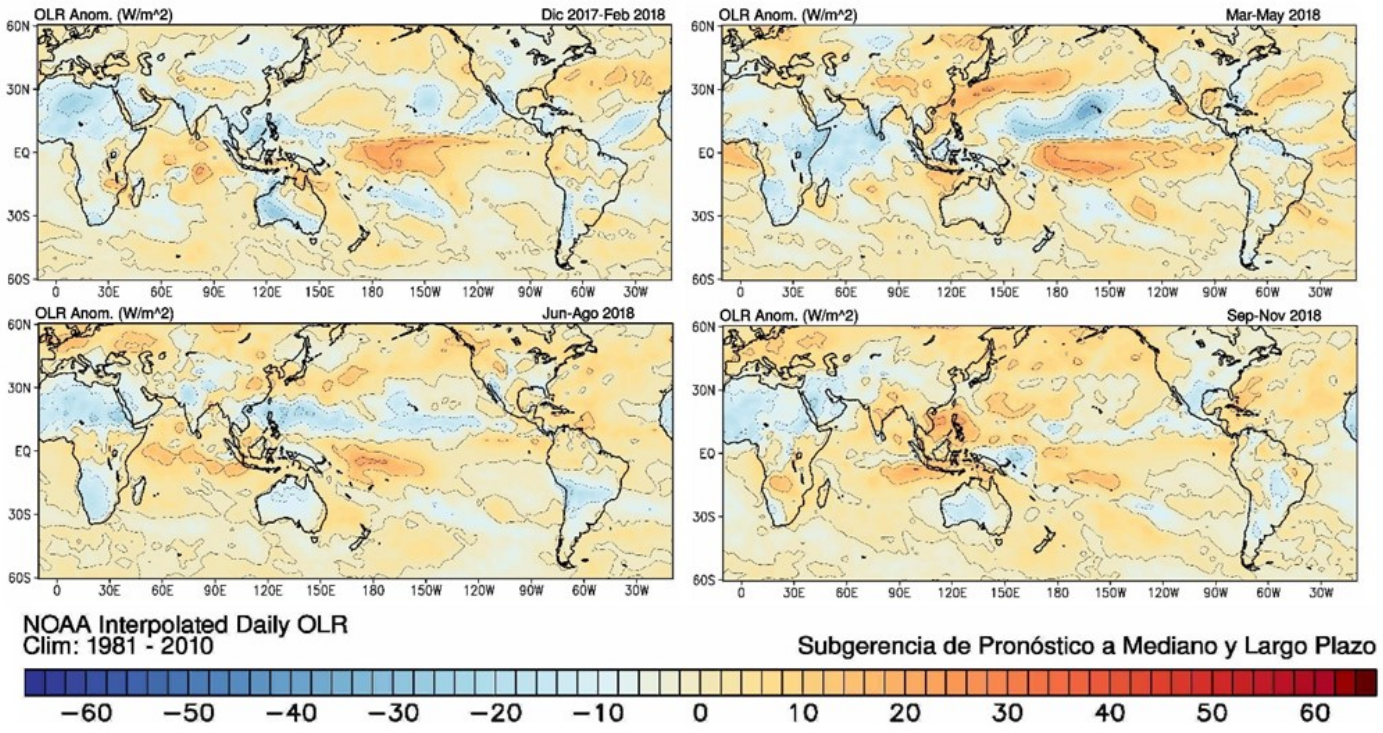


Fig. 6. Anomalías de radiación saliente de onda larga en W/m2 en los meses de: a) invierno (diciembre de 2017 a febrero de 2018); b) primavera (marzo a mayo de 2018); c) verano (junio a julio de 2018); y, d) otoño (septiembre a noviembre de 2018). Climatología 1981 – 2010. Datos: NOAA Interpolated OLR.

1.2.2. Circulación en 500 hPa. En general, la circulación en 500 hPa tiene correlación con los patrones observados de temperatura y lluvia en superficie. Los patrones estacionales de circulación en 500 hPa se muestran en la Fig. 7. En el invierno se mantuvieron condiciones de La Niña débil. En promedio, la Oscilación del Ártico (AO, por sus siglas en inglés) presentó una fase negativa debilitándose el vórtice polar del y separándose en 2 regiones localizadas sobre Norteamérica y Siberia, y algunas regiones de Europa. Esta condición favoreció temperaturas por debajo del promedio sobre Canadá, el este de Estados Unidos y Eurasia y favoreciendo el ingreso de sistemas frontales al país. El Patrón Pacífico – Norteamérica (PNA, por sus siglas en inglés) se mantuvo en fase positiva en el trimestre con temperaturas por arriba del promedio sobre la región oeste de Estados Unidos y el noroeste de México, y temperaturas por debajo del promedio sobre el noreste del territorio nacional.

Los meses de primavera se pueden considerar como de transición en las condiciones atmosféricas y oceánicas. En estos meses las condiciones de La Niña se comenzaron a debilitar y se inició la transición hacia una fase Neutral de El Niño – Oscilación del Sur (ENOS). En el trimestre marzo – abril – mayo de 2018 la AO se mantuvo en fase positiva con temperaturas por arriba del promedio sobre la mayor parte de Norteamérica, incluyendo México. Las condiciones observadas en el Pacífico Norte también tuvieron influencia, especialmente sobre el comportamiento de la temperatura promedio en el trimestre por la transición entre fases del patrón Este Pacífico – Norte Pacífico (EP-NP, por sus siglas en inglés). En los meses de verano junio – julio – agosto se presentaron condiciones Neutrales de ENOS. El vórtice polar se intensificó sobre la región del Ártico, las corriente en chorro polar y subtropical se debilitaron y desplazaron más hacia el norte cerca del Ártico. Lo anterior ocasionó temperaturas en superficie por arriba del promedio sobre México, Estados Unidos y Canadá. Lo anterior también se vio favorecido por la fase positiva de la Oscilación del Atlántico Norte (NAO, por sus siglas en inglés) desde los meses de primavera. Además, se observaron temperaturas muy por arriba del promedio en Europa y Asia. En el Hemisferio Norte sólo se presentaron temperaturas por debajo del promedio en el noreste de Canadá. La PNA se presentó positiva en el trimestre, nuevamente ocasionando temperaturas por arriba del promedio en el noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos.

En los meses de otoño, la AO se mantuvo en fase positiva en septiembre y octubre y cambió a fase negativa hasta el mes de noviembre. La PNA se mantuvo en fase positiva en el trimestre septiembre – octubre – noviembre, mientras que la NAO pasó de fase positiva en septiembre y octubre a una fase negativa en el mes de noviembre. En general, las transiciones entre fases de los índices de AO, NAO, PNA y EP-NP tuvieron una mayor correlación con los patrones de temperatura y lluvias en superficie.

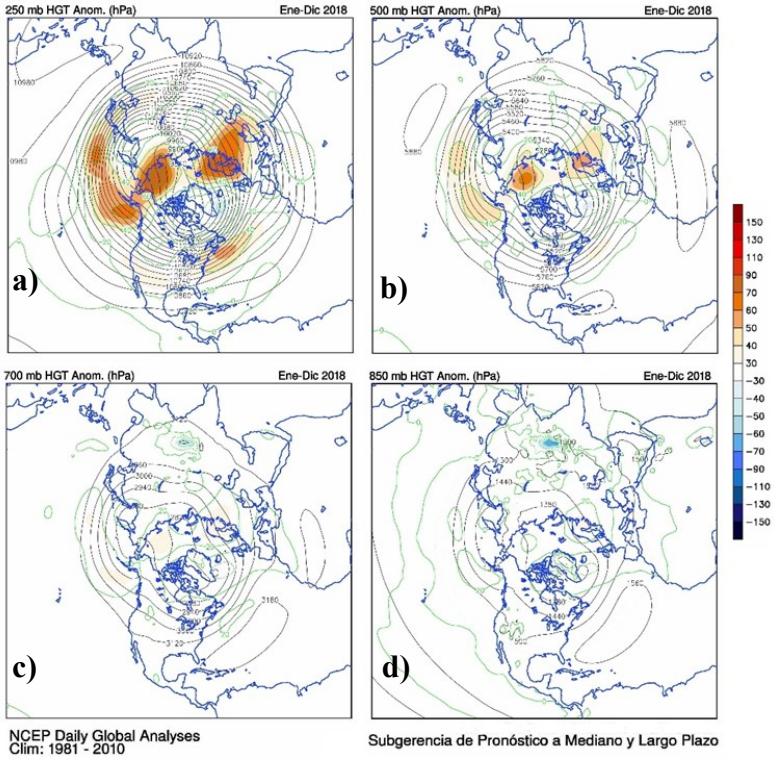


Fig. 7. Anomalía promedio de enero a diciembre de 2018 de altura geopotencial en hPa en los niveles de: a) 25 hPa, b) 500 hPa, c) 700hPa, y d) 850 hPa. Climatología 1981 – 2010. Datos: NCEP Daily Global Analyses.

2018	PNA	AO	NAO	WP	TNH	EP-NP	EA
Enero	-0.1	-0.281	1.2	0.4	-0.3	0.7	0.5
Febrero	-1.7	0.113	1.3	0.4	2.2	0.2	-1.4
Marzo	-1.2	-0.941	-1.4	0.8	-	0.3	-0.6
Abril	-1.1	0.544	1.2	-0.7	-	-0.2	1.1
Mayo	-1.1	1.180	2.0	-0.2	-	-1.0	-0.1
Junio	0.7	0.380	1.4	-0.4	-	0.1	-0.5
Julio	-0.8	0.612	1.4	-0.8	-	-0.2	2.4
Agosto	1.2	0.836	2.4	-1.4	-	-0.8	1.8
Septiembre	1.2	0.585	1.8	-1.4	-	-0.8	0.1
Octubre	0.4	0.413	1.5	-1.1	-	1.2	-0.4
Noviembre	0.2	-1.116	-0.3	-0.6	-	1.4	0.3
Diciembre	0.6	0.110	0.5	0.1	-0.6	-	1.4

Tabla 2. Índices de Teleconexiones en el Hemisferio Norte de enero a diciembre de 2018. Fuente: Centro de Predicción Climática/NOAA.

1.2.3. Presión a nivel del mar. Los patrones estacionales de anomalía de presión a nivel del mar se muestran en la Fig. 8. En la región del Pacífico Norte, la circulación es mayormente dominada por sistemas de baja presión semipermanentes. Climatológicamente, en los meses de verano se intensifica el sistema semipermanente de alta presión, debilitándose en invierno, y dando lugar a una mayor influencia del sistema semipermanente de baja presión de las Aleutianas. En el Atlántico, la circulación está dominada por el sistema semipermanente de alta presión de las Azores y el sistema semipermanente de baja presión de Islandia, que juntos conforman las diferentes fases de la Oscilación del Atlántico Norte. Típicamente, la primera se intensifica en los meses de verano y se debilita en los meses de invierno, observándose patrones opuestos con la baja de Islandia.

Invierno (diciembre 2017 – febrero 2018): En los meses de invierno se presentaron anomalías negativas de presión a nivel del mar en el Océano Índico y en el Pacífico Occidental y anomalías positivas en las regiones central y oriental del Pacífico Ecuatorial. El sistema de baja presión de las Aleutianas se debilitó, al igual que el sistema de baja presión de Islandia.

Primavera (marzo – mayo 2018): En los meses de primavera anomalías positivas de presión a nivel del mar se observaron en la región central de Norteamérica y el norte de Europa. El sistema de alta presión del Pacífico se intensificó en las regiones del Pacífico Norte y Atlántico Norte. El gradiente de presión observado en las región del Atlántico Norte favoreció una corriente en chorro polar más intensa sobre esa región y con temperaturas por debajo del promedio sobre la región noreste de Estados Unidos y algunas regiones muy puntuales de Europa. En México predominaron anomalías positivas de presión a nivel del mar en todo el trimestre con temperaturas por arriba del promedio a nivel nacional.

Verano (junio – agosto 2018): En el verano, se observaron anomalías positivas de presión a nivel del mar en la mayor parte del Atlántico y anomalías negativas en regiones tropicales del Pacífico Norte y en Groenlandia. Anomalías positivas también se observaron sobre latitudes medias del Pacífico Norte. El sistema de alta presión de las Azores continuó dominando los patrones de temperatura y lluvia desde las costas de África hasta el Mar Caribe y el Golfo de México. Este comportamiento, con un índice positivo de la NAO y un fortalecimiento del Jet del Caribe (CLLJ, por sus siglas en inglés) favorecieron la presencia de la canícula en los estados del noreste, centro y sur del país, siendo el mes de julio el más seco y el segunod más cálido a nivel nacional desde que se tienen registros históricos.

Otoño (septiembre – noviembre 2018): Durante el otoño, anomalías positivas de presión a nivel del mar se observaron sobre el Océano Índico y el Pacífico Occidental, y anomalías negativas se presentaron en el Atlántico Tropical. El sistema de alta presión de las Azores continuó debilitándose y se comenzaron a observar anomalías negativas de presión a nivel del mar sobre el Atlántico Central, debido también al paso de los ciclones tropicales por esta región. El sistema de baja presión de las Aleutianas se fortaleció respecto a las temporadas anteriores con un mayor número de sistemas frontales en esta región.

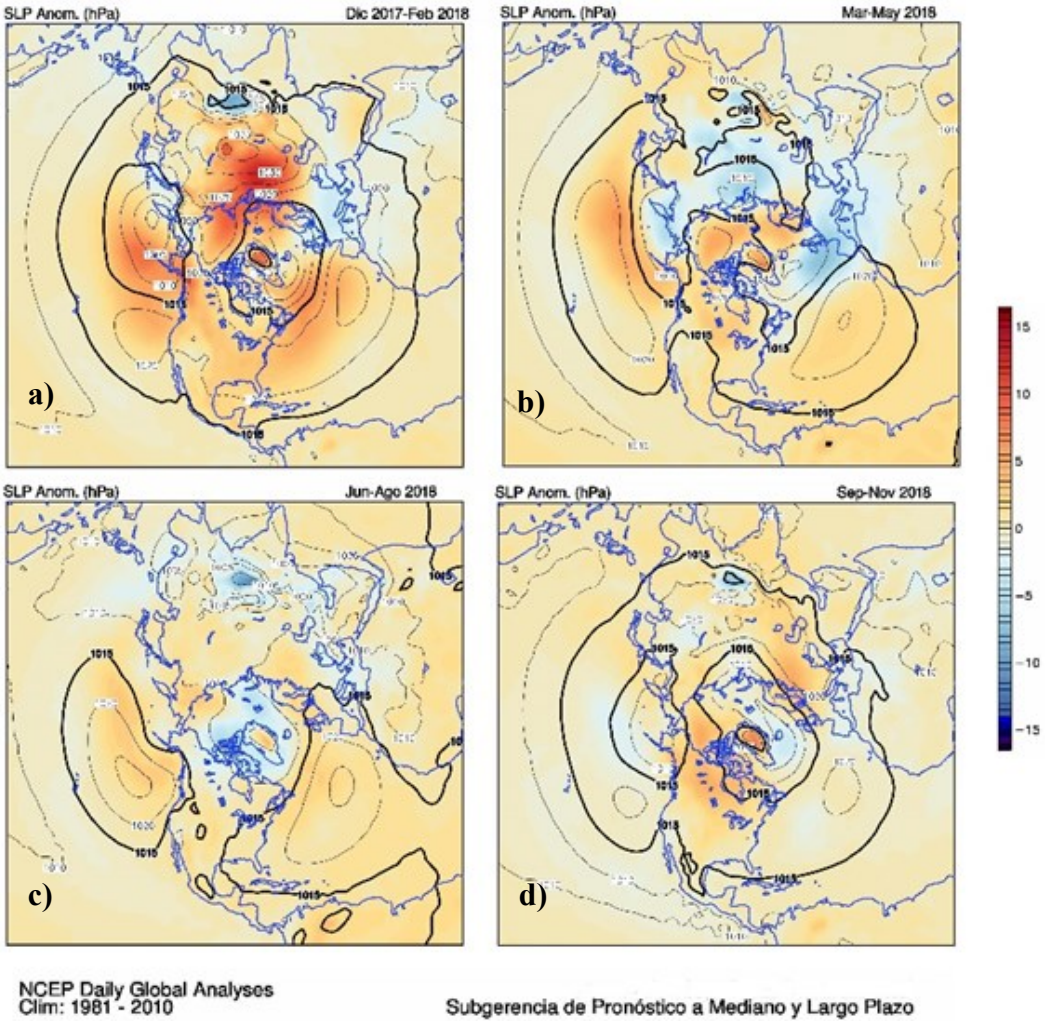


Fig. 8. Anomalía de presión a nivel del mar en hPa en los meses de: a) invierno (diciembre de 2017 a febrero de 2018); b) primavera (marzo a mayo de 2018); c) verano (junio a julio de 2018); y, d) otoño (septiembre a noviembre de 2018). Climatología 1981 – 2010. Datos: NCEP Daily Global Analyses.

2. Precipitación

Tal como en años anteriores, la lluvia anual de 2018 fue cercana al promedio a nivel nacional. Los 803.7 mm de lluvia acumulada a nivel nacional fue 3% por arriba del promedio anual (1941-2017). Precipitaciones por arriba del promedio cubrieron la mayor parte del centro-norte, especialmente en Aguascalientes, Guanajuato, el oriente de San Luis Potosí y Zacatecas; porciones del norte como el caso de Sonora, Chihuahua y Coahuila y algunas ares del centro-sur como Morelos, Puebla y Oaxaca, en el resto del país la lluvia fue cercana y por debajo del promedio. Las áreas más secas se concentraron en la Península de Baja California, la región de Las Huastecas en el noreste, la costa del Pacífico sur, pero principalmente en el sur de Veracruz, Tabasco, Chiapas y el norte de la Península de Yucatán (Fig. 9). A nivel puntual, los máximos acumulados de lluvia en todo el año se ubicaron en tres estaciones de la parte alta de la Cuenca del Papaloapan, en el norte de Oaxaca, donde los reportes fueron de 6434.0 mm en San Felipe Usila, 5023.2 mm en Jacatepec y 4593.8 mm en Valle Nacional. Para el caso de San Felipe Usila, este acumulado fue 59.4% mayor que el promedio anual de dicha estación, 21% mayor que el promedio anual en el caso de Jacatepec y 50% mayor en el caso de Valle Nacional, lo anterior comparado con el promedio anual de dichas estaciones en el período 1981-2010.

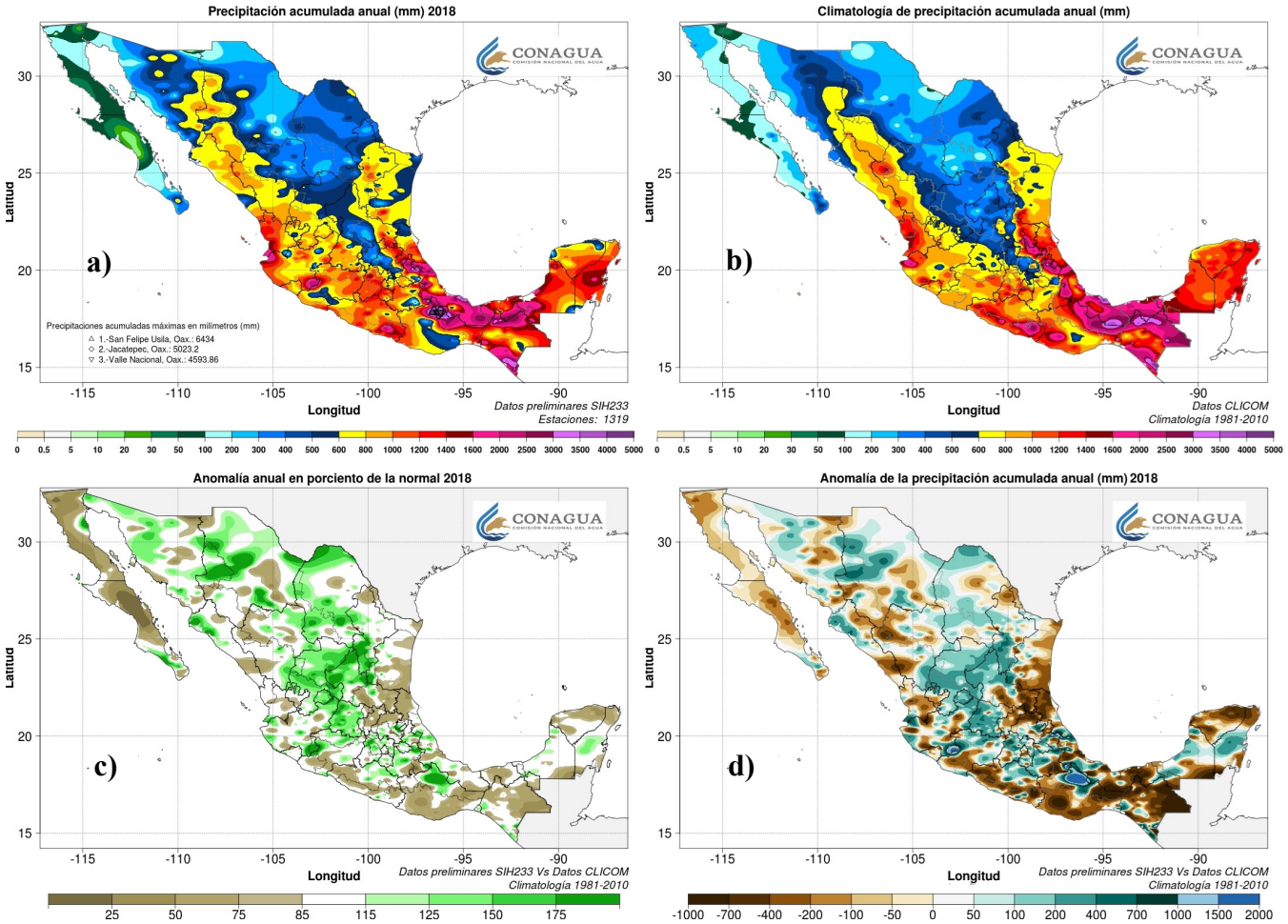


Fig. 9. a) Lluvia total observada durante 2018. b) Comportamiento normal de las lluvias durante en el período 1981-2010. c) Anomalía en porciento del normal en diciembre de 2018. d) Anomalía absoluta (diferencia de lluvias del mes con respecto al período base señalado). Con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente. Climatología base 1981-2010 obtenido de la Base de Datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional.

Comparando la lluvia total de 2018 con los registros anuales desde 1941 se observa que el año más lluvioso es 1958 con 997.8 mm, 27.8% por arriba del promedio y el año menos lluvioso continua siendo 1945 con 638.8 mm, que 18.1% por debajo del promedio de largo plazo (Fig. 10). El total de lluvia del año 2018 fue de 803.7 mm, 3 % por arriba del promedio 1941-2017, lejos de los 962.1 mm de 2010, el año más lluvioso en lo que va del siglo XXI (Fig. 10).

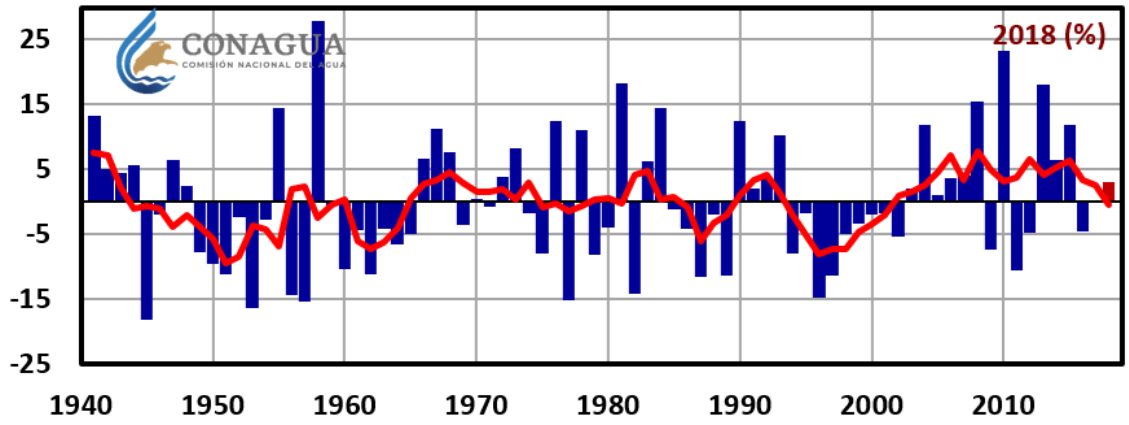


Fig. 10. Anomalías de precipitación a nivel nacional anual (barras azules), media móvil de cinco años (línea roja).

A nivel mensual, durante la época seca comprendida de enero a abril, marzo se ubicó como el 13° marzo más seco nivel nacional e inmediatamente abril pasó a ser de los más húmedos, el 12° abril más húmedo. Durante el verano, la época lluviosa del país, los meses se caracterizaron por lluvias cercanas al promedio, pero julio de 2018 ha sido el más seco registrado debido al nulo impacto de ciclones tropicales. Climatológicamente septiembre es el mes más lluvioso del año y aporta en promedio un 18.4% de la lluvia anual. Durante 2018, septiembre también fue el mes más lluvioso y aportó el 20.6% de la lluvia anual, pero a diferencia de años anteriores, las lluvias de septiembre no estuvieron relacionadas con ciclones tropicales, sino solo a una depresión tropical, la depresión tropical 19E. El mes con mayor actividad de ciclones tropicales de 2018 fue octubre con el arribo de los huracanes Rosa, Sergio y Willa, así como las tormentas tropicales Tara y Vicente. El mes menos lluvioso climatológicamente es marzo que aporta solo el 1.8% de la lluvia anual. En 2018, marzo fue el mes más seco y aportó solamente el 1.1% de la lluvia total.

Durante el año existen varias sistemas meteorológicos que aislados o combinados entre sí producen importantes cantidades de precipitación, tales como huracanes, frentes fríos y sistemas de baja presión. Los máximos valores puntuales de lluvia a nivel nacional entre enero y abril normalmente son a consecuencia de los sistemas frontales de la temporada invernal y de mayo a septiembre debido a sistemas tropicales, tales como ciclones tropicales, ondas tropicales, sistemas de bajas presiones, etc. En el último trimestre del año, de octubre a diciembre, los sistemas frontales fueron nuevamente los principales generadores de lluvias. El día más lluvioso de 2018 ocurrió el 19 de septiembre debido a la incursión de la depresión tropical 19E en el sur de Sonora y el norte de Sinaloa, cuando el promedio a nivel nacional de lluvias fue de 11.7 mm; en esa fecha, la estación climatológica de Ahome en Sinaloa reportó un acumulado en 24 horas de 359.5 mm, valor que superó cualquier récord anterior para la misma estación que era de 175mm/día reportado el 15 de julio de 1998, Fig. 11 y Fig. 12a.

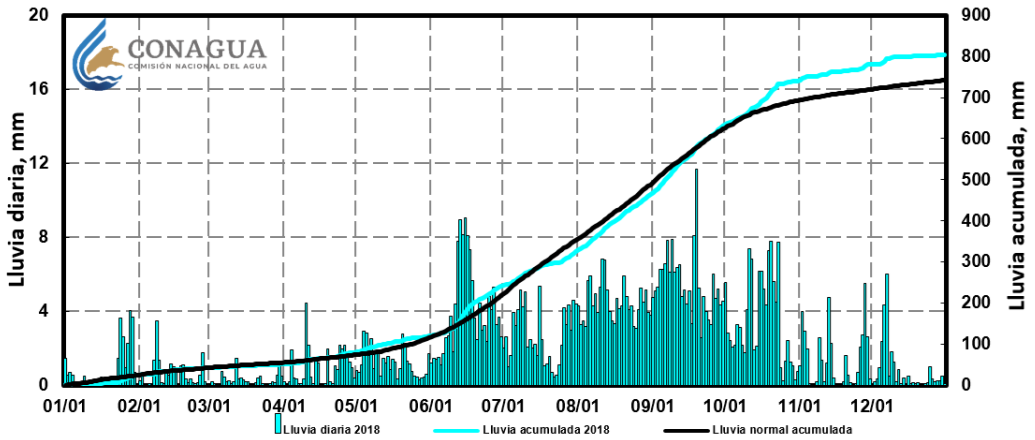


Fig. 11. Láminas diarias de lluvia a nivel nacional que muestran algunos períodos lluviosos como a mediados de junio y la máxima nacional de 11.7mm para el 19 de septiembre de 2018. . Con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Otro dato a considerar fue el reportado el 18 de octubre en la estación automática de Cuetzalapan en Veracruz que reportó un acumulado en 24 horas de 446.4 mm debido a la presencia del sistema frontal número 6 de la temporada que provocó vientos del norte en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, Fig. 12b. Este valor fue el máximo reportado para cualquier estación durante 2018 y superó a un registro previo de 379.6 mm del 2 de octubre de 1988 en Coyame, Veracruz, una estación cercana a la misma región. Más datos de lluvia máxima en 24 horas a nivel estatal en la Tabla 12.

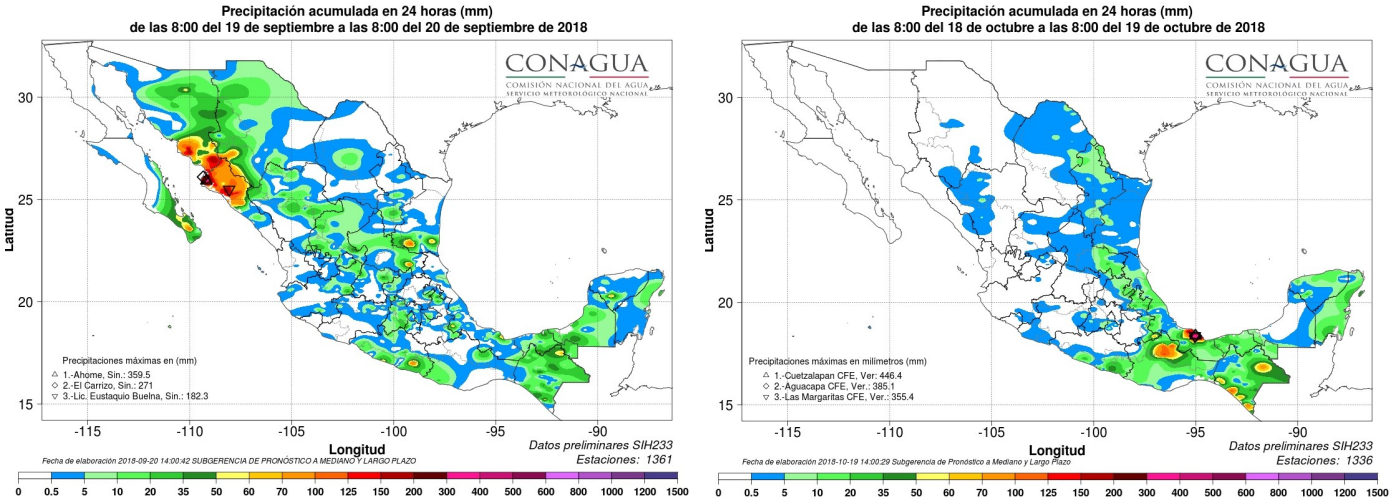


Fig. 12. Mapa de lluvias del 19 de septiembre de 2018, catalogado como el día más lluvioso a nivel nacional durante 2018. B) Mapa de lluvias del 18 de octubre de 2018, resaltando el valor máximo en 24 horas durante 2018. Con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Edo.	Prec. (mm)	Día	Localidad	Edo.	Prec. (mm)	Día	Localidad
AGS	100.0	10/04/2018	Los Conos	MOR	136.0	12/06/2018	Moyotepec
BC	137.0	01/10/2018	Observatorio de San Felipe	NAY	184.1	23/10/2018	Ruiz
BCS	120.2	14/06/2018	San Bartolo	NL	150.0	29/09/2018	El Cerrito
CAMP	241.5	26/11/2018	Palizada	OAX	310.7	20/10/2018	Valle Nacional
CHIH	84.3	19/09/2018	Urique	PUE	231.0	04/08/2018	Cuetzalan
CHIS	278.1	28/01/2018	Sayula	QRO	96.0	03/05/2018	Peñamiller
COAH	107.0	07/09/2018	Ciudad Acuña	QROO	225.5	15/06/2018	Obs. de Felipe Carrillo Puerto
COL	147.6	17/06/2018	Cerro de Ortega	SIN	359.5	19/09/2018	Ahome
CDMX	73.2	10/10/2018	Campamento Amealco	SLP	166.0	21/05/2018	Observatorio de Matlapa
DGO	98.2	07/12/2018	El Tule del Real	SON	140.0	19/09/2018	Cazanate
GRO	226.8	29/11/2018	Mochitlán	TAB	259.2	09/12/2018	Oxolotán
GTO	105.1	12/06/2018	El Palote	TAMS	180.3	07/10/2018	Gomez Farias*
HGO	134.0	10/04/2018	Atlapexco	TLAX	58.9	14/06/2018	Cuapiaxtla
JAL	236.0	09/11/2018	Constitución de Apatzingán	**VER**	**472.9**	**19/10/2018**	**Cuetzalapan****
MEX	93.5	15/10/2018	Huapango	YUC	141.4	15/06/2018	Tizimín*
MICH	306.0	09/11/2018	Los Olivos	ZAC	85.5	12/08/2018	Genaro Codina

*Tabla 3. Lluvias máximas diarias (mm) por estado durante 2018. C Con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente. *Automática CONAGUA, **Automática CFE ***Automática INIFAP.*

De acuerdo con las estadísticas a nivel estatal desde 1941, Morelos experimento su año más lluvioso al acumular 1963.7 mm de lluvias, 108% más que su promedio anual, mientras que Aguascalientes acumuló 768.7 mm, 162% más que su promedio anual y registró su segundo año más lluvioso, y Colima su cuarto año más húmedo. Por otro lado, Hidalgo y San Luis Potosí registraron su tercer y cuarto año más seco. La lluvia acumulada anual de 574.6 mm fue del 27.7% por debajo del promedio para Hidalgo, mientras que el acumulado anual de 635.4 mm fue 32,7% por debajo del promedio. Otros nueve estados se ubicaron dentro del rango de normalidad incluyendo a Baja California Sur, Chihuahua, Durango, Guerrero, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Quintana Roo y Veracruz (Fig. 13).

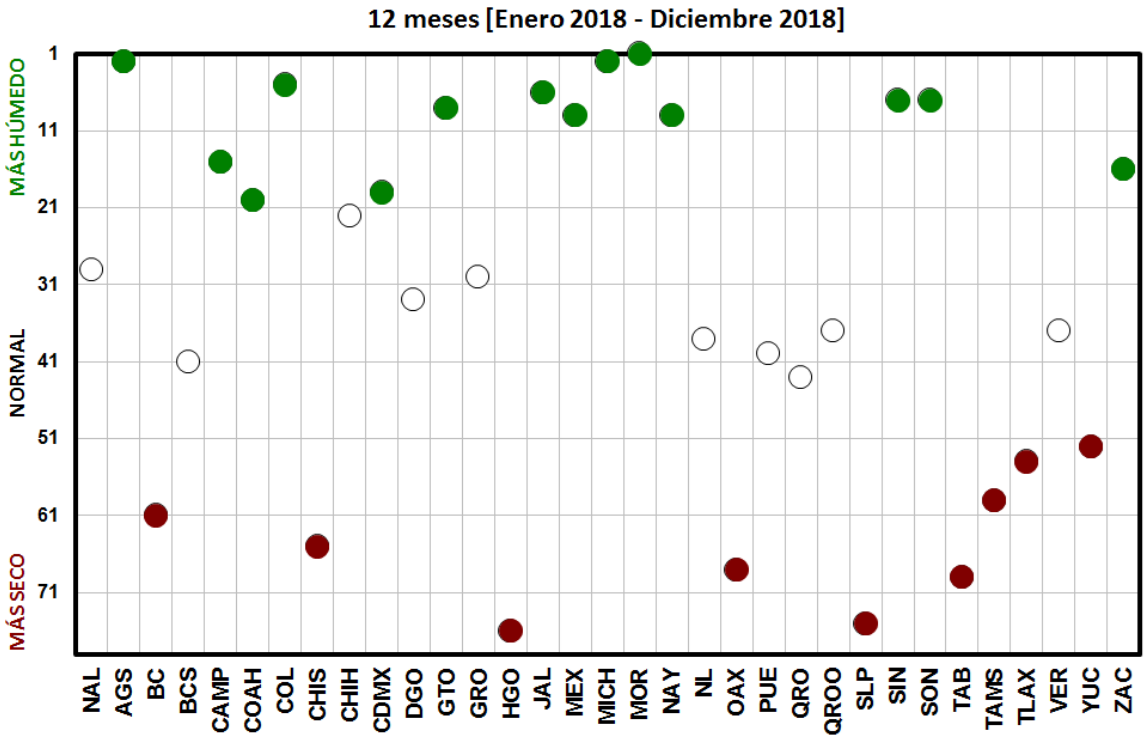


Fig. 13. Clasificación de lluvias a nivel nacional y estatal de enero a diciembre de 2018. Con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Ondas tropicales

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) una onda tropical (OT) o también llamada onda del este es una ondulación de la corriente de vientos alisios cuyas características incluyen el desarrollo de un canal de baja presión, la generación de fuerte convección sobre la zona en la que se encuentre y un desplazamiento generalmente hacia el oeste aproximadamente entre los 5° y 15° de latitud. El SMN numera a las OTs que superan los -85° de longitud oeste y que presentan inestabilidad atmosférica sobre nuestro país.

Ferreira y Schubert (1997), encontraron que las ondas evolucionan a partir de las inestabilidades baroclínicas y barotrópicas entre el oeste de África y el este del Océano Atlántico que son provocadas por una inversión del gradiente de vorticidad potencial meridional dentro del Jet Africano del Este (JAE) así como al fuerte gradiente de temperatura meridional en superficie.

La temporada 2018 de ondas tropicales en México se posicionó por arriba del promedio de 37 (climatología 1995-2017) con 5 OTs más (Fig. 14). El año con el mayor número de OTs numeradas por el SMN sigue siendo 2003 con 59. Durante cada temporada el mes más activo en cuanto a la evolución de OTs es julio (Fig. 15) y en 2018 se numeraron 13, este valor es el mas alto para un julio y también se registró en 2003. A pesar de que la temporada fue más activa de lo normal, solo 10 OTs directamente el territorio nacional (tomando en cuenta el centro del eje de la onda) y la mayoría durante el mes de junio. A continuación se describen las 3 OTs que asociadas a otros fenómenos provocaron las precipitaciones más significativas en 24 horas y posteriormente se hablará de las condiciones medias del JAE durante la temporada.

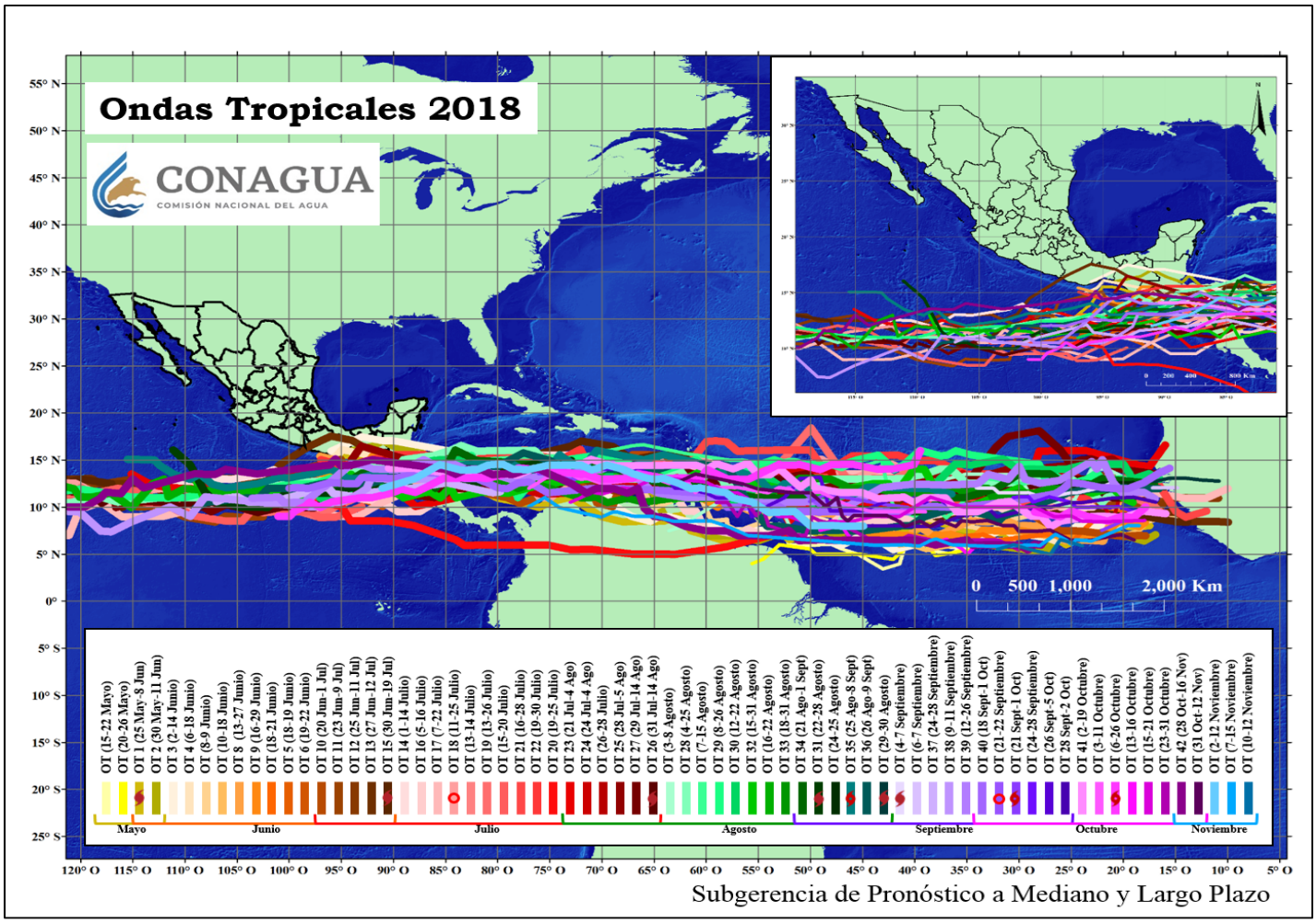


Fig. 14. Trayectoria de las ondas tropicales desarrolladas o activas sobre la zona tropical del Océano Atlántico y Pacífico Este durante el mes de octubre de 2018. Nota: Las trayectorias indican la ubicación del centro del eje de la OT a través de su avance hacia el oeste.

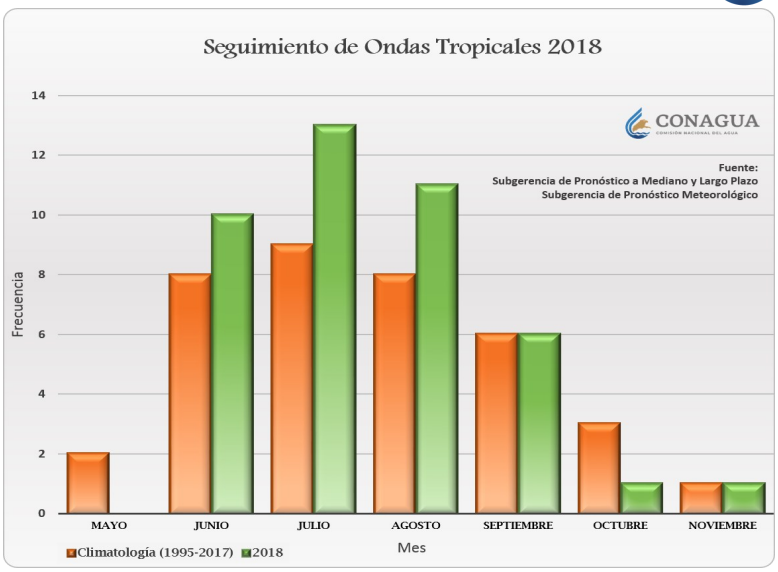
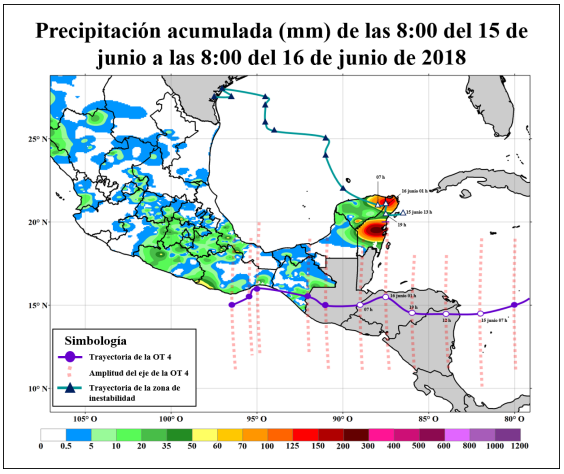


Fig. 15. Fig. 26. Seguimiento de ondas tropicales sobre la República Mexicana comparado con la climatología (1995-2017). La Temporada de ondas tropicales 2018 se extendió de mayo a noviembre de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional.

Onda tropical 4 (6-19 de junio). Surgió de la costa de occidental africana la mañana del 6 de junio y producía convección moderada cerca de la costa africana aunque limitada por una capa de polvo del Sahara que se hallaba al norte de la OT. Durante los días 7 y 8 la OT se desplazó aproximadamente a 20 km/h hacia el oeste y generaba aguaceros dispersos pero limitados por la sequedad del hacia el norte de la OT, sin embargo se apreciaba su estructura en los 700 mb. Una vez sobre el centro del Atlántico tropical durante los día 9 y 10, el polvo del Sahara se mantuvo a sus alrededores. Para el día 11 como se observa de la Fig. 17, la nubosidad se desarrollaba sobre la porción sur del eje de la OT asociada a la ITCZ y así se mantuvo hasta al día 14 cuando se ubicó en el centro del Mar Caribe (debido a la fuerte cortante del viento en la zona que inhibía la convección profunda). A partir del día 15 la OT comenzó a interaccionar con una zona de inestabilidad sobre la Península de Yucatán que estaba asociada con una vaguada en superficie. Lluvias de hasta 225.5 mm se reportaron de entre las 8 am del 15 a las 8 am del 16 de junio sobre Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo. (Fig. 16a). Por la tarde del día siguiente la OT siguió avanzando sobre el sur del país, mientras que la zonas de inestabilidad se dirigía hacia el Golfo de México rumbo a la Costa Sur de Texas. En la mañana del 17 dichos sistemas aún provocaban gran cantidad de nubosidad sobre todo el sur de México y la OT comenzaba a interaccionar con la circulación de la tormenta tropical *Carlotta.* Para el día 18 el centro del eje de la OT 4 se desplazaba frente a las costas de Guerrero muy cerca de los remanentes de *Carlotta* y finalmente por la tarde del 19 de junio la OT ya no era discernible en las imágenes de Satélite.



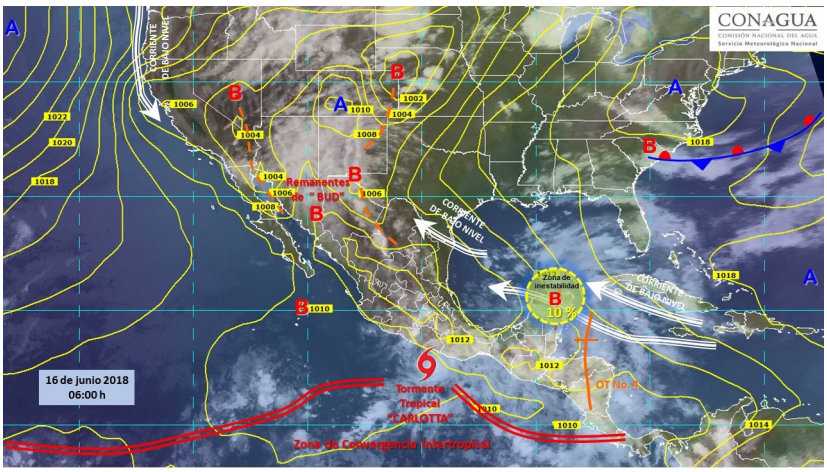


Fig. 16. a) Principales lluvias (Península de Yucatán) ocasionadas por la OT 4 y una zona de inestabilidad el 15 de junio de 2018. b) Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos de la mañana del 16 de junio de 2018. Imagen interpretada del Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del Servicio Meteorológico Nacional.

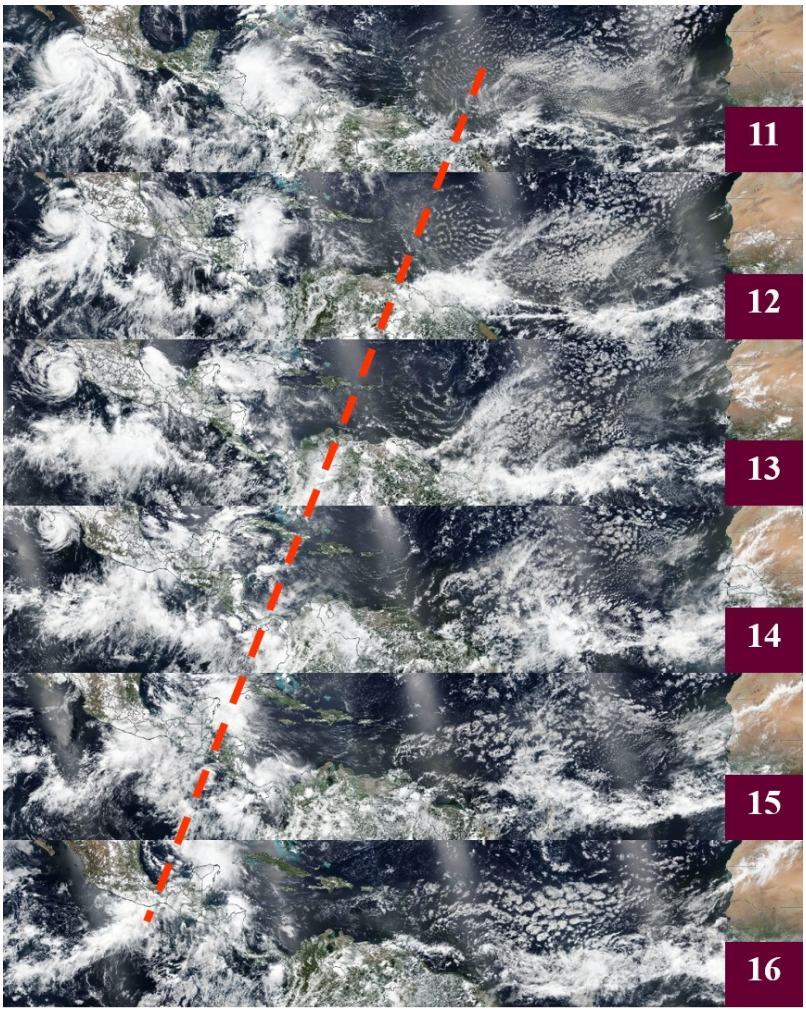


Fig. 17. Diagrama satelital Hovmoller de la Onda Tropical 4 a partir del día 11 hasta el 16 de junio de 2018

Onda tropical 24 (24 de julio al 4 de agosto). Surgió de la costa de occidental africana la mañana del día 24 de julio y al igual que en la OT 4 la convección al norte de su eje estuvo limitada por el polvo del Sahara, sin embargo las imágenes de satélite mostraron convección moderada sobre tierra al oeste de África. La OT continuó desplazándose hacia el oeste aproximadamente a 15 km/h y en su entorno seguía presente la sequedad del Polvo. Durante el día 29 de julio la OT llegó a los 66° de longitud oeste y comenzó a provocar convección de moderada a fuerte al norte de Venezuela como se observa en la Fig. 19. Ya en el Centro del Mar Caribe el 31 de julio la OT mostró abundante humedad de bajo nivel, la cual soportaba a lo largo de la difluencia convección sobre Colombia y Panamá (Fig. 19).

La OT numerada como la 24 comenzó afectar la Península de Yucatán desde la mañana del 2 de agosto y posteriormente la parte sur de la OT comenzó a interaccionar con una zona de inestabilidad (dentro de la Vaguada Monzónica). A pesar de que el eje de onda atravesó la Península de Yucatán no provocó lluvias significativas ese día, solamente sobre los estados del Sur del Pacífico. A la mañana siguiente fuerte convección se observó sobre Oaxaca, Chipas, Tabasco y el sur de Veracruz a causa del desplazamiento de la OT y de la zona de inestabilidad que en ese momento tenía ya 30 % de probabilidad de evolucionar en un ciclón tropical y por la tarde incrementó. Ese día lluvias de hasta 253.6 mm se registraron en Canseco, Ver (Fig. 18a). Por la mañana del día 4 el centro de la OT 24 se localizó frente a las costas de Michoacán con la zona de baja presión sobre el sur de eje y finalmente por la tarde está misma zona de baja presión (debido a su evolución e intensificación) provocó que la OT no siguiera avanzando hacia el oeste y posteriormente perdiera su identidad. La baja presión posteriormente se convertiría en el ciclón tropical *John.*

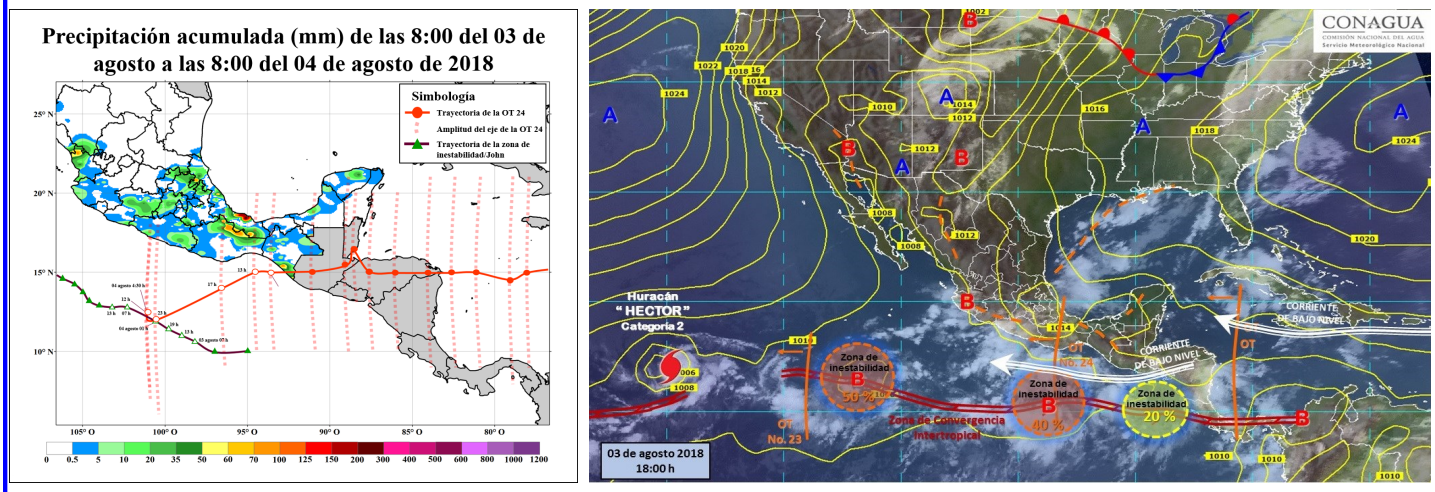


Fig. 18. a) Principales lluvias ocasionadas por la OT 24 y una zona de inestabilidad el 03 de agosto de 2018. b) Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos de la tarde del 03 de agosto de 2018. Imagen interpretada del Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del Servicio Meteorológico Nacional.

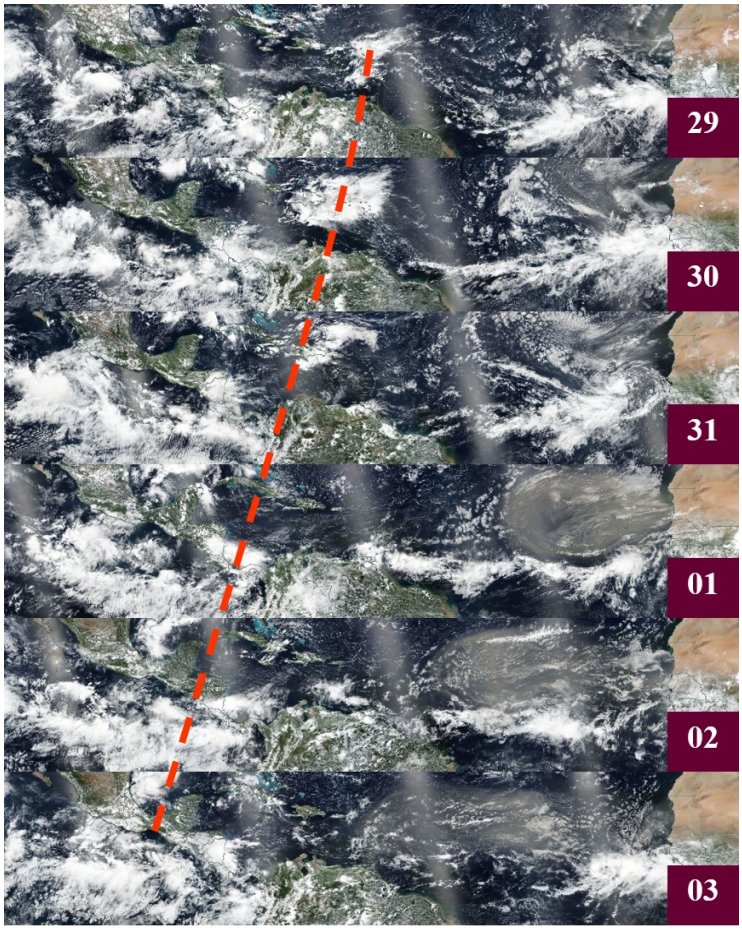


Fig. 19. Diagrama satelital Hovmoller de la Onda Tropical 24 a partir del día 29 de julio hasta el 3 de agosto de 2018

Onda tropical 4 (28 de julio al 5 de agosto). Surgió de la costa de occidental africana la madrugada del día 28 de julio y al igual que las anteriores OTs, el polvo del Sahara se encontró a sus alrededores. La OT mantuvo su movimiento hacia el oeste aproximadamente a 15 km/h sin producir convección significativa y el día 31 de julio, cuando se ubicó al este del Atlántico Tropical los diagnósticos mostraron que su estructura era débil en los 700 mb y presentaba una circulación en superficie insignificante. Al siguiente día la OT comenzó a asociarse a una vaguada invertida de niveles medios

Y con aporte de humedad por parte de la ITCZ comenzó a generar chubascos al sur de su eje (Fig. 21). Para el día 3 de agosto la OT comenzó a interaccionar con un área de flujo de viento ciclónico de niveles altos, así como con una vaguada. Lo anterior favoreció el desarrolló de actividad convectiva sobre Centroamérica como se puede observar el día 4 de agosto en la Fig. 21. Ese mismo día por la tarde la OT comenzó a afectar la Península de Yucatán con lluvias (favorecidas por la abundante humedad en niveles bajos y divergencia en altura). Por la mañana del día 5 la OT comenzó a interaccionar con la circulación de la depresión tropical *11-E* (posteriormente *Ileana*) y provocaron lluvias de hasta 196.0 mm en Jacatepec, Oax. (Fig. 20a). Finalmente la OT numerada por el SMN como la 25 se disipó en la tarde de ese día justo cuando ingresaba a la cuenca del Pacífico Noreste.

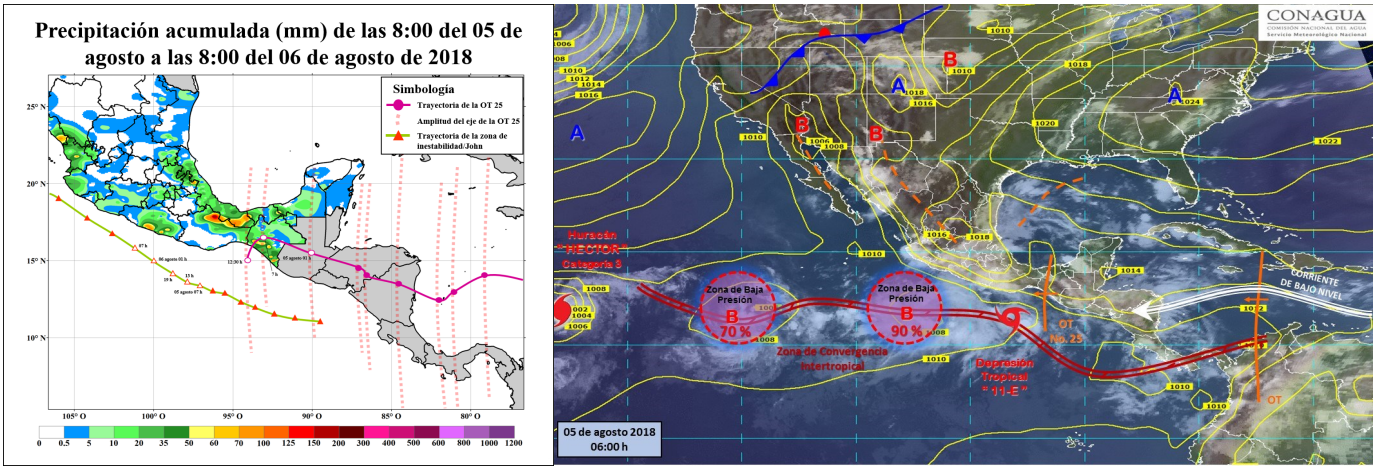


Fig. 20. a) Principales lluvias ocasionadas por la OT 25 y la depresión tropical 11-E (posteriormente Ileana) el 5 de agosto de 2018. b) Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos de la mañana del 5 de agosto de 2018. Imagen interpretada del Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del Servicio Meteorológico Nacional.

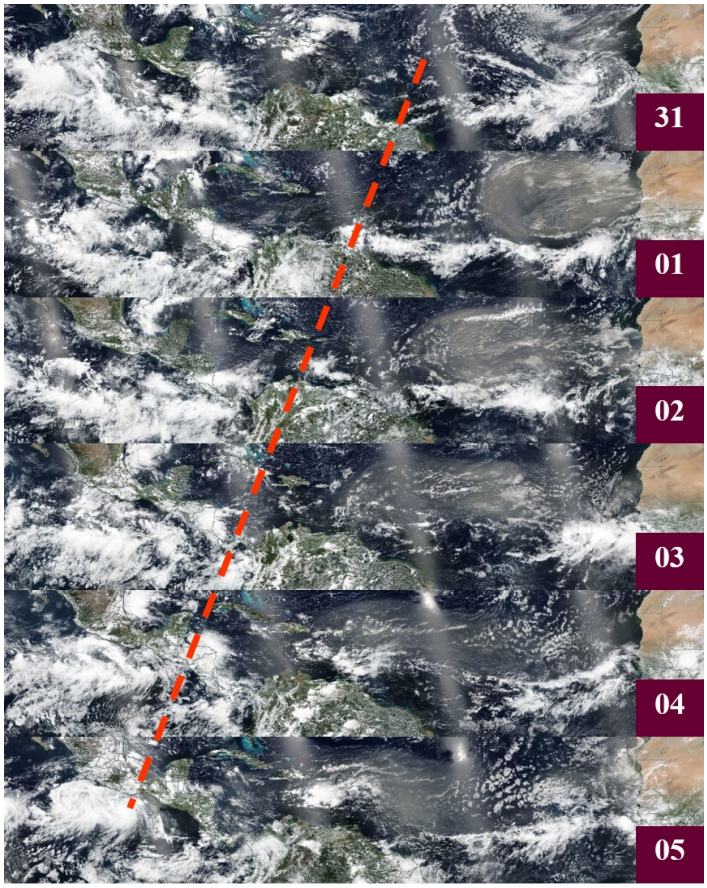


Fig. 21. Diagrama satelital Hovmoller de la Onda Tropical 25 a partir del día 31 de julio hasta el 5 de agosto de 2018 .

Durante la temporada de ondas tropicales de 2018, el JAE comenzó en mayo y junio ligeramente más intenso que la correspondiente climatología mensual, sin embargo de entre julio a noviembre comenzó a debilitarse y como se muestra en la Fig. 22a climatológicamente entre el 1 de noviembre al 30 de noviembre el JAE alcanza hasta los 40.0 km/h en promedio, mientras que en 2018 para este mismo periodo la media de los vientos en su núcleo apenas alcanzaron los 30.0 km/h (Fig. 22b). Fue también durante el periodo de debilitamiento del JAE que se pudo observar a lo largo de la temporada que se intensificó una circulación de alta presión sobre la costa norte de África. Finalmente también se puede observar vientos del este más intensos de los normal frente a las costas de Centroamérica y el sur de México, esta situación pudo estar relacionada con la trayectoria de los ciclones tropicales en la cuenca del Pacífico Noreste, ya que ninguno ingresó al sur de México.

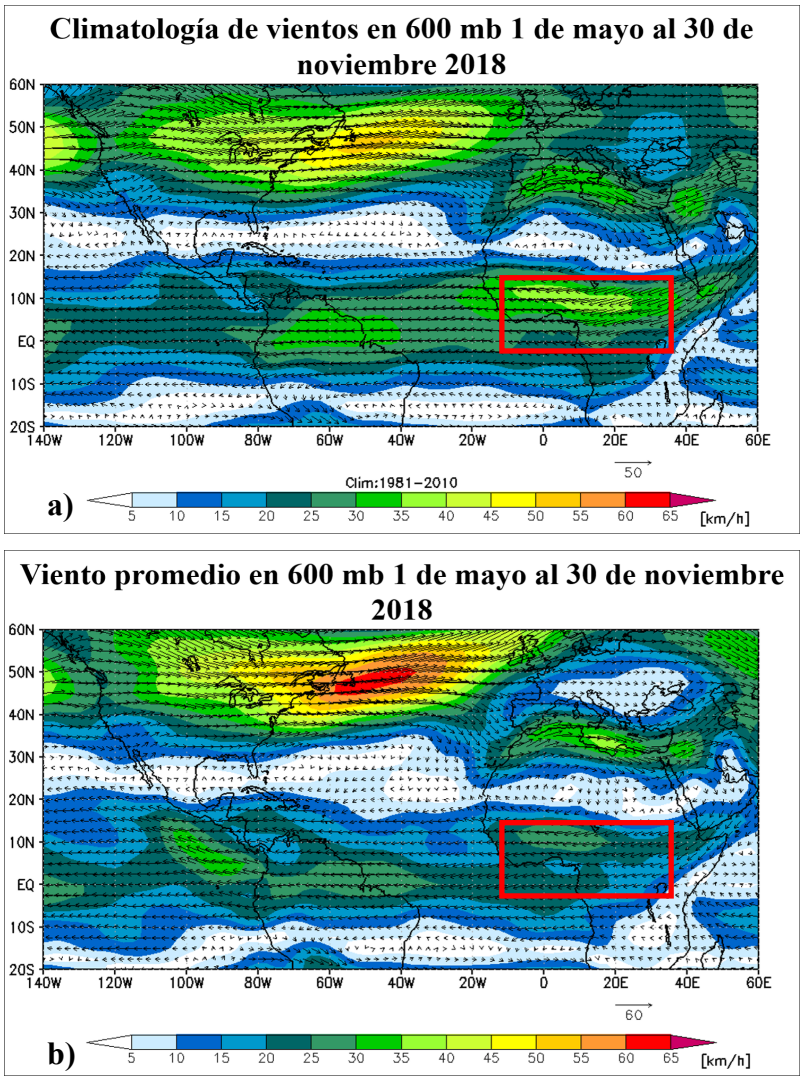


Fig. 22. a) Climatología 1981- 2010 de los vientos (Km/h) en 600 mb del 1 ae mayo al 30 de noviembre. b)Promedio de los vientos (Km/h) en 600 mb del 1 de mayo al 30 de noviembre de 2018 con datos de reanálisis de los National Centers for Environmental Prediction (NCEP)/National Center for Atmospheric Research (NCAR).

Por otra parte en cuanto a la temperatura en superficie durante la estación se pudo observar que frente a las costas de África Occidental se mantuvieron anomalías negativas, esto debido a los fuertes vientos alisios y al contante flujo del Polvo del Sahara durante la primera mitad de la temporada de actividad de las OTs, la anomalía negativa se aprecia en el promedio de la Fig. 23. También se pudo apreciar el contraste térmico entre la zonas del Sahel y el desierto del Sahara, la primera región con anomalías negativas y en la segunda con anomalías positivas de hasta 3.0 °C. El establecimiento de la circulación de alta presión apreciada en los mapas de vientos en los 600 mb pudo estar asociada a las altas temperaturas registradas sobre el Sahara y la mayor parte de Europa.

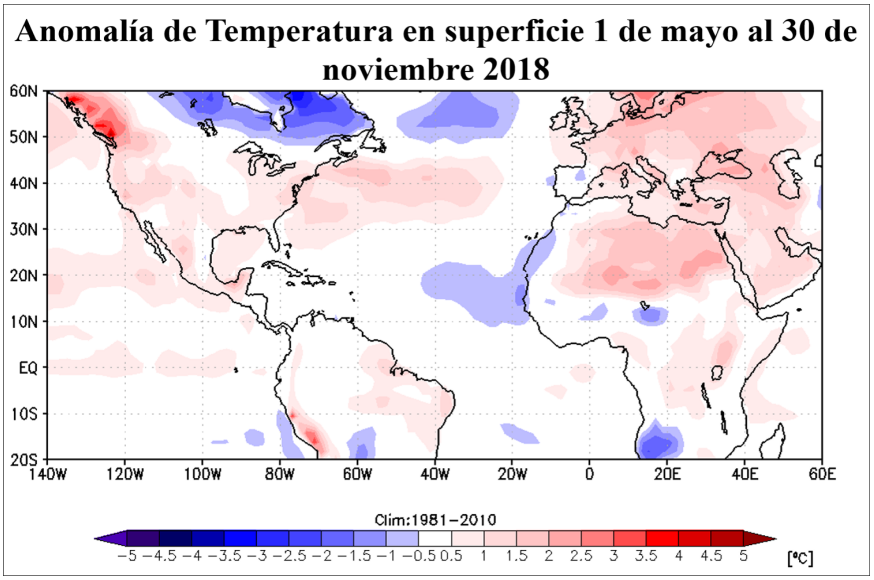


Fig. 23. Anomalías de temperatura en superficie (°C) para del 1 de mayo al 30 de noviembre de 2018 con datos de reanálisis de los National Centers for Environmental Prediction (NCEP)/National Center for Atmospheric Research (NCAR).

Finalmente durante la temporada 2018 12 OTs estuvieron asociadas con el desarrollo de ciclones tropicales (Tabla 4), 7 del lado del Atlántico y 5 en el Pacífico Noroeste. El huracán Florence (cuenca del Atlántico) fue el huracán más intenso desarrollado a partir de una OT alcanzando la categoría 4 e impactó la porción sur del estado de Carolina del Norte en los Estados Unidos, en el Pacífico el huracán más intenso cuyo desarrollo estuvo relacionado con la OT 26 fue *Lane* que alcanzó la categoría 5 con vientos máximos de 260 km/h, cuya trayectoria no afectó directamente alguna costa. Tomando en cuenta el número total de eventos por cuenca en 2018 (desde depresiones tropicales hasta huracanes mayores) en el Atlántico se desarrollaron 16 ciclones tropicales, por lo tanto el 44% evolucionó a partir de OTs, mientras que sobre el Pacífico Noroeste de los 25 ciclones el 20% evolucionó asociado a una onda tropical.

Onda tropical	Periodo de actividad de la OT	Se asoció con el desarrollo del ciclón tropical	Categoría máxima (Saffir-Simpson)	Vientos máximos sostenidos (km/h)	Presión Mínima (mb)	Impacto en México
No. 1	25 Mayo-8 Junio	Bud	4	220	943	Si
No. 15	30 Junio-12 Julio	Beryl	1	130	991	No
No. 18	11-25 Julio	9-E	TD	55	1007	No
No. 26	31 Julio-14 Agosto	Lane	5	260	926	No
No. 31	22-28 Agosto	Norman	4	240	937	No
S/N	29-30 Agosto	Florence	4	220	941	No
No. 36	25 Agosto-8 Septiembre	Paul	TT	75	1002	No
S/N	4-7 Septiembre	Isaac	1	120	995	No
S/N	6-7 Septiembre	Helene	2	175	967	No
S/N	21-22 Septiembre	11	TD	55	1007	No
S/N	21 Septiembre-1 Octubre	Kirk	TT	100	998	No
S/N	6-26 Octubre	Nadine	TT	100	997	No

Tabla 4. Lista de las ondas tropicales que se asociaron con el desarrollo de ciclones tropicales durante la temporada 2018.

Referencia

Ferreira, R. N., and W. H. Schubert, 1997: Barotropic aspects of ITCZ breakdown. J. Atmos. Sci., 54, 261-285

Ciclones tropicales en 2018

Doce ciclones tropicales se aproximaron a menos de 100 km de las costas nacionales o ingresaron hacia el territorio nacional durante 2018; de ellos diez lo hicieron con trayectorias desde el Pacífico y dos desde el Caribe o el Golfo de México, considerados como cuenca del Atlántico, Fig. 24. El total de eventos para el 2018 cercanos o dentro del territorio nacional es superior al promedio de cinco eventos por año incluyendo ambas cuencas, considerando los registros de ciclones tropicales desde 1950. De hecho, 2018 tuvo la temporada más activa por arriba de lo ocurrido en los años 2010 (11 eventos) y 1981 (10 eventos) de manera general. La cifra para el Pacífico superó también al promedio anual de 3 eventos y también fue la temporada más activa por arriba de las temporadas de ciclones tropicales de 1993 (7 eventos) y de 1968, 1973 y 1981 (con 6 eventos cada uno). A continuación, los resúmenes de los eventos ciclónico ocurridos en 2018 cercanos o dentro de las costas nacionales.

Fig. 24. Trayectorias de ciclones tropicales cercanas a la República Mexicana. Trayectorias tomadas del National Hurricane Center de la NOAA.

Cuenca del Atlántico

Tormenta subtropical Alberto (23 al 26 mayo). Fue el primer ciclón en desarrollarse cercano a las costas mexicanas durante 2018. Afectó al país en sus etapas de perturbación y sistema de baja presión entre el 23 y el 26 de mayo, antes de su denominación como tormenta subtropical. El 25 de mayo pasó por Quintana Roo con rachas de viento que alcanzaron los 74 km/h y una presión mínima de 1013 hPa. Durante su recorrido dejó precipitaciones mayores a 100 milímetros (mm) en Quintana Roo y mayores a 80 mm en Yucatán (Fig. 25a). El sistema tomó el nombre de tormenta subtropical Alberto el 25 de mayo y se trasladó hacia el norte pasando por el Canal de Yucatán hasta llegar a Florida el 28 de mayo de 2018, donde tocó tierra en la región de Laguna Beach, Florida.

Huracán Michael (6 al 8 de octubre). Tuvo sus orígenes el 4 de octubre como una perturbación en aguas del Caribe, en el noreste de Nicaragua. Avanzó hacia Belice, se convirtió en tormenta tropical el 7 de octubre, estando próximo a las costas de Quintana Roo, tuvo en su mayor aproximación a costas nacionales y se desplazó hacia el norte por el estrecho de Yucatán. Ese mismo día se convirtió en huracán categoría 1 en la escala Saffir-Simpson. Avanzó hacia Florida, Estados Unidos de América, donde impactó el 10 de octubre como huracán categoría 4 en la región de Panama City. En su mayor acercamiento a las costas de México dejó 66.4 mm en Cancún, Quintana Roo del 6 al 8 de octubre (Fig. 25b).

Huracán Bud (9 al 15 junio). Se desarrolló inicialmente como la depresión tropical Tres-E el 9 de junio a 525 km al sur-suroeste de Acapulco y 540 km al sur de Técpan de Galeana, en Guerrero. Ese mismo día se intensificó adquiriendo la denominación de tormenta tropical y empezó su desplazamiento hacia el noroeste. Las bandas nubosas del ya huracán Bud alcanzaron el sur de Baja California Sur el 14 de junio y un día después, el ojo de la tormenta tocó tierra en Los Cabos y avanzó hacia el Mar de Cortés donde terminó su recorrido como un sistema de baja presión (Fig. 25c).

Tormenta tropical Carlotta (14 al 19 junio). Se formó como la depresión tropical Cuatro-E el 14 de junio a 155 km al sur de Acapulco, Guerrero. La depresión se intensificó a tormenta tropical el 15 de junio a 95 km al sur-sureste de Acapulco, y a 95 km al oeste-suroeste de Punta Maldonado, Guerrero y mantuvo un desplazamiento semi-estacionario. Entre el 17 y 18 de junio, Carlotta se desplazó paralelo a las costas de Guerrero y Michoacán, dejando los máximos acumulados de lluvias en la región del puerto de Lázaro Cárdenas, Michoacán con de 285 mm en Melchor Ocampo (Lázaro Cárdenas) y 201.6 mm en La Villita, Michoacán. El 17 de junio se debilitó nuevamente a depresión tropical y se desvaneció hacia el 19 de junio sin tocar las costas de Michoacán (Fig. 25d).

Huracán John y tormenta tropical Ileana (5 al 10 de agosto). Comenzaron su evolución el día 3 de agosto simultáneamente y a las 13 h (hora del centro de México) sus zonas centrales estuvieron distanciadas por aproximadamente 1040 km. La depresión tropical 11-E que se encontraba más próxima a las costas mexicanas evolucionó a tormenta tropical Ileana cuando se localizó a 268 km al sur de Lagunas de Chacahua, Oax (Fig. 25e). El 5 de agosto a las 16 h, 6 horas después, la depresión tropical 12-E evolucionó a la tormenta tropical John, en ese momento se distanciaban por tan solo 800 km aproximadamente. Después de haber alcanzado la intensidad de tormentas tropicales, John comenzó a absorber a Ileana mediante una interacción conocida como Efecto Fujiwhara. A medida que Ileana se introdujo a la rotación de John, éste último se intensificaba a huracán categoría II en la escala Saffir-Simpson. Conforme que John se aproximaba a Baja California Sur produjo lluvias de hasta 95.7 mm en Cabo San Lucas y su circulación reforzó la convección sobre la región del monzón de Norteamérica.

Depresión tropical 19E (19 y 20 septiembre). Inició el 19 de septiembre en el Golfo de California o Mar de Cortés, provocó lluvias, vientos fuertes y oleaje elevado en las costas de Baja California Sur, Sonora y Sinaloa. Ocasionó lluvias torrenciales en el sur de Sonora y norte de Sinaloa, principalmente. Dejó lluvias a su paso por Baja California Sur e incluso hasta Chihuahua. La tarde del 20 de septiembre, sus remantes se desvanecieron 90 km al este de Guaymas, Sonora. Las principales lluvias se registraron en el norte de Sinaloa, donde las estaciones climatológicas de Ahome, El Carrizo y Culiacán reportaron un acumulado de 382.5 mm, 273.0 mm y de 270.4 mm respectivamente, del 17 al 20 de septiembre de 2018 (Fig. 25f).

Huracán Rosa (impactó el 1 de octubre). Se formó a partir de la depresión tropical 20E al suroeste de las costas de Colima el 25 de septiembre, e inmediatamente se convirtió en la tormenta tropical Rosa. El miércoles 26 se convirtió en huracán categoría 1, intensificándose a categoría 2 y 3 el 27 de septiembre, a 915 km al suroeste de Cabo San Lucas, Baja California Sur con vientos sostenidos de 205 km/h y una presión de 953 hPa. El 30 de septiembre decreció a tormenta tropical y su nubosidad empezó a alcanzar la Península de Baja California. El primero de octubre, la tormenta tropical se posicionó frente a la costa occidental de la Península de Baja California. Se degrado a depresión tropical a 55 km al noroeste de San José de las Palomas, Baja California. Los mayores acumulados de lluvia el 1 de octubre se reportaron en Percebú y San Felipe, en Baja California, con 166 y 137 mm, respectivamente (Fig. 25g).

Huracán Sergio (11 al 12 de octubre). Sergio fue tormenta tropical el 29 de septiembre a 555 km al suroeste de Acapulco, Gro. y comenzó su desplazamiento hacia el Pacífico Central. El 1 de octubre Sergio se convirtió en huracán categoría 1 a 1220 km al suroeste de Manzanillo, Col. El 3 de octubre alcanzó la Categoría 4 a 1345 km al suroeste de Cabo San Lucas, BCS., pero ese mismo día decreció a Categoría 3. El 7 de octubre se degradó a categoría 2 y 1 y tuvo un cambio en su desplazamiento hacia la Península de Baja California. El 9 de octubre regresó a la categoría de tormenta tropical, con desplazamiento de 19 km/h hacia la Península. Sergio tocó tierra a 75 km al este de Punta Abre Ojos, Baja California Sur, en la mañana del 12 de octubre y continuó su avance sobre el Golfo de California donde tuvo un segundo impacto hacia el mediodía entre Bahía de Kino y Guaymas, Sonora; con el centro de la tormenta sobre la Reserva de la Biósfera Cajón del Diablo, Sonora. En su etapa final como depresión tropical y sistema de baja presión remanente alcanzó el sur de Hermosillo. Las principales lluvias que dejó en sus impactos fueron 128.3 mm en Punta de Agua II, 116.5 mm en Mazatlán y 115.0 mm en la Presa Plutarco Elías Calles, todas en el sur de Sonora (Fig. 25h).

Tormenta tropical Tara (11 al 17 de octubre). Surgió a partir de una zona de perturbación y zona de baja presión hacia el 11 de octubre, para el 14 de octubre se convirtió en la depresión tropical 22E frente a las costas de Colima y Michoacán. El 15 de octubre evolucionó a la tormenta tropical Tara a 120 km al suroeste de Punta San Telmo, Michoacán; y a 175 km al sur de Manzanillo, Colima; con vientos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h. El 16 de octubre, la tormenta se localizó a 40 km al suroeste de Manzanillo, Colima; generando nubosidad hacia las costas de Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit; al final del día se debilitó a un sistema de baja presión, desplazándose paralelo a las costas nacionales, sus remanentes se disiparon el 17 de octubre. La mayor parte de las lluvias sobre territorio nacional por este evento ocurrieron del 15 al 17 de octubre, con 241.6 mm y 181.0 mm acumulados en El Cuale y Cihuatlán, Jalisco, respectivamente (Fig. 25i).

Tormenta tropical Vicente (20 al 23 de octubre). Inició como la depresión tropical 23E el 19 de octubre, al sureste de Chiapas. Se desplazó paralelo a las costas de Chiapas y luego de Oaxaca produciendo vientos fuertes y oleaje elevado, durante la tarde del 19 de octubre se convirtió en la tormenta tropical Vicente. Para el 21 de octubre alcanzó las costas de Oaxaca a 135 km al sur de Bahías de Huatulco, con velocidad de desplazamiento de 85 km/h y rachas de 100 km/h y continuó con rumbo a las costas de Guerrero. Al mediodía del 22 de octubre, se ubicó a 225 km al suroeste de Técpan de Galeana, Guerrero y a 315 al sureste de Lázaro Cárdenas, Michoacán. Finalmente el 23 de agosto cruzó la costa de Michoacán donde se degradó a baja presión y sus remanentes se localizaron a 15 km al noroeste de Arteaga y a 60 km al noroeste de Lázaro Cárdenas en Michoacán (Fig. 25j).

Huracán Willa (19 al 24 de octubre). Sus orígenes ocurrieron con una zona de perturbación localizada entre los límites de Nicaragua y Honduras y que se movió hacia las aguas del Pacífico del 16 al 19 de octubre, paralelo a las costas de Chiapas, Oaxaca y Guerrero. La zona de baja presión se convirtió en la depresión tropical 24E la madrugada del 20 de octubre y hacia el mediodía se convirtió en la tormenta tropical Willa, el ciclón tropical número 21 de la temporada 2018. La tormenta se intensificó rápidamente a huracán categoría 1 la madrugada del 21 de octubre. La mañana del 22 de octubre alcanzó la categoría 5 y por la tarde descendió nuevamente a categoría 4 a 175 km de Cabo Corrientes, Jalisco. Durante la mañana del 23 de octubre descendió a categoría 3 situándose frente a las costas de Nayarit, y la parte delantera cubrió porciones de Sinaloa, Nayarit, Durango y Zacatecas. El ojo del huracán Willa tocó tierra hacia las 20:00 horas del 23 de octubre en las cercanías de la localidad Isla del Bosque en el sur de Sinaloa, y avanzó hacia el sur de Durango donde se degradó a tormenta y depresión tropical en la madrugada del 24 de octubre. Como depresión tropical en tierra avanzó hasta el norte de Zacatecas y el sur de Coahuila donde se disiparon sus remanentes hacia las 10 de la mañana del 24 de octubre. Los máximos acumulados de lluvia del 19 al 24 de octubre ocurrieron en Cihuatlán y Chamela-Cuixmala, Jalisco; con 334.5 mm y 252.4 mm, respectivamente; además de 227.0 mm en la estación climatológica de Ruiz, Nayarit (Fig. 25k).

Tormenta tropical Xavier (cercanías 4 de noviembre). Una zona de baja presión dentro de la vaguada monzónica a 1,120 km al sur de Cabo San Lucas, Baja California Sur; comenzó a ser vigilada el día 1 de noviembre, sin embargo su desarrollo se vio limitado en ese momento por la proximidad de otra zona de baja presión al oeste. A medida que la zona de inestabilidad se desplazaba hacia al noreste fue encontrando condiciones más favorables para su desarrollo y por la tarde del día 2 evolucionó a la depresión tropical 25-E aproximadamente a 705 km/h de Playa Perula, Jalisco; ese mismo día al anochecer la depresión alcanzó el estado de tormenta tropical y recibió el nombre de Xavier cuando se ubicó a 650 km al suroeste de Manzanillo, Col. con vientos de 65 km/h. Durante el día la tormenta mantuvo una limitada intensificación debido a la influencia de moderada cizalladura desde el suroeste, a pesar de ello alcanzó los 95 km/h la mañana del día 4 cuando se ubicó aproximadamente a 305 km al sur-suroeste de Manzanillo, Colima; provocando lluvias fuertes al occidente del país (Fig. 25l). A partir de ese momento la cizalladura desde el suroeste comenzó a modificar la trayectoria de Xavier hacia el noroeste y de igual manera a debilitarlo hasta que decreció a baja remanente la noche del día 5.

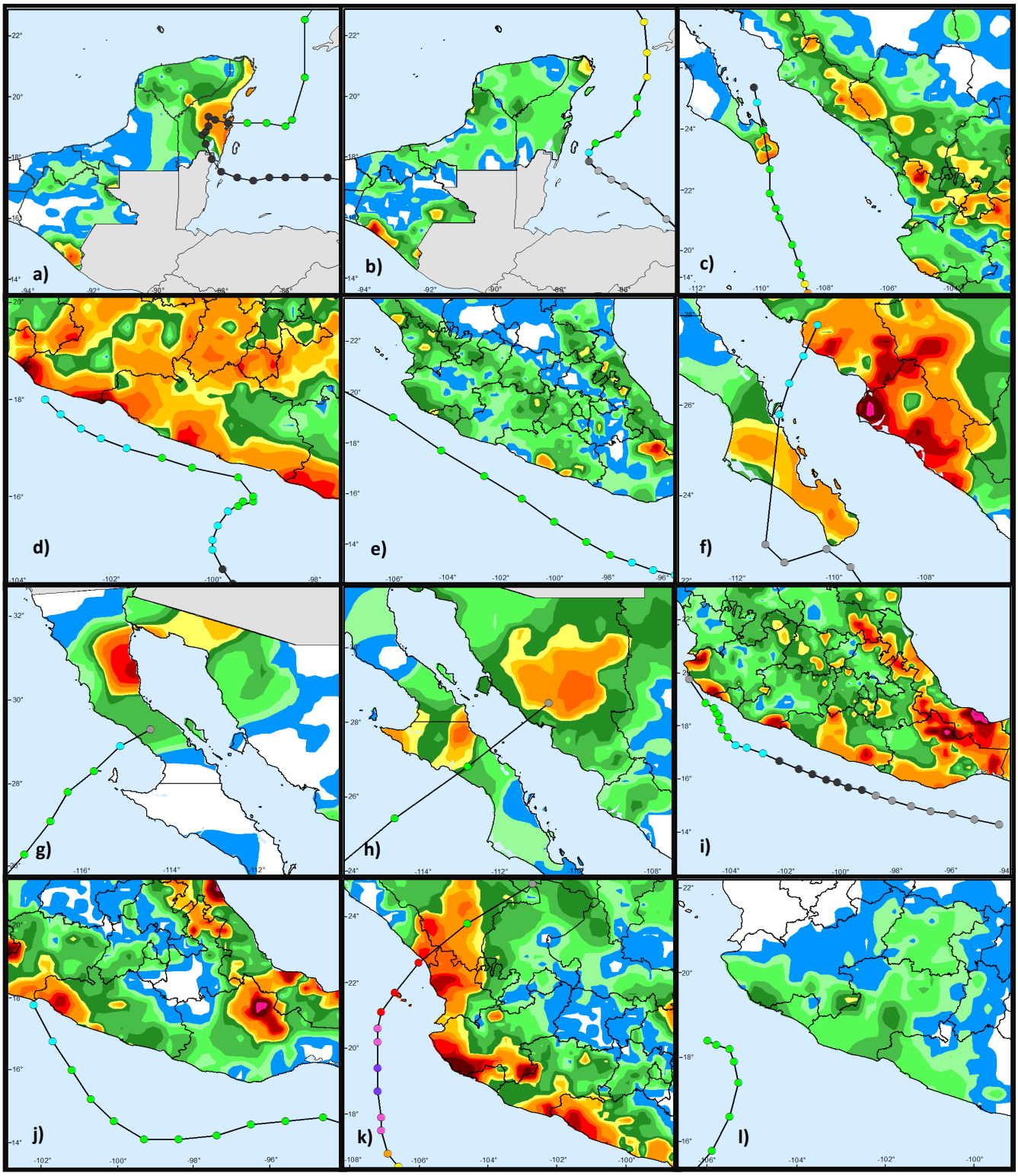


Fig. 25. Trayectoria y lluvia acumulada en mm por ciclones tropicales del pacífico Nororiental y Atlántico que incidieron en la República Mexicana en 2018. a) tormenta subtropical Alberto, b) huracán Michael, c) huracán Bud, d) tormenta tropical Carlotta, e) tormenta tropical Ileana, f) depresión tropical DT19E, g) huracán Rosa, h) huracán Sergio, i) tormenta tropical Tara, j) tormenta tropical vicente, k) huracán Willa, l) tormenta tropical Xavier.

Monzón de Norteamérica

El Monzón de Norteamérica se caracteriza por lluvias por arriba del promedio en el noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos. De acuerdo a la climatología, las lluvias del monzón se comienzan a presentar sobre los estados del sur de México entre finales de mayo e inicios de junio y se van expandiendo hacia las regiones del centro, norte y noroeste del país, así como al suroeste de Estados Unidos en los siguientes meses, alcanzando su fin en los meses de septiembre y octubre. El Monzón de Norteamérica se establece con mayor intensidad en los meses de julio y agosto sobre el noroeste del país, cuando se presenta una circulación anticiclónica en el nivel de 200 hPa y el cambio en la dirección de la circulación de los vientos en el nivel de 925 hPa favorece la entrada de humedad desde el Pacífico y el Golfo de México. De acuerdo a la climatología, en los meses de julio a septiembre, las lluvias asociadas al monzón contribuyen más del 60% de la lluvia total anual sobre los estados ubicados a lo largo del Pacífico mexicano.

Los episodios de El Niño – Oscilación del Sur, así como otros factores climáticos de mayor variabilidad como la Oscilación Madden – Julian y la actividad ciclónica en la cuenca del Pacífico Oriental pueden afectar la duración y la intensidad del Monzón de Norteamérica.

Lámina de lluvia acumulada en 2018 vs 1981 – 2010:
La lámina de lluvia acumulada a nivel nacional de junio a septiembre de 1981 – 2010 es de 507.9 mm.
La lámina de lluvia acumulada a nivel nacional en junio – julio – agosto – septiembre de 2018 fue de 510.5 mm
A escala nacional, la lluvia de junio a septiembre de 2018 representó el 100.5% de la climatología para el mismo período.

Lámina de lluvia acumulada en 2018:
La lámina de lluvia acumulada a nivel nacional en junio – julio – agosto – septiembre de 2018 fue de 510.5 mm.
La lámina de lluvia acumulada a nivel nacional de enero a diciembre de 2018 fue de 803.7 mm.
La lámina de lluvia acumulada a nivel nacional de junio a septiembre de 2018 representó el 63.5% de la lámina registrada en todo el año.

En 2018, durante la temporada del Monzón de Norteamérica de junio a septiembre, los estados localizados a lo largo del Pacífico y algunos estados del centro del país recibieron la mayor cantidad de lluvia respecto al acumulado anual. Los estados con mayor lluvia de junio a septiembre respecto a la lámina acumulada anual fueron: Baja California Sur (72.6%), Chihuahua (76.6%), Durango (75.8%), Guanajuato (76.5%), Guerrero (71.4%), Jalisco (70.4%), Morelos (73.4%), Nayarit (83.9%), Sinaloa (85.7%), Sonora (74.2%) y Zacatecas (72.2%).

En este período, los estados de Sinaloa y Nayarit fueron los que mayor cantidad de lluvia recibieron respecto a la lámina de lluvia acumulada anual con 85.7% y 83.9%, respectivamente. En Sinaloa, la mayor precipitación a escala mensual se presentó en los meses de agosto y septiembre (29.1%) y (32.0%) respecto a la lámina acumulada anual. El mismo caso para el estado de Nayarit, donde los meses más lluviosos en la temporada del monzón fueron agosto y septiembre con 27.1% y 28% del acumulado anual, respectivamente.

En el centro del país, los estados con mayor lluvia de junio a septiembre respecto a la lámina acumulada anual fueron: Aguascalientes (68.2%), Ciudad de México (67.7%), Hidalgo (53.0%), Estado de México (68.2%), Puebla (60.0%), Querétaro (67.7%), San Luis Potosí (61.0%) y Tlaxcala. (62.6%). A lo largo del Golfo de México, las lluvias de junio a septiembre representaron menos del 60% de la lluvia acumulada anual, siendo Tabasco el estado con menor aportación de lluvias en estos meses del año (33.2%). En contraste, el estado de Baja California fue el que menor cantidad de lluvia recibió en este período con menos del 15% del total acumulado anual.

Respecto a Organismos de Cuenca, las regiones del Pacífico Norte, Noroeste, Lerma Santiago Pacífico y Río Bravo recibieron más del 70% de la lluvia acumulada anual en los meses de junio a septiembre. En las regiones de Balsas, Valle de México, y Pacífico Sur la lluvia en este período representó más del 50% de la lluvia anual y en las regiones de Golfo Norte, Península de Yucatán, Golfo Centro, Frontera Sur y la Península de Baja California estuvo cercana al 50%.

A escala mensual, junio fue el mes más lluvioso para los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Guerrero y Querétaro. A finales de junio de 2018, las presas Ignacio Allende y La Purísima rebasaron su NAMO, así mismo las presas de menor capacidad y los bordos de almacenamiento para riego o abrevadero estuvieron totalmente llenos y vertían sus excesos hacia los principales afulentes de los ríos Laja, Querétaro, Turbio y Silao, así como al arroyo El Muerto que terminaron por desbordar sobre los municipios afectados. En el municipio de Silao de La Victoria las zonas más afectadas fueron la comunidad de Pozo de Gallegos y las colonias Acapulquito, La Curva, La Joyita, Obrera, Reforma, Guadalupe y Buena Villa. Los meses de julio y agosto de 2018 fueron los más húmedos en el estado de Sonora. Para el mes de agosto de 2018 los estados con mayor aporte de lluvia fueron Chihuahua, Nayarit, Sinaloa, Durango y la Ciudad de México. El día 12 de agosto en Durango se registró una lluvia severa en 24 h de 95.0 mm en la estación de C.B.T.A 101 dentro del municipio de Gómez Palacio cuya máxima anterior era de 48.0 mm registrada el 17 de agosto de 1998. Finalmente, el mes de septiembre fue el que mayor lluvia aportó a la lluvia total anual en Baja California Sur, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sinaloa, Tamaulipas, Zacatecas, Nayarit y Chihuahua. En los primeros 10 días del mes se registraron lluvias severas e inundaciones en Durango y en tres días se produjeron lluvias severas de hasta 94.5 mm en Santa María de Oro y de 83.8 mm en Tlahualilo. El día 8 de septiembre se reportaron acumulados máximos de hasta 42.0 mm en Peñón Blanco y de 49.5 mm en Mapimi.

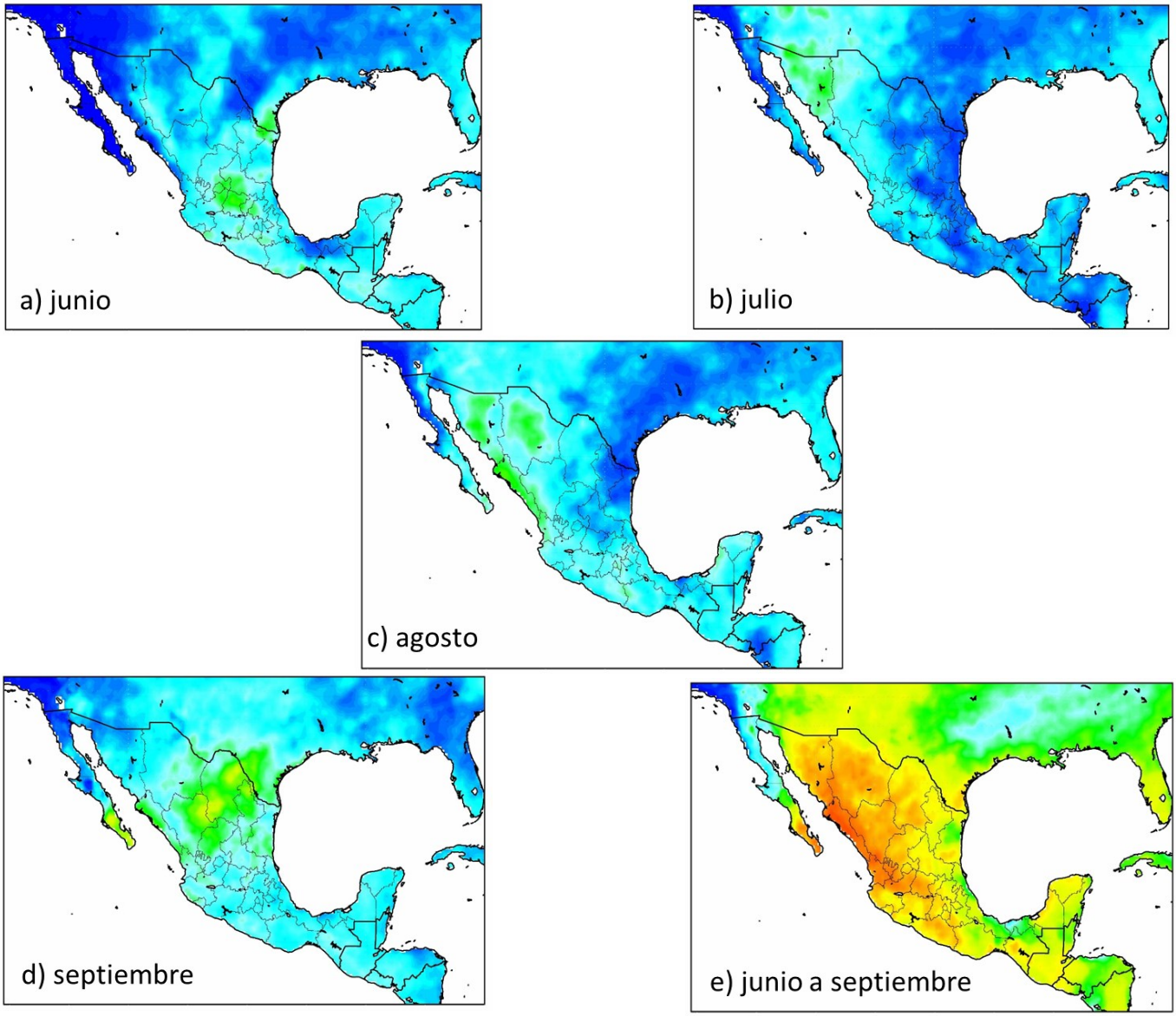


Fig. 26. Porcentaje (%) de lluvia observada en 2018: a) junio, b) julio, c) agosto, d) septiembre, y e) junio a septiembre, respecto a la lluvia acumulada anual. Datos: Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS).

Evolución de la sequía en 2018

En 2018 a nivel nacional, el mayor porcentaje de áreas con condiciones de anormalmente secas (D0) a sequía extrema (D3) fue de 60.63 % el 15 de agosto, y el menor porcentaje se registró el 15 de diciembre del mismo año con 19.07 %, cabe mencionar que solo en junio se tuvo sequía excepcional (D4) en el 0.09 % del territorio nacional, específicamente en el norte de Coahuila (Fig. 27).

En enero de 2018, las áreas con sequía se focalizaron en el noroeste y occidente del país, cubrieron el 38.46 % del territorio nacional con condiciones de anormalmente secas (D0) a sequía extrema (D3), (Fig. 28a), porcentaje 9.79 % mayor que el registrado al inicio del año anterior (2017). Lluvias por arriba del promedio se observaron en el oriente del país, durante los siguientes cuatro meses, de febrero a la primera quincena de mayo de 2018, por lo cual se incrementaron gradualmente las áreas con sequía de moderada (D1) a extrema (D3). Al 15 de mayo de 2018, se tuvo el mayor porcentaje de sequía extrema (D3) del 2018, 4.82 % del territorio nacional presentaba esta condición de sequía y se localizó en mayor proporción en el estado de Sonora.

En la segunda mitad del mes de mayo, las lluvias por arriba de lo normal se registraron en el centro del país, en junio de 2018 continuaron lluvias por arriba de lo normal en esa región y en el noroeste y occidente del país, en las dos últimas regiones, se reflejaron las primeras lluvias ocasionadas por el Monzón de Norteamérica (Ver sección Monzón de Norteamérica en este mismo reporte) y gracias a éstas disminuyeron las áreas con sequía desde moderada (D1) hasta extrema (D3) que persistían desde inicios del año.

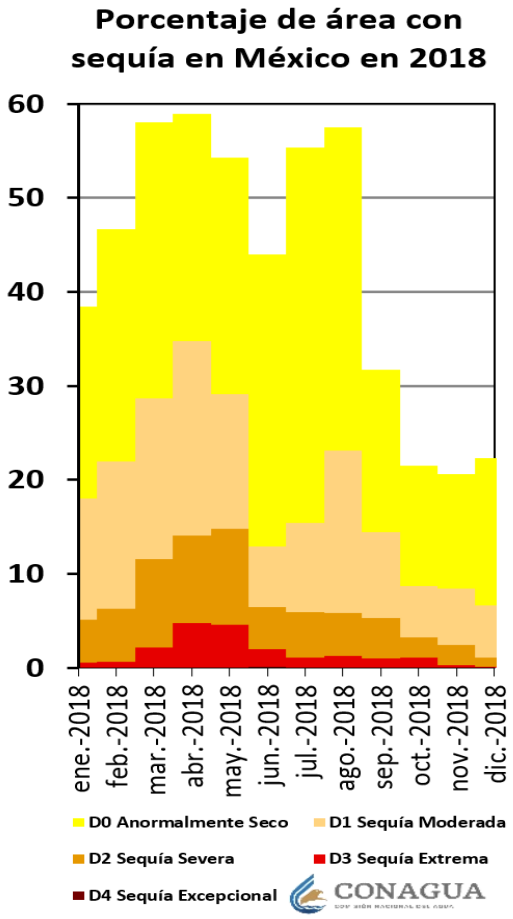


Fig. 27. Porcentaje de área afectada con sequía a nivel nacional de enero a diciembre de 2018. Fuente: Monitor de Sequía en México. Servicio Meteorológico Nacional-CONAGUA.

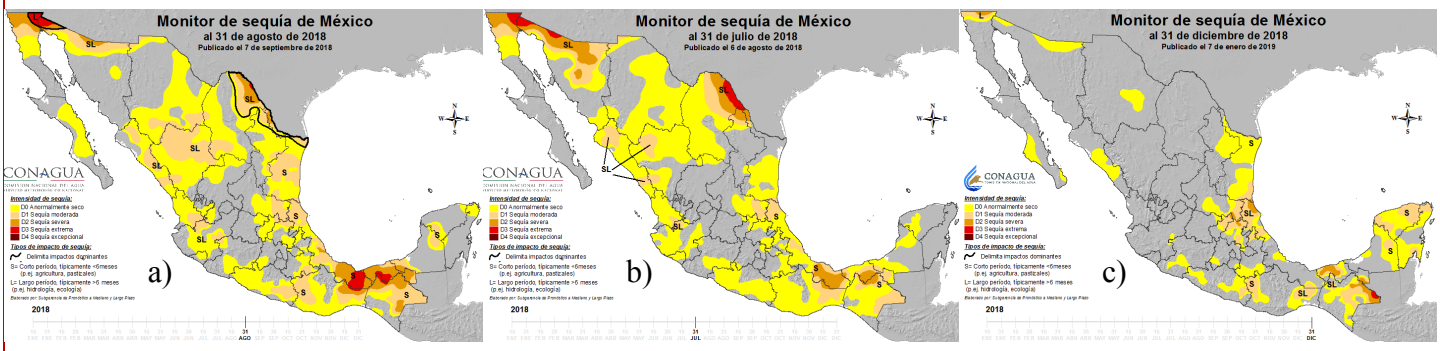


Fig. 28. Mapas del Monitor de Sequía en México: a) al 31 de enero de 2018, b) al 31 de julio de 2018 y c) al 31 de diciembre de 2018. Fuente: Monitor de Sequía en México. Servicio Meteorológico Nacional-CONAGUA.

Julio de 2018 destacó por clasificarse en los registros históricos de lluvia como el julio más seco de 1941 a la fecha a nivel nacional (Ver sección de Precipitación de este reporte), lo que ocasionó que el área anormalmente seca (D0) se incrementara en gran pare del país (Fig. 28b), así como las regiones con sequía de moderada (D1) a severa (D2) en el oriente y sur de México. En agosto y septiembre continuaron las lluvias por debajo del promedio en el sur del país, por lo que surgió la sequía extrema (D3) en dicha región, persistiendo hasta diciembre de 2018 al oriente de Chiapas. En el período de septiembre a diciembre, se observaron lluvias favorables en el centro, norte y noroeste, estas zonas , a excepción del norte de Baja California, permanecieron libres de sequía hasta el final del año 2018.

En la Fig. 29, se muestran los porcentajes de área con sequía desde enero de 2003 hasta diciembre 2018 en Tabasco, de acuerdo a las estadísticas del Monitor de Sequía en México se observa que la sequía de 2018, es el segundo período más prolongado con sequía extrema (D3) para el estado, la sequía 2009 - 2010 ha sido la más extensa en porcentaje de área y duración para este estado.

De manera general, en 2018 se distinguieron dos patrones de sequía, el primero de enero a junio donde las áreas con sequía se concentraron en el noroeste y occidente del país y el segundo de junio a diciembre con las áreas con sequía principalmente en la vertiente del Golfo de México y sur del país.

Para mayor información se recomienda consultar la página web del Servicio Meteorológico Nacional en su dirección electrónica http://smn.conagua.gob.mx en la sección de Climatología.

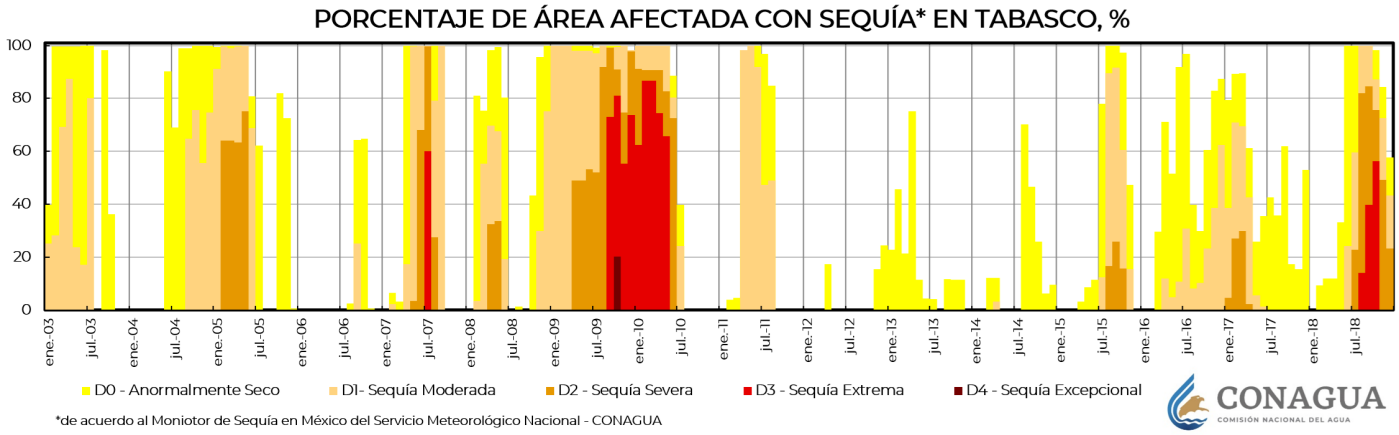


Fig. 29. Porcentaje de área con sequía en Tabasco de enero de 2003 a diciembre de 2018. Fuente: Monitor de Sequía en México. Servicio Meteorológico Nacional-CONAGUA.

3. Temperatura

3.1 Temperatura media

La temperatura media anual de 2018 de 22.2 °C fue 1.3 °C por arriba del promedio 1981-2010 y se clasificó como el tercer año más cálido de acuerdo con los registros desde 1953. A pesar de la calidez de 2018, este año no se clasificó como el año más cálido que ocurrió en los últimos tres años anteriores, de 2015 a 2017; sin embargo continuó la tendencia de temperaturas por arriba del promedio de los últimos 15 años del siglo XXI, Fig. 30. De los ocho meses clasificados dentro de los más cálidos durante 2018 sobresalió mayo que fue el mayo más cálido registrado, seguido de febrero (segundo más cálido) y julio (tercer más cálido). La época más calurosa del país es el verano, el período comprendido de julio a septiembre para la mayor parte del país. El verano de 2018 se ubicó al igual que el año completo, como el tercero más cálido, pero en este caso por debajo de los veranos de 2015 y 2016.

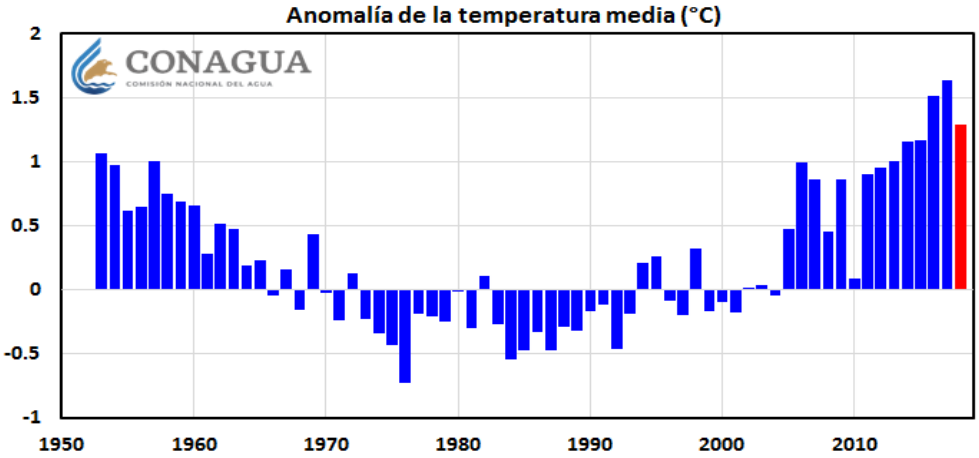


Fig. 30. Anomalía de la temperatura media anual en grados Celsius (°C) desde 1953, la barra en color rojo corresponde a la anomalía nacional estimada en 2018. Con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

El mes más cálido del año fue julio con un promedio a nivel nacional de 26.5 °C, esto significó 2.9 °C por arriba del promedio entre 1981 y 2010; se ubicó como el tercer julio más caluroso ligeramente por debajo de los julios de 2016 y 1953. La parte final del año mostró un refrescamiento en las temperaturas y las anomalías fueron descendiendo a tal grado que noviembre y diciembre terminaron por debajo del promedio y junto a enero fueron los meses más frescos. Enero fue el 20° más fresco, noviembre el 28° y diciembre el 17° más fresco, de acuerdo con los datos de temperatura desde 1953, Fig. 31.

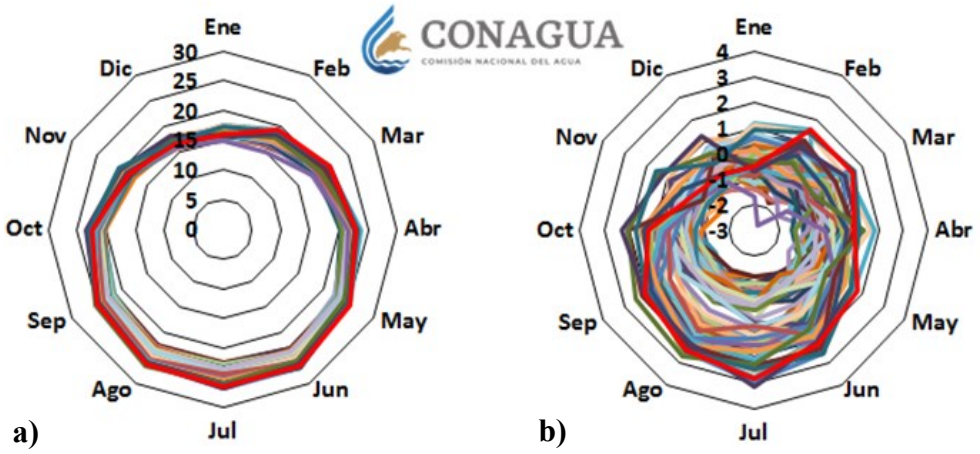


Fig. 31. a) Temperatura media mensual a nivel nacional de 1953 a 2018, la línea roja corresponde a 2018. b) Anomalías de la temperatura media mensual de 1953 a 2018 comparada contra el promedio 1981-2010 donde la línea roja corresponde a 2018. Con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Durante el año, los picos más altos de temperatura y máxima se observaron a finales de mayo y principios de junio así como en la segunda quincena de julio; estos valores de temperatura fueron resultado de las ondas cálidas que azotaron al país (mayor referencia en "eventos notables"). Los sistemas frontales y otros característicos del invierno como las tormentas invernales permitieron el descenso de las temperaturas principalmente en noviembre y diciembre luego de varios meses con temperaturas por arriba del promedio, de febrero a septiembre, principalmente, Fig. 32.

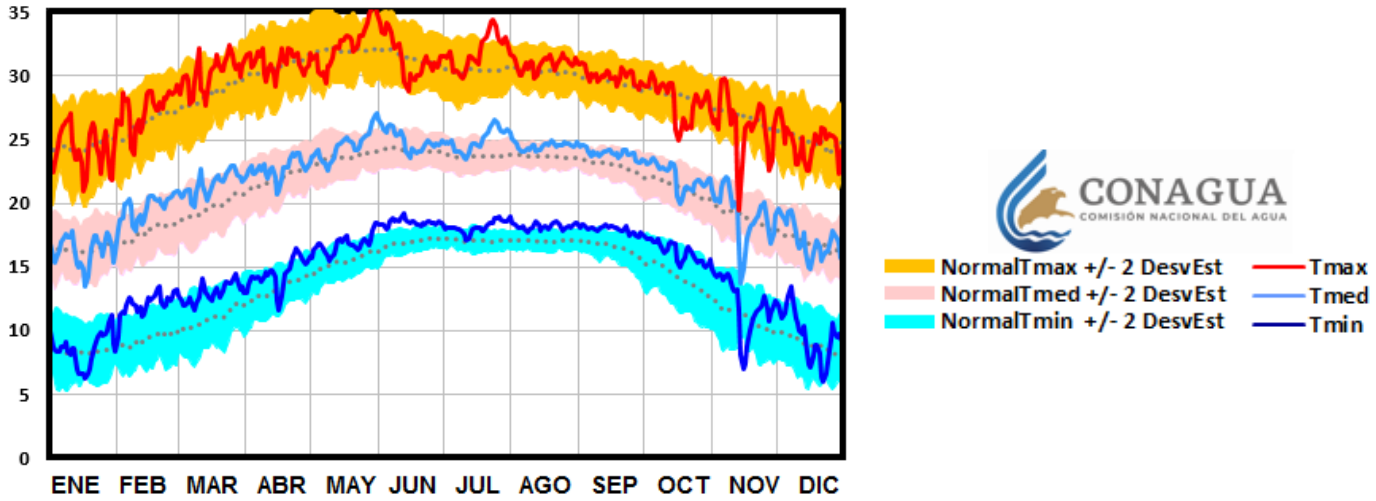


Fig. 32. Marcha diaria de la temperatura a nivel nacional (°C) de enero a diciembre de 2018. Los umbrales para las desviaciones estándar fueron calculados con respecto a la normal 1981-2010. Con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Durante el año, los promedios de temperatura media anual más altos, de 30.0 a 32.5 °C, se ubicaron en la costa de Michoacán y sobre las costas del Istmo de Tehuantepec desde Oaxaca hasta la costa de Chiapas. En el sentido opuesto, los promedios más bajos de temperatura media, de 12.5 °C 15.0 °C, se ubicaron en la zona del Eje Volcánico Transversal, desde el occidente del Estado de México hasta los límites de Veracruz y Puebla, así como en áreas de Chihuahua y Durango, Fig. 33a. Regionalmente, la temperatura media de 2018 fue por arriba del promedio del centro hacia el norte del país y ligeramente por debajo del promedio en porciones del centro-sur, Fig. 33b. Querétaro, en el centro del país registró su año más cálido durante 2018 y cuatro estados localizados desde la costa del Pacífico centro hacia el norte y noreste tuvieron su segundo año más cálido. Por el contrario, ningún estado se clasificó dentro de los diez años más frescos, Veracruz fue el más cercano, como el 14° más fresco.

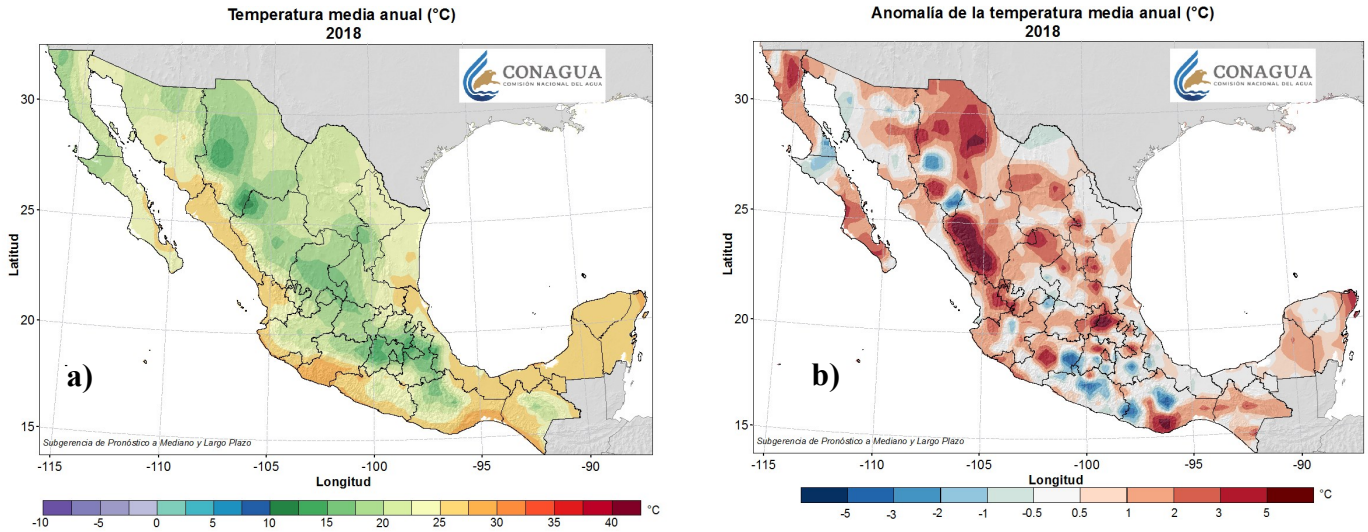


Fig. 33. Temperatura media anual de 2018. b) Anomalía de la temperatura media anual de 2018. Con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

3.2 Frecuencia de días fríos y cálidos

3.2.1. Número de días con temperatura mínima menor o igual a 0 °C. Más de 70 días con temperatura mínima igual o por debajo de este umbral, también conocidos como días con heladas, se alcanzaron en el norte de Durango y occidente de Chihuahua entre enero y marzo de 2018. Más de 30 días con heladas también cubrieron la mayor parte de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas y la región del Eje Volcánico Transversal, mientras que la huella con el menor un día con heladas se extendió hasta el noreste e incluso en pequeñas áreas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, Fig. 34a. En la última parte del año, de octubre a diciembre, la cobertura con más de 30 días con heladas aumentó principalmente en Durango y Zacatecas y desaparecieron las áreas con heladas en los estados del sur del país, Fig. 34b.

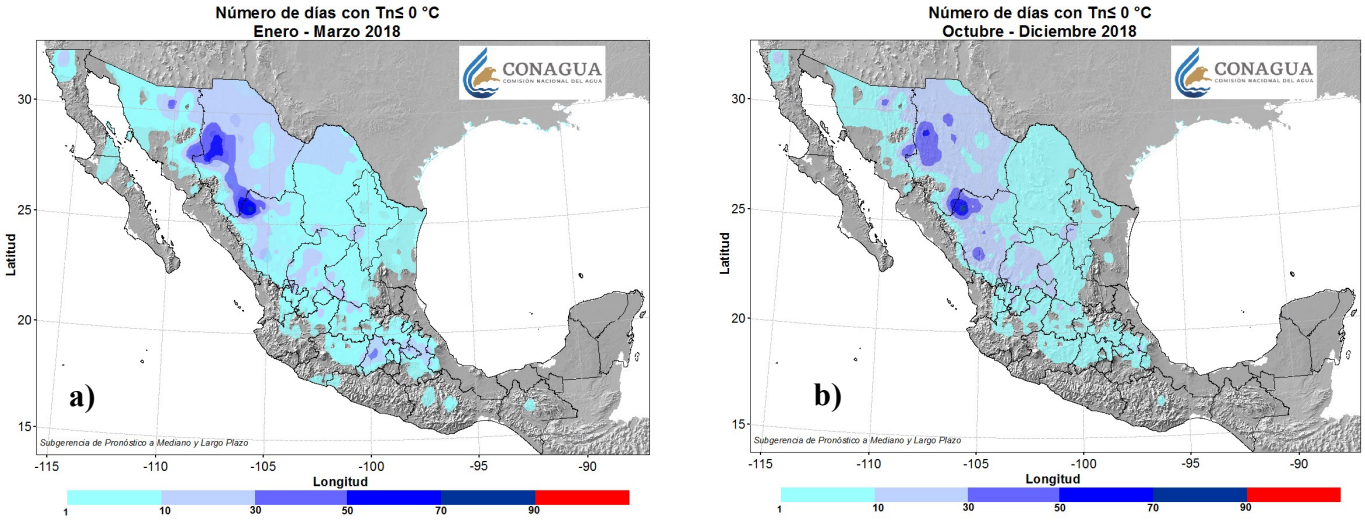


Fig. 34 a) Frecuencia del número de días con heladas (temperatura mínima diaria menor o igual a 0°C) en los meses invernales. a) de enero a marzo y b) de octubre a diciembre de 2018. Con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Veinticinco entidades del país reportaron al menos un día con temperaturas iguales o inferiores a los cero grados Celsius durante 2018. El 22 de enero de 2018 se reportó la temperatura más fría de -17.0 °C en La Rosilla, Dgo. Este valor en La Rosilla no representó algún nuevo extremo de temperatura mínima en el país, que se mantiene en -30.0 °C reportado el 11 de enero de 1962 en Villa Ahumada, Chihuahua. La Tabla 5 muestra más valores mínimos extremos a nivel estatal durante 2018.

Edo	*Mínima Extrema*	*Estación*	*Fecha*		*Edo*	*Mínima Extrema*	*Estación*	*Fecha*
AGS	-8.0	Calvillo	14/01/2018		MOR	-0.5	Tres Marías*	22/12/2018
BC	-7.3	Agua Hechicera	20/02/2018		NAY	5.0	Jesús María	28/12/2018
BCS	-2.0	Díaz Ordaz	25/02/2018		NL	-11.0	San Rafael	14/11/2018
CAMP	5.8	Calakmul*	22/12/2018		OAX	-5.0	Ayutla	15/01/2018
CHIH	-15.0	Peñitas	14/11/2018		PUE	-7.5	Alchichilca	13/01/2018
CHIS	-1.0	Observatorio de San Cristóbal	11/01/2018		QRO	-4.0	San Ildefonso	15/01/2018
COAH	-11.0	San Antonio de las Alazanas	14/11/2018		QROO	9.5	Sian Ka'an 2*	22/12/2018
COL	10.0	La Esperanza	10/04/2018		SIN	0.0	El Fuerte	30/12/2018
CDMX	-2.5	Km. 6+250	18/01/2018		SLP	-7.0	Valentín Gama	22/12/2018
DGO	**-17.0**	**La Rosilla**	**22/01/2018**		SON	-11.0	Yécora	31/12/2018
GRO	2.5	Ciudad Altamirano	30/10/2018		TAB	11.5	Oxolotán	12/12/2018
GTO	-6.0	La Quemada	15/01/2018		TAMPS	-4.0	Corona	04/01/2018
HGO	-4.0	La Esperanza	13/01/2018		TLAX	-9.0	Calpulalpan	14/01/2018
JAL	-8.0	San Gaspar de los Reyes	15/12/2018		VER	-12.0	Zalayeta	13/01/2018
MEX	-10.0	Huapango	15/01/2018		YUC	4.0	Becanchén	22/12/2018
MICH	-5.0	El Gigante	15/01/2018		ZAC	-13.0	Concepción del Oro	14/11/2018

*Tabla 5. Temperatura mínima extrema a nivel estatal durante 2018. Con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente. *Automática CONAGUA, **Automática CFE ***Automática INIFAP.*

3.2.2. Número de días con temperatura máxima igual o superior a 40 °C. Durante la primavera de 2018, las regiones con mayor cantidad de días con temperatura máxima igual o superior a 40 °C, arriba de 70 días, se ubicaron en áreas de Sonora, Chihuahua así como en Jalisco y Michoacán; en tanto que la huella con al menos un día por arriba de este umbral cubrió la mayoría de los estados del norte, el Pacífico sur y la Península de Yucatán, Fig. 35a. A finales de mayo y principios de junio, una amplia ola de calor afectó al país, producido por un sistema de alta presión que favoreció el incremento de temperaturas en los estados desde el centro-oriente hacia el noroeste. En el verano, entre julio y septiembre, con el establecimiento de la temporada de lluvias, las regiones con temperatura máxima por arriba de este umbral se reducen solo a los estados del norte y en el sur y sureste tienden a disminuir considerablemente los reportes con temperaturas máximas en o por arriba de 40.0 °C, Fig. 35b.

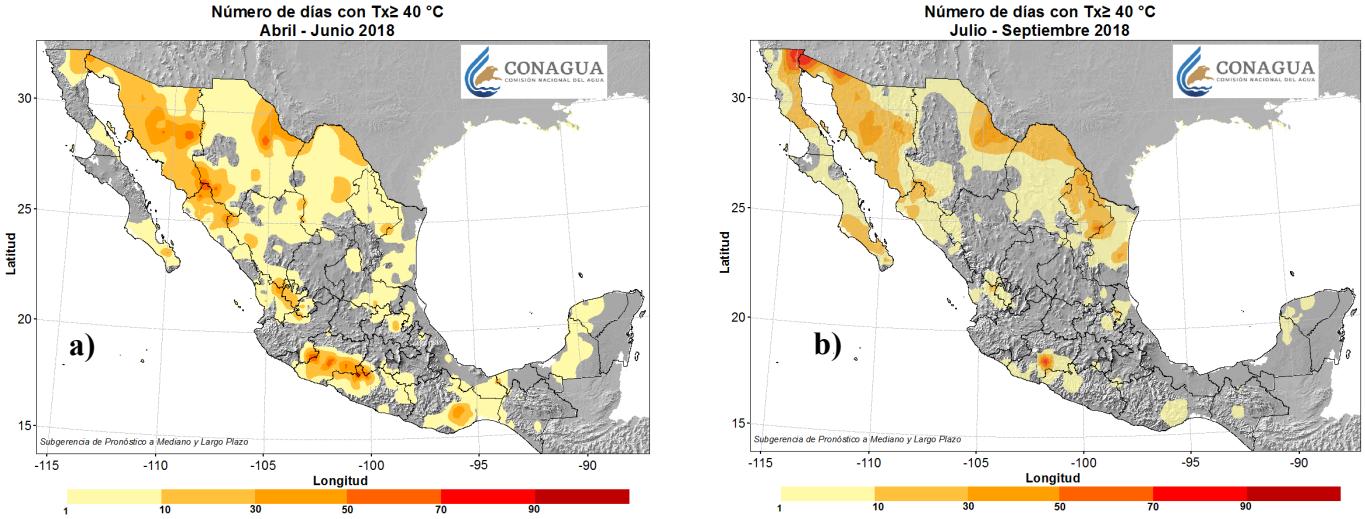


Fig. 35 a) Frecuencia del número de días cálidos (temperatura máxima diaria mayor o igual a 40°C) en la temporada primavera-verano. a) de abril a junio y b) de julio a septiembre de 2018. Con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Veintiocho entidades del país reportaron al menos un día con temperatura máxima mayor a 40.0 °C y quince estados tuvieron máximas mayores a 45.0 °C durante 2018. La temperatura más alta fue de 50.5 °C en El Orégano, Sonora el 5 de julio; este valor que no representó un nuevo récord, quedó por debajo de los 60.0 °C reportados el 13 de agosto de 1953 en la estación Delta en Mexicali, Baja California. Más valores de temperatura máxima a nivel estatal en la Tabla 6.

Edo	Máxima Extrema	*Estación*	*Fecha*		*Edo*	Máxima Extrema	*Estación*	*Fecha*
AGS	40.6	Univ. Autónoma de Ags. La Posta*	15/11/2018		MOR	45.0	Miacatlán	13/03/2018
BC	48.7	Obs. de Algodones*	24/07/2018		NAY	47.0	Jesús María	06/05/2018
BCS	44.0	San Antonio	23/07/2018		NL	47.0	Carmen de los Elizondo Linares	24/07/2018
CAMP	43.0	Noh-Yaxché	09/04/2018		OAX	46.0	Tuxtepec	28/05/2018
CHIH	50.0	Urique	01/06/2018		PUE	42.0	Chila de la Sal	01/06/2018
CHIS	43.6	Angostura**	11/03/2018		QRO	43.0	Jalpan	29/05/2018
COAH	45.5	Coyote	31/05/2018		QROO	39.5	Cancún	26/07/2018
COL	41.0	Callejones	23/05/2018		SIN	49.0	Huites hidrométrica	26/05/2018
CDMX	34.0	Campamento Amealco	29/05/2018		SLP	45.6	El Pujal	07/04/2018
DGO	43.5	Tlahualilo	31/05/2018		**SON**	**50.5**	**El Orégano**	**05/07/2018**
GRO	48.0	Andrés Figueroa	04/04/2018		TAB	40.6	Obs. de Villahermosa*	14/04/2018
GTO	40.0	Abasolo	30/05/2018		TAMPS	44.4	Cándido Aguilar*	24/07/2018
HGO	49.0	Huejutla	24/07/2018		TLAX	33.0	Observatorio de Tlaxcala	30/05/2018
JAL	45.5	Cuixtla	01/06/2018		VER	44.0	Tempoal	07/04/2018
MEX	39.0	Totolica hidrométrica	29/05/2018		YUC	41.5	Chocholá	08/04/2018
MICH	47.5	Zicuirán	01/06/2018		ZAC	45.0	El Platanito	28/05/2018

*Tabla 6. Temperatura máxima extrema a nivel estatal durante 2018. Con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente. *Automática CONAGUA, **Automática CFE ***Automática INIFAP.*

3.3 Tormentas invernales en 2018

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), una tormenta invernal ocurre cuando se presenta un sistema de baja presión con núcleo frío (ubicado en las capas altas de la atmósfera), la cual combinando bajas temperaturas en superficie y humedad permiten la formación de nieve, aguanieve y ráfagas de vientos. México en promedio (1991-2015) es afectado en la temporada por 14 tormentas invernales y su ocurrencia e intensidad depende principalmente de los patrones climáticos como el ENOS, la NAO, la AO y la PNA (más información en la Sección 1 de este reporte). En 2018, se registraron 8 tormentas invernales, 2 de ellas ocurrieron en el período de febrero a marzo (que correspondió al invierno 2017-2018), y las seis restantes entre noviembre y diciembre (en el inicio del invierno 2018-2019). De estos ocho eventos solo 3 ocasionaron importantes descensos de temperatura y heladas o nevadas, mismos que se describen a continuación.

Cuarta tormenta invernal, invierno 2017-2018 (26-28 de febrero). Una ondulación del vórtice polar comenzó a descender por el la costa oeste de los Estados Unidos la tarde del día 26, por la noche el desprendimiento con núcleo frío se asociaba al frente frío número 34. A la media noche del 27 de febrero la cuarta tormenta invernal se ubicó sobre el suroeste de California, en ese momento de acuerdo con los datos del NCEP/NCAR en los 500 mb la temperatura mínima disminuyó hasta los –18.0 °C sobre la región de La Rumorosa y la Sierra de San Pedro Mártir al norte de Baja California, mientras que la humedad relativa estuvo entre el 40 y 50 % . Lo anterior favoreció la caída de nieve sobre la sierra como se observa en la Fig. 36b. Por la mañana el vórtice de nucleó frío se localizó en la misma posición anterior, lo cual generó que la temperatura en los 500 mb descendiera hasta los –24.0 °C sobre el norte de Baja California (Fig. 36a) y la humedad incrementó hasta el 60 %, (Fig. 36b) persistiendo así la posibilidad de caída de nieve sobre esa región. Por la tarde de ese día la tormenta alcanzó el sur de California y la temperatura en los 500 mb se mantuvo en los –24.0 °C, sin embargo la humedad se redujo a menos del 10%, disminuyendo así la probabilidad de caída de nieve. Ese día se reportaron también rachas máximas de viento de hasta 56.0 km/h en Ciudad Juárez, Chih. Finalmente al día siguiente el vórtice de núcleo frío comenzó a desplazarse hacia el este (sobre Arizona) y debido a la escasa humedad, ese día no se observó la caída de nieve sobre el norte de México.

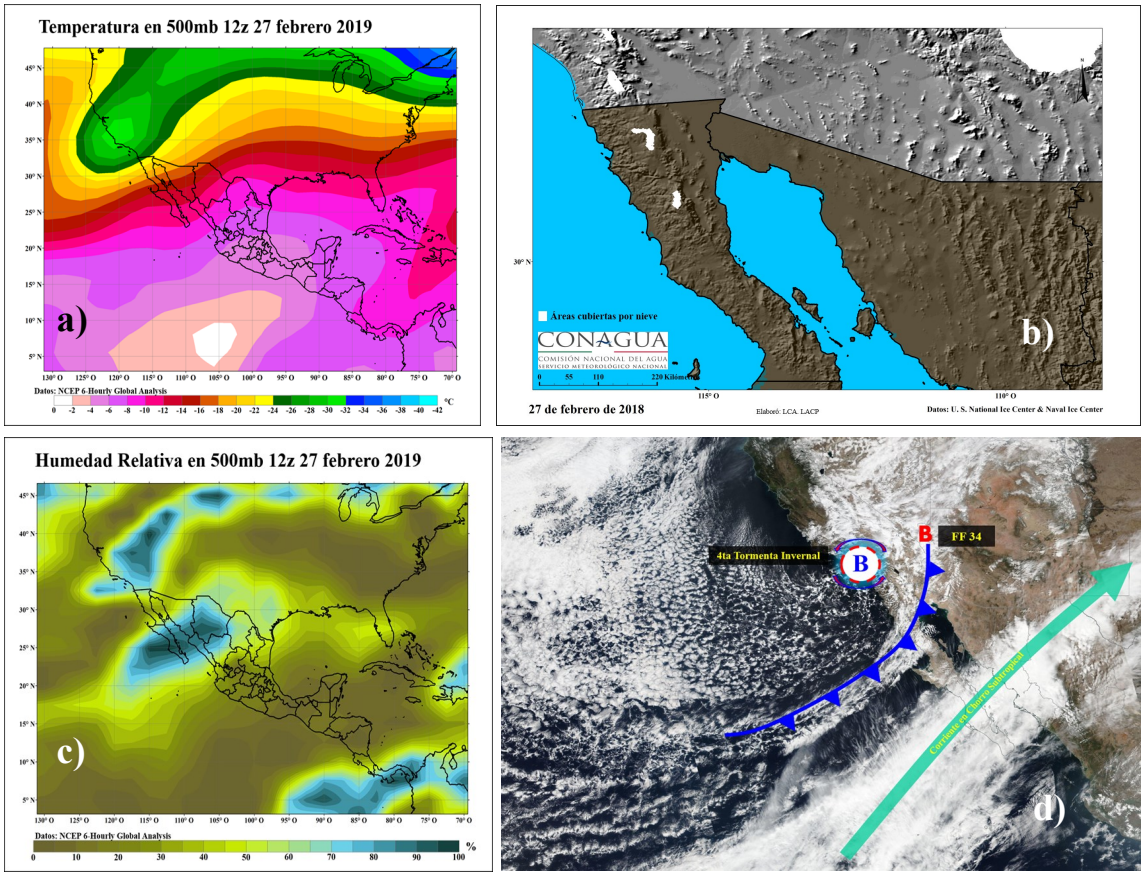


Fig. 36. a) Mapa de temperatura en 500 mb el 27 de febrero a las 06 hrs (hora del centro de México). b) Mapa de la distribución de nieve sobre la República Mexicana el 27 de febrero de 2018 de acuerdo con datos del Centro Nacional de Cubierta de Hielo y del Centro Nacional de Hielo de los Estados Unidos. c) Mapa de humedad relativa en 500 mb el 27 de febrero a las 06 hrs (hora del centro de México). d) Imagen satelital de la tormenta invernal número 4 y el frente frío número 34 el día 27 de febrero de 2018. Imágenes de temperatura y humedad relativa elaborados con datos de reanálisis del NCAR/NCEP.

Cuarta tormenta invernal, invierno 2018-2019 (24 al 27 de diciembre). Una ondulación del vórtice polar comenzó a descender por la costa oeste de los Estados Unidos la madrugada del día 25 de diciembre y al medio día alcanzó la región sur de California. Fue numerada como la cuarta tormenta invernal de la temporada en la tarde de ese mismo día cuando provocó que en los 500 mb la temperatura disminuyera hasta los –25.5 °C, mientras que la humedad relativa alcanzó el 60% al norte de Baja California y Sonora de acuerdo con los datos de reanálisis del NCEP/NCAR. Bajo estás condiciones en ese momento la caída de nieve comenzó a ser favorable en la región (Fig. 37b). Al amanecer del día 26 el vórtice de núcleo frío se ubicó sobre los estados de Nevada y Nuevo México, generando que la temperatura en el nivel medio de la atmosfera se mantuviera en los –22.0 °C (Fig. 37a) y la humedad relativa incrementara al 75% al norte de Sonora y Chihuahua (Fig. 37c), favoreciendo aún más la caída de nieve sobre la región.

Por la tarde del día 26 la cuarta tormenta invernal se mantuvo en la misma posición anterior y mantuvo a la temperatura en los –24.0 °C al norte de Chihuahua, así como una humedad relativa en el 60 % justo en esa zona de Chihuahua, sin embargo en los alrededores la humedad disminuyó por debajo del 30%. Posteriormente la tormenta invernal comenzó a desplazarse rápidamente hacia el noreste y por la mañana del día 27 se ubicó al centro de los Estados Unidos, por lo que las temperaturas en los 500 mb comenzaron a ascender hasta los -18.0 °C y ninguna región del norte del país presentaba una humedad relativa mayor a el 30%. Finalmente en el transcurso del día la tormenta volvió a ser parte del vórtice polar. No se reportaron rachas de viento significativas sobre la región de influencia de la tormenta invernal, sin embargo en cuanto a temperaturas mínimas, heladas se registraron en regiones altas de Baja California, Sonora, Chihuahua, Durango, Coahuila, Zacatecas y Nuevo León el día 27 de diciembre.

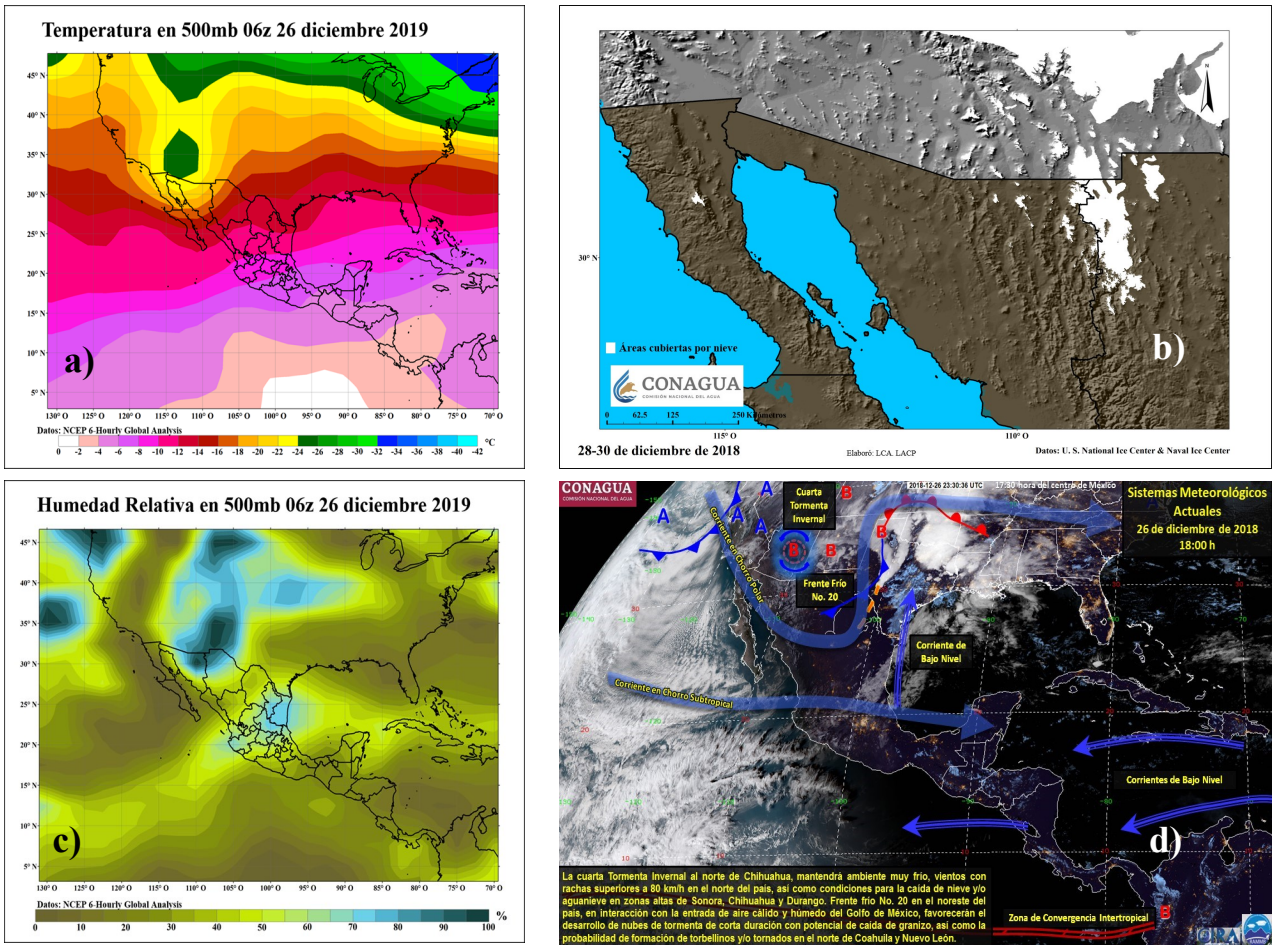


Fig. 37. Mapa de temperatura en 500 mb el 26 de diciembre a las 00 hrs (hora del centro de México). b) Mapa de la distribución de nieve sobre la República Mexicana del 25 al 26 de diciembre de 2018 de acuerdo con datos del Centro Nacional de Cubierta de Hielo y del Centro Nacional de Hielo de los Estados Unidos. c) Mapa de humedad relativa en 500 mb el 26 de diciembre a las 00 hrs (hora del centro de México). d) Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos del 26 de diciembre de 2018. Imágenes de temperatura y humedad relativa elaborados con datos de reanálisis del NCAR/NCEP. Imagen interpretada proporcionada por el Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del SMN.

Quinta tormenta invernal, invierno 2018-2019 (27 al 31 de diciembre). Después de haber absorbido a la cuarta tormenta invernal, una nueva ondulación del vórtice polar comenzó a descender sobre los Estado Unidos desde la tarde del día 27 y se asoció al frente frío 21. Se numeró al vórtice de núcleo frío como la quinta tormenta invernal la mañana del día 28, en ese momento la temperatura en los 500 mb de acuerdo con los datos de reanálisis del NCEP/ NCAR fue de –21.0 °C al norte de Baja California, Sonora y Chihuahua, mientras que la humedad era del 30% solamente al norte de Chihuahua. Por la tarde de ese día la tormenta invernal se localizó sobre el estado de Arizona y generaba temperaturas de hasta –25.5 °C al norte de Baja California y Sonora, sin embargo la humedad de hasta el 20% limitaba la posibilidad de caída de nieve sobre la región.

Al amanecer del día siguiente las condiciones fueron más favorables para el registro de nevadas sobre las zonas altas de Sonora y Chihuahua, debido a la posición de la tormenta sobre el norte de estos dos estados. La temperatura en el nivel medio de la atmósfera disminuyó en ese momento hasta los –26.0 °C (Fig. 38a) en la zona y la humedad estuvo entre el 30 y 50 % (Fig. 38c). Por la tarde el vórtice de núcleo frío se ubicó sobre Sonora, esta situación produjo temperaturas de –24.0 °C en los 500 mb, pero la humedad no incrementó. A medida que avanzaba el día 30 la tormenta comenzó a moverse hacia el noroeste y por la tarde se halló al norte de Chihuahua, la temperatura incrementó en los 500 mb hasta los –20.5 °C al norte de ese estado, mientras que la humedad relativa incrementó ligeramente al 35% sobre el norte de Sonora. Finalmente el día 31 de diciembre fue absorbida por el vórtice polar sobre los Estados Unidos y de nueva cuenta fue reemplazada por una nueva ondulación que daría origen a la sexta tormenta invernal ese mismo día (se hablará de ella hasta el reporte anual de 2019. Esta tormenta tampoco produjo rachas de viento significativas sobre la zonas de influencia, sin embargo de entre las 8 ésta fue la que produjo las temperaturas mínimas más bajas durante el año, de hasta -14.0 °C en Peñitas, Chih. el día 31.

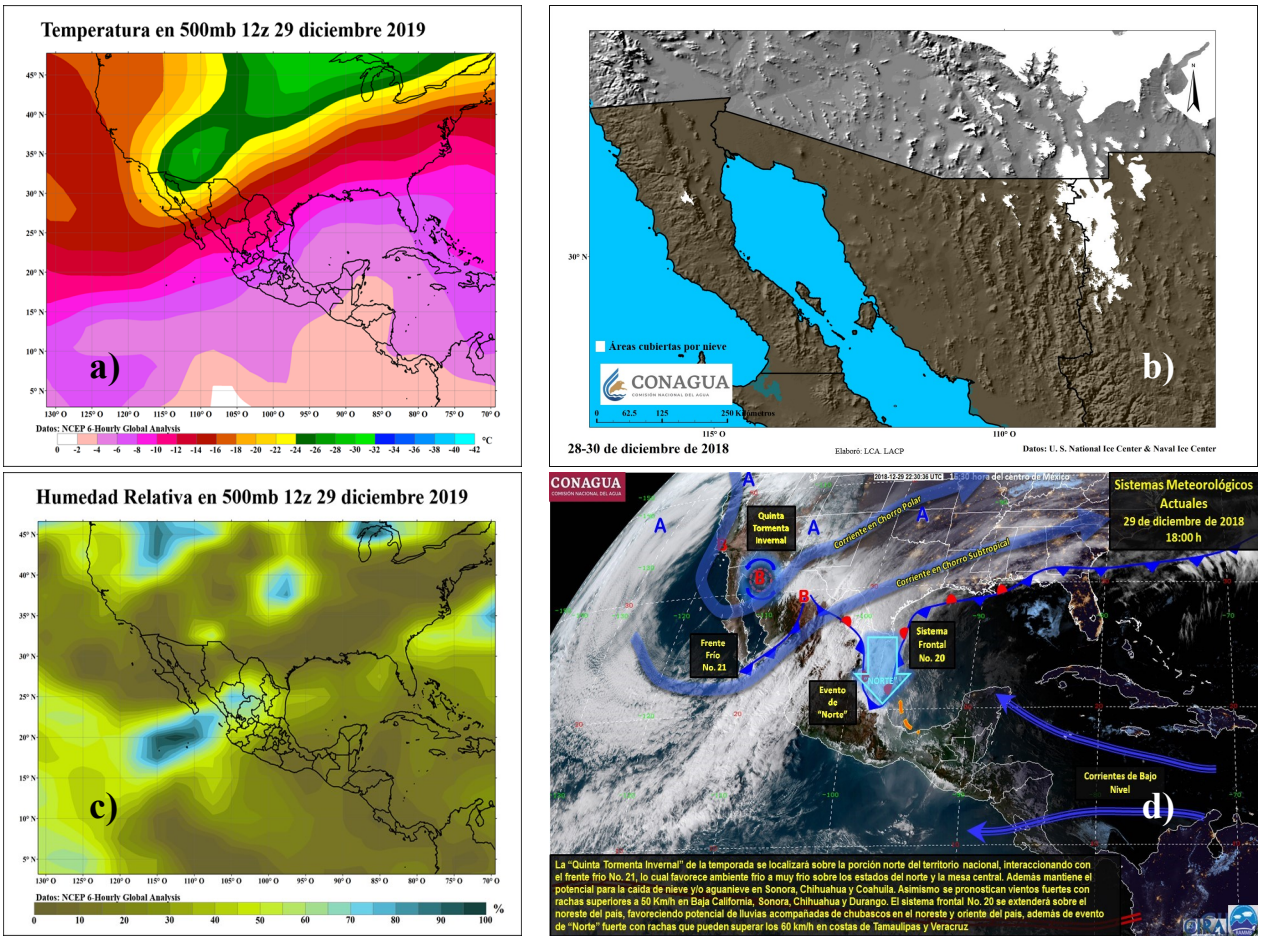


Fig. 38. Mapa de temperatura en 500 mb el 29 de diciembre a las 06 hrs (hora del centro de México). b) Mapa de la distribución de nieve sobre la República Mexicana del 28 al 30 de diciembre de 2018 de acuerdo con datos del Centro Nacional de Cubierta de Hielo y del Centro Nacional de Hielo de los Estados Unidos. c) Mapa de humedad relativa en 500 mb el 29 de diciembre a las 06 hrs (hora del centro de México). d) Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos del 29 de diciembre de 2018. Imágenes de temperatura y humedad relativa elaborados con datos de reanálisis del NCAR/NCEP. Imagen interpretada proporcionada por el Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del SMN.

3.4 Sistemas Frontales en 2018

De acuerdo con el Servicio Metrológico Nacional (SMN), la temporada de monitoreo de frentes fríos en México inicia en el mes de septiembre y finaliza en mayo del siguiente año, por lo que durante un año calendario se contabilizan sistemas frontales de dos temporadas, como se observa en la Fig. 39. Entre los meses de junio y agosto es viable el ingreso de al menos un frente frío al país, por lo que se considera dentro del conteo anual, pero fuera de temporada (barras grises en la Fig. 39).

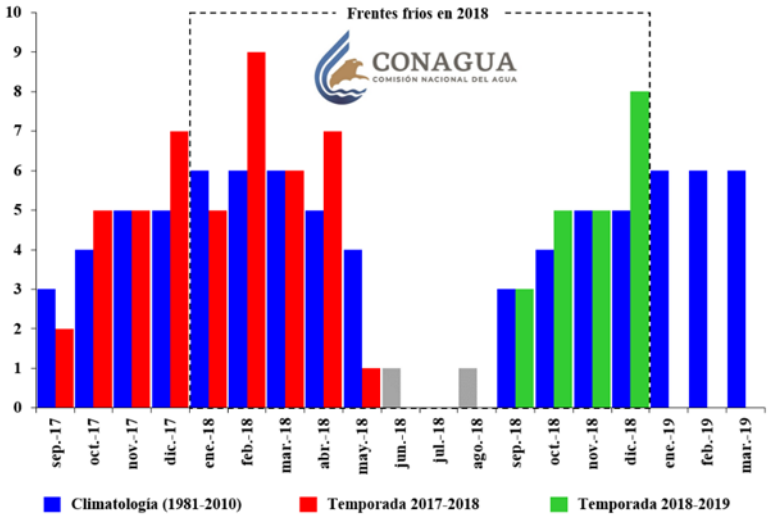


Fig. 39. Número de frentes fríos en 2018 y climatología 1981-2010. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional - Congaua.

La época más activa de la temporada de frentes fríos en México ocurre durante noviembre a marzo, con el 63% de los eventos de acuerdo a la climatología 1981-2010. Durante la temporada 2017-2018 se registró el ingreso de 32 frentes fríos al territorio nacional. En la temporada 2015-2016 se registró el máximo de ingresos de frentes fríos durante este periodo con 42 sistemas (Fig. 40).

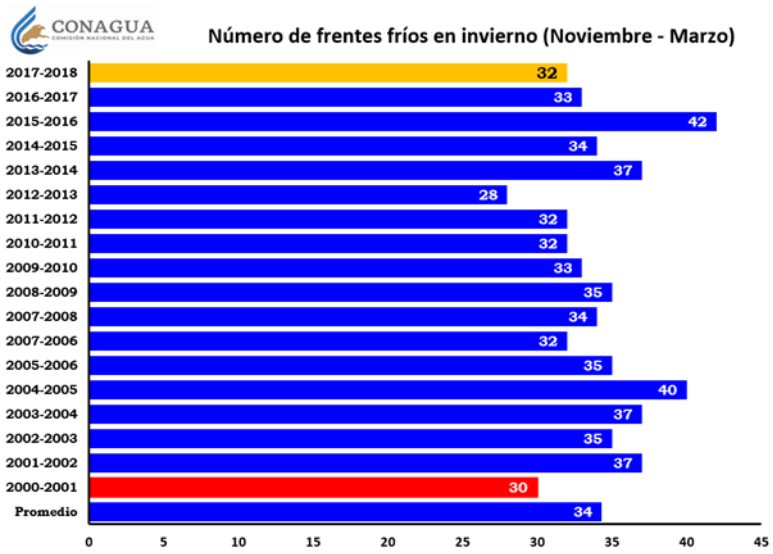


Fig. 40. Número de frentes fríos en los meses de noviembre a marzo en el periodo 2000-2018. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional - Congaua

A continuación se describen brevemente los frentes fríos más significativos en cuanto a precipitación y descenso de temperatura diaria, registrada a su paso por el territorio nacional durante el 2018.

Durante enero de 2018 se numeraron 5 frentes fríos (del número 21 al 25), uno menos que la climatología 1981- 2010 (Fig. 39)

Frente Frío No. 24 (24-31 enero). Fue el sistema frontal más intenso del mes, la masa de aire de origen marítimo ingresó por la tarde del día 25 de enero sobre el noroeste de Baja California; al día siguiente debido a las condiciones secas en la atmósfera media y baja sobre el noroeste y mesa centro-norte del país, no hubo registro de lluvias significativas a medida que se desplazaba sobre el territorio nacional. Sin embargo, por la tarde del 27 de enero el frente frío se extendió desde el noreste de Sonora hasta el norte de Tamaulipas, dejando lluvias muy fuertes en Tamaulipas. El día 28 se ubicó en la costa sur de Veracruz y provocó lluvias torrenciales en Chiapas. Las lluvias más intensas se produjeron el día 29 de enero cuando el frente se ubicó sobre la Península de Yucatán. Finalmente el día 30 el sistema se desplazó hacia el Mar Caribe. La masa de aire polar que lo impulsaba favoreció la caída de nieve sobre el Cofre de Perote, Ver. y en El Ajusco en Ciudad de México, en esta última entidad también se registró la caída de agua nieve en Tlalpan, Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras. De acuerdo con los datos METAR (Reporte del Aeródromo Meteorológico), el gradiente más intenso en la disminución de temperatura ambiente fue de 10 °C, reportado en la estación del aeropuerto internacional de Ciudad Juárez, Chih., donde la temperatura el día 24 de enero a las 14:46 hrs (hora del Centro de México) fue de 25 °C y al día siguiente a las 14:50 hrs fue de 16.0 °C.

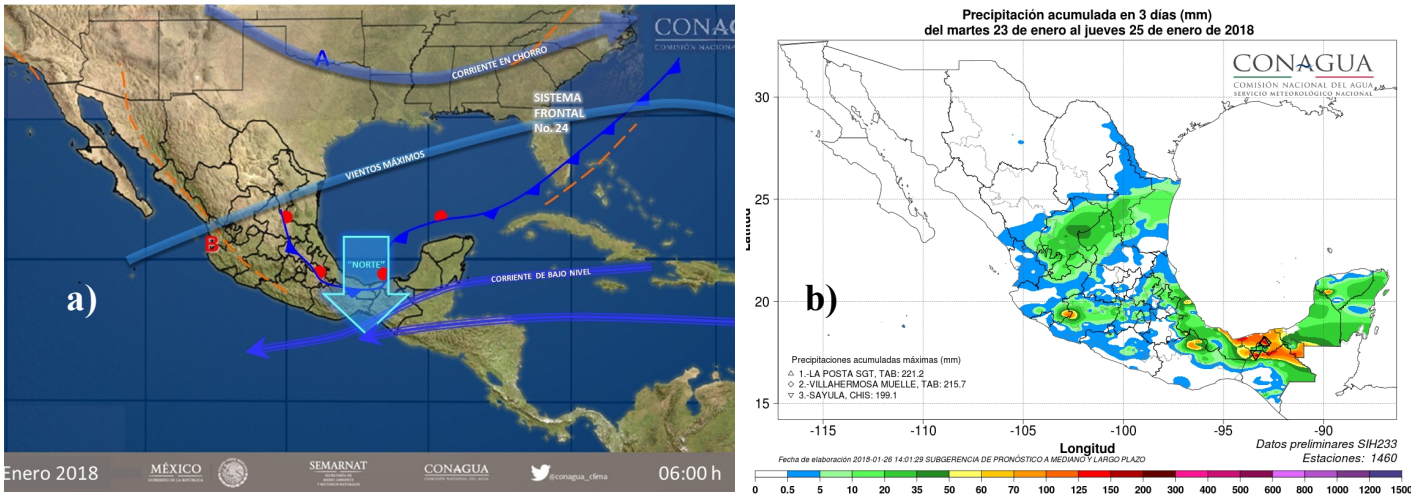


Fig. 41. Imagen Interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 24 de enero de 2018. b) Mapa de la distribución de las precipitaciones del 23 al 25 de enero de 2018. Imagen interpretada proporcionada por el Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del SMN. Mapa de lluvias elaborado con datos del Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-CONAGUA.

En febrero ingresaron 9 frentes fríos (del número 26 al 34), tres por arriba de la climatología 1981-2010 (Fig. 39), este valor es el máximo que se ha registrado para un mes de febrero al igual que en 2004 y 2009.

Frente Frío No. 28 (10 - 13 febrero). Fue un sistema frontal con masa de aire fría de origen continental que ingresó la mañana del día 10 por el norte de Coahuila, con una alta presión de 1029 mb sobre el centro-norte de Estados Unidos. Durante la mañana del día 11 llegó al norte de Tamaulipas y en el transcurso del día se extendió desde el noroeste de Chihuahua hasta la costa norte de Veracruz, ocasionando lluvias fuertes al norte de Puebla. Por la tarde del día 12 se ubicó desde el oeste de Coahuila hasta la costa sur de Veracruz como un frente frío estacionario. Mientras provocaba un evento de "norte" sobre las costas de Tamaulipas y Veracruz, se registraron rachas de viento de hasta 84 km/h en Coatzacoalcos, Ver. y lluvias muy fuertes en Chiapas. La mañana del día 13 continuó estacionado sobre la costa sur de Veracruz, mientras su vaguada pre-frontal se ubicó sobre la costa de Tabasco, por la noche el sistema comenzó a debilitarse y finalmente el día 14 la masa de aire cálido impulsó a la línea frontal al norte del Golfo de México sin afectar al país. De acuerdo con los datos METAR, el gradiente más intenso en la disminución de temperatura ambiente fue de 21.0 °C reportado en la estación del aeropuerto internacional de Reynosa, Tamps, donde la temperatura el día 10 de febrero a las 15:45 hrs (hora del Centro de México) fue de 29.0 °C y al día siguiente a la misma hora fue de 8.0 °C.

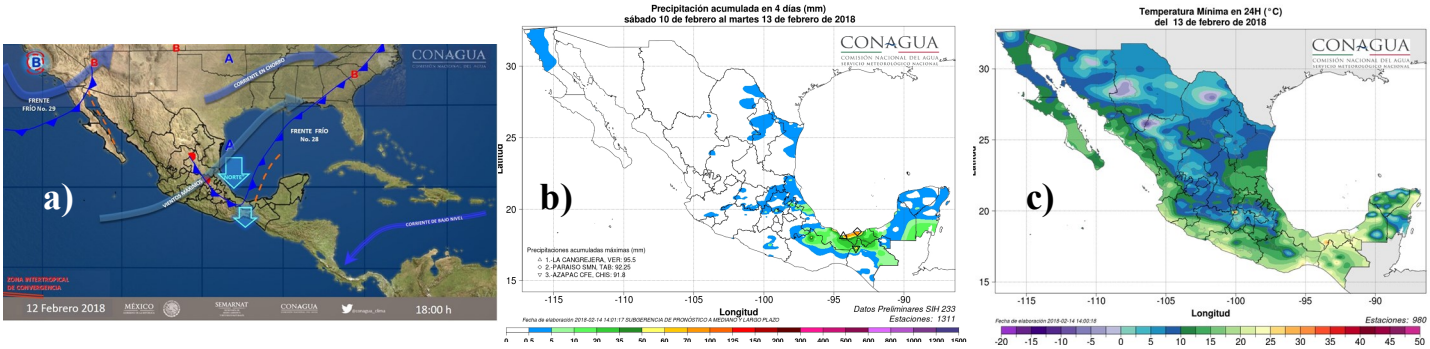


Fig. 42. a) Imagen Interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 12 de febrero de 2018. b) Mapa de la distribución de las precipitaciones del 10 al 13 de febrero de 2018. c) Mapa de la distribución de temperaturas mínimas del día 12 febrero de 2018. Imagen interpretada proporcionada por el Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del SMN. Mapa de lluvias elaborado con datos del Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-CONAGUA.

Durante marzo ingresaron 6 frentes fríos (del número 35 al 40), valor similar a la climatología 1981- 2010 (Fig. 39).

Frente Frío No. 40 (26-31 marzo). Fue el sistema frontal que ocasionó más lluvias en el mes, impulsado por una masa de aire frío marítimo que ingresó la mañana del día 26 sobre el norte de Baja California. El paso de este frente frío al norte del país fue complejo ya que fue reforzado por otras masas de aire frío durante su evolución, por lo tanto presentó en varias ocasiones características estacionarias entre los días 26 y 27 provocando chubascos en Sonora y Coahuila; a partir del día 28 se consolidó y descendió sobre el territorio nacional, localizándose sobre Coahuila y Tamaulipas, alcanzando la costa norte de Veracruz el 29 de abril, ese día se asoció con un canal de baja presión que se localizaba en el centro-sur de México y provocó lluvias intensas en Oaxaca. La mañana del día 30 el frente frío se debilitó sobre el sur del Golfo de México, sin llegar a la Península de Yucatán, finalmente se disipó la madrugada del 1 de abril. De acuerdo con los datos METAR, el gradiente más intenso en la disminución de temperatura ambiente fue de 13 °C reportado en la estación del aeropuerto internacional de Piedras Negras, Coah., donde la temperatura el día 26 de marzo a las 17:40 hrs (hora del Centro de México) fue de 33°C y al día siguiente a la misma hora fue de 20.0 °C.

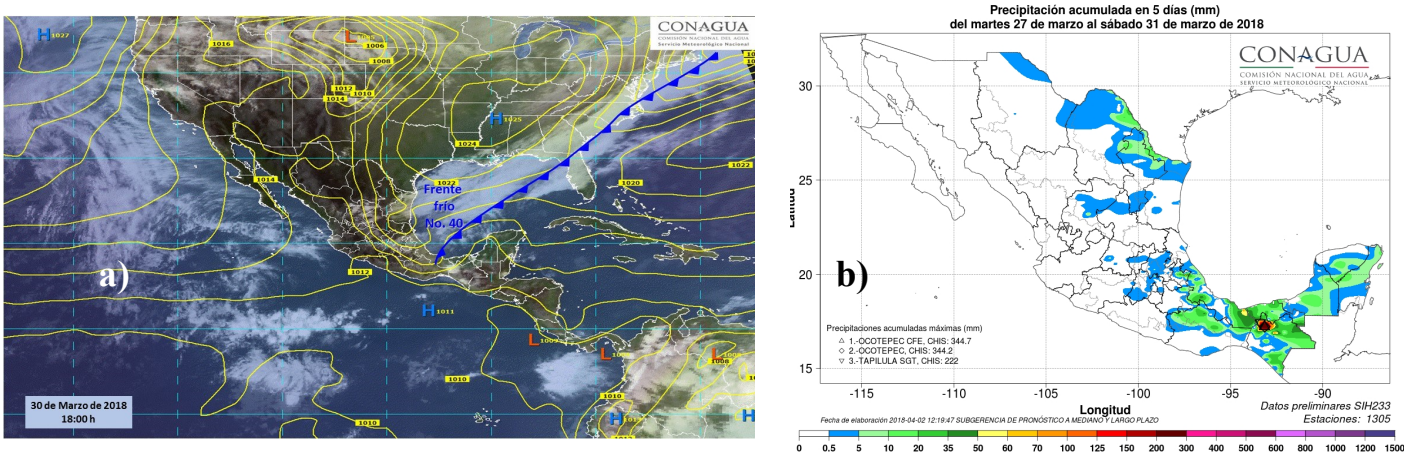


Fig. 43 a) Imagen Interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 30 de marzo de 2018. b) Mapa de la distribución de las precipitaciones del 26 al 31 de marzo de 2018. Imagen interpretada proporcionada por el Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del SMN. Mapa de lluvias elaborado con datos del Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-CONAGUA.

En abril ingresaron 7 sistemas frontales (del número 41 al 47), dos más que la climatología 1981-2010 (Fig. 39).

Frente Frío No. 46 (19-25 abril). Fue el sistema frontal más intenso de este mes, en cuanto a las precipitaciones y caída de granizo que ocasionó, impulsado por una masa de aire frío marítima que ingresó el 19 sobre el noroeste de Baja California. Para el 20 de abril se extendió desde Sonora hasta el norte de Chihuahua, sin generar lluvias en la región. Al día siguiente el frente frío se asoció a una línea seca sobre el norte del territorio nacional y por la noche alcanzó a Coahuila. Al amanecer del día 22 se extendió desde el norte de Chihuahua hasta la costa norte de Tamaulipas y presentándose una cuña de alta presión con un valor de 1024 mb sobre el centro de Estados Unidos, al finalizar el día

se extendió desde el norte de Chihuahua, pasando por la costa centro de Veracruz hasta el estado norteamericano de Georgia. Lluvias fuertes se presentaron sobre el centro del país ese día (Fig. 44b). Al día siguiente cuando el sistema frontal llegó a la Península de Yucatán comenzó a adquirir características estacionarias, así que la masa de aire cálido comenzó a impulsarlo nuevamente hacia el Golfo de México. Finalmente hasta la tarde del día 26 se debilitó. De acuerdo con los datos METAR, el gradiente más intenso en la disminución de temperatura ambiente fue de 13 °C reportado en la estación del aeropuerto internacional de Piedras Negras, Coah., donde la temperatura el día 26 de marzo a las 17:40 hrs (hora del Centro de México) fue de 33°C y al día siguiente a la misma hora fue de 20.0 °C.

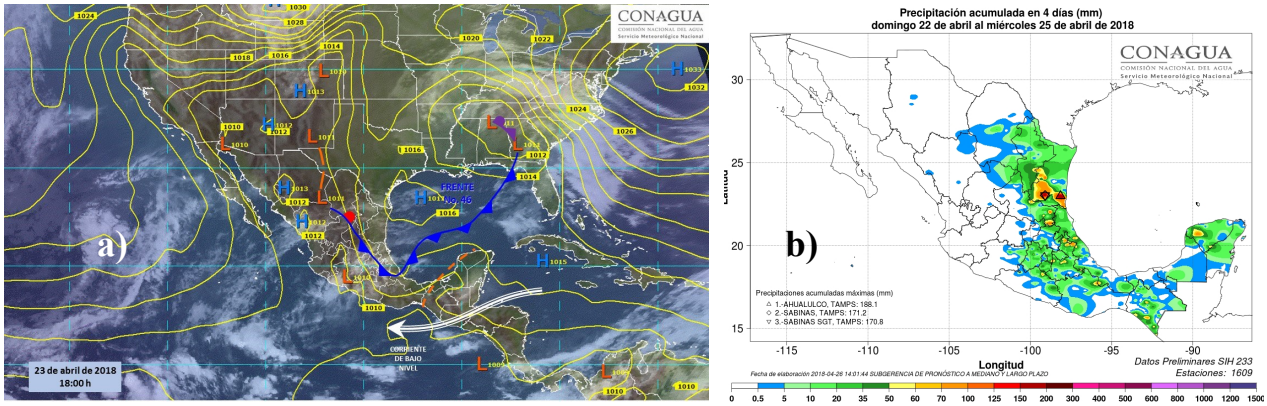


Fig. 44. a) Imagen Interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 23 de abril de 2018. b) Mapa de la distribución de las precipitaciones del 22 al 25 de abril de 2018. Imagen interpretada proporcionada por el Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del SMN. Mapa de lluvias elaborado con datos del Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-CONAGUA

Durante mayo de 2018 se numeró un sistema frontal (el número 48), lo que representa tres sistemas frontales menos que la climatología 2001-2015 (Fig. 39).

Frente Frío No. 48 (1-6 mayo). Fue un sistema frontal con masa de aire fría marítima que comenzó a ingresar el día 1 de mayo por la noche sobre el noroeste de Baja California y por la tarde del día 2 ya se había extendido desde Baja California Sur hasta el norte de Chihuahua. Al día siguiente la extensión de la línea frontal se debilitó al sur, por lo que para el medio día se localizaba al norte de Sonora, Chihuahua y Coahuila. Lluvias persistentes se registraron en Coahuila ese día. La mañana del día 4 una nueva masa de aire frío sustituyó a la anterior y al mediodía se halló al norte de Chihuahua y Coahuila (Fig. 45b). Lluvias muy fuertes se registraron en Tamaulipas ese día. La nueva masa de aire frío comenzó a desplazarse rápidamente durante el día 5 y en la tarde se extendió desde el norte de Sonora hasta la costa central de Tamaulipas. En la madrugada del día 6 el frente frío alcanzó la costa norte de Veracruz, sin embargo horas después abandonó la República Mexicana y se localizó sobre el norte del Golfo de México y al día siguiente se alejó hacia la costa este de los Estados Unidos. De acuerdo con los datos METAR (Reporte del Aeródromo Meteorológico), el gradiente más intenso en la disminución de temperatura ambiente fue de 7 °C reportado en la estación del aeropuerto internacional de Monterrey, NL, cuando la temperatura del día 4 de mayo a las 13:41 hrs (hora del Centro de México) fue de 29.0°C y al día siguiente a las 13:40 fue de 22.0 °C.

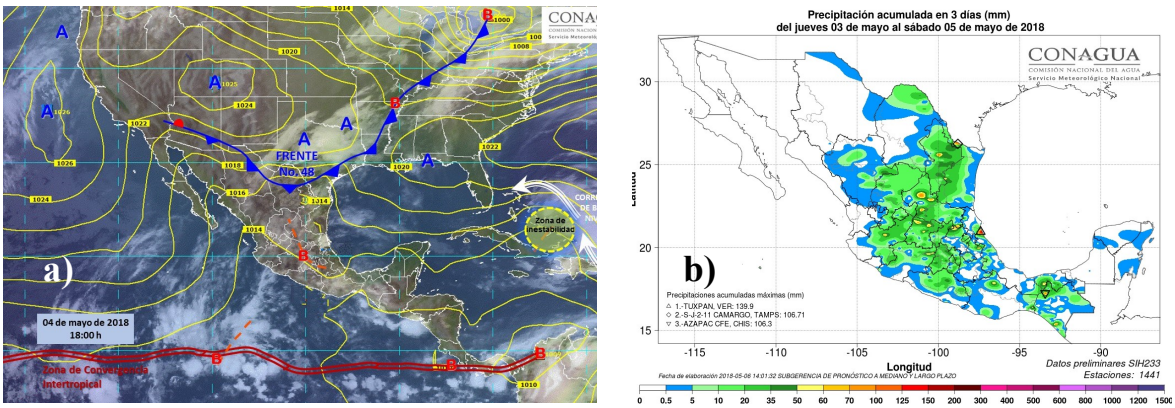


Fig. 45. a) Imagen Interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 4 de mayo de 2018. b) Mapa de la distribución de las precipitaciones del 3 al 5 de mayo de 2018. Imagen interpretada proporcionada por el Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del SMN. Mapa de lluvias elaborado con datos del Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-CONAGUA.

En septiembre ingresaron 3 frentes fríos (del 1 al 3), valor similar al promedio de acuerdo con la climatología 1981-2010 (Fig. 39).

Frente Frío No. 1 (7-12 de Septiembre). Fue el frente frío que generó más lluvias en este mes. Ingresó al país la tarde del 7 de septiembre al norte de Coahuila con condiciones estacionarias, ese día se registraron tormentas muy fuertes en este estado. Al día siguiente se desplazó al norte de Tamaulipas, sin embargo fue en Nuevo León donde se registraron tormentas muy fuertes. El día 9 provocó lluvias muy fuertes al norte de Tamaulipas; siendo las lluvias del día 10 fueron las más intensas durante el periodo de influencia del frente frío número 1 de la temporada (Fig. 46b), al registrarse 165.1 mm en Mier, Tamps. Las precipitaciones sobre Tamaulipas comenzaron a disminuir a partir del día 11 y el frente dejó de afectar México al día siguiente.

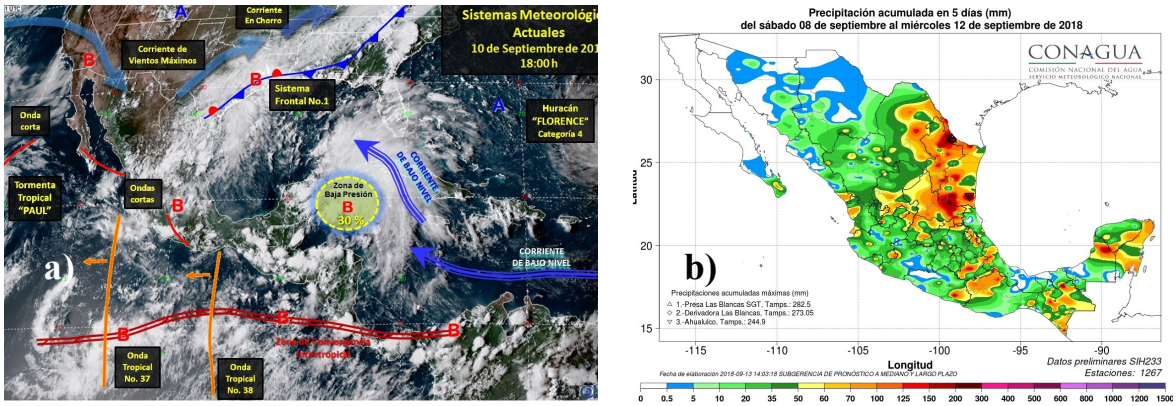


Fig. 46. a) Imagen Interpretada con los principales sistemas meteorológicos del 10 de septiembre de 2018. b) Mapa de la distribución de las precipitaciones del 7 al 12 de septiembre de 2018. Imagen interpretada proporcionada por el Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del SMN. Mapa de lluvias elaborado con datos del Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-CONAGUA.

Durante octubre de 2018 se numeraron 5 frentes fríos, uno más que la climatología 1981-2010 (Fig. 39).

Frente Frío No. 6 (15-20 de octubre). Este fue el frente frío que generó más lluvias sobre el territorio nacional durante este mes. Ingresó el día 15 por el norte de Chihuahua y Coahuila, extendiéndose desde Baja California hasta el sur de Tamaulipas, registrándose lluvias persistentes en Coahuila y Tamaulipas. En ese momento la cuña de alta presión que se localizaba al suroeste de los Estados Unidos era de 1030 mb. Al día siguiente el sistema frontal alcanzó la costa sur de Veracruz, sin embargo por la noche comenzó a adquirir características estacionarias, favoreciendo lluvias intensas en Veracruz. A partir de ese día el frente frío número 6 se mantuvo al sur de Veracruz hasta el día 19, durante este periodo se produjeron lluvias torrenciales que provocaron inundaciones sobre esta región (Fig. 47b). Finalmente durante el día 19 y parte del 20 se mantuvo como una vaguada al suroeste del Golfo de México. De acuerdo con los datos METAR, el gradiente más intenso en la disminución de temperatura ambiente fue de 24.0 °C reportado en la estación del aeropuerto internacional de Nuevo Laredo, Tamps., donde la temperatura el día 14 de octubre a las 16:44 hrs (hora del Centro de México) fue de 33.0°C y al día siguiente a las 16:42 hrs fue de 9.0 °C.

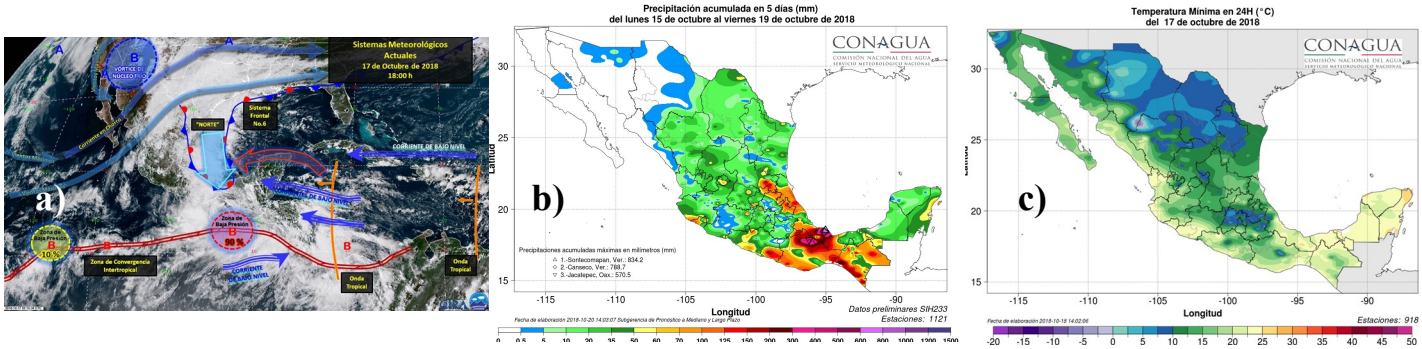


Fig. 47. a) Imagen Interpretada con los principales sistemas meteorológicos del 17 de octubre de 2018. b) Mapa de la distribución de las precipitaciones del 15 al 19 de octubre de 2018. c) Mapa de la distribución de temperaturas mínimas del día 17 de octubre de 2018. Imagen interpretada proporcionada por el Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del SMN. Mapa de lluvias elaborado con datos del Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-CONAGUA.

En noviembre de 2018 se numeraron 5 frentes fríos, número similar a la climatología 1981-2010 (Fig. 39).

Frente Frío No. 10 (12–15 de noviembre). Fue el frente frío más intenso del mes por las bajas temperaturas que provocó. Inició cuando una masa de aire frío continental ingresó al norte de Chihuahua la madrugada del día 12, justo

cuando el sistema frontal 9 comenzaba a debilitarse al suroeste del Golfo de México. La masa de aire frío reforzó al frente frío 9 y se desplazó hacia el sureste. Una vez fusionadas las masas, en la madrugada del día 13 el sistema se extendió desde Chihuahua hasta la costa de Veracruz con una cuña de alta presión de 1043 mb sobre el centro de los Estados Unidos, por la noche el frente frío se ubicó desde Sonora hasta la costa de Campeche. El evento de "norte" generado sobre la vertiente del Golfo de México alcanzó los 110.0 Km/h en APIVER, Ver. y se registraron lluvias intensas en Chiapas (Fig. 48b). También se reportó la caída de nieve en zonas altas de Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Coahuila, Veracruz, Puebla, Hidalgo, Edo. de México y Ciudad de México. El día 14 continuó con su desplazamiento hacia el suroeste y por la noche llegó a la Península de Yucatán. Las rachas de viento ese día alcanzaron los 95 km/h en Coatzacoalcos, Ver., observándose lluvias muy fuertes en Chiapas. Finalmente durante la madrugada del día 15 la línea frontal abandonó la República Mexicana internándose en el Mar Caribe. De acuerdo a los datos METAR, el gradiente más intenso en la disminución de temperatura ambiente fue de 18.0 °C reportado en la estación del aeropuerto internacional de Tampico, Tamps., donde la temperatura el día 12 de noviembre a las 13:41 hrs (hora del Centro de México) fue de 28.0°C y al día siguiente a las 13:47 hrs fue de 10.0 °C.

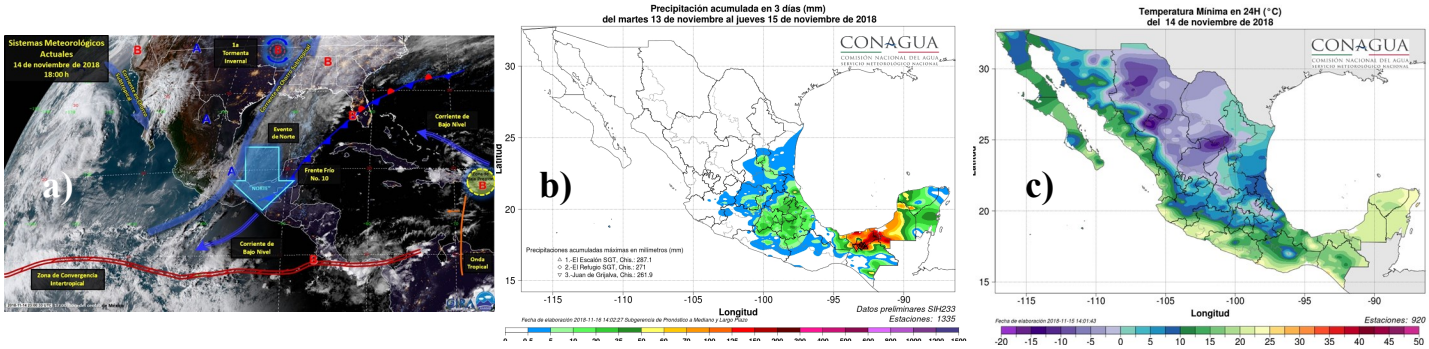


Fig. 48. a) Imagen Interpretada con los principales sistemas meteorológicos del 14 de noviembre de 2018. b) Mapa de la distribución de las precipitaciones del 13 al 15 de noviembre de 2018. c) Mapa de la distribución de temperaturas mínimas del día 14 de noviembre de 2018. Imagen interpretada proporcionada por el Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del SMN. Mapa de lluvias elaborado con datos del Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-CONAGUA.

En diciembre se numeraron 8 sistemas frontales (Fig. 39) del 14 al 21, tres por arriba de la climatología 1981-2010.

Frente frío núm. 16 (7 - 11 de diciembre). Fue el frente frío que produjo más lluvias en el mes, comenzó cuando una masa de aire frío continental ingresó al país por el norte de Coahuila la madrugada del día 7 con una cuña de alta presión de 1036 mb sobre el centro de los Estados Unidos y por la noche se extendió desde el norte de Chihuahua hasta Tamaulipas, registrándose intervalos de chubascos en Coahuila. La mañana del día 8 el sistema frontal alcanzó la costa norte de Veracruz y provocó un evento de "norte" con rachas de viento de hasta 53.0 km/h en Matamoros, Tamaulipas, en la noche se localizó desde el norte de Chihuahua hasta la costa central de Veracruz donde dejó lluvias fuertes. Para el día 9 se extendió desde el norte de Chihuahua hasta la costa de Tabasco, el evento de "norte" sobre la vertiente del Golfo de México alcanzó los 64.0 Km/h en Veracruz, Ver. y se registraron lluvias de hasta 259.2 mm en Oxolotán, Tab. (Fig. 49b), favorecidas por la entrada de humedad del Golfo de México. Por la tarde del día 10 se ubicó desde el sur de Nuevo León hasta el sur de Quintana Roo y generó rachas máximas de viento de 64 km/h en Minatitlán, Ver., así como lluvias muy fuertes en Tabasco. Finalmente el día 11 abandonó el país y se internó en el Mar Caribe. De acuerdo con los datos METAR (Reporte del Aeródromo Meteorológico), el gradiente más intenso en la disminución de temperatura ambiente de 13.0 °C se reportó en la estación del aeropuerto internacional de Reynosa, Tamps., cuando la temperatura el día 7 de diciembre a las 13:51 h (hora del Centro de México) fue de 27.0 °C y al día siguiente a las 13:47 h fue de 14.0 °C.

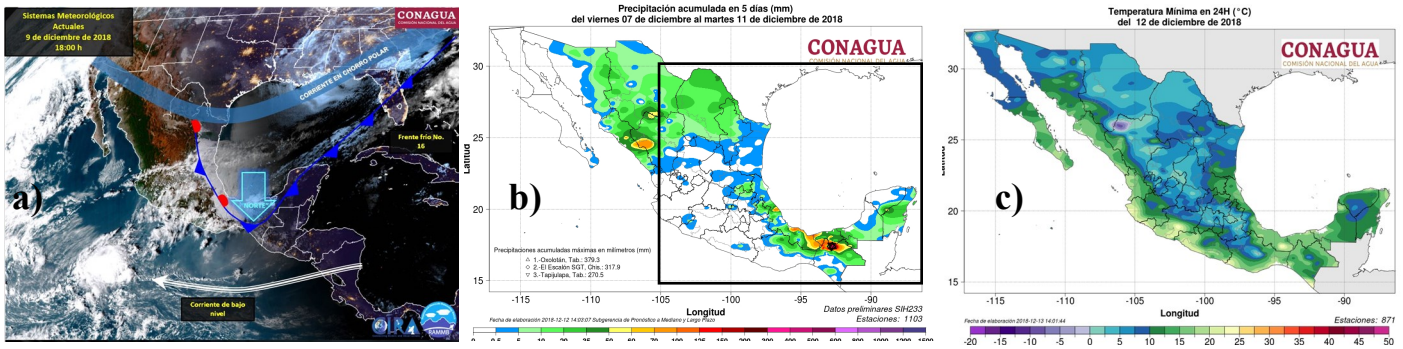


Fig. 49. a) Imagen Interpretada con los principales sistemas meteorológicos del 9 de diciembre de 2018. b) Mapa de la distribución de las precipitaciones del 7 al 11 de diciembre de 2018. c) Mapa de la distribución de temperaturas mínimas del día 12 de diciembre de 2018. Imagen interpretada proporcionada por el Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del SMN. Mapa de lluvias elaborado con datos del Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-CONAGUA.

4. Eventos notables

Los eventos notables durante 2018 se pueden consultar en los reportes mensuales, por lo tanto solo se describirá a continuación a los tornados que se registraron en el año, así como las lluvias que superaron su histórico.

4.1 Tornados y trombas marinas

Gracias a las distintas redes sociales y medios de comunicación este año se contó con un mayor número de evidencias para contabilizar y documentar este tipo de fenómenos de microescala en diferentes estado de la República Mexicana. A continuación se describen los más sobresalientes y con mayor información disponible.

Estado de México: El primer tornado reportado del año se produjo el día 7 de febrero en el poblado de Jiquipilco, Mex. (Fig. 50b). Fue un tornado no supercelda que de acuerdo con los medios de comunicación comenzó a las 17:20 horas (hora del centro de México) sobre la comunidad de Buenos Aires donde empezó a levantar el polvo y fue percibido por los pobladores, su desplazamiento posteriormente lo llevaría al poblado de Rancho Alegre ubicado aproximadamente a 2 km de Buenos Aires. A medida que avanzaba el tornado comenzó a intensificarse y a ganar tamaño. A las 17:30 horas el fenómeno llegó a Rancho Alegre y comenzó a levantar los techos de las viviendas que estaban construidos con madera y lámina de asbesto. Después del paso del tornado un total de 56 casas y dos escuelas fueron dañadas, también provocó la caída de 12 árboles y tres postes de electricidad.

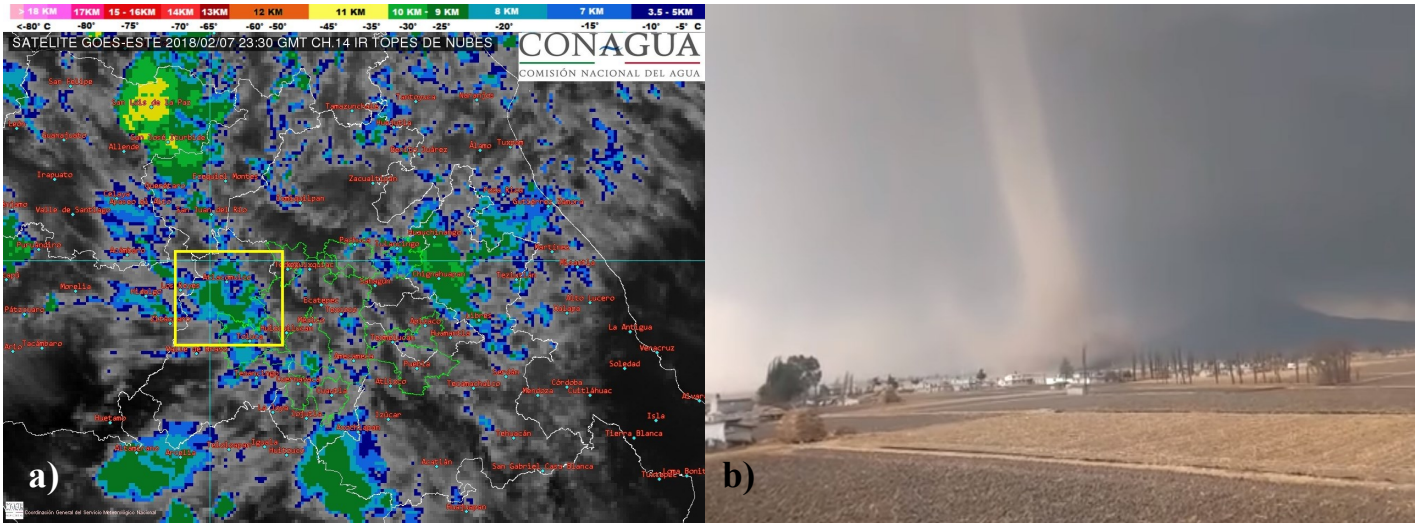


Fig. 50. A) Imagen satelital infrarroja tope de nubes del día 7 de febrero de 2018a las 17:30 horas (hora del centro de México). B) Imagen captura del video del usuario Quadratin Edomex en YouTube, el cual fue publicado el 7 de febrero de 2018.

También se reportaron otros tornados landspout dentro del Estado de México, uno en San Martin de Las Piramides que se desarrolló aproximadamente poco después de las 19:00 horas (hora del centro de México) el 14 de agosto y provocó la caída de más de 25 árboles, daño viviendas y derrumbó bardas en la calle Cuauhtémoc y las avenidas Morelos, 16 de septiembre y Francisco I. Madero. El 19 de mayo se reportó la formación de otro tornado alrededor de las 16:30 horas y pudo ser visto desde los poblados de Felipe Tlalmimilolpan (municipio de Toluca) y Ocotitlán (municipio de Metepec). Finalmente otro tornado se registró el día 23 de abril en las inmediaciones de San Mateo Atenco y no se reportaron daños.

Quintana Roo: Una vaguada sobre la Península de Yucatán y una zona de inestabilidad (sobre el noreste del Golfo de México) posiblemente favorecieron que el 14 de mayo de 2018 se desarrollara una tromba marina que pudo observarse desde el norte de Playa del Carmen y la Isla de Cozumel. De acuerdo con las imágenes de Satélite a las 6:00 pm la altura máxima de la nube que pudo ser la causante de la formación alcanzó los 11 km de altura.

Jalisco: Una tormenta local severa comenzó a desarrollarse de manera vespertina el día 27 de junio sobre la ciudad de Guadalajara desde las 20:00 horas (hora del centro de México), favorecida por un canal de baja presión que se localizó desde el norte de Chihuahua hasta la mesa central norte (Monzón de Norteamérica) y a la inestabilidad provocada por la depresión tropical *6-E* se produjo un tornado que azotó la colonia Talpita. De acuerdo con datos de reanálisis del NCEP/NCAR a las 19:00 h de ese día el valor del Lifted Index (LI) alcanzó los –5.0° (una atmosfera inestable) , mientras que el CAPE de acuerdo con el pronóstico del GFS fue de 774 J/kg a las 19 horas. Se estima que los vientos del tornado pudieron alcanzar los 100 km/h y entre los daños más sobre salientes fue que derribó aproximadamente hasta 200 árboles en la en dicha colonia. También se produjeron inundaciones en diferentes partes de la capital. De acuerdo con las observaciones de los diferentes videos también se cree que pudo ser una Shelf Cloud asociada con los vientos fuertes de la tormenta.

También se reportó la presencia de un tornado en forma de "rope" o de cuerda favorecido por el canal de baja presión asociado al monzón de Norteamérica el día 31 de julio sobre el poblado de Villa Corona, Jalisco (Fig. 51b). De acuerdo con los medios de comunicación el fenómeno comenzó como una tromba acuática sobre la laguna de Atotonilco aproximadamente a las 19:00 (hora local) y posteriormente comenzó a avanzar sobre tierra sobre el lugar conocido como El Monte. Entre los daños registraron se reportaron árboles caídos, anuncios y desprendimientos de tejas de barro en varias fincas de la región.

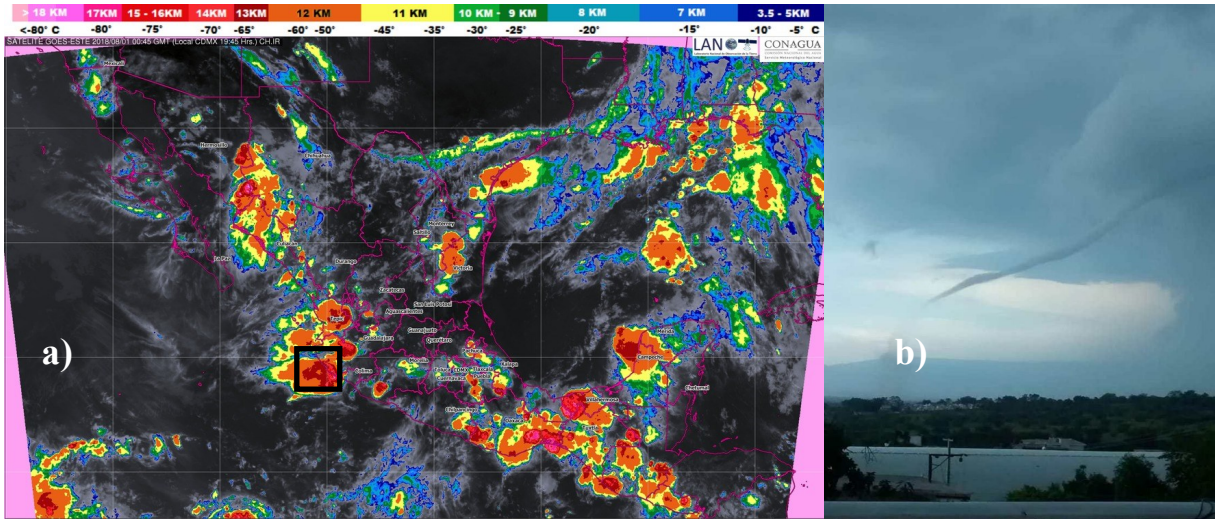


Fig. 51. A) Imagen satelital infrarroja tope de nubes del día 31 de julio de 2018 a las 21:30 horas (hora del centro de México). B) Imagen del tornado sobre Villa Corona, Jal. El 31 de julio de 2018, tomada del twitter de Tornados México @TornadosMexico.

Veracruz: El paso de la onda tropical número 12 de la temporada favoreció el desarrollo de una tromba marina sobre el río Coatzacoalcos (Fig. 52b) aproximadamente poco después de las 18:00 horas (hora del centro de México) el 7 de agosto. El fenómeno posteriormente avanzó sobre tierra firme entre los poblados de Coatzacoalcos y Villa Allende, generando vientos de hasta 43 km/h y rachas de 66 de acuerdo con los datos de la estación de Coatzacoalcos reportados a las 18:10 (hora del centro de México). De acuerdo con los medios de comunicación en Coatzacoalcos el evento provocó la caída de árboles, desprendimiento de techos y registros de cortes en la energía eléctrica. De acuerdo con el pronóstico del modelo GFS el CAPE a las 19:00 horas fue de 693 J/Kg y el Lifted Index del NCEP/NCAR el valor sobre la región fue de hasta –4.0°.

Guerrero: El paso de una zona de inestabilidad que posteriormente daría origen al huracán mayor John, favoreció el desarrollo una tromba marina la tarde del día 4 de agosto que pudo ser vista desde la costa de Pichilingue, Acapulco. De acuerdo con los datos de reanálisis NCEP/NCAR el LI alcanzó hasta –5.0°, mientras que el CAPE pronosticado por el modelo GFS fue de 788 J/Kg esa tarde.

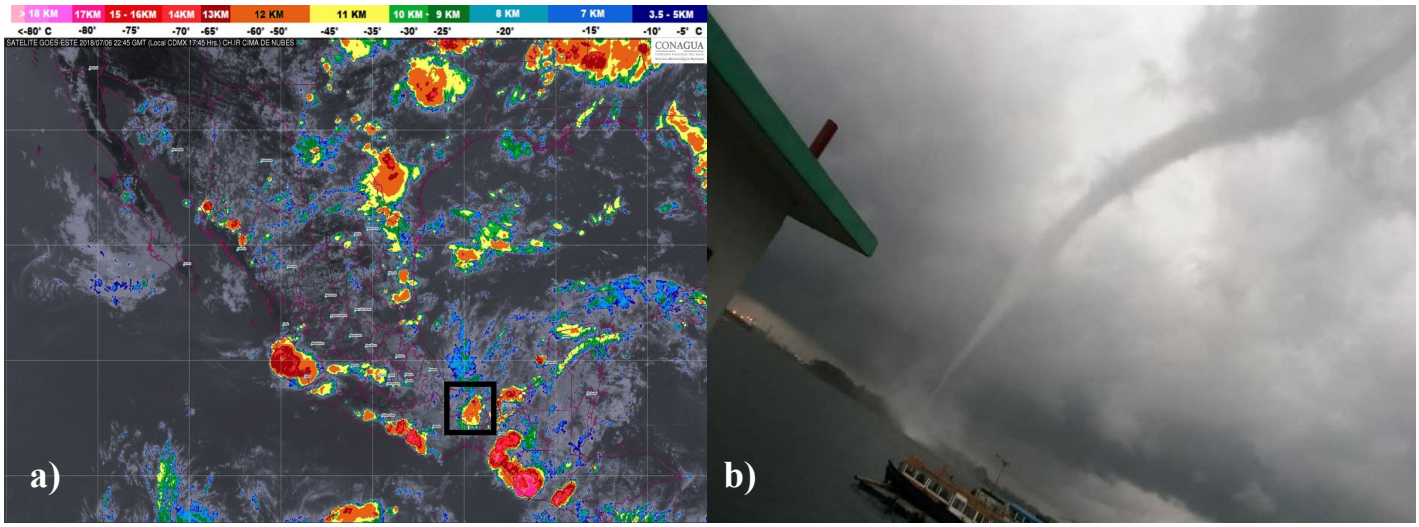


Fig. 52. A) Imagen satelital infrarroja tope de nubes del día 06 de julio de 2018 a las 17:45 horas (hora del centro de México). B) Imagen del tornado en su etapa de tromba marina sobre el río Coatzacoalcos el 7 de julio de 2018.

Sonora: La continuidad del monzón de México o de Norteamérica se asoció la tarde del día 17 con la evolución de un tornado en Cananea, Son. De acuerdo con los medios de comunicación el tornado comenzó a desarrollarse poco después de la 15:00 horas (hora local) cerca del área de represas de aguas residuales de mina Buenavista del Cobre. De acuerdo con los datos de reanálisis del NCEP/NCAR el valor del LI alcanzó los –3.0 °C a las 16:00 horas (hora del centro) y el pronóstico del modelo GFS indicó a esa misma hora 656 J/Kg en la zona. No se reportaron daños materiales.

Fig. 53. Imagen del tornado desarrollado la tarde del día 17 de agosto de 2018 en Cananea, Son., tomada de la red social de @SoyCobre.

Nayarit: Un canal de baja presión asociado al monzón de Norteamérica favoreció el desarrollo de tormentas sobre Nayarit que produjeron un tornado no supercelda (Fig. 54b) sobre el poblado de Pantanal, Xalisco aproximadamente después de las 15:00 horas (hora local). El pronóstico del CAPE del modelos GFS indicaba hasta 2297 J/Kg sobre la zona, mientras que el LI alcanzó los –3.0 ° de acuerdo con los datos de reanálisis NCEP/NCAR. Por parte de los medios de comunicación se reportaron graves daños en el poblado de Pantanal como árboles caídos, láminas desprendidas, bardas caídas, casas dañadas, así como cortes en el suministro de energía eléctrica.

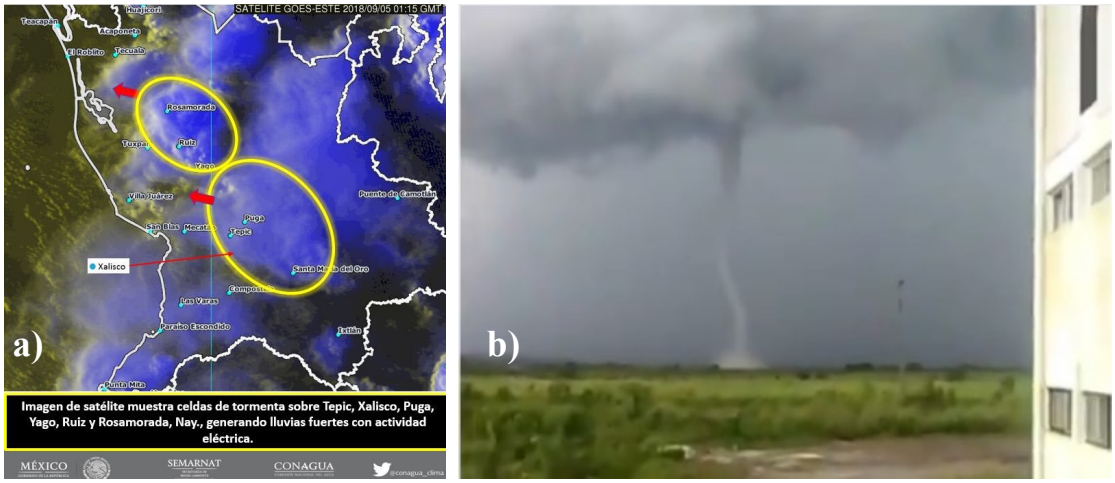


Fig. 54. A) Imagen satelital RGB del día 04 de septiembre de 2018 a las 20:15 horas (hora del centro de México). B) Imagen captura del video del usuario CMPtiempo en Twitter, el cual fue publicado el 4 de septiembre de 2018 del tornado visto desde el aeropuerto de Tepic.

Sinaloa: Posiblemente el tornado más claro en México durante la temporada de 2018, ocurrió aproximadamente a las 18:00 horas sobre la sindicatura de San Pedro, Navolato el cual tuvo una duración de 5 minutos y se reportó que tuvo un desplazamiento de hasta casi un kilómetro. Este fenómeno se asoció con la inestabilidad favorecida por las bandas externas del huracán *Rosa* y a la continuidad del monzón de México sobre la región. El CAPE pronosticado por el modelos GFS previó 3293 J/Kg a las 19:00 horas (hora del centro de México) y los datos de reanálisis mantuvieron valores de hasta –4.0 ° de LI a esa misma hora. De acuerdo con los medios de comunicación no se reportaron daños graves debido al paso del evento en la región.

Oaxaca: Finalmente el ultimo torbellino del que se tuvo reporte confirmado fue el de una tromba marina frente a las costas de Oaxaca, la cual pudo ser vista desde las playas de Mazunte, Ventanilla, San Agustinillo y Zipolite la tarde del día 5 de octubre. La Fig. 55a muestra la nubosidad sobre Oaxaca asociada con la ITCZ y una zona de inestabilidad al sur de Guatemala. El Lifted Index sobre la zona presentó hasta –3.0° (datos de reanálisis NCEP/NCAR) a las 19:00 horas (hora del centro de México), mientras que el CAPE pronosticado a esa misma hora fue de 1821 J/Kg. No se reportaron daños.

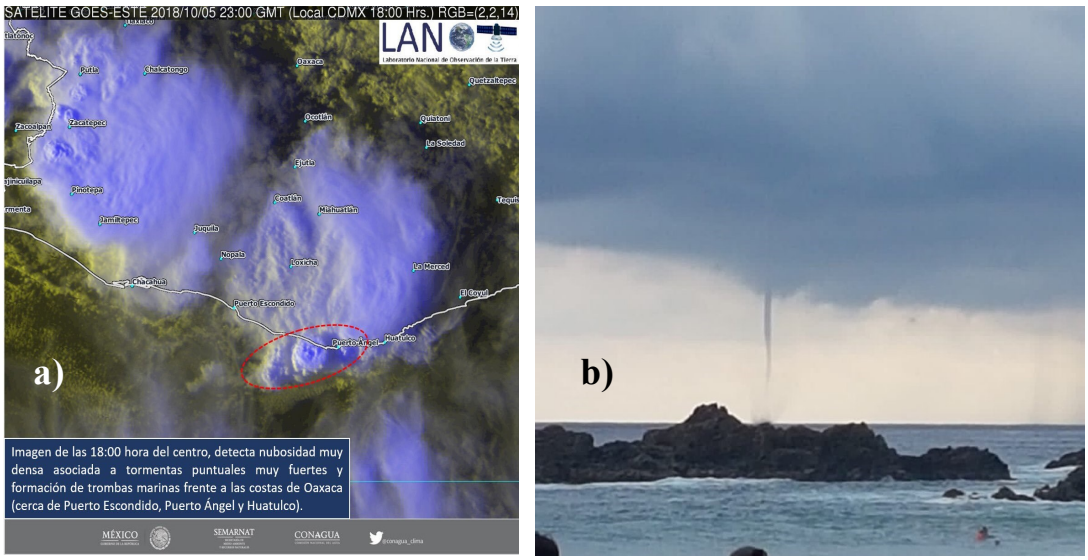


Fig. 55. A) Imagen satelital RGB del día 05 de octubre de 2018 a las 18:00 horas (hora del centro de México). B) Imagen de la tromba marina la tarde del día 5 de octubre de 2018. Tomada del twitter del usuario Solo en Oaxaca. @solonoaxaca.

4.2 Registros de precipitación que superaron su máximo histórico

Durante 2019 se identificaron 247 registros de precipitación que superaron a su máximo histórico, en la Tabla 7, se muestran los registros que superaron a su máximo registro histórico con una diferencia de al menos el 200%. A excepción de julio y agosto, en el resto de los meses del año se presentó al menos una lluvia que cumple con lo anterior.

Estación/Estado	Municipio	Nuevo Récord	Fecha Nuevo Récord	Máximo Histórico	Fecha Histórico	Estación Histórico	Dif (mm)	Dif (%)
San José del Carmen, Ver.	Las Choapas	**64.5**	03/01/2018	30.8	19/01/1984	San José del Carmen	33.7	209
Padilla,Tamps.	Padilla	**127.8**	27/01/2018	54.3	30/01/1984	Padilla	73.5	235
La Pamona, N.L.	Linares	**63.0**	27/01/2018	31.0	30/01/1984	La Pamona	32	203
Patla, Pue.	Huehuetla	**112.0**	07/02/2018	42.0	03/02/1974	Patla (CFE)	70	267
Sontecomapan,Ver.	Catemaco	**224.0**	07/02/2018	106.9	03/02/2007	Sontecomapan	117.1	210
Otilpan, Ver.	Tlalnelhuayocan	**51.0**	20/02/2018	24.0	15/02/2013	Mesa de Gómez	27	213
Emiliano Zapata, Chis. **	Tecpatán	**220.3**	30/03/2018	89.9	17/03/2009	Yamonho	130.4	245
Buenos Aires, Pue. **	Cuetzalan del Progreso	**135.5**	10/04/2018	45.3	06/04/1988	Tlatlauquitepec (CFE)	90.2	299
Tres Zapotes, Ver.	Santiago Tuxtla	**149.0**	19/04/2018	65.0	18/04/1974	Tres Zapotes	84.0	229
Cemex, Pue.	Tecali de Herrera	**77.0**	22/04/2018	29.5	19/04/2016	Cemex	47.5	261
Alpuyeca, Mor.	Xochitepec	**60.0**	23/04/2018	20.0	28/04/2008	Alpuyeca	40.0	300
Tuxpan, Ver.	Tuxpan	**139.9**	05/05/2018	50.8	12/05/2012	Tuxpan (CFE)	89.1	275
San José del Cabo, B.C.S.	**Los Cabos**	**102.0**	**14/06/2018**	**20.5**	**30/06/2000**	**San José del Cabo**	**81.5**	**498**
San Bartolo, B.C.S.	La Paz	**120.2**	14/06/2018	43.0	26/06/1956	San Bartolo	77.2	280
Sierra La Laguna, B.C.S. SMN*	La Paz	**92.4**	14/06/2018	40.0	07/06/2015	Santa Gertrudis	52.4	231
Sitio Experimental Tizimín, Yuc. ***	Tizimín	**132.2**	15/06/2018	43.0	22/06/1984	C. E. P. Tizimin	89.2	307
Ahome, Sin.	Ahome	**359.5**	19/09/2018	161.0	02/09/1998	Ahome	198.5	223
Observatorio de Culiacán, Sin.	Culiacán	**214.2**	20/09/2018	94.9	16/09/2006	Culiacan (OBS)	119.3	226
Percebu, B.C.	Mexicali	**166.0**	01/10/2018	41.0	22/10/2000	Percebu	125.0	405
San José de Pimas, Son.	La Colorada	**83.0**	12/10/2018	40.0	07/10/1985	San José de Pimas	43.0	208
San Luis de la Paz, Gto.	San Luis de la Paz	**97.0**	15/10/2018	46.8	07/10/1981	Pozos	50.2	207
Pajapan, Ver.	Pajapan	**367.5**	17/10/2018	162.3	09/10/2007	Minzapan	205.2	226
San Andrés Milpillas		**360.0**	24/10/2018	104.6	08/10/2005	Tachichilpa	255.4	344
Cascajal, Chis.	V. Carranza	**83.8**	03/11/2018	38.5	02/11/1982	Cascajal	45.3	218
José María Morelos y Pavón, Mich.	Lázaro Cárdenas	**87.0**	28/11/2018	37.5	28/11/1984	La Villita	49.5	232
San Gabriel, Dgo.	Ocampo	**58.0**	07/12/2018	22.5	24/12/1994	San Gabriel	35.5	258
Villa Ocampo, Dgo.	Ocampo	**58.0**	07/12/2018	22.5	24/12/1994	San Gabriel	35.5	258
Villa Ocampo, Dgo. *	Ocampo	**56.4**	07/12/2018	22.5	24/12/1994	San Gabriel	33.9	251

*Tabla 7. Registros de precipitación que superaron su máximo histórico durante 2018. Fuente: Nuevos récord con información disponible en diciembre de 2018 en el Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente. Datos históricos con información de la Base de datos climatológica del Servicio Meteorológico Nacional. *Automática CONAGUA, **Automática CFE, ***Automática INIFAP, **** Automática SEMAR.*

La lluvia con la diferencia porcentual más significativa fueron 102.0 mm registrado el 14 de junio en la estación San José del Cabo, municipio de Los Cabos, Baja California Sur; superó 20.5 mm registrados un 30 de junio de 2000 a consecuencia de la tormenta tropical *Bud*.

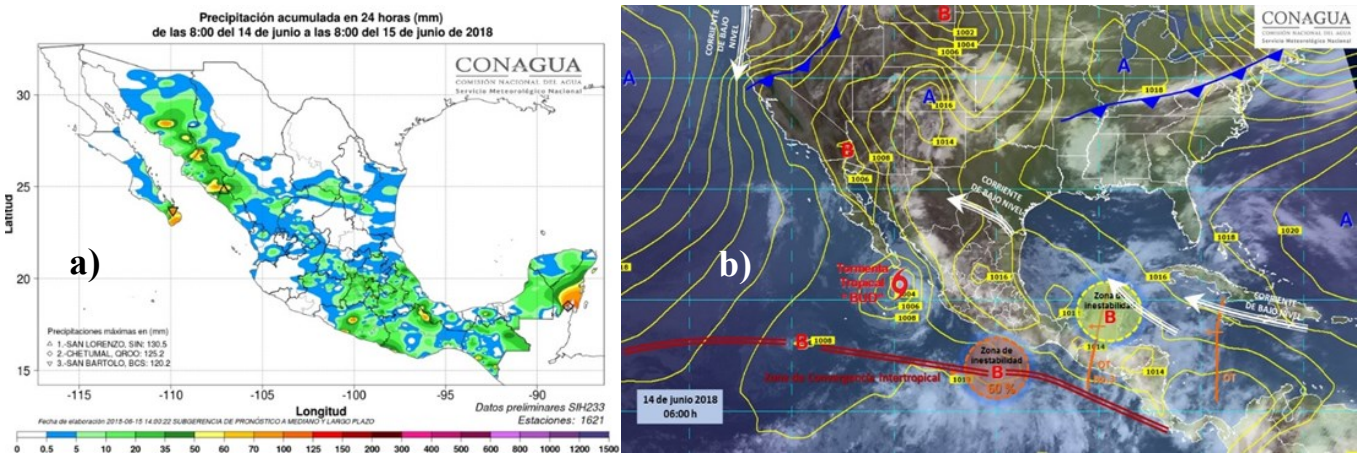


Fig. 55. a) Mapa de la distribución de la precipitación del 14 de junio de 2018. b) Imagen Interpretada con los principales sistemas meteorológicos del 14 de junio de 2018. Imagen interpretada proporcionada por el Centro Nacional de Previsión del Tiempo (CNPT) del SMN. Mapa de lluvias elaborado con datos del Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-CONAGUA.

5. Anexos

ENTIDAD FEDERATIVA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AGUASCALIENTES	35.5	28.6	0.0	10.6	44.7	226.2	77.7	97.3	123.1	83.3	40.5	1.2	768.7
BAJA CALIFORNIA	14.4	12.8	4.8	0.3	0.4	0.6	3.9	5.5	7.5	40.7	9.9	24.7	125.3
BAJA CALIFORNIA SUR	0.6	9.1	0.0	0.0	0.0	15.3	6.9	19.6	76.6	21.5	0.5	13.0	163.2
CAMPECHE	105.7	19.2	15.5	120.0	45.8	160.5	164.1	241.5	202.1	160.9	127.2	27.4	1389.8
COAHUILA	0.7	7.0	2.4	7.2	11.7	30.8	29.0	41.0	172.8	67.4	7.7	19.3	396.8
COLIMA	5.2	2.6	0.0	0.0	19.0	317.3	140.5	298.9	337.0	292.3	198.3	0.6	1611.7
CHIAPAS	99.6	20.0	30.1	101.7	165.2	237.8	117.8	257.0	301.0	224.9	118.4	31.7	1705.3
CHIHUAHUA	0.1	19.2	1.8	0.9	4.4	45.9	97.1	122.4	110.4	52.0	3.3	33.1	490.8
CIUDAD DE MÉXICO	7.9	7.7	12.2	44.5	59.1	127.4	85.9	198.2	120.7	86.8	31.1	4.8	786.2
DURANGO	2.4	12.2	0.1	1.7	8.3	72.1	63.9	89.8	168.8	70.8	8.8	21.7	520.5
GUANAJUATO	3.5	13.8	0.8	12.6	52.1	268.6	70.3	146.3	165.2	65.5	50.4	1.2	850.3
GUERRERO	1.7	2.0	1.4	13.3	60.8	280.3	93.7	256.6	197.1	188.7	58.9	4.5	1159.0
HIDALGO	27.1	15.2	14.8	48.6	29.5	111.5	40.9	79.6	72.4	93.3	35.2	6.6	574.6
JALISCO	14.8	16.2	0.1	2.2	57.7	201.4	147.8	206.9	201.6	149.8	75.9	1.7	1075.9
ESTADO DE MÉXICO	11.5	17.5	6.8	41.7	89.5	241.2	112.6	223.9	172.2	112.6	64.5	4.8	1098.7
MICHOACÁN	15.4	16.2	0.4	6.6	80.1	246.8	118.8	215.0	161.9	147.4	100.9	4.8	1114.1
MORELOS	1.6	2.6	4.0	58.3	166.6	565.0	104.9	459.3	312.8	213.6	74.4	0.6	1963.7
NAYARIT	3.5	4.1	0.0	0.2	7.2	171.8	219.4	367.8	379.4	168.6	30.5	3.9	1356.4
NUEVO LEÓN	16.5	18.0	3.6	53.8	47.9	82.0	37.8	21.3	226.9	46.6	14.2	16.6	585.2
OAXACA	25.0	13.6	20.5	49.3	73.2	231.7	86.2	208.4	178.6	257.9	44.1	28.6	1217.1
PUEBLA	32.4	14.3	29.7	84.6	72.1	260.1	76.9	238.8	173.1	167.3	84.8	13.6	1247.7
QUERÉTARO	9.2	10.0	2.8	24.1	39.5	161.8	31.4	71.7	110.2	58.6	31.1	3.8	554.1
QUINTANA ROO	89.8	19.1	50.0	78.0	160.6	230.2	90.7	129.5	146.8	162.3	82.2	67.0	1306.1
SAN LUIS POTOSÍ	19.5	20.8	7.3	41.6	47.4	131.6	25.1	67.0	164.1	74.6	30.9	5.5	635.4
SINALOA	0.4	14.7	0.1	0.1	0.6	98.3	148.5	291.1	320.4	70.5	5.6	51.1	1001.3
SONORA	1.6	34.3	0.9	0.1	0.3	43.1	120.1	147.8	109.0	81.8	1.0	25.9	565.9
TABASCO	323.9	58.3	49.3	109.5	59.5	129.9	109.5	195.7	218.1	253.7	358.8	99.4	1965.5
TAMAULIPAS	27.3	12.4	12.2	79.0	62.6	124.7	26.2	29.4	203.5	75.3	18.4	6.9	678.0
TLAXCALA	5.6	10.3	5.7	65.8	45.7	149.4	52.1	124.6	88.4	64.2	46.9	3.3	662.0
VERACRUZ	112.7	37.2	57.4	90.1	35.1	154.0	120.6	218.0	197.6	332.5	93.8	67.1	1516.1
YUCATÁN	55.2	5.8	15.1	57.1	118.8	170.0	97.3	159.2	137.3	87.0	67.4	28.5	998.7
ZACATECAS	24.3	22.8	0.2	6.9	27.4	126.4	55.6	82.6	179.4	60.1	23.8	5.0	614.5
NACIONAL	25.7	17.6	9.1	28.3	39.0	121.5	83.8	139.1	166.0	110.7	39.6	23.4	803.7

Anexo 1. Láminas estimadas de precipitación nacional y por entidad federativas en 2017, valores en milímetros (mm). Con información disponible en diciembre de 2076 en el Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

ENTIDAD FEDERATIVA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AGUASCALIENTES	22.6	25.1	29.5	30.2	30.9	28.2	27.9	27.4	25.9	25.1	23.1	21.7	26.5
BAJA CALIFORNIA	23.4	22.9	23.7	28.5	27.9	32.1	35.6	36.2	34.7	28.2	24.3	20.0	28.1
BAJA CALIFORNIA SUR	26.9	26.2	28.2	30.5	32.2	33.1	35.7	35.2	34.6	31.3	28.5	25.3	30.6
CAMPECHE	27.9	32.4	34.7	35.7	35.1	34.4	34.9	34.1	33.8	32.5	31.4	29.9	33.1
COAHUILA	19.4	24.8	28.3	29.9	34.9	36.1	35.4	35.3	29.6	26.9	22.4	20.8	28.7
COLIMA	32.0	33.1	33.5	33.5	35.1	33.7	35.4	34.2	34.1	33.4	32.8	32.7	33.6
CHIAPAS	28.2	32.0	33.4	33.1	33.2	31.2	32.2	31.3	31.2	30.5	30.4	28.9	31.3
CHIHUAHUA	20.7	23.0	26.6	30.3	34.7	35.2	32.8	31.8	29.6	26.0	22.6	19.2	27.7
CIUDAD DE MÉXICO	20.7	23.9	26.6	26.2	27.3	25.2	25.2	23.8	24.4	23.4	22.5	22.3	24.3
DURANGO	22.3	24.9	29.2	30.9	33.3	32.8	31.5	31.2	27.7	26.3	23.7	21.6	28.0
GUANAJUATO	23.2	26.1	30.4	30.8	31.7	28.2	27.9	27.2	26.7	26.3	24.5	23.5	27.2
GUERRERO	30.6	32.3	33.6	34.1	34.1	32.0	33.3	31.1	31.4	31.0	30.9	30.9	32.1
HIDALGO	21.8	25.0	27.6	27.8	28.7	27.1	28.0	27.1	27.2	26.0	24.1	23.4	26.2
JALISCO	26.0	28.2	31.7	32.4	33.6	30.6	30.5	29.4	28.8	28.1	26.5	25.5	29.3
ESTADO DE MÉXICO	19.9	22.8	25.2	24.9	25.4	23.6	23.7	22.3	22.7	21.9	21.0	22.0	23.0
MICHOACÁN	26.0	28.2	31.8	32.6	32.9	29.4	29.4	28.8	28.6	28.3	26.9	26.2	29.1
MORELOS	27.2	30.9	33.6	33.6	31.3	29.3	30.5	28.0	27.9	28.0	27.5	27.2	29.6
NAYARIT	29.7	32.8	34.6	35.1	36.7	35.1	34.8	34.1	33.6	33.0	32.2	29.9	33.5
NUEVO LEÓN	19.9	25.6	29.4	29.3	33.0	34.6	35.9	36.3	31.3	27.5	23.0	22.4	29.0
OAXACA	26.6	30.3	32.2	32.0	33.3	30.2	31.0	30.8	30.9	30.2	29.4	27.8	30.4
PUEBLA	21.1	25.2	27.5	27.2	27.8	26.8	27.1	25.7	26.3	25.2	24.0	23.2	25.6
QUERÉTARO	21.7	26.3	29.7	30.7	31.7	28.5	29.2	28.4	27.8	25.9	24.7	22.8	27.3
QUINTANA ROO	28.2	31.5	32.4	33.8	33.7	33.3	34.5	34.4	33.8	33.0	31.9	30.0	32.5
SAN LUIS POTOSÍ	22.3	28.4	31.3	31.3	33.7	33.7	34.3	33.5	32.2	29.2	26.2	25.2	30.1
SINALOA	31.0	30.7	33.1	35.1	37.5	37.0	37.4	35.7	34.6	33.9	31.9	28.7	33.9
SONORA	26.3	24.6	28.9	33.2	35.9	38.6	38.1	35.9	35.9	30.3	26.8	22.7	31.4
TABASCO	26.6	30.9	33.0	33.7	34.7	34.3	35.2	33.8	33.6	32.5	30.6	29.0	32.3
TAMAULIPAS	21.9	27.9	30.2	30.5	33.5	35.0	36.4	36.3	33.8	29.7	25.2	24.6	30.4
TLAXCALA	20.8	24.0	26.2	25.1	26.3	23.2	24.9	23.5	24.2	23.0	22.2	21.5	23.7
VERACRUZ	22.1	27.2	28.8	28.8	30.8	30.9	30.9	29.8	30.3	28.1	26.0	25.0	28.2
YUCATÁN	27.3	32.3	33.6	35.1	34.6	33.9	35.1	34.4	33.8	32.8	31.1	29.7	32.8
ZACATECAS	21.9	24.2	29.0	29.7	31.1	27.7	27.7	26.8	25.2	24.6	23.0	20.9	26.0
NACIONAL	24.1	26.8	29.8	31.4	33.5	33.3	33.3	32.5	31.1	28.7	26.1	24.1	29.6

Anexo 2. Temperatura máxima promedio a nivel nacional y por entidad federativa en 2017, valores en grados Celsius (°C). Con información disponible en diciembre de 2017 en el Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

ENTIDAD FEDERATIVA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AGUASCALIENTES	13.0	16.7	18.8	19.9	21.9	21.3	20.5	20.4	19.9	18.5	14.7	12.7	18.2
BAJA CALIFORNIA	16.3	15.5	16.6	20.4	20.5	24.3	28.6	29.6	27.2	21.6	17.1	13.8	21.0
BAJA CALIFORNIA SUR	19.7	19.9	20.7	22.9	24.8	26.9	29.9	29.9	29.3	25.7	22.1	19.2	24.3
CAMPECHE	22.3	26.1	27.5	28.5	28.9	28.8	29.0	28.4	28.4	27.4	26.0	24.4	27.1
COAHUILA	11.7	18.0	20.5	22.2	27.4	29.4	28.7	28.7	24.7	21.5	15.5	13.6	21.8
COLIMA	25.2	26.2	25.8	25.8	28.7	28.4	29.5	28.4	28.4	27.8	26.5	25.6	27.2
CHIAPAS	21.8	24.7	26.1	26.5	26.9	25.8	26.0	25.7	25.8	25.3	24.7	22.4	25.1
CHIHUAHUA	11.0	14.8	17.0	20.4	24.7	26.7	25.6	24.7	22.6	18.7	13.3	10.8	19.2
CIUDAD DE MÉXICO	13.4	17.0	19.2	19.3	20.3	19.6	19.0	18.2	18.7	18.0	16.0	14.9	17.8
DURANGO	12.1	15.9	18.8	20.4	23.4	24.5	23.6	23.3	21.0	18.7	14.0	11.8	19.0
GUANAJUATO	13.9	17.4	20.3	21.3	22.8	21.4	20.7	20.4	20.2	19.7	16.4	14.5	19.1
GUERRERO	22.9	24.4	25.7	26.5	27.1	26.0	26.5	25.2	25.4	25.0	24.2	23.4	25.2
HIDALGO	13.4	16.7	18.5	19.5	20.4	20.7	21.0	20.7	20.9	19.8	17.1	15.3	18.7
JALISCO	16.8	19.5	21.1	22.4	24.8	23.8	23.3	22.8	22.6	21.6	18.6	16.6	21.2
ESTADO DE MÉXICO	10.5	13.8	15.5	16.0	16.9	16.7	16.2	15.8	16.2	15.5	13.5	12.9	15.0
MICHOACÁN	16.5	19.2	21.8	22.9	24.1	22.7	22.2	21.9	21.9	21.3	18.6	17.0	20.8
MORELOS	18.4	22.1	24.6	25.0	24.0	23.2	23.1	21.9	21.8	21.8	20.6	19.1	22.1
NAYARIT	21.7	24.7	24.6	25.4	28.6	29.3	29.0	28.4	28.2	27.5	24.9	22.0	26.2
NUEVO LEÓN	12.3	18.6	21.5	21.9	26.1	27.8	28.1	28.6	25.9	22.1	16.3	14.8	22.0
OAXACA	20.2	23.1	24.9	24.9	26.6	24.1	24.5	24.7	24.8	24.6	23.2	21.3	23.9
PUEBLA	13.1	17.0	19.1	19.3	20.1	20.4	19.5	19.0	19.6	18.7	16.8	15.3	18.2
QUERÉTARO	13.5	18.5	21.0	22.3	23.7	22.0	22.0	22.0	21.6	20.3	17.6	15.7	20.0
QUINTANA ROO	23.1	26.4	26.7	28.0	28.5	29.2	29.9	29.6	29.0	28.2	26.9	25.0	27.5
SAN LUIS POTOSÍ	15.5	21.9	23.7	24.1	26.8	27.4	27.4	27.0	26.5	23.9	19.9	18.1	23.5
SINALOA	20.9	22.4	23.0	25.1	28.2	30.4	30.9	29.7	29.0	27.8	23.6	20.4	26.0
SONORA	16.7	16.4	19.2	22.7	25.4	30.0	30.8	29.4	29.0	23.3	17.8	14.6	22.9
TABASCO	22.1	25.8	27.5	28.3	29.3	29.0	29.4	28.5	28.6	27.9	26.2	24.3	27.2
TAMAULIPAS	15.1	22.0	23.9	24.5	28.0	29.3	30.0	30.1	28.6	24.9	19.4	17.9	24.5
TLAXCALA	11.1	14.4	16.4	16.4	17.6	17.0	16.6	16.6	17.1	16.5	14.4	12.7	15.6
VERACRUZ	16.9	21.3	22.8	23.0	25.1	25.7	25.3	24.5	25.0	23.4	21.1	19.3	22.8
YUCATÁN	21.7	25.5	26.3	27.7	28.1	28.2	28.8	28.3	28.2	27.3	25.4	23.7	26.6
ZACATECAS	12.5	15.8	18.1	19.3	21.9	21.0	20.5	19.9	19.3	17.8	14.3	12.0	17.7
NACIONAL	16.0	19.3	21.2	22.9	25.4	26.4	26.5	26.1	25.0	22.5	18.7	16.5	22.2

Anexo 3. Temperatura media nacional y por entidad federativa en 2017, valores en grados Celsius (°C). Con información disponible en diciembre de 2017 en el Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

ENTIDAD FEDERATIVA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AGUASCALIENTES	3.3	8.4	8.0	9.6	12.9	14.3	13.1	13.5	13.9	12.0	6.2	3.8	9.9
BAJA CALIFORNIA	9.2	8.1	9.6	12.4	13.1	16.4	21.6	22.9	19.8	15.0	10.0	7.5	13.8
BAJA CALIFORNIA SUR	12.4	13.5	13.1	15.3	17.4	20.7	24.0	24.7	24.0	20.0	15.7	13.0	17.8
CAMPECHE	16.7	19.9	20.4	21.3	22.6	23.2	23.0	22.6	23.0	22.4	20.7	18.9	21.2
COAHUILA	4.0	11.3	12.8	14.5	19.8	22.7	22.1	22.0	19.8	16.0	8.6	6.4	15.0
COLIMA	18.3	19.3	18.1	18.1	22.3	23.1	23.5	22.6	22.6	22.3	20.2	18.5	20.7
CHIAPAS	15.4	17.5	18.8	19.8	20.6	20.4	19.9	20.1	20.3	20.1	19.0	16.0	19.0
CHIHUAHUA	1.3	6.5	7.3	10.5	14.7	18.1	18.4	17.6	15.6	11.5	4.0	2.4	10.7
CIUDAD DE MÉXICO	6.1	10.1	11.8	12.4	13.3	14.0	12.8	12.5	13.1	12.7	9.6	7.5	11.3
DURANGO	1.9	6.8	8.4	9.8	13.6	16.2	15.6	15.4	14.2	11.1	4.3	2.1	10.0
GUANAJUATO	4.6	8.7	10.1	11.7	14.0	14.5	13.5	13.5	13.7	13.1	8.3	5.5	10.9
GUERRERO	15.3	16.5	17.8	18.9	20.0	20.0	19.7	19.2	19.3	19.1	17.5	15.8	18.3
HIDALGO	5.1	8.4	9.3	11.2	12.2	14.3	14.0	14.3	14.6	13.7	10.0	7.2	11.2
JALISCO	7.6	10.7	10.4	12.3	16.0	17.1	16.2	16.1	16.4	15.1	10.6	7.7	13.0
ESTADO DE MÉXICO	1.1	4.7	5.9	7.1	8.5	9.8	8.8	9.4	9.8	9.1	5.9	3.9	7.0
MICHOACÁN	7.0	10.2	11.8	13.2	15.3	16.0	15.0	15.1	15.1	14.4	10.4	7.8	12.6
MORELOS	9.7	13.2	15.7	16.4	16.7	17.0	15.7	15.8	15.7	15.6	13.7	10.9	14.7
NAYARIT	13.7	16.5	14.5	15.7	20.4	23.5	23.1	22.6	22.8	21.9	17.5	14.0	18.9
NUEVO LEÓN	4.7	11.7	13.6	14.5	19.2	20.9	20.3	20.9	20.5	16.7	9.6	7.2	15.0
OAXACA	13.9	16.0	17.6	17.8	19.8	18.0	18.0	18.5	18.7	19.0	17.0	14.9	17.4
PUEBLA	5.1	8.9	10.6	11.4	12.4	14.0	11.9	12.4	12.9	12.1	9.6	7.5	10.7
QUERÉTARO	5.3	10.8	12.2	13.9	15.7	15.5	14.9	15.5	15.5	14.7	10.4	8.6	12.8
QUINTANA ROO	17.9	21.2	21.1	22.3	23.3	25.2	25.2	24.9	24.3	23.5	21.8	19.9	22.6
SAN LUIS POTOSÍ	8.6	15.5	16.1	16.9	19.9	21.1	20.6	20.6	20.7	18.7	13.6	11.0	16.9
SINALOA	10.9	14.1	13.0	15.0	18.9	23.7	24.4	23.7	23.5	21.7	15.4	12.1	18.0
SONORA	7.0	8.2	9.5	12.3	14.9	21.4	23.5	22.9	22.1	16.4	8.7	6.4	14.4
TABASCO	17.6	20.8	21.9	22.8	23.9	23.7	23.6	23.1	23.6	23.3	21.7	19.6	22.1
TAMAULIPAS	8.4	16.1	17.6	18.4	22.5	23.7	23.7	23.9	23.3	20.0	13.7	11.2	18.5
TLAXCALA	1.3	4.7	6.5	7.8	8.8	10.8	8.3	9.6	9.9	9.9	6.5	3.8	7.3
VERACRUZ	11.6	15.4	16.8	17.2	19.3	20.4	19.6	19.2	19.7	18.6	16.1	13.5	17.3
YUCATÁN	16.1	18.7	18.9	20.4	21.6	22.5	22.5	22.2	22.5	21.9	19.8	17.7	20.4
ZACATECAS	3.0	7.3	7.2	8.9	12.7	14.3	13.3	12.9	13.4	11.0	5.5	3.1	9.4
NACIONAL	7.9	11.7	12.6	14.3	17.3	19.5	19.7	19.6	18.9	16.4	11.3	9.0	14.9

Anexo 4. Temperatura mínima promedio a nacional y por entidad federativa en 2017, valores en grados Celsius (°C). Con información disponible en diciembre de 2017 en el Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

6. Glosario

Anomalía: En climatología, se refiere a la desviación o sesgo de un valor medido (temperatura o precipitación) respecto a su valor promedio en el mismo lapso de tiempo.

Clima. Es el estado medio de los elementos meteorológicos de una localidad considerando un largo período de tiempo. El clima de una localidad está determinado por los factores climatológicos: latitud, longitud, altitud, orografía y continentalita.

Climatología. Ciencia dedicada al estudio de los climas en relación a sus características, variaciones, distribución, tipos y posibles causas determinantes.

El Niño. Fenómeno oceánico-atmosférico, es de intensidad variable y ocurre en el Pacífico. Durante su ocurrencia provoca cambios en la temperatura y en los sistemas de presión en la región tropical del Océano Pacífico afectando los climas del mundo entero.

Frente Frío. Se produce cuando una masa de aire frío avanza hacia latitudes menores y su borde delantero se introduce como una cuña entre el suelo y el aire caliente. Al paso de este sistema, se pueden observar nubes de desarrollo vertical (Sc, Cu, Cb Tabla de Nubes) las cuales podrían provocar chubascos o nevadas si la temperatura es muy baja. Durante su desplazamiento la masa de aire que viene desplazando el aire más cálido provoca descensos rápidos en las temperaturas de la región por donde pasa.

Helada. Fenómeno que se presenta cuando la temperatura desciende por debajo de los 0 °C. Si a las 18:00 horas se tiene un cielo despejado y una temperatura ambiente igual o menor a 3 °C, existe una alta probabilidad de que se presente una helada.

ITZC (Zona Intertropical de Convergencia). Región donde los vientos alisios del noreste (hemisferio norte) y sureste (hemisferio sur) confluyen para formar una banda de nubes o tormentas, a menudo continua, cerca del ecuador.

Monsoon Trough (Vaguada Monzónica). Porción de la ITZC que se extiende sobre la circulación monzónica, en un mapa de tiempo se dibuja como una línea que ubica la presión mínima al nivel del mar. Esta línea coincide con el máximo de vorticidad ciclónica, con el flujo monzónico de dirección suroeste prevaleciendo al sur del eje de la vaguada. La convergencia de los vientos del SW al sur de la vaguada monzónica y vientos del NE al norte de la vaguada monzónica crea un flujo que produce vorticidad ciclónica al sur del eje de la vaguada, lo cual es importante para la ciclogénesis tropical

Normales Climatológicas. Valores medios de los elementos meteorológicos (temperatura, humedad, precipitación, evaporación, etc.) calculados con los datos recabados durante un período largo y relativamente uniformes, generalmente de 30 años.

OLR (Radiación Saliente de Onda Larga): Radiación reflejada por la superficie terrestre, las nubes y los gases que se encuentran presentes en la atmósfera. En las regiones tropicales valores menores a 240Wm2 de OLR identifican áreas con nubes de gran desarrollo vertical y por lo tanto, zonas con precipitación.

Ondas de Kelvin: son oscilaciones que se generan en la interface entre dos masas de agua o aire de diferente densidad. Para que ocurran es necesario que exista una cortante vertical de velocidad, es decir, las masas deben moverse a velocidades diferentes. En la atmósfera las ondas de Kelvin ocurren en el ecuador y se propagan hacia la derecha en el Hemisferio Norte.

Precipitación. Partículas de agua líquida o sólida que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

Procesos de Convección. Movimiento ascendente del aire provocado principalmente por el efecto de calentamiento que ocasiona la radiación solar en la superficie terrestre. Este fenómeno origina la formación de nubes de tipo cúmulos, los cuáles se pueden convertir en cumulonimbos (nubes de tormenta) si la convección es muy fuerte.

Temperatura Máxima. Es la mayor temperatura registrada durante el día, se presenta entre las 14:00 y las 16:00horas.