

ENERO 2021

REPORTE DEL CLIMA EN MÉXICO



Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional
Gerencia de Meteorología y Climatología
Subgerencia de Climatología y Servicios Climáticos

AÑO 11, NÚMERO 1

Comisión Nacional del Agua 2021

Avenida Insurgentes Sur 2416, Col. Copilco El Bajo, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04340, Ciudad de México.

Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional

Avenida Observatorio 192, Col. Observatorio, Alcaldía Miguel Hidalgo. C.P. 11860, Ciudad de México.

Teléfono: 5526364600

www.conagua.gob.mx

<https://smn.conagua.gob.mx/es/>

EL REPORTE DEL CLIMA EN MÉXICO

Es una publicación editada por la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua.

Equipo directivo	Autores
Dr. Jorge Zavala Hidalgo Coordinador General Dr. Ricardo Prieto González Gerente de Meteorología y Climatología M. en C. Fabian Vázquez Romaña Gerente de Redes de Observación y Telemática M. en C. Juan Carlos Ramos Soto Subgerente de Climatología y Servicios Climáticos	Ing. Reynaldo Pascual Ramírez Geóg. Minerva López Quiroz Lic. Luis Alberto Chablé Pech Ing. Yenifeer Loranca Domínguez Lic. Juana Idalia Ledesma Ledesma Ing. Aurora Guadalupe Zavala Fajardo M. en C. Ana Elena Martínez Melgarejo

Edición:

Ing. Aurora Guadalupe Zavala Fajardo

Revisión:

Ing. Reynaldo Pascual Ramírez
Geóg. Minerva López Quiroz

Dudas e información: ventanillaunica.smn@conagua.gob.mx



Portada: Las calles de nubes o nubes de banda paralela son nubes orográficas de la familia de los cumulus, cuyo desarrollo está ligado con ondas de gravedad. Dichas ondas comúnmente se forman cuando las masas de aire se desplazan de forma paralela a un sistema montañoso de tal forma que se vuelve un obstáculo en el desplazamiento del aire, sin embargo, las ondas de gravedad también se pueden formar por procesos de calentamiento radiativo y de cizallamiento del aire en la atmósfera. En la imagen se observa nubes altocumulus undulatus la noche del día 24 de enero de 2021 sobre Chilapa, Guerrero.

Referencia: Red Climática Mundial [RedClimaticaMundial] (25 de enero de 2021). #MEXICO | Nubes de Banda Paralela sobre Chilapa de Álvarez, Guerrero. Créditos en Imágenes, el 25.01.2021. #Rara #Clouds #Phenomenon #zabedrosky [Imagen].
<https://www.facebook.com/RedClimaticaMundial/photos/pcb.5052984031442723/5052983598109433>

Índice general

Prólogo	10
Lista de Acrónimos y Siglas	11
Glosario	11
1 Condiciones Globales del Clima	15
1.1 Oceánicas	16
1.1.1 Océano Pacífico y El Niño-Oscilación del Sur	16
1.1.2 Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México	19
1.2 Condiciones Atmosféricas y Teleconexiones	21
2 Precipitación	28
2.1 Registros máximos históricos de precipitación	32
3 Sequía	34
4 Temperatura	36
4.1 Temperatura máxima (Tx) y número de días con Tx igual o mayor a 40 °C .	36
4.2 Temperatura media	38
4.3 Temperatura mínima (Tn) y número de días con Tn igual o menor a 0 °C .	39
5 Frentes fríos	42
6 Eventos notables	53
Anexos	55
Bibliografía	56

Índice de tablas

1.1	Consenso de probabilidades trimestrales en porcentaje del pronóstico del fenómeno ENOS	18
2.1	Láminas de lluvia diaria estimada a nivel nacional y lluvias máximas diarias (mm) en enero de 2021	30
2.2	Registros de precipitación que superaron su máximo histórico en enero de 2021	33
3.1	Porcentaje de área cubierta por las diferentes categorías de sequía desde el 15 de agosto de 2020 al 31 de enero de 2021	35
4.1	Temperaturas máximas extremas a nivel estatal en enero de 2021	38
4.2	Temperaturas mínimas extremas a nivel estatal en enero de 2021	41
5.1	Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 25	44
5.2	Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 26	44
5.3	Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 27	46
5.4	Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 29	48
5.5	Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 31	50
5.6	Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 32	51
5.7	Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 33	52
6.1	Precipitación a nivel nacional y por entidad federativa, láminas estimadas en el mes de enero 2021, valores expresados en milímetros (mm).	56
6.2	Temperatura máxima promedio a nivel nacional y por entidad federativa en el mes de enero 2021, valores expresados en grados Celsius (°C)	57
6.3	Temperatura media a nivel nacional y por entidad federativa en el mes de enero 2021, valores expresados en grados Celsius (°C).	58
6.4	Temperatura mínima a nivel nacional y por entidad federativa en el mes de enero 2021, valores expresados en grados Celsius (°C).	59

Índice de figuras

1.1	Anomalía de la temperatura superficial del aire para enero de 2021	15
1.2	Promedio y anomalía de la TSM	16
1.3	Series de tiempo de las anomalías (°C) de la temperatura superficial del mar	17
1.4	Promedio y anomalía de la temperatura del mar	18
1.5	Consenso del pronóstico probabilístico para el fenómeno ENOS	19
1.6	Series de tiempo de las anomalías (°C) de la temperatura superficial del mar	20
1.7	Representación espacial de las anomalías de TSM en el Atlántico	20
1.8	Valores de los índices atmosféricos característicos de las regiones del Pacífico y el Atlántico en el hemisferio norte	22
1.9	Promedio y anomalía de la Radiación Saliente de Onda Larga	23
1.10	Agua precipitable en la atmósfera	23
1.11	Promedio de la velocidad del viento niveles altos (200 mb)	24
1.12	Vientos observados en promedio en niveles bajos (850 mb)	25
1.13	Anomalía en metros de altura geopotencial a 500 hPa	25
1.14	Anomalía de presión a nivel del mar	26
1.15	Diagrama de fases de la MJO	27
2.1	Lluvia observada, climatología y anomalías del mes de enero 2021	28
2.2	Laminas diarias de precipitación a nivel nacional	29
2.3	Lluvia observada e imagen interpretada el día 20 de enero	29
2.4	Anomalías porcentuales	31
2.5	Clasificación de lluvias promedio a nivel nacional y estatal para varias escalas de tiempo	31
3.1	Monitor de Sequía en México al 31 de enero de 2021	34
3.2	Porcentaje de área cubierta por las diferentes categorías de sequía a nivel estatal	35
4.1	Marcha diaria de la temperatura a nivel nacional	36
4.2	Temperatura máxima promedio en enero	37
4.3	Número de días con $T_n \geq 40^\circ\text{C}$ en enero	37
4.4	Temperatura media y Anomalía en enero	39
4.5	Temperatura mínima y Anomalía en enero de 2021	40
4.6	Número de días con $T_n \leq 0^\circ\text{C}$ en enero de 2021	40
5.1	Seguimiento de sistemas frontales	42
5.2	Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 8 de enero	43
5.3	Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 11 de enero	45
5.4	Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 15 de enero	46

5.5	Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 17 de enero	46
5.6	Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 21 de enero	47
5.7	Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 20 de enero	48
5.8	Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 24 de enero	49
5.9	Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 27 de enero	51
5.10	Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 1 de febrero	52
6.1	Mapa de eventos notables en enero de 2021	53
6.2	Imagen del radar donde se identificó la caída de nieve	54
6.3	Mapa de la distribución de áreas cubiertas por nieve sobre México	55
6.4	Mapa de temperaturas en 500 mb la mañana del 26 de enero	55

Prólogo

México cuenta con una gran variedad de climas, debido a su ubicación geográfica, misma que permite el ingreso de diversos fenómenos atmosféricos o climáticos que ocasionan perturbaciones, benéficas o perjudiciales, para los diferentes sectores económicos, por ejemplo, los ciclones tropicales. Estos fenómenos favorecen el ingreso de humedad en regiones con sequía, pero también pueden ocasionar inundaciones y/o deslaves que impiden la movilización de la población durante largos periodos de tiempo.

Dentro de este contexto, se pueden mencionar una gran cantidad de eventos que generan efectos temporales o permanentes en las diversas regiones climáticas del país, por esta razón la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional (CGSMN) elabora el Reporte del Clima en México, un documento donde se describen los principales fenómenos atmosféricos que determinaron las condiciones climáticas del país.

El Reporte del Clima en México cuenta con trece publicaciones al año (una cada mes y un resumen anual). Se conforma por apartados o secciones, generalmente uno/a por cada variable climatológica o meteorológica, mismos que se ilustran con mapas, gráficos, fotografías y otros materiales que complementan la descripción de los efectos generales y más significativos que se presentaron en México. Adicionalmente, se incluyen anexos, tablas con valores de máximos y mínimos de temperaturas y la cantidad de lluvia registrada en cada entidad federativa; datos obtenidos de la red de estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y otras instituciones. Para describir las condiciones globales del clima (Sección 1) se utiliza bibliografía especializada e información proveniente de los centros del clima a nivel mundial como son la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera (NOAA, por sus siglas en inglés) y el Instituto Internacional para el Clima y la Sociedad (IRI, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Columbia, entre otros.

Así bien, la edición de este documento contiene información del mes inmediato anterior, por ejemplo: en febrero se publican los resultados y los eventos climáticos más relevantes que ocurrieron en enero y así sucesivamente, hasta llegar a enero del siguiente año, mes en que se presentan dos publicaciones, el Reporte del Clima en México del mes de diciembre y el Reporte anual, que incluye un resumen de los eventos sobresalientes en todo el año inmediato anterior.

De manera general, en el primer apartado se presenta el análisis de la temperatura a nivel global, respecto al promedio climatológico, indicándose el ranking que ocupa la anomalía mensual de acuerdo a un periodo de tiempo. Se incluyen los valores de la Temperatura Superficial del Mar (TSM), para los océanos Atlántico y Pacífico, así como una descripción de los índices de monitoreo de El Niño Oscilación del Sur (ENOS). Finalmente, en esta sección se describen las condiciones atmosféricas que se observaron durante el mes y las

principales oscilaciones que influyeron en las condiciones climáticas en México. En el segundo apartado, se describe el análisis nacional de la lluvia mensual, indicando la lluvia total y el porcentaje que ésta representa para diferentes periodos de tiempo, se mencionan las principales fuentes que contribuyeron al ingreso o déficit de precipitaciones, así mismo se incluyen las láminas de lluvias a nivel nacional y la lluvia máxima registrada por día. Se presenta además una revisión de los registros que superaron algún valor máximo histórico de precipitación. Esta información se presenta en una tabla, que contiene el valor del récord histórico para cada estación climatológica durante el mes, destacando el municipio al que pertenece, la fecha en que ocurrió y un comparativo del récord que se superó.

De mayo a noviembre se considera la temporada de ciclones tropicales en México, es por ello que, durante ese periodo, en el Reporte del Clima se incluye una sección, donde se analizan los ciclones generados en ambas cuencas oceánicas del hemisferio norte, dando el enfoque en los ciclones que impactaron o se acercaron a las costas mexicanas y resaltando los beneficios o afectaciones que estos fenómenos hidrometeorológicos aportaron al país.

Por otra parte, de mayo a noviembre se incluye un apartado donde se describen las ondas tropicales y los efectos que generan en la región sur del país, además se integra información de seguimiento y análisis de las oscilaciones atmosféricas que influyeron en el desarrollo de las mismas.

Continuando con la descripción de este documento, en la siguiente sección se integra el seguimiento de frentes fríos, este apartado solamente se incluye en el periodo invernal, es decir de septiembre a mayo del siguiente año, con la finalidad de numerar los sistemas frontales que ingresan a México y generar un historial de los acontecimientos más relevantes que estos fenómenos ocasionan en algunas regiones del país.

En la siguiente sección, se encuentra la información de sequía, se resumen las cantidades de lluvia registradas a nivel nacional y los eventos atmosféricos que aportaron humedad al país. De esta manera, se indican las regiones donde las precipitaciones ayudaron a la disminución de sequía. Se proporcionan estadística y figuras que ilustran el estado de sequía en el país.

Por otro lado, la sección de temperatura cuenta con tres subsecciones (temperatura máxima, temperatura media y temperatura mínima) en cada una se indica, a nivel mensual y estatal, la clasificación del mes como más cálido, neutral o frío, según la climatología base y los registros históricos. Dentro de este contexto, se proporcionan valores de eventos extremos como días con heladas (temperatura mínima diaria menor o igual a 0.0 °C), en meses invernales, o días cálidos en primavera y verano (temperatura máxima diaria mayor o igual a 40.0 °C). Finalmente, se encuentra la sección de eventos notables. Debido a que la historia climatológica del país, está llena de episodios cruciales, de los cuales muchos

se han perdido a lo largo del tiempo o apenas se tiene registro de ellos, en el Reporte del Clima en México se incluye esta sección que describe aquellos eventos que dejaron huella significativa.

Con esta publicación, la Coordinación Nacional del Servicio Meteorológico Nacional, da un paso importante en la difusión de información de manera integral y multidisciplinaria, donde se pretende sea de gran utilidad para presentes y futuros análisis acerca del estado del clima y los efectos que sus variables ocasionan a la población y sus diversas actividades. Dentro de este contexto, el Reporte del Clima en México va dirigido a todo público.

Lista de Acrónimos y Siglas

ACE	Accumulated Cyclone Energy (Energía Ciclónica Acumulada)
AMO	Atlantic Multi-decadal Oscillation (Oscilación Multidecadal del Atlántico)
ATL3	Región 3 del Atlántico
CAPE	Convective available potential energy (Energía Potencial Convectiva Disponible)
CGSMN	Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CPC	Climate Prediction Center (Centro de Predicciones Climáticas)
ENOS	El Niño-Oscilación del Sur
IRI	International Research Institute for Climate and Society (Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad)
ITCZ	Intertropical Convergence Zone (Zona de Convergencia Intertropical)
JAE	Jet Africano del Este
METAR	METEorological Aerodrome Report (Reporte del Aeródromo Meteorológico)
MJO	Madden-Julian Oscillation (Oscilación Madden-Julian)
NAO	North Atlantic Oscillation (Oscilación del Atlántico Norte)
NASH	North Atlantic semi-permanent high pressure system (Sistema de Alta Presión Semipermanente del Atlántico Norte)
NOAA	Natioal Oceanic and Atmospheric Administration (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica)
NCAR	National Center for Atmospheric Research (Centro Nacional para la Investigación Atmosférica)
NCEP	National Centers for Environmental Prediction (Centros Nacional es de Predicción Ambiental, NOAA)
NHC	National Hurricane Center (Centro Nacional de Huracanes, NOAA)
NHP	North Pacific Semi-Permanent High Pressure System (Sistema de Alta Presión Semipermanente del Pacífico Norte)
OLR	Outgoing Longwave Radiation (Radiación Saliente de Onda Larga)
ONI	Oceanic Niño Index (Índice del Niño Oceánico)
OTs	Ondas tropicales
PDO	Pacific Decadal Oscillation (Oscilación Decadal del Pacífico)
SIH	Sistema de Información Hidrológica
TNA	Tropical North Atlantic (Atlántico Tropical Norte)
TSA	Tropical South Atlantic (Atlántico Tropical Sur)
TSM	Temperatura Superficial del Mar

Glosario

ACE (Energía ciclónica acumulada). Índice de energía eólica, definido como la suma de los cuadrados de la velocidad máxima sostenida del viento en la superficie (nudos) medida cada seis horas para todas las tormentas con nombre mientras mantengan al menos la intensidad de tormenta tropical. Sus unidades están dadas en nudos al cuadrado $10^4 kn^2$.

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.

CAPE. Medida de la cantidad de energía disponible para la convección. El CAPE está directamente relacionado con la velocidad vertical máxima potencial dentro de una corriente ascendente. En este contexto, los valores más altos de indican un mayor potencial para el tiempo severo.

Clima. Conjunto de elementos meteorológicos que caracterizan el estado medio (promedio) de la atmósfera de un lugar de la superficie de la Tierra, considerando un largo periodo de tiempo, generalmente treinta años. 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.

Continente marítimo. Es un término comúnmente utilizado por meteorólogos, climatólogos y oceanógrafos para describir la región entre los océanos Índico y Pacífico, incluidos los archipiélagos de Indonesia, Borneo, Nueva Guinea, las Islas Filipinas, la península malaia y los mares circundantes.

El Niño. El fenómeno de El Niño - Oscilación Sur (ENOS) es un patrón climático recurrente que implica cambios en la temperatura de las aguas en la parte central y oriental del Pacífico tropical. En períodos que van de tres a siete años, las aguas superficiales de una gran franja del Océano Pacífico tropical, se calientan o enfrían entre 1 °C y 3 °C, en comparación a la normal. Este calentamiento oscilante y el patrón de enfriamiento, es conocido como el ciclo ENOS (o ENSO por sus siglas en Inglés), afectando directamente a la distribución de las precipitaciones en las zonas tropicales y puede tener una fuerte influencia sobre el clima en las otras partes del mundo. El Niño y La Niña son las fases extremas del ciclo ENOS.

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, 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.

ITCZ (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 ITCZ 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 suroeste al sur de la vaguada monzónica y vientos del noreste 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.

NAMO. Nivel de Aguas Máximas Ordinarias, máximo nivel con que se puede operar la presa para satisfacer las demandas, puede ser agua potable, generación de energía y/o riego; cuando el vertedor de excedencias no es controlado por compuertas, el NAMO coincide con su cresta o punto más alto del vertedor. En el caso de que la descarga por el vertedor está controlada, el NAMO puede estar por arriba de la cresta e incluso puede cambiar a lo largo del año. Así, en épocas de estiaje es posible fijar un NAMO mayor que en épocas de lluvias, pues la probabilidad de que se presente una avenida en la primera época es menor que la segunda. El volumen que se almacena entre el NAMO y el NAMINO se le llama volumen útil y es con el que se satisface la demanda de agua.

Normales Climatológicas. Valores medios de los elementos meteorológicos (temperatura, humedad, precipitación, evaporación, etc.) calculados con los datos recabados durante un periodo 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 $240 \frac{W}{m^2}$ 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.

Ondas tropicales. 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.

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 cuales se pueden convertir en cumulonimbus (nubes de tormenta) si la convección es muy fuerte.

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

Río Atmosférico. Región larga y estrecha en la atmósfera que es responsable de la mayor parte del transporte horizontal de vapor de agua fuera de los trópicos, generalmente produce fuertes precipitaciones en zonas extensas.

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

Temperatura Media. Es el valor obtenido del promedio de la temperatura mínima y la máxima.

Temperatura Mínima. Es el valor más bajo registrado en 24h, usualmente se da al amanecer.

Tiempo Atmosférico. Es la actividad atmosférica en un corto periodo de tiempo y en un lugar determinado, o bien, se refiere a los cambios en las condiciones meteorológicas que existen diariamente. Es una información necesaria para la planificación de diversas actividades durante el día o la noche, que puede consultarse fácilmente en los medios de comunicación.

Vaguada monzónica. Línea de vaguada que se asocia con una circulación monzónica. Ésta se representa gráficamente en un mapa meteorológico mediante una línea que muestra la ubicación de la presión mínima a nivel del mar que coincide con el giro ciclónico máximo de los vientos en superficie, con el flujo del suroeste o noroeste predominando hacia el ecuador y el flujo del noreste predominando hacia el polo en el eje de la vaguada típicamente orientado zonalmente.

1. Condiciones Globales del Clima

El mes de enero de 2021 se ubicó como el sexto enero más cálido registrado junto con el año 2018, con una anomalía de temperatura del aire a nivel del mar a escala global de 0.43 °C por arriba del promedio, tomando como referencia el periodo climatológico 1981-2010 de la base de datos del Copernicus Climate Change Service / ECMWF, como se muestra en la Figura 1.1.

En cambio, tomando como referencia la base de datos de temperatura del aire a nivel del mar del reanálisis NOAA Global Temp v5, enero de 2021 fue el séptimo mes de enero más cálido, con una anomalía de 0.80 °C por arriba del promedio del siglo XX. Enero de 2021 se caracterizó por tener el 5.93% de la superficie global, tanto oceánica como continental, con récord de temperatura por arriba del promedio, considerando datos desde 1951 a la fecha.

Los promedios de temperatura del aire a nivel del mar más cálidos de lo normal se registraron en Norteamérica con más de 5 °C por arriba de su promedio; del mismo modo al norte de África, sureste de Europa y en algunas regiones del Medio Oriente se registraron anomalías positivas de al menos 2.5°C, de igual manera que algunas regiones del Océano Pacífico norte y sur, del Océano Atlántico noroccidental y del Mar Mediterráneo, como se observa en la Figura 1.1. Mientras que temperaturas de al menos 2.0°C más frías de lo habitual se registraron sobre gran parte de Asia, Australia y al centro y oriente del Océano Pacífico tropical.

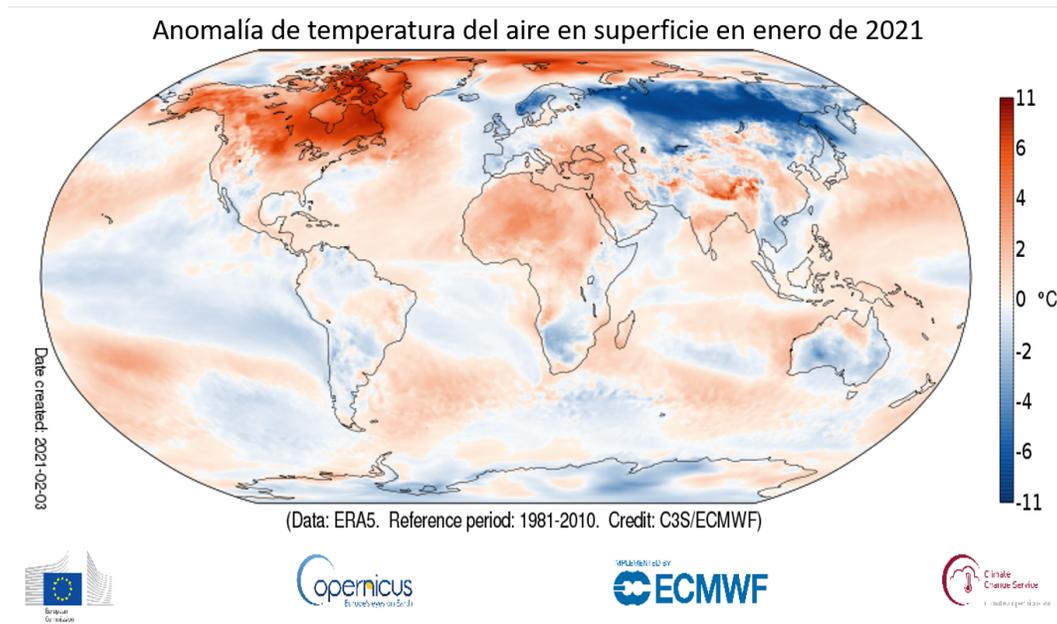


Figura 1.1: Anomalía de temperatura superficial del aire en enero de 2021. Anomalías calculadas a partir de la climatología 1981-2010. Datos: ERA-5, ECMWF, Copernicus Climate Change Service

En los continentes, la anomalía de temperatura registrada en enero de 2021 fue de 1.40 °C por arriba del promedio tomando como referencia datos desde 1880, y se ubicó como el octavo enero más cálido registrado. En los océanos, la anomalía de temperatura registrada en enero fue de +0.58 °C, y se clasificó como el octavo mes de enero más cálido de todo el registro de temperatura del aire sobre los océanos.

1.1. Oceánicas

1.1.1. Océano Pacífico y El Niño-Oscilación del Sur

La Temperatura Superficial del Mar (TSM, por sus siglas en inglés) durante enero de 2021 fue más cálida que el promedio (1981-2010) en el Océano Pacífico norte, cuyo patrón es característico de una fase negativa de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés), también resultó más cálida al suroeste y en la región ecuatorial occidental de esta cuenca, así como en el Océano Atlántico norte y sur, cercano a las costas del Continente Americano y de Sudamérica, en el Mar Mediterráneo y en las costas de Australia, como se observa en la Figura 1.2.

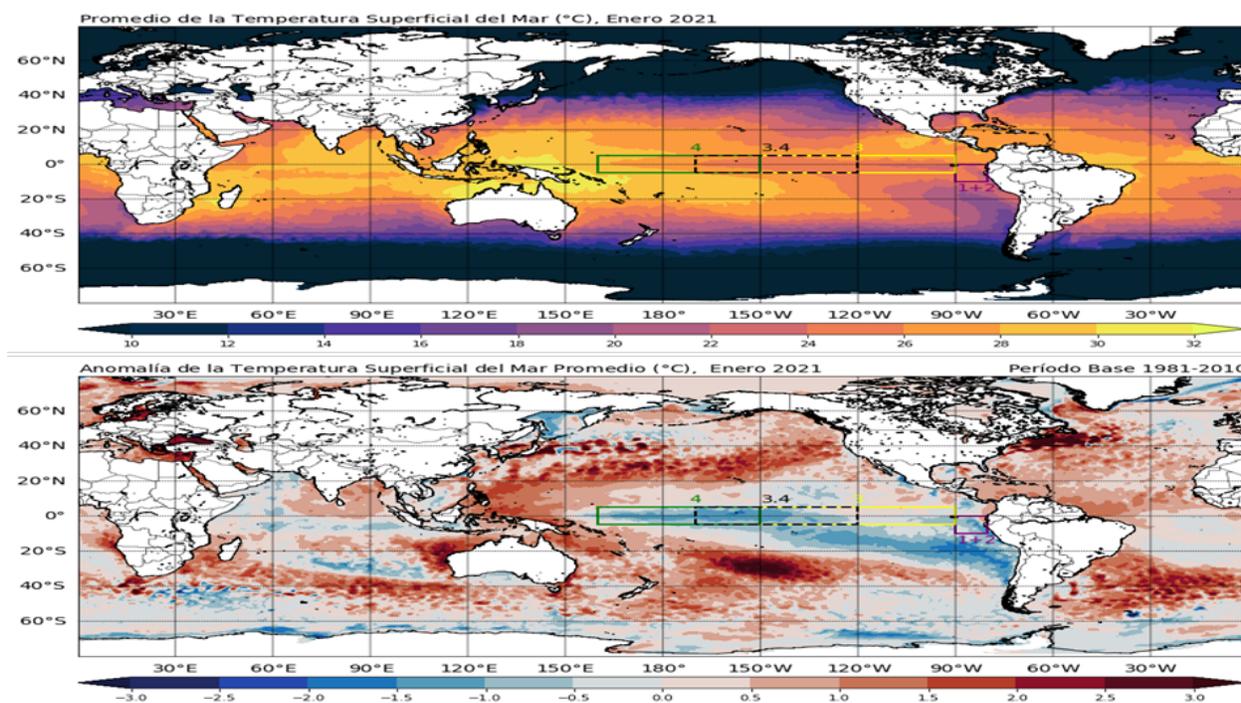


Figura 1.2: (Superior) Mapa del promedio de temperatura superficial del mar (°C) y su anomalía en enero de 2021 (Inferior). Anomalías calculadas mediante la climatología 1981-2010. Datos: NOAA High Resolution SST data provided by the NOAA/OAR/ESRL PSD, Boulder, Colorado, USA.

En cambio, durante enero de 2021 continuó el enfriamiento de la TSM sobre el Océano Pacífico ecuatorial, principalmente en la porción central y oriental (Figura 1.2), por lo que

en las regiones de monitoreo del fenómeno ENOS: Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 y Niño 4, se registraron anomalías de $-0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente (Tabla 1.1 y Figura 1.3). Tomando en cuenta que uno de los índices para definir las fases del fenómeno ENOS es la región de monitoreo Niño 3.4, durante este mes esta región permaneció en fase negativa, es decir, en condiciones de la Niña con una intensidad fuerte. Debido al enfriamiento observado durante este mes y los meses anteriores, el valor trimestral del Índice Oceánico de El Niño (ONI, por sus siglas en inglés) calculado a partir de las anomalías mensuales de TSM, en la región Niño 3.4, indicó un valor de -1.2 en el trimestre de noviembre a enero.

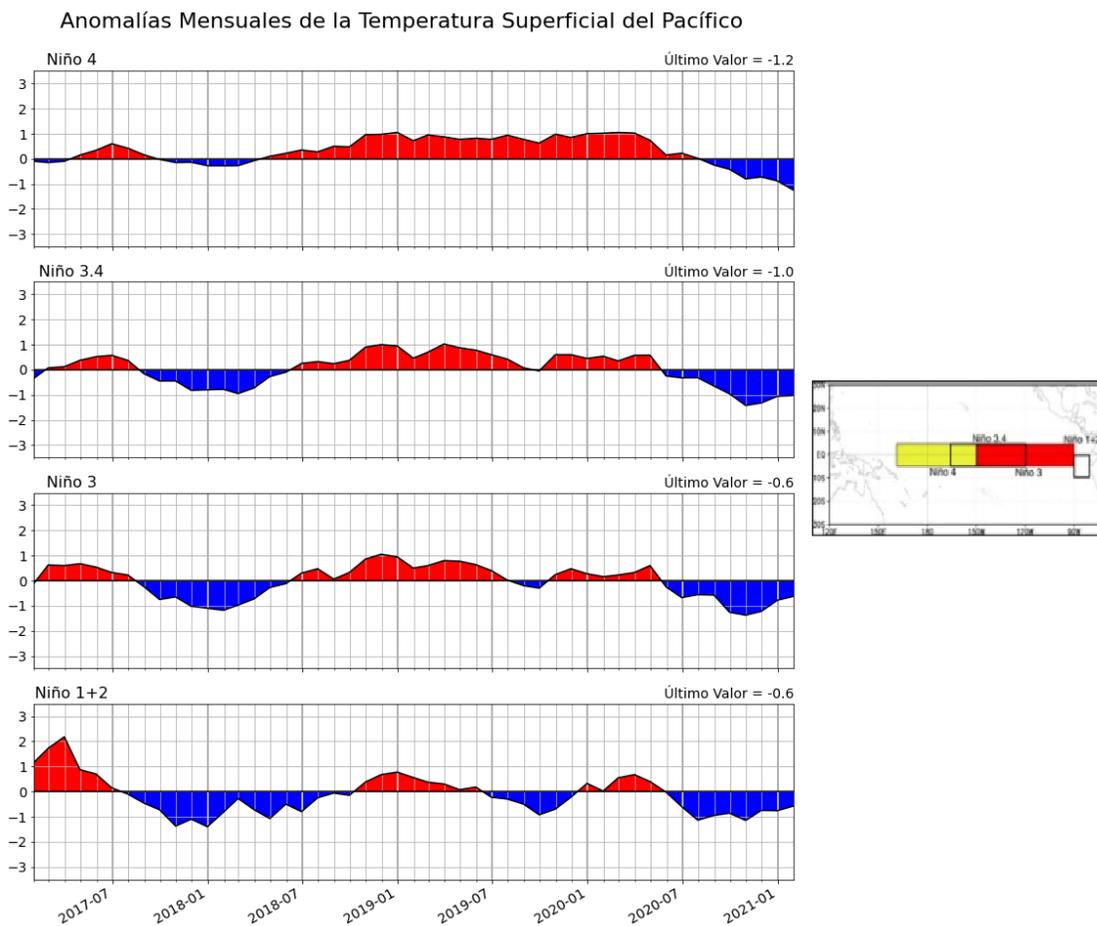


Figura 1.3: (Izquierda) Series de tiempo de las anomalías ($^{\circ}\text{C}$) de la temperatura superficial del mar (TSM) de enero de 2021 en las regiones de monitoreo del fenómeno ENOS. Regiones de monitoreo del fenómeno ENOS (derecha): Niño 1+2 (0° - 10° S, 90° - 80° O). Niño 3 (5° N - 5° S, 150° - 90° O), Niño 3.4 (5° N - 5° S, 170° - 120° O) y Niño 4 (5° N - 5° S, 160° E - 150° O). Anomalías calculadas respecto a la climatología 1981-2010. Datos: NOAA Optimum Interpolated Sea Surface Temperature (OISST V2).

En la región central del Océano Pacífico ecuatorial, la termoclina (medida por la profundidad de la isoterma de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$) se ubicó muy por debajo del promedio, es decir, la isoterma de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ se observó más somera de lo normal en la región central y oriental del Océano

Pacífico ecuatorial, con temperaturas cercanas a la superficie hasta 3.0 °C más frías que su promedio como se muestra en la Figura 4, en cambio al occidente de la cueca, se registró más profunda de lo habitual, esto indica que las temperaturas cercanas a la superficie fueron más cálidas.

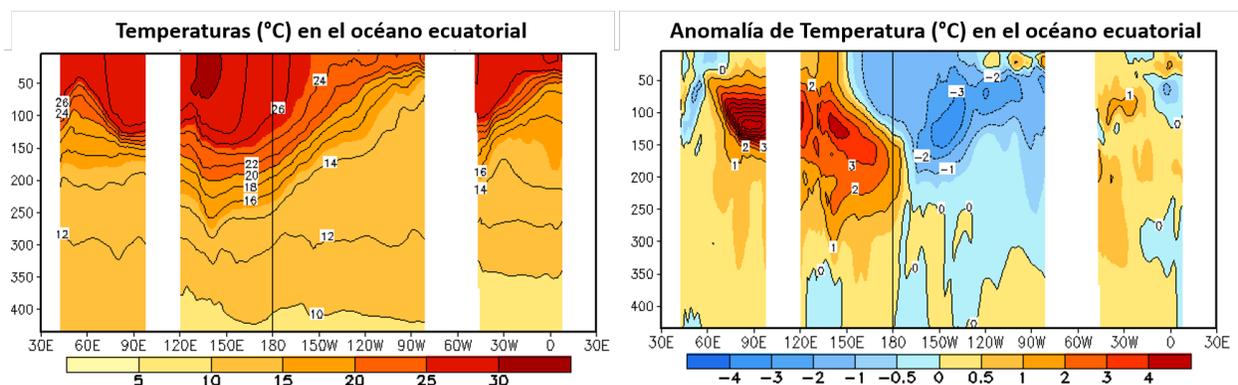


Figura 1.4: (Izquierda) Promedio y (Derecha) anomalía de la temperatura del mar (°C) en sub-superficie a lo largo del ecuador (°C) en enero de 2021. Anomalías calculadas respecto a la climatología 1981-2010. Datos: NCEP Global Ocean Data Assimilation System (NCEP GODAS).

El Centro de Predicciones Climáticas de la NOAA (CPC) y el Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad (IRI), en el pronóstico del fenómeno de El Niño Oscilación del Sur emitido a mediados de octubre, previó 89% de probabilidad de que continuaran condiciones de La Niña durante el trimestre de enero a marzo de 2021 (Tabla 1.1). De igual manera, se previó su continuidad hasta abril de 2021, con una probabilidad de 70%, mientras que para el trimestre de marzo a mayo la condición de neutralidad alcanzó un 50% de probabilidad de ocurrencia. Las predicciones mensuales elaboradas por IRI/CPC se basan en las predicciones a futuro de TSM en la región Niño 3.4.

Tabla 1.1: Consenso de probabilidades trimestrales en porcentaje del pronóstico del fenómeno ENOS

Periodo	La Niña (%)	Neutral (%)	El Niño (%)
JFM 2021	89%	11%	0%
FMA 2021	70%	30%	0%
MAM 2021	45%	55%	0%
AMJ 2021	27%	71%	2%
MJJ 2021	23%	66%	11%
JJA 2021	23%	57%	20%
JAS 2021	26%	53%	21%
ASO 2021	29%	47%	24%
SON 2021	34%	42%	24%

Nota. Información emitida el 19 de enero de 2021.

Recuperado de iri.columbia.edu

El fenómeno ENOS, ya sea en su fase cálida (El Niño), fría (La Niña) o neutral no es el único factor que modula las características climáticas a escala global o regional, ya que

existen otras oscilaciones climáticas regionales y teleconexiones con variabilidad a distintas escalas de tiempo que influyen en los patrones de circulación oceánica y atmosférica en diferentes regiones del planeta. Por ejemplo, la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés) es un patrón climático de variabilidad natural que se monitorea en el Océano Pacífico norte (20°N-90°N).

La PDO tiene un patrón similar al del fenómeno ENOS, sólo que las fases frías y cálidas son calculadas a partir de las anomalías de TSM en el Océano Pacífico norte. Y a diferencia de los episodios del fenómeno ENOS, la PDO se caracteriza por presentar una escala temporal decadal, pudiendo permanecer en la misma fase por un periodo de 20 a 30 años. De acuerdo con el Centro de Predicción Climática (CPC) de la NOAA, en el mes de enero de 2021 la PDO presentó un valor de -0.58 . De acuerdo con algunos estudios, la fase negativa de la PDO es un modulador del fenómeno ENOS, ya que cuando se encuentra en fase positiva, una fase cálida (El Niño) del fenómeno ENOS es más probable o de mayor intensidad, en cambio, durante una fase negativa de la PDO el desarrollo de una fase fría (La Niña) es más probable (Figura 1.5).

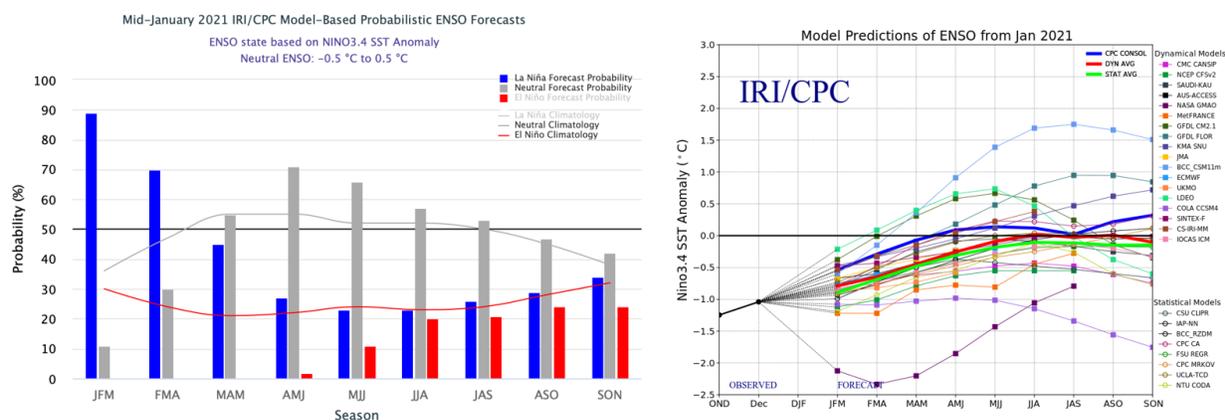


Figura 1.5: (Izquierda) Consenso del pronóstico probabilístico para el fenómeno ENOS. Fuente: IRI/CPC. (Derecha) Pronóstico de anomalías de la temperatura de la superficie del mar (SST) para la región Niño 3.4 ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$, $170^{\circ} - 120^{\circ}\text{O}$). Publicado el 19 de enero de 2021. Fuente: IRI/CPC. <https://iri.columbia.edu>

1.1.2. Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México

Para identificar la variabilidad de la temperatura superficial del Océano Atlántico tropical, se monitorean principalmente tres regiones. Estas regiones son: Atlántico Tropical Norte (TNA, por sus siglas en inglés) ($60^{\circ}\text{W}-30^{\circ}\text{W}-5^{\circ}\text{N}-20^{\circ}\text{N}$), Atlántico Tropical Sur (TSA, por sus siglas en inglés) ($30^{\circ}\text{W}-10^{\circ}\text{E}$, $20^{\circ}\text{S}-0$) y la región del Atlántico 3 (ATL3) ($20^{\circ}\text{W}-0, 2.5^{\circ}\text{S}-2.5^{\circ}\text{N}$). En enero de 2021, el índice de la región ATL 3 registró un valor similar a su promedio; en la región TSA se observó un valor de -0.2°C . El índice de la TNA registró un valor más cálido de $+0.5^{\circ}\text{C}$, mientras que el índice TNA-TSA tuvo una anomalía de temperatura de $+0.7^{\circ}\text{C}$, como se observa en la Figura 1.6.

Anomalías Mensuales de la Temperatura Superficial del Atlántico

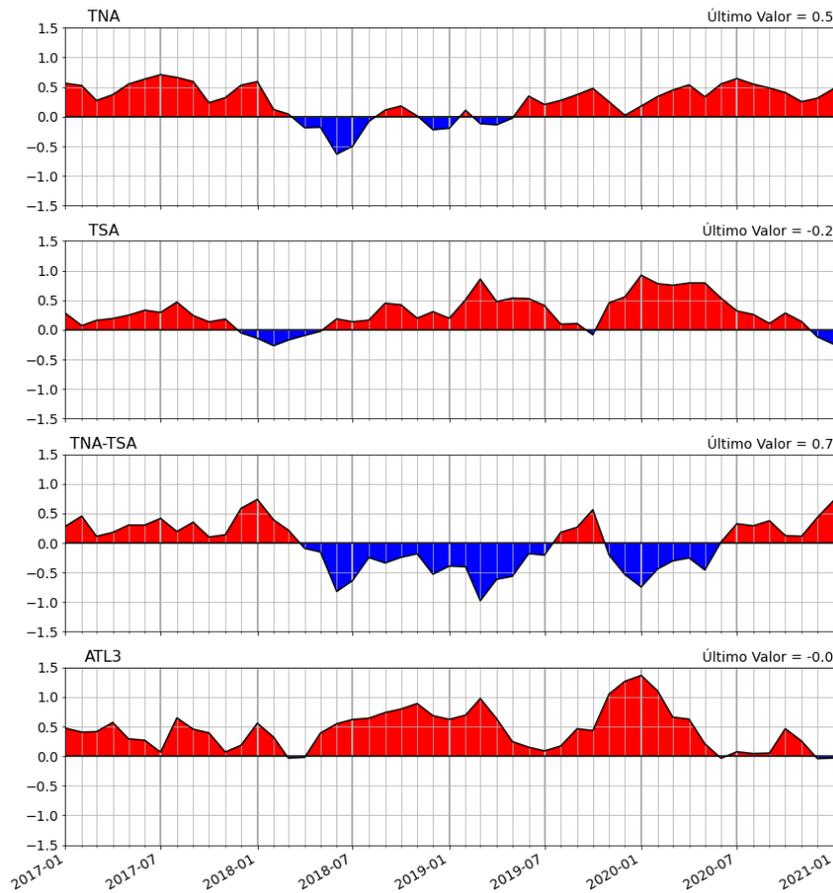


Figura 1.6: Series de tiempo de las anomalías (°C) de la temperatura superficial del mar (TSM) en las regiones de monitoreo de la TSM del Océano Atlántico: TNA (20° - 5° N, 60° - 30° O), TSA (Ecuador - 20° S, 30° O - 10° E) y ATL3 (2.5° N - 2.5° S, Ecuador - 20° O) en el mes de enero de 2021.

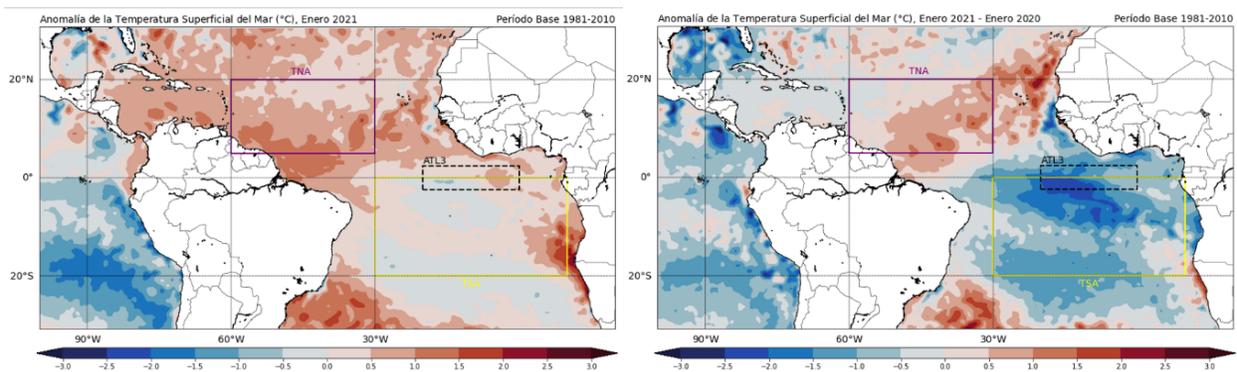


Figura 1.7: Representación espacial de las anomalías de Temperatura Superficial del Mar en el Océano Atlántico durante enero de 2021. Fuente de datos: Centro de Predicción Climática (CPC) del Centro Nacional de Predicción Ambiental y la Administración Nacional de la Atmósfera y el océano (NCEP/NOAA) de los Estados Unidos.

1.2. Condiciones Atmosféricas y Teleconexiones

Durante enero el hemisferio norte se encuentra en invierno, esta época del año se caracteriza por una disminución gradual de la radiación solar incidente en todo el hemisferio, lo cual propicia que los gradientes térmicos entre latitudes medias y tropicales sea cada vez menor. En el invierno dejan de dominar los fenómenos meteorológicos tropicales característicos del otoño; ahora es el debilitamiento del vórtice polar o la intensificación de la Corriente en Chorro subtropical, los encargados de modular la frecuencia e intensidad de tormentas invernales, el desarrollo de ríos atmosféricos y el desplazamiento de masas de aire polar a latitudes medias, modulando la circulación atmosférica durante esta estación. Los principales moduladores del clima en México durante enero de 2021, fueron la fase fría del ENOS (La Niña), la Oscilación del Ártico (AO, por sus siglas en inglés) y la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés).

Así como existen índices oceánicos, monitoreados a partir de los patrones de temperatura superficial del mar, los cuales modulan el clima a escala global, también existen índices para monitorear patrones en la circulación atmosférica; derivados del monitoreo de variables a diferentes alturas en la atmósfera, como la presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, entre otras. A continuación, se describe el comportamiento de estas oscilaciones durante el mes de enero de 2021.

El índice utilizado para monitorear la intensidad del vórtice polar es la Oscilación del Ártico (AO, por sus siglas en inglés), la cual durante enero registró un valor de -2.48, lo cual indica una fase muy negativa, debido al debilitamiento del vórtice polar. Esta condición se generó debido al calentamiento estratosférico en el Polo Norte, lo cual implicó el ingreso de una masa de aire caliente a la región polar, esto permitió el debilitamiento de la corriente en chorro polar y por lo tanto un mayor descenso de masas de aire frío a latitudes medias como México. Por tal razón, se observó el ingreso de 9 frentes fríos a territorio mexicano.

Este calentamiento estratosférico también propició el debilitamiento del sistema de baja presión de Islandia, así como el sistema de alta presión de las Azores, dando como resultado un valor de la Oscilación del Atlántico Norte muy negativa (-1.11), lo cual se asocia con temperaturas por debajo del promedio en Europa, dando lugar a fuertes nevadas en algunas regiones del territorio europeo. Mientras que las condiciones atmosféricas en el Atlántico Norte reflejaron la continuación de la fase positiva de la Oscilación Multi-decadal del Atlántico con un valor de 0.14, como se muestra en la Figura 1.8. El Patrón de Norteamérica (PNA) está asociado con fuertes fluctuaciones en la intensidad y ubicación de la Corriente en Chorro que viaja desde la porción oriental del continente asiático hasta Norteamérica, el tren de sistemas de altas y bajas presiones sobre Norteamérica modulan su flujo, que puede afectar directamente los patrones de temperatura en Canadá, Estados Unidos de América y la región norte y noroeste de México. Durante enero de 2021, el promedio mensual de este índice fue positivo, con un valor de 0.19.

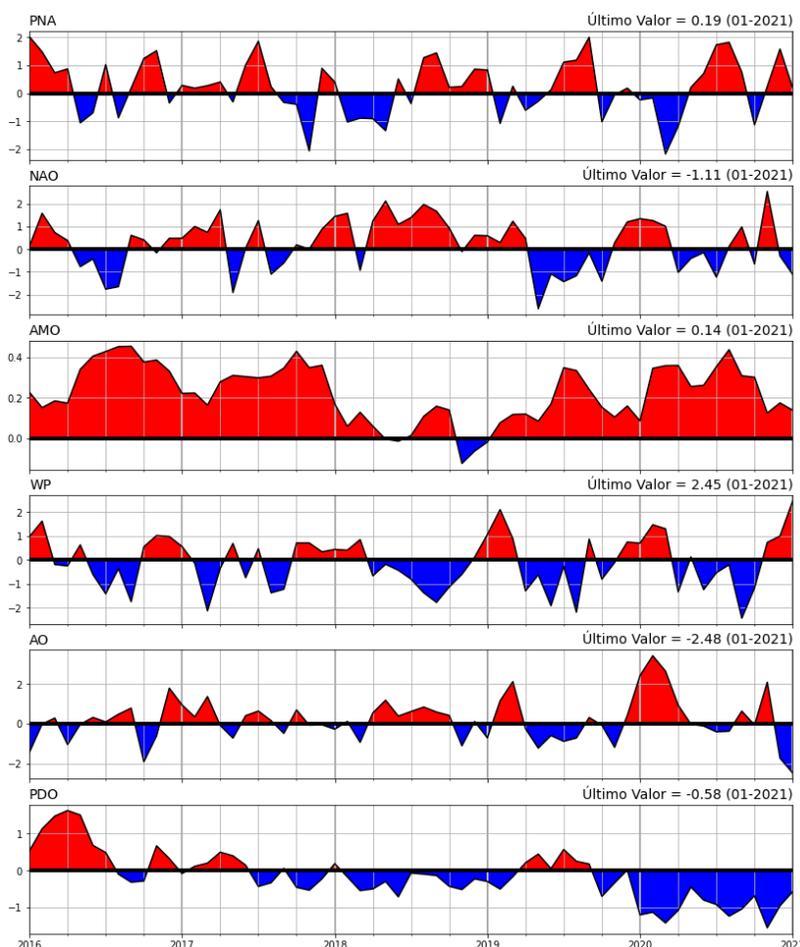


Figura 1.8: Valores de los índices atmosféricos característicos de las regiones del Pacífico y el Atlántico en el hemisferio norte de enero de 2016 a enero de 2021. Datos obtenidos del Centro Nacional de Información Ambiental (NCDC/NOAA).

Anomalías positivas de Radiación Saliente de Onda Larga (OLR) se observaron durante enero en gran parte de México, Brasil, norte de África, Asia, y sobre el Océano Pacífico central en la región ecuatorial. Lo anterior coincide con inhibición de convección sobre estas regiones y temperaturas más cálidas que su promedio climatológico. Por otro lado, anomalías negativas de OLR indican mayor convección y presencia de nubes, estas se observaron principalmente en Centroamérica, sur de África y el Archipiélago de Indonesia como se muestra en la Figura 1.9.

En enero de 2021 se observaron anomalías positivas de contenido de vapor de agua precipitable en la atmósfera, sobre el Archipiélago de Indonesia, el Continente Marítimo, norte de África, oriente del Océano Atlántico Tropical, centro de México y regiones al occidente y centro de Sudamérica, como se observa en la Figura 9. En cambio, anomalías negativas de agua precipitable en la atmósfera se observaron sobre regiones del norte y noroeste de

México, Mar Caribe, Brasil, así como en la región central del Océano Pacífico en el hemisferio sur, occidente del Océano Índico y en los países del Medio Oriente (Figura 1.10).

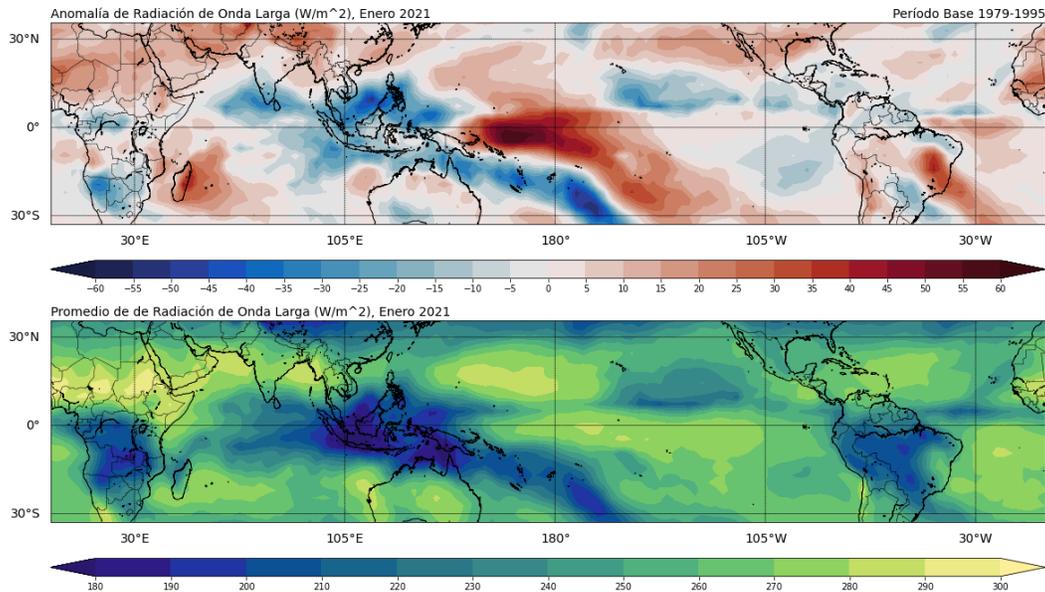


Figura 1.9: (Superior) anomalía y (Inferior) promedio de la Radiación Saliente de Onda Larga (OLR) durante el mes de enero de 2021. Anomalías calculadas con respecto a la climatología 1981-2010. Datos: NOAA Uninterpolated Daily OLR.

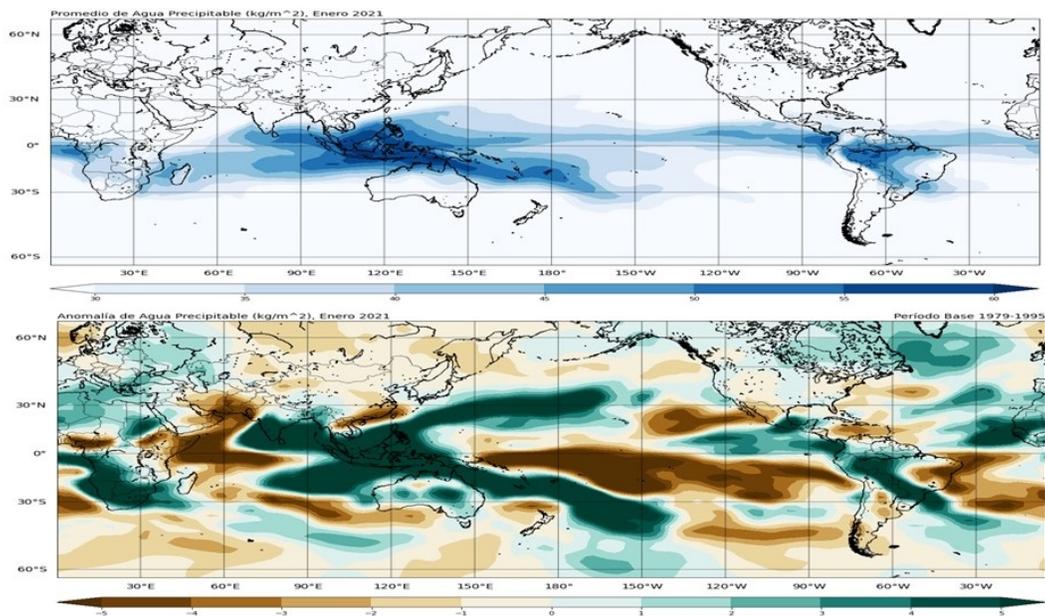


Figura 1.10: (Superior) Agua precipitable en la atmósfera y su (Inferior) anomalía durante el mes de enero de 2021. Anomalías calculadas con respecto a la climatología 1981-2010.

En el mes de enero, los vientos que se desplazan de oeste a este en niveles altos de la atmósfera (200 hPa), se intensificaron sobre las costas de Asia, incrementando la velocidad de la Corriente en Chorro Subtropical en esta región, fortaleciendo la circulación anticiclónica sobre el centro del Océano Pacífico norte; sin embargo, cercano a las costas de México se observó un debilitamiento en la velocidad de estos vientos por la presencia de un sistema de baja presión. En cambio, en la región ecuatorial se registró otro sistema de alta presión incrementando la velocidad de los vientos alisios. Mientras que, al occidente del Océano Atlántico tropical norte, cercano a las costas de Estados Unidos y Canadá la velocidad del viento se intensificó, dando lugar a un sistema de baja presión, como se muestra en la (Figura 1.11).

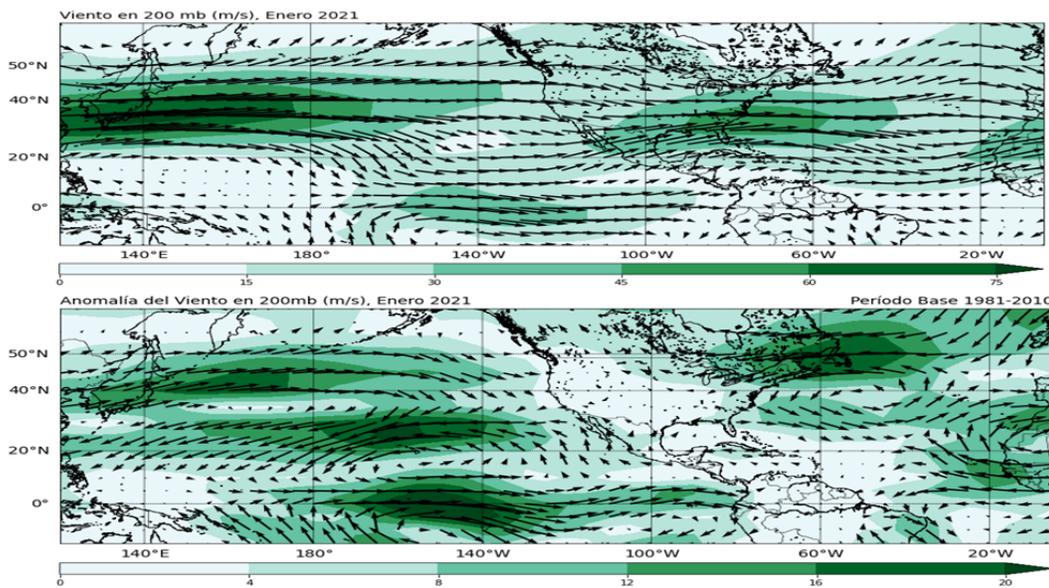


Figura 1.11: (Superior) Promedio de la velocidad del viento en (m/s) observada en niveles altos (200 mb), (Inferior) anomalía de velocidad del viento en el mes de enero de 2021 . Anomalías calculadas con respecto a la climatología 1981-2010. Datos: NCEP Daily Global Analyses.

Los vientos que se desplazan de este a oeste en niveles bajos de la atmósfera (850 hPa) en latitudes tropicales y de oeste a este a partir de latitudes medias, mejor conocidos como vientos alisios sobre la región tropical también se intensificaron sobre el Océano Pacífico norte y ecuatorial, principalmente en la región central de la cuenca asociados con la propagación del sistema de alta presión semipermanente NHP. De igual manera se registró el incremento en la velocidad del viento en niveles bajos sobre Centroamérica y el Océano Atlántico norte, como se muestra en la Figura 1.12.

Durante este mes, la circulación en 500 hPa, estuvo fuertemente asociada con los patrones de temperatura en superficie, con anomalías positivas de altura geopotencial al noreste de Canadá, Groenlandia, el Polo Norte, Europa y gran parte de Asia central; de igual manera se observaron anomalías positivas de altura geopotencial sobre el Océano Pacífico norte, como se observa en la 1.13.

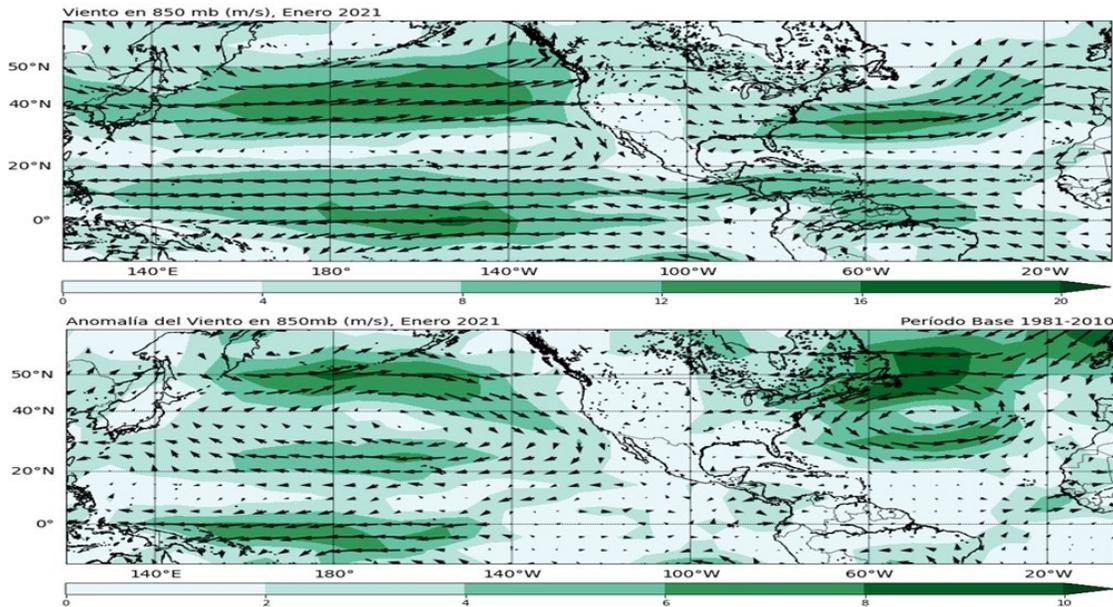


Figura 1.12: (Superior) Promedio de la velocidad del viento observada en niveles bajos (850 mb). (Inferior) anomalía del viento en el mes de enero de 2021. Anomalías calculadas con respecto a la climatología 1981-2010. Datos: NCEP Daily Global Analyses

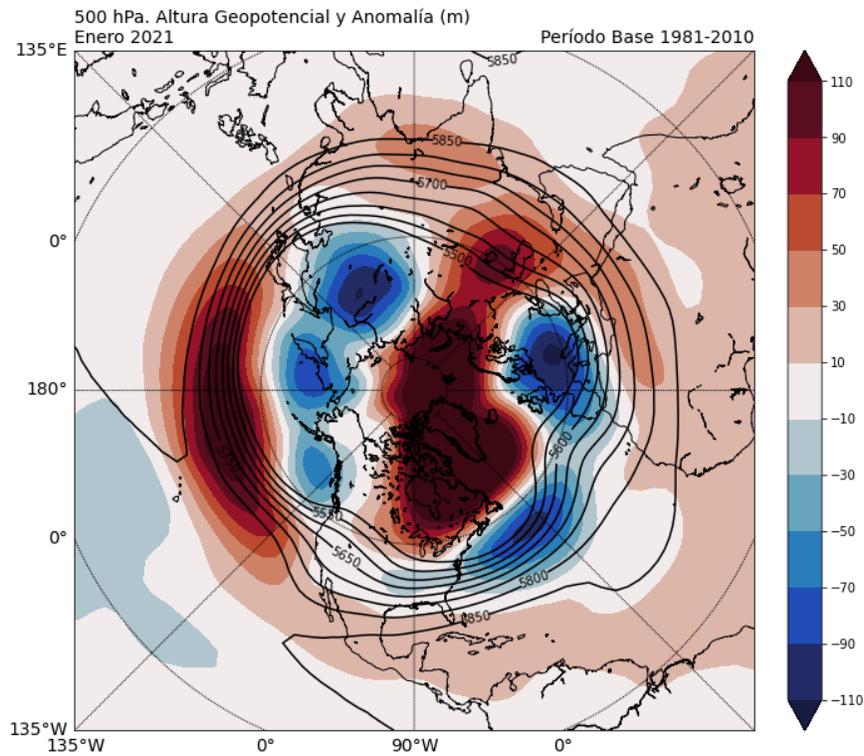


Figura 1.13: Anomalía en metros de altura geopotencial a 500 hPa en enero de 2021. Anomalías calculadas con respecto a la climatología 1981-2010. Datos: NCEP Daily Global Analyses.

En la Figura 1.14, se observan los patrones de anomalía de altura geopotencial en superficie durante enero de 2021; los cuales ayudan a identificar la variabilidad de sistemas de alta o baja presión semipermanentes, denominados así ya que sólo varía su extensión o intensidad, formando parte constante de la circulación atmosférica global, como es el NHP en el Océano Pacífico y el NASH en el Océano Atlántico. En enero de 2021 el sistema de alta presión semipermanente del Océano Pacífico norte se encontró intensificado. En cambio, sobre el Océano Atlántico se observó bastante debilitado, debido a la entrada de aire cálido al Polo Norte, que permitió el debilitamiento del Vórtice Polar y por lo tanto de la Corriente en Chorro polar. También se registraron anomalías negativas sobre Alaska, sur de Europa y norte de África. Cabe resaltar que este patrón es bastante similar al observado en 500 hPa, por lo que este patrón fue dominante en la circulación general de la atmósfera durante todo el mes, al menos desde superficie hasta niveles medios.

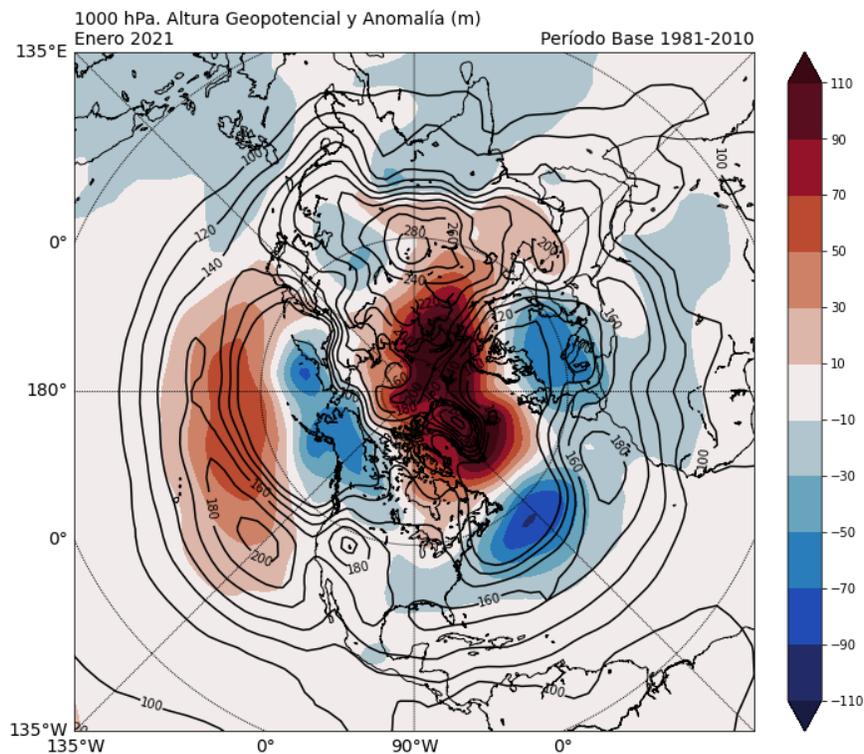


Figura 1.14: Anomalía de presión a nivel del mar en metros, en el mes de enero de 2021. Anomalías calculadas con respecto a la climatología 1981-2010. Datos: NCEP Daily Global Analyses.

La Oscilación Madden Julian (MJO por sus siglas en inglés) es una perturbación de vientos, nubosidad y presión que regularmente se desplaza desde el oeste hacia el este, de variabilidad intraestacional, es decir, tarda de 30 a 50 días en completar un ciclo. Esta perturbación se asocia con el desarrollo convectivo y de tormentas en la región tropical. Al igual que el fenómeno ENOS, el efecto de la MJO sobre la precipitación en la región tropical es muy fuerte ya que puede alterar los patrones de circulación atmosférica.

Las tormentas convectivas disminuyen al cruzar el Océano Pacífico, pero los vientos asociados pueden continuar a través del hemisferio occidental para iniciar el próximo ciclo de la MJO en el Océano Índico. La mayoría de los índices utilizados para dar seguimiento a la MJO identifican la amplitud y longitud de la celda convectiva que generalmente favorece la precipitación, para describir una de las 8 fases que la caracterizan.

Como se observa en la Figura 1.15, durante enero de 2021 la MJO inició desorganizada, posteriormente entró en fase 3 con intensidad débil, a partir de la segunda quincena se encontró en fase 4 debilitándose gradualmente hasta estar nuevamente desorganizada desde el 17 y hasta el 21 de enero, cuando se organizó entre fase 7 y 6 con intensidad moderada hasta terminar el mes en fase 6. La fase 6 se caracteriza por mantener un núcleo de inhibición de convección sobre el Océano Índico, la India, en cambio el núcleo que genera convección se desplaza sobre el Océano Pacífico central principalmente, aún sin presentar influencia en los patrones convectivos sobre el continente americano.

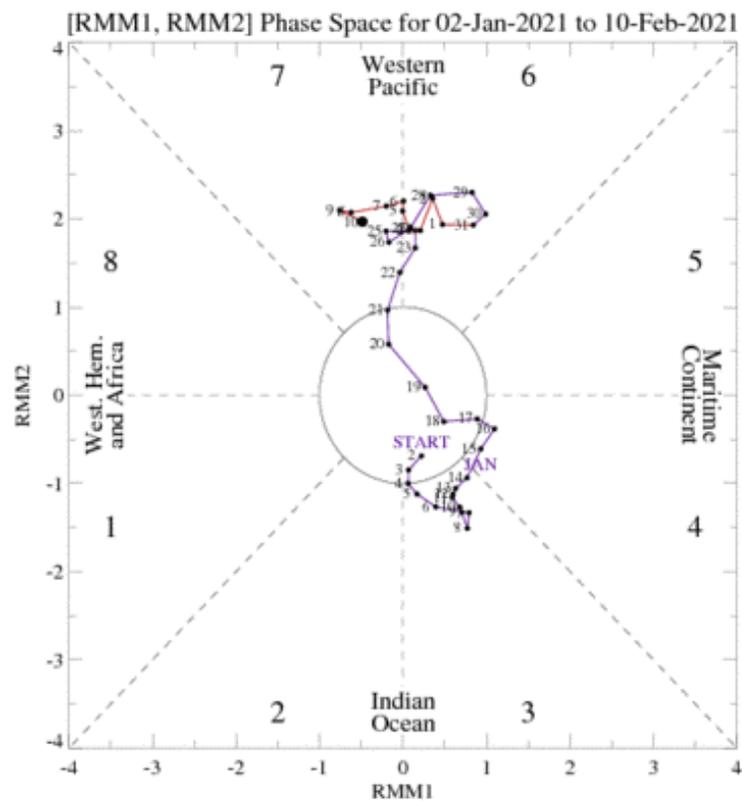


Figura 1.15: Diagrama de fases de la MJO de 40 días, del 02 de enero al 10 de febrero de 2021, ilustrando la fase y amplitud de la MJO, basado en el método estadístico de componentes principales y funciones ortogonales empíricas del viento zonal a 850 mb, a 200 mb y de la OLR. El movimiento en sentido contrario del reloj representa la propagación de la señal de esta oscilación hacia el este. Los colores de la línea sirven para diferenciar los meses. Mientras el movimiento sea más lejano al círculo central indica una señal más intensa, en cambio cuando se encuentra dentro del círculo central significa que no hay un patrón definido de la MJO. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

2. Precipitación

En enero de 2021, la precipitación a nivel nacional fue de 23.7 mm, que representó un 3.6% por debajo del promedio climatológico 1981-2010, cuyo valor es de 24.7 mm. El patrón de lluvias que se observó en el noroeste fue resultado del ingreso del río atmosférico número 3, el frente frío número 30 y entrada de humedad del Océano Pacífico impulsada por la corriente en chorro. En el oriente y sur del país, otros eventos aportaron lluvias significativas, entre ellos; los frentes fríos 26, 27 y canales de baja presión en interacción con los frentes fríos 29 y 32. El valor máximo acumulado mensual de 456.0 mm se reportó en la estación Sayula, en el estado de Chiapas, el máximo diario se registró en el Observatorio de Xalapa, Veracruz, el día 20 de enero con un valor de 153.5 mm. Lluvias por arriba del promedio se registraron en Sonora, norte de Baja California, suroeste de Chihuahua, Veracruz, Hidalgo, norte de Puebla, noroeste de Oaxaca, sur de Chiapas, Tabasco y la región limítrofe entre Campeche, Yucatán y Quintana Roo; el resto del país recibió lluvias por debajo de la climatología (Figura 2.1).

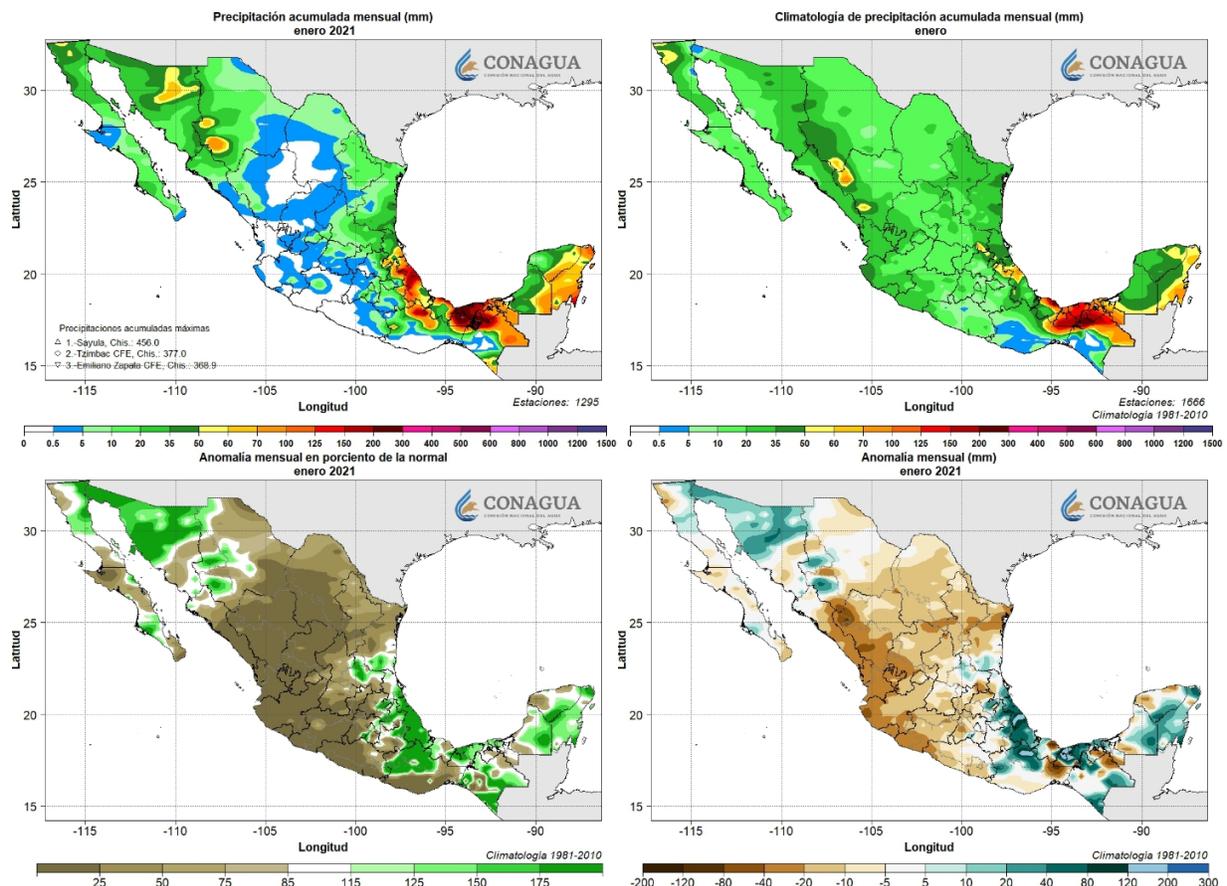


Figura 2.1: (Superior izquierda) Lluvia total observada. (Superior derecha) Comportamiento normal de las lluvias durante enero en el periodo 1981-2010. (Inferior izquierda) Anomalia en porciento del normal. (Inferior derecha) Anomalia absoluta. Con información disponible en enero de 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Como se puede observar en la Figura 2.2, solo 10 días del mes de enero rebasaron la lámina climatológica diaria a nivel nacional, de ellos los días más sobresalientes fueron el 19, 20 y 28 que superaron por más del doble su valor promedio. El día 20 del mes se registró la lámina máxima diaria que fue de 5.4 mm, 4.9 mm más que el promedio para este día, debido a la interacción de un canal de baja presión sobre la vertiente del Golfo de México que se combinó con humedad proveniente del océano y el desplazamiento del frente frío número 29 y ocasionó lluvias intensas en el oriente del país (Figura 2.3).

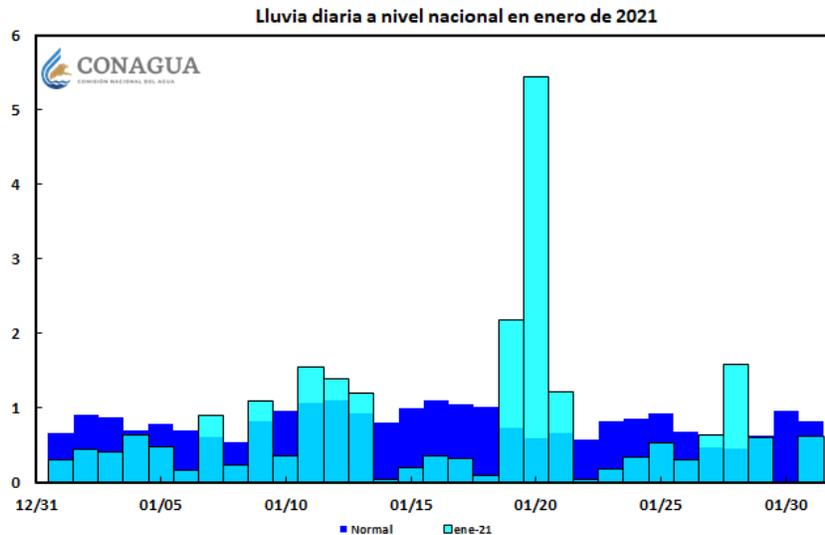


Figura 2.2: Láminas diarias de precipitación a nivel nacional (barras azules) del mes de enero de 2021, comparadas con la lluvia normal (Climatología 1981-2010) (barras oscuras). Con información disponible en enero de 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podría resultar diferente.

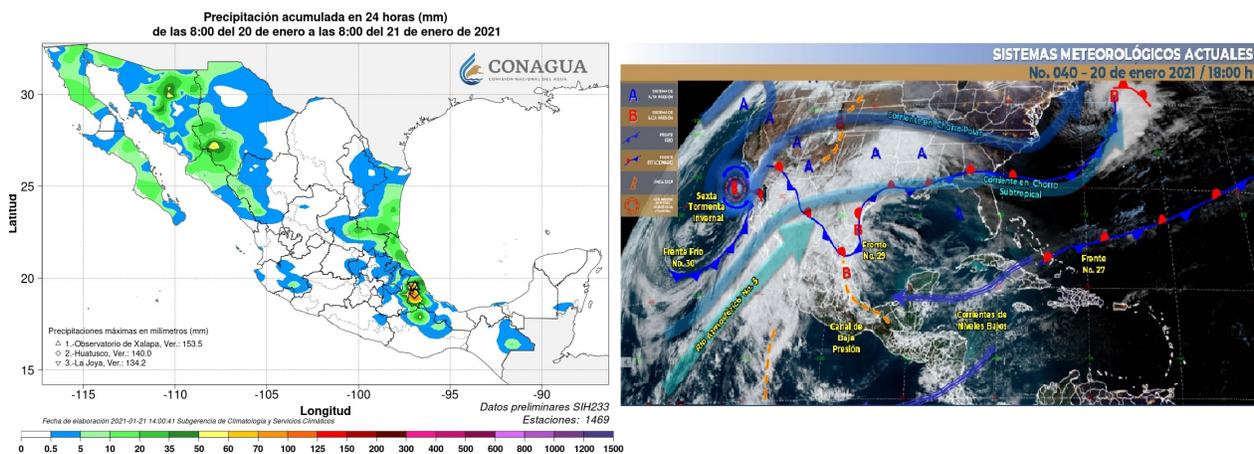


Figura 2.3: (Izquierda) Distribución de la lluvia observada el día 20 de enero de 2021. (Derecha) Principales sistemas meteorológicos observados el 20 de enero

En cuanto a los valores máximos diarios, el día 20 de enero se registró el máximo del mes con 153.5 mm en el Observatorio meteorológico de Xalapa, Veracruz; el segundo valor máximo se registró el día 7 en el mismo estado, en la estación la Cangrejera con 123.0 mm; así mismo el día 2 de enero se registraron 90.0 mm en la estación Rancho Nuevo, del estado de Puebla. En contraste, el 29 de enero, la lluvia máxima fue de solo 3.7 mm en la estación Finca Chayabé, en el estado de Chiapas, este valor fue el mínimo en el mes, en la Tabla 2.1 se muestran los registros diarios de lluvia máxima y lámina de lluvia a nivel nacional.

Tabla 2.1: Láminas de lluvia diaria estimada a nivel nacional y lluvias máximas diarias (mm) en enero de 2021

Día	Lámina Diaria Nacional	Máxima Diaria	Localidad	Día	Lámina Diaria Nacional	Máxima Diaria	Localidad
1	0.3	84.7	Tapachula, Chis.	17	0.3	21.3	Caseta Forestal, Cd. de Méx.
2	0.4	90	Rancho Nuevo, Pue.	18	0.1	26.8	San Andrés Chicahuaxtla, Oax.
3	0.4	37	El Cuyo, Yuc.	19	2.2	68.4	Cerro Gordo, Ver.
4	0.6	54.2	Macuspana, Tab.	20	5.4	153.5	Observatorio de Xalapa, Ver.
5	0.5	59.5	Miguel de la Madrid Hurtado, Oax.	21	1.2	26.1	Basaseachi, Chih.
6	0.2	36.9	Zacatepec, Oax.	22	0	6.8	Atacomulco Prepa., Méx.
7	0.9	123	La Cangrejera, Ver.	23	0.2	16.3	Emilio López Zamora, B.C.
8	0.2	20	Tamarindo, Ver.	24	0.3	16.6	Tecate, B.C.*
9	1.1	42.4	Finca Hamburgo, Chis.	25	0.5	37.2	El Hongo, B.C.
10	0.4	61	Cuetzalan del Progreso, Pue.	26	0.3	16.2	Santa Rosa 2, Son.
11	1.5	79.2	Sayula, Chis.	27	0.6	74.5	Oxolotán, Tab.
12	1.4	85.3	Isla Pérez, Yuc.**	28	1.6	88.5	Pichucalco, Chis.
13	1.2	78	Planta de Bombeo 1 de La Cangrejera, Ver.	29	0.6	42	Tierra Morada, Ver.
14	0	11	Alcomunga, Pue.	30	0	3.7	Finca Chayabé, Chis.*
15	0.2	40	Agua Dulce, Ver.	31	0.6	83.6	Huehuetla, Hgo.
16	0.4	40.2	Colonia Hidalgo, Méx				

Nota. Con información disponible en enero de 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente. *Automática CONAGUA, **Automática CFE, ***Automática INIFAP, +Automática CILA, ++Automática SACMEX, +++Automática REMAS, (+)Automática UNAM.

En la Figura 2.4 se muestran las estadísticas de las anomalías porcentuales de lluvia de largo periodo (1941-2020) para el mes de enero, en donde las barras azules representan la anomalía de lluvias para cada año y la línea roja continua es la media móvil de 5 años, como representación gráfica de la tendencia de dichas anomalías, de modo que, cuando una barra se encuentra por debajo de la línea central (cero) significa que la anomalía fue inferior al valor promedio, caso contrario cuando se encuentra por arriba. La lámina

de lluvia a nivel nacional para enero de 2021 fue de 23.7 mm, lo que representó una anomalía del 5.2% por debajo del promedio de largo período, que es de 25.0 mm. Al igual que los años 2019 y 2020, enero de 2021 registró una anomalía por debajo del promedio, sin embargo, este año fue el más cercano al promedio. En los valores extremos enero de 1992 superó al valor promedio en un 244.8% con 86.2 mm y 1953 ha sido el enero menos lluvioso con 4.7 mm a nivel nacional, igual a 81.2% por debajo de la media.

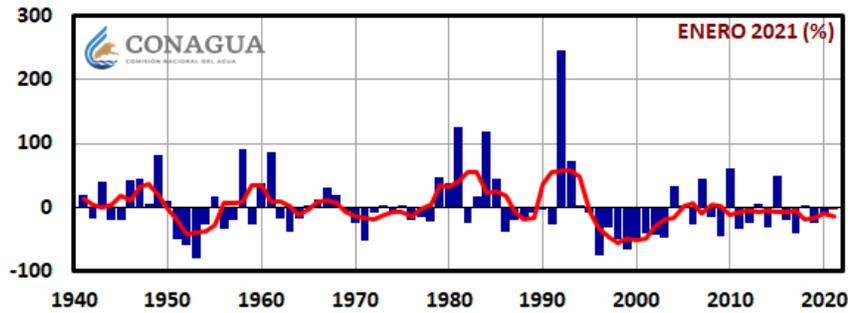


Figura 2.4: Anomalías porcentuales promedio de precipitación a nivel nacional de enero de 2021 (barras azules), media móvil de cinco años (línea roja).

En la Figura 2.5 se muestra la clasificación de lluvias acumuladas de 1, 3, 6 y 12 meses a nivel nacional y estatal, comparados con sus respectivos periodos desde 1941 al 2020. A nivel nacional enero de 2021 se ubicó en el lugar trigésimo quinto de los más húmedos, a nivel estatal Veracruz se colocó en el sexto lugar de los más lluvioso, en contraste, el estado de Michoacán tuvo su séptimo enero más seco.

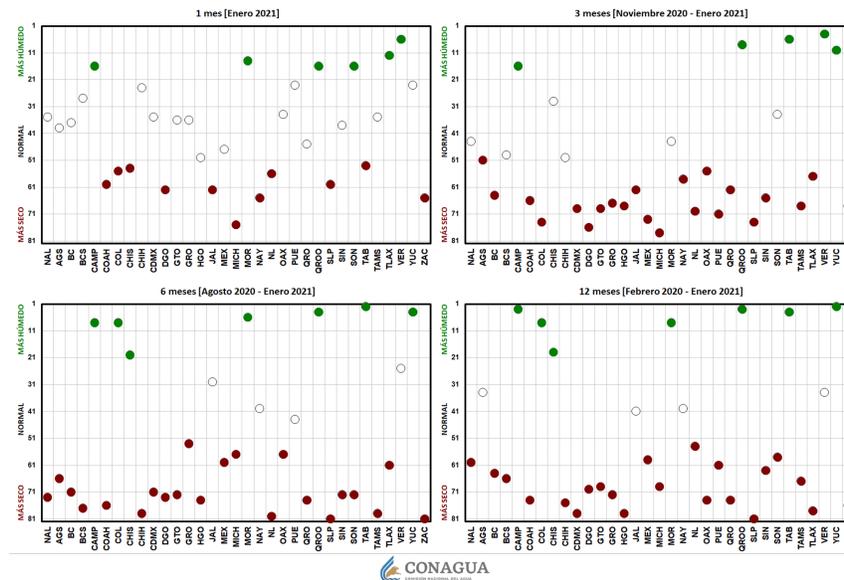


Figura 2.5: Clasificación de lluvias promedio a nivel nacional y estatal para varias escalas de tiempo hasta el 31 de enero. Con información disponible en 31 de enero de 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente

En el periodo de noviembre 2020 a enero 2021, Veracruz, Tabasco y Quintana Roo se ubicaron en el tercero, quinto y séptimo trimestres más lluviosos, respectivamente, Michoacán se colocó en la cuarta posición como más seco para este periodo. Tabasco tuvo su semestre agosto-enero más húmedo, mientras que, Quintana Roo y Yucatán su tercer semestre (agosto-enero) más húmedo y Morelos su quinto, en el extremo opuesto los estados de Zacatecas y San Luis Potosí tuvieron su semestre agosto-enero más seco desde 1941. Finalmente, en el periodo de doce meses los estados de Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Colima y Morelos se colocaron en el rango de los siete más húmedos, el resto de los estados presentaron condiciones secas, a excepción de Aguascalientes, Veracruz, Nayarit y Jalisco que presentaron condiciones cercanas a lo normal (Figura 2.5).

2.1. Registros máximos históricos de precipitación

Los máximos históricos de precipitación, hacen referencia a los valores extremos reportados en el Sistema de Información Hidrológica (SIH), de la CONAGUA, que superan un valor histórico extremo, registrado en la base de datos climatológica de la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional (CGSMN).

En la Tabla 2.2, de izquierda a derecha, se muestran: el nombre de la estación, el municipio donde se encuentra, récord observado (reportado en milímetros), fecha de registro, récord histórico y la fecha en que este sucedió. Cabe hacer la aclaración, que no todos los valores indicados en esta tabla ocasionaron daños a la población y/o infraestructura del lugar donde se midieron. En la sección de *eventos notables* se describen aquellos eventos que causaron afectaciones durante el mes.

Durante enero de 2021, en treinta y siete ocasiones se registró un valor de precipitación máximo que superó su valor anterior. En esta ocasión, siete de estos registros superados se localizaron en la Base de Datos Climatológica (CLICOM) y los treinta registros restantes en el Sistema de Información Hidrológica (SIH).

Tabla 2.2: Registros de precipitación que superaron su máximo histórico en enero de 2021

Estación /Estado	Municipio	Nuevo Récord (mm)	Fecha Nuevo Récord	Récord Anterior (mm)	Fecha Récord Anterior	Base de datos del Record Anterior
Tapachula, Chis.	Tapachula	84.7	01/01/2021	82.1	25/01/2007	CLICOM
Despoblado, Chis.	Villa Comaltitlán	54.5	01/01/2021	47.0	15/01/1988	CLICOM
Finca Chayabé, Chis.*	Las Margaritas	34.5	04/01/2021	28.2	17/01/2020	SIH
San Antonio Cuajimoloyas, Oax.	Villa Díaz Ordaz	14.3	06/01/2021	5.2	24/01/2019	SIH
Oxotlán, Tab. **	Tacotalpa	110.7	07/01/2021	45.0	20/01/2020	SIH
Montes Azules, Chis.*	Ocosingo	59.2	07/01/2021	36.8	17/01/2020	SIH
Malpaso, Chis.**	Mezcalapa	57.4	07/01/2021	46.4	08/01/2017	SIH
Observatorio de Aeropuerto Oaxaca, Oax.	Santa Cruz Xoxocotlán	10.9	08/01/2021	8.5	16/01/2004	SIH
Despoblado, Chis.	Villa Comaltitlán	7.5	08/01/2021	6.0	13/01/2012	SIH
Barra del Tordo, Tamps.*	Aldama	27.7	09/01/2021	23.1	18/01/2020	SIH
Barbosa, Gto.*	León	19.8	09/01/2021	14.0	02/01/2020	SIH
Xalapa Cristal, Ver.	Xalapa	57.0	11/01/2021	20.8	19/01/2020	SIH
Paredón HC, Tab.*	Huimanguillo	50.8	11/01/2021	49.2	04/01/2016	SIH
Colonia Hidalgo, Méx San Juan Teposcolula, Oax.	Malinalco San Juan Teposcolula	40.2 14.3	16/01/2021 16/01/2021	28.7 13.5	10/01/1996 07/01/2021	CLICOM SIH
La Cumbre, Ver.	Emiliano Zapata	58.0	19/01/2021	0.0	18/01/2021	SIH
Xalapa Magisterial, Ver.	Xalapa	43.7	19/01/2021	15.5	19/01/2020	SIH
Xalapa Cristal, Ver.	Xalapa	41.5	19/01/2021	20.8	19/01/2020	SIH
Actopan, Ver.*	Actopan	41.3	19/01/2021	5.4	25/01/2019	SIH
Urique, Chih.	Urique	40.0	19/01/2021	37.4	14/01/2004	SIH
Sedeño, Ver.	Xalapa	40.0	19/01/2021	18.0	19/01/2020	SIH
Xalapa Sumidero, Ver.	Xalapa	39.7	19/01/2021	20.3	04/01/2016	SIH
Piletas, Ver.	Rafael Lucio	39.5	19/01/2021	11.4	11/01/2021	SIH
Observatorio de Xalapa, Ver.	Xalapa	153.5	20/01/2021	80.0	16/01/1959	CLICOM
La Joya, Ver.	Acajete	134.2	20/01/2021	45.4	16/01/1992	CLICOM
Briones, Ver.	Coatepec	133.1	20/01/2021	75.4	22/01/1994	CLICOM
Totutla, Ver.	Totutla	117.2	20/01/2021	50.2	02/01/1997	CLICOM
Huatusco, Ver.	Huatusco	140.0	20/01/2021	70.0	21/01/1994	SIH
Xalapa Sumidero, Ver.	Xalapa	129.6	20/01/2021	39.7	19/01/2021	SIH
Xalapa Magisterial, Ver.	Actopan	123.6	20/01/2021	43.7	19/01/2021	SIH
Coatepec, Ver.	Coatepec	123.1	20/01/2021	80.0	22/01/1994	SIH
Quimixtlán, Pue.	Oriental	113.1	20/01/2021	31.5	06/01/2015	SIH
Sedeño, Ver.	Xalapa	113.0	20/01/2021	40.0	19/01/2021	SIH
Tecate, B.C.*	Tecate	16.6	23/01/2021	12.2	05/01/2019	SIH
Tecate, B.C.*	Tecate	19.0	24/01/2021	16.6	24/01/2021	SIH
San Quintín, B.C.	Ensenada	16.3	24/01/2021	14.5	20/01/2021	SIH
Huehuetla, Hgo.	Huehuetla	83.6	31/01/2021	72.0	19/01/2020	SIH

Nota. Nuevos récords con información disponible en enero de 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente. *Automática CONAGUA, **Automática CFE, ***Automática INIFAP, +Automática CILA, ++Automática SACMEX, +++Automática REMAS, (+)Automática UNAM.

Tabla 3.1: Porcentaje de área cubierta por las diferentes categorías de sequía desde desde el 15 de agosto de 2020 al 31 de enero de 2021

Mes-Año	Porcentajes envoltentes					Porcentajes desagregados					
	Sin afectación	D0 a D4	D1 a D4	D2 a D4	D3 a D4	D4	D0	D1	D2	D3	D4
31-ene-2021	20.88	79.12	57.64	29.81	7.73	0.45	21.49	27.83	22.07	7.28	0.45
15-ene-2021	20.10	79.90	57.18	31.87	9.80	0.46	22.72	25.31	22.06	9.35	0.46
31-dic-2020	21.58	78.42	55.04	30.41	9.75	0.65	23.38	24.63	20.66	9.10	0.65
15-dic-2020	24.34	75.66	52.51	30.07	9.09	0.67	23.15	22.44	20.98	8.42	0.67
30-nov-2020	28.52	71.48	47.16	27.26	8.25	0.67	24.32	19.91	19.01	7.57	0.67
15-nov-2020	30.57	69.43	41.97	21.49	3.83	0.00	27.46	20.48	17.66	3.83	0.00
31-oct-2020	36.15	63.85	37.90	13.44	2.51	0.00	25.95	24.46	10.93	2.51	0.00
15-oct-2020	41.31	58.69	35.63	10.73	1.13	0.00	23.06	24.90	9.60	1.13	0.00
30-sep-2020	40.14	59.86	29.77	9.40	0.73	0.00	30.09	20.37	8.67	0.73	0.00
15-sep-2020	43.24	56.76	24.28	7.01	0.68	0.00	32.48	17.27	6.33	0.68	0.00
31-ago-2020	41.24	58.76	25.65	8.25	0.84	0.00	33.10	17.40	7.42	0.84	0.00
15-ago-2020	47.49	52.51	19.68	6.51	0.43	0.00	32.83	13.17	6.08	0.43	0.00

Nota. Información obtenida del Monitor de Sequía en México (MSM). Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional-CONAGUA.

Los estados con el mayor porcentaje de áreas con sequía de severa a extrema (D2 a D3) al 31 de enero de 2021 fueron Sinaloa, Sonora y Chihuahua, en los últimos dos estados también se observó sequía excepcional (D4) en el 1.8% y 2.2% de sus territorios. Por el contrario, los estados de Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo continuaron libres de sequía al final del mes (Figura 3.2). Durante enero de 2021, de acuerdo con datos de la Comisión Nacional forestal (CONAFOR) se detectaron incendios forestales en al menos 21 entidades federativas que en total consumieron alrededor de 3782 hectáreas, los estados con la mayor superficie quemada en el período del 1 de enero al 4 de febrero fueron Chihuahua, Michoacán, Estado de México y Chiapas. En ese período, la mayor categoría de sequía que se observó en Chihuahua fue la excepcional (D4), en Michoacán y Estado de México la de sequía severa (D2), en tanto que, en Chiapas se registraron condiciones anormalmente secas en el 2.3% de su territorio (Figura 3.2).

Para mayor información se sugiere consultar [el Monitor de Sequía de México](#).

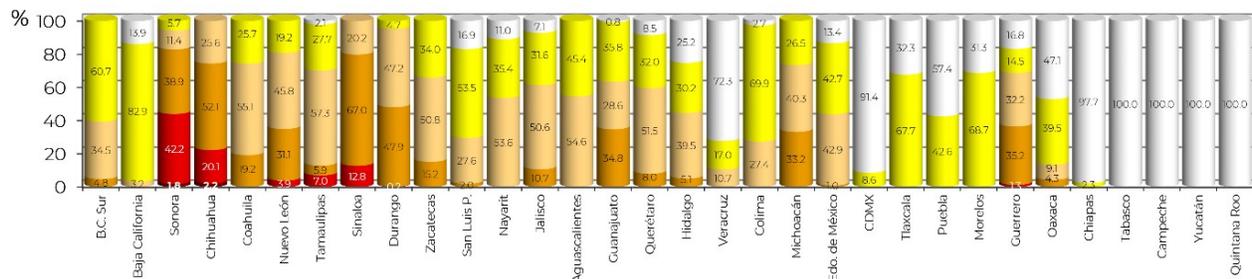


Figura 3.2: Porcentaje de área cubierta por las diferentes categorías de sequía a nivel estatal al 31 de enero de 2021. Obtenido del Monitor de Sequía en México (MSM). Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional-CONAGUA.

4. Temperatura

El valor promedio nacional de temperatura media registrado en enero de 2021 fue de 16.4 °C, en esta ocasión el primer mes del año se ubicó -0.2 °C por debajo del promedio climatológico 1981-2010, valor que ubicó al mes como el trigésimo octavo mes de enero más fresco, de acuerdo con el registro histórico desde 1953. De manera opuesta, los estados de Chiapas, Ciudad de México y Jalisco registraron su enero más cálido, seguidos de Campeche, Colima, Nuevo León y Quintana Roo con su segundo enero más cálido. En la Figura 4.1 se muestra un ligero aumento en los promedios diarios de temperatura en la tercera semana del mes, en el caso de temperatura mínima, incluso se superó el umbral de la media más dos desviaciones estándar. El día 22 fue el más cálido del mes con un promedio nacional de 19.3 °C y el día más fresco el 12 con 14.2 °C.

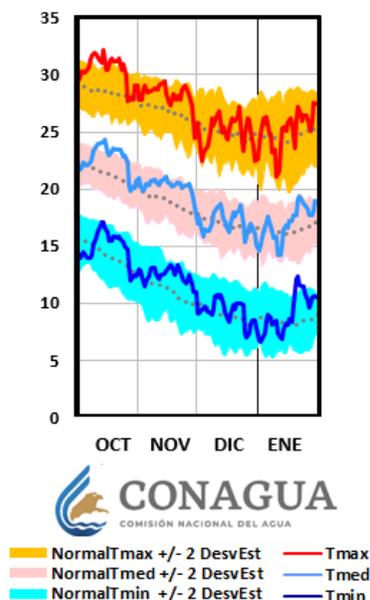


Figura 4.1: Marcha diaria de la temperatura a nivel nacional (°C) de octubre de 2020 a enero de 2021. Los umbrales para las desviaciones estándar fueron calculados con respecto a la normal 1981-2010. Con información disponible en enero de 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente

4.1. Temperatura máxima (Tx) y número de días con Tx igual o mayor a 40 °C

La temperatura máxima promedio durante enero de 2021 fue de 24.6 °C cifra que igualó la normal climatológica 1981-2010. En la Figura 4.2 se observan zonas con valores promedio mayores a 37.5 °C en los estados de Michoacán y Guerrero; así como en Nayarit, Jalisco, Colima, Oaxaca y Chiapas, sur de Veracruz, Tabasco y la Península de Yucatán valores mayores a 30.0 °C, contrario a la región norte y noroeste donde se observaron zonas

con temperaturas máximas promedio menores a 15.0 °C. Anomalías mayores a 5.0 °C de manera puntual estuvieron presentes en Sinaloa, Durango, Coahuila, Zacatecas, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Querétaro, Guerrero, Puebla y Oaxaca.

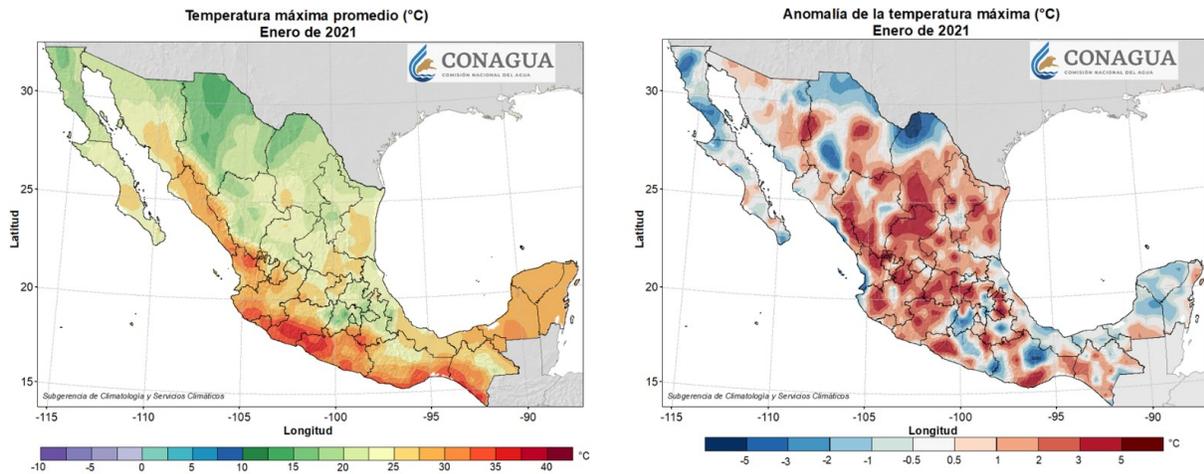


Figura 4.2: (Izquierda) Temperatura máxima promedio. (Derecha) anomalía en enero de 2021. Con información disponible en enero de 2021 en el Sistema de Información Hidrológica de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Los estados que registraron valores de temperatura máxima mayores o iguales a 40.0 °C en enero de 2021 fueron Chiapas, San Luis Potosí, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Nayarit con uno a cinco días con estas condiciones (Figura 4.3).

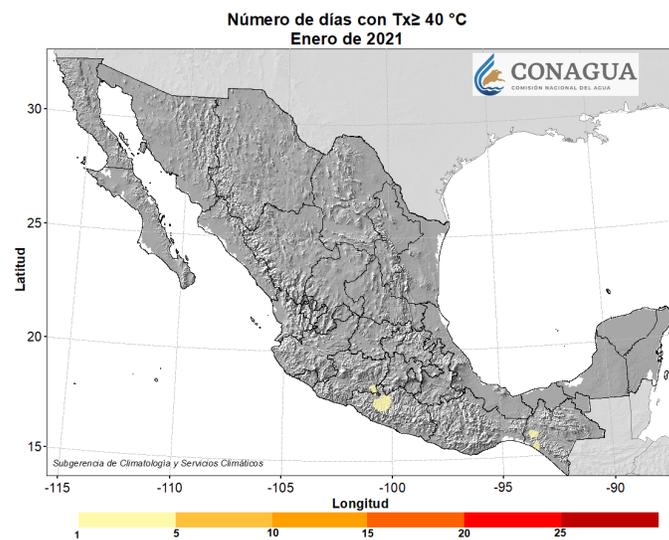


Figura 4.3: Número de días con $T_x \geq 40$ °C en enero. Información disponible en enero de 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

La temperatura máxima del mes de enero de 2021 fue de 41.4 °C, registrada en la estación Nueva Palestina, Chiapas el día 24. Le siguieron reportes de 41.0 °C el día 25 en Gallinas,

San Luis Potosí; 40.0 °C los días 21 y 30 en Caimanera, Michoacán y El Chiflón, Jalisco respectivamente; 40.0 °C el día 28 en Andrés Figueroa, Guerrero y Jesús María, Nayarit. Para mayor información sobre los registros máximos a nivel estatal durante enero de 2021 consultar la Tabla 4.1

Tabla 4.1: Temperaturas máximas extremas a nivel estatal en enero de 2021

Edo.	Tx	Estación	Día	Edo.	Tx	Estación	Día
Ags.	32.4	Calvillo*	31/01/2021	Mor.	38.0	Higuerón	27/01/2021
B.C.	33.0	Abelardo L. Rodríguez	15/01/2021	N.L.	38.0	La Pamona	25/01/2021
B.C.S.	35.0	San Antonio	18/01/2021	Nay.	40.0	Jesús María	28/01/2021
Camp.	38.0	Monclova*	27/01/2021	Oax.	39.5	Zanatepec	21/01/2021
Chih.	36.2	San Francisco	18/01/2021	Pue.	38.0	Chila de la Sal	06/01/2021
Chis.	41.4	Nueva Palestina*	24/01/2021	Q. Roo	35.0	Cozumel	23/01/2021
Ciudad de México	31.9	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN*	26/01/2021	Qro.	38.0	Peñamiller	26/01/2021
Coah.	34.0	Observatorio de Monclova	30/01/2021	S.L.P.	41.0	Gallinas	25/01/2021
Col.	38.5	Callejones	21/01/2021	Sin.	39.0	Rosario	10/01/2021
Dgo.	37.5	Tamazula	31/01/2021	Son.	36.0	Cazanate	08/01/2021
Gro.	40.0	Andrés Figueroa	28/01/2021	Tab.	35.9	Teapa*	26/01/2021
Gto.	34.0	Xichú	21/01/2021	Tamps.	36.5	San Fernando*	25/01/2021
Hgo.	36.5	Atlapexco	25/01/2021	Tlax.	28.2	Observatorio de Tlaxcala*	30/01/2021
Jal.	40.0	El Chiflón	30/01/2021	Ver.	38.0	Garro	26/01/2021
Mex.	31.0	Chapingo	26/01/2021	Yuc.	36.0	Peto	27/01/2021
Mich.	40.0	Caimanera	21/01/2021	Zac.	36.0	José María Morelos	27/01/2021

Nota. Con información disponible en enero de 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente. *Automática CONAGUA, **Automática CFE, ***Automática INIFAP, +Automática CILA, ++Automática SACMEX, +++Automática REMAS, (+)Automática UNAM.

4.2. Temperatura media

La temperatura media nacional en enero de 2021 fue de 16.4 °C, -0.2 °C por debajo del promedio. En la Figura 4.4 se observa que las costas de los estados de Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, así como Campeche y Quintana Roo presentaron promedios de temperatura dentro del rango de 25.0 °C a 30.0 °C, siendo las regiones más cálidas del mes, contrario a Baja California, Sonora, Chihuahua, Durango y Estado de México con valores promedio de 5.0 °C a 10.0 °C. Anomalías mayores a 5.0 °C de manera puntual se registraron en el noroeste de Durango, San Luis Potosí, sur de Tamaulipas, Querétaro, Hidalgo, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Quintana Roo. De manera opuesta en la región noroeste se presentaron anomalías menores a -1.0 °C.

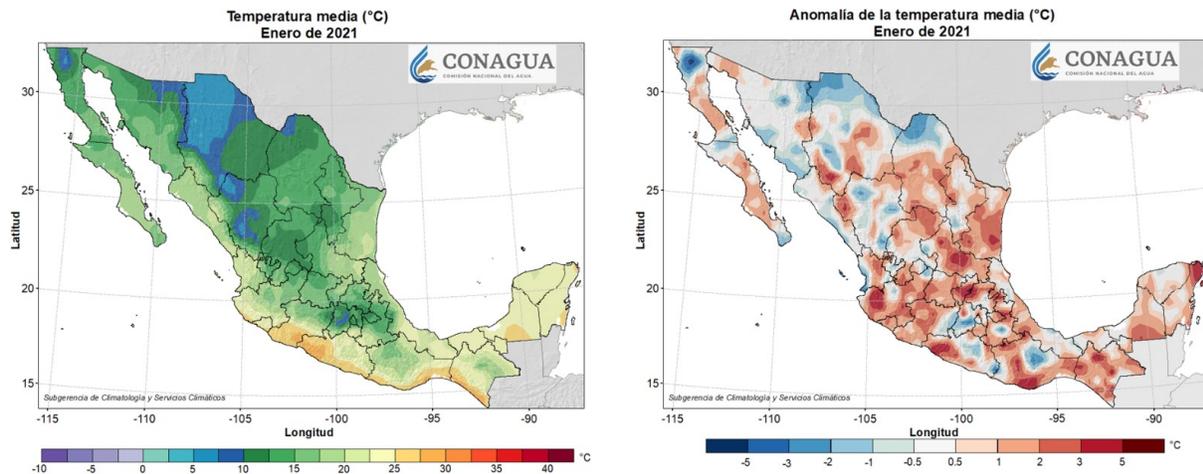


Figura 4.4: (Izquierda) Temperatura media. (Derecha) anomalía en enero de 2021. Con información disponible en enero de 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

4.3. Temperatura mínima (T_n) y número de días con T_n igual o menor a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

En enero de 2021 el promedio nacional de temperatura mínima fue de $8.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ por debajo del promedio climatológico de 1981-2010. Durante este mes se presentaron nueve sistemas frontales que permitieron temperaturas mínimas por debajo de $0.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el norte y noroeste. En Chihuahua y Durango se observaron temperaturas mínimas promedios de -7.5 a $0.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; de $0.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Sonora, Baja California, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, norte de San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, norte de Jalisco y Michoacán, así como la región del centro del país. Respecto a las anomalías, valores menores a $-2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ estuvieron presentes en el norte de Baja California, Sonora, norte y centro de Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas y noroeste de San Luis Potosí (Figura 4.5).

En la Figura 4.6 se observa la cantidad de días en los que se registraron temperaturas mínimas menores o iguales a $0.0\text{ }^{\circ}\text{C}$. En las entidades de Chihuahua y Durango se presentaron más de 25 días con estas condiciones, seguidos de Baja California, Sonora, Zacatecas, Coahuila, San Luis Potosí y Nuevo León con 20 días.

Durante el primer mes del año 2021 el registro mínimo extremo de temperatura ocurrió el día 2 en la estación Cumbres de Majalca, Chihuahua con $-18.3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Le siguieron lecturas de $-17.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ el día 3 en Navíos Viejos, Durango; -11.5 el día 5 en La Florida, Zacatecas; $-11.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ el día 1 en Corral de Piedras, Estado de México; $-10.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ los días 12 y 13 en Constitución de 1857, Baja California y km 9 Ejido Agua Prieta, Sonora. En la Tabla 4.2 se muestran más valores de temperatura mínima a nivel estatal durante el mes de enero de 2021.

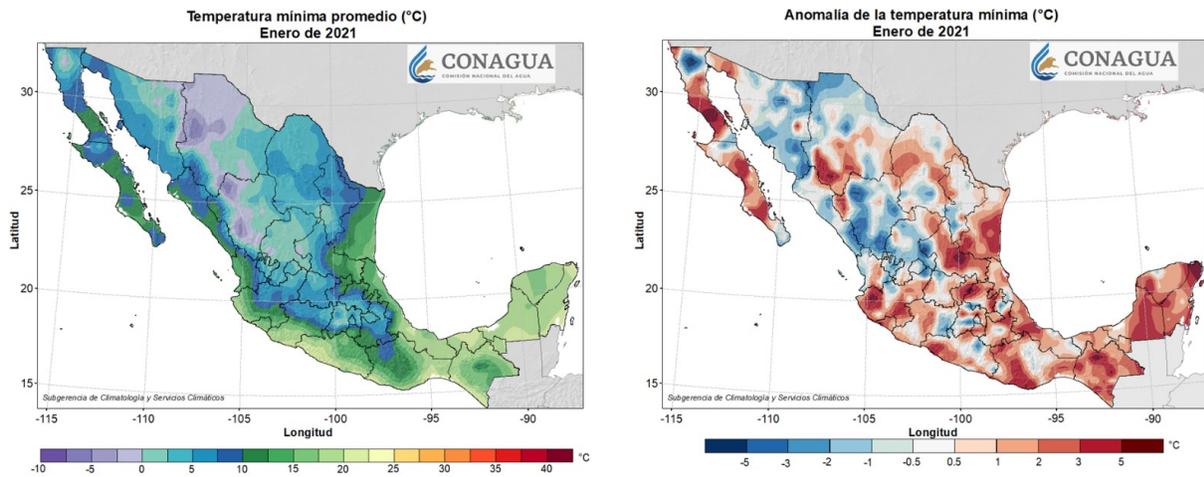


Figura 4.5: (Izquierda) Temperatura mínima promedio y (Derecha) Anomalia en enero de 2021. Con información disponible en enero de 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la Conagua, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

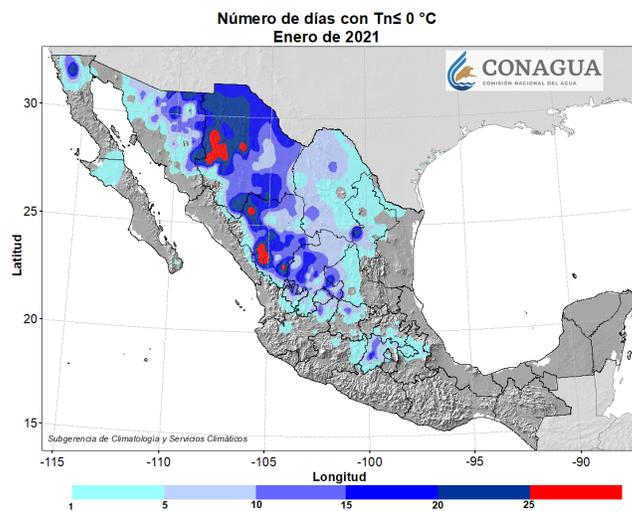


Figura 4.6: Número de días con $T_n \leq 0$ °C en enero de 2021. Información disponible en enero de 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Tabla 4.2: Temperaturas mínimas extremas a nivel estatal en enero de 2021

Edo.	Tn	Estación	Fecha	Edo.	Tn	Estación	Fecha
Ags.	-7.0	Calvillo	02/01/2021	Mor.	-7.1	Lagunas de Zempoala*	02/01/2021
B.C.	-10.4	Constitución de 1857*	12/01/2021	N.L.	-9.0	San Rafael	01/01/2021
B.C.S.	-1.0	Díaz Ordaz	02/01/2021	Nay.	2.3	Ixtlán del Río*	03/01/2021
Camp.	10.0	Hopelchén	18/01/2021	Oax.	-6.0	San Juan Teposcolula	01/01/2021
Chih.	-18.3	Cumbres de Majalca*	02/01/2021	Pue.	-4.0	Ahuazontepec	01/01/2021
Chis.	1.1	El Triunfo*	31/01/2021	Q. Roo	12.0	Observatorio de Felipe Carrillo Puerto	19/01/2021
Ciudad de México	-3.6	El Guarda*	01/01/2021	Qro.	1.9	Huimilpan*	02/01/2021
Coah.	-6.0	San Pedro	14/01/2021	S.L.P.	-3.0	Valentín Gama	15/01/2021
Col.	7.0	La Esperanza	02/01/2021	Sin.	0.0	Andrew Weiss	13/01/2021
Dgo.	-17.0	Navíos Viejos	03/01/2021	Son.	-10.4	km 9 Ejido Agua Prieta++++	13/01/2021
Gro.	1.0	Ixcateopan de Tlapa	10/01/2021	Tab.	14.0	Pueblo Nuevo, Tab.	16/01/2021
Gto.	-5.0	La Quemada	02/01/2021	Tamps.	-1.0	Miguel Hidalgo	13/01/2021
Hgo.	-2.9	ITESA Apan*	02/01/2021	Tlax.	-5.0	San José Atlanga	01/01/2021
Jal.	-7.0	San Gaspar de los Reyes	03/01/2021	Ver.	-8.0	Zalayeta	01/01/2021
Mex.	-11.1	Corral de Piedras*	01/01/2021	Yuc.	8.0	Motul	10/01/2021
Mich.	-6.1	Mariposa Monarca 2*	01/01/2021	Zac.	-11.5	La Florida	05/01/2021

Nota. Con información disponible en enero 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.*Automática CONAGUA, **Automática CFE, ***Automática INIFAP, +Automática CILA, ++Automática SACMEX, +++Automática REMAS, (+)Automática UNAM.

5. Frentes fríos

Se le llama frente a la línea de unión entre dos masas de aire que tienen características diferentes, tales como la temperatura, presión, velocidad, etc., dependiendo de la dirección de la masa de aire y de dichas características físicas, los frentes se clasifican en cuatro diferentes tipos: frente frío, frente cálido, frente ocluido y frente estacionario. Los frentes fríos ocurren cuando una masa de aire frío se acerca a una masa de aire cálida. Dado que el aire frío es más denso que el aire caliente, el aire frío comienza a desplazar al aire cálido por debajo, esto a su vez, hace que el aire cálido se eleve y comience a enfriarse. Si el aire caliente que asciende es lo suficientemente cálido, entonces el vapor de agua contenido comienza a condensarse, formando así nubes y en algunos casos puede provocar precipitación. Conforme la masa de aire frío avanza, a su paso produce condiciones frías y secas que pueden prevalecer por varios días.

En México, climatológicamente, la temporada de frentes fríos comienza en el mes de septiembre y concluye durante el mes de mayo del siguiente año. De acuerdo con los datos de 1981 a 2010, se presentan en promedio 44 sistemas frontales durante una temporada. Los efectos más importantes de los frentes fríos se presentan tanto en norte del país como en las regiones del centro y del sur. Cabe mencionar que, asociados a los frentes fríos, también comienzan a ocurrir los llamados eventos de "Norte". Conforme el frente frío se desplaza por las costas del Golfo de México, el viento cambia de dirección (norte-sur) y se intensifica, generando rachas de vientos fuerte. Estos eventos dejan a su paso oleaje, fuertes vientos, así como lluvias intensas. La Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional (CGSMN) pronosticó para la temporada 2020-2021 un total de 54 frentes fríos. Para el mes de enero se pronosticaron nueve frentes fríos y se observaron nueve. Es decir, tres frentes por arriba de la climatología 1981-2010, como se puede observar en la Figura 5.1.

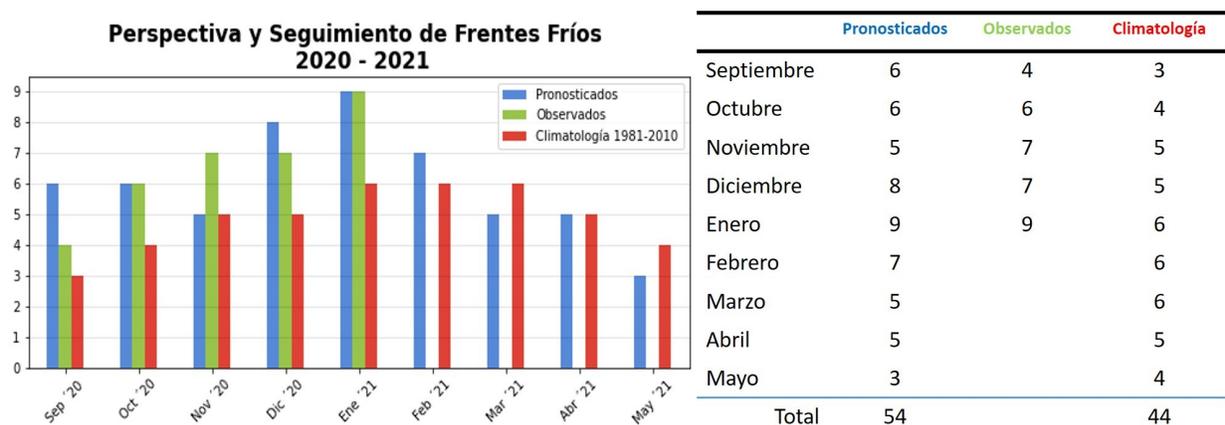


Figura 5.1: Seguimiento de sistemas frontales sobre la República Mexicana comparado con la climatología (1981 - 2010) así como el pronóstico para cada mes para la temporada 2020 - 2021. La temporada comenzó en el mes de septiembre y terminará en el mes de mayo 2021 de acuerdo a la Coordinación Nacional del Servicio Meteorológico Nacional.

Frente frío No. 25 (5 - 9 de enero)

El frente frío No. 25 se enumeró el 5 de enero, a su paso dejó acumulados de precipitación en Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Guerrero, Hidalgo y Puebla; así mismo, la masa de aire frío asociada generó rachas de viento de 60 km/h, así como tolvaneras y descenso de temperatura con heladas en las zonas montañosas de los estados de la mesa centro, norte y el Valle de México. Conforme se siguió desplazando, dejó lluvias en Oaxaca, Chiapas, Tabasco y Península de Yucatán. El arrastre de humedad debido a la corriente en chorro subtropical generó lluvias en Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Nayarit, Jalisco, Guanajuato, Michoacán y el Valle de México.

En la Figura 5.2, se pueden observar los acumulados asociados al paso del frente, concentrándose principalmente en los estados de la vertiente del Golfo de México. En cuanto a temperaturas mínimas, las cinco temperaturas mínimas extremas se presentaron en Chihuahua y Durango. De acuerdo con la Tabla 5.1, las temperaturas mínimas en ambos estados se mantuvieron alrededor de los $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el periodo de efecto del frente, Durango alcanzó la temperatura más baja el 5 de enero, mientras que en Chihuahua fueron el 7 y 8 de enero.

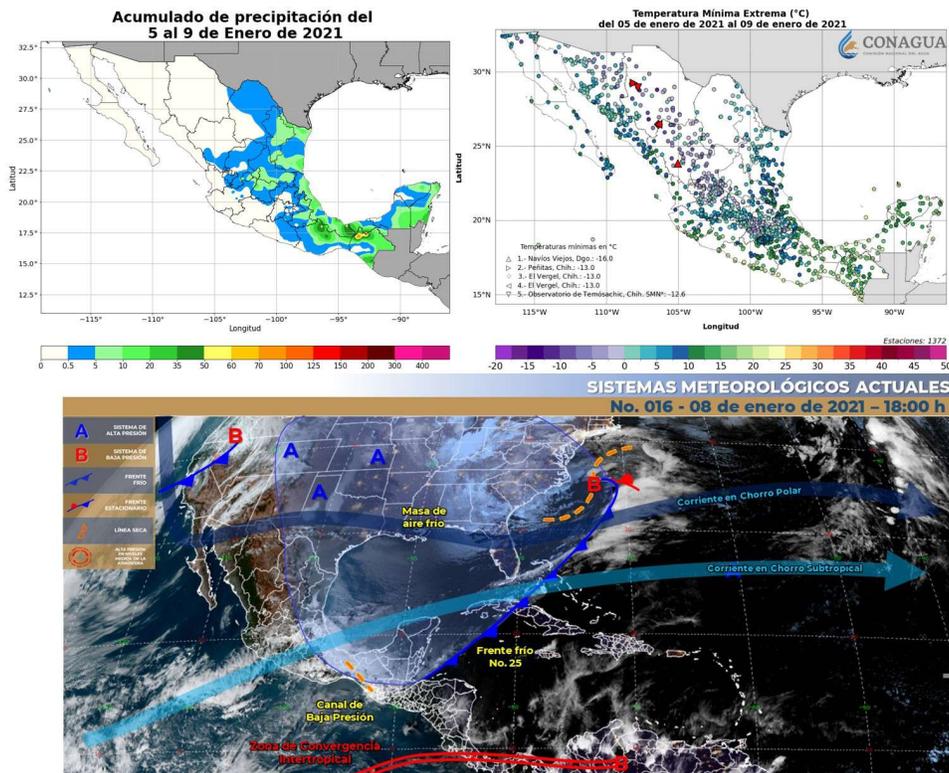


Figura 5.2: (Superior izquierda) Acumulados de precipitación del 5 al 9 de enero. (Superior derecha) Temperaturas mínimas extremas en el periodo del 5 al 9 de enero. (Inferior) Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 8 de enero.

Tabla 5.1: Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 25

Estado	5 enero	6 enero	7 enero	8 enero	9 enero
Chihuahua	-8.1 °C	-10.1 °C	-13.0 °C	-13.0 °C	-10.0 °C
	Temósachic, Chih.	Temósachic, Chic.	Madera, Chih.	Balleza, Chih.	Madera, Chih.
Durango	-16.0 °C	-6.0 °C	-10.0 °C	-11.0 °C	-11.0 °C
	Durango, Dgo.	Santiago Papasquiario, Dgo.	Guanaceví, Dgo.	Durango, Dgo.	Durango, Dgo.

Nota: Se muestra el nombre del municipio en donde fue medida la temperatura. Información obtenida del Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA

Frente frío No. 26 (10 - 14 de enero)

El frente frío No. 26, se enumeró el 10 de enero; al interactuar con un vórtice de núcleo frío, así como la propagación de humedad generó un marcado descenso de temperatura sobre el norte de la República acompañado de rachas de viento y caída de nieve y agua-nieve en las zonas serranas de Chihuahua, Durango y Coahuila. De igual manera, dejó acumulados de precipitación en Tamaulipas, San Luis Potosí y Puebla. Posteriormente, un canal de baja presión generó lluvias en Tabasco, Chiapas, Campeche y Yucatán, la masa de aire frío asociada y la entrada de humedad mantuvieron un ambiente gélido en buena parte del territorio, así como un evento de “Norte” intenso con rachas de 80 a 100 km/h en el litoral de Veracruz e Istmo de Tehuantepec.

En la Figura 5.3, se puede observar que los principales acumulados de lluvias asociados al paso del frente se concentraron en Tabasco y Quintana Roo, adicionalmente. De acuerdo a la Tabla 5.2 las temperaturas mínimas extremas en el periodo de efecto del frente se presentaron en Chihuahua y Durango, llegando a presentar valores por debajo de los -15 °C. Del 10 al 14 de enero, en ambos estados las temperaturas mínimas mantuvieron valores por debajo de los -10 °C.

Tabla 5.2: Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 26

Estado	10 enero	11 enero	12 enero	13 enero	14 enero
Chihuahua	-11.0 °C	-15.0 °C	13.1 °C	15.2 °C	-13.5 °C
	Temósachic, Chih.	Chihuahua, Chih.	Balleza, Chih.	Balleza, Chih.	Balleza, Chih.
Durango	-10.0 °C	-14.0 °C	-14.0 °C	-13.0 °C	-16.5 °C
	Durango, Dgo.	Durango, Dgo.	Durango, Dgo.	Durango, Dgo.	Durango, Dgo.

Nota: Se muestra el nombre del municipio en donde fue medida la temperatura. Información obtenida del Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA

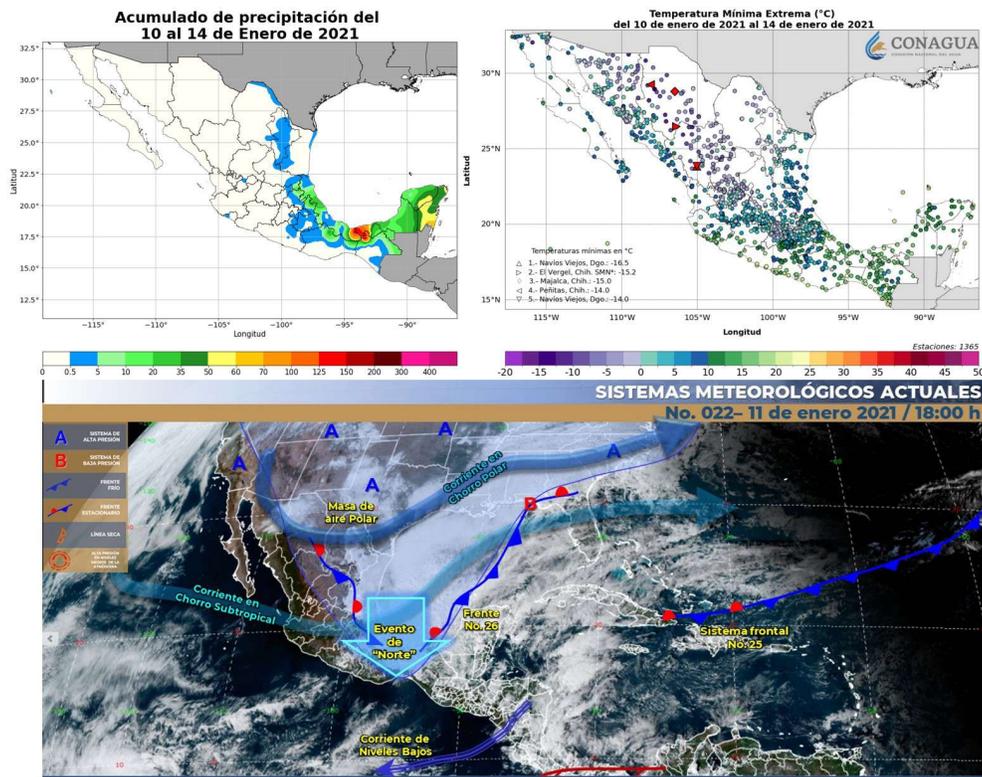


Figura 5.3: (Superior izquierda) Acumulados de precipitación del 10 al 14 de enero. (Superior derecha) Temperaturas mínimas extremas en el periodo del 10 al 14 de enero. (Inferior) Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 11 de enero.

Frente frío No. 27 (14 - 16 de enero)

El frente frío No. 27, se enumeró el 17 de enero, a pesar de su corta duración, generó tolvaneras en el noroeste, norte y noreste del país, así como un ambiente muy frío, generando temperaturas mínimas por debajo de los $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ en las zonas montañosas de Chihuahua y Durango, de igual manera generó un evento de “Norte” y niebla en la región oriente y sur-este del país. En la Figura 5.4, se pueden observar los acumulados de lluvias asociados al paso del frente, donde se nota que éstos se concentraron en la región sur, principalmente en Tabasco y el norte de Chiapas. En cuanto a temperaturas mínimas extremas, éstas se presentaron en Chihuahua y Durango, en donde la temperatura más baja se registró en Durango alcanzando un valor de $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$, aunque en general se mantuvieron temperaturas mínimas por debajo de los $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Chihuahua y Durango durante el periodo de efecto del frente como se muestra en la Tabla 5.3.

Frente frío No. 28 (16 - 17 de enero)

El frente frío No. 28 se muestra en la Figura 5.5, se consideró de corta duración, su efecto principal fue que generó rachas de viento de 50 a 60 km/h en Sonora y Chihuahua.

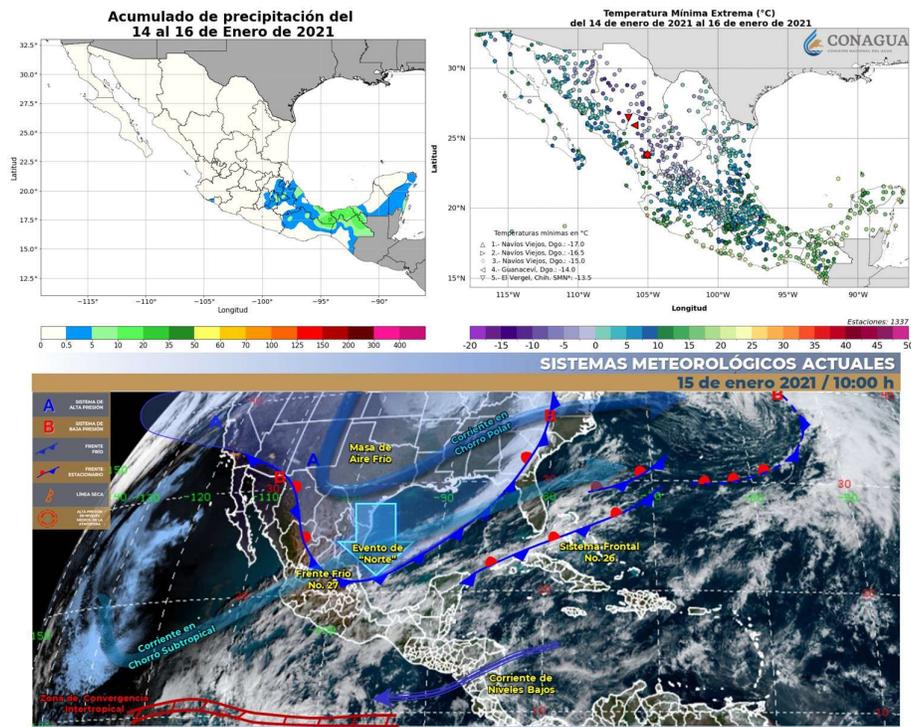


Figura 5.4: (Superior izquierda) Acumulados de precipitación del 14 al 16 de enero. (Superior derecha) Temperaturas mínimas extremas en el periodo del 14 al 16 de enero. (Inferior) Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 15 de enero.

Tabla 5.3: Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 27

Estado	14 enero	15 enero	16 enero
Chihuahua	-13.5 °C Balleza, Chih.	-10.2 °C Balleza, Chih.	-11.0 °C Madera, Chih.
Durango	-16.5 °C Durango, Dgo.	-17.0 °C Durango, Dgo.	-15.0 °C Durango, Dgo.

Nota: Se muestra el nombre del municipio en donde fue medida la temperatura.
 Información obtenida del Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA



Figura 5.5: Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 17 de enero.

Frente frío No. 29 (18 - 22 de enero)

El frente frío No. 29, se enumeró el 18 de enero, a su paso generó viento con rachas de 50 a 60 km/h en el norte y noreste del país, así como lluvias puntuales en la región noreste y norte del país. El 20 de enero se volvió estacionario, sin embargo, dejó lluvias en Tamaulipas y San Luis Potosí, así como rachas de viento de 50 a 60 km/h. Posteriormente el arrastre de humedad por parte del río atmosférico No. 3 al interactuar con el frente generó lluvias y chubascos en el noreste y occidente de la república, así como lluvias puntuales en San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León.

En la Figura 5.6, se observan los acumulados de lluvias asociados al paso del frente, estos se concentraron en la región noroeste y en los estados de la vertiente del Golfo, principalmente en Veracruz. En cuanto a temperaturas mínimas extremas éstas se presentaron en los estados de chihuahua y Durango. En la Tabla 5.4, se puede observar que la temperatura más baja se presentó el 18 de enero para ambos estados (Durango y Chihuahua), alcanzando un valor de $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ respectivamente. Conforme el frente fue avanzando hacia el sur, las temperaturas se fueron elevando paulatinamente hasta el 21 de enero, para el 22 de enero otra vez comenzaron a bajar debido al frente frío No. 31 (se describe más adelante).

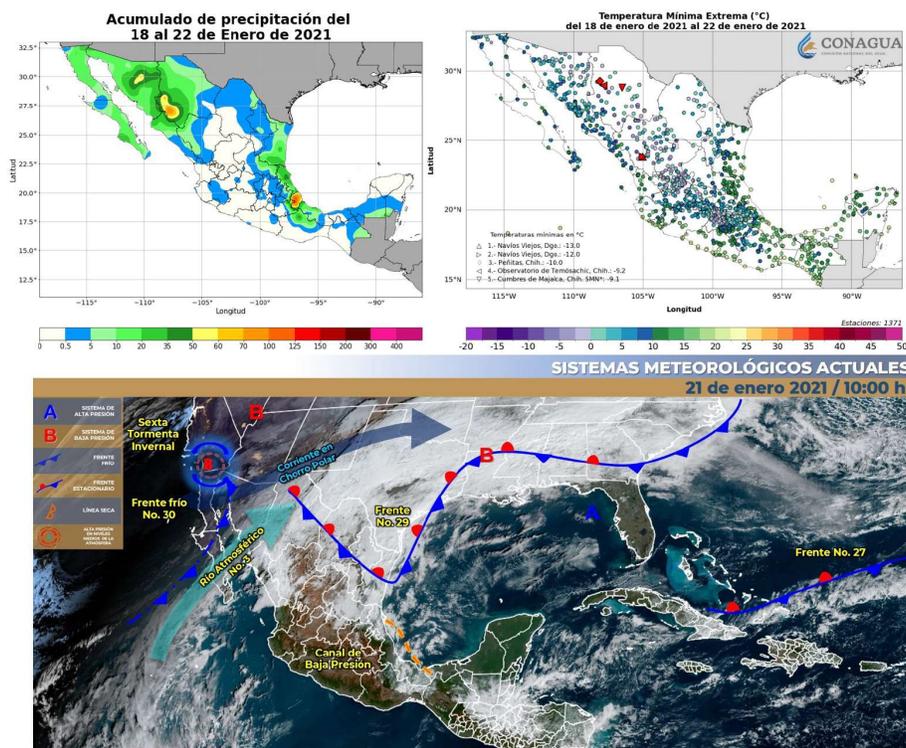


Figura 5.6: (Superior izquierda) Acumulados de precipitación del 18 al 22 de enero. (Superior derecha) Temperaturas mínimas extremas en el periodo del 18 al 22 de enero. (Inferior) Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 21 de enero.

Tabla 5.4: Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 29

Estado	18 enero	19 enero	20 enero	21 enero	22 enero
Chihuahua	-10.0 °C Madera, Chih.	-8.0 °C Madera, Chih.	-4.0 °C Matachí, Chih.	2.0 °C Madera, Chih.	-4.0 °C Madera, Chih.
Durango	-13.0 °C Durango, Dgo.	-12.0 °C Durango, Dgo.	-9.0 °C Guanaceví, Dgo.	0.0 °C Durango, Dgo.	-5.0 °C Pueblo Nuevo, Dgo.

Nota: Se muestra el nombre del municipio en donde fue medida la temperatura. Información obtenida del Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA

Frente frío No. 30 (20 - 21 de enero)

El frente frío No. 30 se enumeró el 19 de enero, al interactuar con un vórtice de núcleo frío y el tercer río atmosférico sobre el noroeste, dieron lugar a la sexta tormenta invernal de la temporada que ocasionó lluvias puntuales en el noroeste y norte de México, así como un ambiente gélido y lluvias fuertes en el noroeste y norte, con reportes de caída de nieve y aguanieve sobre Baja California, Sonora y Chihuahua. En la Figura 5.7, se pueden observar los acumulados asociados al paso del frente frío, éstos se concentraron en el noroeste y parte de la vertiente del Golfo. A pesar de su corta duración, se llegaron a registrar temperaturas por debajo de los -5 °C, principalmente en Chihuahua y Durango.

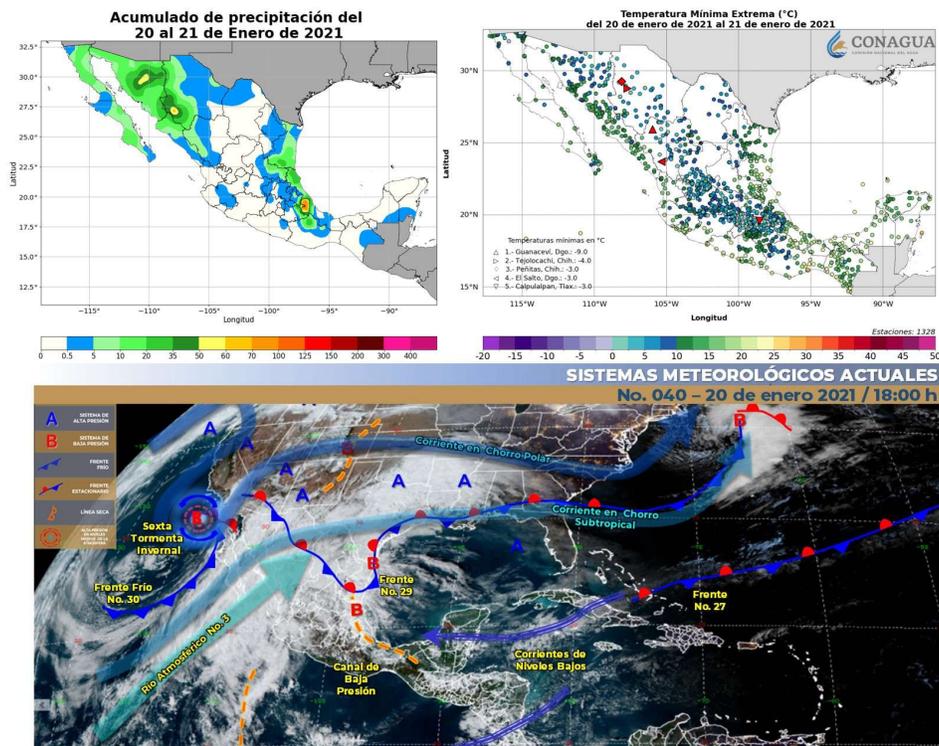


Figura 5.7: (Superior izquierda) Acumulados de precipitación del 20 al 21 de enero. (Superior derecha) Temperaturas mínimas extremas en el periodo del 20 al 21 de enero. (Inferior) Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 20 de enero.

Frente frío No. 31 (22 - 26 de enero)

El frente frío No. 31 se enumeró el 22 de enero, al interactuar con una zona de inestabilidad en la atmósfera superior ocasionó chubascos y viento de 60 a 70 km/h en Baja California. Posteriormente, al interactuar con la corriente en chorro dio origen a la séptima tormenta invernal, ocasionando descenso de temperatura, lluvia y viento de más de 50 km/h y tolvaneras en el norte y noroeste. Para el 14 de enero, la tormenta comenzó a disiparse, mientras el frente se desplazó a lo largo del norte del país ocasionando lluvias fuertes en Baja California, Sonora y el oeste de Chihuahua, además generó un ambiente muy frío y rachas de viento de 80 a 90 km/h.

En la Figura 5.8, se observan los acumulados de lluvias asociados al paso del frente, dichos acumulados se concentraron en el noroeste principalmente en Sonora y Baja California. En cuanto a temperaturas mínimas extremas, se concentraron en tres estados: Sonora, Chihuahua y Durango. De acuerdo con los registros de la Tabla 5.5, las temperaturas en los tres estados se mantuvieron constantemente por debajo de los 0 °C, en donde la temperatura mínima más baja se presentó en Durango alcanzando -8 °C el 23 y 25 de enero.

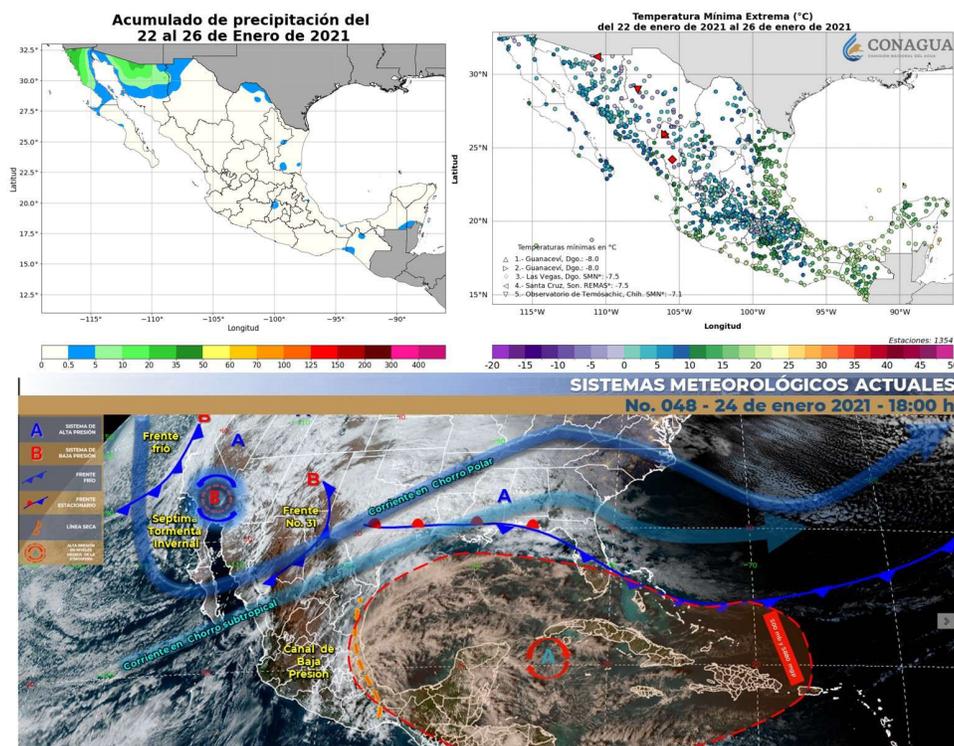


Figura 5.8: (Superior izquierda) Acumulados de precipitación del 22 al 26 de enero. (Superior derecha) Temperaturas mínimas extremas en el periodo del 22 al 26 de enero. (Inferior) Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 24 de enero.

Tabla 5.5: Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 31

Estado	22 enero	23 enero	24 enero	25 enero	26 enero
Chihuahua	-4.0 °C	-5.2 °C	-6.0 °C	-7.1 °C	-6.0 °C
	Madera, Chih.	Temósachic, Chih.	Madera, Chih.	Temósachic, Chih.	Matachí, Chih.
Durango	-5.0 °C	-8.0 °C	-7.0 °C	-8.0 °C	-7.5 °C
	Pueblo Nuevo, Dgo.	Guanaceví, Dgo.	Guanaceví, Dgo.	Guanaceví, Dgo.	San Dimas, Dgo.
Sonora	-1.0 °C	-2.0 °C	0.0 °C	-2.3 °C	-7.5 °C
	Arizpe, Son.	Arizpe, Son.	Huachinera, Son.	Yécora, Son.	Santa Cruz, Son.

Nota: Se muestra el nombre del municipio en donde fue medida la temperatura. Información obtenida del Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA.

Frente frío No. 32 (25 - 29 de enero)

El frente frío No. 32 fue enumerado el 25 de enero, se ubicó al noroeste del territorio y al interactuar con un vórtice de núcleo frío y con el fuerte arrastre de humedad generado por la corriente en chorro polar, dio origen a la octava tormenta invernal de la temporada, la cual mantuvo un ambiente gélido y fuertes vientos sobre el noreste y norte del país, así como lluvia y nevadas en Baja California y Sonora. El 27 de enero al desplazarse un sistema de alta presión, el frente fue recorriendo el litoral del Golfo de México, provocando con lluvias en el oriente y sureste del territorio, así como un evento de “Norte” en el norte del Golfo de México e Istmo de Tehuantepec. Posteriormente interactuó con un canal de baja presión que se extendió sobre el sureste, ocasionó lluvias en Puebla, Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Tabasco, San Luis Potosí, Hidalgo, Guerrero y Península de Yucatán.

En la Figura 5.9 se muestran los acumulados de precipitación asociados al paso del frente, dichas lluvias se localizaron principalmente en el sur del país, así como el noroeste. En cuanto a temperaturas mínimas extremas, éstas se encontraron en Chihuahua y Durango. De acuerdo con los registros de temperatura mínima de la Tabla 5.6, Chihuahua y Durango alcanzaron la temperatura más baja el 27 de enero, presentando temperaturas de -12 °C y -13.5 °C respectivamente.

Frente frío No. 33 (29 de enero - 3 de febrero)

El frente frío No. 33 se enumeró el 29 de enero, al interactuar con una vaguada polar ocasionó chubascos en Baja California, Sonora y Chihuahua, así como vientos fuertes, lluvia, descenso de la temperatura y caída de aguanieve en la sierra de Baja California y el norte de Sonora. Al interactuar con la corriente en chorro, ocasionó fuertes rachas de viento en el norte y noroeste. Conforme se desplazó sobre el Golfo de México, provocó lluvias puntuales muy fuertes en el oriente, centro y sureste del país. La masa de aire frío asociada ocasionó un evento de “Norte” fuerte en las costas de Tamaulipas, Veracruz y progresivamente en el Istmo y Golfo de Tehuantepec. Al irse alejando del territorio, el frente dejó lluvias en el sur y la Península de Yucatán, así como un ambiente frío en buena parte de la región este, la cual no estaba siendo influenciada por la presencia de un sistema de alta presión.

En la Figura 5.10, se observan los acumulados de precipitación asociados al paso del frente frío No. 33, éstos se concentraron en su mayoría en Baja California y el noroeste de Sonora, así como en el sur del país. En cuanto a temperaturas mínimas extremas, se presentaron principalmente en Durango y el Estado de México, en donde la temperatura mínima registrada fue de -10 °C en Durango el 2 de febrero, este mismo día se alcanzó la temperatura mínima más baja también en el Estado de México con un valor de -9 °C (Tabla 5.7).

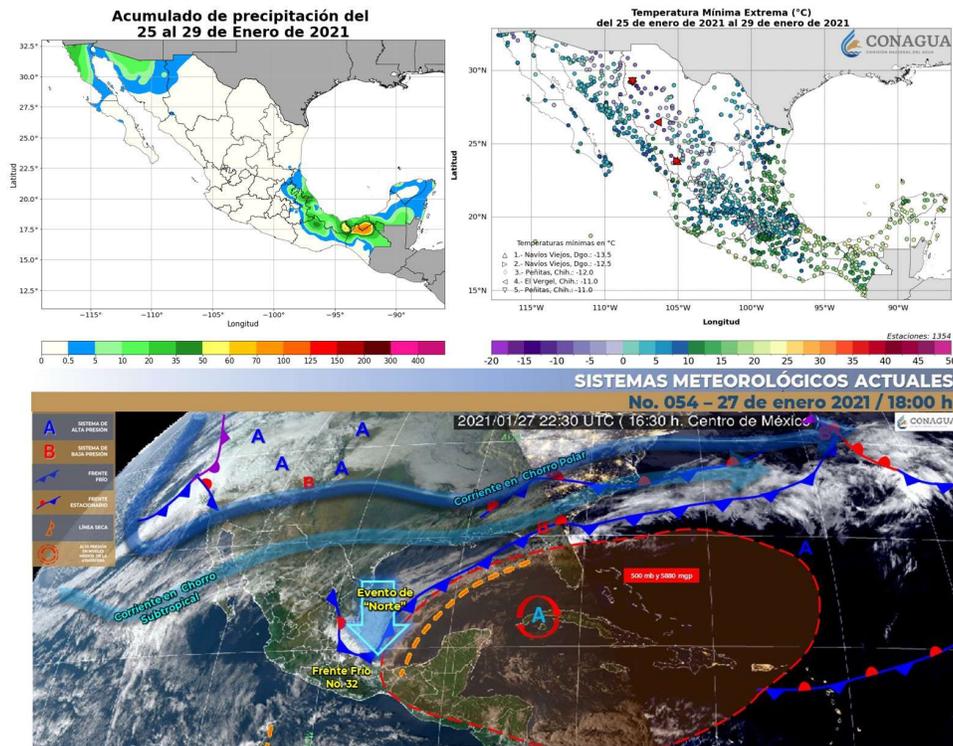


Figura 5.9: (Superior izquierda) Acumulados de precipitación del 25 al 29 de enero. (Superior derecha) Temperaturas mínimas extremas en el periodo del 25 al 29 de enero. (Inferior) Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 27 de enero.

Tabla 5.6: Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 32

Estado	25 enero	26 enero	27 enero	28 enero	29 enero
	-7.1 °C	-6.0 °C	-12.0 °C	11.0 °C	-3.8 °C
Chihuahua	Temósachic, Chih.	Matachí, Chih.	Madera, Chih.	Madera, Chih.	Chihuahua, Chih.
Durango	-8.0 °C	-7.5 °C	-13.5 °C	-12.5 °C	-6.5 °C
	Guanaceví, Dgo.	San Dimas, Dgo.	Durango, Dgo.	Durango, Dgo.	Durango, Dgo.

Nota: Se muestra el nombre del municipio en donde fue medida la temperatura. Información obtenida del Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA.

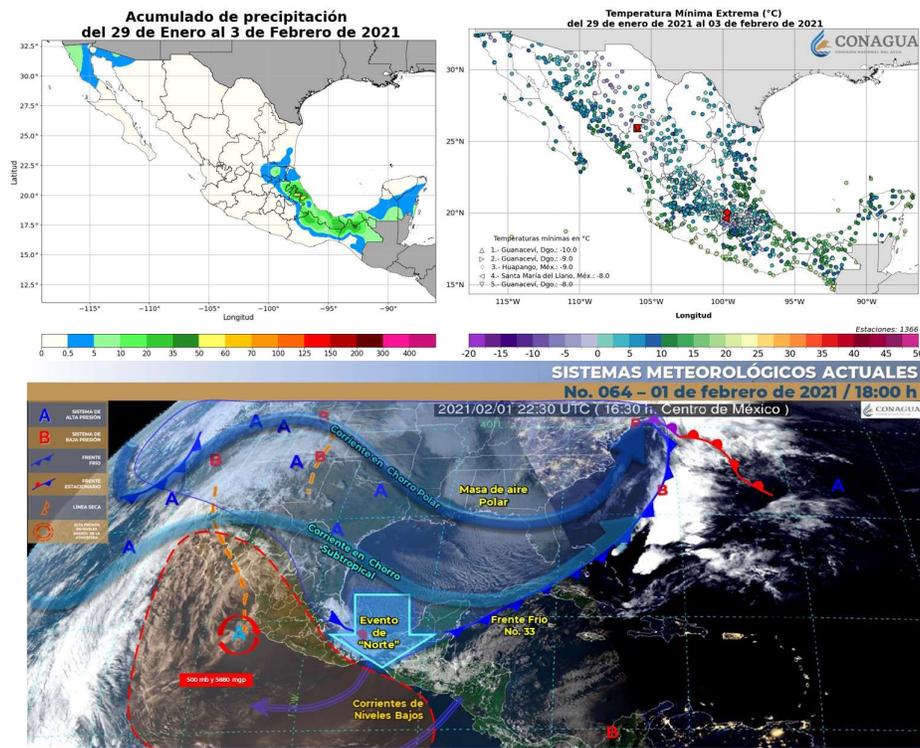


Figura 5.10: (Superior izquierda) Acumulados de precipitación del 29 de enero al 3 de febrero. (Superior derecha) Temperaturas mínimas extremas en el periodo del 29 de enero al 3 de febrero. (Inferior) Imagen interpretada con los principales sistemas meteorológicos el 1 de febrero.

Tabla 5.7: Temperaturas mínimas registradas para cada estado asociadas al frente frío No. 33

Estado	29 enero	30 enero	31 enero	1 febrero	2 febrero	3 febrero
Durango	-6.5 °C Durango, Dgo.	-9.0 °C Guanaceví, Dgo.	-7.0 °C Guanaceví, Dgo.	-7.5 °C Durango, Dgo.	-10.0 °C Guanaceví, Dgo.	-8.0 °C Guanaceví, Dgo.
Estado de México	-3.4 °C Amanalco, Méx.	-0.7 °C Tenango del Valle, Méx.	-4.1 °C Amanalco, Méx.	-2.0 °C Temoaya, Méx.	-9.0 °C Timilpan, Méx.	-7.3 °C Amanalco, Méx.

Nota: Se muestra el nombre del municipio en donde fue medida la temperatura. Información obtenida del Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA.

6. Eventos notables

El año 2021 inició con nevadas durante el mes de enero sobre las zonas más elevadas de los estados de Baja California, Sonora y Chihuahua (Figura 6.1), debido al paso consecutivo de los frentes fríos número 31 y 32, los cuales se combinaron con la séptima y octava tormenta invernal de la temporada 2020-2021, respectivamente. A continuación, se describe la evolución y los efectos que produjeron dichos fenómenos meteorológicos entre el 24 y 27 de enero.

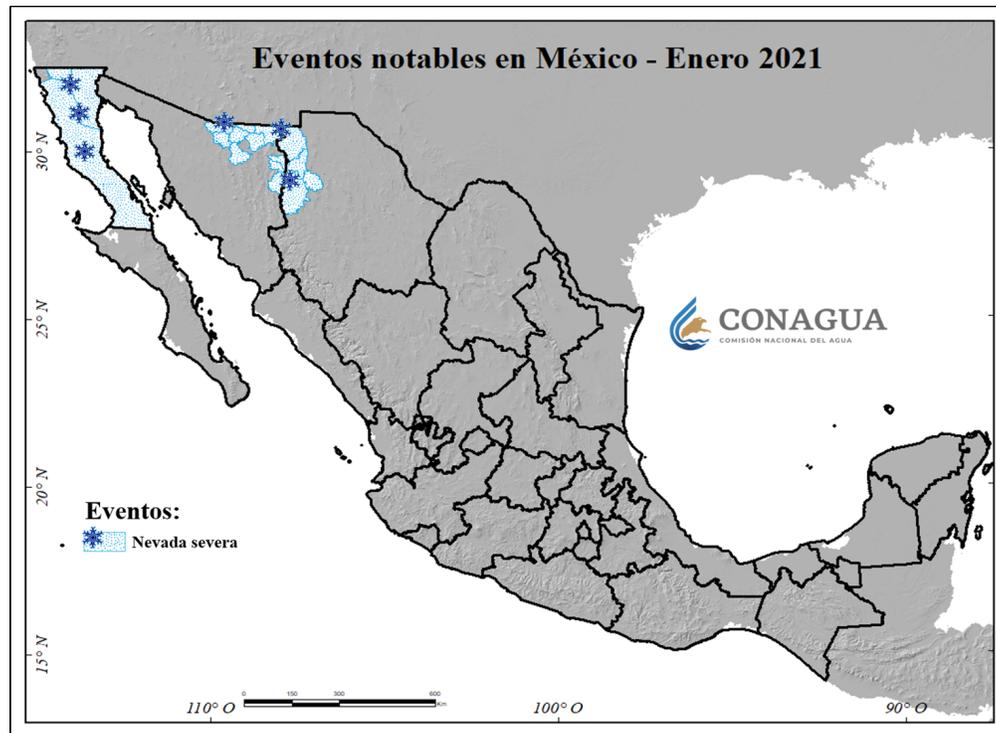


Figura 6.1: Mapa de los municipios donde se observaron los eventos hidrometeorológicos más significativos durante el mes de enero de 2021.

Frente frío 31-32 / séptima y octava tormenta invernal

Estados Afectados: Baja California, Sonora, Chihuahua (24-27 de enero).

El frente frío número 31 ingresó al territorio nacional la noche del día 22 de enero por el extremo noroeste de Baja California y al día siguiente por la tarde comenzó a interaccionar con la séptima tormenta invernal, la cual en ese momento se localizó sobre el norte de Baja California. Durante el día 24 de enero, cuando el frente frío número 31 se extendió sobre el este de Chihuahua y la tormenta invernal se ubicó sobre el norte de Baja California y Sonora, las imágenes de radar mostraron caída de aguanieve o nieve sobre las regiones altas de Baja California, Sonora y Chihuahua (Figura 6.2). Las temperaturas mínimas de ese día alcanzaron los $-6.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la estación meteorológica de Peñitas,

Chihuahua, ubicada en el municipio de Madera, $-2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Constitución de 1857, Baja California y $0.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Bacerac, Sonora.

En la mañana del 25 de enero ingresó el frente frío número 32 por el extremo noroeste de Baja California y por la tarde interaccionó con la octava tormenta invernal. Dicha condición sinóptica favoreció el registro más significativo de caída de aguanieve y/o nieve sobre la zona serrana del estado de Baja California durante el paso de las dos tormentas invernales. Las temperaturas mínimas aquel día alcanzaron los $-7.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el observatorio de Temósachic, Chihuahua, $-3.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Constitución de 1857, Baja California, y $-2.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Yécora, Sonora.

Durante el día 26, la octava tormenta invernal se localizó sobre el norte de Chihuahua, mientras que el frente frío número 32 se extendió desde la costa de Sonora hasta el centro de Texas, en los Estados Unidos (Figura 6.2), esta condición atmosférica en interacción con la corriente en chorro polar y subtropical, favoreció que las temperaturas en los 500 mb descendieran hasta los $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ de acuerdo con datos de reanálisis del NCEP/NCAR, mientras que la humedad relativa se mantuvo sobre el 30% también en los 500 mb (Figura 6.3).

Sobre Sonora y Chihuahua se produjo la nevada más significativa durante todo el periodo (Figura 6.3) y las temperaturas mínimas descendieron a valores de $-7.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Santa Cruz, Sonora y $-6.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la estación meteorológica de Tejolocachi, Chihuahua, ubicada en el municipio de Matachí. Por último, las temperaturas mínimas del día 27 alcanzaron los $-12.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Peñitas, Chihuahua, -8.4 en Santa Cruz, Sonora y $-7.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en El Hongo, Baja California.



Figura 6.2: (Izquierda) Imagen del radar donde se identificó la caída de nieve a las 18:57 (hora del centro de México) del 24 de enero de 2021. (Derecha) Principales sistemas meteorológicos observados el 26 de enero de 2021.

De acuerdo con los medios de comunicación, la carretera sobre el tramo Hongo-Rumorosa en Baja California fue cerrada a la circulación el 25 de enero debido a la acumulación de nieve sobre el municipio de Tecate. En el estado de Sonora, el Aeropuerto Internacional de Nogales suspendió operaciones el día 26 de enero por la caída de nieve y hielo sobre la

pista, mientras que tramos carreteros como Imuris-Cananea-Agua Prieta-Janos a la altura de Puerto San Luis (Figura 6.4) y Becoachi-Nacozari a la altura del puerto La Pera, fueron cerrados temporalmente durante el periodo de las nevadas.

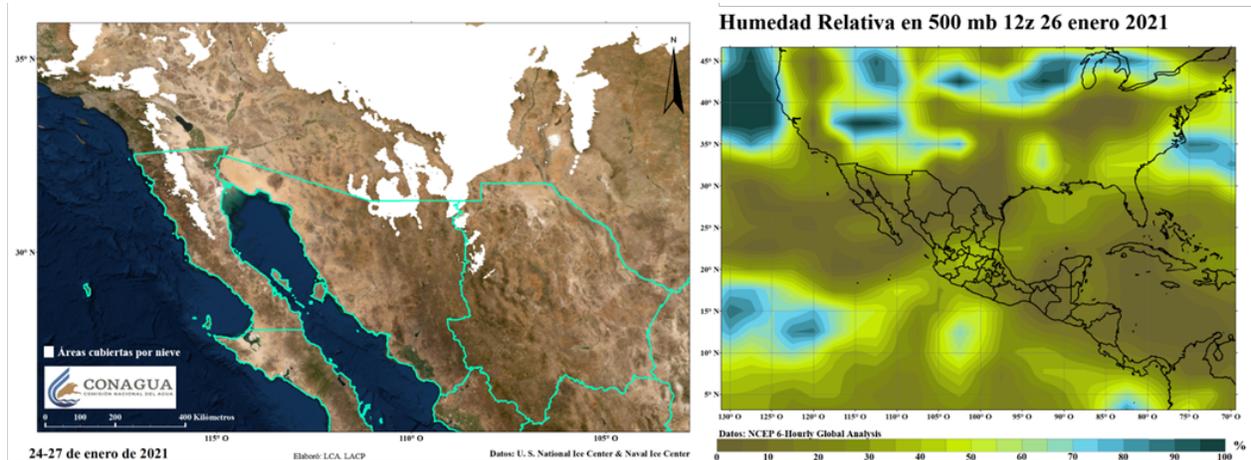


Figura 6.3: (Izquierda) Mapa de la distribución de áreas cubiertas por nieve sobre México del 24 al 27 de enero de 2021. (Derecha) Mapa de humedad relativa en 500 mb la mañana del 26 de enero de 2021 elaborado con datos de reanálisis del NCAR/NCEP.

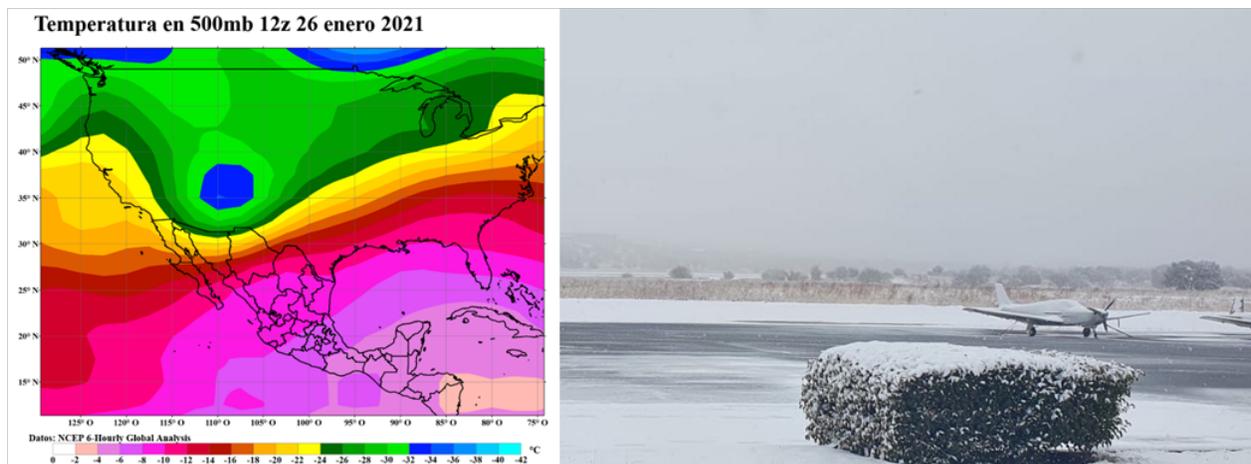


Figura 6.4: (Izquierda) Mapa de temperaturas en 500 mb la mañana del 26 de enero de 2021 elaborado con datos de reanálisis del NCAR/NCEP. (Derecha) Caída de nieve y hielo sobre la pista del Aeropuerto Internacional de Nogales en Sonora a las 13:20 horas (hora del centro de México) del 26 de enero de 2021. Tomada de la red social de Protección Civil del estado de Sonora.

Anexos

Tabla 6.1: Precipitación a nivel nacional y por entidad federativa, láminas estimadas en el mes de enero 2021, valores expresados en milímetros (mm).

ENTIDAD FEDERATIVA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
AGUASCALIENTES	6.2											
BAJA CALIFORNIA	26.8											
BAJA CALIFORNIA SUR	12.2											
CAMPECHE	52.8											
COAHUILA	3.5											
COLIMA	0.7											
CHIAPAS	52.1											
CHIHUAHUA	20.6											
CIUDAD DE MÉXICO	4.7											
DURANGO	3.2											
GUANAJUATO	4.8											
GUERRERO	2.9											
HIDALGO	12.6											
JALISCO	1.1											
ESTADO DE MÉXICO	4.1											
MICHOACÁN	0.2											
MORELOS	13.4											
NAYARIT	0.3											
NUEVO LEÓN	10.0											
OAXACA	26.0											
PUEBLA	33.0											
QUERÉTARO	3.8											
QUINTANA ROO	79.2											
SAN LUIS POTOSÍ	9.4											
SINALOA	14.9											
SONORA	42.2											
TABASCO	150.0											
TAMAULIPAS	17.3											
TLAXCALA	11.9											
VERACRUZ	85.0											
YUCATÁN	45.9											
ZACATECAS	1.5											
NACIONAL	23.7											

Nota. Con información disponible en enero 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Tabla 6.2: Temperatura máxima promedio a nivel nacional y por entidad federativa en el mes de enero 2021, valores expresados en grados Celsius (°C)

ENTIDAD FEDERATIVA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
AGUASCALIENTES	23.0											
BAJA CALIFORNIA	20.0											
BAJA CALIFORNIA SUR	24.4											
CAMPECHE	29.3											
COAHUILA	21.6											
COLIMA	31.9											
CHIAPAS	30.2											
CHIHUAHUA	19.7											
CIUDAD DE MÉXICO	23.2											
DURANGO	22.2											
GUANAJUATO	25.1											
GUERRERO	31.0											
HIDALGO	23.4											
JALISCO	27.1											
ESTADO DE MÉXICO	21.4											
MICHOACÁN	26.9											
MORELOS	28.4											
NAYARIT	28.9											
NUEVO LEÓN	23.5											
OAXACA	28.1											
PUEBLA	24.0											
QUERÉTARO	24.5											
QUINTANA ROO	29.1											
SAN LUIS POTOSÍ	25.5											
SINALOA	28.6											
SONORA	23.6											
TABASCO	28.4											
TAMAULIPAS	25.0											
TLAXCALA	21.3											
VERACRUZ	24.2											
YUCATÁN	28.9											
ZACATECAS	23.6											
NACIONAL	24.6											

Nota. Con información disponible en enero 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Tabla 6.3: Temperatura media a nivel nacional y por entidad federativa en el mes de enero 2021, valores expresados en grados Celsius (°C).

ENTIDAD FEDERATIVA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
AGUASCALIENTES	12.9											
BAJA CALIFORNIA	13.6											
BAJA CALIFORNIA SUR	17.3											
CAMPECHE	24.1											
COAHUILA	13.5											
COLIMA	24.8											
CHIAPAS	23.9											
CHIHUAHUA	9.9											
CIUDAD DE MÉXICO	15.3											
DURANGO	11.8											
GUANAJUATO	15.5											
GUERRERO	24.0											
HIDALGO	15.4											
JALISCO	17.5											
ESTADO DE MÉXICO	12.4											
MICHOACÁN	17.5											
MORELOS	19.7											
NAYARIT	20.7											
NUEVO LEÓN	14.9											
OAXACA	20.8											
PUEBLA	16.0											
QUERÉTARO	16.5											
QUINTANA ROO	24.6											
SAN LUIS POTOSÍ	18.6											
SINALOA	19.2											
SONORA	14.2											
TABASCO	24.2											
TAMAULIPAS	18.4											
TLAXCALA	12.6											
VERACRUZ	19.0											
YUCATÁN	23.3											
ZACATECAS	13.0											
NACIONAL	16.4											

Nota. Con información disponible en enero 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Tabla 6.4: Temperatura mínima a nivel nacional y por entidad federativa en el mes de enero 2021, valores expresados en grados Celsius (°C).

ENTIDAD FEDERATIVA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
AGUASCALIENTES	2.7											
BAJA CALIFORNIA	7.2											
BAJA CALIFORNIA SUR	10.2											
CAMPECHE	18.9											
COAHUILA	5.3											
COLIMA	17.6											
CHIAPAS	17.5											
CHIHUAHUA	0.1											
CIUDAD DE MÉXICO	7.3											
DURANGO	1.4											
GUANAJUATO	5.9											
GUERRERO	16.9											
HIDALGO	7.4											
JALISCO	7.9											
ESTADO DE MÉXICO	3.4											
MICHOACÁN	8.1											
MORELOS	11.0											
NAYARIT	12.4											
NUEVO LEÓN	6.2											
OAXACA	13.4											
PUEBLA	7.9											
QUERÉTARO	8.4											
QUINTANA ROO	20.2											
SAN LUIS POTOSÍ	11.7											
SINALOA	9.7											
SONORA	4.8											
TABASCO	20.0											
TAMAULIPAS	11.8											
TLAXCALA	3.8											
VERACRUZ	13.8											
YUCATÁN	17.7											
ZACATECAS	2.4											
NACIONAL	8.2											

Nota. Con información disponible en enero 2021 en el Sistema de Información Hidrológica (SIH) de la CONAGUA, cualquier cálculo posterior podrá resultar diferente.

Bibliografía

- [AEMET, 2020] AEMET (2020). Meteoglosario visual. diccionario ilustrado de meteorología. Recuperado de: "<https://meteoglosario.aemet.es/>".
- [CONAGUA, 2020] CONAGUA (2020). Terminología. Recuperado de: "<https://app.conagua.gob.mx/spr/glosario.html>".
- [Ferreira and Schubert, 1997] Ferreira, R. N. and Schubert, W. H. (1997). Barotropaemetic aspects of itcz breakdown. *The Atmospheric Sciences*, 54:261–285.
- [Funk et al., 2015] Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedereros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., and Hoell, A. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations, a new environmental record for monitoring extremes. 2.
- [Golden Gate Weather Services, 2020] Golden Gate Weather Services (2020). El niño and la niña years and intensities. Recuperado de: "<https://ggweather.com/enso/oni.htm>".
- [Hanley et al., 2003] Hanley, D., Bourassa, M., Brian, J., Smith, S., and Spade, E. (2003). A quantitative evaluation of enso indices. *Climate*, 16:1249–1258.
- [Klotzbach, 2010] Klotzbach, P. J. (2010). On the madden–julian oscillation–atlantic hurricane relationship. *Climate*, (23):578–590.
- [Maloney and Hartmann, 2000] Maloney, E. D. and Hartmann, D. L. (2000). Modulation of hurricane activity in the gulf of mexico by the madden–julian oscillation. *Science*, (287):2002 -- 2004.
- [Mosiño and García, 1966] Mosiño, A. and García, E. (1966). Evaluación de la sequía intraestival en la república mexicana. *Proc. Conf. Reg. Latinoamericana Unión Geogr*, 3:500–516.
- [Organización Meteorológica Mundial, 2019] Organización Meteorológica Mundial (2019). El tiempo. Recuperado de: "<https://public.wmo.int/es/nuestro-mandato/el-tiempo>".
- [Sheinbaum, 2003] Sheinbaum (2003). Current theories on el niño-southern oscillation. *Geophysical International*, 42(3):291–305.
- [Wang and Magnusdottir, 2005] Wang, C. and Magnusdottir, G. (2005). Itcz breakdown in three-dimensional flows. *Atmos Sci.*, (62):1497–1512.