



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

SALUD
SECRETARÍA DE SALUD

DIRECCIÓN GENERAL
DE EPIDEMIOLOGÍA

PERFIL NACIONAL DE RIESGOS · 2021

Marzo de 2022

PERFIL NACIONAL DE RIESGOS · 2021

Marzo de 2022

PERFIL NACIONAL DE RIESGOS · 2021
Marzo de 2022

Secretaría de Salud

Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud

Dirección General de Epidemiología

www.gob.mx/salud

Se autoriza la reproducción parcial o total del contenido de este documento, siempre y cuando se cite la fuente.

Hecho en México

DIRECTORIO

SECRETARÍA DE SALUD

DR. JORGE ALCOCER VARELA

SECRETARIO DE SALUD

DR. HUGO LÓPEZ-GATELL RAMÍREZ

SUBSECRETARIO DE PREVENCIÓN Y PROMOCIÓN DE LA SALUD

DR. PEDRO FLORES JIMÉNEZ

TITULAR DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

DIRECCIÓN GENERAL DE EPIDEMIOLOGÍA

DR. GABRIEL GARCÍA RODRÍGUEZ

DIRECTOR GENERAL DE EPIDEMIOLOGÍA.

DR. CHRISTIAN ARTURO ZARAGOZA JIMÉNEZ

DIRECTOR DE INFORMACIÓN EPIDEMIOLÓGICA

DRA. SANTA ELIZABETH CEBALLOS LICEAGA

DIRECTORA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE ENFERMEDADES TRANSMISIBLES

DR. JONATHAN URIEL RIVAS DÍAZ

SUBDIRECTOR DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES

DRA. ANA LUCÍA DE LA GARZA BARROSO

DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA EPIDEMIOLÓGICA

BIOL. IRMA LÓPEZ MARTÍNEZ

DIRECTORA DE DIAGNÓSTICO Y REFERENCIA

M. EN G.S. LUCIA HERNÁNDEZ RIVAS

DIRECTORA DE SERVICIOS Y APOYO TÉCNICO

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	13
RIESGOS GEOLÓGICOS	15
RIESGO SISMOLÓGICO	17
Introducción	19
Clasificación de los Sismos	20
Principales daños a la salud	22
Antecedentes	23
Situación en México	24
Panorama 2021	24
Bibliografía	27
TSUNAMIS	29
Introducción	31
Antecedentes	31
Principales daños a la salud	32
Situación en México	33
Bibliografía	34
RIESGO VOLCÁNICO	35
Introducción	37
Principales daños a la salud	38
Antecedentes	40
Antecedentes de Eventos Eruptivos En México	42
Principales volcanes en México	44
Volcán Popocatépetl	45
Volcán de Colima	48
Panorama 2021 de riesgos volcánicos Volcán Popocatépetl	49
Volcán Colima 2021	50
Bibliografía	51
INESTABILIDAD DE LADERAS	53
Introducción	55
Antecedentes	56
Situación en México	57
Bibliografía	58

RIESGOS HIDRO-METEOROLÓGICOS	59
CICLONES TROPICALES	61
Introducción	63
Antecedentes	64
Principales daños a la salud	66
Antecedentes	67
Situación en México	71
Panorama 2021	73
Bibliografía	80
TEMPERATURAS NATURALES EXTREMAS	83
Introducción	85
Principales daños a la salud	87
Panorama 2021	89
Bibliografía	93
LLUVIAS E INUNDACIONES	95
Introducción	97
Principales daños a la salud	98
Antecedentes	99
Causas de inundaciones:	99
Situación en México	100
Panorama 2021	101
Bibliografía	103
NEVADAS	105
Introducción	107
Principales daños a la salud	107
Antecedentes	108
Situación en México	109
Bibliografía	110
SEQUÍAS	111
Introducción	113
Principales daños a la salud	113
Antecedentes	115

Situación en México	116
Panorama 2021	117
Bibliografía	119
INCENDIOS FORESTALES	121
Introducción	123
Principales daños a la salud	123
Antecedentes	125
Situación en México	126
Temporada de incendios forestales	128
Panorama 2021	129
Bibliografía	130
EROSIÓN	131
Introducción	133
Principales daños a la salud	133
Antecedentes	133
Situación en México	134
Bibliografía	135
TORNADOS	137
Introducción	139
Principales daños a la salud	140
Antecedentes	141
Bibliografía	143
RIESGOS QUÍMICOS	147
Introducción	149
INTOXICACIÓN POR DERRAME DE METALES PESADOS Y LIXIVIADOS	151
Introducción	153
Principales daños a la salud	153
Antecedentes	154
Situación en México	156
Panorama 2021	158
Bibliografía	158

DERRAME DE PETRÓLEO Y SUS DERIVADOS	159
Introducción	161
Principales daños a la salud	161
Antecedentes	162
Situación en México	163
Panorama 2021	165
Bibliografía	167
GAS CLORO	169
Introducción	171
Principales daños a la salud	172
Antecedentes	173
Situación en México	174
Panorama 2021	175
Bibliografía	178
RIESGOS RADIOLÓGICOS	179
Introducción	181
Principales daños a la salud	181
Antecedentes	182
Situación en México	185
Panorama 2021	187
Bibliografía	189
RIESGOS NUCLEARES	191
Introducción	193
Principales daños a la salud	194
Antecedentes	194
Situación en México	195
Panorama 2021	199
Bibliografía	199
RIESGOS BIOLÓGICOS-INFECCIOSOS	200
ENFERMEDAD DE CORONAVIRUS 2019 POR EL CORONAVIRUS TIPO 2 DEL SÍNDROME AGUDO RESPIRATORIO SEVERO	205
Introducción	207
Antecedentes	210

SARS-CoV-2	211
Situación mundial	225
Situación en México	232
Panorama 2021	234
Conclusiones	242
Bibliografía	243
DENGUE	247
Introducción	249
Antecedentes	250
Situación en México	251
Panorama 2021	252
Bibliografía	255
CANDIDA AURIS	257
Introducción	259
Antecedentes	260
Situación en México	262
Panorama 2021	262
Bibliografía	263
RIESGOS SOCIO-ORGANIZATIVOS	265
POBLACIÓN MIGRANTE EN MÉXICO	267
Introducción	269
Antecedentes	270
Panorama 2021	271
Principales daños a la salud	272
Bibliografía	276

INTRODUCCIÓN

El monitoreo continuo de eventos de importancia en salud pública se realiza en la Unidad de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria, conformando un sistema de alerta temprana para la detección, seguimiento, análisis y respuesta ante eventos relacionados a la salud de la población a través de la Inteligencia Epidemiológica.

El monitoreo y alertamiento de eventos de importancia en salud pública, se realiza conforme a lo establecido por el Internacional (RSI), revisión 2005, aplicando el enfoque de “todos los peligros”, para describir eventos de salud pública que requieren una respuesta inmediata y son potencialmente causados por más de un peligro, incluidos los eventos naturales, tecnológicos o provocados por el hombre, que requieren acciones para proteger la vida, la propiedad, medio ambiente y salud o seguridad pública, y para minimizar la perturbación social.

Los efectos sobre la salud de estos eventos son diversos y varían en función del agente causal, la magnitud del evento y la población afectada o en riesgo, y pueden tener tanto efectos directos sobre la salud, como en el caso de brotes de enfermedades infecciosas, o daños la salud mental; como efectos indirectos a través de daños al medio ambiente, servicios e infraestructura.

Algunos de los efectos sobre la salud que surgen de eventos de salud pública incluyen el aumento repentino en el número de defunciones, aparición de efectos clínicos y subclínicos de la exposición a agentes Químico-Biológico-Radiológico-Nucleares (QBRN), aumento del riesgo de trastornos psicológicos en la población afectada, aumento del riesgo de contaminación (química, biológica y radiológica) de agua y alimentos, daños a los servicios de comunicación (telefonía, internet, radio, carreteras), interrupción de los servicios de saneamiento esenciales, aislamiento debido a la necesidad cuarentena, aumento en la demanda de los servicios de salud, escases de medicamentos y alimentos, y daños a la infraestructura en salud.

En México, identificación, notificación y alertamiento de los eventos se realiza por medio del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SIN-AVE) y la Vigilancia Basada en Eventos. En la primera, la información proviene de sistemas de información y vigilancia epidemiológica, estructurados, sistematizados y diseñados sobre enfermedades conocidas y de importancia en salud pública; y se nutre de todas las instituciones del Sector Salud del país. En la segunda, la información es de múltiples fuentes de información tanto oficiales como no oficiales.

El Perfil Nacional de Riesgos es un documento que se actualiza anualmente, que integra y documenta los principales eventos de salud pública que ocurrieron en el transcurso del año.

Los eventos se clasifican de acuerdo a los siguientes riesgos:

1	Geológicos	<i>Sismos, tsunamis, riesgos volcánicos, e inestabilidad de laderas.</i>
2	Hidrometeorológicos	<i>Ciclones tropicales, temperaturas naturales extremas, lluvias extremas e inundaciones, nevadas, sequías, Incendios forestales, erosión y tornados.</i>
3	Químico Tecnológicos	<i>Químicos, (derrame de sustancias químicas peligrosas, fugas tóxicas, intoxicación por metales pesados, lixiviados, robo o extravío de cilindros de gas cloro), incendios y explosiones, riesgos radiológicos y nucleares (robo o extravío de fuentes radiactivas, centrales nucleares).</i>
6	Sanitario-Ecológicos	<i>Riesgos biológico infecciosos, que ocasionaron mayor impacto durante el año.</i>
7	Socio-organizativos	<i>Caravanas migrantes</i>

En la versión 2021, se actualizó el análisis del comportamiento de los riesgos geológicos, hidrometeorológicos, químicos-tecnológicos y Socio-organizativos donde se incluyeron los eventos relacionados con caravanas migrantes. En la sección de sanitario-ecológicos se incluye a la COVID-19 por su relevancia pandémica, así como dengue que, aunque no existió un incremento notable de casos respecto a años previos, se presentó un incremento de las coinfecciones de COVID-19 y dengue, lo cual se convirtió en una amenaza al no tener conocimiento de esta coinfección tal como su pronóstico y tratamiento. y Cándida auris por ser un patógeno responsable de la mayoría de las infecciones fúngicas en el mundo y multirresistente emergente.



RIESGOS GEOLÓGICOS



RIESGO SISMOLÓGICO

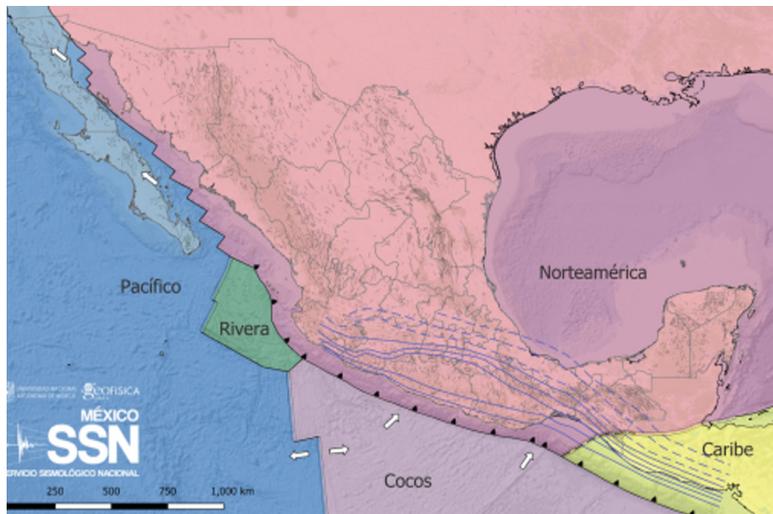
INTRODUCCIÓN

Un sismo se produce por el rompimiento repentino en la Corteza Terrestre, que produce vibraciones que se propagan en todas direcciones y se perciben como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variable. ¹

La capa más superficial de la Tierra, denominada litósfera es una capa rígida compuesta por material que puede fracturarse al ejercer una fuerza sobre él y forma un rompecabezas llamado Placas Tectónicas. Estas placas viajan como "bloques de corcho en agua" sobre la astenósfera, la cual es una capa viscoelástica donde el material fluye y es justo en los límites entre placas, donde hacen contacto unas con otras, se generan fuerzas de fricción que mantienen atoradas dos placas adyacentes, produciendo grandes esfuerzos en los materiales al sobrepasar la resistencia de la roca, o cuando se vence la fuerza de fricción, se produce la ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada, generándose así un temblor que radia dicha energía en forma de ondas y estas se propagan en todas direcciones a través del medio sólido de la Tierra. ²

En México interactúan 5 placas tectónicas: Placa de Norteamérica, Placa de Cocos y Rivera, Placa del Pacífico y Placa del Caribe. En los límites entre estas placas es donde se concentra la mayor actividad sísmica del país, principalmente en la zona donde las Placas de Rivera y Cocos subducen bajo la Placa Norteamericana. figura 1. ³

Figura 1: Placas tectónicas en México.



Fuente: SSN. UNAM, México. Disponible en: <http://www.ssn.unam.mx/>

CLASIFICACION DE LOS SISMOS

Según su origen

Naturales.

- Tectónicos: son aquellos producidos por la interacción de placas tectónicas, resultado de la deformación continental por el choque entre placas.
- Volcánicos: estos acompañan a las erupciones volcánicas y son ocasionadas principalmente por el fracturamiento de rocas debido al movimiento del magma.
- De colapso: son los producidos por derrumbamiento del techo de cavernas y minas.

Artificiales: Son los producidos por el hombre por medio de explosiones convencionales o nucleares.³

Según su magnitud (Escala de Richter)

La medición es cuantitativa, mide la energía sísmica liberada en cada sismo independientemente de la intensidad. Se basa en la amplitud de la onda registrada en un sismograma.⁴

Magnitud	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado.
3.5-5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores.
5.5-6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1-6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente.
7.0-7.9	Terremoto mayor. Cauda graves daños.
8 o mayor	Gran terremoto, destrucción total a comunidades cercanas.

Fuente: Gobierno de México. Museo virtual. Escalas de los sismos [Internet]. Disponible en: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Informacion_complementaria/Escalas-sismos.html

Según su intensidad (Escala de Mercalli modificada)

Es una evaluación cualitativa de la clase de daños causados considerando la cantidad de energía liberada, la distancia del epicentro, la profundidad focal del sismo, la densidad de la población, la geología local del área, el tipo de construcción de los edificios, así como la duración del sismo.⁴

ESCALA	Descripción
I.	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II.	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III.	Sentido claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión. Duración apreciable.
IV.	Durante el día sentido en interiores por muchos; al aire libre por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, puertas y ventanas agitadas; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V.	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI.	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII.	Todo el mundo corre al exterior. Daños insignificantes en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerables en estructuras pobremente construidas o mal diseñada; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.
VIII.	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el terreno. Tuberías subterráneas rotas.
IX.	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios comunes bien construidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el terreno. Tuberías subterráneas rotas.
X.	Algunas estructuras bien construidas en madera, destruidas; la mayoría de estructuras de mampostería y marcos, destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado. Rieles torcidos. Deslizamientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas.
XI.	Pocas o ninguna obra de mampostería quedan de pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos.
XII.	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres. SISMOS [Internet]. Serie Fascículos; 2014 [citado el 20 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/163-FASCCULOSISMOS.PDF>

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

Efectos sobre las personas	Sobre la infraestructura y líneas Vitales	Efectos sobre los servicios	Necesidades a corto y mediano plazo
<p>Numerosas muertes y lesiones graves.</p> <p>Lesiones probables: traumatismos, heridas múltiples, amputaciones.</p> <p>Experiencia traumática con secuelas psicológicas.</p> <p>Personas atrapadas entre escombros.</p>	<p>Pérdida de vivienda y enseres domésticos.</p> <p>Destrucción y daños en viviendas y otras edificaciones.</p> <p>Daños o destrucción tendidos eléctricos y telefónicos; en acueductos y alcantarillados (probable suspensión de los servicios básicos durante horas, días o semanas).</p> <p>Daños en vías de comunicación terrestre hacia algunas áreas afectadas.</p>	<p>Desorganización generalizada de los servicios.</p> <p>Saturación de los servicios de urgencias y afectación de los servicios de salud en general.</p> <p>Posible suspensión temporal del expendio en productos en las zonas afectadas.</p> <p>Deterioro de la situación sanitaria en general.</p> <p>Dificultad para la disposición de cadáveres.</p>	<p>Refuerzo de personal, material, equipo médico y medicamentos.</p> <p>Sitios o materiales para alojamiento temporal.</p> <p>Abastecimiento, almacenamiento, tratamiento y distribución de agua para consumo humano.</p> <p>Frecuentemente, distribución de alimentos, abrigo y utensilios para familias afectadas.</p> <p>Fuentes de energía para rescates y atención médica</p>

Fuente: Secretaría de Salud del Estado de Baja California, 2012

ANTECEDENTES

El registro de los sismos y sus daños es casi tan antiguo como la humanidad misma. Hay escritos en China de hace 3000 años, en los que se describe el impacto de las sacudidas sísmicas tal como las percibimos hoy en día.

Registros japoneses y de Europa oriental con 1600 años de antigüedad también describen en detalle los efectos de los terremotos sobre la población. En América se cuenta con códigos mayas y aztecas, que se refieren a este fenómeno natural. También existen documentos de la época colonial que detallaron los principales eventos que afectaron regiones americanas.

Los efectos de un sismo traen como consecuencia el sacudimiento del suelo son variados: incendios, olas marinas sísmicas y derrumbes, así como la interrupción de los servicios vitales, el pánico y el choque psicológico. Los daños dependen de la hora en que ocurre el sismo, la magnitud, la distancia del epicentro, la geología del área, el tipo de construcción de las diversas estructuras, densidad de la población y duración del sacudimiento. Con base en un estudio realizado en el Instituto de Geofísica de la UNAM sobre los Sismos ocurridos en México durante el Siglo XX, se determinó que cada año se registran más de 100 sismos con magnitudes mayores o iguales a 4.5; ocurren cinco sismos de magnitud mayor o igual a 6.5 cada 4 años, y se espera un sismo con magnitud mayor o igual a 7.5 cada 10 años.⁵

El estudio de la actividad sísmica de México comenzó a principios del siglo, sin embargo, los antecedentes históricos de grandes sismos del país fueron registrados en un gran número de documentos. En 1910 se inauguró la red sismológica mexicana y desde esa fecha hasta nuestros días se ha mantenido una observación continua de los temblores cuyos registros se conservan en la Estación Sismológica de Tacubaya y otras instalaciones del Instituto de Geofísica de la UNAM, encargada de operar el Servicio Sismológico y su red de 35 estaciones sismológicas. El SSN reporta en el país, en promedio, la ocurrencia de 4 sismos por día de magnitud $M > 3.0$.⁵

SITUACIÓN EN MÉXICO

México es un país altamente sísmico, se presentan sismos pequeños todos los días, y al menos registramos uno de magnitud moderada al año. En los últimos 250 años se han documentado al menos cinco grandes sismos en México, con magnitudes mayores a 8.0 y menores que 8.6.

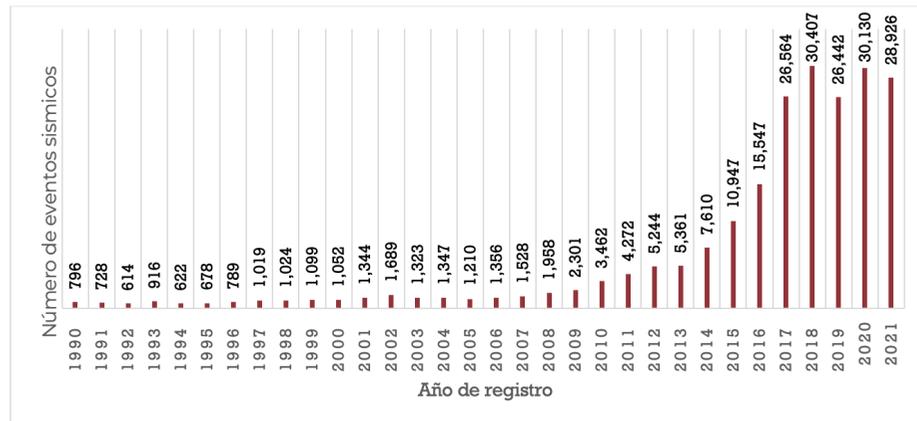
- 1787, Costas de Oaxaca (8.4 a 8.6)
- 1932, Costas de Colima y Jalisco (8.2)
- 1985, Costas de Michoacán (8.1)
- 1995, Costas de Colima (8.0)
- 2017, Golfo de Tehuantepec (8.2)

Los sismos de septiembre de 1985 son los que más pérdidas humanas y económicas han generado; en tanto, los que mayores damnificados y viviendas afectadas provocaron son los de septiembre de 2017.

PANORAMA 2021

Durante el año 2021, se registró un número menor de sismos comparado con el año 2020. En el 2021 se registraron 28,926 sismos, cifra menor en comparación con el año 2020 en donde se registraron 30,130. (Gráfica 1). De los sismos registrados 34, tuvieron una magnitud mayor a 5.0 grados en la escala de Richter (Gráfica 2) lo que representa el número de eventos sísmicos más bajo desde 2008.

Gráfica 1. Sismos ocurridos en la República Mexicana desde el año 1991 al 2021.



Fuente: SSN. Estadísticas de sismicidad. UNAM, México. Disponible en: <http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/estadisticas/>

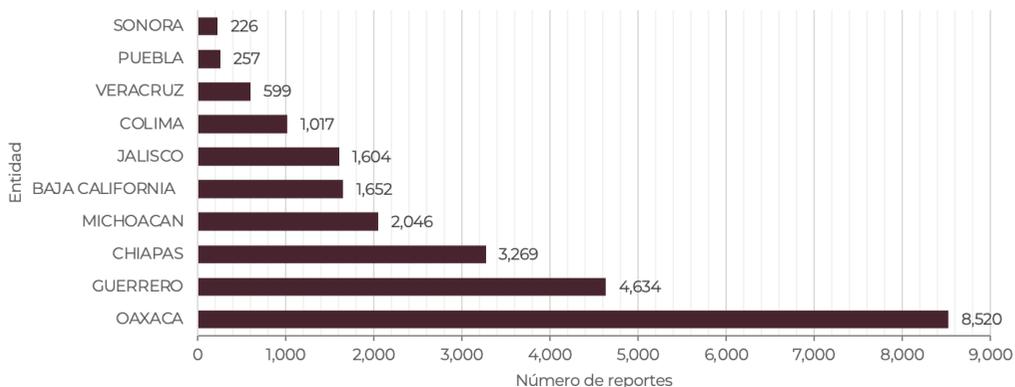
Gráfica 2. Sismos reportados por el Servicio Sismológico Nacional, en México de 1990 a 2021, mayor de magnitud 5.0 en la escala de Richter.



Fuente: SSN. Estadísticas de sismicidad. UNAM, México. Disponible en:<http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/estadisticas/>

Las Entidades Federativas que más sismos registraron fueron: Oaxaca 8,520 (35%), Guerrero 4,634 (19%) y Chiapas 3,269 (13%). Estas entidades es un estado registran alrededor del 65% de la sismicidad que se presenta en nuestro país (Gráfico 3). Esto se debe a la entrada de la placa de Cocos (placa oceánica) por debajo de la placa de Norteamérica (placa continental) frente a las costas del Pacífico en donde una vez que se ha acumulado energía, ésta tendrá que ser liberada mediante la ocurrencia de un sismo.

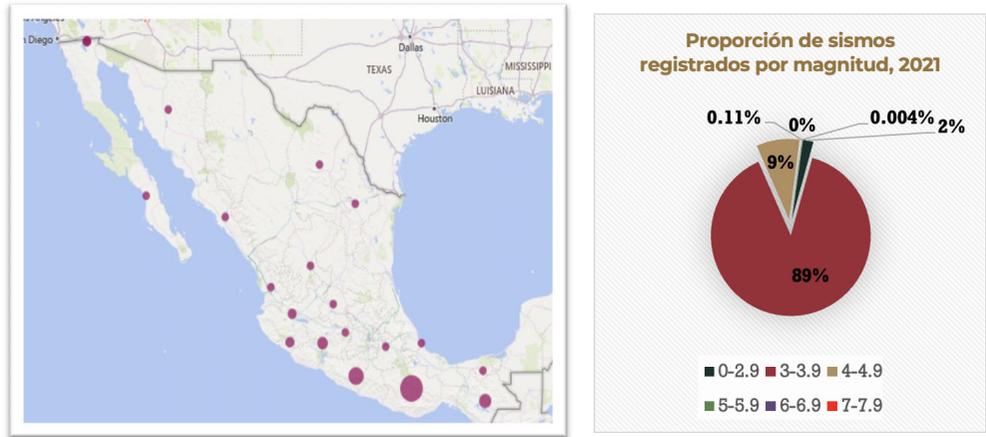
Gráfico 3. Entidades con mayor reporte de sismos, 2021



Fuente: SSN. Estadísticas de sismicidad. UNAM, México. Disponible en:<http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/estadisticas/>

Fuente: SSN. Estadísticas de sismicidad. UNAM, México. Disponible en:<http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/estadisticas/>

Figura 2: Sismos Detectados por Estados durante el 2021 en México



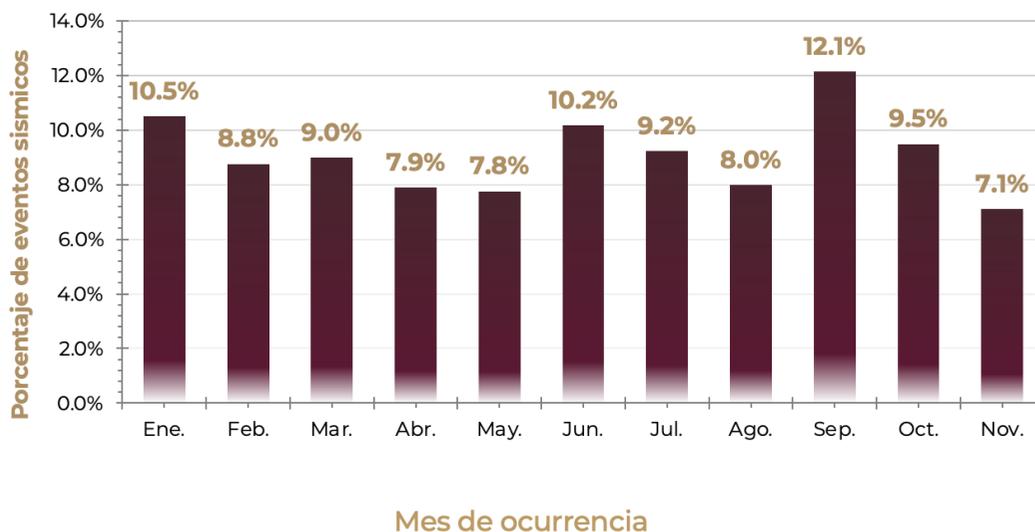
Fuente: Figura construida con información del SSN. Estadísticas de sismicidad. UNAM, México. Disponible en:<http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/estadisticas/>

La Unidad de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria (UIES), monitoriza los sismos con magnitud mayor e igual a 4.5 en escala de Richter. Durante el 2021, solo el 8.9% (2,186) del total de los sismos registrados presentaron una magnitud mayor a 4. El mayor número de sismos ocurrieron en una categoría de 3.0 a 3.9 grados.

Durante el 2021, el día 7 de septiembre el Servicio Sismológico Nacional reportó un sismo con magnitud 7.1 localizado a 11 km al suroeste de Acapulco, en el estado de Guerrero. El sismo, ocurrido a las 20:47 (hora del centro de México), fue sentido en los estados de Guerrero, Morelos, Puebla, Michoacán, Oaxaca, Querétaro, Guanajuato, Estado de México y Ciudad de México. ⁶

De los sismos ocurridos durante el año 2021, el mayor número registrado ocurrieron en el mes de septiembre con 2,995(12.1%), seguido en el mes de enero con 2,592 (10.5%) y el mes de junio con 2,507 (1.94%) (Grafica 4).

Gráfica 4. Ocurrencia de sismos por mes en el 2021.

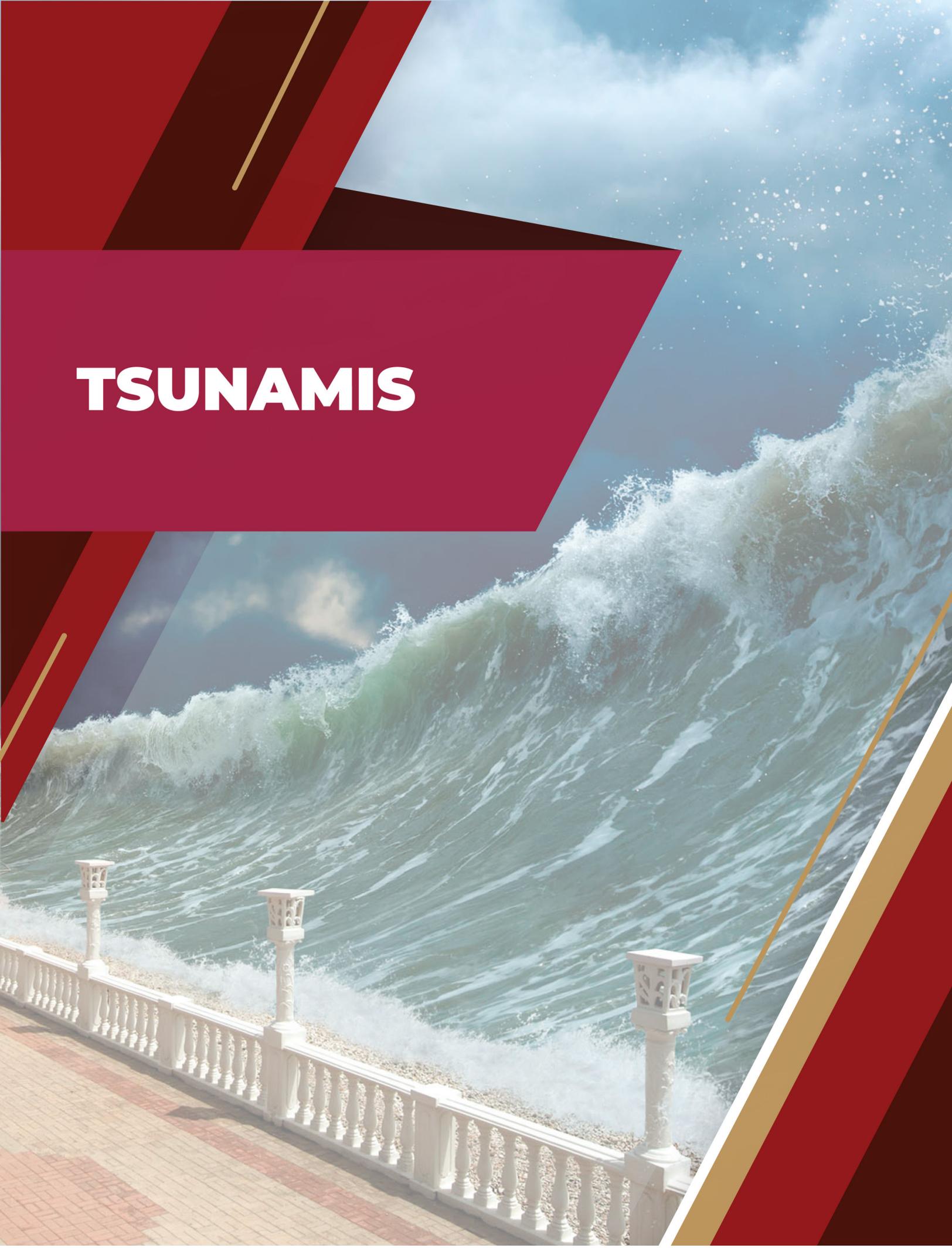


Fuente: SSN. Estadísticas de sismicidad. UNAM, México. Disponible en: <http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/estadisticas/>

BIBLIOGRAFÍA

1. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Sismos [Internet]. 2019 [citado el 19 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/131-131-FOLLETOSISMOS.PDF>
2. Servicio Sismológico Nacional. SSN - Preguntas frecuentes [Internet]. [citado el 23 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.ssn.unam.mx/divulgacion/preguntas/>
3. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Sismos [Internet]. Serie Fascículos; 2014 [citado el 23 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/163-FASCCULOSISMOS.PDF>
4. Escalas de los sismos [Internet]. [citado el 20 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Informacion_complementaria/Escalas-sismos.html
5. Sismología de México [Internet]. [citado el 20 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html>
6. Sismológico Nacional. Sismo del 7 de septiembre de 2021, Guerrero (M 7.1). Disponible en: http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2021/SSNMX_rep_esp_20210907_Guerrero_M71.pdf

TSUNAMIS



INTRODUCCIÓN

*Un tsunami es una secuencia de olas que se generan cuando cerca o en el fondo del océano ocurre un terremoto; a las costas pueden arribar con gran altura y provocar efectos destructivos: pérdida de vidas y daños materiales. La gran mayoría de los tsunamis se originan por sismos que ocurren en el contorno costero del Océano Pacífico, en las zonas de hundimiento de los bordes de las placas tectónicas que constituyen la corteza del fondo marino.*¹

ANTECEDENTES

El movimiento inicial que provoca la generación de los tsunamis es una dislocación vertical de la corteza terrestre en el fondo del océano, ocasionada por un sismo. Otros agentes causales menos frecuentes han sido: erupciones de volcanes sumergidos, impacto de meteoritos, deslizamientos submarinos y explosiones nucleares.¹

Los tsunamis se producen por:

- 1.- **Generación:** dislocación súbita de una porción extensa del fondo marino que a su vez perturba a la superficie del mar, desplazando grandes volúmenes de agua varios metros por arriba de su posición de equilibrio.
- 2.- **Propagación:** La energía potencial - del volumen de agua desplazado se propaga hacia las costas en forma de ondas a las que se les conoce como "tsunami o maremoto". La velocidad de propagación del tsunami es de aproximadamente 800 km/hora en mar abierto, donde las profundidades alcanzan los 5000 metros, y su velocidad disminuye al aproximarse a la costa, llegando a 35 km/hora en 10 metros de profundidad.
- 3.- **Inundación:** se amplifican al llegar a las costas y pueden ocasionar inundaciones repentinas o una retirada del mar seguido por una inundación. La inundación se manifiesta como una marea que sube rápidamente y en ocasiones como una pared de agua que avanza sobre la costa, pudiendo penetrar varios kilómetros tierra adentro alcanzando alturas de hasta 30 metros. No siempre la primera ola es la más alta, en ocasiones es la tercera o cuarta ola, mismas que se suceden a intervalos de 30 minutos y continúan llegando con menor altura durante al menos 24 horas.²

Los tsunamis de origen sísmico se clasifican en locales, regionales y lejanos o transoceánicos.

- Tsunamis locales: La inundación queda confinada a lo largo de la costa en el área del terremoto y a distancias de 100 km aledañas al área del terremoto.
- Tsunamis regionales: Son capaces de causar destrucción a distancias de 1,000 km de la región de generación en un lapso de 2 a 3 horas desde su origen.
- Tsunamis Lejanos: Los tsunamis lejanos o transoceánicos son los que se originan en la margen occidental del Océano Pacífico y tardan entre 8 y 12 horas para llegar a nuestras costas. Los tsunamis de origen lejano para México pueden causar daños considerables cuando el terremoto que los origina es de gran magnitud (Magnitud 9 a 9.5).²

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

El agua de las inundaciones puede significar riesgos de salud como la presencia de agua y alimentos contaminados.

El agua y los alimentos contaminados, así como la falta de vivienda y atención médica pueden tener un efecto secundario y empeorar las enfermedades que ya existían en la región afectada. Los efectos de larga duración incluyen: seguimiento y vigilancia de enfermedades infecciosas o transmitidas por agua o insectos; desvío de suministros médicos de las áreas no afectadas para satisfacer las necesidades de las regiones afectadas; restablecimiento de los principales servicios médicos, sistemas de agua corriente, vivienda y empleo; y asistencia a la comunidad para la recuperación mental y social cuando haya pasado el pico de la crisis.³

SITUACIÓN EN MÉXICO

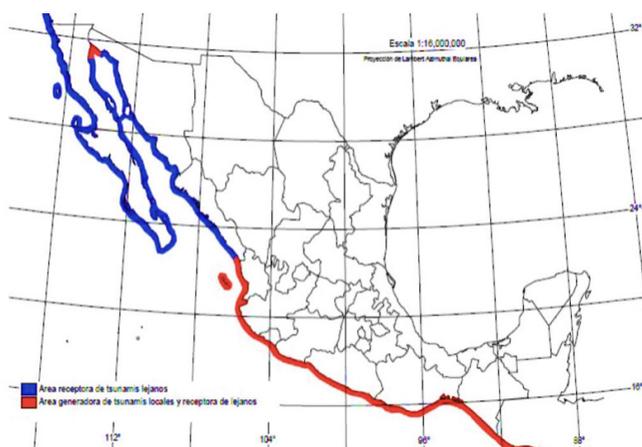
Para México un riesgo aún mayor son los tsunamis generados por sismos en la Fosa Mesoamericana, que es la zona de hundimiento de la Placa de Cocos y de la Placa de Rivera bajo la Placa de Norteamérica, adyacente al litoral suroccidental.

La información histórica documenta el arribo de 60 tsunamis a la costa occidental de México en los últimos 250 años. Los tsunamis de origen lejano han tenido olas de 2.5 metros de altura y los de origen local han tenido olas de 5 metros en promedio y excepcionalmente hasta 10 metros de altura, causando pérdida de vidas y destrucción.

En la historia reciente no se tiene conocimiento de que en México hayan ocurrido tsunamis tan destructivos como los de Chile de 1960 y del 2010; el de Alaska de 1964; el de Sumatra en 2004 y el de Japón en 2011. Sin embargo, no podemos descartar la posibilidad de que tsunamis como estos puedan ocurrir en la costa del Pacífico Mexicano. De hecho, existen evidencias de que en 1787 ocurrió un gran terremoto de magnitud 8.4 en San Sixto, Oaxaca, que generó un tsunami local sumamente destructivo. Durante el siglo XVIII ocurrieron cuatro tsunamis, en el siglo XIX más de 10 y en el siglo XX más de una docena, todos produjeron diversos daños.^{4,6}

Los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas están expuestos a tsunamis locales y lejanos, mientras que Baja California, Sonora y Sinaloa, están expuestos a tsunamis lejanos y regionales. (Figura 1)

Figura 1. Mapa de peligros por tsunami.



Fuente: Secretaría de Marina/Qué hacer en caso de Tsunamis, Disponible en: <https://digaohm.semar.gob.mx/cat/tsunami.html>

El Centro de Alerta de Tsunami (CAT) operará las 24 horas del día los 365 días del año para difundir información oportuna sobre la generación de tsunamis lejanos, regionales y locales, que afecten las costas del territorio nacional, y que permita salvar y reducir la pérdida de vidas y de bienes.⁵

BIBLIOGRAFÍA

1. Centro Nacional de Prevención de Desastres. *Tsunamis* [Internet]. Serie Fascículos; 2021 [citado el 20 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/6-FASCCULOTSUNAMIS.PDF>
2. Secretaría de Marina. *Que hacer en caso de Tsunami* [Internet]. [citado el 20 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://digaohm.semarmar.gob.mx/cat/tsunami.html>
3. Centros para el Control y Prevención de Enfermedades. *Efectos de los tsunamis en la salud*. [Internet]. [citado el 20 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/es/disasters/tsunamis/healtheff.html>
4. Secretaría de Marina. *Centro de Alerta de Tsunamis (CAT)* [Internet]. [citado el 20 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarmar/articulos/centro-de-alerta-de-tsunamis-cat?idiom=es>
5. Centro Nacional de Prevención de Desastres. *Infografía. ¡TSUNAMI! ¡Olas destructivas!* [Internet]. 2021 [citado el 20 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/303-INFOGRAFATSUNAMIS.PDF>
6. Secretaría de Marina. *Historia de los Tsunamis* [Internet]. [citado el 20 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://digaohm.semarmar.gob.mx/cat/historiaTsunamisMexico.html>



RIESGO VOLCÁNICO

INTRODUCCIÓN

Un volcán se define como aquel sitio que emite material magmático o sus derivados, formando una acumulación que por lo general toma una forma aproximadamente cónica alrededor del punto de salida. La palabra volcán también se aplica a la estructura en forma de loma o montaña que se construye alrededor de la abertura mencionada por acumulación de los materiales emitidos. Cuando el sitio de salida no es circular, como en el caso de una fisura, por ejemplo, el volcán puede tomar una forma diferente a la cónica.

Generalmente los volcanes tienen en su cumbre o en sus costados, grandes cavidades de forma aproximadamente circular denominadas cráteres, generadas por erupciones anteriores, en cuyas bases puede, en ocasiones, apreciarse la abertura de la chimenea volcánica.

Se dice que un volcán es activo, cuando existe magma fundido en su interior, o cuando puede recibir nuevas aportaciones de magma y por tanto mantiene el potencial de producir erupciones. Por ello, aun volcanes que no muestran ninguna manifestación externa pueden ser clasificados como activos. En muchos casos es difícil decir si un volcán se encuentra activo o no. Por lo general se dice entonces que un volcán es activo si ha mostrado alguna actividad eruptiva relativamente reciente. Aquí el problema se transforma en definir qué es “reciente”. Según se defina este término algunos volcanes podrán ser considerados “activos” o no. Por ejemplo, un intervalo de tiempo comúnmente aceptado es 10,000 años. Esto significa que un volcán que haya tenido algún tipo de actividad los últimos diez mil años puede ser considerado “activo”. Sin embargo, este número es convencional, ya que un volcán con, digamos once mil años de inactividad no necesariamente está muerto, ni un volcán que haya tenido su última erupción hace, digamos 8 o 9 mil años necesariamente volverá a hacer erupción.

Los volcanes activos se distribuyen por diferentes regiones definidas por los procesos tectónicos de escala global. En el mundo existen alrededor de 1,300 volcanes continentales activos. De éstos, 550 han tenido alguna erupción en tiempos históricos (esto es, han sido presenciadas o han afectado a seres humanos). Los volcanes activos mantienen una tasa eruptiva global de 50 a 60 erupciones por año.

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

Gases volcánicos irritantes

Tiene efectos a menor concentración y a mayor distancia del volcán. Su acción irritante la efectúan a nivel del tracto respiratorio y sobre el resto de mucosas con las que entra en contacto, provocando ojo rojo, lagrimeo, odinofagia, estornudos, etc.

La afección del tracto aéreo depende del tiempo de exposición, de la concentración del gas en el aire y de la solubilidad acuosa.

Los gases poco solubles penetran con facilidad hasta los alvéolos, provocando tos, bronco espasmo, dolor torácico y/o insuficiencia respiratoria por afectación del intercambio gaseoso, es decir, hipoxemia.

Estas afecciones son provocadas por la inhalación de las sustancias en los gases de origen volcánico se resumen en la figura 1 y tabla 1.

Figura 1. Afecciones provocadas por inhalación de gases volcánicos.



Fuente: Organización Panamericana de la Salud/Erupciones volcánicas
[<https://www.paho.org/disasters/index.php?Itemid=1171&lang=es>]

Ceniza

Las partículas de ceniza producidas en erupciones explosivas son lo suficientemente pequeñas para ser rápidamente inhaladas y llevadas a los pulmones, y las partículas más gruesas pueden alojarse en la nariz o en los ojos y causar irritación.

Tabla 1. Evento eruptivo (ceniza y gas) y sus consecuencias en la salud.

CONSECUENCIAS	IMPACTO EN LA COMUNIDAD	MEDIDAS PREVENTIVAS
Respiratoria		
Inhalación de ceniza fina (<10 micras de diámetro)	Asma, exacerbación de una enfermedad pulmonar preexistente	Pruebas de laboratorio para el tamaño de partícula; use máscaras de alta eficiencia; proteja los hogares / oficinas de la infiltración de cenizas
Inhalación de polvo silíceo (presencia de sílice cristalina, por ejemplo, cuarzo)	Silicosis, si la exposición es pesada y continua (años): riesgo laboral al aire libre	Pruebas de laboratorio para sílice cristalina, equipo de protección respiratoria
Tóxico		
Ingestión de agua contaminada con fluoruro, posiblemente también metales pesados (por ejemplo, cobalto, arsénico)	Malestar gastrointestinal, incluso la muerte en personas vulnerables (enfermos crónicos)	Pruebas de laboratorio para elementos tóxicos lixiviables; evite beber aguas superficiales (es decir, use agua de cisterna)
Ingestión de alimentos contaminados (como se indicó anteriormente), incluida la leche	Lo mencionado anteriormente	Pruebas de laboratorio para la biodisponibilidad de elementos tóxicos; observar la salud de los animales en busca de alimento, análisis de laboratorio de la leche
Lluvia ácida	Irritación de ojos y piel; posible contaminación tóxica	Protección durante la lluvia; No beba agua de lluvia, especialmente de techos de metal, etc.
Ocular		
Cuerpos extraños en los ojos	Conjuntivitis, abrasiones en la córnea	Uso de gafas protectoras para personas muy expuestas (por ejemplo, trabajadores al aire libre)
Mecánica		
Colapso del techo y caída desde los techos	Trauma	Prevenir la acumulación de cenizas; tener cuidado por el peligro de caídas desde los techos al realizar limpiezas
Accidentes automovilísticos (carreteras resbaladizas y poca visibilidad)	Trauma	Control de tráfico
Daño en los motores de la aeronave	Trauma	Alerta de erupción al tráfico aéreo
Interferencia de radio y TV	Incapacidad de recibir alertas	Pre-erupción: folletos de asesoramiento para todos los hogares
Cortes de electricidad (cenizas húmedas en aisladores horizontales)	Suspensión de servicios públicos, calefacción del hogar, etc.	Cubra aislantes y organice equipos de reparación de emergencia
Escasa visibilidad	Cesación del transporte de emergencia; casas y viajeros varados; trauma	Designar refugios de emergencia

Fuente: Organización Panamericana de la Salud/Erupciones volcánicas
[\[https://www.paho.org/disasters/index.php?Itemid=1171&lang=es\]](https://www.paho.org/disasters/index.php?Itemid=1171&lang=es)

ANTECEDENTES

Los principales sistemas montañosos mexicanos, que a su vez se subdividen en conjuntos menores y volcanes son:

- **Sierra Madre Occidental.** Cadena montañosa localizada en la región occidental de la República Mexicana, orientada de noroeste a sureste. Se extiende desde Sonora hasta Nayarit.
- **Sierra Madre Oriental.** Tiene una dirección noroeste-sureste, inicia al sur del estado de Texas en EE.UU., se extiende a México, en dirección norte noroeste, desde Coahuila hacia el sur-sureste de Veracruz y Oaxaca. Cruza los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla.
- **Sierra Madre del Sur.** Se extiende desde Jalisco haciendo contacto con la Cordillera Neovolcánica, y continúa hasta el Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca atravesando Colima, Michoacán y Guerrero.
- **Cordillera Neovolcánica.** Se considera como una barrera natural entre América del Norte y América Central. Se extiende desde Nayarit hasta Veracruz atravesando los estados de Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Querétaro, Guanajuato, Michoacán, Guerrero, Jalisco, Colima y Ciudad de México.
- **Sierra Madre de Chiapas.** Se localiza casi en su totalidad dentro del estado de Chiapas y sólo una pequeña parte dentro del estado de Oaxaca.
- **Sierra de California.** Se extiende en dirección norte noroeste a sur sureste a lo largo de toda la Península de Baja California, desde los límites de México con los EE.UU. hasta Cabo San Lucas en Baja California Sur.

Se puede decir que en México existen más de 2,000 volcanes, de los cuales alrededor de 42 son reconocidos como tal y solo algunos se consideran activos o peligrosos.

Las principales manifestaciones volcánicas son:

Flujos piroclásticos	Flujos de lava	Flujos de lodo (o lahares)	Derrumbes y deslizamientos	Columnas eruptivas y lluvias de fragmentos y de ceniza
----------------------	----------------	----------------------------	----------------------------	--

Algunos de los peligros asociados a los distintos tipos de erupciones volcánicas y sus diferentes manifestaciones se resumen en la tabla 2.

Tabla 2. Erupciones volcánicas y sus manifestaciones.

Manifestación	Peligro asociado	Velocidad	Alcance	Efecto más frecuente
Lava líquida	Flujos de lava	Baja	Corto	Destrucción del terreno
Ceniza	Lluvia de ceniza	Media	Intermedio	Acumulación de ceniza
Fragmentos de todos tamaños	Flujos piroclásticos	Muy alta	Corto a intermedio	Devastación
Ceniza	Lluvia de ceniza	Media	Largo a muy largo	Acumulación de ceniza, bloqueo de drenajes
Lodo (agua y fragmentos)	Flujo de lodo (lahar)	Media a alta	Intermedio a largo	Devastación
Derrumbe o deslizamiento	Avalancha de escombros	Alta a muy alta	Intermedio a largo	Devastación

Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres.

El país ha vivido actividades recientes de volcanes que han presentado fases eruptivas importantes, algunas con consecuencias desastrosas, ejemplo de ello son el Parícutín, en Michoacán (1943); el Chichón, en Chiapas (1982); el Tacaná, en Chiapas (1986) y el volcán de Colima, el cual ha tenido episodios de gran actividad en los últimos años. La prueba más reciente se vivió a finales de 1994 cuando el volcán Popocatepetl, pasó de una fase de actividad moderada a una de gran actividad sísmica y fumarólica con abundante emisión de gases, cenizas, extrusión de lava e incluso producción de flujos piroclásticos durante los eventos eruptivos de mayo y junio de 1997.

ANTECEDENTES DE EVENTOS ERUPTIVOS EN MÉXICO

En el país, gran parte del vulcanismo está relacionado con la zona de subducción formada por las placas tectónicas de Rivera y Cocos en contacto con la gran placa de Norteamérica, y tiene su expresión volcánica en la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM). Son parte del Anillo de Fuego del Pacífico, también llamado Cinturón Circumpacífico que rodea casi totalmente el Pacífico.

Durante la segunda década del siglo XX tuvieron lugar dos erupciones trascendentales para el desarrollo de los estudios vulcanológicos en México. Estas fueron la erupción de 1913 del volcán de Fuego de Colima, que destruyó su domo central y dejó un cráter de 400 m de diámetro, y la erupción del Popocatepetl en 1919-1927. Después de dos décadas de relativa quietud volcánica en nuestro país, surgió la noticia del nacimiento de un volcán en un campo de cultivo en el estado de Michoacán el 20 de febrero de 1943, en el poblado de San Juan Parícutin. Del terreno de cultivo se había formado un volcán pequeño de 424 m de elevación que sepultó a los poblados de Parícutin y San Juan Parangaricutiro. Para 1962, el cráter del volcán de Colima, formado en 1913, había sido rellenado por lava, marcando el inicio de su actividad moderna con la emanación de flujos de lava y flujos piroclásticos.

La erupción que forma el parteaguas de los estudios vulcanológicos en México es la erupción catastrófica del 28 de marzo de 1982 del volcán Chichón, en el estado de Chiapas. La reactivación violenta de un volcán prácticamente desconocido después de 550 años, tomó a la población y a los científicos por sorpresa. Esta erupción le quitó la vida a más de 2,000 personas, destruyó nueve poblados, y causó importantes efectos globales con la emisión de más de 7 Mt de SO₂ a la atmósfera y la reducción de la temperatura del planeta en 0.5°C durante varios meses. La erupción del Chichón representa, hoy en día, la peor catástrofe de índole volcánica en nuestro país. Como consecuencia de esta erupción y del sismo devastador de 1985, se crea el Sistema Nacional de Protección Civil y surge la inquietud por el estudio y monitoreo constante de nuestros volcanes activos. Otro acontecimiento importante fue la reactivación del Popocatepetl, ocurrida el 21 de diciembre de 1994, la cual representa un paso importante no sólo para el avance de los estudios vulcanológicos de nuestro país, sino también para la mitigación de los desastres volcánicos. Inmediatamente después de iniciada la crisis, se creó un comité científico que se encargó de evaluar su estado de actividad. En la tabla 3, se resumen los principales eventos eruptivos en México, registrados desde 1838 a 2021.

Tabla 3. Antecedente de eventos eruptivos en México, 1938 a 2019.

AÑO DEL EVENTO ERUPTIVO	NOMBRE DEL VOLCÁN	DESCRIPCIÓN
1838	San Martín Tuxtla, Veracruz	Su cráter tiene aproximadamente 500m de diámetro. Erupción explosiva en 1664. Su erupción más reciente fue en 1838.
1867	Pico de Orizaba o Citlaltépetl, Puebla-Veracruz	Es el volcán y la montaña más alta de México. Erupciones 1533, 1539, 1545, 1566, 1569, 1589, 1687, 1846, 1613, 1864 y 1867.
1875	Ceboruco, Nayarit	Actualmente el volcán emite fumarolas y se le considera como activo con posibilidad de presentar erupciones en el futuro. Erupciones de 1870 a 1875.
1953	Bárcena, Baja California	Nace el 1º de agosto de 1952. Provocó daños ecológicos considerables; su actividad se prolongó hasta marzo de 1953.
1959	Sanguanguey, Nayarit	Erupciones en 1742 y 1859.
1982	El Chichón o Chichonal, Chiapas	Erupciones en los años 300, 623 y 1300. El 28 de marzo de 1982 se produjo una gran erupción, destruyó varias poblaciones, hubo 2000 víctimas y más de 2000 damnificados. Actualmente este volcán continúa activo.
1986	Tacaná, Chiapas-Guatemala	Se reconocen períodos de explosiones freáticas y fumarólica en 1855, 1878, 1900, 1903, 1949, 1951 y 1986.
1994	Everman o Socorro, Colima	Hizo erupción el 29/01/1993 y finalizó en febrero de 1994. Otras erupciones ocurrieron en 1848, 1896, 1905 y 1951.
2001	Tres Vírgenes, BCS	Erupciones en 1746 y 1857; su última erupción 06/07/2001.
2003	Popocatepetl, México-Puebla-Morelos	Es el segundo volcán más alto de México, se encuentra en intensa actividad manteniendo en alerta a cuatro estados. Actividad moderada de 1347 a 1920; al parecer la actividad explosiva mayor ocurrió en 1539 y 1720.
2011	Volcán de Fuego, Jalisco-Colima	Volcán más activo del territorio mexicano, cerca de 25 erupciones de 1560 a 1991.
2015	Volcán de Fuego, Jalisco-Colima	Incremento de actividad en julio de 2015, ameritando evacuación de población en localidades cercanas al volcán.
2019	Popocatepetl, México-Puebla-Morelos.	En los primeros días de marzo (2019), se observó la explosión del domo, presencia de columnas de humo y salida de material incandescente de forma libre, algo que no había sido observado antes
2021	Popocatepetl, México-Puebla-Morelos	El 17/09/2021, a las 11:38 horas, se detectó una explosión que generó una columna de vapor, gases y bajo contenido de ceniza con 1,500 m de altura.

Fuente: Servicio Geológico Mexicano/Geología Ambiental/Riesgos geológicos/Volcanes de México. Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México/Macías, J. L. (2005). Centro Nacional de Prevención de Desastres/Publicaciones: Riesgos geológicos/Volcanes.

PRINCIPALES VOLCANES EN MÉXICO

Los siguientes volcanes se consideran los más importantes del país (Figura 2):

- Tres Vírgenes en Baja California Sur
- Bárcena y Everman en las islas Revillagigedo
- Ceboruco y Sangangüey en Nayarit
- La primavera en Jalisco
- Volcán de Colima en la frontera de Jalisco y Colima
- Paricutín y Jorullo en Michoacán
- Xitle en Distrito Federal
- Popocatépetl en el Estado de México y Puebla
- Humeros y Pico de Orizaba en Puebla y Veracruz
- San Martín Tuxtla en Veracruz
- El Chichón y Tacaná en Chiapas

Figura 2. Volcanes activos en México.



Fuente: Instituto de Geofísica de la UNAM, 2021.

VOLCÁN POPOCATÉPETL

Localizado a 60 km al sureste de la Ciudad de México y a 45 km al oeste de la Ciudad de Puebla. Tiene una altura de 5,452 m sobre el nivel del mar y un cráter de 900 m de diámetro y 200 m de profundidad aproximadamente. Su edificio cubre un área de 500 km² abarcando Puebla, Estado de México y Morelos. La actividad actual hasta el momento ha mostrado un comportamiento muy similar al del episodio de 1919-1927 (y a otros 13 semejantes, reportados durante los últimos 450 años), el cual produjo exhalaciones, explosiones y lluvias de ceniza y arenilla.

Figura 3. Exhalación del Volcán Popocatépetl.



Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres, 01/08/2021 10:00.

El **Semáforo de Alerta Volcánica** es un **sistema de alertamiento**, basado en gran parte en experiencias de México y de otros países. De esas experiencias se ha determinado que una de las causas principales de los desastres es la falta de criterios o de factores de decisión y comunicación durante la ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente destructivo.

El Semáforo de Alerta Volcánica, ha reducido en lo posible los factores que pueden llevar a la indecisión, o a la toma de decisiones erróneas (que lleven al desastre) en caso de emergencia. (Figura 4).

El volcán Popocatepetl es uno de los principales volcanes activos de México, alrededor de 25 millones de personas habitan a menos de 100 km del cráter, lo que lo convierten en uno de los volcanes más peligrosos del planeta.

Después de setenta años de inactividad, se notó un paulatino incremento en la actividad del volcán a partir del 21 de diciembre de 1994; desde ese momento se ha realizado un monitoreo continuo de su actividad.

De acuerdo al mapa de “Dispersión de ceniza, arena y pómez” (figura 5) las zonas de afectaciones por caída de ceniza o arena volcánica (fragmentos de material volcánico con tamaño entre 2 a 64 mm) se divide en tres áreas:

- **Área 1:** Afectada por caída de cantidades importantes de ceniza, arena y pómez, cuyas acumulaciones alcanzarían varios centímetros en caso de erupciones pequeñas y hasta varios metros en erupciones muy grandes.
- **Área 2:** Caída moderada de ceniza, arena y pómez; se puede formar una capa de polvo con espesor de hasta un milímetro y un metro en erupciones grandes.
- **Área 3:** Zona menos afectada por caída de ceniza, arena y pómez; en erupciones pequeñas no habría caída de estos materiales, sin embargo, en erupciones grandes se pueden acumular decenas de centímetros.

Tabla 4. Estados, municipios y localidades principales en cada área de afectación.

Área	Estado	Municipio	Localidad principal
1	Estado de México	Amecameca	Tlamacas
	Puebla	San Nicolás de los Ranchos	Xalizintla
2	Estado de México	Amecameca	Amecameca
		Ozumba	Ozumba
	Puebla	Tetela del Ocampo	Tetela
		Hueyapan	Hueyapan
		Atlixco	Atlixco
San Andrés Cholula San Martín Texmelucan		Cholula Texmelucan	
3	Estado de México	Chalco	Chalco de Díaz Covarrubias
	Puebla	Puebla	Puebla
		Izúcar de Matamoros	Izúcar de Matamoros
	Tlaxcala	Apizaco	Apizaco
		Tlaxcala	Tlaxcala
Huamantla		Huamantla	
Morelos	Cuernavaca	Cuernavaca	
	Cuatla	Cuatla	
	Jantetelco	Amayuca	
Ciudad de México	Todas las delegaciones		

Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2021.

VOLCÁN DE COLIMA

El **Volcán de Fuego de Colima** o simplemente Volcán de Colima (Figura 6), tiene una altitud de 3,860 metros sobre el nivel del mar; es un estratovolcán andesítico que forma parte, junto con el Cántaro y el Nevado de Colima (4,330 msnm.), de un complejo volcánico con orientación Norte-Sur llamado Complejo Volcánico de Colima (CVC), ubicado en el sector occidental del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVT,) y cuyas coordenadas geográficas (19°30'44"N y 103°37'02"W) lo sitúan entre los Estados de Colima (municipios de Comala y Cuauhtémoc) y Jalisco (municipios de Tuxpan, Zapotitlán y Tonila).

Figura 5. Volcán de Colima



Fuente: Unidad Estatal de Protección Civil Colima, 10/05/2021, 15:17.

Entre las más recientes explosiones producidas en el Volcán de Colima tenemos las ocurridas en Julio de 1987, el 21 de julio de 1994, que dejó un cráter en la superficie del domo formado en 1991 con un diámetro de 130 metros por 50 metros de profundidad y produjo una ligera lluvia de ceniza hacia el Oeste. El 10 de febrero de 1999 se presentó un nuevo evento explosivo en la cima del volcán, mismo que fue repetido con menor intensidad los días 18 de febrero y 10 de mayo de 1999. El 17 de julio de 1999 tuvo lugar una nueva y violenta explosión que arrojó una gran cantidad de material incandescente por los costados del volcán y levantó una columna de ceniza superior a los 8 Km. Durante los meses de mayo (días 16, 24 y 30) y junio (días 2 y 5), y hasta finales de septiembre de 2005, ocurrieron alrededor de 17 eventos explosivos de los más importantes registrados por los sistemas de monitoreo volcánico de la Universidad de Colima.

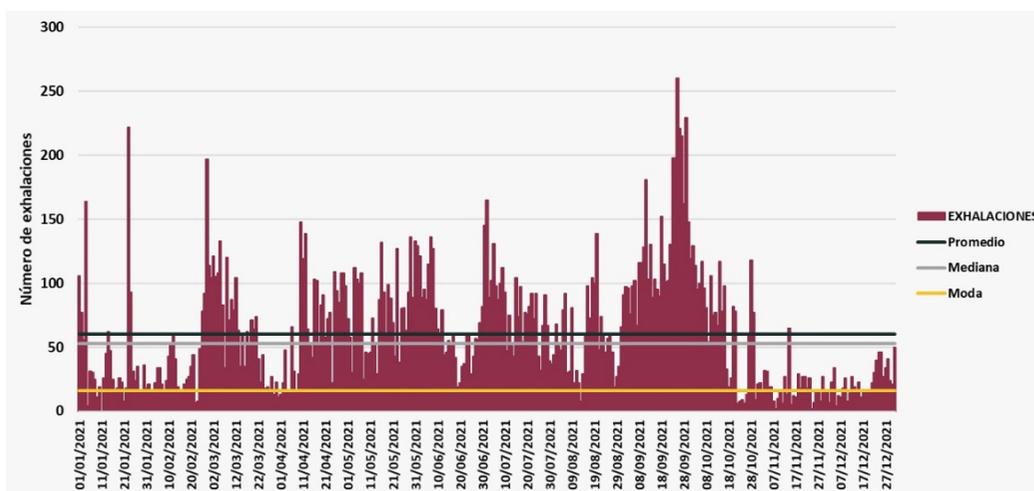
El evento explosivo del día 5 de junio de 2005, a las 14:20 horas (tiempo local) produjo flujos piroclásticos principalmente al Sur y Este del edificio volcánico y levantó una columna de ceniza superior a los 4 km desde la cima, la cual fue llevada por los vientos al sur-sureste del volcán a una velocidad aproximada de 25 Km/hora. Esta explosión por su energía sísmica liberada es considerada como la más importante desde 1913.

PANORAMA 2021 DE RIESGOS VOLCÁNICOS

VOLCÁN POPOCATÉPETL

Durante el periodo del 2021 el volcán Popocatepetl registró un total de 22,553 exhalaciones, con un promedio de 62 exhalaciones al día, presentando una disminución respecto al año previo que presentó un total de 60,207 exhalaciones.

Gráfica 1. Actividad de exhalaciones del volcán Popocatepetl, durante el 2021.

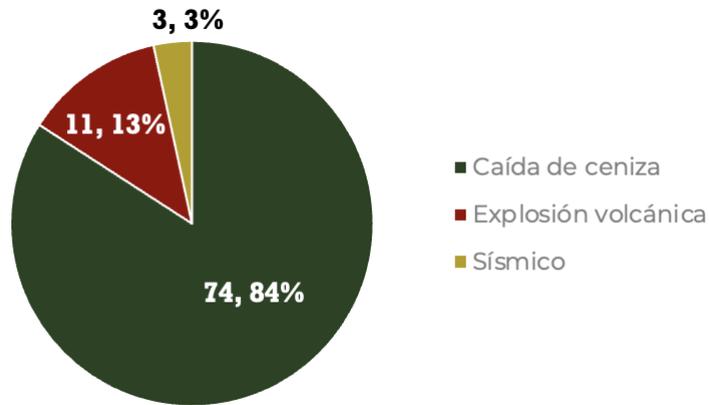


Fuente: Construida con los registros de la UIES.

Se ha observado un incremento en el número de exhalaciones en los meses de septiembre a octubre, ese comportamiento ha sido constante en diversos años, incrementando su actividad en el mismo periodo. Durante el año 2021, el semáforo de alerta volcánica del volcán Popocatepetl se mantuvo en **amarillo fase 2**.

Respecto a los eventos notificados por los servicios de Protección Civil estatales se tuvo un recuento de 74 eventos de caída de ceniza, de los cuales 33 se presentaron en la semana epidemiológica 30 a 41 concentrados en Estado de México, Puebla y Morelos, 11 explosiones volcánicas y tres eventos sísmicos (Gráfico 2).

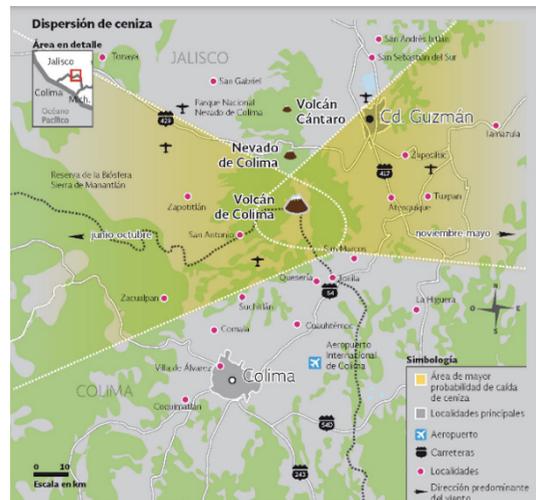
Gráfica 2. Eventos volcánicos del Popocatepetl reportados a la UIES, 2021.



VOLCÁN COLIMA 2021

El volcán de Colima es un estratovolcán, es decir, está constituido por capas de material fragmentado y lava intercalada, es uno de los volcanes más peligrosos del país. El volcán permaneció estable, manteniendo el semáforo Amarillo, con actividad de baja magnitud, presencia de explosiones esporádicas de baja magnitud y crecimiento lento de domos. Los pronósticos de caída de ceniza permanecieron en las entidades de Jalisco y Colima.

Figura 7. Localidades con posible afectación por el Volcán de Colima



Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres./Volcán Colima
<https://www.gob.mx/segob/articulos/te-encuentras-cerca-del-volcan-de-colima>

BIBLIOGRAFÍA

1. Reyna de la Cruz Servando. (2004), "Volcanes, Peligro y Riesgo Volcánico en México. Serie Fascículos.", 1a. Edición, CENAPRED, México, ISBN: 970-628-734-5
2. Servicio Geológico Mexicano, <http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/es/riesgos/vulcanismo/volcanes-de-mexico>
3. Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED, www.cenapred.unam.mx
4. ANÁLISIS Y MAPA DE RIESGO DEL VOLCÁN COLIMA, MÉXICO, Carlos Suárez Plascencia y Gustavo Saavedra De La Cruz, Centro de investigación de la Facultad de Geografía, Universidad de Guadalajara, México.
5. CENAPRED. (2001). *Las Cenizas Volcánicas del Popocatepetl y sus Efectos para la Aeronevegación a Infraestructura Aeroportuaria*. Centro Nacional de Prevención de Desastres Instituto de Geofísica, UNAM.

INESTABILIDAD **DE LADERAS**



INTRODUCCIÓN

Una ladera es una superficie inclinada del terreno o un declive propio de las montañas, los cerros, las lomas o las sierras. La inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción de masa, se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para autosustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación.

De entre los fenómenos geológicos, los deslizamientos de laderas son los más frecuentes en el país y su tasa de mayor ocurrencia es en la temporada de lluvias. Aunque también pueden ocurrir durante sismos intensos, erupciones volcánicas y por actividades humanas. ¹

ANTECEDENTES

Los problemas de inestabilidad de laderas se cuentan entre los peligros naturales más destructivos de nuestro planeta, lo cual representa una de las mayores amenazas para la vida y bienes materiales de la población.

Derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos complejos ocurren día con día alrededor del mundo, existen diversos factores para la inestabilidad de laderas. Principalmente influyen las modificaciones a la geometría de la ladera, por erosión o excavaciones artificiales, efectos de sismos de gran magnitud, explosiones para construcción o minería, lluvias intensas y prolongadas, debilitamiento de la capa superficial del suelo por deforestación, etc.

Las causas que disparan los deslizamientos también están relacionadas con las características geológicas y geomorfológicas del sitio (pendiente, altura, agrietamiento, grado de alteración de las rocas, etc.), así como propiedades mecánicas de los materiales propensos a la falla; estos se dividen en:

- **Causas Externas.** Cambios en la pendiente del talud, acumulación de cargas sobre el talud o acciones dinámicas como las producidas por sismo, erupciones volcánicas o explosiones.
- **Causas Internas.** La presencia de agua en el terreno ejerce una presión dentro de la masa de suelo que provoca la disminución de su resistencia al esfuerzo cortante, y consecuentemente la falla de una ladera. Para evitar la inestabilidad de las laderas hay que detener la deforestación, no excavar los costados de éstas, ni realizar cortes sin supervisión, detectar y corregir fugas de agua.

SITUACIÓN EN MÉXICO

De los poco más de 5 millones de personas que residen en áreas con inestabilidad de laderas, la gran mayoría presenta escasa vulnerabilidad (88.1%), dado que en gran proporción habita en ciudades mayores de 100 mil habitantes.

Sin embargo, cerca de 600 mil personas tienen una elevada o moderada vulnerabilidad, la cual habita localidades menores de 5 mil habitantes. Por zona funcional, tenemos que, de las 3,083 localidades en áreas de deslizamiento de laderas, 1,436 se localizan en las porciones de las cuencas altas, donde residen 550,416 personas; 1,388 localidades en la parte media con 2,813,636 habitantes y 259 en la cuenca baja con 1, 695,422 personas.

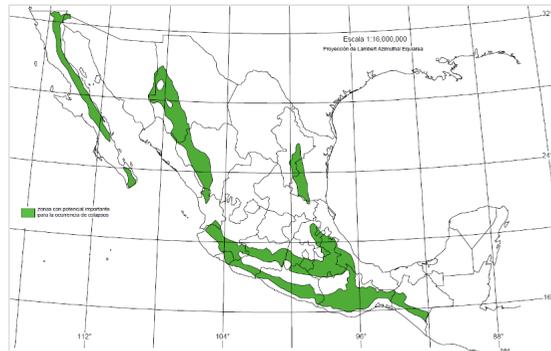
Se puede observar que se presentan daños a la salud (traumatismos y asfixias principalmente) en la mayoría de la población en riesgo por estar en zonas de deslizamiento de laderas reside en la parte media de las cuencas (55.6%) y en la porción baja, 33.5%.

Según su nivel de vulnerabilidad, como se expresó con anterioridad, predomina la escasa vulnerabilidad, pero hay un poco más de 600 mil de personas con moderada y elevada vulnerabilidad, que residen principalmente en las zonas funcional media (320 mil) y alta de las cuencas, con 260 mil personas.

En solamente dos cuencas: cuenca de México y río Papagayo reside la mayoría de la población en situación de riesgo por deslizamiento de laderas. ²

En México el 10 de septiembre de 2021 se presentó un desprendimiento de rocas y tierra pertenecientes al cerro de Chiquihuite en el municipio de Tlalnepantla, Estado de México que ocasiono pérdidas humanas, daño a diez viviendas y 141 en riesgo por lo que hubo reubicación de población cercana a la zona.

Figura 8. Inestabilidad de laderas naturales.



Fuente: CENAPRED/Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México: Inestabilidad de laderas naturales

Ante el alto nivel de peligro que representa para la población la problemática de inestabilidad de laderas naturales, en el mapa de zonificación correspondiente (Figura 8), tomando en cuenta las características de las diferentes provincias fisiográficas, la geomorfología, los estudios sobre los diferentes climas en todo el país, así como las condiciones ambientales que propician en distintos grados, el intemperismo de las formaciones geológicas involucradas, la edafología y la distribución de vertientes, ríos y cuencas hidrológicas.

El CENAPRED dio especial atención a las condiciones geológicas y a la precipitación pluvial. En busca de la identificación de las zonas de mayor peligro se superpuso toda la información mencionada, analizando la problemática tanto por ausencia como por presencia de agua.³

BIBLIOGRAFÍA

1. CENAPRED. *Laderas inestables* [Internet]. 2021 [citado el 24 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/281-INFOGRAFALADERASINESTABLES.PDF>
2. *Vulnerabilidad de la población frente a inundaciones e inestabilidad de laderas. Las cuencas hidrográficas en México.* <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/639/vulnerabilidad.pdf>
3. *Comisión Nacional de Protección Civil. Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas.* <http://www.atlasmacionalderiesgos.gob.mx/archivo/inestabilidad-laderas.html>

RIESGOS

HIDRO-METEOROLÓGICOS

An aerial photograph of a tropical cyclone, showing a distinct eye and spiral cloud bands. The image is partially obscured by a dark red banner on the left side. The banner contains the title 'CICLONES TROPICALES' in white, bold, sans-serif font. The background shows the ocean and surrounding landmasses in shades of green and blue.

CICLONES TROPICALES

INTRODUCCIÓN

Los ciclones tropicales son una de las mayores amenazas para la vida y los bienes, incluso en sus primeras fases de desarrollo. Conllevan diferentes peligros que, individualmente, pueden afectar de forma significativa la vida y los bienes, como las mareas de tempestad, las inundaciones, los vientos extremos, los tornados y los rayos. Cuando se combinan, estos peligros interactúan entre sí y aumentan considerablemente la posibilidad de causar pérdida de vidas y daños materiales.

México es uno de los países con mayor incidencia directa o marginal de ciclones tropicales del planeta. Al estar rodeado por mar, los ciclones tropicales entran por ambos litorales (Océano Pacífico y Golfo de México-Mar Caribe) provenientes de dos zonas ciclogénicas distintas, esto convierte al país en un territorio altamente vulnerable y expuesto al peligro destructivo de estos fenómenos.

El Servicio Meteorológico Nacional en colaboración con la Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC) opera el Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIAT), en el cual se consensuan, sistematizan y aplican coordinadamente las acciones emergentes que permitan responder de forma inmediata a las necesidades urgentes de la población para la protección de la vida y la salud, alimentación, suministro de agua y albergue temporal, ante la inminencia de que ocurra un desastre natural o ante la ocurrencia de un fenómeno hidrometeorológico.

El sistema de alerta temprana se apoya en la escala Saffir-Simpson que mide los daños potenciales de un huracán por viento y marea de tormenta, dividiéndolos en cinco categorías.

ANTECEDENTES

Un ciclón tropical consiste en una gran masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión. Su diámetro suele ser de unos 200 a 500 km, pero puede alcanzar los 1000 km. Los ciclones tropicales generan vientos muy violentos, lluvias torrenciales, olas altas y, en algunos casos, mareas de tempestad e inundaciones costeras muy destructivas. Los vientos soplan en sentido contrario a las agujas del reloj en el hemisferio norte y en el sentido de las agujas del reloj en el hemisferio sur. En interés de la seguridad pública, se da un nombre a los ciclones tropicales que alcanzan una cierta intensidad.

Frecuentemente se desplazan con velocidades comprendidas entre 10 a 40 km/h, los vientos de superficie pueden alcanzar velocidades superiores a los 300 km/h. La energía de un ciclón es mayor conforme es más grande la diferencia de presiones entre su centro y su periferia; esta última es del orden de 1,013 mb.

Figura 1. Zonas ciclogénicas que afectan a México.



Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres/Ciclones tropicales/Atlas Nacional de Riesgo, 2001.

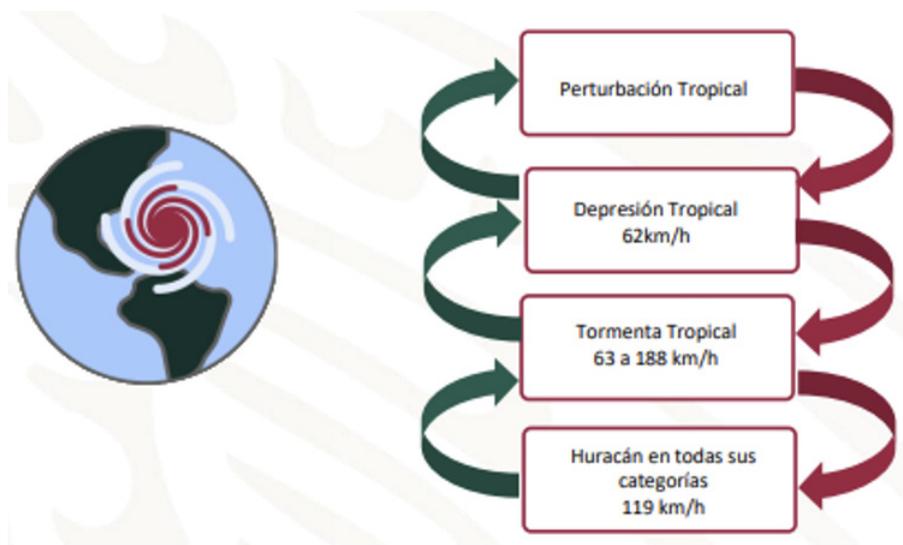
Las regiones donde se originan los ciclones se les conocen como **zonas ciclogénicas** o matrices. Los ciclones que llegan a México provienen de la sonda de Campeche, Golfo de Tehuantepec, Caribe (alrededor de los 13° latitud norte y 65° longitud oeste) y sur de las islas Cabo Verde (cerca de los 12° latitud norte y 57° longitud oeste, región Atlántica). En la figura 1 se presentan las regiones ciclogénicas de los huracanes.

La temporada de ciclones tropicales, inicia de forma oficial el 15 de mayo para el Océano Pacífico y el 1 de junio para el Océano Atlántico, culminando ambas el 30 de noviembre de ese mismo año, aunque se ha evidenciado en los últimos años que estas pueden dar inicio temprano, o presentarse ciclones aún después del cierre de la temporada. Usualmente el mes más activo es septiembre.

ETAPAS DE EVOLUCIÓN

- **Perturbación Tropical.** Zona de inestabilidad atmosférica asociada a la existencia de un área de baja presión, la cual propicia la generación incipiente de vientos convergentes cuya organización eventual provoca el desarrollo de una depresión tropical.
- **Depresión Tropical.** Los vientos se incrementan en la superficie, producto de la existencia de una zona de baja presión. Dichos vientos alcanzan una velocidad sostenida menor o igual a 62 kilómetros por hora.
- **Tormenta Tropical.** El incremento continuo de los vientos provoca que éstos alcancen velocidades sostenidas entre los 63 y 118 km/h. Las nubes se distribuyen en forma de espiral. Cuando el ciclón alcanza esta intensidad se le asigna un nombre preestablecido por la Organización Meteorológica Mundial.
- **Huracán.** Es un ciclón tropical en el cual los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan los 119 km/h. El área nubosa cubre una extensión entre los 500 y 900 km de diámetro, produciendo lluvias intensas. El ojo del huracán alcanza normalmente un diámetro que varía entre 24 y 40 km, sin embargo, puede llegar hasta cerca de 100 km.

Figura 2. Evolución de los fenómenos hidrometeorológicos



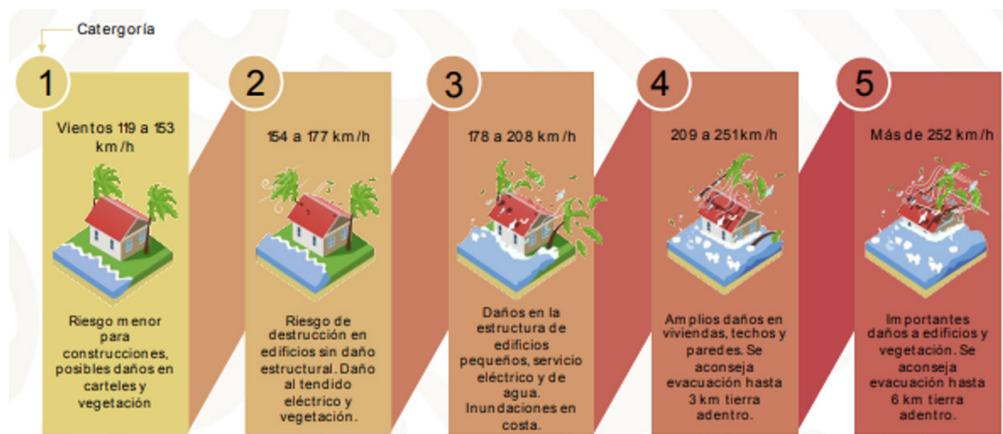
PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

El tipo de daños provocados por las lluvias y escurrimientos de los ciclones tropicales varía dependiendo de varios factores:

- **Velocidad de desplazamiento:** ciclones que se mueven lentamente o permanecen estacionarios tienden a dejar más lluvia.
- **Tamaño del fenómeno:** mientras más grande es un ciclón, mayor es el área que recibe lluvias de este.
- **Trayectoria** específica.
- **Hora** del día.
- **Efectos locales** debidos a la topografía.
- **Interacción** con otros sistemas meteorológicos como frente frío, onda tropical y canal de baja presión.

Para los Ciclones Tropicales, la escala Saffir-Simpson mide los daños potenciales por viento y marea de tormenta, en cinco categorías figura 3.

Figura 3: Clasificación de los Huracanes, Escala Saffir-Simpson



Los efectos en zonas costeras provocados por el oleaje y marea de tormenta que acompañan a los ciclones tropicales pueden ser altamente destructivos; varía de acuerdo con factores locales: forma específica de la costa y lecho marino circundante, viento, campo de presión atmosférica y tamaño del fenómeno.

Las precipitaciones asociadas al ciclón tropical pueden reblandecer el suelo en algunas regiones, por lo que se exhorta a la población a extremar precauciones debido a que pudieran registrarse deslaves, deslizamientos de laderas, desbordamientos de ríos, arroyos, y/o afectaciones en caminos y tramos carreteros, así como inundaciones en zonas bajas y saturación de

drenajes en zonas urbanas. La navegación marítima en las inmediaciones del sistema deberá extremar precauciones, así como las operaciones aéreas. La marea de tormenta (sobreelevación del nivel medio del mar cuando un ciclón tropical se acerca a la costa) es a escala mundial la principal causa de pérdidas de vidas humanas asociadas a los huracanes; en México, afortunadamente no tiene la importancia que adquiere en otros países como Estados Unidos de Norteamérica o Bangladesh.

ANTECEDENTES

En la tabla 1, se resumen los principales ciclones tropicales que han impactado en el territorio nacional y sus datos más relevantes.

Tabla 1. Huracanes más importantes en México.

AÑO	EVENTO	ENTIDADES FEDERATIVAS AFECTADAS	DAÑOS CAUSADOS
1970	Huracán Ella Categoría 3	Quintana Roo, Tamaulipas, Nuevo León, Yucatán, Campeche.	---
1974	Huracán Carmen Categoría 4	Quintana Roo, Campeche y Yucatán.	Daños a cultivos y varias defunciones.
1977	Huracán Anita Categoría 5	Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes.	Grandes daños a las aldeas en el noreste de México, con cerca de 25 mil personas quedaron sin hogar.
1980	Huracán Allen Categoría 3	Quintana Roo, Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila.	Fallecieron 249 personas y cuantiosos daños a infraestructura.
1988	Huracán Gilberto Categoría 5	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila.	Las pérdidas se cuantifican en 10 billones de dólares, pero en todos los países que afectó.
1997	Huracán Paulina Categoría 3	Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco.	Impactó de forma desastrosa el noreste de México; se evacuaron 51 plataformas petroleras, lo que significó una pérdida de 8,708 barriles de petróleo por día y 173,140 millones de pies cúbicos de gas natural diariamente.
2002	Huracán Kenna Categoría 4	Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Durango y Zacatecas.	No se reportaron defunciones, aunque unas 40 personas resultaron heridas y los daños ascendieron a unos 10 millones de dólares.
2005	Huracán Stan Categoría 1	Quintana Roo, Yucatán, Veracruz, Oaxaca, Campeche y Chiapas.	Arrasó con 2,500 casas.
2005	Huracán Wilma Categoría 4	Península de Yucatán, el ojo pasó por la Isla de Cozumel para hacer contacto en playa del Carmen en Campeche.	Las pérdidas fueron incuantificables al afectar el turismo, la agricultura, y las actividades económicas en general, se

AÑO	EVENTO	ENTIDADES FEDERATIVAS AFECTADAS	DAÑOS CAUSADOS
			estima, sus daños se cuantifican en 7.5 billones de dólares.
2007	Huracán Dean Categoría 5	Quintana Roo, Campeche, Veracruz, Puebla, Hidalgo y Querétaro.	Los daños materiales causados ascienden a 1,000 millones de pesos (unos 91 millones de dólares), estimaron autoridades estatales.
2012	Huracán Bud Categoría 3	Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit.	Produjo consecuencias positivas para los agricultores de Colima.
2013	Huracán Manuel Categoría 1	Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit y Sinaloa.	Primer impacto: Como tormenta tropical, el día 15 de septiembre, cerca de las 14:00 hora local del centro del país, en las cercanías al sureste de la ciudad de Manzanillo Segundo impacto: Como huracán, el 19 de septiembre alrededor de las 9:00 hora local del centro del país, a 25 km al norte de la población de Altata, Sinaloa.
2013	Huracán Ingrid Categoría 1	Campeche, Tabasco, Veracruz, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León e Hidalgo.	Toco tierra en la costa de Tamaulipas el día 16 de septiembre, a las 7:00 horas, tiempo del centro de México, sobre la población de La Pesca, Tamaulipas.
2014	Huracán Odile Categoría 4	Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Sonora, Baja California y Baja California Sur.	Primer impacto: El ojo del huracán "Odile" tocó tierra el 14 de septiembre a las 23:45 horas tiempo del centro de México, a 10 km al este de Cabo San Lucas, BCS. Segundo impacto: El 17 de septiembre aproximadamente a las 11:30 horas tiempo del centro de México, la tormenta tropical "Odile" tocó tierra por segunda ocasión en su trayectoria, esta vez en la costa noroeste de Sonora a 75 km al sureste de Puerto Peñasco.

AÑO	EVENTO	ENTIDADES FEDERATIVAS AFECTADAS	DAÑOS CAUSADOS
2015	Huracán Patricia Categoría 5	Colima, Jalisco y Nayarit	El ciclón tropical "Patricia" fue considerado el huracán más intenso de la historia de las cuencas del Pacífico y Atlántico.
2016			
2017	Huracán Max Categoría 1	Guerrero	Lugar de impacto 80 km al sur-sureste de Pto. Márquez, Gro.
	Huracán Katia Categoría 1	Veracruz	Lugar de impacto 185 km al noroeste del Pto. de Veracruz
2018	Huracán Willa Categoría 5	Nayarit	Tocó tierra en la costa sur de Sinaloa, en la población de Isla del Bosque, Sin. A 15 km al sur de Escuinapa, con vientos sostenidos de 195 km/h y rachas de 240 km/h como huracán de categoría 3, lo generó lluvias torrenciales que dieron lugar a fuertes inundaciones en Nayarit y sur de Sinaloa.
		Sinaloa	
2019	Huracán Lorena Categoría 1	Jalisco	Primero impacto: Huracán categoría 1 el 19 de septiembre en La Manzanilla, La Huerta, en Jalisco. Segundo impacto: A 5 km al sur de Ensenada de los Muertos, en La Paz, Baja California Sur, el 21 de septiembre como huracán de categoría 1. Tercer impacto: el 22 de septiembre como baja presión remanente, a 7 kilómetros al sur-sureste de la localidad El Embudo, Hermosillo, Sonora. Lorena dejó daños en Chiapas, Sonora, Jalisco, Colima y Baja California Sur
		Baja California Sur.	
		Sonora	
2020	Sin eventos		
2021	Huracán Nora Categoría 1	Oaxaca, Guerrero, Colima, Michoacán, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Sonora y Baja California Sur.	Primer impacto: Huracán categoría 1 el 28 de agosto sobre San Vicente, a 15 km al oeste-suroeste de Tomatlán, Jalisco.

AÑO	EVENTO	ENTIDADES FEDERATIVAS AFECTADAS	DAÑOS CAUSADOS
	Huracán Grace Categoría 3	Península de Yucatán, San Luis Potosí, Puebla, Veracruz, Colima, Michoacán, Guerrero, Tamaulipas, Jalisco, Querétaro, Hidalgo, Estado de México, Tlaxcala, Oaxaca, Guanajuato, Ciudad de México, Morelos y Chiapas.	<p>Segundo impacto: Tormenta Tropical el 29 de agosto a 15 km al oeste de El Dorado, Sinaloa.</p> <p>Primer impacto: Huracán categoría. El 19 de agosto a 10 km al sur de Tulum, Quintana Roo.</p> <p>Segundo impacto: Huracán categoría 3 el 21 de agosto a 20 km al noroeste de Tecolutla, Veracruz</p>

SITUACIÓN EN MÉXICO

PRONÓSTICO 2020

De manera oficial la temporada de ciclones tropicales, inicia de forma oficial el 15 de mayo para el Océano Pacífico y el 1 de junio para el Océano Atlántico, culminando ambas el 30 de noviembre de ese mismo año, aunque se ha evidenciado en los últimos años que estas pueden dar inicio temprano, o presentarse ciclones aún después del cierre de la temporada.

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) se pronosticaron para la temporada 2021 en el Pacífico de 14 a 20 ciclones y en el Atlántico de 15 a 20. (Figura 4) (Conagua, 2021)

Figura 4. Pronóstico de la temporada de Ciclones Tropicales, 2021.

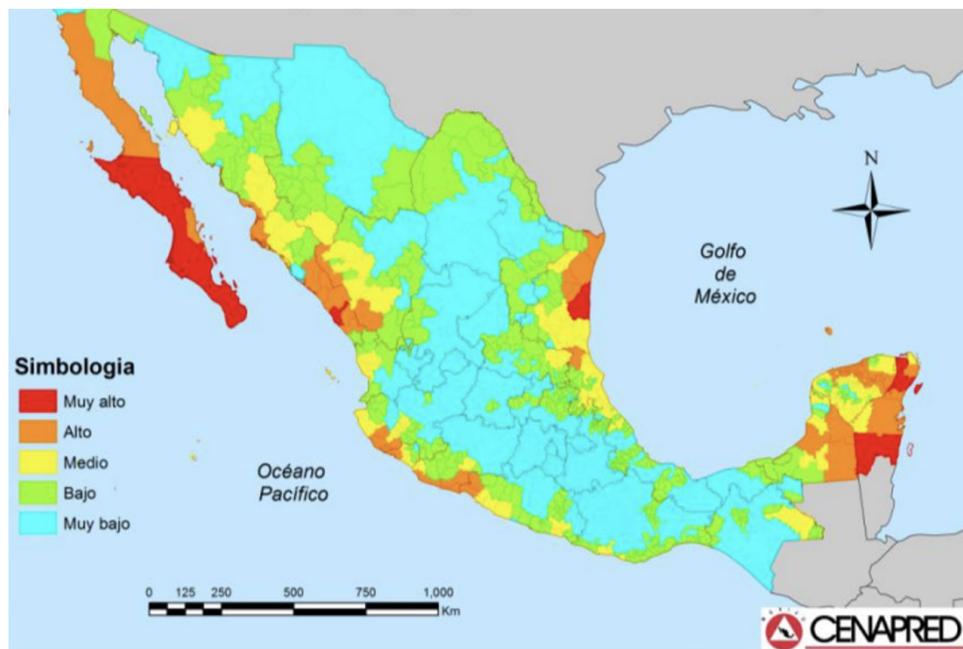


Fuente: SEMARNAT/CONAGUA/Servicio Meteorológico Nacional, Pronostico de temporada de ciclones tropicales 2021. Consultado: 16/11/2021

POSIBLES ESCENARIOS

De acuerdo a las zonas de ingreso (Figura 5), se infiere que en los estados de Baja California Sur, Michoacán, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas; sucede mayor ocurrencia de penetración (2 a 4 años). Debido a existencia de importantes centros de población asentados a lo largo de sus costas, se ha estimado que las personas expuestas a este fenómeno son aproximadamente 4,000,000 (el 40% de la población total de estos estados, ubicada en 31 municipios costeros). En otras entidades la recurrencia de penetración ciclónica oscila entre 5 y 7 años. (CENAPRED, 2014)

Figura 5. Mapa de peligro por presencia de ciclones tropicales.



Fuente: CENAPRED/MAPAS DE ÍNDICES DE RIESGO A ESCALA MUNICIPAL POR FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS. 2012.

Este grupo lo integran los estados de Baja California Sur, Campeche, Colima, Quintana Roo y Jalisco, en cuyos 19 municipios costeros se asienta el 26.3% de su población total. Por último, en un grupo integrado por los estados de Nayarit, Guerrero, Tabasco, Tamaulipas, Oaxaca, Veracruz, Chiapas y Yucatán el período de recurrencia o penetración de ciclones es de 8 a 26 años. Este grupo se caracteriza por mayor dispersión de su población costera: se ha estimado que 4,000,000 de personas (23.9% del total), en 176 municipios, están expuestas a este riesgo.

Los estados de Quintana Roo, Yucatán y Baja California Sur son los estados con más población expuesta a un muy alto riesgo por ciclones tropicales. (CENAPRED, 2014)

PANORAMA 2021

Durante la temporada de ciclones tropicales 2021 se desarrollaron 19 sistemas en el Océano Pacífico y 21 en el Océano Atlántico, quedando por encima del promedio de 15 y 12 sistemas respectivamente. De los 38 ciclones tropicales, cinco impactaron en costas del Pacífico y uno en el Golfo de México, de los cuales “Grace” fue categoría 3 en la escala Saffir-Simpson, “Rick” y “Olaf” fueron categoría 2, “Nora” y “Pamela” fueron categoría 1 y “Dolores” fue tormenta tropical. (Conagua, 2021)

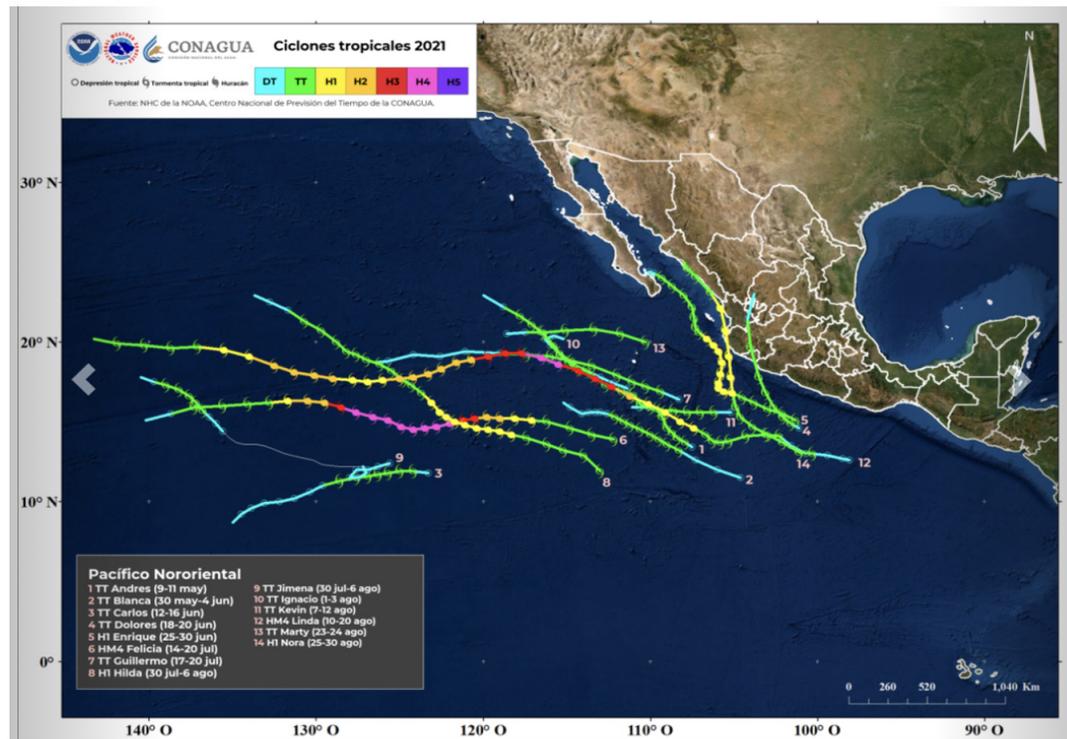
Tabla 2. Ciclones tropicales, registrados en el Pacífico y Atlántico por fecha de inicio y de finalización del evento meteorológico.

Pacífico		Atlántico	
Ciclón	Fecha	Ciclón	Fecha
Andres	9/Mayo - 11/Mayo	Ana	22/Mayo - 24/Mayo
Blanca	30/Mayo - 4/Junio	Bill	14/Junio - 15/Junio
Carlos	12/Junio - 16/Junio	Claudette	17/Junio - 21/Junio
Dolores	18/Junio - 20/Junio	Danny	28/Junio - 29/Junio
Enrique	25/Junio - 30/Junio	Elsa	30/Junio - 9/Julio
Felicia	14/Julio - 20/Julio	Fred	9/Agosto - 19/Agosto
Guillermo	17/Julio - 20/Julio	Grace	13/Agosto - 21/Agosto
Hilda	30/Julio - 6/Agosto	Henri	15/Agosto - 22/Agosto
Jimena	30/Julio - 6/Agosto	Ida	26/Agosto - 2/Septiembre
Ignacio	1/Agosto - 3/Agosto	Julian	28/Agosto - 29/Agosto
Kevin	7/Agosto - 12/Agosto	Kate	28/Agosto - 1/Septiembre
Linda	10/Agosto - 20/Agosto	Larry	31/Agosto - 11/Septiembre
Marty	23/Agosto - 24/Agosto	Mindy	8/Septiembre - 9/Septiembre
Nora	25/Agosto - 30/Agosto	Nicholas	12/Septiembre - 14/Septiembre
Olaf	7/Septiembre - 11/Septiembre	Odette	17/Septiembre - 18/Septiembre
Pamela	12/Octubre - 13/Octubre	Peter	18/Septiembre - 22/Septiembre
Rick	23/Octubre - 25/Octubre	Rose	19/Septiembre - 23/Septiembre
Terry	4/Noviembre - 10/Noviembre	Sam	22/Septiembre - 5/Octubre
Sandra	7/Noviembre - 9/Noviembre	Teresa	24/Septiembre - 25/Septiembre
		Victor	29/Septiembre - 4/Octubre
		Wanda	30/Octubre - 7/Noviembre

Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA/Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/ciclones-tropicales/informacion-historica>. Consultado el 16/11/2021.

Pacífico

Figura 4. Mapa con ciclones tropicales registrados en el Océano Pacífico, México, 2021.



Fuente: SEMARNAT/CONAGUA/Servicio Meteorológico Nacional/ Ciclones/Información Histórica. Consultado el 16/11/21.

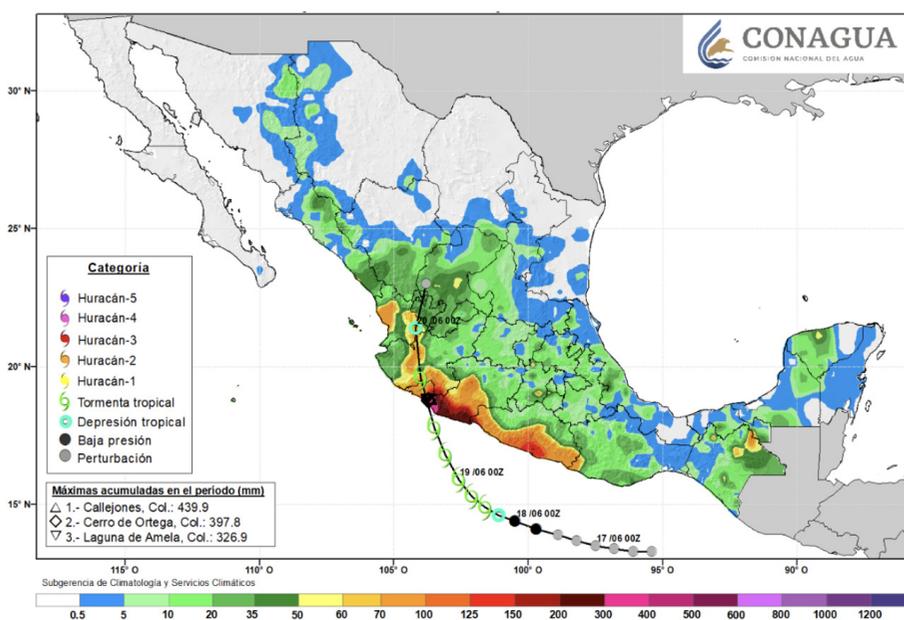
La temporada en el **Océano Pacífico** comenzó con actividad el 09 de mayo cuando se formó la primera depresión tropical de la temporada (seis días previos al inicio oficial de temporada), denominada “Uno-E”, que ganó fuerza y a las 10:15 horas del mismo día, se formó la Tormenta Tropical “**An-drés**”; rompiendo el record de la formación más temprana en el año de una Tormenta Tropical sobre el Océano Pacífico noroccidental. Se ubicó a 665 km al suroeste de Punta San Telmo, Mich., y a 1,000 km sur-sureste de Cabo San Lucas, B.C.S. El día 11 de mayo a las 10:15 horas perdió fuerza y se ubicó a 805 km al sur-suroeste de Cabo San Lucas, B.C.S., como Baja Presión Remanente.

La temporada se mantuvo con bastante actividad a lo largo del año siendo en total 19 sistemas (al corte del 16/11/2021); el mes más activo fue agosto, con la formación de siete ciclones tropicales. Se formaron en total nueve tormentas tropicales y ocho tormentas que se intensificaron a huracanes (en la imagen faltan Olaf, Rick y Pamela), dos de ellos de categoría 3 (“Felicia” y “Linda”), dos con categoría 2 (“Olaf” y “Rick”), cuatro categoría 1 (“Enrique”, “Hilda”, “Nora” y “Pamela”). (Conagua, 2021)

Los ciclones tropicales que tocaron tierra en el litoral del Pacífico en el 2021, fueron los siguientes:

- **Tormenta tropical “Dolores” (18 al 20 de junio).** Fue el primer ciclón que impactó a México. El día 19 de junio al aproximarse a la línea de costa alcanzó la que sería su mayor intensidad con vientos máximos sostenidos de 110 km/h y rachas de 140 km/h, fuerza con la que tocó tierra en los límites de Michoacán y Colima, muy cerca de la Bahía de San Telmo, Mich. a 4 km al noroeste de San Juan de Alima, Michoacán. Afectó principalmente a Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

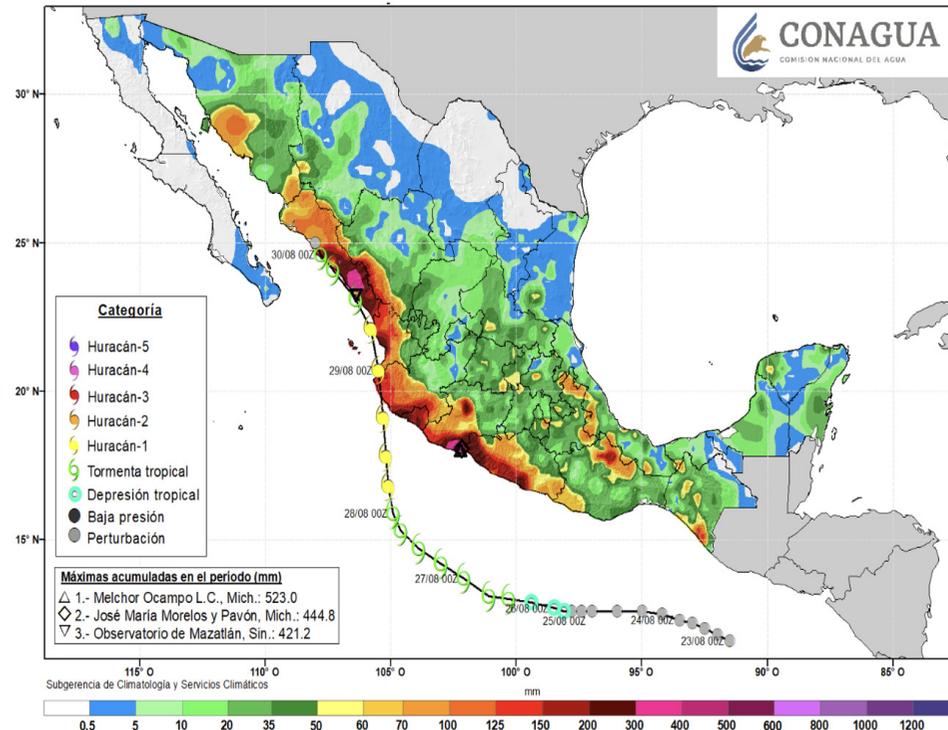
Figura 5. Precipitación acumulada (mm) del 18 al 21 de junio de 2021 por la Tormenta Tropical Dolores.



Fuente: SEMARNAT/CONAGUA/Servicio Meteorológico Nacional/ Ciclones/Lluvias asociadas a ciclones tropicales.

- **Huracán Categoría 1 “Nora” (25 al 30 de agosto).** La Depresión Tropical “Catorce-E” formada el 25 de agosto localizada a 525 km al sur de Punta Maldonado, Guerrero y a 580 km al sur de Acapulco, Guerrero. Se intensificó a Tormenta Tropical “Nora” el 26 de agosto, fortaleciéndose gradualmente frente a las costas de Colima y Michoacán convirtiéndose en Huracán categoría 1 el 28 de agosto, tocando tierra sobre San Vicente, a 15 km al oeste-suroeste de Tomatlán, Jalisco y a 15 km al oeste de El Dorado, Sinaloa el 29 de agosto como tormenta tropical, posteriormente degradándose a baja presión emanante. A pesar de su rápida degradación provocó a su paso daños a la salud en la población y a la infraestructura en salud en Oaxaca, Guerrero, Colima, Michoacán, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Sonora y Baja California Sur.

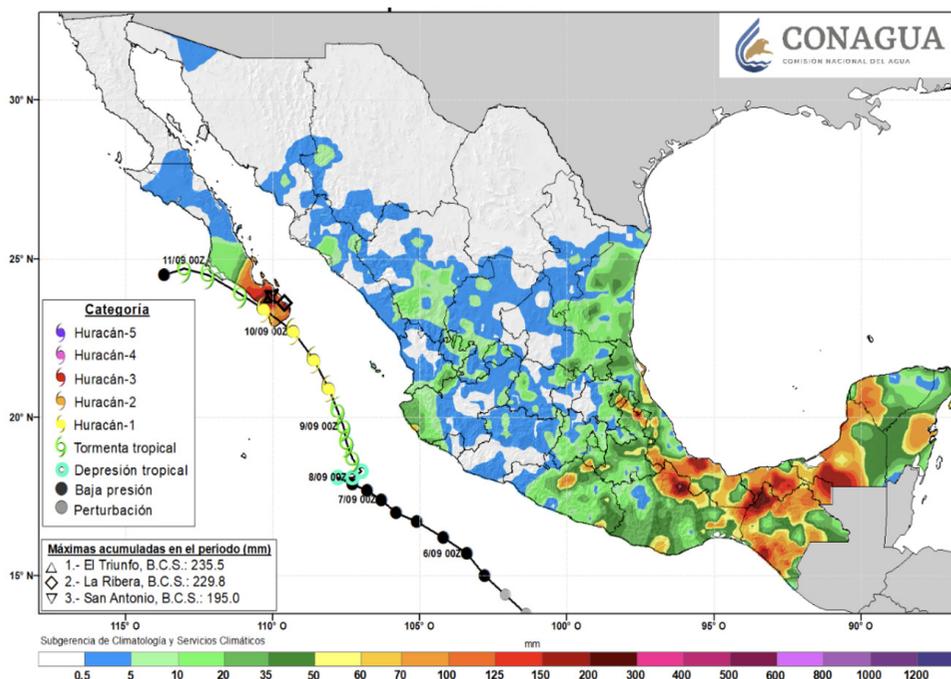
Figura 6. Precipitación acumulada (mm) del 25 al 30 de agosto de 2021 por el huracán Nora.



Fuente: SEMARNAT/CONAGUA/Servicio Meteorológico Nacional/ Ciclones/Lluvias asociadas a ciclones tropicales.

- **Huracán Categoría 2 “Olaf” (8 al 11 de septiembre).** El 7 de septiembre se formó la Depresión Tropical “Quince E”, se localizó a 390 km al oeste-suroeste de Manzanillo, Colima, con vientos máximos sostenidos de 55 km/h y rachas de 75 km/h. El 8 de septiembre evolucionó a Tormenta Tropical “Olaf” a 255 km al suroeste de Cabo Corrientes, Jalisco. Siguió fortaleciéndose rápidamente y el 9 de septiembre a las 10:00 horas se intensificó a huracán de categoría 1 a 250 km al sureste de Cabo San Lucas, B. C. S. A las 22:00 horas del mismo día, se intensificó a huracán de categoría 2, con vientos máximos sostenidos de 155 km/h y rachas de 195 km/h, misma fuerza con la que minutos más tarde tocó tierra en las inmediaciones de San José del Cabo, B.C.S. El día 11 a las 04:00 horas, se degradó a una baja presión remanente a 175 km al oeste suroeste de Cabo San Lázaro, B. C. S. Esta entidad reportó activación de albergues, la inundación de la clínica número seis del IMSS en los Cabos; sin otros reportes de daños a la población e infraestructura en salud.

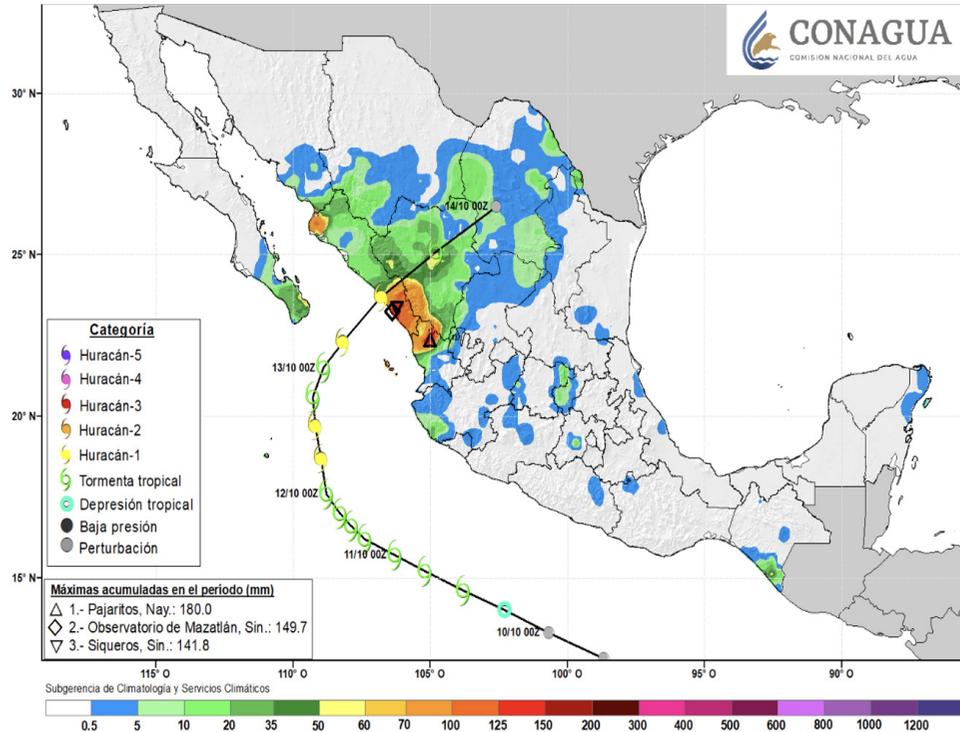
Figura 7. Precipitación acumulada (mm) del 8 al 11 de septiembre de 2021 por el huracán Olaf.



Fuente: SEMARNAT/CONAGUA/Servicio Meteorológico Nacional/ Ciclones/Lluvias asociadas a ciclones tropicales.

- Huracán Categoría 1 “Pamela” (12 al 13 de octubre).** El 10 de octubre de 2021 se formó la Tormenta Tropical “Pamela” que se encontraba a 435 km al suroeste de Playa Pérula, Jalisco. Evolucionó a Huracán Categoría 1 durante la madrugada del 12 de octubre. Durante la tarde y noche de ese día se degradó a Tormenta Tropical, para posteriormente intensificarse a Huracán Categoría 1 y tocar tierra aproximadamente a las 07:00 h en San Ignacio, Sinaloa, con vientos sostenidos de 100 km/h y un desplazamiento hacia noreste. El fenómeno continuó degradándose durante su paso por los estados de Durango y Coahuila, donde se convirtió en Baja Presión Remanente. A pesar de esta rápida degradación, sus amplias bandas nubosas provocaron lluvias intensas en el noreste del país, afectando principalmente el sur de Sinaloa y el Norte de Nayarit.

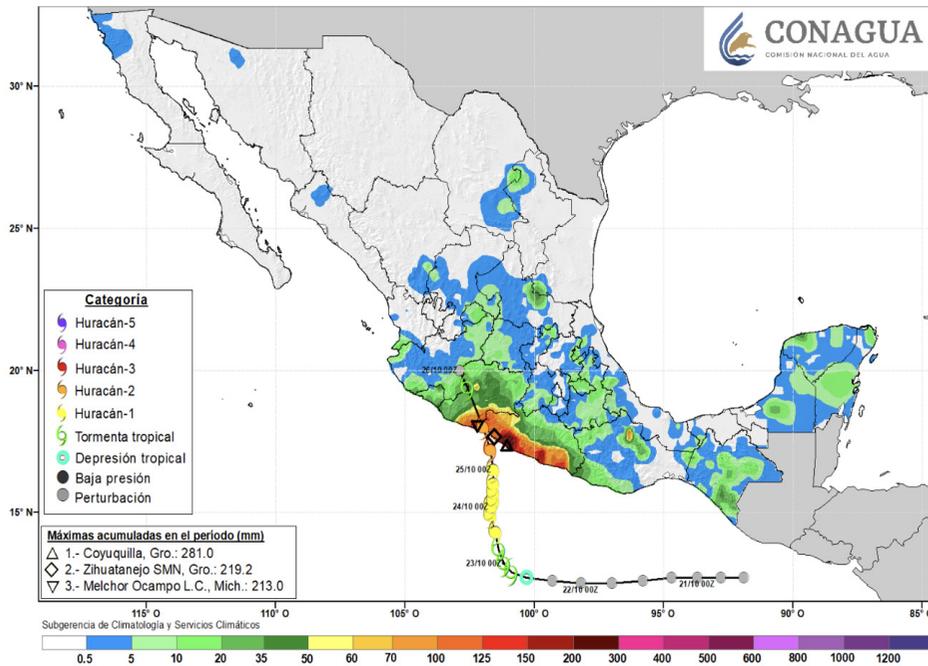
Figura 8. Precipitación acumulada (mm) del 12 al 13 de octubre de 2021 por el huracán Pamela.



Fuente: SEMARNAT/CONAGUA/Servicio Meteorológico Nacional/ Ciclones/Lluvias asociadas a ciclones tropicales.

- **Huracán Categoría 2 “Rick” (23 al 25 de octubre).** La Depresión Tropical “Diecisiete-E” se formó el 22 de octubre al sur de las costas de Guerrero; posteriormente se intensificó a la Tormenta Tropical “Rick” el mismo día, el 23 de octubre se convirtió en Huracán categoría 1 e incrementó a categoría 2 la madrugada del 25 de octubre, tocando tierra en el estado de Michoacán. Se reportaron afectaciones leves por lluvias en Michoacán, Oaxaca, Guerrero, Jalisco, Colima, Puebla y Morelos.

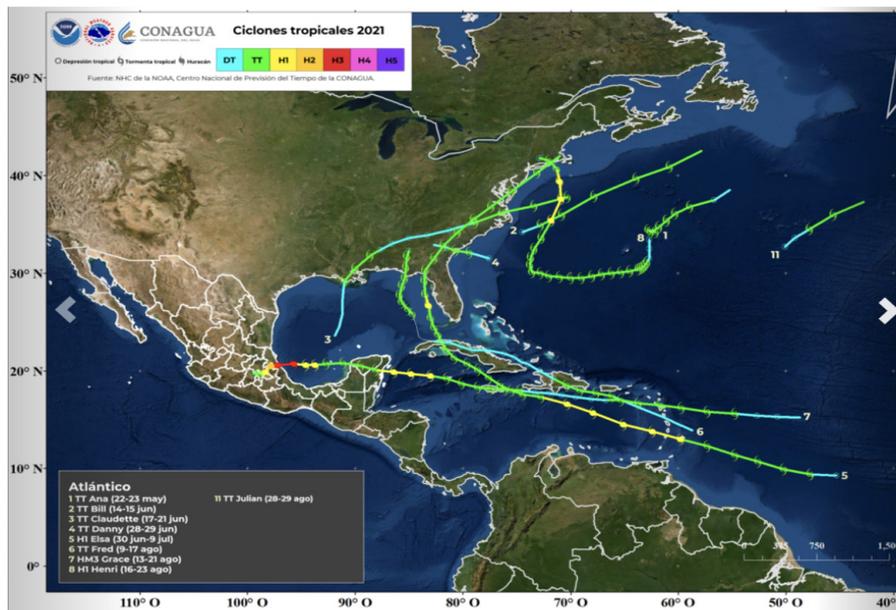
Figura 9. Precipitación acumulada (mm) del 23 al 25 de octubre de 2021 por el huracán Rick.



Fuente: SEMARNAT/CONAGUA/Servicio Meteorológico Nacional/ Ciclones/Lluvias asociadas a ciclones tropicales.

Atlántico

Figura 10. Mapa con ciclones tropicales registrados en el Océano Atlántico, México, 2021.



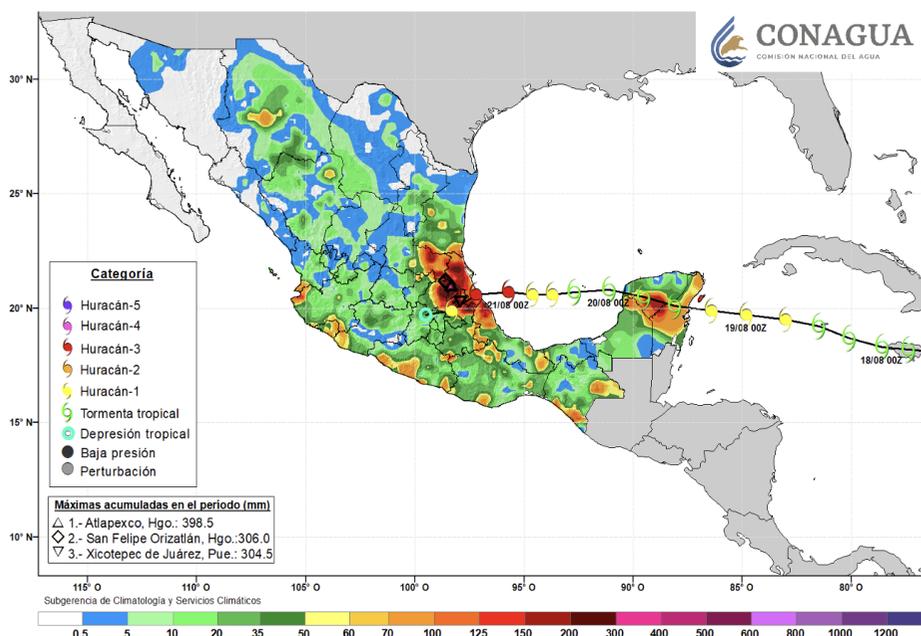
Fuente: SEMARNAT/CONAGUA/Servicio Meteorológico Nacional/ Ciclones/Información Histórica. Consultado el 16/11/21

La temporada de huracanes del Atlántico de 2021 empezó el 22 de mayo (diez días antes del inicio oficial de la temporada), con el sistema de baja presión del que se originó Tormenta Tropical “**Ana**”, que se encontraba a 545 km al noreste de Bermuda y a 3,015 km al noreste de las costas de Quintana Roo. A las 22:00 horas del 23 de mayo, comenzó a debilitarse y a perder características tropicales, por lo cual se denominó como “Ciclón Post-Tropical” a una distancia de 1,095 km al noreste de Bermuda y a 3,560 km al noreste de las costas de Quintana Roo.

La temporada se mantuvo con bastante actividad a lo largo del año siendo en total 21 sistemas; siendo el mes más activo septiembre, con la formación de ocho ciclones tropicales. Se formaron en total catorce tormentas tropicales y siete tormentas que se intensificaron a huracanes (en la img faltan cerca de 10 sistemas), dos fueron categoría 4 (“Sam” e “Ida”), dos categoría 3 (“Grace” y “Larry”), tres categoría 1 (“Elsa”, “Henri” y “Nicholas”) (Conagua, 2021). “Grace” fue el único ciclón que tocó tierra en el litoral del Golfo de México en el 2021.

- **Huracán Categoría 3 “Grace” (13 al 21 de agosto).** El día 13 de agosto a 3,750 km al este de la costa de Quintana Roo se encontraba la Depresión Tropical “Siete”, el 14 de agosto se desarrolló a la Tormenta Tropical “Grace” a 3,340 km al este de las costas de Quintana Roo. El día 19 de agosto a las 04:45 horas, tiempo del centro de México tocó tierra a 10 km al sur de Tulum, Quintana Roo como huracán de categoría 1 con vientos máximos sostenidos de 130 km/h. Después de cruzar sobre territorio de Quintana Roo y Yucatán, se degradó a tormenta tropical, posteriormente al salir al mar del Golfo de México por la costa noroeste de Campeche; avanzó hacia Veracruz fortaleciéndose a huracán categoría 3 tocando tierra por segunda ocasión el día 21 de agosto a las 00:30 horas a 20 km al noroeste de Tecolutla, Veracruz. Al llegar al Estado de México se debilitó a Baja Presión Remanente. Sus bandas nubosas ocasionaron lluvias con acumulados importantes en la península de Yucatán, San Luis Potosí, Puebla, Veracruz, Colima, Michoacán, Guerrero, Tamaulipas, Jalisco, Querétaro, Hidalgo, Estado de México, Tlaxcala, Oaxaca, Guanajuato, Ciudad de México, Morelos y Chiapas.

Figura 11. Precipitación acumulada (mm) del 18 al 21 de agosto de 2021 por el huracán Grace.



Fuente: SEMARNAT/CONAGUA/Servicio Meteorológico Nacional/ Ciclones/Lluvias asociadas a ciclones tropicales.

BIBLIOGRAFÍA

1. CENAPRED (2017). *Ciclones tropicales*. [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/129-FOLLETOCICLONESTROPICALES.PDF>]
2. CENAPRED (2007). *Ciclones tropicales-Fascículos*. [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/5-FASCCULOCICLONESTROPICALES.PDF>]
3. Secretaría de Salud. DGE. (2021). *Guía de Monitoreo y Alertamiento para ciclones Tropicales*.
4. Conagua. (2021). *Servicio Meteorológico Nacional. Ciclones Tropicales. Etapas de evolución*. [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/ciclones-tropicales/etapas-de-evolucion>]
5. Conagua. (2021). *Servicio Meteorológico Nacional. Pronóstico de Ciclones Tropicales 2021*: [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/MainSlider/CT-2020-2.jpg>]
6. Conagua. (2021). *Servicio Meteorológico Nacional. Ciclones Tropicales. Información Histórica*. [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/ciclones-tropicales/informacion-historica>]
7. Conagua. (2021). *Servicio Meteorológico Nacional. Ciclones Tropicales. Lluvias asociadas a ciclones tropicales*. [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/ciclones-tropicales/lluvias-asociadas-a-ciclones-tropicales>]

TEMPERATURAS NATURALES EXTREMAS



INTRODUCCIÓN

En México el clima está determinado por la altitud, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Por lo anterior, el país cuenta con una gran diversidad de climas, los cuales de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálido y templado; y de acuerdo con la humedad existente en el medio, en: húmedo, subhúmedo y muy seco. Por la diversidad de climas en México es necesario mantener la vigilancia de temperaturas extremas tanto mínimas como máximas, durante todo el año (Figura 1 y tabla 1).

*Una **ola de calor** es un período prolongado de calor excesivo, a veces acompañado por humedad, en comparación con los patrones climatológicos normales de una región dada.*

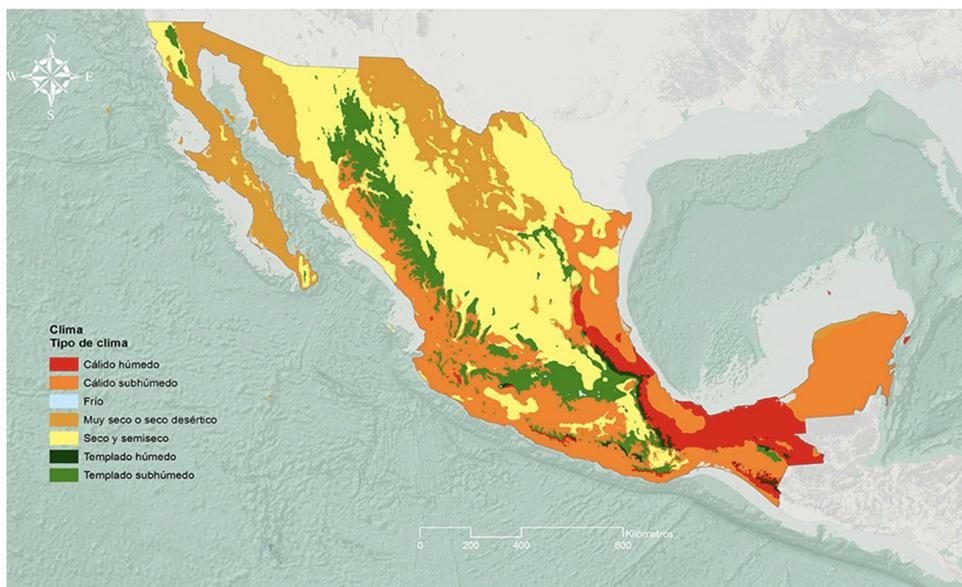
El calor exige al cuerpo humano un esfuerzo más allá de sus límites, y puede así provocar víctimas mortales. En situaciones de calor extremo y humedad alta, la evaporación se reduce y el cuerpo debe trabajar más duramente para mantener una temperatura normal.

La mayoría de los problemas por calor ocurren cuando la víctima ha estado sobreexpuesta a calor o ha realizado demasiado ejercicio para su edad y condición física. Los adultos mayores, los niños pequeños, los enfermos y las personas con sobrepeso son los más vulnerables al calor extremo.

El estancamiento de aire y el aire de mala calidad pueden favorecer la aparición de enfermedades relacionadas con el calor. En consecuencia, en zonas urbanas, las personas están sometidas a un riesgo mayor frente a los efectos de una ola de calor prolongada que en zonas rurales. Además, el asfalto y el hormigón almacenan el calor durante más tiempo y lo liberan lentamente por la noche, pudiéndose producir una acumulación de calor por las noches, fenómeno conocido como "efecto isla de calor urbano".

*Una **ola de frío** puede ser un período prolongado de frío excesivo o la incursión repentina de aire muy frío en una zona extensa. Las olas de frío, las nevadas y el frío extenso pueden causar daños en la agricultura, la infraestructura y las propiedades, incluso paralizando regiones enteras.*

Figura 1. Climas de México.



Fuente: semarnat/atlas digital geográfico. http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/atm_climas.html

Tabla 1. Climas y regiones en México.

CLIMA	TEMPERATURA PROMEDIO(°C)	PRECIPITACIONES ANUALES (MM)	% TERRITORIO	REGIONES	COLOR EN EL MAPA
Seco	18 -26	300- 600	28.3	Norte y Centro	Yellow
Muy seco	18-26	100-300	20.8	Noroeste y Norte	Light Yellow
Cálido húmedo	22-26	2000-4000	4.7	Sur del Golfo de México	Dark Red
Cálido subhúmedo	22-26	1000-2000	23	Costa del Pacífico, Península de Yucatán, Golfo de México	Orange
Templado húmedo	18-22	2000- 4000	2.7	Regiones de los estados de Veracruz y Chiapas	Dark Green
Templado subhúmedo	10-18 y 18-22	600-1000	20.5	Centro	Medium Green

Fuente: semarnat/atlas digital geográfico. http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/atm_climas.html

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

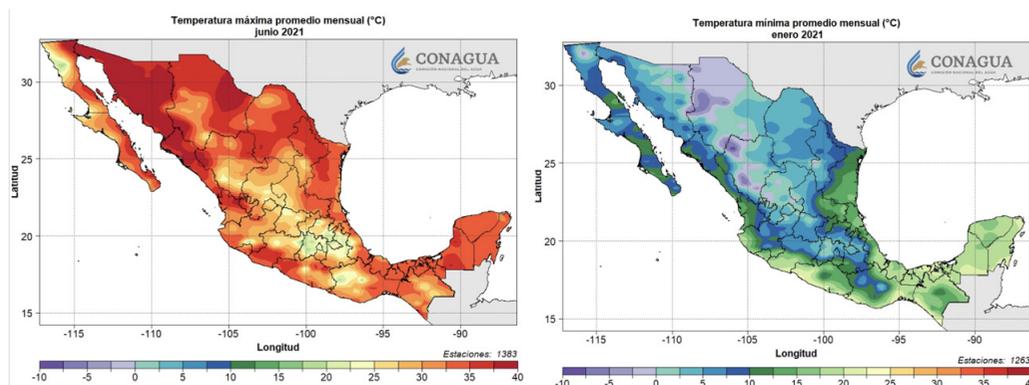
Las temperaturas naturales extremas representan un riesgo a la salud porque pueden producir daños a la salud e incluso defunciones. En México se hace vigilancia durante todo el año para la temporada de calor de la semana epidemiológica 12 a la semana 40 y la temporada invernal de la semana 41 a la semana 11 del siguiente año.

Durante la temporada de invierno se pueden presentar casos de hipotermia, intoxicación por monóxido de carbono y quemaduras; en la temporada de calor se corre el riesgo de presentar casos y defunciones por golpe de calor, deshidratación y quemaduras solares.

En México, la temperatura media nacional de 2021 fue de 22.2 grados Celsius, similar a los años 2017-2020. Estos años se ubicaron como los más cálidos desde 1953, con 1.2 grados Celsius por arriba del promedio entre 1981 y 2010.

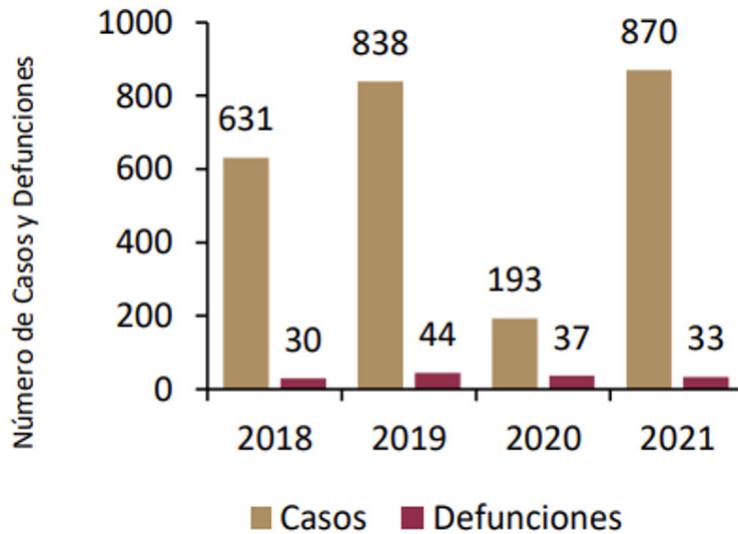
Los meses más cálidos fueron mayo y junio, con un promedio de 32.8 grados Celsius, mientras que el mes más fresco fue enero, con un promedio de 8.2 grados Celsius a nivel nacional.

Figura 2. Temperatura máxima y mínima promedio mensual 2021.



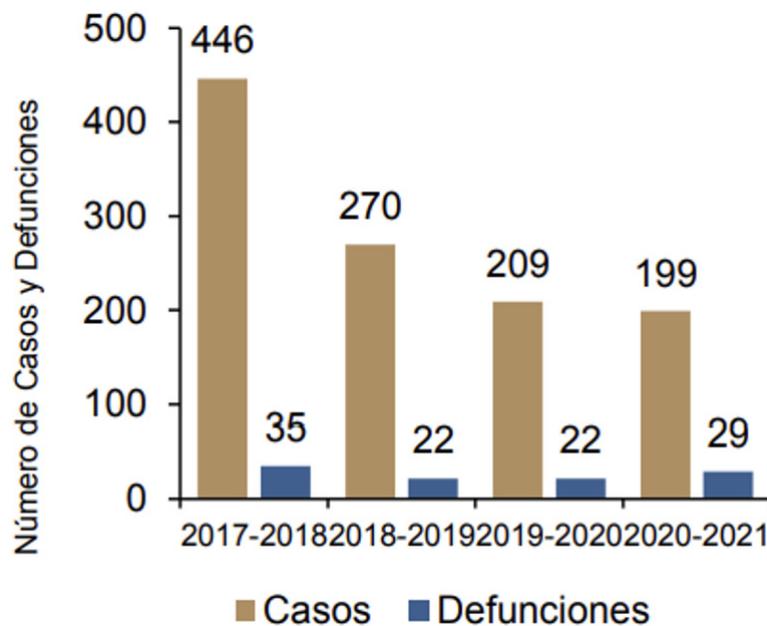
Fuente: SEMARNAT/CONAGUA/Servicio Meteorológico Nacional/ Resúmenes Mensuales de Temperaturas.

Gráfica 1. Casos y defunciones por temperaturas extremas, temporada de calor, México 2018-2021.



Fuente: Salud/DGE/SINAVE/Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Daños a la Salud por Temperaturas Naturales Extremas. S.E.40 (2021)

Gráfica 2. Casos y defunciones por temperaturas extremas, temporada de frío, México 2017-2021.



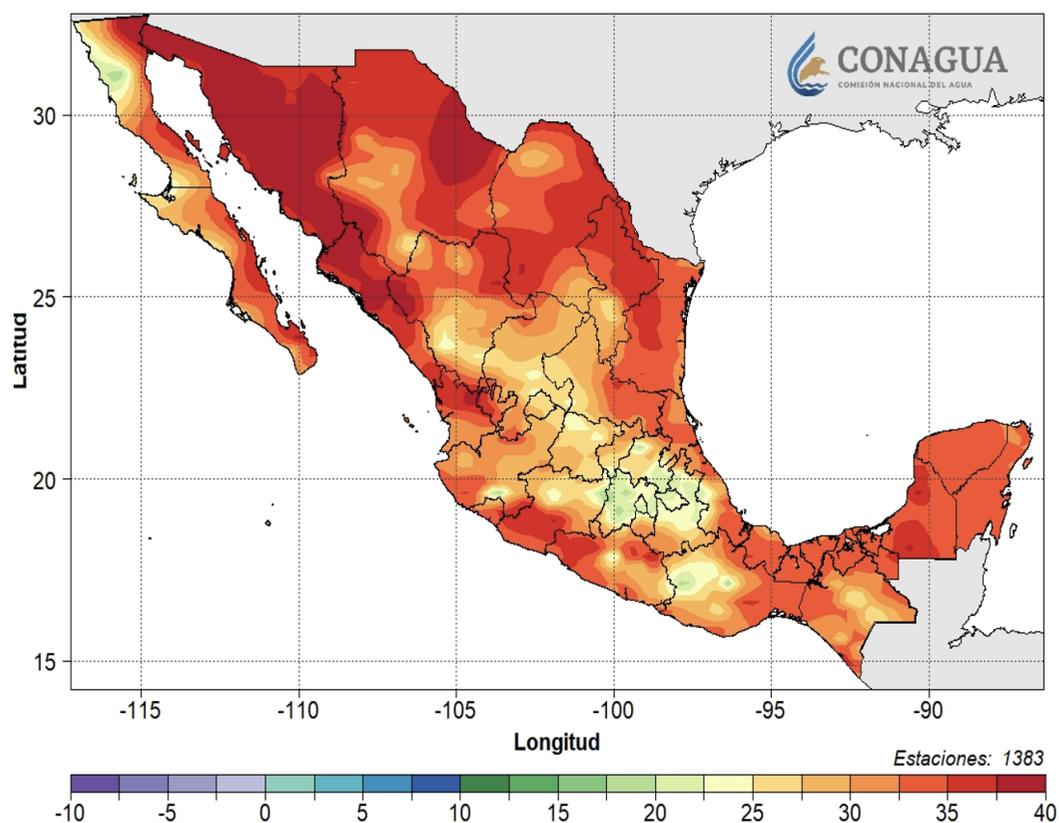
Fuente: Salud/DGE/SINAVE/Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Daños a la Salud por Temperaturas Naturales Extremas. Cierre de la temporada 2021 S.E. 12 (2021)

PANORAMA 2021

Temporada de calor (semana epidemiológica 12-40)

En 2021 los meses más cálidos fueron mayo y junio con 32.8 grados Celsius en promedio a nivel nacional, respecto a temperaturas máximas, y junio tuvo en promedio temperaturas medias de 26 grados Celsius.

Figura 2. Temperatura máxima promedio mensual junio 2021.



Fuente: SEMARNAT/CONAGUA/Servicio Meteorológico Nacional/ Resúmenes Mensuales de Temperaturas.

En la **temporada de calor 2021** se registraron en total de 870 casos y 33 defunciones ocurridas en los estados de Baja California, Baja California Sur, Hidalgo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Veracruz y Yucatán. De los casos, 580 correspondieron a deshidratación, presentándose el 65.3% en Baja California. Se registraron 281 casos de golpe de calor, de los cuales el 31.7% se presentaron en Tabasco.

Tabla 2. Casos notificados a la semana epidemiológica número 40 del 2021. Temporada de Calor, México 2021.

Entidad	Golpe de Calor		Deshidratación		Quemadura		Total	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Baja California	51	18.1	380	65.3	0	0.0	431	49.5
Tabasco	89	31.7	56	9.6	1	14.3	146	16.8
Sonora	36	12.8	72	12.4	1	14.3	109	12.5
Sinaloa	13	4.6	30	5.2	1	14.3	44	5.1
Jalisco	20	7.1	3	0.5	1	14.3	24	2.8
Yucatán	21	7.5	2	0.3	0	0.0	23	2.6
Chihuahua	14	5.0	4	0.7	1	14.3	19	2.2
Baja California Sur	10	3.6	5	0.9	0	0.0	15	1.7
Nayarit	2	0.7	10	1.7	0	0.0	12	1.4
Veracruz	6	2.1	3	0.5	0	0.0	9	1.0
Campeche	2	0.7	5	0.9	1	14.3	8	0.9
Coahuila	5	1.8	2	0.3	0	0.0	7	0.8
Tamaulipas	4	1.4	1	0.2	0	0.0	5	0.6
San Luis Potosí	1	0.4	3	0.5	0	0.0	4	0.5
Quintana Roo	1	0.4	2	0.3	0	0.0	3	0.3
Guanajuato	1	0.4	2	0.3	0	0.0	3	0.3
Oaxaca	1	0.4	0	0.0	1	14.3	2	0.2
Chiapas	1	0.4	1	0.2	0	0.0	2	0.2
Hidalgo	1	0.4	0	0.0	0	0.0	1	0.1
Colima	0	0.0	1	0.2	0	0.0	1	0.1
Mchoacán	1	0.4	0	0.0	0	0.0	1	0.1
Nuevo León	1	0.4	0	0.0	0	0.0	1	0.1
Nacional	281	100.0	582	100.0	7	100.0	870	100.0

Fuente: Salud/DGE/SINAVE/Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Daños a la Salud por Temperaturas Naturales Extremas. S.E. 40 (2021)

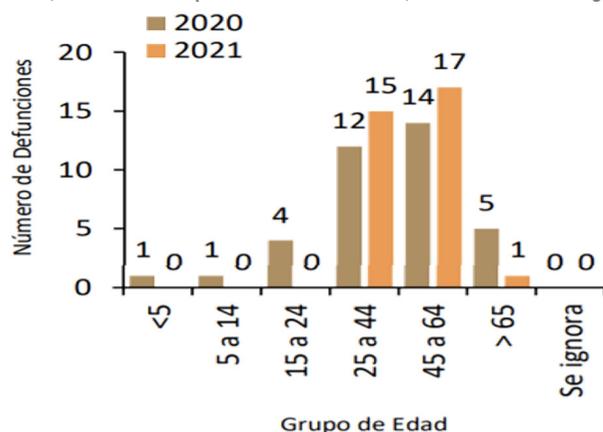
El estado con más defunciones fue Baja California, siendo la causa principal el golpe de calor con 57.6% (19 casos), seguido de Sonora con 15.2% (5 casos) por la misma causa. Baja California Sur registró dos defunciones por deshidratación. El grupo de edad más afectado es de igual forma el de 45 a 64 años con el (51.5%).

Gráfica 3. Casos y defunciones por temperaturas extremas, Temporada de calor, México 2018, 2019, 2020 y 2021.



Fuente: Salud/DGE/SINAVE/Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Daños a la Salud por Temperaturas Naturales Extremas. S.E. 40 (2021)

Gráfica 4. Defunciones registradas por temperaturas extremas por grupos de edad, en la Temporada de calor, México 2020 y 2021.

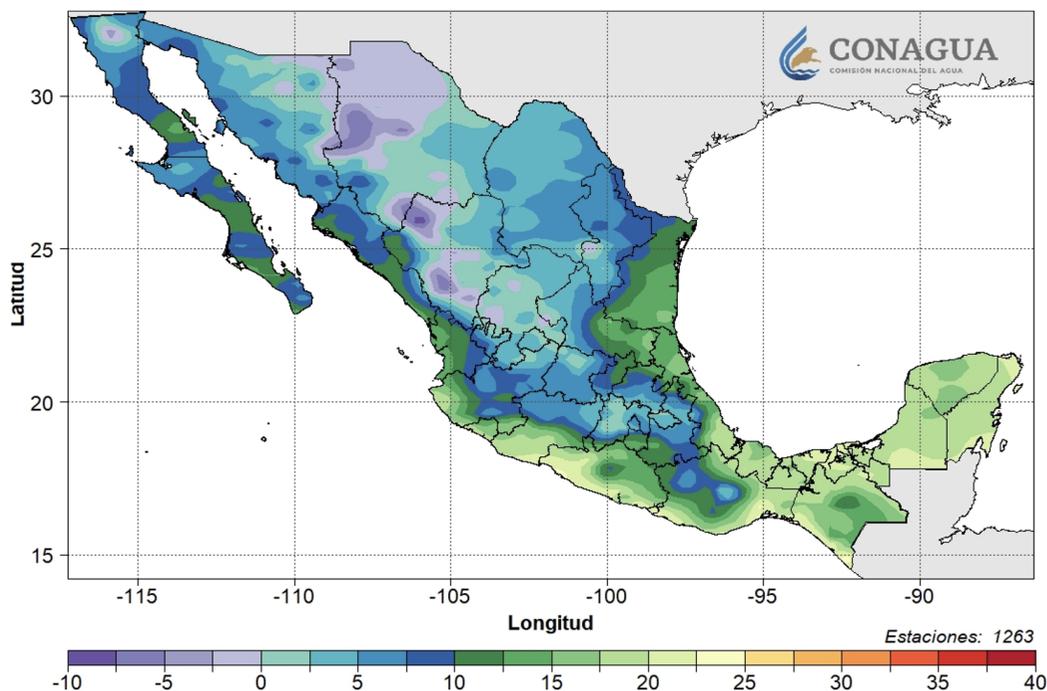


Fuente: Salud/DGE/SINAVE/Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Daños a la Salud por Temperaturas Naturales Extremas. S.E. 40 (2021)

Temporada invernal (semana epidemiológica 41-11)

En 2021, con corte al 16 de noviembre, el mes más frío fue enero, con 8.2 grados Celsius en promedio de temperaturas mínimas y 16.4 grados Celsius en promedio, seguido de febrero con 9.3 grados centígrados.

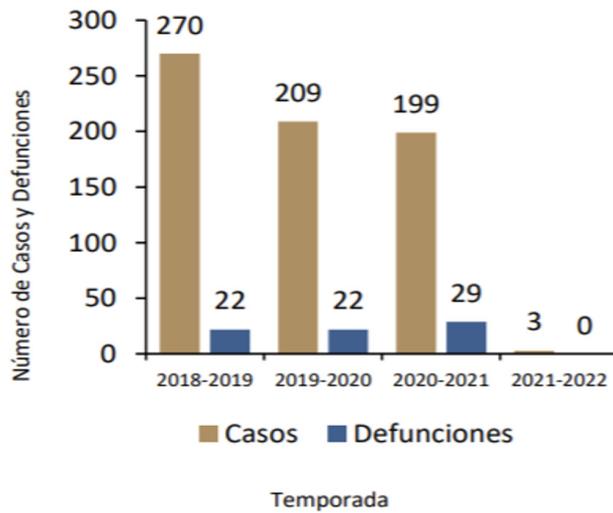
Figura 3. Temperatura mínima promedio mensual enero 2021.



Fuente: SEMARNAT/CONAGUA/Servicio Meteorológico Nacional/ Resúmenes Mensuales de Temperaturas

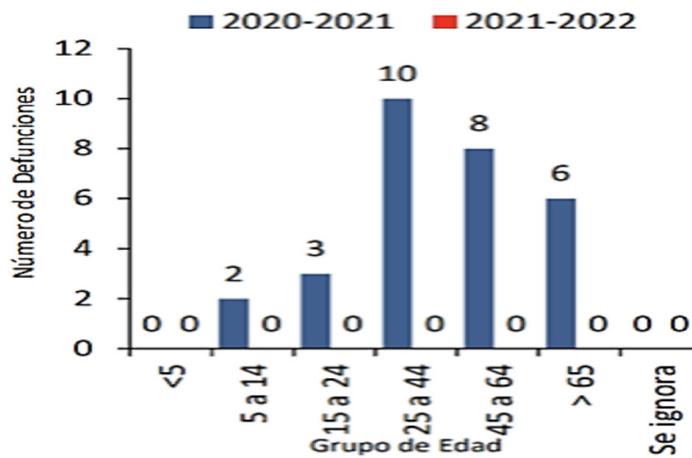
En la **temporada invernal 2021** para la semana epidemiológica 44 se notificaron tres casos asociados a temperaturas naturales extremas y no se reportaron defunciones a nivel nacional.

Gráfica 5. Casos y defunciones por temperaturas extremas, Temporada invernal, México 2018, 2019, 2020 y 2021.



Fuente: Salud/DGE/SINAVE/Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Daños a la Salud por Temperaturas Naturales Extremas. S.E. 44 (2021)

Gráfica 6. Defunciones registradas por temperaturas extremas por grupos de edad, en la Temporada de calor, México 2020 y 2021.



Fuente: Salud/DGE/SINAVE/Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Daños a la Salud por Temperaturas Naturales Extremas. S.E. 44 (2021)

BIBLIOGRAFÍA

1. Conagua (2021). *Estado del clima en México durante 2020 y perspectivas para 2021*. [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua/prensa/estado-del-clima-en-mexico-durante-2020-y-perspectivas-para-2021>]
2. Secretaría de Salud. DGE. (2021). *Informe Semanal para la Vigilancia Epidemiológica de Temperaturas Naturales Extremas 2020. Semana 53*. [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/607517/TNE_2020_SE53.pdf]
3. Secretaría de Salud. DGE. (2020). *Informe Semanal para la Vigilancia Epidemiológica de Temperaturas Naturales Extremas 2020. Semana 40*. [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/583702/TNE_2020_SE40.pdf]
4. Secretaría de Salud. DGE. (2021). *Informe Semanal para la Vigilancia Epidemiológica de Temperaturas Naturales Extremas 2021. Semana 40*. [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680223/TNE_2021_SE40.pdf]
5. Secretaría de Salud. DGE. (2021). *Informe Semanal para la Vigilancia Epidemiológica de Temperaturas Naturales Extremas 2021. Semana 44*. [Consultado el 16/11/2021] [Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/681548/TNE_2021_SE44.pdf]
6. Secretaría de Salud. DGE. (2021). *Manual de Procedimientos Estandarizados para la Vigilancia Epidemiológica de Daños a la Salud por Temperaturas Naturales Extremas* [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: https://epidemiologia.salud.gob.mx/gobmx/salud/documentos/manuales/34_Manual_Temp_Nats_Extremas.pdf]

An aerial photograph showing a wide river or flooded area. The water is a murky brown color. On the right side, a narrow path of water leads towards the background where several houses are visible. In the lower right foreground, three people are wading through the water, leaving ripples. The surrounding area is lush with green trees and vegetation. The image is framed by dark red and gold geometric shapes.

LLUVIAS E INUNDACIONES

INTRODUCCIÓN

México es propenso a presentar afectaciones atmosféricas y climáticas que causan inundaciones en el territorio, debido a que las características de relieve, ubicación geográfica, el clima y la precipitación, hacen un lugar idóneo para la generación de éstas.

El agua es uno de los recursos naturales más valiosos del mundo, debido a todos los beneficios sociales y económicos que se derivan de su uso, sin embargo, junto con las ventajas, también trae consigo situaciones extremas, es decir, las lluvias intensas que se desarrollan durante días o incluso tan violentas que, en pocos minutos u horas, pueden provocar inundaciones.

Las inundaciones, son uno de los fenómenos naturales más comunes en nuestro país, sobre todo en las entidades federativas que se encuentran en las costas del Pacífico o Atlántico. Prácticamente todos los años se produce desbordamiento de ríos y arroyos, por el exceso de precipitaciones, generando efectos negativos y daños.

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

Los factores que influyen con la gravedad de los daños son: cantidad de agua, duración, velocidad de desplazamiento, frecuencia de ocurrencia, temporalidad, trayectoria específica y si existe o no interacción con otros sistemas meteorológicos.

Tabla 1. Efectos negativos para la salud de las inundaciones.

Tipo de inundación	Efectos sobre la población	Efectos sobre infraestructura, líneas vitales y servicios básicos.	Necesidades durante la contingencia
Súbitas o de rápida evolución.	Defunciones y lesiones graves. Lesiones, traumatismos, contusiones y heridas múltiples. Experiencia traumática con secuelas psicológicas.	Pérdida de vivienda y enseres domésticos. Daños en vías de comunicación terrestre hacia otras áreas afectadas. Saturación o inhabilitación de los servicios de urgencias y de los servicios de salud en general. Deterioro de la situación sanitaria en general.	Recurso humano, material, equipo médico y medicamentos. Sitios para refugios temporal y / o albergues. Abastecimiento, tratamiento y distribución de agua para consumo humano.
Tipo de inundación	Efectos sobre la población	Efectos sobre infraestructura, líneas vitales y servicios básicos.	Necesidades durante la contingencia
De lenta evolución.	Desplazamiento de la población, lo que involucra un inminente riesgo epidemiológico. Incremento de casos de mordedura de serpiente.	Daños en las instalaciones de salud. Falta de servicios de sanidad básica, agua potable. Pérdida e inhabilitación de vivienda y enseres domésticos. Daños en vías de comunicación terrestre hacia otras áreas afectadas.	Sitios para refugios temporal y / o albergues. Abastecimiento, tratamiento y distribución de agua para consumo humano. Recurso material y humano para una adecuada atención médica en los refugios y/o albergues temporales.

Fuente: <http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/emergencias/descargas/pdf/ManualPresentacion.pdf>

ANTECEDENTES

Los problemas de esta índole se vislumbran por un incremento en la frecuencia de desastres, derivado de las variaciones climáticas y el aumento de la densidad poblacional, así como por los asentamientos en terrenos inestables, en zonas costeras y márgenes de ríos. Por lo anterior, y ante el riesgo e impacto en los sectores social, económico y político, se requiere de todas las instituciones del sector y servicios estatales de salud, así como de todos los sectores relacionados con la atención a la salud de la población afectada y con el control y/o eliminación de riesgos a la salud originados por este tipo de contingencia.

CAUSAS DE INUNDACIONES:

La urbanización

1. Provoca que los cauces naturales de agua sean cubiertas por concreto o asfalto, haciendo impermeable el suelo del agua.
2. La basura que se tira en las calles, provocando un acumulo de basura y bloqueando el paso del agua a las alcantarillas.
3. La deforestación y cuando se construyen viviendas cerca de los ríos o en zonas muy bajas, en donde es más probable que se acumule el agua.

Precipitaciones

1. De mayo a noviembre se considera temporada de ciclones, se presentan fuertes lluvias en gran parte del país y por si mismas pueden ocasionar inundaciones.
2. Diciembre a marzo, es temporada de frentes fríos, lo que pueden también generar lluvias.

Obras Hidráulicas

1. Estas se caracterizan por las fallas de las obras hidráulicas, es decir, cuando se rompe la pared de una presa, dique o bordo, el agua ahí almacenada sale con una fuerza inimaginable, causando severos daños a la población que se encuentre cerca.

A lo largo de los años se han suscitado inundaciones que han dejado grandes pérdidas a la población afectada, además conforme se ha observado, cada año se vuelven más importantes.

- 2000 – Quintana Roo, Chiapas, Tamaulipas y Nuevo León
- 2002 – Yucatán, Campeche Nayarit y Jalisco
- 2003 – Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Zacatecas
- 2004 – Coahuila
- 2007 – Tabasco
- 2010 – Veracruz
- 2011 – Estado de México y Tabasco
- 2013 – Tabasco
- 2014 – Veracruz
- 2015 – Veracruz
- 2020 – Tabasco
- 2021 – Hidalgo, Estado de México, Querétaro

SITUACIÓN EN MÉXICO

México se encuentra localizado entre las regiones ciclogénicas del Atlántico Norte y el Pacífico Nororiental, por lo que es altamente vulnerable a la incidencia de este tipo de fenómenos hidrometeorológicos, es por ello que las inundaciones se pueden asociar al paso de los ciclones tropicales en México, por lo que debe tomarse en cuenta los eventos que pasan a una distancia igual o menor de 100 kilómetros, así como todos los que han impactado en las costas y dejado lluvias por arriba de los veinte milímetros, esto considerado como condiciones relevantes para las zonas vulnerables en época ciclónica.

En nuestro país la temporada de ciclones comienza el 15 de mayo en el Pacífico nororiental, mientras que el Atlántico comienza el 01 de junio. De los 25 ciclones que en promedio llegan cada año a los mares cercanos al país, cuatro o cinco suelen penetrar en el territorio. Los estados con mayor exposición a ciclones tropicales son: Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, cuya población más vulnerable a estos eventos meteorológicos suma 17 millones de ciudadanos.

Una de las principales conexiones en el país, es la cuenca del Grijalva-Usumacinta, que se localiza en el sureste de la República Mexicana y administrativamente comprende los estados de Tabasco, Chiapas y Campeche. En el estado de Tabasco se encuentra el río Grijalva, nacido de la unión de

los ríos Selegua y grandagalpa (Rincón Tigre) y el San Gregorio, que confluyen en la presa la angostura, a partir de allí se le denomina río Mezcalapa; este pertenece a la cuenca del río Grijalva, el segundo más caudaloso del país. Sus fuentes nacen en la sierra de los Cuchumatanes, en el municipio de Chiantla, la primera en Huehuetenango, Guatemala, a unos 70 kilómetros de la frontera de Ciudad Cuauhtémoc, en Chiapas. En Guatemala se llama Río Seleguá, este es el que ingresa al territorio mexicano y se convierte en el río Rincón Tigre; en Chiapas después de confluir con el río San Gregorio, confluye con el río San Miguel (río Cuilco) y continúa discurriendo hacia el norte en donde forma el embalse de la presa de La Angostura, uno de los lagos artificiales más extensos de México. El río cambia su curso de noroeste a norte hasta que llega a Tuxtla Gutiérrez en donde entra en lo que se conoce como el cañón del sumidero, alcanzando su máxima profundidad registrada antes de llegar al embalse de la presa Chicoasen.

PANORAMA 2021

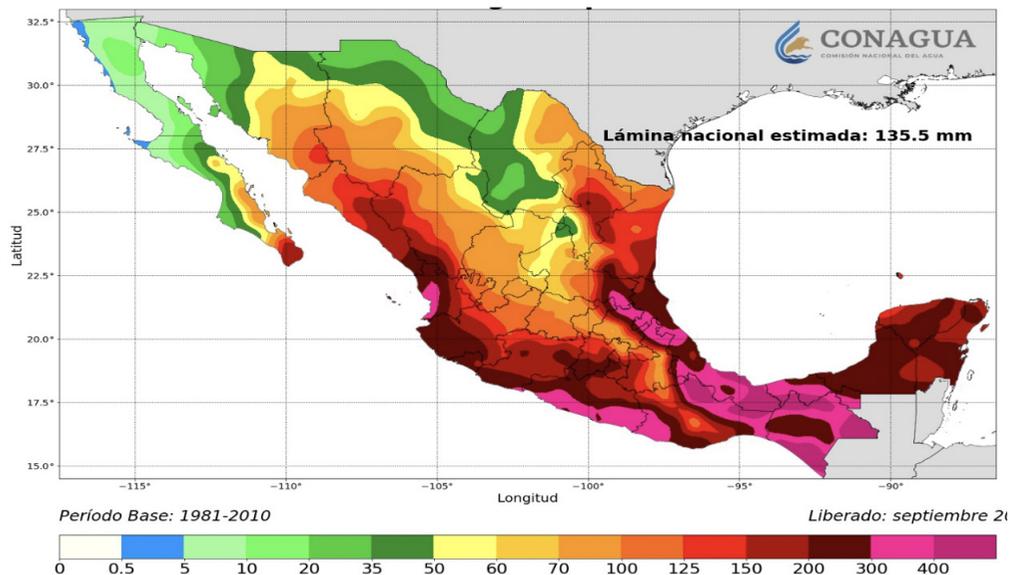
Del total de ciclones presentados durante el año, ocho de ellos se asociaron con lluvias que causaron inundaciones en diferentes entidades: Jalisco, Sinaloa, Nayarit, Colima, Michoacán, Veracruz y Chiapas.

Tabla 2. Lluvias asociadas a ciclones tropicales, fecha de inicio y de finalización del fenómeno hidrometeorológico.

Pacífico		Atlántico	
Ciclón	Fecha	Ciclón	Fecha
Tormenta Tropical Dolores	18/Junio - 20/Junio	Huracán Grace	13/Agosto - 21/Agosto
Huracán Enrique	25/Junio - 30/Junio	Huracán Nicholas	12/Septiembre - 14/Septiembre
Huracán Nora	25/Agosto - 30/Agosto		
Huracán Olaf	7/Septiembre - 11/Septiembre		
Huracán Pamela	12/Octubre - 13/Octubre		
Huracán Rick	23/Octubre - 25/Octubre		

Fuente: <https://smn.conagua.gob.mx/es/ciclones-tropicales/lluvias-asociadas-a-ciclones-tropicales>

Figura 1. Precipitación acumulada mensual (mm) septiembre 2021.



Fuente: Coanagua/SMN/Precipitación/ <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/pronostico-climatico/precipitacion-form>

Debido a las intensas lluvias registradas durante el mes de septiembre (figura 1), el día 7 de septiembre se desbordó el río Tula, lo cual ocasionó inundaciones en 12 colonias: el Centro de Tula, Puente Paseo Tolteca, Metlac, 16 de enero, La Mora, La Malinche, San Lorenzo, Unidad Habitacional PEMEX, Dengui, San Marcos y El Carmen, en Hidalgo, donde se estimó una población afectada de 29,516 personas. Además, se reportaron afectaciones en el Hospital General de Zona no. 5 del IMS, que se encontraba inundado y funcionando parcialmente, donde se registraron 16 defunciones, de las cuales 14 correspondieron a casos por COVID-19; por otra parte, el centro de Salud de Tula y la Jurisdicción Sanitaria, se cerraron por inundaciones. También en Ixmiquilpan se reportaron afectaciones en el Hospital Regional no. 30 del IMSS Bienestar. Se registró el desbordamiento del río Salado en Tlahuelilpan.

El día 6 y 7 de septiembre se registraron inundaciones en las colonias: San Cristóbal Centro, Valle de Aragón Tercera Sección, Rinconada de Aragón, Colonia Polígonos y la Primera Sección de Ciudad Azteca y colonias del municipio de Acolman Estado de México. En Tlalneplanta y en Temascalcingo se reportaron deslaves por reblandecimiento de la tierra a causa de las lluvias.

En Guanajuato se reportó el cierre de la carretera Acámbaro-Tarandacua, la inundación de la Unidad Médica de Atención Primaria para la Salud de la comunidad Los Órganos de abajo. Los bordos La Tortuga y Los Potrillos, se encontraban a su máxima capacidad.

En el Estado de Morelos se reportó un deslizamiento de tierra en Miacatlán, al igual que en Nicolás Bravo en Tabasco.

En Querétaro se reportaron inundaciones y afectaciones en San Juan del Río y en Tequisquiapan.

También se reportaron inundaciones, aumento en cauce ríos y activación de albergues en Oaxaca, Nayarit, Veracruz y Chiapas alrededor del 12 al 16 de septiembre.

La Unidad de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria (UIES), monitoriza las 24 horas del día, los 365 días del año, todos los fenómenos hidrometeorológicos, que pudieran ocasionar daño a la población.

BIBLIOGRAFÍA

1. Conagua. (2021). Servicio Meteorológico Nacional. *Ciclones Tropicales. Lluvias asociadas a ciclones tropicales*. [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/ciclones-tropicales/lluvias-asociadas-a-ciclones-tropicales>]
2. UIES Federal (2021). *Informes técnicos de seguimiento de afectaciones por lluvias en el Valle de México, septiembre 2021*. [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: aplicación UIES]
3. Conagua. (2021). Servicio Meteorológico Nacional. *Precipitación*. [Consultado el 07/11/2021] [Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/pronostico-climatico/precipitacion-form>]

NEVADAS



INTRODUCCIÓN

Las nevadas, también conocidas como tormentas de nieve, son una forma de que consiste en la caída de agua en estado sólido, en forma de pequeños cristales de hielo, que caen individualmente o agrupándose en copos de nieve. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones intrincadas de cristales hexagonales planos en una variedad infinita de patrones.

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

Los efectos negativos de las nevadas en la población son las bajas temperaturas que se asocian a ellas, que pueden provocar enfermedades en las vías respiratorias o en el peor de los casos, muerte por hipotermia lo cual ocurre, sobre todo, a indigentes o personas de bajos recursos económicos, por habitar en viviendas precarias. Es conveniente identificar cuáles son aquellas enfermedades que de forma directa son las causantes de los decesos durante el invierno. Entre ellas se encuentran la hipotermia, la congelación, el dolor de cabeza, los padecimientos de las vías respiratorias, la urticaria del frío, los ataques cardíacos, la intoxicación de monóxido de carbono y las quemaduras.

ANTECEDENTES

Los fenómenos meteorológicos que provocan las nevadas son los que ocurren generalmente durante el invierno, como son las masas de aire polar y los frentes fríos, que en algunas ocasiones llegan a interactuar con corrientes en chorro, líneas de vaguadas, y entrada de humedad de los océanos hacia tierra. Estos fenómenos provocan tormentas invernales que pueden ser en forma de lluvia, aguanieve o nieve.

La **clasificación de las nevadas** dependiendo de la tasa de caída de nieve, la visibilidad y el viento es la siguiente:

- **Débiles:** menores a medio centímetro de espesor por hora y visibilidad superior a 1 km.
- **Moderada:** de entre 0.5 y 4 centímetros de espesor por hora y visibilidad entre 500 y 1000 metros.
- **Fuerte:** mayores a 4 y menores de 7 centímetros de espesor por hora y visibilidad inferior a 500 metros.
- **Severa:** más de 7 centímetros de espesor por hora; visibilidad nula y vientos superiores a los 70 km/h

Tipos de precipitaciones invernales:

- **Copos de nieve.** Nieve ligera que cae por períodos cortos. No se espera acumulación ni polvo ligero.
- **Duchas de nieve.** Nieve que cae a diferentes intensidades durante breves períodos de tiempo. Es posible cierta acumulación.
- **Tormentas de nieve.** Chubascos de nieve breves e intensos acompañados de fuertes vientos racheados. La acumulación puede ser significativa. Las tormentas de nieve son más conocidas en la región de los Grandes Lagos.
- **La nieve que sopla.** Nieve impulsada por el viento que reduce la visibilidad y provoca una deriva significativa. La nieve que sopla puede ser nieve que cae y / o nieve suelta en el suelo recogida por el viento.
- **Ventiscas.** Vientos de más de 56km/h con nieve, lo que reduce la visibilidad.(3)

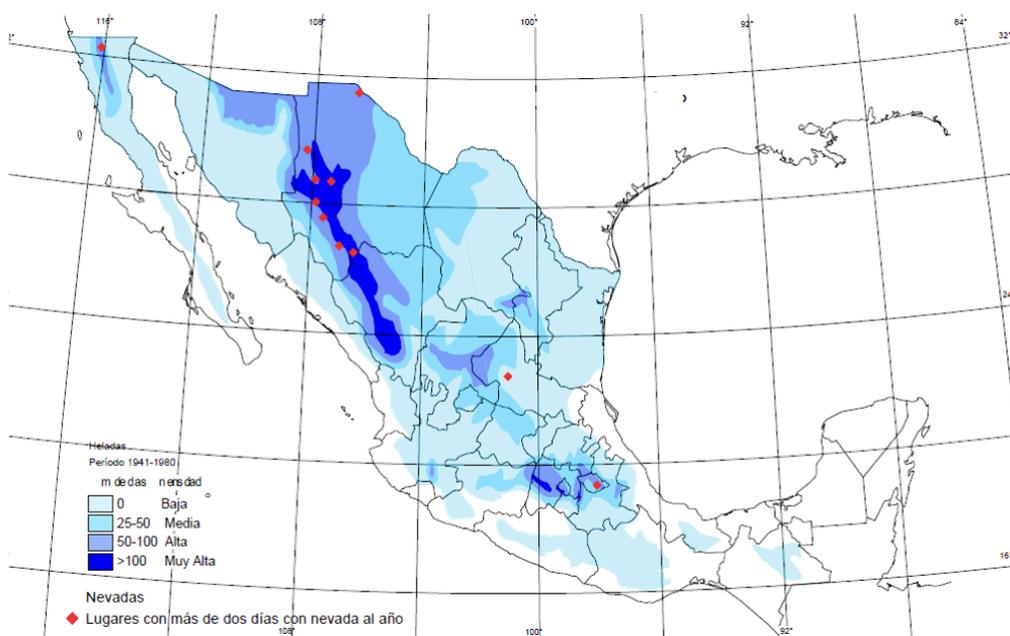
SITUACIÓN EN MÉXICO

Debido a la situación geográfica de nuestro país son pocas las regiones que padecen de nevadas, siendo más acentuado este fenómeno en regiones altas como montañas o sierras, principalmente, durante el invierno. Un caso extraordinario ocurrió en el invierno de 1967, donde aproximadamente el 50% del territorio nacional resultó afectado por una nevada, incluso el Valle de México.

Las nevadas principalmente ocurren en el norte del país y en las regiones altas, y rara vez se presentan en el sur. Durante la estación invernal en las sierras del estado de Chihuahua suceden en promedio más de seis nevadas al año, mientras que, en algunas regiones al norte de Durango y Sonora, las nevadas tienen una frecuencia de tres veces al año. También se han registrado nevadas que han afectado a las ciudades del centro del país, como las de Toluca, México, Puebla, Tlaxcala y San Luis Potosí.

En la figura 8 se muestra la intensidad de las heladas y ocurrencia de nevadas en la República Mexicana.

Figura 7. Heladas y Nevadas en México.



Fuente: CENAPRED/Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México: Heladas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Prieto González R, Asunción M, García A, Matías LG, Héctor R, Morales E, et al. Fascículos Serie Secretaría De Seguridad Y Protección Ciudadana Coordinador Nacional De Protección Civil [Internet]. [Consultado el 08/12/2021] Disponible en: www.gob.mx/sspc?idiom=es
2. Frío y los efectos en la salud | Centro Nacional de Prevención de Desastres | Gobierno | gob.mx [Internet]. [Consultado el 08/12/2021] Disponible en: <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/frio-y-los-efectos-en-la-salud>
3. Severe Weather 101: Winter Weather Types [Internet]. [Consultado el 08/12/2021] Disponible en: <https://www.nssl.noaa.gov/education/svrwx101/winter/types/>

SEQUÍAS



INTRODUCCIÓN

La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un período de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas.

Los ciclos de sequías han afectado el hemisferio norte por los últimos 10 000 años, con duración y magnitud variables. Las sequías pueden afectar áreas o comunidades en forma diferente dependiendo de la estructura y la capacidad de los sistemas de agua existentes, las leyes locales sobre el uso del agua, el desarrollo económico, las poblaciones en riesgo que viven dentro del área afectada y otros factores sociales.

Los periodos de sequía pueden causar reducción en el suministro de agua y problemas de salud pública asociados a esta.

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

Las condiciones de sequía grave pueden afectar negativamente la calidad del aire, además, durante las sequías, hay un riesgo mayor de incendios forestales y tormentas de arena. La materia particulada suspendida en el aire por estos eventos puede irritar los conductos bronquiales y exacerbar las enfermedades respiratorias crónicas, así como aumentar el riesgo de infecciones respiratorias agudas.

Las implicaciones de las sequías para la salud son numerosas y de largo alcance. Algunos efectos en la salud relacionados con las sequías se presentan a corto plazo y pueden observarse y medirse de manera directa. Sin embargo, la lenta presentación o naturaleza crónica de las sequías puede tener implicaciones indirectas para la salud a largo plazo que no siempre son fáciles de predecir o monitorear.

Las posibles implicaciones de las sequías para la salud pública incluyen las siguientes:

- cantidad y calidad del agua potable afectadas;
- aumento de riesgos al realizar actividades recreativas;
- efectos en la calidad del aire;

- peores condiciones de vida relacionadas con la energía, calidad del aire, situación sanitaria y de higiene;
- alimentación y nutrición afectadas; y
- aumento de la incidencia de enfermedades y afecciones.

Tabla 1. Daños a la salud pública relacionados con las sequías.	
Agua	<i>El estancamiento o reducción de los caudales disminuye los niveles de oxígeno en el agua, y de la temperatura, incrementando la concentración de contaminantes y proliferación de hongos y bacterias.</i>
Comida y nutrición	<i>Limita la temporada de crecimiento de cultivos generando condiciones que fomenten la infestación de insectos y enfermedades tanto en cultivos como en el ganado, generando un aumento de los precios de los alimentos y escasez, que podría provocar desnutrición.</i>
Calidad del aire	<i>Aumenta la cantidad de partículas suspendidas en el aire empeorando enfermedades respiratorias agudas y crónicas.</i>
Saneamiento e Higiene	<i>Las condiciones de sequía crean la necesidad de conservar el agua, pero estos esfuerzos de conservación no deben obstaculizar el saneamiento y la higiene adecuados.</i>
Riesgos recreativos relacionadas con el agua	<i>Las personas expuestas pueden tener un mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua causada por bacterias, protozoos y otros contaminantes como productos químicos y metales pesados. En las aguas superficiales no tratadas, algunos patógenos, como Naegleria fowleri, son más comunes.</i>
Enfermedad Infecciosa	<i>El aumento de las enfermedades infecciosas puede ser una consecuencia directa de la sequía. Los virus, protozoos y bacterias pueden contaminar tanto las aguas subterráneas como las superficiales cuando las precipitaciones disminuyen, la escasez de agua puede hacer que los agricultores utilicen agua reciclada para regar sus campos y procesar los alimentos que cultivan incrementando la incidencia de contaminación por bacterias fecaloideas.</i>
Enfermedades transmitidas por insectos y animales	<i>El comportamiento tanto de los seres humanos como de los animales puede cambiar aumentando el contacto humano con la vida silvestre, de manera que incremente la probabilidad de transmisión de enfermedades transmitidas por vectores, zoonosis y accidentes.</i>

Fuente: CDC. Preparación para los efectos en salud de las sequías. Guía de Recursos en Salud Pública.

ANTECEDENTES

Clasificación de las Sequías:

- **Sequía Meteorológica.** Se presenta en un período de tiempo cuando la lluvia registrada es menor al promedio.
- **Sequía Hidrológica.** Se presenta en un período de tiempo cuando los escurrimientos tanto superficiales como subterráneos están por debajo del promedio.
- **Sequía Agrícola.** Se presenta en un período de tiempo cuando la humedad contenida en el suelo es insuficiente para producir una cosecha.

Clasificación de la intensidad de la sequía de acuerdo al monitor de sequía de américa del norte (NADM).

- **Anormalmente Seco (D0):** Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía.
- **Sequía Moderada (D1):** Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.
- **Sequía Severa (D2):** Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.
- **Sequía Extrema (D3):** Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.
- **Sequía Excepcional (D4):** Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS SEQUÍAS

Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios de las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera, generados por modificaciones en el albedo superficial, la existencia de una espesa capa de polvo en la atmósfera, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos y mares e incrementos en las concentraciones de bióxido de carbono, ocasionan variaciones espacio-temporales de las precipitaciones.

Existen áreas específicas sensibles al fenómeno, definidas básicamente por su localización geográfica, como lo es la latitud, ya que a partir de la línea del Ecuador hacia los polos, en forma alterna, se presentan las franjas de baja y alta presión atmosférica, donde las primeras corresponden a las áreas lluviosas y húmedas en el planeta, desde el Ecuador hacia los 60° de latitud Norte y Sur y las segundas, corresponden a zonas donde los vientos son secos y descendentes, que no proporcionan lluvia y están alrededor de los 30° Norte y Sur, y en los polos.

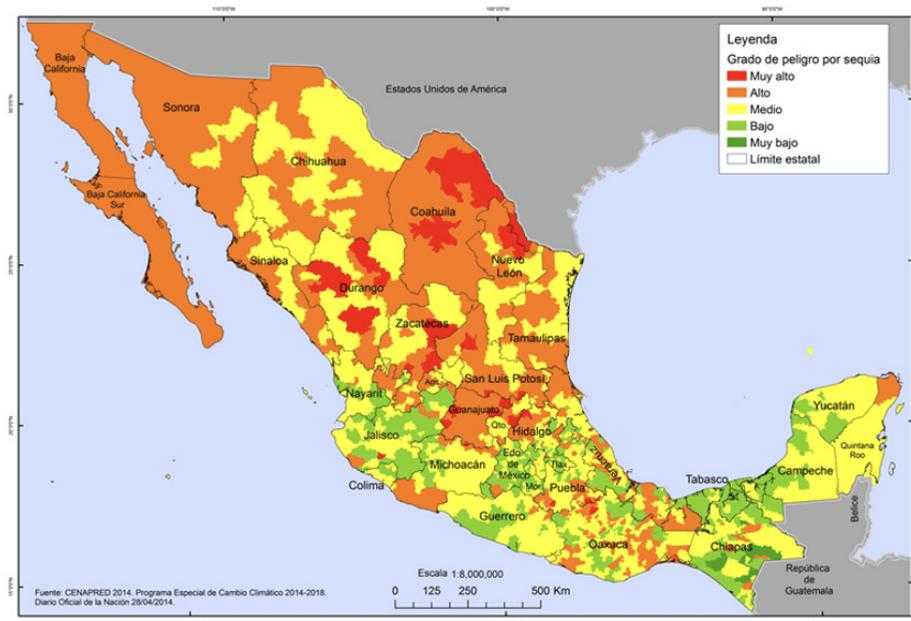
SITUACIÓN EN MÉXICO

México tiene gran parte de su territorio en la franja de alta presión de latitud Norte, por lo que estas zonas son áridas y semiáridas, coincidiendo en latitud con las zonas de los grandes desiertos africanos y asiáticos, al igual que los desiertos australianos.

Los estados que más las padecen son los del norte, mencionando por orden de magnitud a: Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Baja California, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Tlaxcala.

En México el Monitor de Sequía de América del Norte (NADM), es el resultado de la cooperación técnica entre expertos de sequía de México, Estados Unidos y Canadá, tiene como objetivo describir las condiciones de sequía en América del Norte. Se basa en el éxito del Monitor de Sequía de los Estados Unidos (USDM) que utiliza una metodología basada en el análisis de diversos índices o indicadores de sequía propuesta en 1999. El Centro Nacional de Datos Climáticos de los Estados Unidos (NCDC) es el encargado de coordinar las actividades entre las contrapartes de los países, que incluye un calendario de autores por país, quienes tienen la misión de reunir las evaluaciones mensuales de la sequía y generar el mapa regional de sequía de América del Norte.

Figura 1. Grado de peligro por sequía en México.

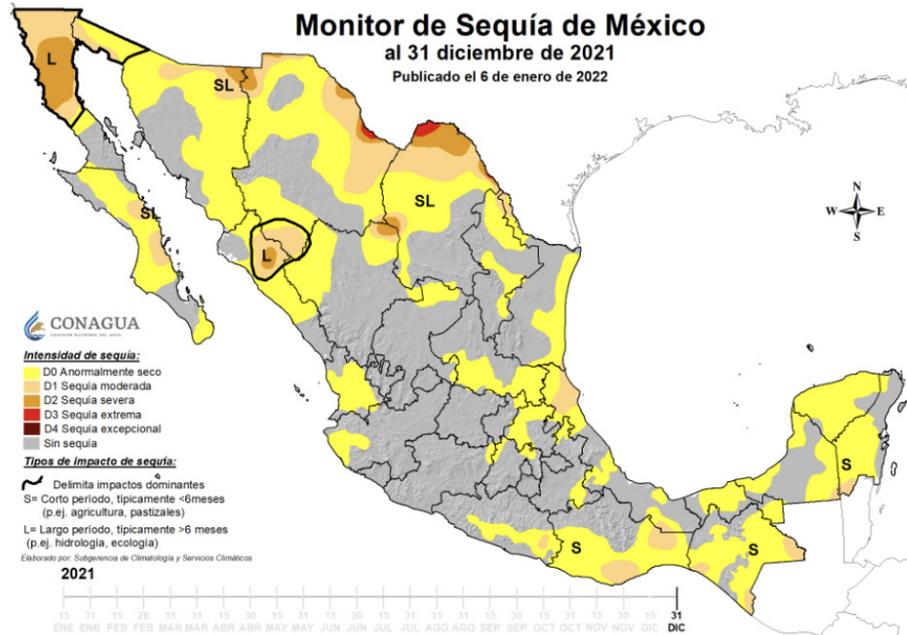


Fuente: CENAPRED: Atlas Nacional de Riesgos, 2019.

PANORAMA 2021

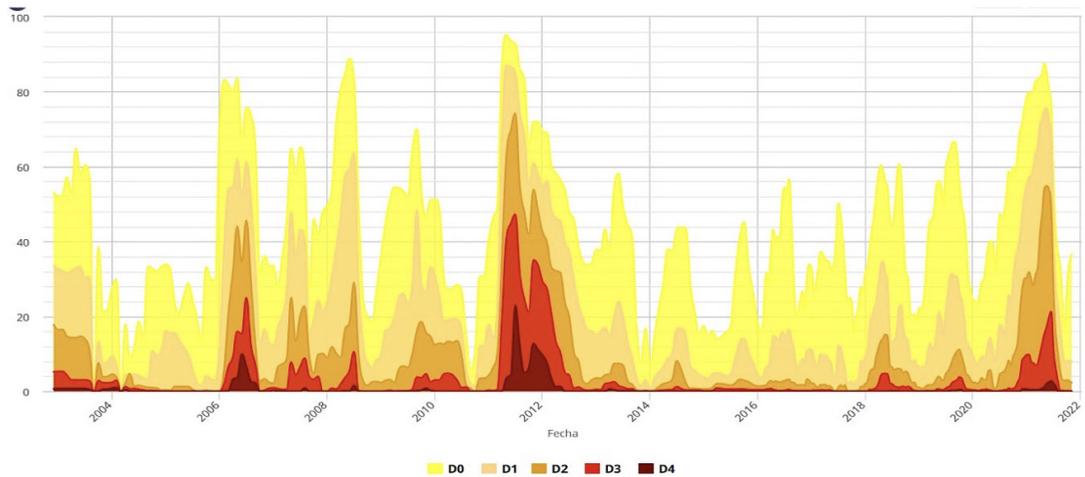
Durante la segunda quincena de octubre de 2021, se registraron lluvias por arriba del promedio en Chiapas, Tabasco, sur de Veracruz, Guerrero, Michoacán y algunas regiones aisladas de Colima, Tamaulipas, Durango, Zacatecas y Campeche. Estas lluvias se asociaron al paso de las ondas tropicales 38 y 39, el paso del huracán Rick y el frente frío número 6. Dichos fenómenos favorecieron la disminución de condiciones anormalmente secas (D0) en la región centro, occidente y en el estado de Veracruz; la sequía moderada (D1) se redujo en Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Mientras que en Durango se contrajo la sequía de moderada a extrema (D1 a D3). Por otro lado, las regiones con precipitaciones por debajo del promedio se concentraron a lo largo de la Sierra Madre Occidental; así como al noreste de Coahuila, Nuevo León, costa este de Tamaulipas, norte de Veracruz, este de San Luis Potosí y Yucatán. Los déficits de precipitación fueron consecuencia de la falta de desarrollo ciclónico en la cuenca del Atlántico en la última quincena del mes. El incremento de áreas con sequía de moderada a severa (D1 a D2) se observó en el norte del país, en tanto que las condiciones anormalmente secas se extendieron en Tamaulipas, Sonora y la Península de Yucatán. Al 31 de octubre de 2021 el área con sequía de moderada a extrema (D1 a D3) fue de 7.89% a nivel nacional, ligeramente menor (0.39%) que lo cuantificado al 15 de octubre del mismo año. (Corte al 7 de noviembre)

Figura 2. Monitor de sequía de México.



Fuente: Comisión Nacional del Agua - Servicio Meteorológico Nacional: Monitor de Sequía en México, enero de 2022.

Gráfica 1. Porcentaje de área afectada por sequía en México, 2002 a 2021.



La gráfica muestra la evolución y el porcentaje de área del país afectada con una o varias categorías de sequía a nivel nacional

Fuente: Comisión Nacional del Agua - Servicio Meteorológico Nacional: Monitor de Sequía en México, noviembre de 2021.

La Niña es el término con el cual se conoce la fase fría del ENOS (fenómeno existente entre el océano y la atmósfera de la tierra). Es el enfriamiento anormal de las aguas ecuatoriales del Océano Pacífico Tropical. Este fenómeno influencia considerablemente las condiciones del tiempo en muchas

partes del mundo. En el mes de octubre de 2021, las condiciones oceánicas y atmosféricas en el Pacífico ecuatorial han transicionado a esta fase. Se pronostica que continúe así durante la temporada de diciembre 2021 - febrero 2022 con una probabilidad de 87%. La Niña suele ir acompañada de bajas temperaturas y provoca fuertes sequías en las zonas costeras del Pacífico.

BIBLIOGRAFÍA

1. CDC. *National Center for Environmental Health, Division of Environmental Hazards and Health Effects. Preparación para los efectos en salud de las sequías e incendios forestales. Disponible en: https://www.cdc.gov/nceh/hsb/cwh/docs/CDC_Drought_Resource_Guide-508.pdf*
2. Conagua - Servicio Meteorológico Nacional. *Monitor de Sequía en México. México (2021). [Consultado el 16/11/21] Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>*

The background of the image is a photograph of a forest fire. A large, dark tree trunk is the central focus, with bright orange and yellow flames consuming its bark. The fire is thick, and a layer of white smoke or steam rises from it, partially obscuring the background. In the background, other trees are visible, some with sparse green needles and others that appear charred. The sky is a pale, hazy grey. The image is framed by several geometric shapes: a large red triangle on the left side, a smaller red triangle at the top left, and a gold triangle at the bottom right. There are also thin gold lines and a white line running diagonally across the composition.

INCENDIOS **FORESTALES**

INTRODUCCIÓN

Las zonas forestales son imprescindibles para la vida en el planeta. Además de ser parte fundamental en los ciclos de producción y distribución del agua, purifican el aire que respiramos al capturar bióxido de carbono y liberar oxígeno.

Estos procesos vitales se ven amenazados por diversos factores ajenos a las actividades forestales como: la degradación de suelos, la deforestación, la tala inmoderada, los fuegos no controlados que están relacionados con otras actividades como la agricultura, la ganadería y el desarrollo urbano.

Un incendio forestal ocurre cuando el fuego se extiende de manera descontrolada y afecta los bosques, las selvas, o la vegetación de zonas áridas y semiáridas.

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

El humo de los incendios forestales es una mezcla de contaminantes del aire entre los cuales el material particulado es la principal amenaza para la salud pública.

La evidencia científica ha demostrado ciertos efectos en la salud ante la exposición a material particulado a corto plazo (es decir, una exposición de días) que varían desde la irritación de los ojos y del tracto respiratorio hasta más efectos graves, incluida la función pulmonar reducida, inflamación pulmonar, bronquitis, exacerbación de asma y otras enfermedades pulmonares, exacerbación de enfermedades cardiovasculares, como insuficiencia cardíaca, e incluso muerte prematura.

Aunque una gran población puede estar expuesta al humo durante un incendio forestal, la mayoría de los adultos sanos y los niños se recuperarán rápidamente a la exposición al humo. Sin embargo, ciertas personas por su condición o etapa de la vida pueden tener un mayor riesgo de experimentar efectos sobre la salud, incluidas las personas con problemas respiratorios crónicos o enfermedades cardiovasculares, niños y adultos mayores, mujeres embarazadas, personas de nivel socioeconómico más bajo y trabajadores al aire libre. En la Tabla 1 se muestran los principales efectos a la salud derivados de la exposición al humo, en la población vulnerable.

Tabla 1. Resumen las poblaciones potencialmente en riesgo de sufrir efectos en la salud derivados de la exposición al humo de incendios forestales.

Población	Efectos a la salud
Personas con asma y otras enfermedades respiratorias	<i>Dificultades para respirar y exacerbaciones de enfermedades pulmonares crónicas (por ejemplo, asma y EPOC) que conducen a un mayor uso de medicamentos, visitas al departamento de emergencias, e ingresos hospitalarios.</i>
Personas con enfermedad cardiovascular	<i>Desencadenamiento de eventos isquémicos, como angina de pecho, ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares; empeoramiento de insuficiencia cardíaca; o de ritmos cardíacos anormales pueden llevar a visitas al departamento de emergencias, ingresos hospitalarios e incluso la muerte.</i>
Niños	<i>Tos, sibilancias, dificultad para respirar, opresión en el pecho, disminución de la función pulmonar en todos niños. En los niños con asma, puede ocurrir un empeoramiento de los síntomas del asma o un mayor riesgo de ataques de asma.</i>
Embarazadas	<i>Durante los períodos críticos de desarrollo, el feto puede experimentar una mayor vulnerabilidad a estas exposiciones. Existe evidencia limitada de los efectos relacionados con la contaminación del aire en mujeres embarazadas y el feto, aunque se ha relacionado con bajo peso al nacer y el parto prematuro.</i>
Adultos mayores	<i>Exacerbación de enfermedades cardíacas y pulmonares y otras enfermedades que pueden ocasionar la muerte.</i>
Estatus socioeconómico	<i>Mayor exposición al humo de los incendios forestales debido a un menor acceso a las medidas para reducir la exposición, junto con una mayor probabilidad de condiciones de salud no tratadas o tratadas de manera insuficiente podría conducir a un mayor riesgo de presentar los efectos sobre la salud descritos anteriormente.</i>
Trabajadores al aire libre	<i>Una mayor exposición al humo de los incendios forestales puede aumentar el riesgo de experimentar la variedad de efectos sobre la salud descritos anteriormente.</i>

ANTECEDENTES

Se calcula que las actividades humanas ocasionan el 99% de estos incendios y sólo el resto tiene como causas fenómenos naturales como descargas eléctricas y la erupción de volcanes.

De acuerdo con el promedio de los últimos años, casi la mitad de estos incendios se producen por actividades agropecuarias y de urbanización, junto con las acciones intencionadas y los descuidos de personas que no apagan bien sus cigarrillos o fogatas. También algunas prácticas de los cazadores furtivos y de quienes llevan a cabo cultivos ilícitos pueden causar un siniestro.

Para que se produzca un incendio forestal se necesitan tres elementos: calor, oxígeno y combustibles. En la Tabla 2 se resumen las causas principales de incendios forestales:

Tabla 2. Causas principales de incendios forestales:

Accidentales	Rupturas de líneas eléctricas, accidentes automovilísticos, ferroviarios y aéreos.
Negligencias	Quemas agropecuarias no controladas, fogatas de excursionistas, fumadores, quema de basura, limpieza de vías en carreteras y uso del fuego en otras actividades productivas dentro de áreas forestales.
Intencionales	Quemas por conflictos entre personas o comunidades, tala ilegal o litigios.
Naturales	Caída de rayos o erupciones volcánicas.

SITUACIÓN EN MÉXICO

México es poseedor de gran riqueza biológica en sus bosques tropicales, templados y de climas semidesérticos; ocupa el cuarto lugar del mundo en importancia por diversidad y porcentaje de especies endémicas. Esta riqueza es un patrimonio nacional prioritario de conservar por su enorme capacidad de generar beneficios ecológicos, sociales y económicos. Sobre todo, debe ser protegida ante los **incendios forestales**.

El **Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales para México**, es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones para la prevención y el combate de incendios en México que se encuentra disponible al público en la página web: <http://forestales.ujed.mx/incendios>

Este sistema permite evaluar en tiempo real las condiciones de sequedad del combustible, el riesgo y peligro de incendio asociado. Integra variables meteorológicas en tiempo real, mapas de vegetación y factores humanos para mostrar diariamente las condiciones meteorológicas de sequedad de los combustibles, peligro de incendio, y número de incendios esperados.

Los **índices de Peligro** del sistema, ofrecen apoyo a la toma de decisiones para el manejo del fuego, ofreciendo información que ayuda a responder a las siguientes preguntas operacionales en el combate y la prevención de incendios:

1) Evolución de la sequedad del combustible:

Índice de Sequedad del Combustible.

2) Número esperado de Incendios:

- Por región: Peligro Meteorológico y Peligro de Incendio
- Por estado: Número de incendios esperados por estado.

3) Localización esperada de incendios:

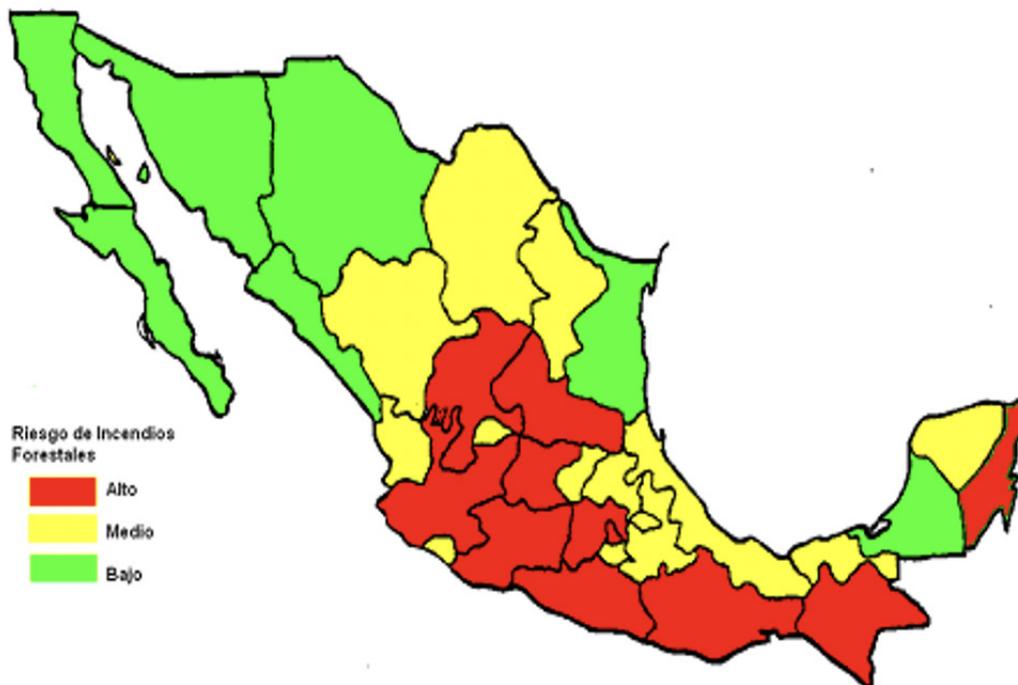
Peligro Meteorológico y Peligro de Incendio

4) Combate de incendios:

Índice de Sequedad del Combustible, Peligro Meteorológico y Peligro de Incendio.

De acuerdo a las condiciones de vegetación, ambientales y del suelo, detallan que el riesgo de alto incendio forestal se mantiene en la península de Baja California, Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Coahuila, Tamaulipas, Durango, Nayarit, Jalisco, San Luis Potosí, Colima, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Puebla, Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Yucatán.

Figura 1. Mapa de Previsión de Riesgo de Incendios Forestales.



Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007.

Por la sequedad de la vegetación, el riesgo se mantiene en Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango y en regiones aisladas de Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León, Guanajuato, Querétaro y Puebla. (Figura 7).

TEMPORADA DE INCENDIOS FORESTALES

Los meses durante los cuales ocurre la mayor cantidad de incendios son de enero a mayo, lo cual coincide con la temporada de heladas y sequía, cuando la cantidad de material combustible es relativamente elevada. Entre las diversas causas que originan el número de eventos durante estos meses, se pueden mencionar las siguientes:

Enero: Mes muy frío, lo que provoca mucha vegetación quemada por heladas.

Febrero: Hay incremento de calor y vientos fuertes.

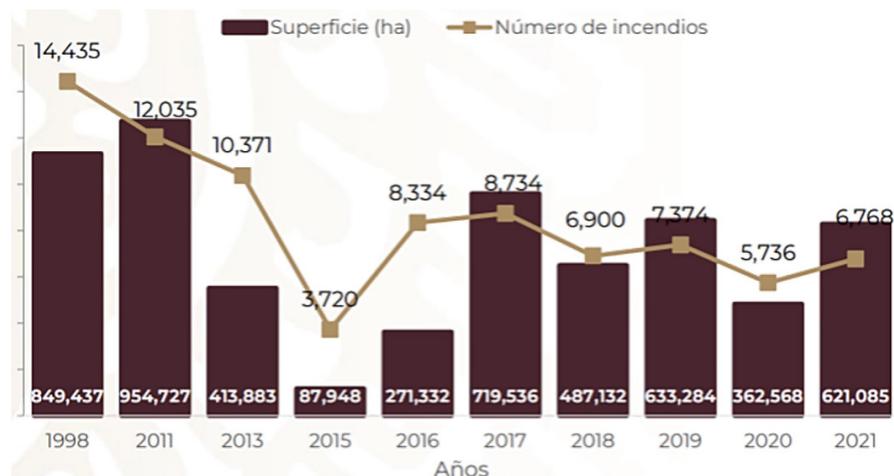
Marzo: Ambiente seco, vientos fuertes y zonas con mucho material combustible por incendios anteriores.

Abril: Se registran temperaturas elevadas, con incremento del promedio diario de incendios y recrudescimiento de la sequía.

Mayo: En muchos estados del país, coincide con las temperaturas más altas del año.

Entre los factores que tienen impacto en el inicio de fuego, su desarrollo y las medidas para atacarlo se encuentran el clima, el combustible y la topografía del sitio.

Gráfica 1. Porcentaje de área afectada por incendios en México, 1998 a 2021.



PANORAMA 2021

Del 01 de enero al 04 de noviembre del 2021, se han registrado 6,768 incendios forestales en 32 entidades federativas, afectando una superficie de 621,085 hectáreas, De esta superficie, el 93% correspondió a vegetación en los estratos herbáceo y arbustivo y el 7% a arbóreo.

Las entidades federativas con mayor número de INCENDIOS fueron: México, Ciudad de México, Chihuahua, Michoacán, Jalisco, Puebla, Tlaxcala, Durango, Chiapas y Guerrero, que representan el 82% del total nacional.

Las entidades federativas con mayor SUPERFICIE afectada fueron: Chihuahua, Guerrero, Durango, Jalisco, Chiapas, Nuevo León, Nayarit, Michoacán, Oaxaca y Sonora, que representan el 79% del total nacional.

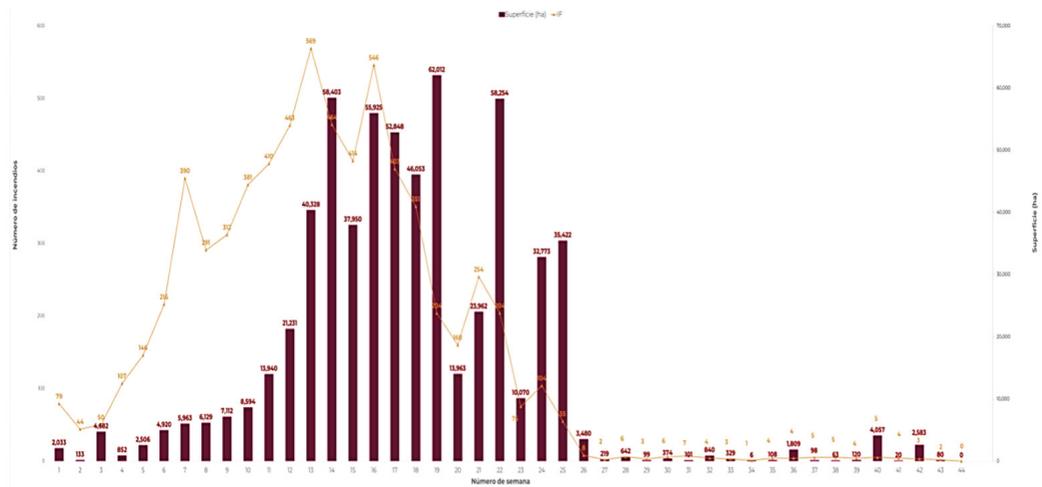
Del total de incendios forestales, 762 (11 %) correspondió a ecosistemas sensibles al fuego, afectando una superficie de 54,318 ha. (9 %) del total nacional.

Tabla 3. Incendios acumulados en México del 01 enero al 04 de noviembre de 2021.

ENTIDAD FEDERATIVA	INCENDIOS Y SUPERFICIE AFECTADA					
	NÚMERO DE INCENDIOS ACUMULADOS	SUPERFICIE AFECTADA (HECTÁREAS)				TOTAL
		HERBÁCEO	ARBÓREO ARBOLADO ADULTO	RENUOVO	ARBUSTIVO	
Aguascalientes	34	1,133	27	0	185	1,345
Baja California	76	3,273	353	0	15,647	19,273
Baja California Sur	5	5	2	0	4	10
Campeche	5	1,993	13	23	0	2,029
Chiapas	267	43,217	903	307	2,831	47,258
Chihuahua	650	58,868	4,388	5,648	20,328	89,231
Ciudad de México	878	3,800	28	6	268	4,102
Coahuila	52	1,349	3,861	2	2,339	7,551
Colima	38	2,111	0	0	246	2,357
Durango	268	48,029	2,108	4,086	21,661	75,884
Guanajuato	25	3,175	44	0	667	3,886
Guerrero	194	51,864	671	3,175	26,540	82,250
Hidalgo	70	522	145	345	335	1,348
Jalisco	582	37,609	1,568	661	8,909	48,747
México	1,493	6,796	198	1,440	6,968	15,401
Michoacán	643	17,599	2,431	3,551	8,244	31,825
Morelos	154	3,416	12	142	1,445	5,015
Nayarit	79	26,030	0	313	6,011	32,354
Nuevo León	48	18,531	1,365	907	11,988	32,790
Oaxaca	148	19,324	3,537	1,403	7,476	31,741
Puebla	303	4,431	73	141	2,764	7,407
Querétaro	51	1,290	13	5	870	2,177
Quintana Roo	32	0	0	0	1,878	1,878
San Luis Potosí	77	7,187	300	0	3,828	11,316
Sinaloa	23	1,944	56	35	749	2,785
Sonora	27	12,728	851	84	6,555	20,219
Tabasco	11	11,439	0	40	0	11,480
Tamaulipas	25	6,263	808	0	6,362	13,433
Tlaxcala	273	1,619	10	22	607	2,258
Veracruz	132	341	10	134	2,138	2,623
Yucatán	15	11	11	0	870	892
Zacatecas	90	7,730	84	43	2,365	10,222
RESULTADOS 2021	6,768	403,628	23,868	22,511	171,078	621,085
PORCENTAJE (%)		65%		7%	28%	100%

Fuente: CONAFOR (2021). REPORTE SEMANAL NACIONAL DE INCENDIOS FORESTALES
29 octubre al 04 de noviembre.

Gráfico 2. Número de incendios forestales y superficie. México del 01 enero al 04 de noviembre de 2021.



Fuente: CONAFOR (2021). REPORTE SEMANAL NACIONAL DE INCENDIOS FORESTALES 29 octubre al 04 de noviembre.

BIBLIOGRAFÍA

1. Servicio Meteorológico Nacional. Observando el tiempo. Incendios Forestales. México (2016).
2. CENAPRED. Fascículo Incendios Forestales. México (2008). [Consultado el 07/11/2021] Disponible en: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/159-FASCCULOINCENDIOSFORESTALES.PDF>
3. Gobierno de California. WILDFIRE SMOKE: A GUIDE FOR PUBLIC HEALTH OFFICIALS. 2019, EPA-452/R-19-901
4. Comisión Nacional Forestal. Incendios forestales. Guía práctica para comunicadores. Tercera edición, 2010.
5. Comisión Nacional Forestal. REPORTE SEMANAL NACIONAL DE INCENDIOS FORESTALES Información preliminar del 01 de enero al 04 de noviembre de 2021. [Consultado el 07/11/2021] Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680294/Reporte_del_01_de_enero_al_04_de_noviembre_del_2021.pdf

EROSIÓN



INTRODUCCIÓN

El suelo es una parte fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas; en él se realizan funciones tan importantes como los ciclos biogeoquímicos y la captura de agua. Su formación involucra periodos que pueden llegar a miles de años, pero su degradación, algunas veces irreversible, puede realizarse en periodos considerablemente más cortos.

La erosión se define como la remoción de partículas de suelo debido a la acción de fenómenos climatológicos, como son la lluvia, el viento y el oleaje.

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

Entre las repercusiones de la desertificación en la salud, cabe citar las siguientes:

- Agravamiento de la amenaza de malnutrición como consecuencia de un menor suministro de agua y alimentos;
- Más enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos como consecuencia de la falta de higiene y de agua salubre;
- Enfermedades respiratorias causadas por el polvo atmosférico que genera la erosión eólica y por otros contaminantes del aire;
- La propagación de enfermedades infecciosas paralelamente a la migración de poblaciones.

ANTECEDENTES

Clasificación de la erosión

- **Erosión Hídrica:** Esta se define como la remoción del suelo por el efecto del agua, sea causada por las gotas de lluvia o por el escurrimiento superficial.
- **Erosión Eólica:** Esta se define como la remoción del suelo por el efecto del viento. Su presencia está asociada a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a la destrucción de la estructura del suelo y a niveles bajos de humedad.
- **Erosión antrópica.** Ocurre cuando el agente causal directo es el Hombre, al modificar el paisaje natural de manera abrupta e irreversible

(mediante la construcción de carreteras, presas, asentamientos urbanos, líneas de transmisión, gasoductos, etc.).

- **Degradación química:** Los tipos específicos fueron la disminución de la fertilidad, polución, salinización-alcalinización y eutrofización; mientras que, para la física, fueron la compactación, pérdida de la función productiva, disminución de la disponibilidad de agua, encostramiento y sellamiento y anegamiento.
- **Degradación física:** a través del sellado, encostramiento, y compactación, los cuales en términos generales afectan los ciclos de nutrientes y la infiltración del agua, provocando el anegamiento en las zonas donde se acumulan las escorrentías.

SITUACIÓN EN MÉXICO

Debido a la importancia económica, política y social de la degradación del suelo, tanto en México como en el mundo se han realizado diversos estudios para evaluar la magnitud de la superficie afectada.

En México el problema se presenta principalmente en las zonas de topografía irregular, donde las pendientes del terreno son escarpadas. Tomando en cuenta que gran parte del territorio nacional tiene este tipo de relieve, y que las zonas de cultivo temporales se encuentran en estos sitios, se puede considerar que el problema es grave.

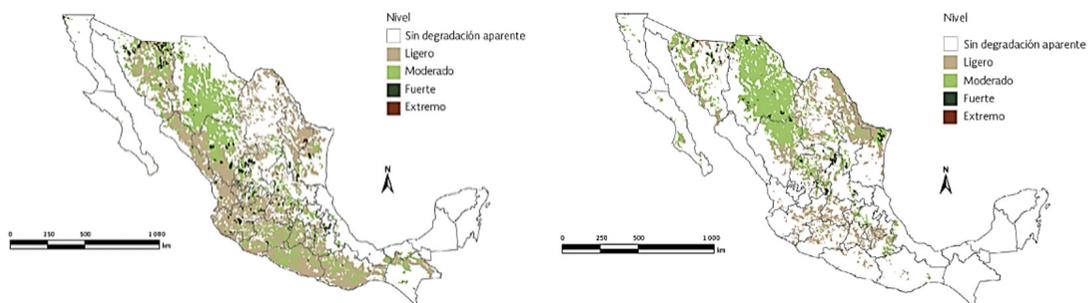
Históricamente los estados de México, Tlaxcala y Oaxaca, se han caracterizado por presentar fuertes problemas de erosión, sin embargo, la evidencia de cárcavas y el azolve de embalses, se presenta en muchos otros estados.

En el 2002 SEMARNAT reportó que 42% de la superficie nacional podría resultar afectada por erosión hídrica, y que 17 entidades federativas mostrarían daño en más de 50% de su territorio, entre ellas Guerrero (79.3%), Puebla (76.6%), Morelos (75.2%), Oaxaca (74.6%) y el estado de México (73.7%). También las regiones montañosas de las Sierras Madre Oriental, Occidental y del Sur, así como vastas regiones de Chiapas y las entidades del centro del país, tendrían riesgo de presentar alta y muy alta pérdida de suelo por erosión hídrica (figura 1).

A escala nacional, 18.12 millones de hectáreas (equivalentes al 9.5% del territorio) mostraban evidencias de erosión eólica. Con respecto a los niveles de afectación, de la superficie nacional con erosión eólica, 66.7% se encuentra en nivel moderado, 29.5% en ligero y 3.9% entre fuerte y extremo (figura 2).

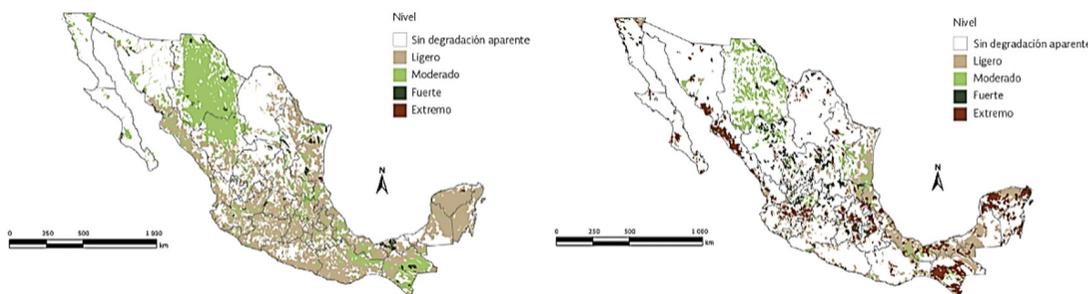
La degradación química es el proceso de degradación del suelo más extendido en el país, con alrededor de 34.04 millones de hectáreas (17.8% del territorio); predominó la disminución de la fertilidad (92.7% de la superficie nacional con degradación química) (figura 3) y en la física, la compactación (68.2% de la superficie nacional) (figura 4).

Figura 1 y 2. Erosión hídrica en México, 2002.



Fuente: SEMARNAT. Suelos. Degradación del Suelo. 2002

Figura 3 y 4. Degradación química en México, 2002.



Fuente: SEMARNAT. Suelos. Degradación del Suelo. 2002

BIBLIOGRAFÍA

1. CENAPRED (2014). *Subsistema De Información Sobre Riesgos, Peligros Y Vulnerabilidad*. 2014.
2. SEMARNAT (2015). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. [Consultado el 09/11/2021]. Disponible en: <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap3.html#tema2>
3. INEGI (2014) *Erosión de suelos en México*. Consultado el 07/11/2021. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2014/especiales/especiales2014_07_1.pdf

TORNADOS



INTRODUCCIÓN

Un tornado es una columna de aire en rotación violenta que se extiende desde la base de una tormenta hasta el suelo. Los tornados son capaces de destruir por completo estructuras bien construidas, arrancar árboles y lanzar objetos por el aire. Los tornados pueden ocurrir en cualquier momento del día o de la noche y en cualquier época del año.

Es uno de los fenómenos meteorológicos más violentos. Se origina en la base de una nube de tormenta cuando dos masas de aire de diferente temperatura, humedad y velocidad que chocan entre sí, formando un embudo que llega a la tierra.

La velocidad de sus vientos puede ser de 100 hasta más de 450 km/h. Su duración va de algunos minutos hasta horas y se pueden desplazar de cero a más de 100 km/h. Los tornados pueden tener un diámetro promedio de 250 m, oscilando entre los 100 y 1,000m.

El Servicio Meteorológico de Estados Unidos (NWS, 2007) define a un tornado como “Una columna rotatoria de aire, que se extiende de o hacia una nube cumuliforme o debajo de una nube cumuliforme, hacia la tierra, y que es frecuentemente visible como un embudo de condensación. Literalmente, para que un vórtice sea clasificado como un tornado, debe estar en contacto con la tierra y extenderse hacia/desde la base de una nube y debe haber algún rastro de efecto visual del terreno tal como marcas de remolinos de polvo, o daño estructural o de la vegetación”. Sin embargo, hay algunas diferencias entre algunos autores, como la definición de Doswell que propone: que es “Un vórtice que se extiende hacia arriba desde la superficie hasta, al menos, la base de una nube (con esa base de nube asociada a convección de gran humedad). Que es suficientemente intensa en la superficie para producir daños en uno o más puntos a lo largo de su trayecto.

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

Los tornados son fenómenos naturales, que por su formación súbita pueden llegar a destruir en pocos minutos lo que encuentran a su paso. Estos se clasifican dependiendo su velocidad y daño que generan a su paso. Se han realizado esfuerzos por diferentes instituciones en nuestro país para construir un índice de vulnerabilidad ante los tornados y así identificar las áreas de mayor riesgo y poder prepararse ante estos, sin embargo, no se ha logrado consolidar hasta ahora, concluyendo que los factores de riesgo están relacionados a lugares con una alta densidad poblacional y con alto nivel de marginación (principalmente por construcciones de materiales no durables). Por lo cual, las mediciones se enfocan a los daños que genera y para ello se emplea la escala modificada de Fujita, la cual mide a los tornados por su velocidad e impacto en 6 categorías, que van de 0 a 5 (tabla 1).

Tabla 1. Clasificación según la escala de Fujita mejorada

Número en la escala	Denominación de intensidad	Velocidad del viento km/h	Tipo de daños
F0	Vendaval	60-100	Daños en chimeneas, rotura de ramas, árboles pequeños rotos, daños en señales y rótulos.
F1	Tornado moderado	100-180	Desprendimiento de algunos tejados, mueve coches y camper, arranca algunos árboles pequeños.
F2	Tornado importante	180-250	Daños considerables. Arranca tejados y grandes árboles de raíz, casas débiles destruidas, así como objetos ligeros que son lanzados a gran velocidad.
F3	Tornado severo	250-320	Daños en construcciones sólidas, trenes afectados, la mayoría de los árboles son arrancados.
F4	Tornado devastador	320-420	Estructuras sólidas seriamente dañadas, estructuras con cimientos débiles arrancadas y arrastradas, coches y objetos pesados arrastrados.
F5	Tornado increíble	420-550	Edificios grandes seriamente afectados o colapsados, coches lanzados a distancias superiores a los 100 metros, estructuras de aceros sufren dañados.

Clasificación de los tornados según su origen:

- **Superceldas:** Tienen su origen en una tormenta severa de larga duración cuyo viento se encuentra en rotación, conocida como mesociclón o supercelda. Se forma cuando una columna de nube cumulonimbus genera corrientes ascendentes dentro de ella misma, puede llegar a extenderse hasta algunos kilómetros de diámetro, lo que origina un tipo de tormenta convectiva con ciertas condiciones que pueden generar fuertes vientos, grandes granizadas y tornados violentos que puede devastar sobre una larga trayectoria.

- **No superceldas:** Los tornados no-superceldas suelen ser de menor magnitud a diferencia de los tornados superceldas. El meteorólogo Bluestein de la Universidad de Oklahoma, utilizó por primera vez el término Landspout para identificar un tipo distinto de tornados. Este tipo de tornados se forma cuando una nube cumulus congestus, en rápida formación, atrae el aire que circula lentamente y de manera giratoria en los niveles inferiores de la superficie de la tierra.

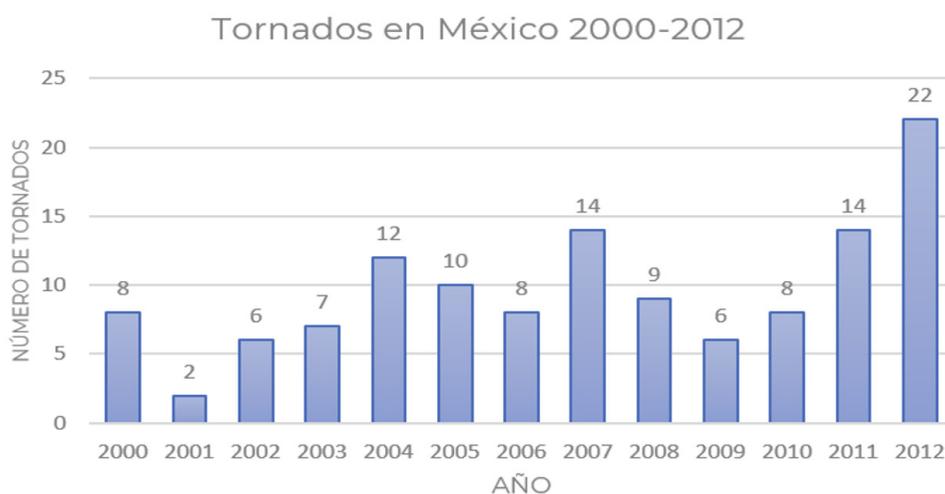
ANTECEDENTES

En nuestro país se presentan las condiciones meteorológicas necesarias para la formación de los tornados superceldas y no-superceldas. A la mayoría de los tornados que se presentan en México se les conoce como tornado débil o tornado no-supercelda.

En algunos lugares se presentan estacionalmente y en otros esporádicamente. Los tornados se presentan en cualquier época del año y se pueden originar a cualquier hora, aunque la National Geographic Society (abril, 2004) reporta una hora determinada a las 18:00 h.

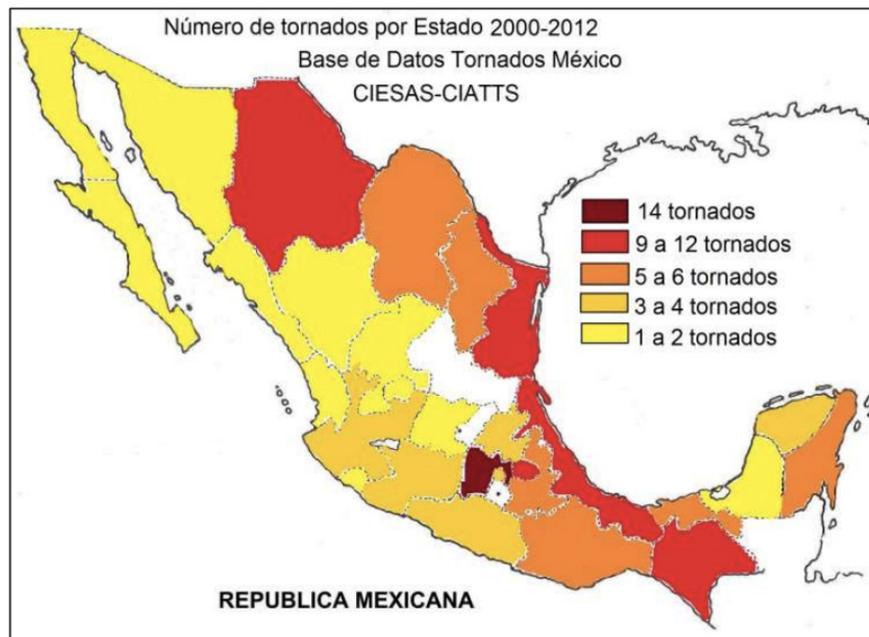
La presencia del fenómeno se percibe entre los meses de febrero a octubre, siendo abril, junio y agosto los meses con mayor actividad, debido a la falta de registro, el fenómeno no guarda un patrón de comportamiento definido, aunque sí está asociado con la temporada de lluvias.

Gráfico 1. Ocurrencia de tornados en México del 2000-2012



Fuente: Los tornados en México. Base de Datos de tornados México. Jesús Manuel Macías.

Figura 2. Tornados registrados en México



Fuente: Los tornados en México. Base de Datos de tornados México. Jesús Manuel Macías.

Los registros de ocurrencia de tornados que se han acopiado para el periodo de 2000 a 2012, es de 126, con un promedio anual de 10 tornados por año. Los registros muestran tornados en 29 de los 32 estados, solo exceptuando a San Luis Potosí, Querétaro y Morelos.

Posteriormente entre el año 2016 y 2018, el Centro Nacional de Prevención de Desastres registró 15 tornados, de los cuales, cuatro se presentaron en el año 2016, cinco en el 2017 y seis en el 2018. Las entidades afectadas fueron: Coahuila, Estado de México, Chihuahua, San Luis Potosí, Tlaxcala, Tamaulipas, Puebla, Nuevo León, Veracruz, Jalisco y Sonora.

Durante 2020 la Coordinación Nacional de Protección Civil informó sobre la presencia de cuatro tornados en el año, los cuales se registraron en el estado de Puebla, Nuevo León y Tlaxcala. En el estado de Puebla se registraron dos, en la capital poblana y en el municipio de Zacatlán durante el mes de mayo, sin registro de daños a la salud humana.

El evento de Nuevo León, el municipio afectado fue el de Apodaca, en el mes de mayo 2020, donde se generó secundario a lluvias torrenciales acompañadas de granizo y fuertes vientos. Este provocó caída de árboles y volcaduras de vehículos pesados, provocando la defunción de una mujer. Y en el mismo mes se registró el tornado en el municipio de Huamantla en el estado de Tlaxcala, sin registro de daños a la salud humana.

Durante el año 2021 no se reportaron tornados de interés en el territorio nacional.

Tabla 2. Diferencia entre tornado, huracán y remolino.

	Tornado	Huracán	Remolino
Origen	Se origina sobre la superficie de la tierra o en un cuerpo de agua. Se desarrolla por una inestabilidad atmosférica.	Se forman sobre los océanos cuando la temperatura de la superficie del agua es superior a 27 °C.	Se desarrollan sobre la superficie de la tierra, cuando dos corrientes superficiales de aire chocan (derivado de las altas temperaturas lo que origina el almacenamiento de grandes cantidades de energía).
Latitud	Se forman entre 15° y 50° Norte y Sur.	Se forman por lo común entre 5° y 15° en ambos hemisferios.	Se forman sobre tierra a cualquier latitud.
Velocidad del viento (km/h)	La velocidad del viento varía entre 60 y 420 km/h, en algunos casos excede los 500 km/h.	La velocidad del viento varía de 120 y 240 km/h y en ciertas ocasiones, sobrepasa los 250 km/h.	La velocidad del viento no excede de 20 km/h
Diámetro	El promedio es de 250 metros, oscilando entre los 100 metros y 1 km.	Puede variar de 500 a 1,800 km.	Es muy variable, puede ser de 1 a 100 metros.
Ciclo de vida	Los tornados tienen una duración que va desde unos minutos a algunas horas en casos muy excepcionales	Los huracanes duran desde unos pocos días a algunas semanas.	Los remolinos se manifiestan en periodos cortos de duración de segundos a minutos.
Asociados a otros fenómenos	Se producen en conexión con líneas de inestabilidad, frentes o nubes de tormentas. Los puede originar un huracán	No están asociados a ningún frente.	No están asociados a ningún frente o nube de tormenta

Fuente: CENAPRED. Fascículo Tormentas Severas. Tornados. 2021

BIBLIOGRAFÍA

1. ¡Peligro tornado! Conoce las medidas de autoprotección. Centro Nacional de Prevención de Desastres/Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/309-INFOGRAFAPELIGRO,TORNADO!.PDF>
2. Índice de vulnerabilidad por Tornados en México. Sistema Nacional de Protección Civil. Disponible en: https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_SERVICIOS_TECNICOS/SANI/PAT/2018/3er%20trimestre%202018/2832%20DI/12955/180830_RH_indice%20tornados.pdf
3. Comisión Interinstitucional para el Análisis de Tornados y Tormentas Severas. CENAPRED 2012. Disponible en: <http://ciatts.ciesas.edu.mx/mapa3.html>
4. CENAPRED (2010). Fascículo Tormentas Severas. [Consultado el 09/11/2021] Disponible en: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/189-FASCCULOTORMENTASSEVERAS.PD>

RIESGOS

QUÍMICO TECNOLÓGICOS



RIESGOS QUÍMICOS



INTRODUCCIÓN

Se consideran agentes de riesgo químico las sustancias, compuestos o productos de las actividades humanas que pueden penetrar el cuerpo humano por vía respiratoria, en formas de polvo, gases, vapores, nieblas, vapores, nieblas o por contacto y absorción en el cuerpo a través de la piel o por ingestión; cuya eficacia se debe a la toxicidad de sus principios activos, es decir, su acción química sobre los procesos vitales al ser capaces de causar la muerte, la invalidez temporal o el daño de la salud humana permanente. También se considera riesgo de exposición a químicos, si estas sustancias, compuestos o productos se encuentran en el medio ambiente, fuentes de agua y alimentos.

La detección, evaluación y monitoreo de estos riesgos es esencial, debido a que se pueden establecer nuevos focos de la enfermedad en humanos y animales como resultado de los cambios ambientales causados por el uso de agentes químicos o como resultado del uso de estos agentes contra la fauna y flora. Éstos pudieran tener efectos adversos a largo plazo en la salud humana por la reducción en la calidad y en la cantidad del suministro de alimentos derivados de las plantas y los animales. También podrían tener un importante impacto económico, ya sea por los efectos directos en la agricultura o a través de efectos indirectos en el comercio y el turismo. Con la intervención oportuna, se alcanza a mitigar el riesgo y reducir la exposición a estos agentes.



INTOXICACIÓN POR
DERRAME DE
**METALES PESADOS
Y LIXIVIADOS**

INTRODUCCIÓN

Los metales pesados son elementos que se encuentran en la naturaleza, en concentraciones usualmente bajas, sin embargo, no se degradan de forma natural, se pueden disolver en agentes físicos, químicos y ser lixiviados en concentraciones altas constituyen un riesgo para la salud humana por lo que es importante su adecuado manejo, transporte y disposición para evitar la concentración de estos en el medio ambiente y con ello exposición de la población.

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

1. Londoño Franco, Londoño Muñoz P., Muñoz García F. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2016; 14 (2):145-153.
2. Rodríguez Heredia D. Intoxicación ocupacional por metales pesados. *MEDISAN* 2017;21(12):3372-3382.
3. Instituto Nacional de Ecología. [Internet] México. [Consulta 13 de diciembre de 2020] Disponible: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/16/parte3_12.html
4. Secretaría de economía. Minería [Consulta 13 de diciembre de 2020] disponible: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/mineria>
5. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [Internet] México. Minería [Consulta 13 de diciembre de 2020] Disponible: <https://www.inegi.org.mx/temas/mineria/>
6. Sabath E., Robles-Osorio M. Medio ambiente y riñón: nefrotoxicidad por metales pesados. *Nefrología* 2012;32 (3):279-86.
7. México - pura Tierra. [Internet]. [Consulta 10 de noviembre de 2021] Disponible en: <https://www.pureearth.org/our-projects/global-lead-program/mexico/>

ANTECEDENTES

La principal fuente de exposición a metales pesados son actividades laborales (Tabla 1) y en menor medida la exposición doméstica.

Tabla 1. Fuentes de exposición a metales pesados

Compuesto	Fuente de exposición
Mercurio	Alimentos (pescado), minería de oro, crematorios, desechos en lagos y ríos y procesos de combustión con carbón.
Plomo	Gasolina, juguetes y joyería, Procesos de combustión, baterías, pintura, soldadura, plásticos, minería, fundición y otros procesos industriales.
Cadmio	Minería, alimentos del mar, juguetes, baterías, fertilizantes de fosfatos, celdas solares y carburantes fósiles.
Arsénico	Agricultura (pesticidas y herbicidas), anticorrosivos, vidrio, cerámica, pinturas y medicamentos.

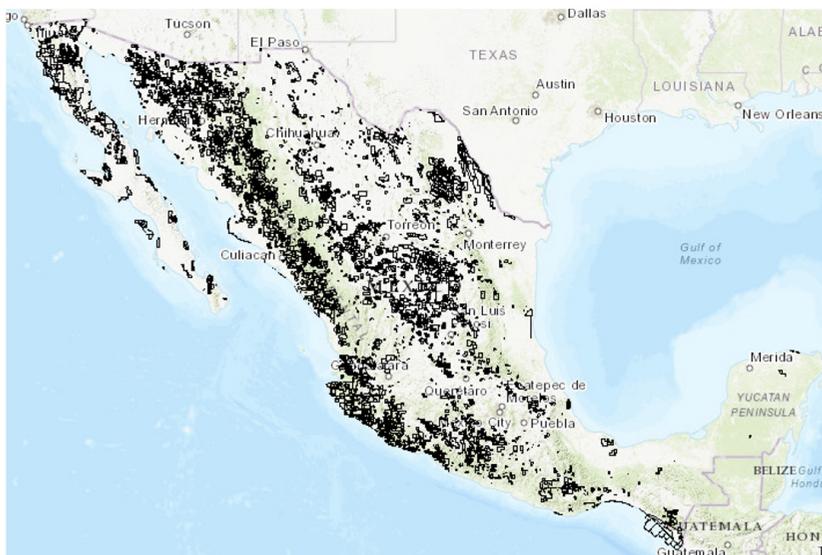
Elaboración propia con datos de: Intoxicación ocupacional por metales pesados.
Consultado en: <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v21n12/san122112.pdf>

La minería es una de las actividades económicas de mayor tradición en México, practicada desde la época prehispánica y fuente de la expansión regional desde la colonia. Actualmente constituye una actividad generadora de divisas que mantiene una aportación ascendente a la economía nacional.

Durante el 2018 el sector minero metalúrgico representó el 2.4% del Producto Interno Bruto Nacional y a enero de 2020 generó 381,546 empleos directos y 2.3 millones de empleos indirectos.

Existe una amplia distribución de concesiones mineras a nivel nacional figura (1), con entidades que concentran el mayor volumen de producción de metales (figura 2).

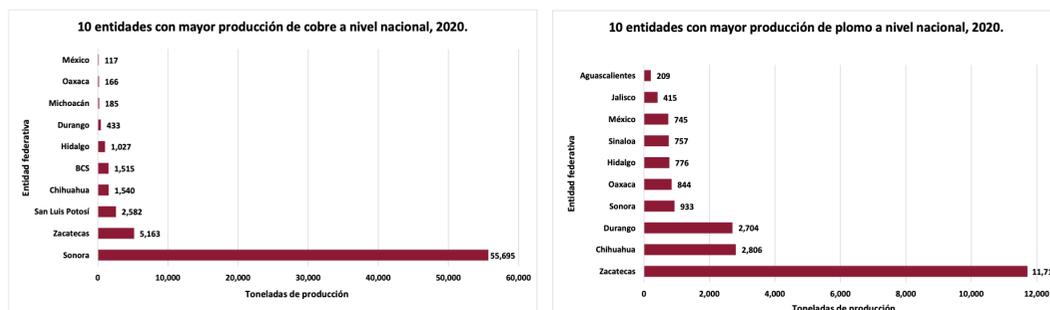
Figura 1. Zonas mineras en México



Fuente: Secretaría de Economía/cartografía minera/2020

A nivel mundial, México se ubica entre los primeros 10 productores de minerales como oro, plomo, zinc, cobre, bismuto, fluorita, celestita, wollastonita, cadmio, diatomita, molibdeno, barita, grafito, sal, yeso y manganeso y es el primer lugar en producción de plata (4). Lo que hace que distintas entidades del país estén en riesgo de contaminación por estos elementos.

Gráfico 1. Volumen de producción de metales en México



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. <https://www.inegi.org.mx/temas/mineria/>

SITUACIÓN EN MÉXICO

Como ya fue mencionado en gran parte del territorio nacional se realiza actividad minera, y un porcentaje importante de estas se encuentran cerca de las cuencas de ríos, por lo cual este tipo de eventos seguirán presentándose mientras no se tenga un control estricto de la disposición de los lixiviados de las mineras del país. Las dependencias reguladoras de la actividad minera deben de ser estrictas en el control y disposición de los residuos que estas generen de dicha actividad.

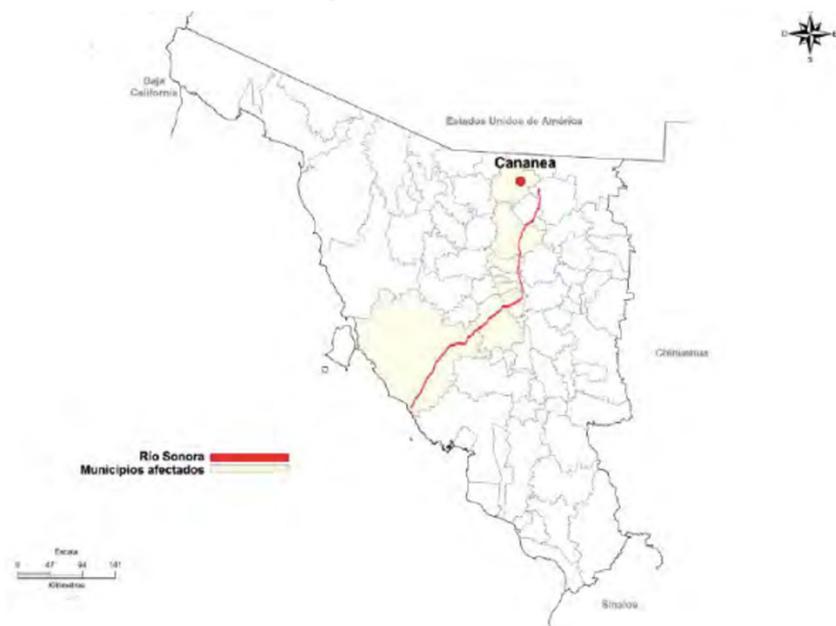
Las alteraciones de los suelos, secundarios a las actividades mientras, aumentan la cantidad de microelementos los cuales afectan la biota y la calidad del suelo, que a su vez afecta la diversidad y actividad de los organismos.

Los metales pesados tienden a acumularse en la superficie del suelo quedando accesibles al consumo de las raíces de los cultivos; las plantas cultivadas en suelos contaminados absorben todos estos productos. Los metales acumulados en la superficie del suelo se reducen lentamente mediante la lixiviación, el consumo por las plantas, la erosión y la deflación.

Todas estas alteraciones tanto en el agua y en el suelo aledaño a las mineras, ponen en riesgo a la población que vive y que tiene actividad económica en este perímetro, llegando a consumo e intoxicación crónica por los metales pesados, aumentando la prevalencia de padecimientos crónicos renales y óseos, dependiendo de los metales y sus niveles en sangre.

El día 6 de agosto de 2014 se presentó un derrame de lixiviados de cobre en la mina Buenavista del cobre, en Cananea, Sonora. Este derrame afectó directamente al Río Bacanuchi que nace precisamente en las cercanías de la mina, y mantiene un caudal constante hasta su confluencia con el Río Sonora, el cual también se vio afectado por este evento. El Río Sonora es la corriente superficial más importante de la zona, contando con una cuenca general de 21,324 km². El caudal de este río involucra a varios municipios: Cananea, Bacanuchi, Bacoachi, Arizpe, Banámichi, Huepac, San Felipe de Jesús, Aconchi, Baviacora, Ures y Hermosillo, sumando un total de 916,321 pobladores. 5 (Figura 3)

Figura 2. Municipios afectados por el derrame de sustancias químicas en los ríos Bacanuchi y Sonora, en Sonora, México.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI y Alfie Cohen* (2015)

<http://www.elcotidianoenlinea.com.mx/pdf/19111.pdf>

Desde el día 8 de agosto de 2014 se comenzaron a atender a los pobladores que llegaron a sufrir alguna lesión relacionada al contacto directo con el agua del río y de los pozos dentro de los 500 km a la periferia del cauce del Río Sonora. Todos estos pozos fueron cerrados para evitar el consumo del agua contenido en los mismos, ya que, al realizar los estudios pertinentes para la medición de metales pesados, se determinó que no eran aptos para el consumo humano.

La primera fase de la atención de los pacientes ya fue concluida, la cual consistió en la atención de los pacientes que resultaron de la intoxicación aguda por contacto con agua contaminada, actualmente sigue la segunda fase donde se atenderán, a través de médicos especialistas a las personas detectadas para poder dar un seguimiento a largo plazo y atención de las afecciones crónicas debidas a este tipo de intoxicaciones.

PANORAMA 2021

En el 2021, en México, no se presentaron eventos relacionados con el derrame de metales pesados y lixiviados. Sin embargo, asociaciones civiles han expresado que la principal fuente de exposición al envenenamiento por plomo en México es la cerámica tradicional vidriada con plomo que se utiliza para cocinar y servir alimentos en muchos hogares y restaurantes de todo el país.

Las investigaciones encontraron que el uso frecuente de cerámica vidriada con plomo tradicional se correlacionó con niveles más altos de plomo en sangre. La mayor proporción de niños con niveles elevados de plomo en sangre (26% o 1 de cada 4) se encontró en las regiones del sur de México, donde el 40% de los sujetos informó que usaba cerámica con plomo (7).

BIBLIOGRAFÍA

1. Londoño Franco, Londoño Muñoz P., Muñoz García F. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2016; 14 (2):145-153.
2. Rodríguez Heredia D. Intoxicación ocupacional por metales pesados. *MEDISAN* 2017;21(12):3372-3382.
3. Instituto Nacional de Ecología. [Internet] México. [Consulta 13 de diciembre de 2020] Disponible: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/16/parte3_12.html
4. Secretaría de economía. Minería [Consulta 13 de diciembre de 2020] disponible: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/mineria>
5. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [Internet] México. Minería [Consulta 13 de diciembre de 2020] Disponible: <https://www.inegi.org.mx/temas/mineria/>
6. Sabbath E., Robles-Osorio M. Medio ambiente y riñón: nefrotoxicidad por metales pesados. *Nefrología* 2012;32 (3):279-86.
7. México - pura Tierra. [Internet]. [Consulta 10 de noviembre de 2021] Disponible en: <https://www.pureearth.org/our-projects/global-lead-program/mexico/>



DERRAME DE PETRÓLEO **Y SUS DERIVADOS.**

INTRODUCCIÓN

La contaminación por petróleo crudo o refinado es generada de forma accidental o deliberadamente a través de diferentes fuentes. Se estima que 3 mil 800 millones de litros entran cada año a los océanos como resultado de las actividades humanas a nivel mundial, de éstos, sólo 8% se debe a fuentes naturales; 22% a descargas operacionales intencionales de los barcos, 12% por derrames de buques y 36% por descargas de aguas residuales.

Los efectos del petróleo dependen de factores como: tipo de petróleo (crudo o refinado), cantidad, distancia del sitio contaminado con la playa, época del año, condiciones atmosféricas, temperatura media del agua y corrientes oceánicas.

Los daños en las comunidades provocados por derrame de petróleo provocan considerables afectaciones al contaminar las tierras agrícolas, fuentes de agua, ganado, animales domésticos, pesca, ecosistemas en la zona, viviendas, pero, sobre todo, daños la salud de las personas y trabajadores, por exposición directa y continuada a sustancias tóxicas y persistentes.

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

El petróleo crudo es una compleja mezcla de químicos, compuesta principalmente de hidrocarburos parafénicos, cicloparafénicos, nafténicos y aromáticos, y partículas de otros elementos, incluyendo varios metales. Los hidrocarburos del petróleo de mayor interés toxicológico son los compuestos volátiles orgánicos (principalmente benceno, tolueno y xileno) y los hidrocarburos aromáticos polinucleares.

Sus componentes pueden entrar en contacto con el cuerpo humano a través de tres vías:

- 1) Absorción por la piel
- 2) Ingesta de alimentos y agua contaminada
- 3) Inhalación

Los efectos en el hombre ante una exposición aguda al crudo son principalmente transitorios y de corta duración a menos que las concentraciones de los compuestos sean inusualmente altas. Tales exposiciones causan irritación de la piel, prurito o irritación ocular ante un contacto accidental o por la exposición a sus vapores. Así mismo pueden producir náusea, vértigo,

cefalea o mareos ante una exposición prolongada o repetida a bajas concentraciones de sus compuestos volátiles.⁶ Se ha documentado que la inhalación de hidrocarburos volátiles de petróleo puede llegar a causar neumonía y la muerte.

De particular preocupación es la exposición al benceno, tolueno y xileno. El benceno es clasificado como carcinógeno basado en estudios ocupacionales que demostraron aumento en la incidencia de leucemia en adultos. Además, ha demostrado ser genotóxico principalmente en las células hematopoyéticas del ser humano.

Los efectos primarios a la salud por tolueno y xileno son principalmente en el sistema nervioso central. Se ha reportado que la exposición aguda al tolueno causa fatiga, confusión e incoordinación, en tanto que la exposición por xileno provoca cefalea, náusea, vómito y vértigo.

ANTECEDENTES

Hasta el momento, el más grande derrame de petróleo a nivel mundial es el que se suscitó en el Golfo de México por el hundimiento y falla de la plataforma de exploración Deepwater Horizon, perteneciente a la empresa British Petroleum el 22 de abril del 2010 frente a las costas de Louisiana. Dicho desastre se considera el más grande en la historia de los derrames de crudo registrados en el Golfo de México, el cual generó un grave daño medioambiental; así como a la biodiversidad, aunado al impacto económico en las actividades pesqueras de todo el litoral. (3)

El 3 de junio de 1979, el pozo de exploración a 2 millas de profundidad, Ixtoc I, explotó en la Bahía de Campeche, frente a Ciudad del Carmen, México. Para cuando el pozo fue controlado, en marzo de 1980, se estima que 140 millones de galones de petróleo se habían derramado en la bahía. Después del incidente frente a las costas de Louisiana, el derrame de Ixtoc I es considerado como el segundo mayor desastre de derrame de petróleo en el mundo.

SITUACIÓN EN MÉXICO

México es uno de los principales productores y exportadores de petróleo y sus derivados a Estados Unidos y América Latina. El organismo encargado de la exploración, explotación, transformación y comercialización del petróleo es Petróleos Mexicanos (PEMEX), que es un organismo descentralizado con fines productivos, personalidad jurídica y patrimonio propios.

La industria petrolera nacional se ha estructurado y organizado como un complejo económico que ha integrado áreas terrestres y marítimas asociadas a la plataforma continental del Golfo de México, que se vinculan con las unidades y complejos de producción (refinerías, centros procesadores de gas, complejos y unidades petroquímicas), con los centros de consumo nacionales y con las terminales transfronterizas y marítimas de movimientos de altura y cabotaje, a través de un sistema de ductos de distribución que se extienden sobre todo a lo largo de la costa del Golfo de México y las principales zonas urbano-industriales del país.

En el siguiente mapa (figura 2) se identifican, los espacios económico-productivos en los cuales la presencia de dichas instalaciones representa una amenaza constante, por la probable ocurrencia de derrames de hidrocarburos que puedan impactar negativamente los ecosistemas, los asentamientos humanos y la economía de las áreas aledañas a ellas.

El Golfo de México es una de las regiones petroleras más grandes del mundo. La porción sureste es altamente productiva de petróleo y contiene más del 80% de las reservas totales del crudo. Además, es la región de mayor importancia en la producción y procesamiento de hidrocarburos en el continente americano y es la mayor área de perforaciones en la plataforma continental en el mundo.

Figura 2. Principales instalaciones de PEMEX.



Fuente: Petróleos Mexicanos, PEMEX, 2018

Por lo tanto, se destacan como principales zonas de riesgo, las áreas productoras de petróleo crudo ubicadas en la plataforma continental del Golfo de Campeche (regiones marinas Noreste y Suroeste), donde destaca el yacimiento de Cantarell.

En el año 2021 se registraron varias tomas clandestinas de ductos de transporte de hidrocarburos, para el robo de este combustible. Lo que ocasionó incendios y derrames del mismo.

Como antecedente en México durante el 2019, se presentó una explosión en Tlahuelilpan, Hidalgo. **Tlahuelilpan** es atravesado por una de las principales tuberías de combustible del país, que conecta el puerto de Tuxpam, Veracruz, con el complejo de Pemex en Tula, Hidalgo, a unos 13 kilómetros al suroeste de la ciudad. La **explosión en Tlahuelilpan** fue la explosión de un gasoducto que transportaba combustible en la ciudad de Tlahuelilpan, en el municipio homónimo, en el estado de Hidalgo, en México. La explosión dejó un saldo inicial de **73 defunciones y 74 heridos**. Posteriormente, la cifra de muertes se ha elevado a 137 debido a la gravedad de las quemaduras de los lesionados.

Las autoridades mexicanas atribuyen a ladrones de combustible, quienes en México son llamados “*huachicoleros*”, que perforaron ilegalmente en la tubería. La explosión fue particularmente mortal porque una gran multitud de personas estaban presentes en la escena para obtener combustible. Las fuerzas de seguridad trataron de persuadir a las personas para que se aleja-

ran de la escena, pero fueron superadas en número y prefirieron no actuar contra los civiles por temor a causar una confrontación violenta. La fuga se notificó a las 17:04 horas y explotó a las 19:10 horas. Las personas que respondieron tardaron unas cuatro horas en apagar el fuego. Los residentes de las áreas circundantes fueron evacuados.

Se activó el **Plan DN-III-E** para asistencia civil y socorro en casos de desastre del ejército se activó en la tarde del 18 de enero. Varias de las víctimas heridas fueron transportadas en helicóptero a hospitales en Hidalgo, Estado de México y Ciudad de México. Se esperaba que algunos de los menores fueran enviados a los Hospitales Shriners para Niños en el estado de Texas en los Estados Unidos.

PANORAMA 2021

En el 2021, en México, no se presentaron eventos relacionados con el derrame de petróleo en zonas aledañas al país, sin embargo, se presentaron eventos de explosiones de gasoductos por la toma clandestina, presentando riesgos a la población. (Tabla 1)

Se continúan efectuando ejercicios de coordinación entre los miembros del Comité de Atención a Contingencias; los cuales son convocados por la Secretaría de Marina, siendo esta la responsable a nivel federal en caso de derrames de hidrocarburos al mar (10).

Tabla 1. Eventos de explosiones de gasoductos en el año 2021.

Fecha	Estado	Evento
02-03-2021	Edo de México, Teoloyucan.	Personal de Protección Civil sofocaron incendio causado por la fuga de una toma clandestina en un ducto propiedad de PEMEX, en las inmediaciones del barrio San Juan. No se reportan heridos.
22-08-2021	Campeche.	Pemex informa un incendio en la plataforma E-Ku-A2 del Activo de Producción Ku-Maloob-Zaap, ubicada en la Sonda de Campeche. Se reportan 5 fallecidos, seis lesionados y dos desaparecidos.
5-10-2021	Hidalgo, Tepeji del Río.	Protección Civil informó sobre una fuga de gas de una toma clandestina en un ducto de PEMEX en la comunidad de Santa Ana Azcapotzaltongo. Como medida preventiva se desalojaron familias de viviendas aledañas al sitio de la fuga, además del cierre de la carretera México-Querétaro. No se reportan heridos.
20-10-2021	Estado de México, Autopista México-Pirámides.	Protección Civil informó sobre una fuga de hidrocarburo en las inmediaciones de la autopista México-Pirámides, a la altura de Acolman y Ecatepec. No se reportan heridos.
31/10/2021	San Pablo Xochimehuacán, Puebla.	Autoridades de Puebla confirmaron que el origen de una serie de explosiones, en la zona norte de la capital poblana, por una toma clandestina en ductos de Pemex. Protección civil reportó que, al menos 50 viviendas quedaron completamente destruidas , alrededor de 15 personas hospitalizadas, y cinco defunciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Greenpeace. *Impactos ambientales del petróleo*. [Internet] Enero, 2012. [citado el 17 de diciembre del 2014]. Disponible en: www.greenpeace.org.com.mx
2. Jacott M, Arias JM, Ireta GM, Franco A. *Impactos de la actividad petrolera y en la salud humana y el ambiente*. Fronteras comunes y asociación ecológica Santo Tomás. México; 2011.
3. Belotti I, Cipolatti V. *El Derrame en el Golfo de México: ¿Es posible recuperarse del daño ambiental y humano? Grupo de estudios internacionales contemporáneos*. ISSN 1853-1873
4. Lira C. *Los 10 derrames de petróleo más grandes de la historia*. [Internet]. México: *La Jornada Ecológica*; 2 de agosto del 2010. [citado el 18 de diciembre del 2014] Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2010/08/02/eco-f.html>
5. Secretaría de energía. *Instituto Mexicano del Petróleo*. [Internet] México; 2013. [Última modificación 5 de septiembre del 2011; citado el 17 de diciembre del 2014]. Disponible en: <http://www.imp.mx/petroleo/?imp=comp>
6. D Campbell, D Cox, J Crum, K Foster, P Christie, and D Brewster. *Initial effects of the grounding of the tanker Braer on health in Shetland*. The Shetland Health Study Group. *BMJ*. Nov 13, 1993; 307(6914): 1251–1255.
7. Rodriguez MA, Martinez MC, Martinez-Ruiz D, Paz Giménez M, Menéndez M, Repetto M. *Death following crude oil aspiration*. *J Forensic Sci*. 1991 Jul;36(4):1240-5.



FULL CL₂

GAS CLORO



UN 1017
INHALATION HAZARD
P2 S CHEMICAL

UN 1017

CHLORINE

CHLORINE

UN 1017

INHALATION HAZARD

INTRODUCCIÓN

El cloro es un elemento químico, símbolo Cl, de número atómico 17 y peso atómico 35.453. Existe como un gas amarillo-verdoso a temperaturas y presiones ordinarias. Es el segundo en reactividad entre los halógenos, sólo después del flúor, y de aquí que se encuentre libre en la naturaleza sólo a las temperaturas elevadas de los gases volcánicos. Se estima que 0.045% de la corteza terrestre es cloro. Se combina con metales, no metales y materiales orgánicos para formar cientos de compuestos.

El cloro es un gas altamente reactivo. Es un elemento que se da de forma natural. Los mayores consumidores de cloro son las compañías que producen dicloruro de etileno y otros disolventes clorinados, resinas de cloruro de polivinilo (PVC), clorofluorocarbonos (CFCs) y óxido de propileno. Las compañías papeleras utilizan cloro para blanquear el papel. Las plantas de tratamiento de agua y de aguas residuales utilizan cloro para reducir los niveles de microorganismos que pueden propagar enfermedades entre los humanos (desinfección).

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

Los efectos del cloro en la salud humana dependen de la cantidad de cloro presente, y del tiempo y la frecuencia de exposición. Los efectos también dependen de la salud de la persona y de las condiciones del medio cuando la exposición tuvo lugar.

- **INHALACIÓN**
Forma ácidos provocando sensación de quemadura, espasmos laríngeos, lagrimeo excesivo, tos, náusea, dificultad respiratoria, cefalea, y puede ocasionar edema pulmonar. Puede dejar secuelas respiratorias. La inhalación por encima de 1000ppm puede ocasionar la muerte.
- **CONTACTO:**
Puede causar quemaduras en piel y ojos, con lesiones cáusticas (quemaduras químicas). Cuando existen salpicaduras oculares puede causar una gran conjuntivitis, con ojo rojo, sensación de aversión a la luz, gran dolor y visión borrosa, provocando quemaduras corneales.
- **INGESTIÓN:**
Es muy rara la intoxicación por vía oral, al tratarse de un gas. Las soluciones acuosas son muy irritantes para el tubo digestivo, causando con frecuencia quemaduras en boca, garganta, esófago y estómago, dolor torácico y dificultad para deglutir.
- **EFFECTOS CRÓNICOS:**
Puede causar erosión de los dientes, tiene efectos sobre múltiples tejidos, en especial los pulmones y puede ocasionar bronquitis crónica.

Los efectos en la salud humana asociados con la respiración o el consumo de pequeñas cantidades de cloro durante periodos prolongados de tiempo no son conocidos. Algunos estudios muestran que los trabajadores desarrollan efectos adversos al estar expuestos a inhalaciones repetidas de cloro, pero otros no.

En la tabla que se muestra a continuación se presentan los síntomas que pueden aparecer en una persona expuesta a gas cloro, y la concentración a la cual podemos encontrar cada sintomatología.

Tabla 1. Efectos producidos sobre el organismo por inhalación de gas cloro.

Efecto	mL/m ³ de gas cloro en aire
Mínima concentración para producir ligeros síntomas después de varias horas de exposición.	1
Mínima concentración detectable por olor.	0.2 - 3.5
Concentración tolerable hasta 30 min. Sin ningún síntoma de malestar (subjetivo).	3 - 5
Mínima concentración para provocar irritación moderada del tracto superior respiratorio y mucosa conjuntiva.	5 - 8
Mínima concentración para provocar tos leve y supuración en los ojos.	15
Mínima concentración para que aparezcan náuseas, vómitos, sensación de ahogo, falta de respiración y ataques de tos, y a veces espasmos bronquiales.	30
Concentración que conduce al desarrollo de una traqueobronquitis tóxica.	40 - 60
Cantidad que causa la muerte en la mayoría de los animales en un tiempo muy corto.	1,000

Fuente: Peligrosidad en instalaciones de manejo de cloro. Ferruz, R., Peña, J.A. y Santamaría, J. 1999

ANTECEDENTES

El gas cloro es un gas verdoso amarillento, habitualmente transportado como líquido (por acción de altas presiones), con olor sofocante y agrio. El gas es altamente corrosivo y muy tóxico por inhalación. Es detectable a 0,02-3,5 p.p.m.

Tiene un Número de Identificación ONU: 1017 Cloro. Y es considerado con un nivel de riesgo: Alto.

En nuestro país el cloro se maneja comercialmente como líquido comprimido en recipientes de acero con las capacidades siguientes: Cilindros de 68 Kg., Cilindros de 907 Kg. (comúnmente llamados de tonelada), isocontenedores de 20 ton. y carros tanque de ferrocarril de 70 ton.

El transporte terrestre de cloro tendrá que ser efectuado por compañías privadas autorizadas por la SCT. Cada vehículo que transporte cloro, deberá contar con un chofer capacitado y calificado para atender cualquier posible emergencia. Para ello, debe contar con un equipo de protección perso-

Figura 1. Tanque de gas cloro.



Fuente: 12 diciembre, 2020/UNOtv/México

nal adecuado y con kits de emergencia. Todo vehículo que transporte cloro deberá estar correcta y visiblemente identificado (UN 1017 / Rombo de identificación) en cumplimiento con lo establecido por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) en materia de transporte de sustancias y materiales peligrosos.

SITUACIÓN EN MÉXICO

En México el robo de cilindros de gas cloro se da principalmente en las instalaciones de plantas tratadoras de agua municipales, donde se usa para la potabilización del agua. Además, en todas las zonas industriales donde es utilizado el gas cloro puede ocurrir la exposición tanto ocupacional, accidental o intencionada.

Al producirse una fuga del gas licuado de gas cloro se puede generar una nube tóxica de este compuesto o un derrame del compuesto. Para ello es necesario indicar a la población que en caso de identificar el cilindro de gas cloro no lo movilice ni se acerque a él ya que es necesario el uso de equipo de protección personal para evitar el contacto con el gas cloro y así prevenir un caso de exposición aguda de gas cloro.

Hasta el momento en México en la red negativa en cada una de las entidades donde se tiene alerta por el robo de cilindros de gas cloro, no se han reportado casos sugerentes a exposición aguda de gas cloro.

PANORAMA 2021

Durante 2021 la Coordinación Nacional de Protección Civil informó sobre el robo/extravío de 7 cilindros de gas cloro en diferentes estados del país, de los cuales solo 6 se recuperaron. Además, se continúa el seguimiento de 5 cilindros de gas cloro con fecha de robo/extravío del 2020 y uno del 2019.

A continuación, se presenta un resumen de cada uno de estos eventos.



Entidades Federativas en alerta por el robo del cilindro de gas cloro.

El 2 de febrero, se emite la alerta en los estados de Querétaro, Jalisco, Michoacán, San Luis Potosí, Aguascalientes, Zacatecas, Estado de México e Hidalgo por el **robo de un cilindro de gas cloro** propiedad de Sistema Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del municipio de **Dolores Hidalgo, Guanajuato**. La capacidad del cilindro es de 68 kg, color plata, se desconoce el número de serie. El **día 3 de febrero se localiza** en un predio baldío del mismo municipio, no se reportan casos de síndrome de toxicidad.

El 23 de febrero se reportó por parte de Protección Civil de **Zapopan, Jalisco** el **robo de un cilindro de gas cloro** propiedad de Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA) sustraído del pozo no. 71. Este tanque tiene un número de serie 4862294 con una capacidad de 68 kg, con un contenido del 36% de su capacidad al momento del robo. Se emite una alerta a los estados de Aguascalientes, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas.



Entidades Federativas en alerta por el robo del cilindro de gas cloro.



Entidades Federativas en alerta por el robo del cilindro de gas cloro.

El 6 de marzo la Coordinación Nacional de Protección Civil emitió la alerta por el **robo de un cilindro de gas cloro** de las instalaciones del de la Comisión Estatal de Aguas ubicada en el municipio **Santiago de Querétaro, Querétaro**, con un número de serie 3537467 y al **80%** de su capacidad. Por ello la alerta abarca a los estados de Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Michoacán, San Luis Potosí y Querétaro. El **día 7 de marzo se localiza** el cilindro en el mismo municipio, no se reportaron casos de síndrome de toxicidad por exposición a cloro.

El 7 de mayo se reportó por la Coordinación Nacional de Protección Civil el **robo de un cilindro de gas cloro** con número de serie 774680, con una capacidad de 68 kg. Se sustrajo en el municipio de **Irapuato, Guanajuato**. Por lo que se emitió una alerta en los estados de Aguascalientes, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas. Fue **encontrado el mismo día**, sin reporte de daños.



Entidades Federativas en alerta por el robo del cilindro de gas cloro.



Municipio donde se localizó el cilindro de gas cloro.

El 9 de julio, la Coordinación Nacional de Protección Civil de **El Marqués, Querétaro, encontró un cilindro de gas cloro**, el cual se ubicaba a 15 metros de la carretera federal 57. Se identificó un pozo del Parque Industrial Bernardo Quintana como sitio de extracción. **No se cuenta con antecedente de reporte de robo**. Se identificó una fuga activa mínima, con número de serie 3466404Y y el cilindro a 50% de su capacidad. Guardia Nacional y Comisión Estatal de Aguas (CEA), se procedió a delimitar zona de seguridad a un perímetro de 300 metros y controlar la fuga. **No se reportó afectaciones a la salud de la población.**

El 27 de julio, Protección Civil de **Chihuahua** informó sobre el extravío de **un cilindro de gas cloro**, con un peso de 68 kg cada uno, con número de serie 6017947, de las instalaciones de Punta Oriente, de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento del Municipio de Chihuahua. Se emite una alerta en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Sinaloa y Sonora. **Se realiza su localización el día 28 de julio** en el municipio de Aquiles Serdán. No se reportaron casos de síndrome de toxicidad por exposición a cloro.



Entidades Federativas en alerta por el robo del cilindro de gas cloro.



Entidades Federativas en alerta por el robo del cilindro de gas cloro.

El 13 de septiembre, se emite la alerta en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas por el robo de **dos cilindros de gas cloro** de la estación Cloradora Pozo Humberto Lobo en el municipio de **San Pedro Garza García, Nuevo León**. La capacidad del cilindro es de 65 kg cada uno, el contenido al momento del robo es a su máxima capacidad de carga, de color plata con número de serie 3797179 y 3584349. El **día 14 de septiembre se notifica** que los cilindros fueron **localizados** por Protección Civil del mismo municipio. No se reportan daños a la salud de la población.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Enciclopedia De Salud Y Seguridad En El Trabajo. Productos Químicos.* En: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/63.pdf>
2. *La Seguridad con El Gas de Cloro.* Texas Department of Insurance. En: <http://www.tdi.texas.gov/pubs/videoresourcessp/spt5chlorine.pdf>
3. *Comisión Nacional de Protección Civil. Boletín de Alerta por robo de cilindro con gas cloro. Boletín no. 28.03.2020.* México.
4. *Guía de Respuesta en Caso de Emergencia.* U.S. Department of Transportation. Guía 124. 2016. <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/241-GUADERESPUESTAENCASODEEMERGENCIA2016.PDF>
5. *Peligrosidad en instalaciones de manejo de cloro.* Ferruz, R., Peña, J.A. y Santamaría, J. 1999.

RIESGOS RADIOLÓGICOS



INTRODUCCIÓN

Las prácticas con fuentes de radiación ionizante se extienden cada día (Construcción, radiología, medicina industria, nuclear, etc.) aumentando por lo tanto la probabilidad de accidentes involucrando estas fuentes. Los accidentes radiológicos son más propensos de ocurrir que los accidentes nucleares. La probabilidad de que este tipo de accidentes es bajo y su impacto general afecta a un pequeño número de personas, sin embargo, el impacto en las personas puede ser muy graves. En una emergencia radiológica, el servicio a los aspectos no radiológicos debe tener prioridad sobre radiológica, por ejemplo: salvar vidas, tratar las lesiones, extinción de incendios, protección de las personas, el medio ambiente y la propiedad. Dado que los hallazgos radiológicos no se estabilizan, los pasos siguientes deberán dirigirse a minimizar los riesgos radiológicos a población, los profesionales implicados en la respuesta a emergencias y protección medio ambiente. Es necesario identificar cómo la exposición / contaminación ocurrida para establecer el tratamiento médico.

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

Las radiaciones ionizantes, tienen la capacidad de producir ionización en los átomos con los que interaccionan debido a su alta energía, y pueden alterar las estructuras químicas de las células.

El daño que causa la radiación en los órganos y tejidos depende de la dosis recibida, o dosis absorbida, que se expresa en una unidad llamada gray (Gy). El daño que puede producir una dosis absorbida depende del tipo de radiación y de la sensibilidad de los diferentes órganos y tejidos.

Para medir la radiación ionizante en términos de su potencial para causar daños se utiliza la dosis efectiva. La unidad para medirla es el sievert (Sv), que toma en consideración el tipo de radiación y la sensibilidad de los órganos y tejidos.

Dependiendo, entre otros factores, de la dosis de radiación el daño producido será de mayor o menor gravedad, lo que a su vez determinará el tipo de efecto que puede producirse en el organismo:

- **Efectos deterministas:** se producen tras exposiciones a dosis altas de radiación, independientemente del tiempo de exposición, por ejemplo, el síndrome por radiación aguda.

- **Efectos estocásticos:** se producen tras exposición a dosis bajas de radiación, son de naturaleza probabilística. Esto implica que al aumentar la dosis de radiación recibida no aumenta la gravedad del efecto, sino la probabilidad de que dicho efecto ocurra. Por ejemplo, cáncer.

El síndrome por radiación aguda aparece cuando una persona se expone a niveles muy altos de radiación, usualmente durante un período corto de tiempo y la radiación fue penetrante. Las personas pueden presentar uno o más de los siguientes signos y síntomas:

- Gastrointestinales: anorexia, vómito, náusea, diarrea.
- Sistema Nervioso Central: convulsiones y coma.
- Piel: eritema, prurito, quemaduras, flictenas, úlceras.
- Tracto respiratorio: quemaduras de la vía aérea.
- Hematológicos: alteraciones de la biometría hemática, petequias, hematomas y equimosis.

ANTECEDENTES

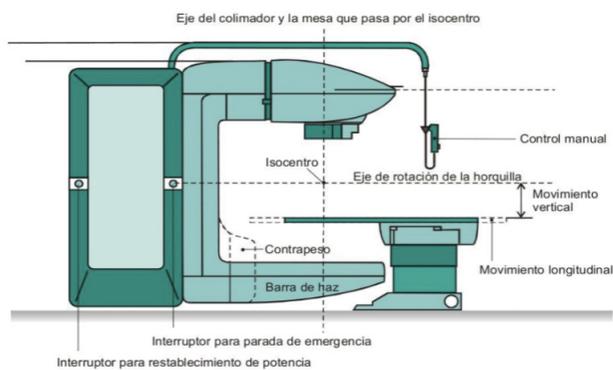
Hoy en día existen alrededor de 3,800 isotopos radiactivos. A continuación, se describen los de mayor importancia para la salud pública debido a su potencial de riesgo y su extensión.

COBALTO 60

Bomba de cobalto

La bomba de cobalto es una máquina para radioterapia, utilizada en el tratamiento de determinadas patologías (imagen 1). El cobalto 60 (Co-60) es un radioisótopo que constituye un agente fundamental en el tratamiento de diversos tipos de cáncer. El Co-60 se emplea como fuente generadora de radiaciones, aprovechando la inestabilidad del átomo, es decir, la capacidad para liberar partículas alfa, beta y gamma, esta energía actúa directamente sobre las células tumorales, pero también sobre los tejidos sanos.

Figura 1. Bomba de cobalto.



Fuente: Medicina Nuclear: Radiodiagnóstico y Radioterapia. Guía: Teleterapia.

El tratamiento del cáncer en México se inició alrededor de los años veinte y consistía fundamentalmente con el empleo del Radium, actividad que era desempeñada por los radiólogos. En 1917 el General Alfredo Breceda, gobernador en ese entonces del Distrito Federal, adquirió la primera carga de Radium con que se contó en México. En el año de 1949 en el local del dispensario anticanceroso Ulises Valdés se originó el Instituto Nacional de Cancerología, el cual contó en el año de 1956 con la primera bomba de Cobalto de México y la tercera en América Latina.

"Bomba sucia"

Una bomba sucia, o dispositivo de dispersión radiológica, es una bomba que combina explosivos convencionales, tal como dinamita, con materiales radioactivos como el Co 60 en forma de polvo o gránulos. La idea en que se basa una bomba sucia es diseminar material radioactivo en la zona situada alrededor de la explosión. Esto podría causar posiblemente que los edificios y las personas queden expuestos al material radioactivo. El objetivo principal de una bomba sucia es atemorizar a la gente y hacer que los edificios o la tierra permanezcan inutilizables por un tiempo prolongado.

Entre sus efectos sobre la salud destacan, pérdida de cabello, problemas en la piel, vómito, dolores entre otros. Cuando respiramos cobalto 60 hay efectos como asma y neumonía. El Co 60 tiene una vida media de 5.27 años. La exposición al cobalto radiactivo puede ser muy peligrosa para la salud. Las células en su cuerpo pueden ser dañadas por los rayos gama que pueden atravesar el cuerpo, aun sin necesidad de tocar cobalto radiactivo. La magnitud del daño depende de la cantidad de radiación a la que está expuesto, la que a su vez depende de la actividad del material radiactivo y de la duración de la exposición. Puede sufrir una reducción del número de glóbulos blancos, lo que puede disminuir la resistencia contra infecciones. Así como también ampollas, quemaduras de la piel y pérdida del pelo del área expuesta.

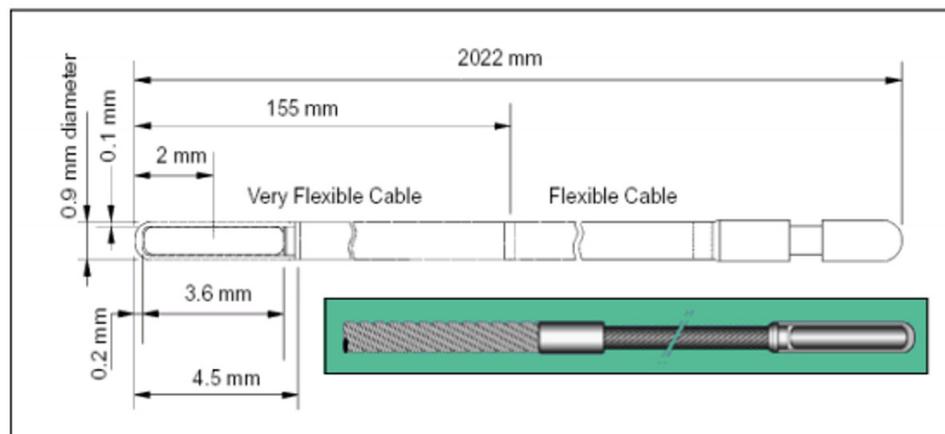
Iridio 192

El Iridio-192 es un isótopo radiactivo con una vida media de 73 días. Es un isótopo artificial, el cual se produce en un laboratorio nuclear por bombardeo de partículas subatómicas y se utiliza para radioterapia del cáncer. (Figura 1)

El iridio 192 es un elemento radioactivo que emite rayos gamma. Estos rayos tienen una energía 250.000 veces superior a la de la luz normal, esterilizan toda forma de vida.

Un radioisótopo de iridio, el iridio 192, es peligroso al igual que cualquier otro isótopo radioactivo. Los únicos reportes relacionados con lesiones por iridio conciernen a la exposición accidental usada en braquiterapia. Las altas radiaciones de rayos gamma de alta energía pueden incrementar el riesgo de cáncer. La exposición externa puede causar quemaduras, envenenamiento por radiación, y la muerte. La ingestión puede quemar el revestimiento del estómago y de los intestinos. Tiende a depositarse en el hígado, y puede plantear riesgos para la salud tanto por radiación gamma como por radiación beta.

Figura 1. Fuente de Iridio 192.



Fuente: Medicina Nuclear: Radiodiagnóstico y Radioterapia. Guía: Teleterapia.

SITUACIÓN EN MÉXICO

En México, todas las organizaciones que utilizan fuentes radiactivas, en cualquiera de sus aplicaciones, están reguladas por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), incluyendo al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ).

Las principales aplicaciones de la radiación ionizante en el país son la generación de energía eléctrica, la automatización y control de calidad en la industria, en la agricultura para la eliminación de parásitos y bacterias que dañan los cultivos y para el diagnóstico y tratamiento en medicina.

El 70% de los desechos radiactivos originados en actividades no energéticas en México provienen del área médica y, el resto, se origina en aplicaciones industriales y de investigación.

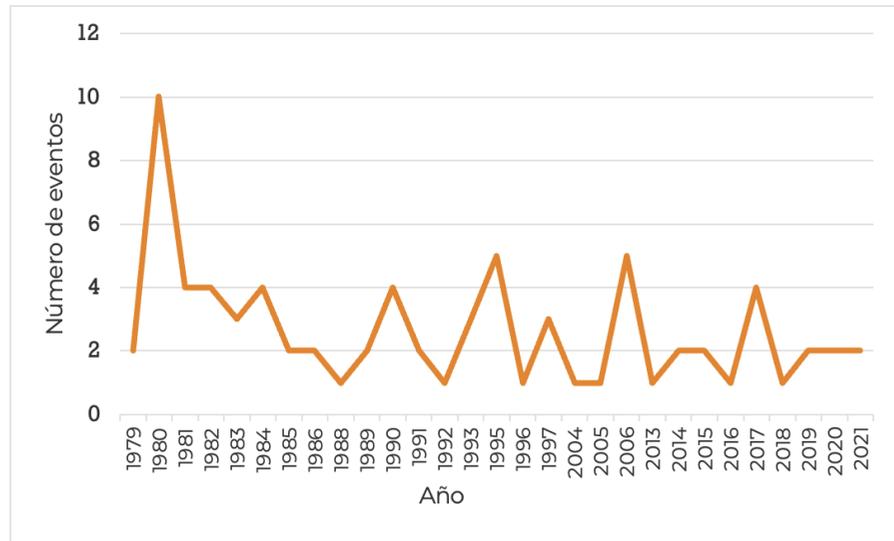
Los principales generadores por aplicaciones médicas y hospitalarias en México, comprenden fuentes selladas gastadas y fuentes abiertas utilizadas en diagnóstico y radioterapia. Estos desechos son generados por hospitales públicos como: el Instituto Mexicano del Seguro Social (Centro Médico Nacional Siglo XXI), la Secretaría de Salud (Hospital Juárez) o los institutos nacionales de Cancerología, Nutrición, Epidemiológicas, de Salud Pública, Mexicano de Psiquiatría, de Enfermedades Respiratorias, entre otros, así como por instituciones privadas.

Consideraciones de los materiales radioactivos en México:

- Mejorar la seguridad y resguardo en el país, en especial durante el traslado.
- Recordar que gran parte del uso es médico y se encuentran en hospitales.
- La vigilancia basada en eventos, realizada en UIES, tiene la fortaleza de detectar este tipo situaciones a través de su monitoreo.
- Necesidad de mejorar la vigilancia epidemiológica, tanto auto reportada como implementando el uso de dosímetros en urgencias.
- Visualizar que los daños a la salud por fuentes radioactivas son inminentes, y no sabemos cuándo pueden presentarse.
- Sensibilizar tanto al personal de salud, como a la población del riesgo de contacto.
- No perder de vista el uso dual de estos materiales.

Un total de 77 fuentes nucleares con material radiactivo, se han extraviado o han sido robadas entre 1979-2021 en México. (Gráfica 1) El 27% de los equipos extraviados o robados eran para de uso médico tanto de diagnóstico como de tratamiento. El 38% de los eventos ocurrió durante el transporte de la fuente radioactiva.

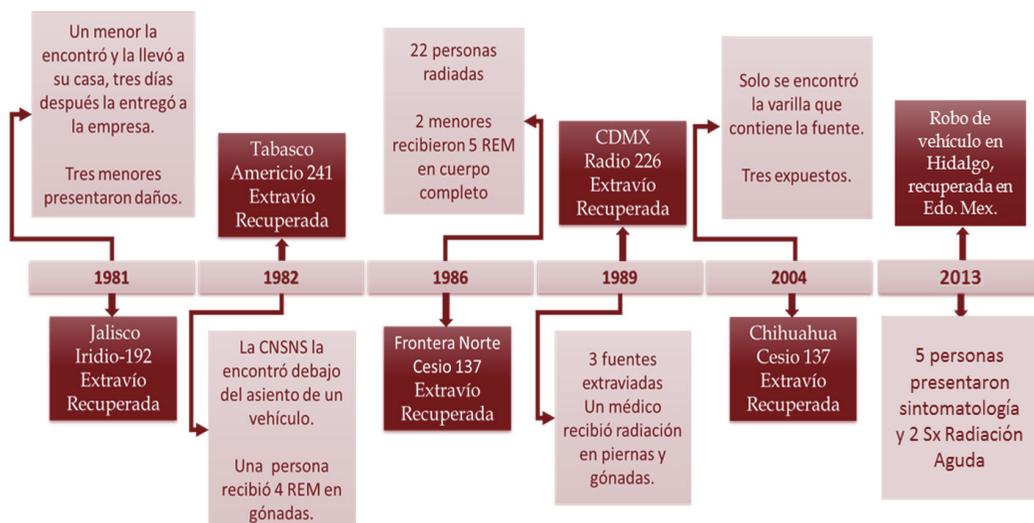
Gráfica 1. Fuentes radiactivas extraviadas y robadas en México, por año, 1979-2021.



Fuente: SENER. Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. Dirección General Adjunta de Seguridad Radiológica. Solicitud de Información No. 18100000002716. México. Marzo 2016. Y datos de la UIES, 2021..

Únicamente en **6 eventos se han registrado daños a la salud**, en los cuales **35 personas han sido afectadas por exposición a la radiación**. Se tiene registro de 22 eventos en los que las repercusiones humanas son desconocidas. (Figura 2)

Figura 2. Eventos que han causado daños de la salud registrados en México, 1981 a 2013.



Fuente: SENER. Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. Dirección General Adjunta de Seguridad Radiológica. Solicitud de Información No. 18100000002716. México. última Cita en marzo 2021. UIES..

Figura 3. Seguimiento de eventos de fuentes radioactivas por la UIES, 2016 a 2021.

2016	2017	2018	2019	2020
<p>5 de agosto</p> <p>Ciudad Obregón Sonora.</p> <p>Robo de vehículo que transportaba dos fuentes.</p> <p>Cesio-137 y Americio-241.</p> <p>Se localiza el 6 de agosto.</p>	<p>13 febrero San Juan del Río, Querétaro 2 fuentes: Americio-241/Berilio Recuperada</p> <hr/> <p>24 abril San Pedro Tlaquepaque, Jalisco Iridio-192</p> <hr/> <p>1 de agosto San Nicolás, N.L. Cesio-137/Americio-241/Berilio Recuperada</p> <hr/> <p>16 octubre Tepic nayarit Iridio-192</p>	<p>8 de julio</p> <p>Delegación Alvaro Obregon, CDMX</p> <p>Iridio-192</p> <p>Recuperada.</p>	<p>9 de septiembre</p> <p>Centro estatal de atención oncológica, Michoacán.</p> <p>Cesio-137</p> <hr/> <p>26 de septiembre</p> <p>Matamoros, Tamaulipas</p> <p>Dos fuentes</p> <p>Cesio-137 y Americio-241/berilio</p>	<p>3 de octubre</p> <p>Carretera Calpulalpan- Texcoco, en el Estado de México.</p> <p>Iridio-192</p> <p>Recuperada.</p> <hr/> <p>19 de septiembre</p> <p>Ciudad Obregón Sonora.</p> <p>Iridio-192</p> <p>Se localiza el 6 de agosto.</p>
2021				
Fecha	Ubicación	Tipo de fuente	Estatus	
8-febrero	Salamanca, Cto.	Iridio-192	Recuperado	
11-abril	Teoyucan, Edo. de México,	Iridio-192	Recuperado	

Fuente: Secretaría de Salud./DGE/ DIOE/ UIES. Informes Especiales De Riesgos a la Salud por Robo de Fuente Radioactiva. 2063 a 2021.

PANORAMA 2021

A través del monitoreo de la UIES, desde el 2013 a la fecha de ha dado seguimiento al robo o pérdida de las fuentes radiactiva, estas constituyen una amenaza a la salud de la población, por lo que debe vigilarse de manera estrecha. Se ha establecido un protocolo de información y seguimiento del evento con una RED NEGATIVA que incluye a todos los niveles de atención para la búsqueda intencionada y notificación de casos. La capacitación del personal de la salud para la identificación y notificación inmediata de los casos es el punto clave para el funcionamiento del protocolo. Es necesario mantener la comunicación diaria intersectorial e interinstitucional para el mejor seguimiento y acción ante este tipo de eventos.

Durante 2021 se reportaron sobre el robo/extravío de dos fuentes radiactivas en diferentes estados del país las cuales ya se localizaron, además se localizó otra fuente radiactiva extraviada en 2020, la cual se localizó el 6 de febrero de 2021 a las 00:05 horas en las inmediaciones Ciudad Obregón, Sonora. No se reportaron casos de síndrome de radiotoxemia.

A continuación, se presenta un resumen de cada uno de estos eventos.



Entidades Federativas en alerta por el robo de fuente radiactiva.

El **8 de febrero**, la **Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS)** recibió un comunicado en el cual se hacía referencia al robo de un **contenedor de radiografía industrial marca AEA TECHNOLOGY, modelo DELTA 880, con número de serie D2766**. Y que contenía una fuente radioactiva de Iridio-192, con número de serie TT3245. El robo se registró en el municipio de Salamanca, Guanajuato.

Se emitió un Boletín de Alerta para los estados colindantes: Estado de México, Michoacán, Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, San Luis Potosí y Querétaro.

El 10 de febrero de 2021, Protección Civil confirma la localización de la fuente en la comunidad en las inmediaciones de Salamanca, Guanajuato.



Entidades Federativas en alerta por el robo de fuente radiactiva.

El día 11 de abril de 2021, la **Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS)** reportó la sustracción de un **equipo de radiografía industrial Delta 800 de la marca QSA Global**, propiedad de la empresa Garantía de Calidad, S.A. de C.V., que contenía una **fuente radiactiva de Iridio-192** en el municipio de **Teoyucan, Estado de México**. La Coordinación Nacional de Protección Civil emitió un Boletín de Alerta para los estados de Ciudad de México, Hidalgo, Querétaro, Michoacán, Guerrero, Morelos, Puebla y Tlaxcala.

El 12 de abril de 2021, Protección Civil confirma la localización de la fuente en la comunidad Ojo de Agua, Tecámac, Estado de México.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Medicina Nuclear: Radiodiagnóstico y Radioterapia. Guía: Teleterapia.* En: http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/radiodiagnostico_radioterapia/archivos/coloquio/teleterapia-guia5.pdf
2. *Instituto Nacional De Investigaciones Nucleares. Carretera México-Toluca s/n, La Marquesa Ocoyoacac, México.* En: <http://www.inin.gob.mx>

RIESGOS NUCLEARES



INTRODUCCIÓN

Una central nuclear es una instalación en la que se obtiene energía eléctrica a partir de la energía térmica generada en un reactor nuclear. El combustible utilizado son isótopos radiactivos, y entre los que más impacto tienen en la salud son el uranio, yodo 131, el cesio 137, estroncio 90 y el plutonio 239.

La producción de energía eléctrica en centrales nucleares de potencia es una actividad autorizada en la mayoría de los países industrializados porque reporta unos beneficios para la sociedad.

La experiencia real ha puesto de manifiesto que, aunque la probabilidad de ocurrencia de accidentes con daños graves al núcleo del reactor, que podrían causar la liberación, de importantes cantidades de sustancias radiactiva al medioambiente, sea extremadamente baja, hay que contar con esta posibilidad.

Para poder responder de manera eficiente a las situaciones emergencia, derivadas de accidentes en las centrales, que podrían tener repercusiones radiológicas en el exterior de las instalaciones, sobre la población, los bienes y el medio ambiente, es necesario disponer de planes de protección civil, que permitan la puesta en práctica de las medidas de protección para evitar o minimizar la exposición a las radiaciones ionizantes.

La Central Nuclear de Laguna Verde, en el Estado de Veracruz, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), es la principal central nuclear de generación eléctrica con la que cuenta México, la otra, el Instituto Nacional de Investigación Nuclear (ININ), ubicada en La Marquesa, Estado de México, su función es la seguridad energética, investigación y desarrollo en ciencia y tecnología nucleares.

Existe la preocupación por los ataques violentos que puedan afectar a la estructura y operación de las plantas que conducen a un desastre nuclear, por el potencial nocivo para los seres vivos.

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

En el núcleo de un reactor nuclear existen más de 60 contaminantes radiactivos a partir de la fisión del uranio, de vidas medias variables, pero casi todos tienen una gran afinidad y son bioacumulables.

La radiación ionizada posee la suficiente energía para producir radicales libres; romper enlaces químicos; crear nuevos enlaces y uniones cruzadas entre macromoléculas y dañar las moléculas como el ADN o el ARN, provocando consecuentemente enfermedades, como, por ejemplo:

- El **cesio** liberado a la atmósfera puede ser depositado en los cultivos durante largos períodos de tiempo. El cesio radiactivo provoca cáncer principalmente en el tejido nervioso.
- Las emisiones de **estroncio radiactivo y bario** son perjudiciales porque contaminan pastos y pueden ser una fuente de contaminación del ganado, lo que lleva a la fijación de estos elementos en la leche producida por estos animales, contaminando cadena alimentaria entera.
- El **yodo radiactivo**, a su vez, produce en el hombre varios tipos de cáncer de los cuales el más común es la tiroides. Para mitigar su impacto, se indica ingesta de yoduro de potasio, lo que conduce a la excreción de yodo radiactivo por el sudor, la orina y las heces.

ANTECEDENTES

Sin duda, el principal inconveniente de la energía nuclear es la posibilidad de presentarse accidentes nucleares. A pesar de la seguridad de las centrales nucleares y que los desastres nucleares no son habituales, cuando suceden, las consecuencias pueden llegar a ser extremadamente graves.

En la historia de la energía nuclear ha habido numerosos incidentes, los considerados más graves han sido en la central de Three Mile Island, en Pensilvania (EE UU), en 1979 y el de Chernóbil, en 1986.

Sin embargo, otros accidentes nucleares también han tenido consecuencias catastróficas tanto para el ambiente como para la salud humana.

Principales accidentes nucleares en los últimos años		
6 abril de 1993	Rusia	La explosión de un contenedor lleno de una disolución de uranio en la planta secreta de Tomsk-7 en Siberia, dedicada al procesamiento de combustible nuclear, ubicada a 20 kilómetros de la ciudad de Tomsk, contaminó unos 1,000 kilómetros cuadrados.
30 septiembre 1999	Japón	Una fuga de uranio en una central de combustible nuclear de la empresa JCO en Tokaimura provoca la muerte de dos operarios y otras 438 personas resultan afectadas por las radiaciones.
9 agosto 2004	Japón	Cinco trabajadores mueren a consecuencia de un escape de vapor en la sala de turbinas de uno de los reactores de la planta nuclear de Mihama.
8 abril 2008	Pakistán	Al menos dos muertos por una fuga de gas en la central nuclear de Khushab por la que fue evacuada la población en un radio de 16 kilómetros.
11 marzo 2011	Japón	Tras el devastador terremoto de grado 9.0 y el maremoto producido en Japón el 11 de marzo del 2011, se produjeron varias explosiones en la central nuclear de Fukushima Daiichi.

SITUACIÓN EN MÉXICO

CENTRAL NUCLEOELÉCTRICA LAGUNA VERDE

La **Central Nucleoeléctrica Laguna Verde** (CNLV) es la única planta nucleoelectrónica en el país. Laguna Verde, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad. Cuenta con una superficie de 370 hectáreas, se localiza sobre la costa del Golfo de México, en el kilómetro 42.5 de la Carretera Federal Ciudad Cardel-Nautla, en la localidad denominada Punta Limón en el Municipio de Alto Lucero, Estado de Veracruz. Geográficamente, se encuentra a 70 kilómetros al Nornoroeste del Puerto de Veracruz, a 60 kilómetros al este noreste de Xalapa y a 290 kilómetros al este noreste del Centro del Distrito Federal.

La Central, consta de dos unidades cada una con capacidad de 682.44 MWe (Mega watt eléctrico) y salida neta a la red de 655.14 MWe por unidad. Está dotada de reactores de agua en ebullición de la quinta generación (Boiling Water Reactor 5), fabricados por General Electric.

Plan de Emergencia Radiológica Externo (PERE)

El **Plan de Emergencia Radiológica Externo** es contar con la capacidad para enfrentar a nivel regional las emergencias provocadas por algún accidente o incidente en la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde que trascienda y pueda trascender el ámbito propio de la Central, con el fin de evitar o minimizar la exposición a la radiación del ecosistema, y, por ende, de la población aledaña. (Figura 1)

El objetivo es brindar seguridad y protección a la población y su entorno ecológico en caso de desastre y una emergencia radiológica en la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde; en coordinación del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC).

El SINAPROC está integrado por los planes y programas de Protección Civil que establecen los gobiernos Federales, Estatales y Municipales, así como dependencias y organismos de los Sectores Privados, Social, Académico, Científico y Voluntario, de tal manera que todos tenemos responsabilidades en su funcionamiento.

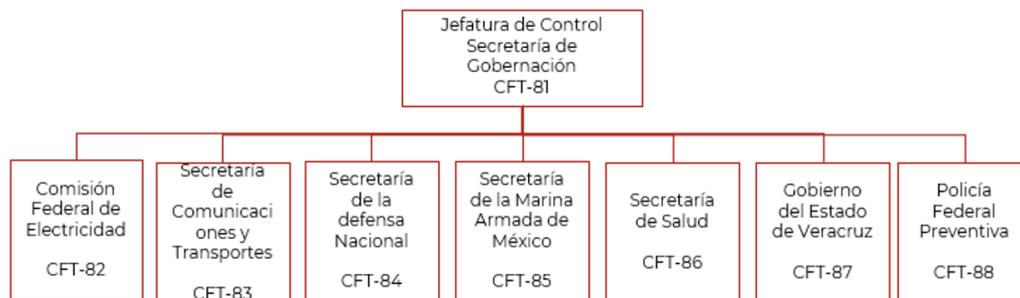
El *Plan de Emergencia Radiológica Externo (PERE)* forma parte de estos objetivos y reúne las responsabilidades del Sistema Estatal de Protección Civil del Estado de Veracruz, así como diversas Dependencias y Organismos Federales con la finalidad de garantizar la protección y salvaguardar la población aledaña a la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, en el poco probable caso de un accidente en sus instalaciones. (Figura 2)

Figura 1. Mapa de riesgo de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde.



Fuente: Plan de Emergencia Radiológica Externo (PERE). Secretaría de Gobernación.

Figura 1. Organigrama del Plan de Emergencia Radiológica Externo.



Delimitación de las zonas

Para definir las áreas o zonas alrededor de la Central que requieren acciones de protección a la población, se han observado las regulaciones establecidas al respecto por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS).

Dichas regulaciones establecen dos zonas de planeación para emergencias:

- 1) Zona Vía Pluma.- Área con radio de 16 km, con centro en los reactores de la CNLV. En la Zona Vía Pluma, la principal vía de exposición al material radiactivo se debe a la inhalación del mismo proveniente del penacho o nube durante su desplazamiento y difusión en la atmósfera.
- 2) Zona Vía Ingestión.- Área con radio de 80 km, con centro en los reactores de la CNLV, con posibilidades de ampliarse hasta donde la situación lo requiera. En la Zona Vía Ingestión, la principal vía de exposición se debe a la ingestión de aguas superficiales, alimentos contaminados y por el material radiactivo depositado en el suelo.

Clasificación de las emergencias

Considerando que la efectividad de una medida de protección dependerá de la oportunidad de su aplicación, se determinó conveniente clasificar como emergencia a todo evento que de cualquier forma o grado afecte la operación normal de la CLNV, de lo que resultó la clasificación siguiente:

- A. Clase "Alerta".-** Es la situación de la CNLV que requiere de la activación del PERE, constituyendo el inicio de las acciones de respuesta.
- B. Clase "Emergencia de Sitio".-** Es una situación que pone en riesgo la seguridad de la CNLV, considerándose una posible liberación al medio ambiente de material radiactivo, requiriendo la aplicación de medidas de protección.
- C. Clase "Emergencia General".-** Es la situación de la CNLV que implica liberación de material radiactivo al medio ambiente, requiriendo la aplicación total del PERE.

Existe una relación obvia del PERE, con el Plan de Emergencia Interno (PEI) de la CNLV, ya que en dicho documento se detalla el mecanismo de activación del presente plan y la forma en que la CFE protegerá a todos los individuos que estén dentro del sitio al momento de ocurrir una emergencia. Además, se tiene interrelación con el Plan DN-III E, de la SEDENA, con el plan de auxilio a la población civil en casos y zonas de desastre de la SM-AM y con el Sistema Estatal de Protección Civil.

La aplicación de Plan de Emergencia Radiológica Externo (PERE), ha estado a cargo de un Comité de Planeación de Emergencias Radiológicas Externas, constituido por los elementos de las entidades participantes en situaciones de emergencia. Este Comité se abocó a la formulación de dicho plan ofreciendo avances en su implementación y desarrollo, así ante la inminente puesta en operación comercial de la Central en agosto de 1990, se integró un documento suficientemente accesible y elástico que permitiera contemplar lo realizado y establecer acciones de preparación, respuesta y recuperación inmediata ante la eventualidad de una emergencia radiológica.

De acuerdo con en el artículo 29 de la Ley General de Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, la Secretaría de Gobernación, coordinará las actividades de las Dependencias del Sector Público, Federal, Estatal y Municipal, así como la de los organismos privados, para el auxilio, evacuación y medidas de seguridad, en zonas en que se prevea u ocurra un accidente nuclear.

Así con base en lo anterior, la Secretaría de Gobernación, a través de la Coordinación General de Protección Civil, es la encargada de presidir el Comité de Planeación de Emergencias Radiológicas Externas.

El marco regulador adoptado y establecido por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, el organismo regulador en materia nuclear en México, sobre el cual se garantiza la seguridad de la Central, proviene del Código de Reglamentos Federales de los Estados Unidos de América, por ser este el país de origen de la empresa fabricante de los reactores.

PANORAMA 2021

Durante el año 2021, no se registró ningún incidente relacionado con la CNLV.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Plan de Emergencia Radiológica Externo (PERE)*. Secretaría de Gobernación. En: <http://www.pere.proteccioncivil.gob.mx/es/PERE>
2. *Plan de Emergencia Radiológica Externo (PERE)*. Secretaría de Gobernación. En: <http://www.pere.proteccioncivil.gob.mx/es/PERE>

RIESGOS

BIOLÓGICOS-INFECCIOSOS

If DYS426 is 12 and DYS392 is not 11, one is probably a member of haplogroup K1b.

If DYS426 is not 11, one is probably a member of haplogroup K1b.

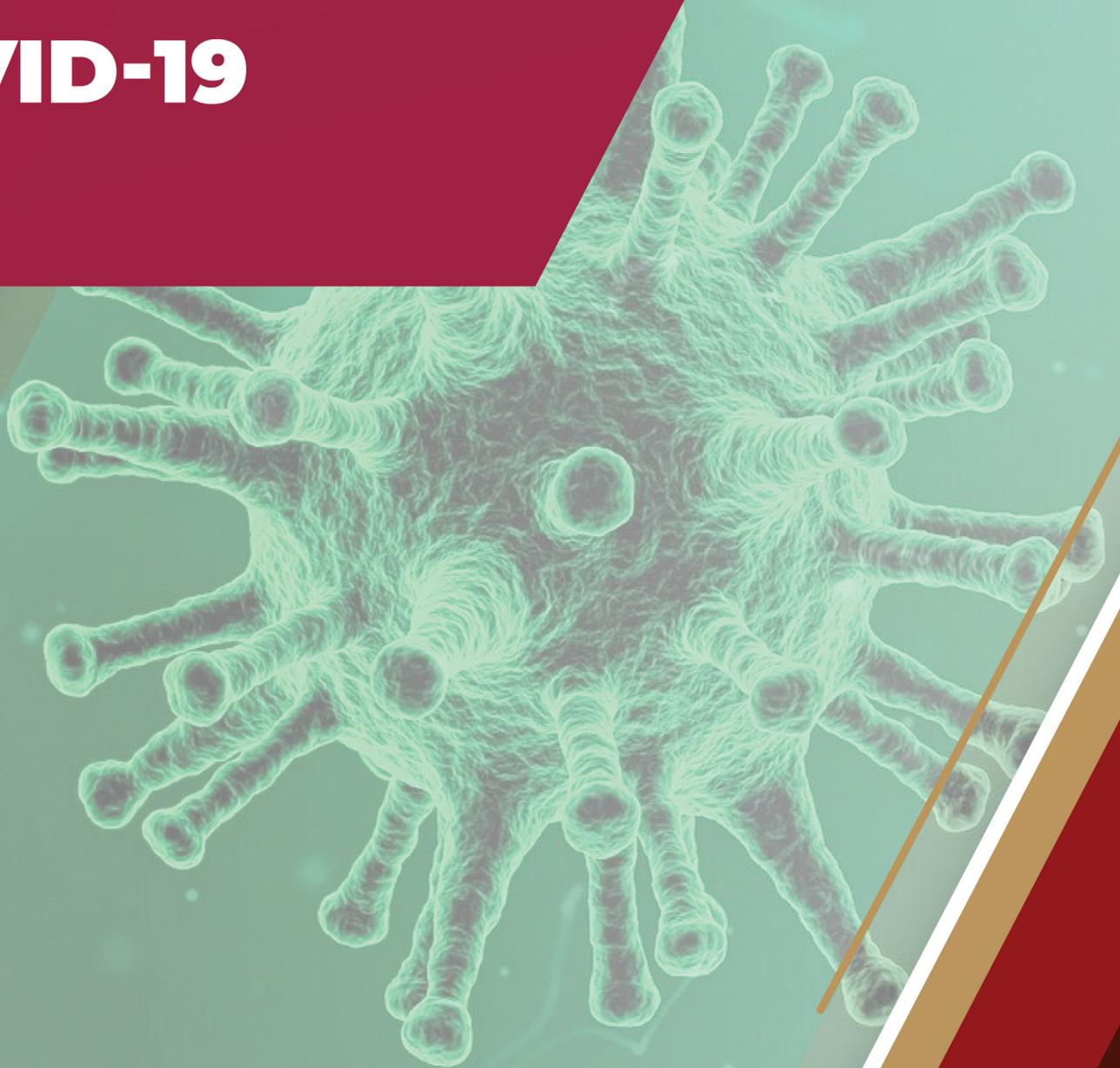
INTRODUCCIÓN

El riesgo por agentes biológicos está relacionado con la presencia de virus, bacterias, hongos u parásitos (agentes) o sus toxinas, que causan enfermedad o muerte en personas, animales o plantas. Según el agente biológico, el desarrollo de enfermedad, dependerá del tiempo de incubación, difusión y la transmisión puede ocurrir la exposición de las poblaciones no inmune al agente.

Los agentes biológicos tienen la capacidad de dañar la salud humana diversas formas, desde reacciones alérgicas leves a enfermedades graves, que puede conducir a la muerte.

Es de destacar que el agente biológico se produce naturalmente y puede ser modificada genéticamente para aumentar su capacidad transmisión, hacen que sea resistente a los medicamentos y desarrollar enfermedades más hábiles.

COVID-19



ENFERMEDAD DE CORONAVIRUS 2019 POR EL CORONAVIRUS TIPO 2 DEL SÍNDROME AGUDO RESPIRATORIO SEVERO

INTRODUCCIÓN

Está en curso la **pandemia** más grande que ha impactado en la vida moderna de la humanidad, provocada por el **Coronavirus tipo 2 del Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS-CoV-2)**. Una nueva cepa de coronavirus que no se había identificado previamente en humanos. El 30 de enero de 2020, el Director de la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que la epidemia de la **Enfermedad de Coronavirus 2019 (COVID-19)**, constituye una **Emergencia de Salud Pública de Importancia Internacional (ESPII)**, aceptando el asesoramiento del Comité de Emergencias y emisión de recomendaciones temporales bajo el Reglamento Sanitario Internacional (RSI). Para el 11 de marzo de 2020, se estableció por la misma OMS que COVID-19 podía caracterizarse como una **pandemia**. Desde entonces se han observado casos y defunciones de la enfermedad en todo el mundo. Ha causado una interrupción sin precedentes de la sociedad humana.

A finales de 2019, el brote inicial en Wuhan, China, relacionado a un mercado de animales vivos y productos de mar. Grupos de personas presentaban neumonía grave en los hospitales. A medida que el número de pacientes aumentó rápidamente, el gobierno chino decidió el 23 de enero de 2020 cerrar la ciudad para contener el virus. Desafortunadamente, el virus ya se había propagado por China y pronto se detectaron casos en varios otros países. A dos años de la aparición de los primeros casos, continúa activa la pandemia. La vacunación ha dado la posibilidad de disminuir la incidencia de casos graves, la aparición de nuevas variantes del SARS-CoV-2 plantea nuevos retos al control de la pandemia. Desde su aparición en diciembre de 2019, el SARS-CoV-2 se ha propagado por todo el mundo, infectando a más de 287 millones de personas y causando más de 5 millones de defunciones hasta diciembre de 2021.

Solo en año 2021, se registraron 204,844,634 casos de COVID-19, incluidas 3,533,922 defunciones en todo el mundo. [Figura 1 y 2] Lo que representa un incremento del 142% de casos y 82% de las defunciones, respecto al año 2020, lo que representa una tasa de letalidad de 1.7% para ese año de registro.

Figura 1. Distribución mundial de casos de COVID-19 en el año 2021.



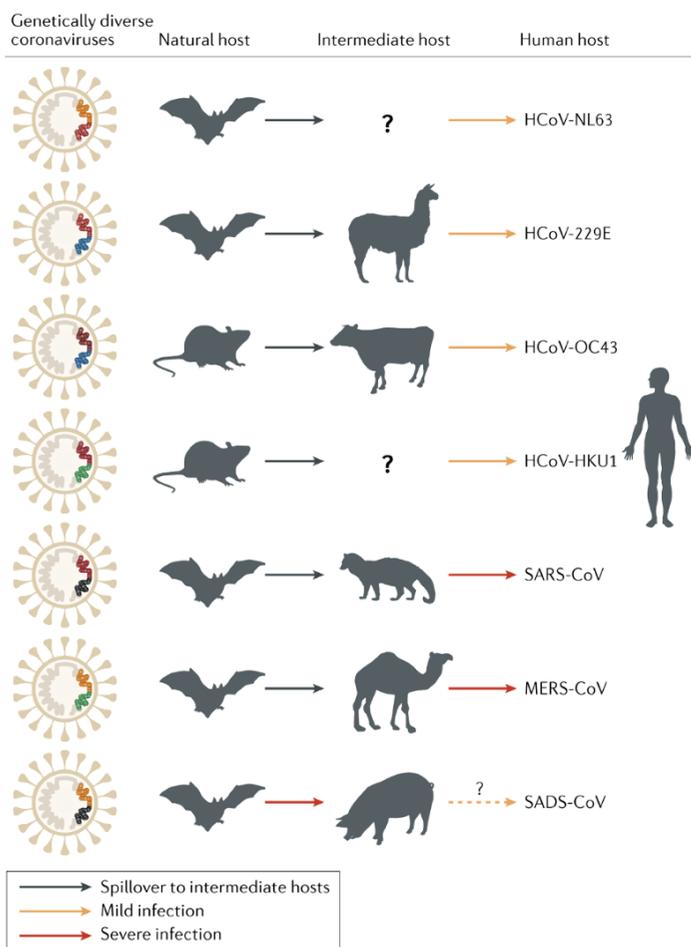
Fuente: SALUD/SPPS/DGE/DIOE-UIES: Construido con datos del WHO-COVID-19-global-data, al 31 de diciembre.-2021.

Figura 2. Distribución mundial de defunciones de COVID-19 en el año 2021.



Fuente: SALUD/SPPS/DGE/DIOE-UIES: Construido con datos del WHO-COVID-19-global-data, al 31 de diciembre.-2021.

Figura 3. Origen animal de los coronavirus humanos.



El Coronavirus del Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS-CoV) es un nuevo coronavirus que surgió a través de la recombinación de coronavirus relacionados con el SARS en murciélagos (SARSr-CoV). El virus recombinado infectó civetas y humanos y se adaptó a estos huéspedes antes de causar la epidemia de SARS. El coronavirus del síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV) probablemente se propagó de los murciélagos a los dromedarios hace al menos 30 años y desde entonces ha prevalecido en los dromedarios. HCoV-229E y HCoV-NL63 generalmente causan infecciones leves en humanos inmunocompetentes. Recientemente se han encontrado progenitores de estos virus en murciélagos africanos, y los camélidos son probablemente huéspedes intermediarios de HCoV-229E. HCoV-OC43 y HKU1, los cuales también son en su mayoría inofensivos para los humanos, probablemente se originaron en roedores. Recientemente, apareció el Síndrome de Diarrea Aguda Porcina (SADS) en lechones. Esta enfermedad es causada por una nueva cepa de coronavirus de murciélago *Rhinolophus HKU2*, denominada coronavirus SADS (SADS-CoV); no hay evidencia de infección en humanos. Las flechas continuas indican datos confirmados. Las flechas discontinuas indican una posible transmisión entre especies. Las flechas negras indican infección en los animales intermedios, las flechas amarillas indican una infección leve en humanos y las flechas rojas indican una infección grave en humanos o animales.

Fuente: Cui, J., Li, F. & Shi, ZL. Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. *Nat Rev Microbiol* 17, 181-192 (2019).

ANTECEDENTES

Los SARS-CoV han surgido dos veces en el siglo XXI, causando una epidemia y la actual pandemia mundial. Hasta la fecha se han registrado treinta y nueve especies de coronavirus. Los que afectan a humanos están dentro de los géneros Alfa - α - (los asociados al resfriado común: HCoV-NL63 y HCoV-229E) y los Beta - β - (HCoV-HKU1, HCoV-OC43, SARS-CoV, MERS-CoV y el SARS-CoV-2 -COVID-19-). [Figura 3]

El **SARS-CoV** es el coronavirus que causó en **2003** la **epidemia del Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS)** en los países del sudeste asiático. Se detectó por primera vez en la provincia de Gaundong (China) en noviembre de 2002. A partir de ahí se propagó a más de 30 países, causando un total de **8,098 casos** en todo el mundo y **774 defunciones**. El virus se extendió por Asia, Europa y América del Norte, pero China tuvo el 83% de todos los casos. La **tasa de letalidad** del **SARS** fue del **10%**, alcanzando el 43% en pacientes de 60 años o más en el país asiático. Aunque no se han informado nuevos casos desde 2004. No se debe considerar erradicado porque el virus causante tiene un reservorio animal del cual posiblemente podría resurgir. Las investigaciones apuntaron a que el SARS saltó de los gatos zigueta a los humanos, siendo el murciélago el hospedador original.

El **Síndrome Respiratorio de Medio Oriente** es una enfermedad respiratoria aguda grave causada por el coronavirus identificado como **MERS-CoV**. La infección por MERS-CoV fue informada por primera vez en septiembre de 2012 en Arabia Saudita en un paciente de 60 años que falleció por insuficiencia respiratoria. Según la OMS, desde 2012 se han notificado casos de MERS en 27 países: Alemania, Arabia Saudita, Argelia, Austria, Bahrein, China, Egipto, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos de América, Filipinas, Francia, Grecia, Italia, Jordania, Kuwait, Líbano, Malasia, Omán, Países Bajos, Qatar, Reino Unido, República de Corea, República Islámica de Irán, Tailandia, Túnez, Turquía y Yemen. El MERS-CoV se ha identificado en dromedarios en varios países. La **tasa de letalidad** de las personas infectadas por MERS-CoV es de aproximadamente un **35%**, pero la cifra puede estar sobrestimada porque es posible que los casos leves no sean detectados. El 80% de los casos han ocurrido en Arabia Saudita entre personas que han tenido contacto con dromedarios, aunque también existe transmisión de persona a persona. Los casos identificados fuera de Medio Oriente corresponden generalmente a viajeros infectados en esta región. El MERS-CoV se ha identificado en dromedarios en varios países, como Egipto, Omán, Qatar o Arabia Saudita. También hay datos que indican que el MERS-CoV está extendido entre los dromedarios de Oriente Medio, África y Asia Meridional. Es posible que existan otros reservorios animales, pero se han analizado cabras, vacas, ovejas, búfalos, cerdos y pájaros salvajes sin que hayan dado positivo para MERS-CoV.

SARS-COV-2

Los coronavirus (CoV) se han identificado como patógenos humanos desde la década de 1960. Infechan a los humanos, así como a una variedad de animales, incluidos pájaros y mamíferos. Las infecciones en los humanos, es principalmente como enfermedad respiratoria o gastrointestinal; mientras que los síntomas pueden variar desde el resfriado común hasta los de las infecciones respiratorias inferiores más graves. La eliminación viral se produce a través de estos sistemas respiratorio y digestivo y la transmisión puede ocurrir a través de diferentes rutas: fómites, en el aire o fecal-oral.

Los CoV son virus de ARN de cadena positiva envueltos en el orden de *Nidovirales*. Con su superficie característica, los viriones tienen una apariencia de corona bajo el microscopio electrónico, razón por la cual los virus llevan el nombre de la palabra latina corona, que significa “corona” o “halo”. La subfamilia *Orthocoronavirinae* de la familia *Coronaviridae* se clasifica además en cuatro géneros CoV: *Alfa*, *Beta*, *Delta* y *Gamma* coronavirus. El género *Betacoronavirus* se separa adicionalmente en cinco subgéneros (*Embecovirus*, *Hibecovirus*, *Merbecovirus*, *Nobecovirus* y *Sarbecovirus*).

Tabla 1. Clasificación de los coronavirus de importancia en la salud humana.

Adquiridos en la comunidad (asociados con enfermedad respiratoria leve)
HCoV 229E
HCoV OC43
HCoV NL63
HCoV HKU-1
Zoonóticos (asociados con enfermedad respiratoria grave)
SARS-CoV. Coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo (SARS)
MERS-CoV. Coronavirus del síndrome respiratorio del Medio Oriente (MERS)
SARS-CoV-2. Coronavirus de COVID-19

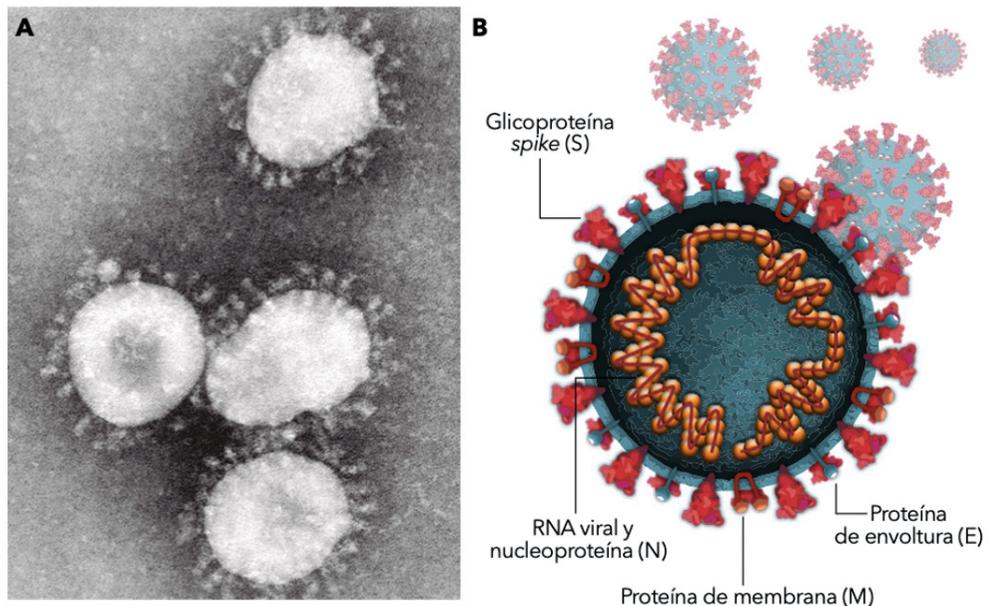
CoV: coronavirus; HCoV: coronavirus humano.

Adaptado de: Díaz-Castrillón FJ, Toro-Montoya AI. SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia. *Med. Lab.* 5 de mayo de 2020;24(3):183-05

Hasta la fecha, se ha demostrado que siete coronavirus infectan a los humanos. Los coronavirus humanos comunes *Betacoronavirus* HCoV-OC43 y HCoV-HKU1, así como *Alphacoronavirus* HCoV-229E causan resfriados comunes, pero también infecciones graves del tracto respiratorio inferior en los grupos de edad más jóvenes y mayores, mientras que *Alphacoronavirus* HCoV-NL63 se considera una causa importante de laringotraqueobronquitis (Crup) y bronquiolitis en niños. Se encuentra una amplia gama de coronavirus en los murciélagos, que podrían desempeñar un papel crucial en la evolución del virus de los linajes alfa y *betacoronavirus*. Sin embargo, otras especies animales también pueden actuar como huésped intermedio y

reservorio animal. En los últimos veinte años, han surgido dos coronavirus zoonóticos SARS-CoV descubiertos en 2002, y pertenecientes a *Betacoronavirus*, subgénero *Sarbecovirus*, y MERS-CoV descubiertos en 2012, y pertenecientes a *Betacoronavirus*, subgénero *Merbecovirus*. Ambos han causado brotes humanos, el SARS en 2003 y el MERS desde 2012. A fines de 2019, un tercer coronavirus nuevo inicialmente relacionado con un grupo de casos de neumonía en Wuhan, China, fue identificado y nombrado SARS-CoV-2 [Figura 4]. Este nuevo coronavirus está estrechamente relacionado con el SARS-CoV y grupos genéticamente dentro *Betacoronavirus* subgénero *Sarbecovirus*. Según un estudio de modelado, el SARS-CoV-2 podría convertirse en el quinto coronavirus humano endémico. [Tabla 1]

Figura 4. Microfotografía del virión y Modelo de la estructura del virión y sus proteínas del SARS-CoV-2.



(A) Microfotografía del virión. (B) Esquema de la estructura del SARS-CoV-2, que muestra los diferentes componentes estructurales del virión. Una de las características más destacadas es la presencia de unas proyecciones prominentes o espículas que sobresalen de la superficie viral, y que están formadas por trímeros de la proteína S. Estas espículas están ancladas en una membrana lipídica que constituye la envoltura viral. También en la envoltura hay otras dos proteínas, la M y la E. Al interior de la envoltura está la nucleocápside viral, la cual está conformada por el ácido nucleico viral y por múltiples unidades de la proteína N, organizadas en simetría helicoidal, que protegen el genoma.

Fuente: Díaz-Castrillón FJ, Toro-Montoya AI. SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia. Med. Lab. [Internet]. 5 de mayo de 2020 [citado 10 de febrero de 2022];24(3):183-05

Evolución del virus SARS-CoV-2

Hasta el diciembre de 2021 se han almacenado más de 7,839,505 secuencias del genoma en la base de datos EpiCoV de GISAID (del inglés de *Global Initiative on Sharing All Influenza Data*) [Disponible en: <https://www.gisaid.org>]. Un metaanálisis de diferentes estimaciones del tiempo hasta el último ancestro común del virus indica que la pandemia comenzó en algún momento entre el 6 de octubre y el 11 de diciembre de 2019. El reservorio animal original del virus es posiblemente murciélagos, y un huésped animal intermedio podría haber estado involucrado en la transmisión a los humanos. A partir de la evidencia genómica, es poco probable que el virus sea un producto de manipulación *in vitro*, traspaso en cultivos celulares o que sea de origen sintético.

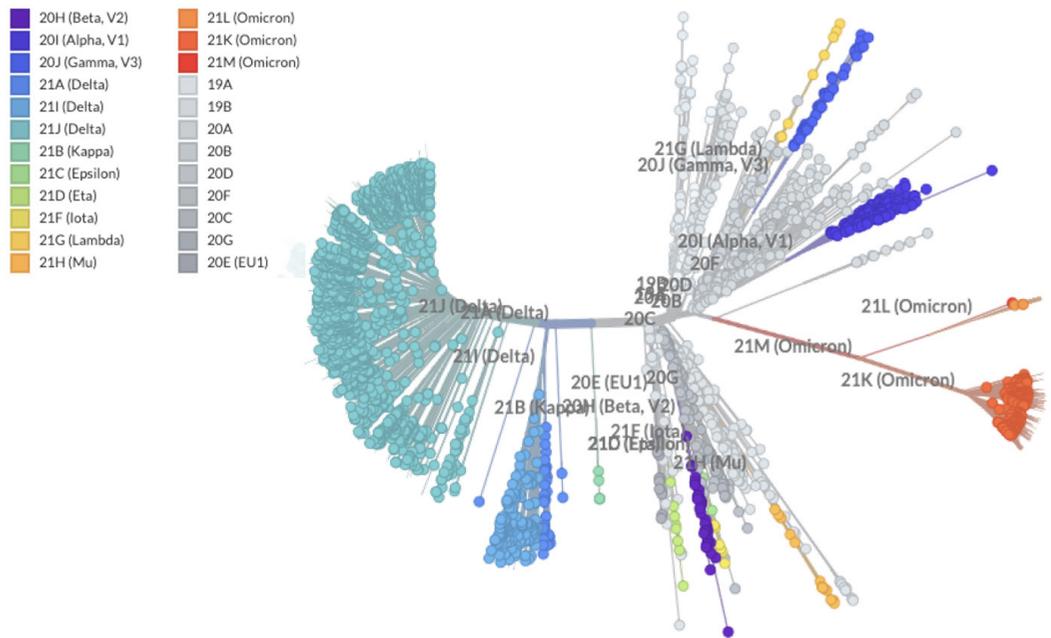
Hasta la fecha, los parientes más cercanos al SARS-CoV-2 se han detectado en murciélagos *Rhinolophus* muestreados en la provincia de Yunnan, China. Recientemente se ha descrito la identificación de coronavirus relacionados con el SARS-CoV-2 en dos *Rhinolophus shameli* murciélagos muestreados en Camboya en 2010. La secuenciación metagenómica identificó virus casi idénticos que comparten una identidad de nucleótidos del 92.6% con el SARS-CoV-2. La mayoría de las regiones genómicas están estrechamente relacionadas con el SARS-CoV-2, con la excepción de una pequeña región correspondiente al dominio terminal de la *espiga N*. El descubrimiento de estos virus en una especie de murciélago que no se encuentra en China indica que los virus relacionados con el SARS-CoV-2 tienen una distribución geográfica mucho más amplia de lo que se pensaba anteriormente, y sugiere que el sudeste asiático representa un área clave a considerar en la búsqueda en curso de los orígenes del SARS-CoV-2, y en la vigilancia futura de coronavirus.

Las primeras variantes zoonóticas en el nuevo coronavirus SARS-CoV que surgió en 2003 afectaron el dominio de unión al receptor (RBD) de la proteína de espiga y, por lo tanto, mejoraron el acoplamiento y la entrada del virus a través del receptor de la *enzima convertidora de angiotensina humana 2* (hACE2). En contraste, se demostró que la proteína de espiga RBD de las cepas tempranas de SARS-CoV-2 interactuaba eficientemente con los receptores hACE2.

La mutación en el dominio de unión al receptor de la glucoproteína espiga son de interés ya que pueden afectar la infectividad y la especificidad del huésped. Se han informado algunas mutaciones en este dominio, pero hasta ahora han sido raras y no están presentes en ninguno de las principales ramas filogenéticas de SARS-CoV-2. Otras mutaciones que podrían ser de interés potencial son aquellas que se han producido de forma independiente varias veces, pero los resultados preliminares solo muestran cinco variantes, hasta el momento. [Figura 5]

Figura 5. Esquema del árbol filogenético y epidemiología genómica del SARS-CoV-2, submuestreo global.

Mostrando 2,668 genomas muestreados entre diciembre de 2019 y diciembre de 2021.



El esquema fue tomado de Nextstrain. tiene como objetivo proporcionar una instantánea en tiempo real de las poblaciones de patógenos en evolución y proporcionar visualizaciones interactivas de datos a virólogos, epidemiólogos, funcionarios de salud pública y científicos ciudadanos.

Fuente: Nextstrain: real-time tracking of pathogen evolution.
 [https://nextstrain.org/ncov/gisaid/global?dmax=2021-12-30&l=unrooted]

Estacionalidad del virus SARS-CoV-2

La dinámica de transmisión del SARS-CoV-2 depende de una serie de factores, que incluyen el tiempo y el alcance de la implementación de las medidas de control, la duración de la inmunidad del huésped al SARS-CoV-2, la inmunidad cruzada entre el SARS-CoV-2 y otros seres humanos; otros coronavirus, y la fuerza de la coacción estacional en la transmisión. Hay evidencia sólida de que la COVID-19 es una infección estacional asociada a temperatura y humedad bajas, similar a la influenza estacional. Los análisis de la fase temprana de la pandemia algunas observaciones sugerían que la propagación inicial del virus en China ocurrió en una latitud entre 30 y 50° Norte, con bajos niveles de humedad y temperaturas (entre 5° y 11°C).

Los resultados muestran una correlación negativa entre la tasa de transmisión (R_0) y la temperatura y humedad a nivel global, esto quiere decir que las mayores tasas de transmisión se asociaron con temperaturas y humedad más bajas.

También se han encontrado una fuerte asociación negativa para pequeñas ventanas de tiempo entre número de casos y clima (temperatura y humedad), con patrones consistentes durante la primera, segunda y tercera olas de la pandemia y en diferentes escalas espaciales: globalmente, por países, por regiones en países fuertemente afectados. Los efectos del clima fueron más evidentes a temperaturas entre 12° y 18°C y niveles de humedad entre 4 y 12 g/m³. Las primeras olas pandémicas disminuyeron al aumentar la temperatura y la humedad, y la segunda ola aumentó al reducir la temperatura y la humedad. El SARS-CoV-2 podría mostrar patrones estacionales similares a los de otros coronavirus humanos con una incidencia máxima en los meses de invierno.

Supervivencia del SARS-CoV-2 en el medio ambiente

Se han realizado algunos estudios para determinar cuánto tiempo puede permanecer viable SARS-CoV-2, capaz de causar una infección, en las superficies. Se ha descrito que, según el tipo de superficie, el virus puede sobrevivir desde horas hasta varios días. Sin embargo, la cantidad de virus viable presente normalmente cae drásticamente en las primeras horas. Se han probado las siguientes superficies y no había ningún virus viable después del tiempo indicado:

- Papel de impresión y papel tisú: 3 horas
- Cobre: 4 horas
- Cartón: 24 horas
- Tela: 2 días
- Madera: 2 días
- Papel moneda: 4 días
- Vidrio: 4 días
- Plástico: 3 a 7 días
- Acero inoxidable: 2 a 7 días
- Mascarillas quirúrgicas: una pequeña cantidad de virus viable todavía estaba presente en el exterior de la máscara después de 7 días.

Es importante destacar que estos estudios se realizaron en entornos de laboratorio. Las superficies estaban en el interior y el virus se recolectó cuidadosamente de las superficies. Las condiciones ambientales, como la ventilación de los interiores o el viento y la luz solar, pueden reducir la cantidad de virus presente en una superficie y el tiempo que el virus puede permanecer viable. La posibilidad de contraer el COVID-19 al tocar una superficie es baja.

Variantes del virus

Todos los virus, incluido el SARS-CoV-2, el virus que causa la COVID-19, cambian con el tiempo. La mayoría de los cambios tienen poco o ningún impacto en las propiedades del virus. Sin embargo, algunos cambios pueden afectar las propiedades del virus, como la facilidad con la que se propaga, la gravedad asociada de la enfermedad o el rendimiento de vacunas, medicamentos terapéuticos, herramientas de diagnóstico u otras medidas sociales y de salud pública.

A finales de 2020, la aparición de variantes que planteaban un mayor riesgo para la salud pública mundial impulsó la caracterización de variantes de interés (VOI) y variantes de preocupación (COV) específicas, con el fin de priorizar el monitoreo y la investigación global.

Variantes de interés (VOI)

Es una variante de SARS-CoV-2:

- Con cambios genéticos que se predicen o se sabe que afectan las características del virus, como la transmisibilidad, la gravedad de la enfermedad, la evasión inmunológica, la evasión de pruebas diagnósticas o terapéutico.
- Identificado para causar una transmisión comunitaria significativa o múltiples grupos de COVID-19, en múltiples países con una prevalencia relativa creciente junto con un número creciente de casos a lo largo del tiempo, u otros impactos epidemiológicos aparentes para sugerir un riesgo emergente para la salud pública mundial.

Variantes de preocupación (VOC)

Una variante del SARS-CoV-2 que cumple con la definición de VOI (ver más atrás) y, a través de una evaluación comparativa, se ha demostrado que está asociada con uno o más de los siguientes cambios en un grado de importancia para la salud pública mundial:

- Aumento de la transmisibilidad o cambio perjudicial en la epidemiología de COVID-19.
- Aumento de la virulencia o cambio en la presentación clínica de la enfermedad.
- Disminución de la eficacia de las medidas sociales y de salud pública o de los diagnósticos, vacunas y terapias disponibles.

Durante el 2021 se ha observado la aparición y rápida propagación de variantes del coronavirus SARS-CoV-2 asociadas con una mayor transmisibilidad, incluidas las variantes de preocupación (VOC) designadas por la

Organización Mundial de la Salud (OMS) Alpha (en adelante, el uso de la designación de linaje *Phylogenetic Assignment of Named Global Outbreak* (Pango) B.1.1.7), *Beta* (B.1.351), *Gamma* (P.1) y *Delta* (B.1.617.2), así como múltiples variantes de interés (VOI). El 26 de noviembre de 2021, la OMS designó la variante B.1.1.529 como una variante preocupante (VOC), siguiendo el consejo del Grupo Asesor Técnico de la OMS sobre Evolución de los Virus. A la variante se le dio el nombre de *Ómicron*. *Ómicron* es una variante muy divergente con un alto número de mutaciones, incluidas 26-32 mutaciones en la proteína de espiga, algunas de las cuales están asociadas con potencial de escape inmune humoral y una mayor transmisibilidad. La variante *Ómicron* comprende cuatro linajes, incluidos B.1.1.529, BA.1, BA.2 y BA.3. [Tabla 2]

Las variantes de SARS-CoV-2 que están circulando a nivel mundial, varias variantes nuevas surgieron en el otoño del 2020; el año 2021 estuvo predominando la variante *Delta*. La epidemiología mundial actual del SARS-CoV-2 se caracteriza por la aparición de la variante *Ómicron*, en el último mes del 2021. Con una disminución de la prevalencia de la variante *Delta* y un nivel muy bajo de circulación de las variantes *Alfa*, *Beta* y *Gamma*. Tras la identificación de casos de *Ómicron* relacionados con viajes, muchos países ahora informan grupos y transmisión comunitaria de esta VOC. [Figura 6 y gráfica 1].

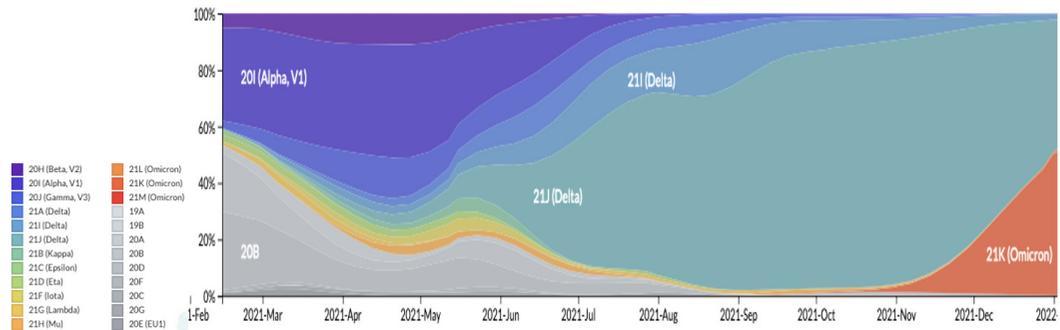
Tabla 2. Variantes de preocupación e interés del SARS-CoV-2.

Variantes de preocupación actualmente designadas (VOC)						
Etiqueta de la OMS	Pango linaje	Clado/lineaje e GISAID	Clado Nextstrain	Cambios adicionales en los aminoácido monitoriados	Muestras más temprano documentada	Fecha de designación
Alfa	B.1.1.7	GRY	20I (V1)	+S:484K +S:452R	Reino Unido, Septiembre-2020	18-dic-2020
Beta	B.1.351	GH/501Y.V2	20H (V2)	+S: L18F	Sudáfrica, Mayo-2020	18-dic-2020
Gamma	P.1	GR/501Y.V3	20J (V3)	+S:681H	Brasil, Noviembre-2020	11-ene-2021
Delta	B.1.617.2	GK	21A, 21I, 21J	+S:417N +S:484K	India, Octubre-2020	VOI: 4-abr-2021 VOC: 11-may-2021
Ómicron	B.1.1.529	GRA	21K, 21L, 21M	21K, 21L, 21M	Múltiples países, Noviembre-2021	VUM: 24-nov-2021 VOC: 26-nov-2021
Variantes de interés actualmente designadas (VOI)						
Lambda	C.37	GR/452Q.V1	21 G		Perú, Diciembre-2020	14-jun-2021
Mu	B.1.621	GH	21H		Colombia, Enero-2021	30-ago-2021

Fuente: World Health Organization/Tracking SARS-CoV-2 variants
[<https://www.who.int/en/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants/>]

Gráfica 1. Proporción de variantes del SARS-CoV-2, muestreo global.

Coloreadas por linaje y normalizadas al 100% en cada punto de tiempo para 2,668 secuencias.

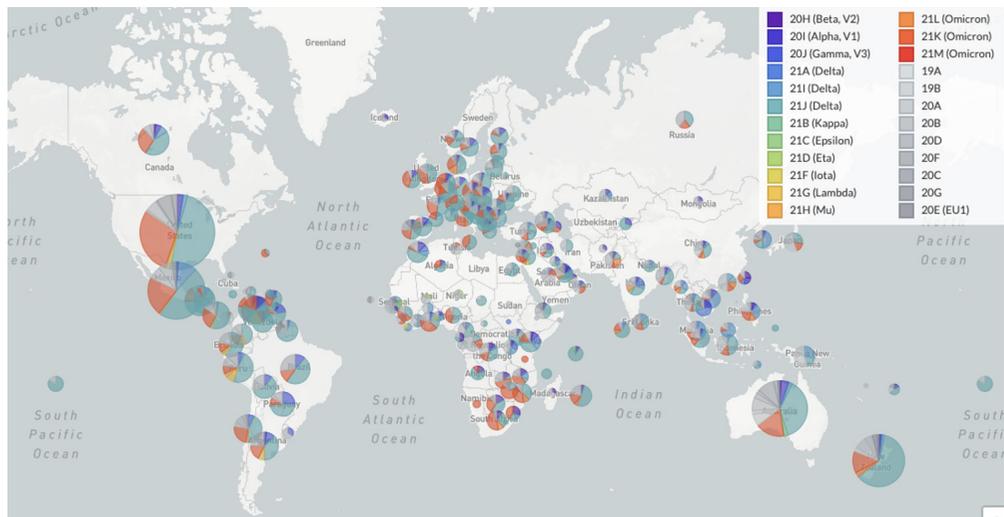


El esquema fue tomado de Nextstrain. Tiene como objetivo proporcionar una instantánea en tiempo real de las poblaciones de patógenos en evolución y proporcionar visualizaciones interactivas de datos a virólogos, epidemiólogos, funcionarios de salud pública y científicos ciudadanos.

Fuente: Nextstrain: real-time tracking of pathogen evolution.
[\[https://nextstrain.org/ncov/gisaid/global?dmax=2021-12-30&l=unrooted\]](https://nextstrain.org/ncov/gisaid/global?dmax=2021-12-30&l=unrooted)

Figura 6. Proporción de variantes del SARS-CoV-2, distribución global.

Coloreadas por linaje y proporción en cada país de reporte para 2,668 secuencias.



El esquema fue tomado de Nextstrain. Tiene como objetivo proporcionar una instantánea en tiempo real de las poblaciones de patógenos en evolución y proporcionar visualizaciones interactivas de datos a virólogos, epidemiólogos, funcionarios de salud pública y científicos ciudadanos.

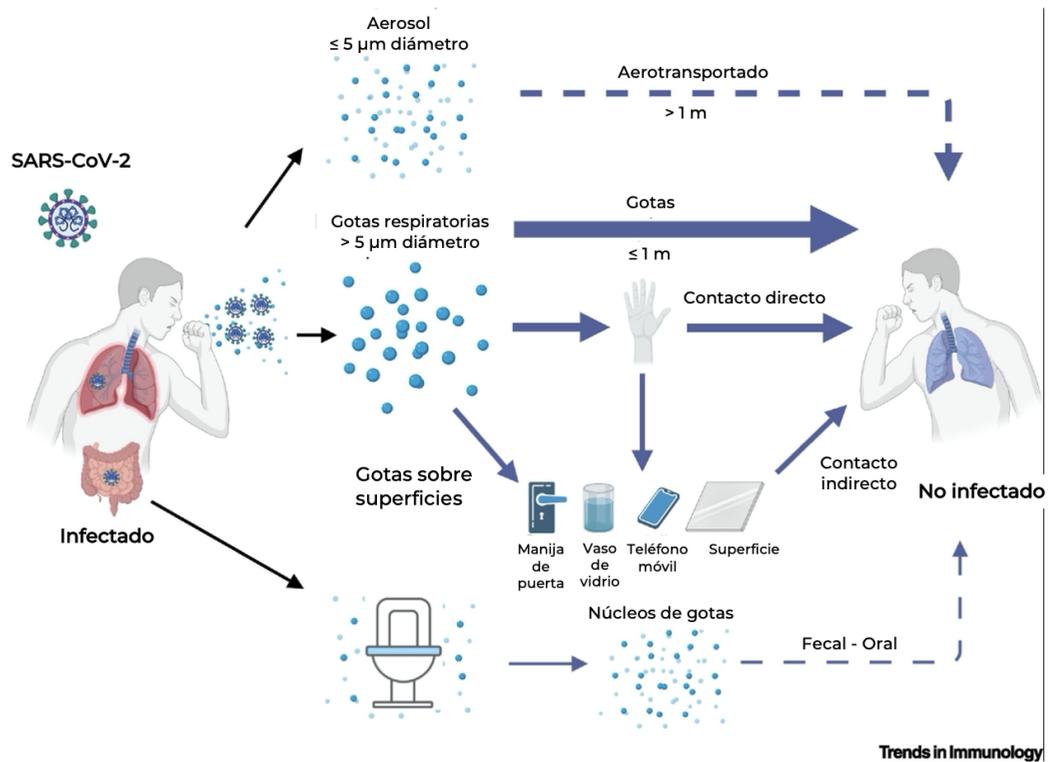
Fuente: Nextstrain: real-time tracking of pathogen evolution.
[\[https://nextstrain.org/ncov/gisaid/global?dmax=2021-12-30&l=unrooted\]](https://nextstrain.org/ncov/gisaid/global?dmax=2021-12-30&l=unrooted)

Mecanismos y rutas de transmisión

Los coronavirus humanos **se transmiten principalmente a través de gotitas respiratorias**, pero también se ha documentado por **aerosoles, contacto directo con superficies contaminadas y transmisión fecal-oral** durante la epidemia de SARS en 2003. Los primeros informes de pacientes con tos, opacidades pulmonares en vidrio esmerilado y progresión de los síntomas a neumonía grave sugirieron la transmisibilidad del SARS-CoV-2 a través de la vía respiratoria. La transmisión directa por gotitas respiratorias se ve reforzada por la replicación productiva del SARS-CoV-2 tanto en el tracto respiratorio superior (TRS), como en el tracto respiratorio inferior (TRI), y el número creciente de informes que indican la propagación de persona a persona entre contactos cercanos que presentan tos activa [Figura 6] Hasta ahora, el número de reproducción básico (R_0) es ~ 2.2 , basado en el seguimiento de casos tempranos durante el comienzo de la pandemia, con un tiempo de duplicación de 5 días. Además, ahora hay pruebas de propagación no sintomática/presintomática del SARS-CoV-2, que contrasta con la dinámica de transmisión del SARS-CoV. Esto indica la capacidad del SARS-CoV-2 para colonizar y replicarse en la garganta durante la infección temprana. Sobre la base de estas aparentes disparidades en la transmisión del virus, un estudio modeló la dinámica de transmisión del SARS-CoV-2 en individuos presintomáticos e indicó que el R_0 presintomático se ha acercado al umbral para sostener un brote por sí solo ($R_0 > 1$); por el contrario, las estimaciones correspondientes para el SARS-CoV fueron aproximadamente cero. De manera similar, se ha documentado la propagación asintomática del SARS-CoV-2 a lo largo de la pandemia.

Para el SARS-CoV-2, se han propuesto varios modos de transmisión, incluidos los **aerosoles**, la **contaminación de la superficie** y la **ruta fecal-oral**, que representan factores de confusión en la pandemia actual de COVID-19; por lo tanto, su importancia relativa aún está siendo investigada. La transmisión por aerosol (propagación > 1 m) estuvo implicada en el brote de Amoy Gardens durante la epidemia de SARS, pero la inconsistencia de estos hallazgos en otros entornos sugirió que el SARS-CoV fue una infección oportunista transmitida por el aire. De manera similar, no se han aislado viriones infecciosos del SARS-CoV-2, aunque se detectó ARN viral en el aire de las salas del hospital COVID-19. La generación de aerosoles experimentales que transportan el SARS-CoV-2 (comparables a los que podrían generar los humanos) ha ofrecido la plausibilidad de la transmisión aérea, pero las características aerodinámicas del SARS-CoV-2 durante el curso natural de la infección siguen siendo un área de urgente investigación. No obstante, la deposición de aerosoles cargados de virus podría contaminar objetos (p. Ej., Fómites) y contribuir a eventos de transmisión humana. Por último, la transmisión fecal-oral también se ha considerado como una ruta potencial de propagación humana, pero sigue siendo un enigma a pesar de la evidencia de aerosoles cargados de ARN que se encuentran cerca de los inodoros, junto con ARN del SARS-CoV-2 detectable en hisopos rectales durante el precursor de la epidemia de COVID-19 en China. [Figura 7]

Figura 7. Vías de transmisión propuestas para SARS-CoV-2.



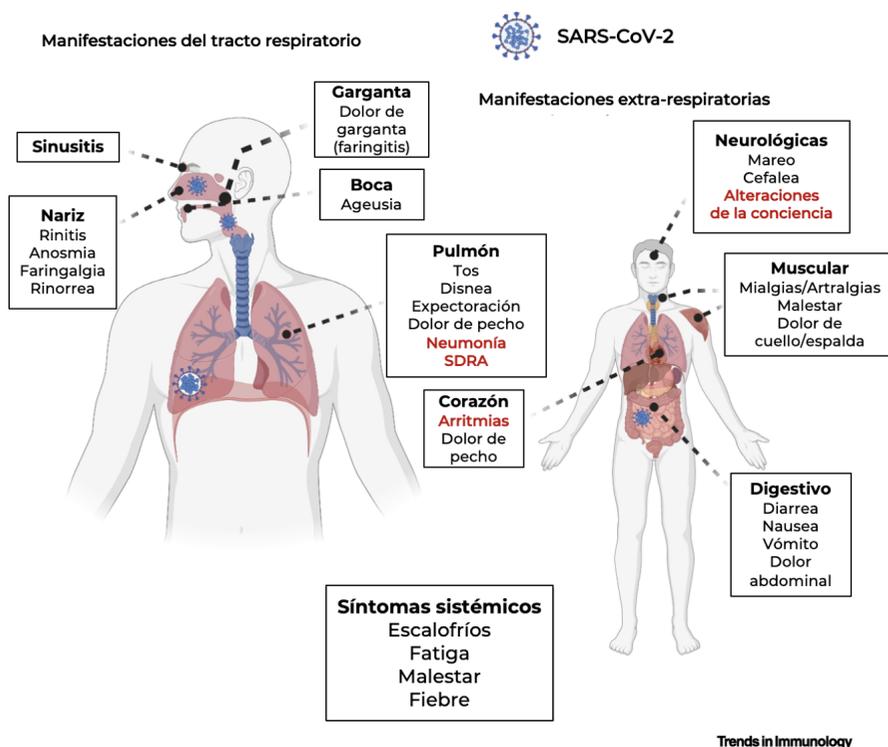
La pandemia de COVID-19 en curso ha dado lugar a numerosos relatos de diferentes rutas de transmisión entre humanos. La transmisión por gotitas ($> 5 \mu\text{m}$) es el modo de transmisión más pronunciado y fuertemente implicado informado durante la pandemia. El contacto directo que se transmite de una persona infectada a otra persona sana también se ha considerado un conductor de transmisión de persona a persona, especialmente en hogares con interacciones cercanas entre miembros de la familia. Los contagios del SARS-CoV-2 después de la disposición en fómites (p. ej., manijas de puertas) está bajo investigación, pero es probable factor agravante para los eventos de transmisión, aunque con menos frecuencia que la transmisión por gotas o por contacto. Ambos en el aire y eventos de transmisión fecal-oral de persona a persona se informaron en la epidemia precursora del SARS-CoV, pero aún no se observado en la crisis actual. Las flechas sólidas muestran la transferencia viral confirmada de una persona infectada a otra, con una disminución gradiente en el ancho de la flecha que denota las contribuciones relativas de cada ruta de transmisión. Las líneas discontinuas muestran la plausibilidad de tipos de transmisión que aún no se han confirmado. El símbolo de SARS-CoV-2 en "paciente infectado" indica dónde ARN / infeccioso se ha detectado virus.

Fuente: Harrison AG, Lin T, Wang P. Mechanisms of SARS-CoV-2 Transmission and Pathogenesis. Trends Immunol. 2020 Dec;41(12):1100-1115.

Cuadro Clínico: COVID-19

En general, los CoV del resfriado común tienden a causar síntomas leves de TRI y afectación gastrointestinal ocasional [Figura 8]. Por el contrario, la infección con CoV altamente patógenos, incluido el SARS-CoV-2, causa síntomas graves similares a los de la gripe que pueden progresar a dificultad.

Figura 8. Síntomas clínicos de la enfermedad infecciosa por coronavirus 2019 (COVID-19).



Se ha descrito que las manifestaciones de COVID-19 en humanos incorporan múltiples sistemas corporales con diversos grados de aparición y gravedad. Tanto las manifestaciones del tracto respiratorio superior como del tracto respiratorio inferior suelen ser las más notorias si el paciente no está asintomático, además de los síntomas sistémicos que son los más frecuentes independientemente de la gravedad de la enfermedad. Los signos/síntomas resaltados en rojo tienden a estar sobrerrepresentados en pacientes graves, pero los síntomas comunes también están presentes en el COVID-19 más avanzado. Un símbolo del virus del coronavirus 2 (SARS-CoV-2) del síndrome respiratorio agudo severo indica dónde se ha aislado un virus vivo y/o ARN viral. Abreviatura: SDRA: síndrome de dificultad respiratoria aguda

Fuente: Harrison AG, Lin T, Wang P. Mechanisms of SARS-CoV-2 Transmission and Pathogenesis. Trends Immunol. 2020 Dec;41(12):1100-1115.

respiratoria aguda (SDRA), neumonía, insuficiencia renal y muerte. Los síntomas más frecuentes son **fiebre, tos y disnea**. El período de incubación en COVID-19 es rápido: ~ 5-6 días versus 2-11 días en las infecciones por SARS-

CoV. A medida que avanza la pandemia, se ha hecho cada vez más claro que el COVID-19 abarca no solo enfermedades respiratorias/gastrointestinales agudas, sino que también puede tener ramificaciones a largo plazo, como la inflamación del miocardio. Además, el COVID-19 grave no se limita a la población de edad avanzada como se informó inicialmente; los niños y los adultos jóvenes también corren riesgo. El COVID-19 inicialmente se presenta con síntomas similares a los de la “gripe” y luego puede progresar a una inflamación sistémica potencialmente mortal y disfunción multiorgánica.

En síntesis, una amplia gama de síntomas, que van desde síntomas leves hasta enfermedades graves. Las personas con estos síntomas pueden tener COVID-19:

- Fiebre o escalofríos
- Tos
- Disnea.
- Fatiga
- Mialgias
- Cefalea
- Anosmia
- Disgeusia
- Dolor de faríngeo
- Congestión nasal o rinorrea
- Náuseas o vómitos
- Diarrea

Los signos y síntomas indicativos de enfermedad grave:

- Dificultad respiratoria
- Dolor o presión torácica
- Confusión
- Somnolencia o pérdida del estado de alerta
- Cianosis central

También se han descrito secuelas de síntomas persistentes comunes fueron fatiga y disnea. Se ha informado con mayor frecuencia que los niños tienen síntomas abdominales y cambios en la piel o erupciones cutáneas. **Los signos y síntomas distintivos de la COVID-19, son anosmia y/o disgeusia.**

Los **niños en edad escolar infectados con COVID-19** tienen un mayor riesgo de **síndrome inflamatorio multisistémico en niños (MIS-C)**, una complicación rara pero grave de COVID-19. Las complicaciones adicionales asociadas con COVID-19 pueden incluir: coagulopatía en venas y arterias de los pulmones, corazón, miembros inferiores o cerebro.

En función de la gravedad de la enfermedad se presente, se ha propuesto una clasificación de la COVID-19 en cinco tipos distintos en los que se pueden agrupar los adultos con infección por SARS-CoV-2. Considera la gravedad de los síntomas clínicos, las anomalías de laboratorio y radiográficas, la hemodinámica y la función orgánica.

- I. **Infección asintomática o presintomática:** Individuos con prueba de SARS-CoV-2 positiva sin ningún síntoma clínico consistente con COVID-19.
- II. **Enfermedad leve:** Individuos que tienen algún síntoma de COVID-19 como fiebre, tos, dolor de garganta, malestar, dolor de cabeza, dolor muscular, náuseas, vómitos, diarrea, anosmia o disgeusia, pero sin dificultad para respirar ni imágenes anormales en el tórax.
- III. **Enfermedad moderada:** Individuos que tienen síntomas clínicos o evidencia radiológica de enfermedad del tracto respiratorio inferior y que tienen saturación de oxígeno (SpO₂) ≥94% en el aire ambiente
- IV. **Enfermedad grave:** Individuos que tienen (SpO₂) ≤94% en el aire ambiente; una relación entre la presión parcial del oxígeno arterial y la fracción del oxígeno inspirado, (PaO₂/FiO₂) <300 con taquipnea marcada con frecuencia respiratoria >30 respiraciones/min o infiltrados pulmonares >50%. La neutrofilia también se considera un sello esencial de la enfermedad grave.
- V. **Enfermedad crítica:** Individuos que tienen insuficiencia respiratoria aguda, choque séptico y/o disfunción orgánica múltiple. Los pacientes con enfermedad grave pueden enfermarse críticamente con el desarrollo del síndrome de dificultad respiratoria aguda (SARS) que tiende a ocurrir aproximadamente una semana después del inicio de los síntomas.

Vacunación

Las vacunas provocan una respuesta inmunitaria para que el sistema inmunológico identifique y ataque un virus en el futuro. Algunas vacunas usan un virus entero para que el sistema inmunitario responda. Otras vacunas usan partes del virus o del material genético que brinda instrucciones para producir proteínas específicas del virus.

La mayoría de las vacunas contra la COVID-19 tienen una estructura con forma de espigas en la superficie del virus de la COVID-19 llamada proteína S. La proteína S ayuda a que el virus ingrese a tus células a través del receptor específico y comience la infección.

En México, la Comisión Federal de Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), ha autorizado nueve vacunas para su uso de emergencia, las cuales se resumen en la tabla 3.

Tabla 3. Estado regulatorio de las vacunas contra el virus SARS-CoV-2 en México.

Vacuna (farmacéutica)	Plataforma de diseño	Dosis de esquema	Fase de ensayo clínico	Estatus regulatorio en México	Fecha de autorización	Estudio clínico en México
BNT162b2 (Pfizer, Inc./BioNTech)	ARNm	2	III	Autorizada para uso de emergencia	11/12/20	NO
AZD1222 (AstraZeneca/Universidad de Oxford)	Adenovirus	2	III	Autorizada para uso de emergencia	04/01/201	NO
Sputnik V (Instituto Gamaleya)	Vector viral no replicante	2	III	Autorizada para uso de emergencia	09/02/21	Solicitud en proceso de revisión
Ad5-nCoV (CanSino Biologics Inc)	Vector viral no replicante	1	III	Autorizada para uso de emergencia	09/02/21	Protocolo de estudio fase III autorizada
CoronaVac (Sinovac Research and Development Co)	Virus Inactivo	2	III	Autorizada para uso de emergencia	09/02/21	NO
Ad26.COV2-S (Janssen-Cilag)	Adenovirus	1	III	Autorizada para uso de emergencia	27/05/2021--	Protocolo de estudio fase III autorizado
BBV152 (Bharat Biotech-Covaxin)	Virus inactivado	2	III	Autorizada para uso de emergencia	06/04/2021	NO
Antígeno SARS-CoV-2 (Sinopharm)	Células Vero inactivadas	2	III	Autorizada para uso de emergencia	25/08/2021	NO
CX-024414 (Spikevax Moderna)	ARNm	2	III	Autorizada para uso de emergencia	17/08/2021	NO

Fuente: Secretaría de Salud, México. Información de la vacuna. Sitio Web de Coronavirus del Gobierno de México.

Consultado el 29-Nov-2021. Disponible en: [https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/vacunas-covid-19-autorizadas]

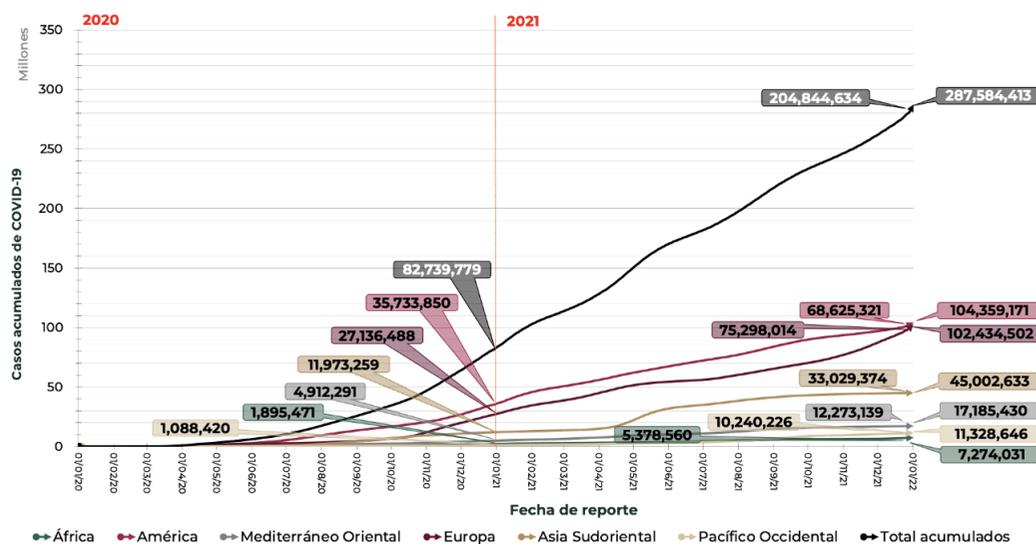
Las proteínas de espiga en la superficie del SARS-CoV-2 se consideran blancos de los principales anticuerpos, ya que son accesibles y tienen un papel esencial para permitir que el virus se adhiera e infecte las células huésped. Los anticuerpos se unen a las proteínas de espiga y algunos pueden bloquear la capacidad del virus para infectar nuevas células. Pero algunos virus, como el VIH y la influenza, son capaces de mutar su equivalente de proteína de espiga para evadir anticuerpos. Se plantea la probabilidad si el SARS-CoV-2 es capaz de evolucionar de manera eficiente para evadir los anticuerpos de la misma manera. Esto muestra que el SARS-CoV-2 puede mutar sus proteínas de espiga para evadir anticuerpos, y que estas mutaciones ya están presentes en algunos mutantes de virus que circulan en la población humana.

Las respuestas inmunitarias debidas a infección y/o vacunación también podrían resultar en mutantes. En particular, se observaron tres mutaciones en proteínas de espiga después del desarrollo del SARS-CoV-2 en presencia de plasma convaleciente neutralizante donde las nuevas variantes desarrollaron resistencia a la neutralización. Se ha informado que múltiples mutaciones en la RBD y NTD resisten la neutralización. Además, se sugiere que la infección crónica por SARS-CoV-2 en individuos inmunodeprimidos aumenta la tasa de mutación. Se ha informado de baja frecuencia de sublinajes variantes Delta que albergan mutaciones nuevas y naturales incluso en individuos vacunados.

SITUACIÓN MUNDIAL

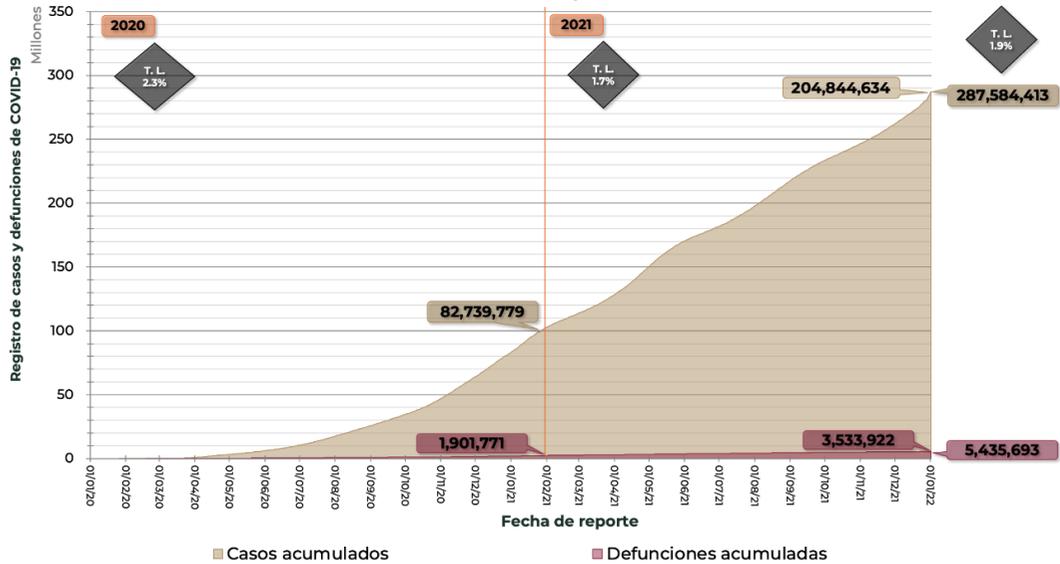
Hasta el 31 de diciembre de 2021 se han registrado **287,584,413 casos acumulados de COVID-19**. De los cuales 82,739,779 casos se registraron en el año 2020; **204,844,634 casos se registraron en el año 2021**. [Gráfica 2] **Se incluyen 5,435,693 defunciones acumuladas**, las cuales corresponden 1,901,771 a 2020; y **3,533,922 se registraron en el año 2021**; a nivel global, en 222 países, territorios y áreas. Con una tasa de letalidad (T. L.) de 2.3% y 1.7% respectivamente en cada año y de 1.9% acumulada. [Gráfica 3]. La pandemia continua activa y acumulando casos. Se calcula a nivel mundial una **tasa de prevalencia de 2,621.39 casos de COVID-19 por cada 100,000 habitantes**. [Figura 9]

Gráfica 2. Casos de COVID-19 acumulados a nivel global por fecha de reporte y región de la OMS.



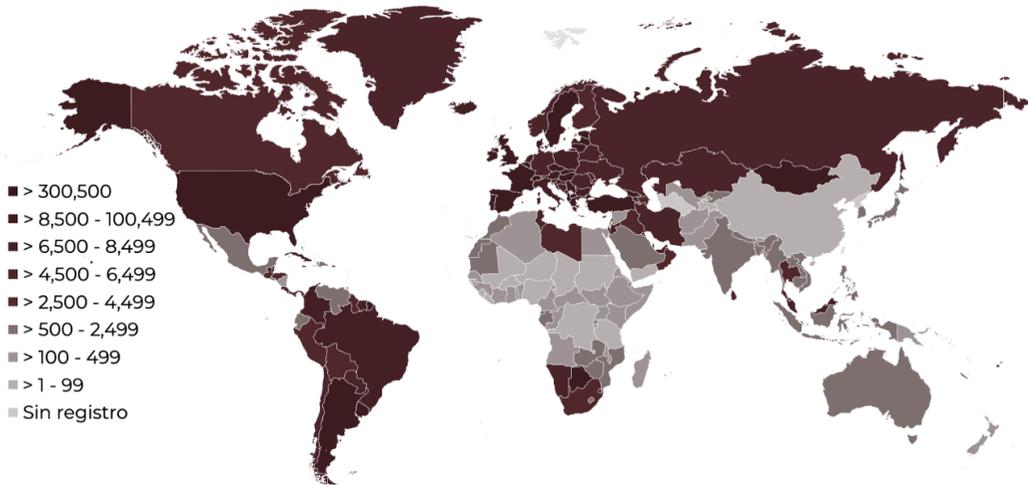
Fuente: SALUD/SPPS/DGE/DIOE-UIES. Construido con datos del WHO-COVID-19-global-data, al 31 de diciembre.-2021.

Gráfica 3. Casos y defunciones de COVID-19 acumulados a nivel global por fecha de reporte.



Fuente: SALUD/SPPS/DGE/DIOE-UIES: Construido con datos del WHO-COVID-19-global-data, al 31 de diciembre.-2021.

Figura 10. Distribución tasa de prevalencia de casos de COVID-19 (por cada 100,000 habitantes) a nivel global en el 2021.



Nota: Cifras por cada 100,000 habitantes.

Fuente: SALUD/SPPS/DGE/DIOE-UIES: Construido con datos del WHO-COVID-19-global-data, al 31 de diciembre.-2021.

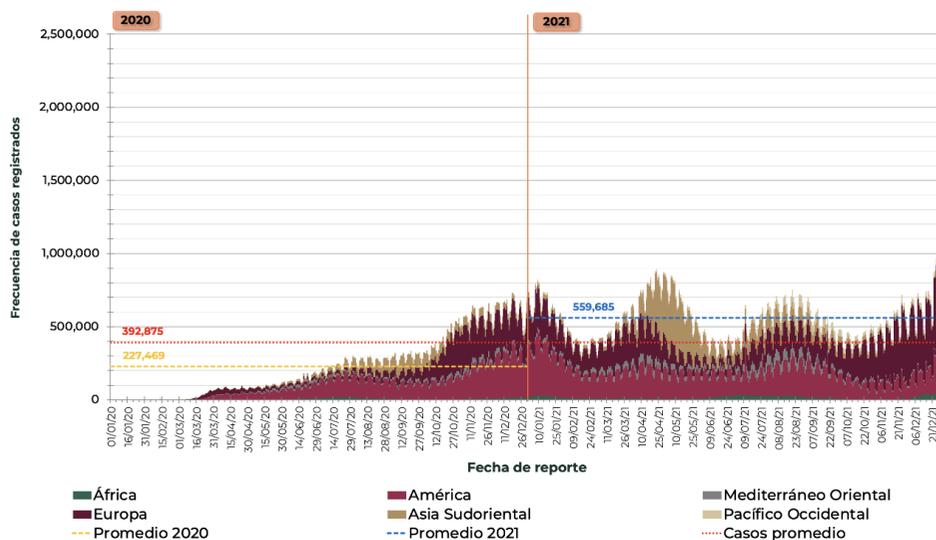
Las regiones de la OMS que más casos acumulados registran, es América y Europa. En el año 2021, la región de Europa acumuló el 37% de los casos, seguido de América. [Tabla 4] En promedio se han registrado 392,875 casos por día desde el inicio de la pandemia. En el año 2021, el promedio 559,685 casos de casos reportados diariamente, aumentaron respecto al año anterior. [Gráfica 4]

Tabla 4. Casos acumulados de COVID-19, por región de la OMS y año de registro.

Región de la OMS	2020	%	2021	%	Acumulado	%
África	1,895,471	2%	5,378,560	3%	7,274,031	3%
América	35,733,850	43%	68,625,321	34%	104,359,171	36%
Mediterráneo Oriental	4,912,291	6%	12,273,139	6%	17,185,430	6%
Europa	27,136,488	33%	75,298,014	37%	102,434,502	36%
Asia Sudoriental	11,973,259	14%	33,029,374	16%	45,002,633	16%
Pacífico Occidental	1,088,420	1%	10,240,226	5%	11,328,646	4%
Total	82,739,779		204,844,634		287,584,413	

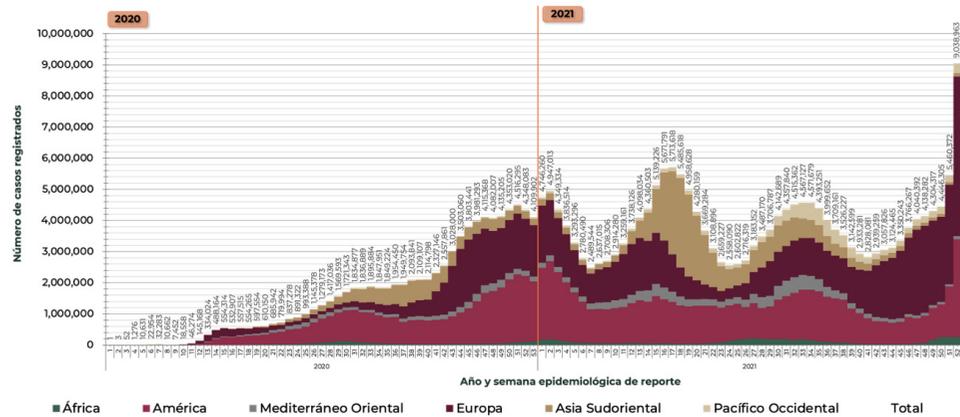
Fuente: SALUD/SPPS/DGE/DIOE-UIES: Construido con datos del WHO-COVID-19-global-data, al 31 de diciembre.-2021.

Gráfica 4. Curva de casos COVID-19, a nivel global por fecha de reporte y región de la OMS.



Fuente: SALUD/SPPS/DGE/DIOE-UIES: Construido con datos del WHO-COVID-19-global-data, al 31 de diciembre.-2021.

Gráfica 5. Curva de casos COVID-19, a nivel global por semana y región de la OMS.



Fuente: SALUD/SPPS/DGE/DIOE-UIES: Construido con datos del WHO-COVID-19-global-data, al 31 de diciembre.-2021.

Comparando ambos años en que ha trascendido la pandemia, en el año 2020 el pico de casos se registró en la semana 51 y en el año 2021 en la semana 52. [Gráfica 5]. Se puede considerar la 1ª ola desde la semana 11-2020 a la 7-2021, la 2ª ola a la 8 a la 24 del 2021, la 3ª ola de la semana 25 a la 41 del año 2021; y la 4ª de la semana 42 del 2021, actualmente en curso.

El porcentaje de cambio entre el año 2020 y 2021; los casos de COVID-19 aumentaron en 142% más respecto al año previo. Sí, se observa por región, todas las regiones duplicaron sus casos. Pacífico Occidental tuvo un aumento de casos de 824%, y América fue 86% más de casos. Respecto a las defunciones, aumentaron en un 82% a nivel mundial. Igualmente, Pacífico Occidental tuvo un 572% más de defunciones respecto al año previo. América registró el menor incremento, con un porcentaje de cambio de 50%. [Figura 11]

Figura 11. Tablero de vigilancia de casos y defunciones de COVID-19, a nivel mundial y por región de la OMS.

Region de la OMS	2020 2021	Casos acumulados	%	% cambio 2020 a 2021	Region de la OMS	2020 2021	Defunciones acumuladas	%	% cambio 2020 a 2021
África		7,274,031	3%	176%	África		156,188	3%	162%
América		104,359,171	36%	86%	América		2,412,457	44%	50%
Mediterráneo Oriental		17,185,430	6%	146%	Mediterráneo Oriental		316,010	6%	60%
Europa		102,434,502	36%	170%	Europa		1,673,269	31%	82%
Asia Sudoriental		45,002,633	16%	174%	Asia Sudoriental		721,614	13%	190%
Pacífico Occidental		11,328,646	4%	824%	Pacífico Occidental		156,155	3%	572%
Mundial		287,584,413	100%	142%	Mundial		5,435,693	100%	82%

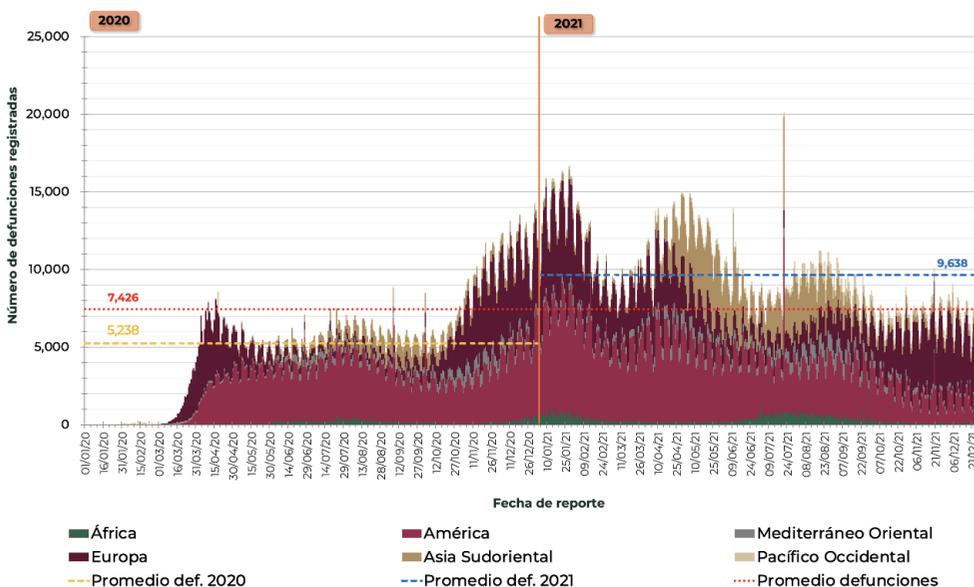
Fuente: SALUD/SPPS/DGE/DIOE-UIES: Construido con datos del WHO-COVID-19-global-data, al 31 de diciembre.-2021.

Tabla 5. Defunciones acumulados de COVID-19, por región de la OMS y año de registro.

Región de la OMS	2020	%	2021	%	Acumulado	%
África	43,169	2%	113,019	3%	156,188	3%
América	964,518	50%	1,447,939	41%	2,412,457	44%
Mediterráneo Oriental	121,773	6%	194,237	6%	316,010	6%
Europa	592,740	31%	1,080,529	31%	1,673,269	31%
Asia Sudoriental	185,182	10%	536,432	15%	721,614	13%
Pacífico Occidental	20,231	1%	135,924	4%	156,155	3%
Total	1,927,613		3,508,080		5,435,693	

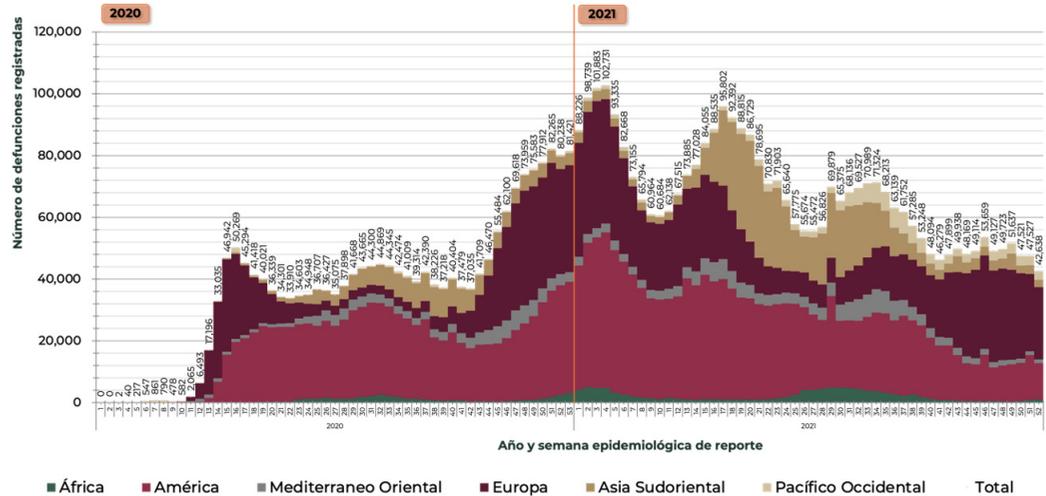
Fuente: SALUD/SPPS/DGE/DIOE-UIES: Construido con datos del WHO-COVID-19-global-data, al 31 de diciembre.-2021.

Gráfica 4. Curva de defunciones de COVID-19, a nivel global por fecha de reporte y región de la OMS.



Fuente: SALUD/SPPS/DGE/DIOE-UIES: Construido con datos del WHO-COVID-19-global-data, al 31 de diciembre.-2021.

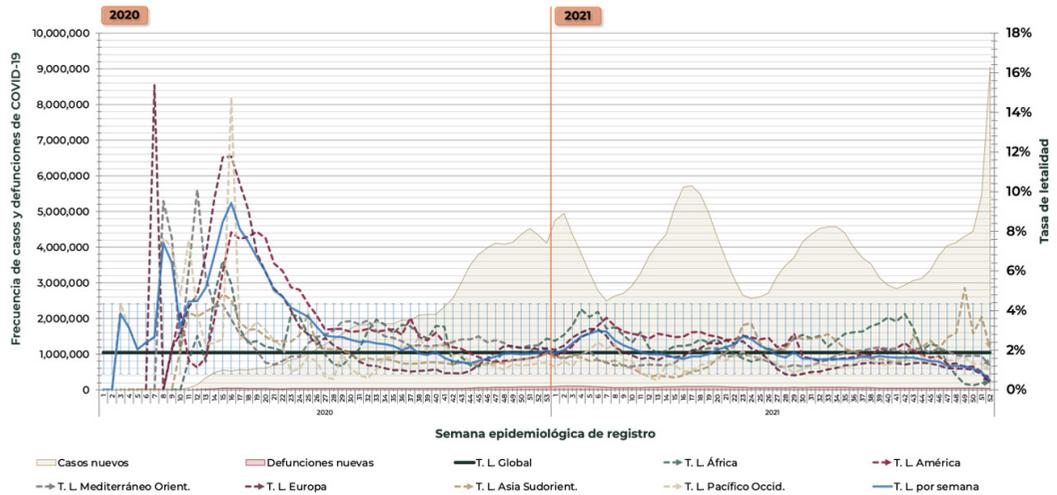
Gráfica 5. Curva de defunciones de COVID-19, a nivel global por fecha de reporte y región de la OMS.



Fuente: SALUD/SPPS/DGE/DIOE-UIES: Construido con datos del WHO-COVID-19-global-data, al 31 de diciembre.-2021.

De las 3,508,080 defunciones registradas en año 2021, el 41% corresponden a la región de América, seguido de Europa (31%). [Gráfica 4 y tabla 5] En promedio en el año 2021 se registraron 9,638 defunciones por día; 4,400 defunciones más respecto al año previo. En la semana número 4 del 2021, se registró el mayor número de defunciones; con 102,731 defunciones, la mayor proporción de esta a la región de América.

Gráfica 6. Curva de defunciones de COVID-19, a nivel global por fecha de reporte y región de la OMS.

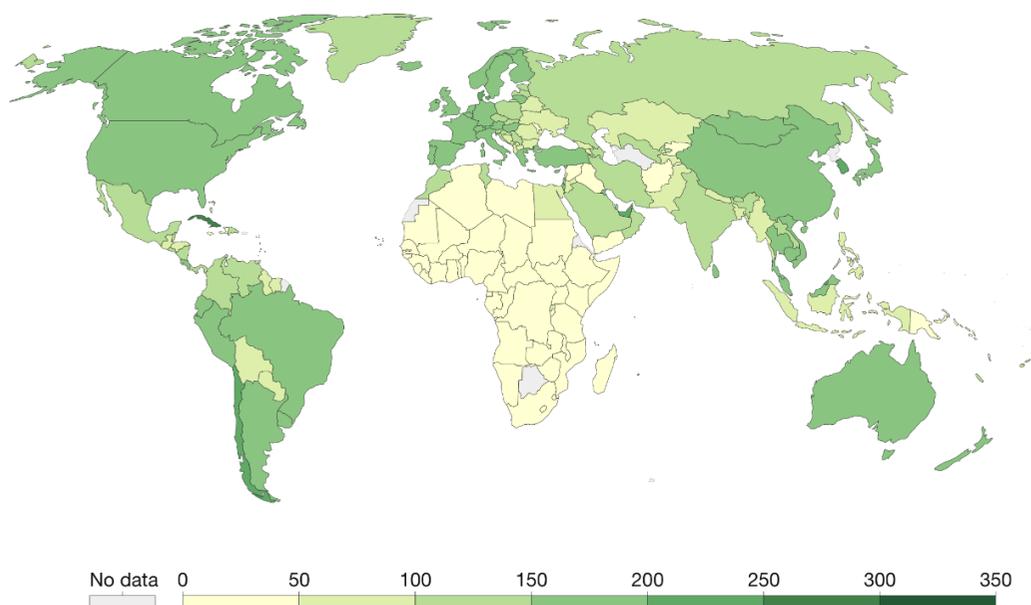


Fuente: SALUD/SPPS/DGE/DIOE-UIES: Construido con datos del WHO-COVID-19-global-data, al 31 de diciembre.-2021.

La **tasa de letalidad** (T. L.) **global acumulada** calculada es de 1.9%. Para el año 2020 es de 2.3% y para el año 2021 de 1.7%. Se aprecia una disminución de un periodo a otro, a pesar de que en el año 2021 registró una mayor incidencia de casos de COVID-19. En el año 2021, por región, África y América tienen la T. L. más alta, de 2.1% y Pacífico Occidental de 1.3%. [Gráfica 6]

La vacunación continúa avanzando, pero con grandes diferencias en las distintas regiones. Con datos de la OMS se han administrado 8,387,658,165 dosis de vacuna COVID-19 a nivel mundial al 20 de diciembre de 2021. [Figura 6]

Figura 6. Dosis de vacuna COVID-19 administradas por cada 100 personas al 31 de diciembre de 2021.



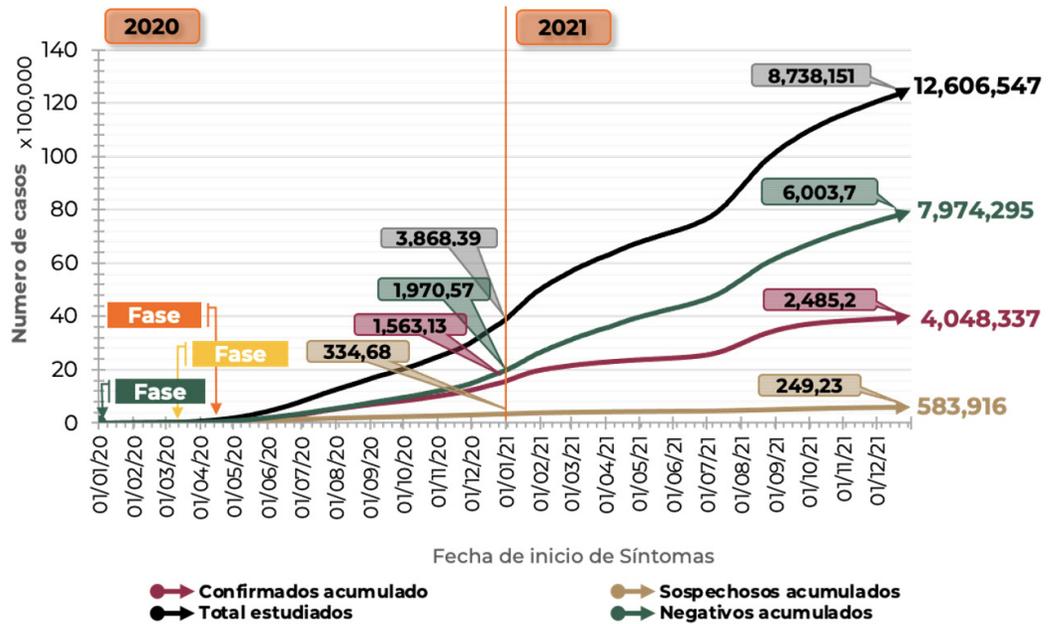
Todas las dosis, incluidos los refuerzos, se cuentan individualmente. Como la misma persona puede recibir más de una dosis, el número de dosis por cada 100 personas puede ser superior a 100.

Fuente: Coronavirus (COVID-19) Vaccinations/Official data collated by Our World in Data – 31 December 2021

SITUACIÓN EN MÉXICO

El primer caso confirmado se presentó el 27 de marzo, en la Ciudad de México, y se trató de un mexicano que viajó a Italia y tenía síntomas leves. Al día siguiente se confirmó otro caso en el estado de Sinaloa y un segundo caso en la Ciudad de México. El cuarto caso se confirmó el 29 de febrero, y se trató de una joven de Coahuila de 20 años que había realizado un viaje reciente a Milán, Italia. Posteriormente se presentaron casos importados esporádicos, hasta el 24 de marzo, se registraron los primeros contagios locales, así el comienzo de la fase 2 de la pandemia por COVID-19 en el país. El 21 de abril, hay evidencia de múltiples brotes activos y propagación en todo el territorio, con el registro de más de mil casos, por lo que se da por iniciada la fase 3 por la pandemia de COVID-19. [Gráfica 7]

Gráfica 7. Fases de preparación y respuesta epidémica y registro de casos acumulados estudiados, sospechosos, negativos y confirmados de COVID-19, México, 2020 y 2021.



Construida: GOBMX/SALUD/SPPS/DGE/DIE: SINAVE/Sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedad viral respiratoria: Información referente a casos COVID-19 en México. Datos abiertos: 31 de diciembre 2021.

El 14 de marzo de 2020, la Secretaría de Educación Pública (SEP) adelantó el período de vacaciones de Semana Santa, extendiéndolo a un mes, del 23 de marzo al 20 de abril en todas las instituciones educativas de todo el país.

El 18 de marzo se reportaron 118 casos confirmados de COVID-19, un aumento de 26% en comparación con el resultado del día anterior (93 casos). Ese mismo día, la Secretaría de Salud confirmó la primera muerte por COVID-19 en México.

El Gobierno Federal decretó el 24 de marzo el **inicio de la fase 2 de la pandemia COVID-19 en el país**, tras registrar las primeras infecciones locales. En esta fase se suspenden principalmente ciertas actividades económicas, se restringen las congregaciones masivas y se recomienda permanecer en el domicilio a la población en general, especialmente a los mayores de 60 años y a las personas con diagnóstico de hipertensión arterial, diabetes, enfermedad cardíaca o pulmonar, inmunosupresión inducida o adquirida, a las mujeres que se encuentren en estado de embarazo o puerperio inmediato.

A partir del 26 de marzo se suspendieron las actividades no esenciales del gobierno federal, exceptuando las relacionadas con los servicios de seguridad, salud, energía y limpieza. Se recomienda el estornudo de etiqueta, el lavado de manos constante y la desinfección continua de áreas de uso público. Las personas que tienen los síntomas y se han confirmado con COVID-19 tienen que usar mascarillas faciales para evitar el contagio de otras personas. El personal de atención médica debe portar el equipo necesario de protección personal para evitar contagios al identificar a los pacientes en riesgo y al ser internados en las instalaciones médicas.

El 30 de marzo, se decretó una emergencia de salud nacional en México, dada la evolución de casos confirmados y las muertes por la enfermedad. Esto condujo al establecimiento de medidas adicionales para su prevención y control, como la suspensión inmediata de actividades no esenciales en todos los sectores económicos del país durante un mes, hasta el 30 de abril.

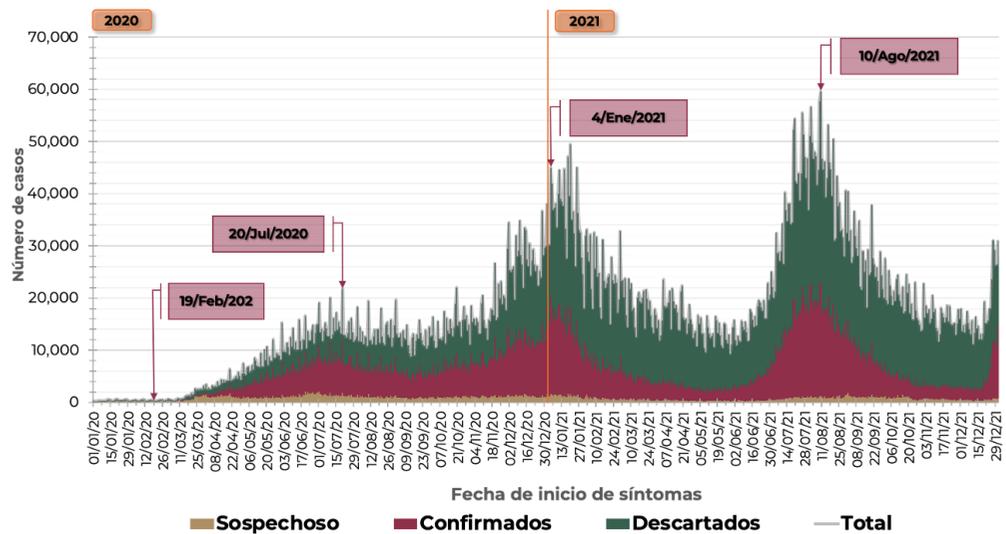
El 21 de abril del 2020 se dio por iniciada la fase 3 por COVID-19 en México, ya que se tenía evidencia de brotes activos y propagación en el territorio nacional con más de mil casos. Las medidas tomadas en esta fase fueron la suspensión de actividades no esenciales del sector público, privado y social, así como la extensión de la Jornada Nacional de Sana Distancia hasta el 30 de mayo.

El 13 de mayo 2020, se presenta el plan de regreso a la nueva normalidad, basado por un semáforo regional. El 1 de junio 2020, se declara el inicio de la nueva normalidad con medidas para prevenir contagios. El 23 de diciembre 2020; llegan al país las primeras vacunas contra la COVID-19, desarrolladas por de Pzifer y BioNTech; al siguiente día inicia la aplicación de vacunas al personal de salud. El 15 de febrero 2021, empieza la aplicación de vacunas para adultos mayores.

PANORAMA 2021

Desde el inicio de la pandemia hasta el 31 de diciembre del 2021, se **estudieron 12,606,547 casos** del Síndrome de Enfermedad Respiratoria Viral (ERV); de ellos, se han **confirmado 4,048,337** y se han registrado **387,771 defunciones totales por COVID-19**. La **tasa de incidencia** de casos acumulados fue de **10,004.09 por cada 100,000 habitantes** a nivel nacional. [Gráfica 8]

Gráfica 8. Casos de COVID-19 registrados por clasificación, México, 2020-2021.



Las fechas indican, el día en que se confirmó el 1º caso (19/feb/20), la otras fechas indican, los días en que se ha registrado el mayor número de casos confirmados, en ambos periodos.

Construida: GOBMX/SALUD/SPPS/DGE/DIE: SINAVE/Sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedad viral respiratoria: Información referente a casos COVID-19 en México. Datos abiertos: 31 de diciembre 2021.

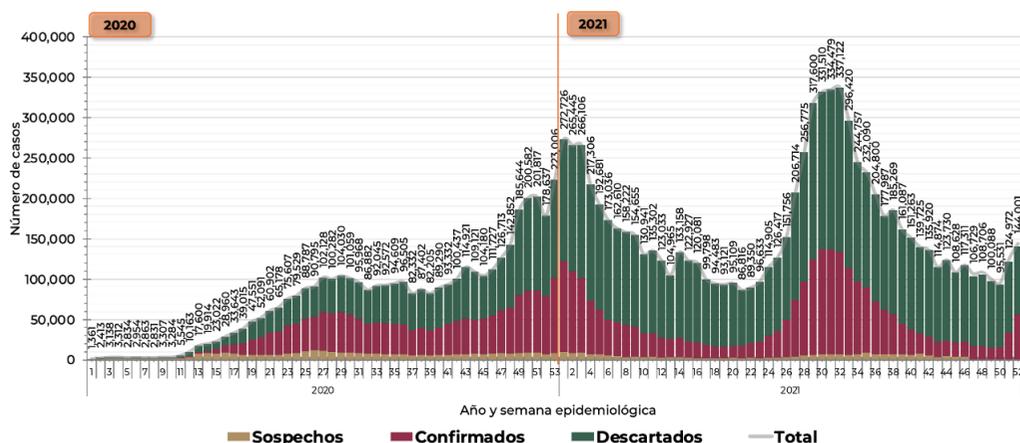
Tabla 6. Clasificación de casos acumulados de COVID-19, por año de registro y porcentaje de cambio, México, 2020-2021.

Fecha	Confirmados acumulados	Negativos acumulados	Sospechosos acumulados	Total estudiados
2020	1,563,136	1,970,575	334,686	3,868,396
2021	2,485,201	6,003,720	249,230	8,738,151
Total	4,048,337	7,974,295	583,916	12,606,547
% cambio	37%	67%	-34%	56%

Construida: GOBMX/SALUD/SPPS/DGE/DIE: SINAVE/Sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedad viral respiratoria: Información referente a casos COVID-19 en México. Datos abiertos: 31 de diciembre 2021.

En el año 2021, se registraron 8,738,151 casos compatibles de COVID-19; de los cuales, En comparación un con el año anterior, se tuvo un 56% de aumento en los casos estudiados, un 37% de casos confirmados más, y una disminución del 34% en los casos sospechosos. [Tabla 6] Durante el 2021, el 4 de enero y 10 de agosto, se registró el mayor número de casos confirmados de COVID-19. [Gráfica 8]

Gráfica 9. Clasificación de casos de ERV notificados, por semana, México, 2020-2021.

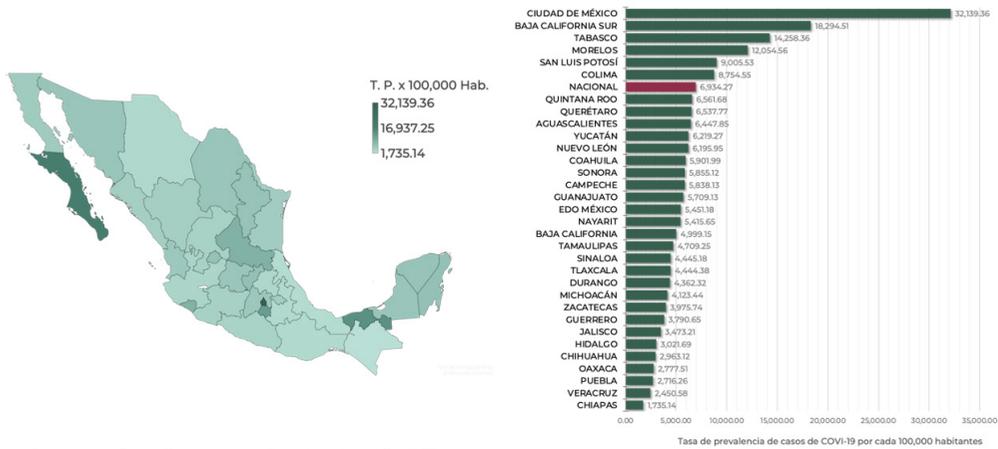


Construida: GOBMX/SALUD/SPPS/DGE/DIE: SINAVE/Sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedad viral respiratoria: Información referente a casos COVID-19 en México. Datos abiertos: 31 de diciembre 2021.

La dinámica de la epidemia de COVID-19 en México, se puede considerar en tres picos epidémicos. El primero alcanzó su pico máximo en la semana 29 del 2020, registrando 104,030 casos. El segundo pico en la semana 1 de 2021 registrando 272,726 casos para esa semana. Estas dos primeras olas se caracterizan con un crecimiento gradual y sostenido durante el 2020. El tercer pico, se registró en la semana 32 de 2021, con 337,122 casos. Esta ola se caracterizó por incremento rápido en solo 10 semanas, antecedido por un descenso de la incidencia de casos persistente y paulatino. Para la semana 51 del 2021, se observa un incremento en el registro de casos, similar a la ola previa; indicios de una 4ª ola, coincidente con el patrón de diciembre-2020 y enero 2021. [Gráfica 9]

Para el año de 2021; las 10 primeras entidades que acumulan el mayor número de casos son: Ciudad de México (33.87%), Estado de México (10.6%), Nuevo León (4.1%), Guanajuato (4.03%), Tabasco (3.92%), Jalisco (3.32%), San Luis Potosí (2.91%), Morelos (2.72%), Veracruz (2.26%) y Michoacán (2.24%). Estos estados conforman casi el 70% de los casos registrados a nivel nacional. La tasa de prevalencia calculada durante el periodo, a nivel nacional, es de 6,934.27 casos de COVID-19 por cada 100,000 habitantes. Las entidades federativas con prevalencia por arriba de la nacional son: Ciudad de México (Tasa = 32,139.36), Baja California Sur (Tasa = 18,294.51), Tabasco (Tasa = 14,258.36), Morelos (Tasa = 12,054.56), San Luis Potosí (Tasa= 9,005.53) y Colima (Tasa = 8,754.55). [Figura 7]

Figura 7. Tasa de prevalencia de casos de COVID-19, por entidad federativa, México 2021.

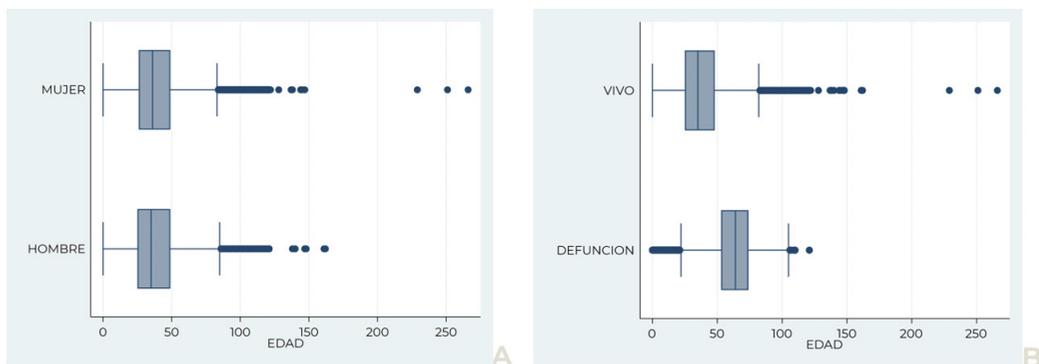


Tasa de prevalencia por cada 100,000 habitantes.
Población de INEGI, Censo 2020.

Construida: GOBMX/SALUD/SPPS/DGE/DIE: SINAVE/Sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedad viral respiratoria: Información referente a casos COVID-19 en México. Datos abiertos: 31 de diciembre 2021.

El **53.04% de los casos notificados corresponden a mujeres**. La media de edad de los casos es de 37.65 años (DS: 17.17), la edad para ambos grupos de genero no hay diferencias. De estos, lo casos que fallecen, la media de edad es de 62.57 años (DS: 16.18). [Gráfica 10] El grupo de edad de 20 a 34 años representan el 36.2% de los casos en general. En las defunciones el grupo de edad que 60 a 74 años reúnen el 36.6% de las defunciones. [Gráfica 11].

Gráfica 10. Gráfica de caja de edad por sexo (A) y estado final (B) de casos de COVID-19, México 2021.

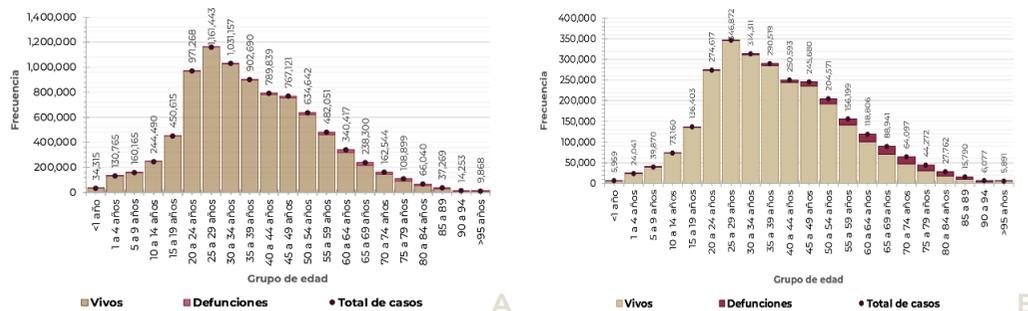


(A) Edad por sexo: MUJER (Media: 37.97 – DS: 16.84), HOMBRE (Media: 37.29 – DS: 17.53).

(B) Edad por estado final: VIVO (Media: 37.14 – DS: 16.80), DEFUNCION (Media: 62.57 - DS: 16.18).

Construida: GOBMX/SALUD/SPPS/DGE/DIE: SINAVE/Sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedad viral respiratoria: Información referente a casos COVID-19 en México. Datos abiertos: 31 de diciembre 2021.

Gráfica 11. Casos de ERV (A) y casos confirmados y sospechosos a SARS-CoV-2 (B), por grupo edad y estado final, México, 2021.

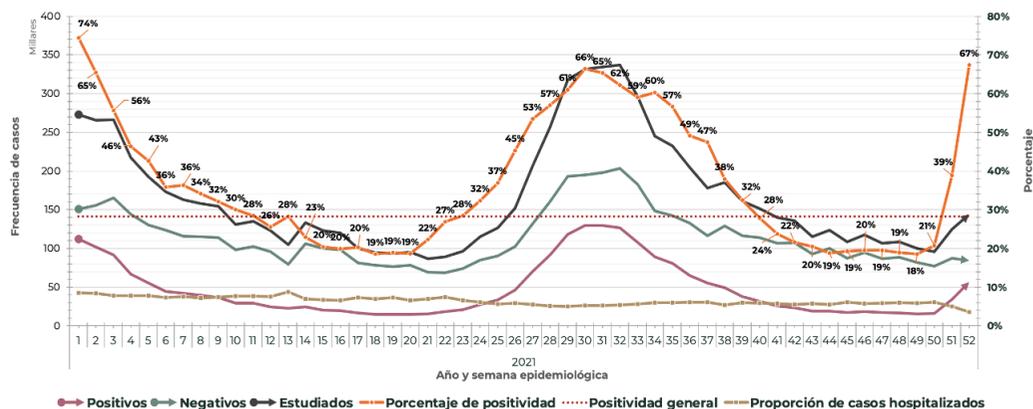


- (A) Incluyen todos los casos estudiados de ERV.
- (B) Incluyen los casos confirmados y sospechosos (cumplen con definición operacional y no cuentan con muestra).

Construida: GOBMX/SALUD/SPPS/DGE/DIE: SINAVE/Sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedad viral respiratoria: Información referente a casos COVID-19 en México. Datos abiertos: 31 de diciembre 2021.

Durante el 2021, hasta la semana epidemiológica 52, se han estudiado **8,738,151** de casos. En este periodo se han registrado **2,485,201** casos confirmados (28.4%), estos a la vez se subclasifican por asociación epidemiológica que representan el 2.1% de los casos confirmados; y dictaminados que son el 0.04%. Los casos sospechosos de COVID-19 para el 2021, suman 249,230 (2.85%). Los casos que se han clasificado como negativos acumulan 6,003,720; más de la mitad de todos los casos estudiados, el 68.71%. El porcentaje de positividad general para el año 2021 se calculó de 28%, los puntos más altos ocurrieron en la semana 1 y 52 del 2021, con 74% y 67% respectivamente. Llegando a registrar el punto más bajo en la semana 49 con el 18%. En promedio la tasa de hospitalización de los casos fue de 6%; alcanzando una tasa de 9% en la semana 13. [Gráfica 12]

Gráfica 12. Clasificación de casos de ERV por resultado de laboratorio, fecha de inicio de síntomas, México 2021.

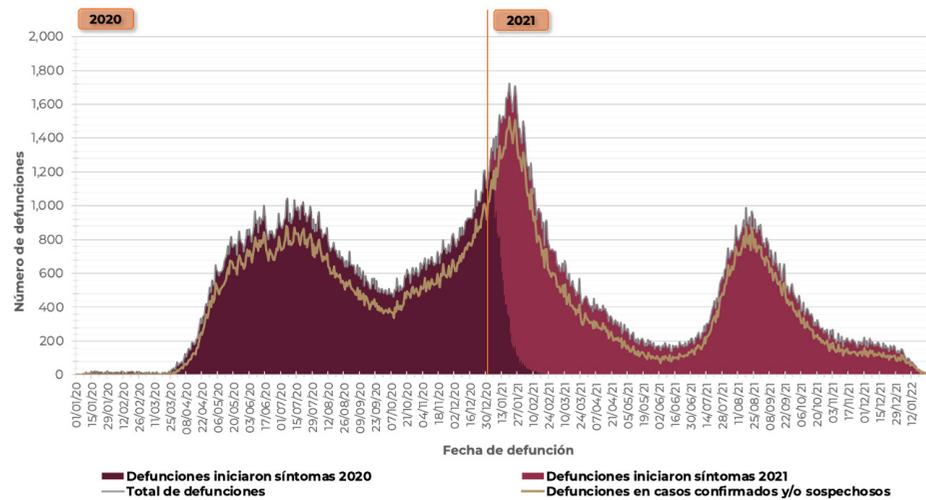


Construida: GOBMX/SALUD/SPPS/DGE/DIE: SINAVE/Sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedad viral respiratoria: Información referente a casos COVID-19 en México. Datos abiertos: 31 de diciembre 2021.

Respecto a las defunciones desde el inicio de la pandemia en México, hasta el 31 de diciembre de 2021; se ha registrado 387,771 defunciones acumuladas, de las cuales 176,501 corresponden al año 2021. Esto implica una diferencia del -19.7% menos respecto al año previo. [Gráfica 13]

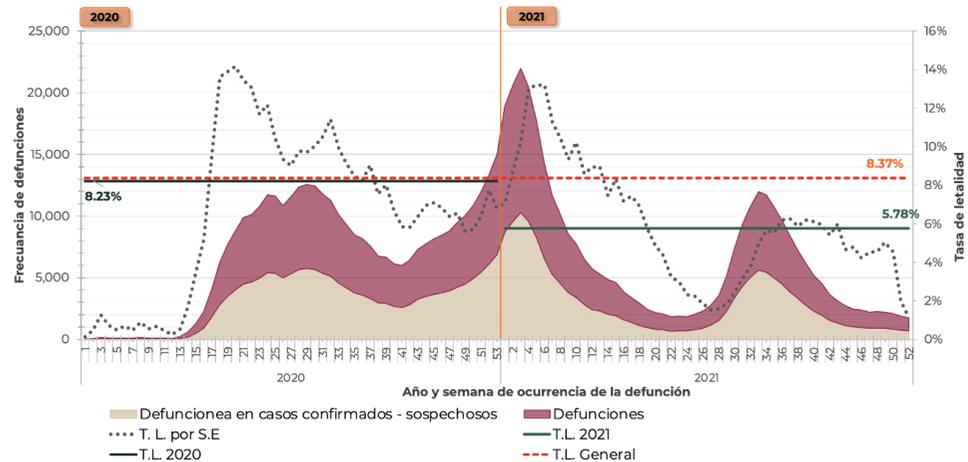
En los casos clasificados como confirmados y sospechosos en 2021, hasta la semana epidemiológica 52, se calcula una **T. L.** en **2021** de **5.78%**. En comparación con el **año 2020** donde se registró una **T. L. de 8.23%**. Residiendo una **T. L. general de 8.37%** para toda la pandemia. [Gráfica 14].

Gráfica 13. Defunciones de COVID-19, por fecha de defunción, clasificadas por año de inicio de síntomas, México 2020-2021.



Construida: GOBMX/SALUD/SPPS/DGE/DIE: SINAVE/Sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedad viral respiratoria: Información referente a casos COVID-19 en México. Datos abiertos: 31 de diciembre 2021.

Gráfica 7. Defunciones confirmadas y tasa de letalidad por semana epidemiológica, México, 2020-2021.



Construida: GOBMX/SALUD/SPPS/DGE/DIE: SINAVE/Sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedad viral respiratoria: Información referente a casos COVID-19 en México. Datos abiertos: 31 de diciembre 2021.

Figura 8. Distribución por entidad federativa de casos confirmados y sospechosos; categorizados por estado final vivos (A) o defunciones (B), México, 2021.



(A) Casos confirmados y sospechosos, que no fueron registrados como defunción.

(B) Casos confirmados y sospechosos, que fueron registrados como defunción.

Construida: GOBMX/SALUD/SPPS/DGE/DIE: SINAVE/Sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedad viral respiratoria: Información referente a casos COVID-19 en México. Datos abiertos: 31 de diciembre 2021.

Respecto a las defunciones registradas en el 2021, en los casos clasificados como confirmados y sospechosos; la mayor proporción corresponden a al Estado de México (13.4%), Ciudad de México (12.2%), Jalisco (7.1%), Nuevo León (5.7%), Puebla (5.6%), Veracruz (5.1%) y Guanajuato (4.5%). Juntos concentran un poco más de la mitad de las defunciones (53.7% de las defunciones en 2021). [Figura 8]

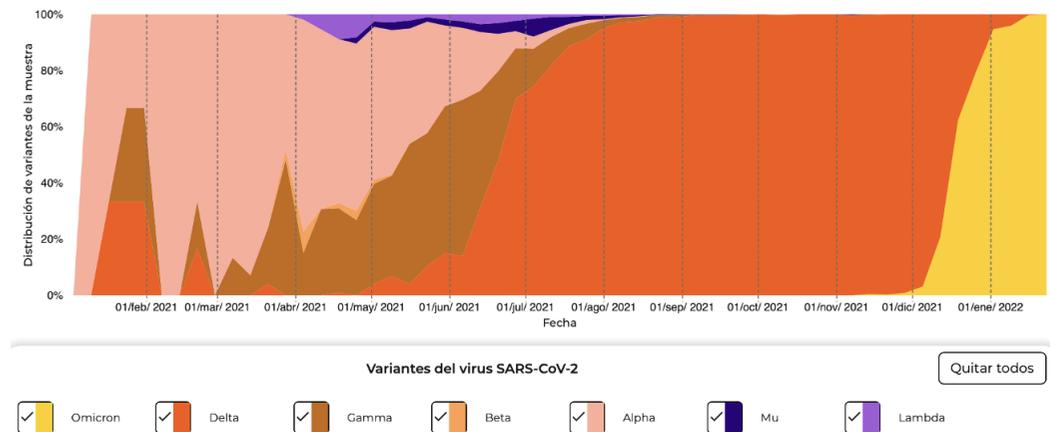
El **93.62%** de los casos han sido **ambulatorios**, y el **6.38%** han sido **hospitalizados**. El 7.6% requirieron intubación. En comparación con el año 2020, se observó una **disminución de siete puntos porcentuales para los casos que requirieron hospitalización y cinco puntos porcentuales para los que requirieron ser intubados**.

Vigilancia genómica del SARS-CoV-2 en México

A partir de la semana 27 del 2021 la variante Delta desplaza al resto de variantes hasta posicionarse como la variante predominante a partir de la S.E. 31 con proporciones por arriba de 93%.

Durante la semana 51 hay 347 secuencias registradas, el 18% son variante Delta y 82% variante Ómicron y a la semana 52 hay 284 secuencias registradas, el 15% son variante Delta y el 85% variante Ómicron. [Figura 9]

Figura 9. Evolución de variantes del virus SARS-CoV-2, México, 2021.



Solamente se muestran variantes de preocupación y de interés.

Tomada de: GOBMX/SALUD/SPPS/DGE/InDRE: Vigilancia de variantes del virus SARS-CoV-2.

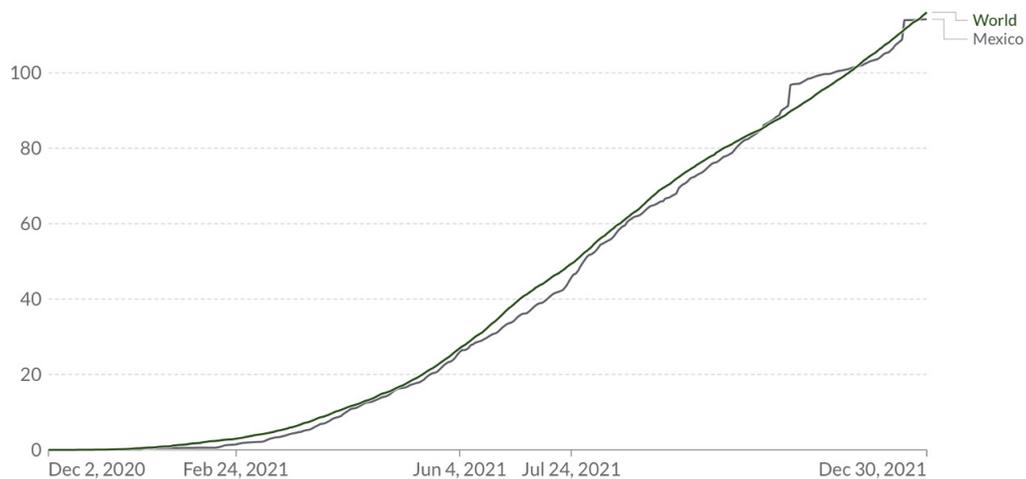
Vacunación contra SARS-CoV-2 en México

El 2 de diciembre, la Secretaría de Salud firmó el convenio con Pfizer, para adquirir 34.4 millones de vacunas de COVID-19. La expectativa es recibir 250,000 dosis este mismo mes, destinada para el personal de salud. El 11 de diciembre, la COFEPRIS ha dictaminado procedente la autorización para uso de emergencia de la vacuna Pfizer, con el fin de ser utilizada en la **Política Nacional de Vacunación Contra el Virus SARS-CoV-2 para la Prevención de la COVID-19**.

Para el 23 de diciembre, llegó primer lote de vacunas Pfizer, las cuales serán repartidas a elementos de salud que atienden en primera línea a pacientes de la COVID-19. **El 24 de diciembre, inicia la vacunación contra COVID-19 en México.**

Con corte al día 31 de diciembre de 2021; **148,938,454 total de dosis aplicadas reportadas**. Se reportan **81,916,351 personas vacunadas**. Lo que involucra **72,846,741 personas vacunadas con esquema completo (89%)**, **9,069,610 personas vacunadas con nuevos esquemas (11%)**. El 88% de la población de 18 años y más ya tenían al menos la primera dosis. [Figura 10 y 11]

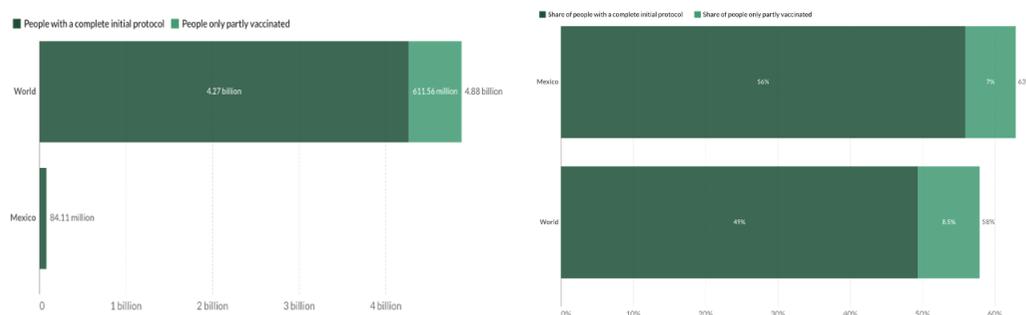
Figura 10. Dosis de vacuna COVID-19 administradas por cada 100 personas, México, al 31 de diciembre de 2021.



Todas las dosis, incluidos los refuerzos, se cuentan individualmente. Como la misma persona puede recibir más de una dosis, el número de dosis por cada 100 personas puede ser superior a 100.

Fuente: Our World in Data. COVID -19 Vaccination. Consultado el 31 de diciembre 2021. Disponible en: <https://ourworldindata.org/covid>

Figura 11. Porcentaje de personas vacunadas contra SARS-CoV-2 con esquemas completos e incompletos, México y mundial, 2021.



Definiciones alternativas de una vacunación completa, tener 1 dosis de un protocolo de 2 dosis.

Fuente: Our World in Data. COVID -19 Vaccination. Consultado el 31 de diciembre 2021. Disponible en: <https://ourworldindata.org/covid>

CONCLUSIONES

La influenza y otros brotes de coronavirus, incluidos el SARS y el MERS, tienen pocas características en común: la interacción humana con los animales silvestres, la transmisión entre especies, las mutaciones y la transmisión de persona a persona, y el alcance global de la pandemia. A diferencia del SARS-CoV-2; el SARS y el MERS se controlaron y contuvieron oportunamente antes de tomar la forma de una crisis pandémica mundial y de salud pública. La COVID-19 es una enfermedad altamente transmisible; la excreción viral se manifiesta antes de la aparición de síntomas perceptibles. Varios pacientes permanecen asintomáticos y actúan como súper propagadores, continuando infectando a otros individuos sanos. Por lo tanto, el SARS-CoV-2 sin duda se propaga silenciosamente, amenazando la seguridad pública a nivel mundial, particularmente en entornos de alta movilidad y densidad de población.

La COVID-19 continúa siendo un riesgo, la pandemia no ha dado tregua, se propaga con facilidad y las nuevas variantes plantean que la transmisión de persona a persona sea más eficiente. Las vacunas experimentales y usadas como emergencia dan una esperanza a largo plazo, aún las medidas no farmacológicas continúan siendo la principal forma de prevenir los contagios. El costo en vidas humanas, el desgaste social, la crisis económica y el daño emocional que está provocando el virus SARS-CoV-2 con la pandemia en curso plantea rediseñar los sistemas de salud, las formas de convivencia humana y retomar el fundamento filosófico de la vida y del futuro próximo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cui, J., Li, F. & Shi, ZL. Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. *Nat Rev Microbiol* 17, 181–192 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0118-9>
2. Zhong, N. S. et al. Epidemiology and cause of severe acute respiratory syndrome (SARS) in Guangdong, People's Republic of China, in February, 2003. *Lancet* 362, 1353–1358 (2003).
3. Drosten, C. et al. Identification of a novel coronavirus in patients with severe acute respiratory syndrome. *N. Engl. J. Med.* 348, 1967–1976 (2003).
4. Zaki, A. M., van Boheemen, S., Bestebroer, T. M., Osterhaus, A. D. & Fouchier, R. A. Isolation of a novel coronavirus from a man with pneumonia in Saudi Arabia. *N. Engl. J. Med.* 367, 1814–1820 (2012).
5. Andersen, K.G., Rambaut, A., Lipkin, W.I. et al. The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nat Med* 26, 450–452 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0820-9>
6. Parks JM, Smith JC. How to Discover Antiviral Drugs Quickly. *N Engl J Med* 2020; 382: 2261-2264.
7. Vibol Hul, Deborah Delaune, Erik A Karlsson, Alexandre Hassanin, Putita Ou Tey, Artem Baidaliuk, Fabiana Gámbaro, Vuong Tan Tu, Lucy Keatts, Jonna Mazet, Christine Johnson, Philippe Buchy, Philippe Dussart, Tracey Goldstein, Etienne Simon-Lorière, Veasna Duong. A novel SARS-CoV-2 related coronavirus in bats from Cambodia. *bioRxiv* 2021.01.26.428212; doi: <https://doi.org/10.1101/2021.01.26.428212>
8. Díaz-Castrillón FJ, Toro-Montoya AI. SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia. *Med. Lab.* 5 de mayo de 2020; 24(3): 183-05. [<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/05/1096519/covid-19.pdf>]
9. Fontal A, Bouma MJ, San José A, Lopez L, Pascual M, Rodó X. Climatic signatures in the different COVID-19 pandemic waves across both hemispheres. *Nature Comput Sci.* 2021. <https://doi.org/10.1038/s43588-021-00136-6>.
10. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, Tamin A, Harcourt JL, Thornburg NJ, Gerber SI, Lloyd-Smith JO, de Wit E, Munster VJ. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med.* 2020 Apr 16;382(16):1564-1567.
11. Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. Variantes de SARSCoV-2 en las Américas. 26 de enero de 2021, Washington, D.C. OPS/OMS. 2021.
12. Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. Ocurrencia de variantes de SARS-CoV-2 en las Américas. 20 de enero de 2021, Washington, D.C. OPS/OMS. 2021.
13. European Centre for Disease Prevention and Control. Risk related to spread of new SARS-CoV-2 variants of concern in the EU/EEA, first up-

- date – 21 January 2021. ECDC: Stockholm; 2021. [<https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/COVID-19-risk-related-to-spread-of-new-SARS-CoV-2-variants-EU-EEA-first-update.pdf>]
14. Tang JW, Tambyah PA, Hui DS. Emergence of a new SARS-CoV-2 variant in the UK. *J Infect.* 2020 Dec 28;S0163-4453(20)30786-6. doi: 10.1016/j.jinf.2020.12.024. Epub ahead of print. PMID: 33383088; PMCID: PMC7834693.
 15. Instituto Nacional de Salud Pública. Resultados preliminares de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición COVID-19. Secretaría de Salud, México. Publicado el 16 diciembre 2020. Disponible en: <https://www.insp.mx/avisos/resultados-preliminares-de-la-encuesta-nacional-de-salud-y-nutricion-covid-19>
 16. Horby P, Huntley C, Davies N et al. NERVTAG note on B.1.1.7 severity. New & Emerging Threats Advisory Group, Jan. 21, 2021. Retrieved from NERVTAG note on variant severity [<https://depts.washington.edu/pandemicalliance/2021/01/25/nervtag-note-on-b-1-1-7-severity/>]
 17. Public Health England. Investigation of novel SARS-CoV-2 variant: Variant of Concern 202012/01.202012/01. Technical briefing 3. 28 Dec 2020. Retrieved from Investigation of novel SARS-CoV-2 Variant: Variant of Concern 202012/01 [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/950823/Variant_of_Concern_VOC_202012_01_Technical_Briefing_3_-_England.pdf]
 18. Sood N, Simon P, Ebner P, Eichner D, Reynolds J, Bendavid E, Bhattacharya J. Seroprevalence of SARS-CoV-2-Specific Antibodies Among Adults in Los Angeles County, California, on April 10-11, 2020. *JAMA.* 2020 Jun 16;323(23):2425-2427. doi: 10.1001/jama.2020.8279. PMID: 32421144; PMCID: PMC7235907.
 19. Bajema KL, Wiegand RE, Cuffe K, Patel SV, Iachan R, Lim T, Lee A, Moyses D, Havers FP, Harding L, Fry AM, Hall AJ, Martin K, Biel M, Deng Y, Meyer WA 3rd, Mathur M, Kyle T, Gundlapalli AV, Thornburg NJ, Petersen LR, Edens C. Estimated SARS-CoV-2 Seroprevalence in the US as of September 2020. *JAMA Intern Med.* 2020 Nov 24:e207976. doi: 10.1001/jamainternmed.2020.7976. Epub ahead of print. PMID: 33231628; PMCID: PMC7686880.
 20. Tegally H, Wilkinson E, Giovanetti M, et al. Emergence and rapid spread of a new severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2 (SARS-CoV-2) lineage with multiple spike mutations in South Africa. *MedRxiv* 2020. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.12.21.20248640>
 21. Wu K, Werner AP, Moliva JI, et al. mRNA-1273 vaccine induces neutralizing antibodies against spike mutants from global SARS-CoV-2 variants. *BioRxiv* 2021. doi: <https://doi.org/10.1101/2021.01.25.427948>
 22. National Institute of Infectious Diseases, Japan. (2021, January 12.) Brief report: New Variant Strain of SARS-CoV-2 Identified in Travelers from Brazil [Press release]. Retrieved from <https://www.niid.go.jp/niid/en/2019-ncov-e/10108-covid19-33-en.html>
 23. MN Department of Health. (2021, January 25). MDH lab testing confirms nation's first known COVID-19 case associate with Brazil P.1 variant [Press release]. Retrieved from News release: MDH lab testing

- confirms nation's first known COVID-19 case associated with Brazil P.1 variant [<https://www.health.state.mn.us/news/pressrel/2021/covid012521.html>]
24. Faria NR, Claro IM, Candido D, et al. Genomic characterisation of an emergent SARS-CoV-2 lineage in Manaus: preliminary findings. 12 Jan 2021. Retrieved from Genomic characterisation of an emergent SARS-CoV-2 lineage in Manaus: preliminary findings – SARS-CoV-2 coronavirus / nCoV-2019 Genomic Epidemiology – Virological. [<https://virological.org/t/genomic-characterisation-of-an-emergent-sars-cov-2-lineage-in-manauas-preliminary-findings/586>]
 25. Resende PC, Bezerra JF, de Vasconcelos RHT, et al. Spike E484K mutation in the first SARS-CoV-2 reinfection case confirmed in Brazil, 2020. 10 Jan 2021. Retrieved from Spike E484K mutation in the first SARS-CoV-2 reinfection case confirmed in Brazil, 2020 – SARS-CoV-2 coronavirus / nCoV-2019 Genomic Epidemiology – Virological. [<https://virological.org/t/spike-e484k-mutation-in-the-first-sars-cov-2-reinfection-case-confirmed-in-brazil-2020/584>]
 26. Naveca F, de Costa C, Nascimento V, et al. SARS-CoV-2 reinfection by the new Variant of Concern (VOC) P.1 in Amazonas, Brazil. Retrieved from SARS-CoV-2 reinfection by the new Variant of Concern (VOC) P.1 in Amazonas, Brazil – SARS-CoV-2 coronavirus / nCoV-2019 Genomic Epidemiology – Virological. [<https://virological.org/t/sars-cov-2-reinfection-by-the-new-variant-of-concern-voc-p-1-in-amazonas-brazil/596>]
 27. Bin Zhou, Tran Thi Nhu Thao, Donata Hoffmann, et al. SARS-CoV-2 spike D614G variant confers enhanced replication and transmissibility. *bioRxiv* 2020.10.27 doi: <https://doi.org/10.1101/2020.10.27.357558>
 28. Volz E, Hill V, McCrone J, et al. Evaluating the Effects of SARS-CoV-2 Spike Mutation D614G on Transmissibility and Pathogenicity. *Cell* 2021; 184(64-75). doi: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.11.020>
 29. Korber B, Fischer WM, Gnanakaran S, et al. Tracking Changes in SARS-CoV-2 Spike: Evidence that D614G Increases Infectivity of the COVID-19 Virus. *Cell* 2021; 182(812-7). doi: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.06.043>
 30. Yurkovetskiy L, Wang X, Pascal KE, et al. Structural and Functional Analysis of the D614G SARS-CoV-2 Spike Protein Variant. *Cell* 2020; 183(3): 739-1. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.09.032>
 31. McCarthy KR, Rennick LJ, Namnulli S, et al. Natural deletions in the SARS-CoV-2 spike glycoprotein drive antibody escape. *bioRxiv* [Preprint posted online November 19, 2020] <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.11.19.389916v1>
 32. Kemp SA, Harvey WT, Datir RP, et al. Recurrent emergence and transmission of a SARS-CoV-2 spike deletion Δ H69/V70. *bioRxiv* [Preprint posted online January 14, 2021] <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.12.14.422555v4>
 33. Vibol Hul, Deborah Delaune, Erik A Karlsson, Alexandre Hassanin, Putita Ou Tey, Artem Baidaliuk, Fabiana Gámbaro, Vuong Tan Tu, Lucy Keatts, Jonna Mazet, Christine Johnson, Philippe Buchy, Philippe Dusart, Tracey Goldstein, Etienne Simon-Lorière, Veasna Duong. A novel SARS-CoV-2 related coronavirus in bats from Cambodia. *bioRxiv*

2021.01.26.428212; doi: <https://doi.org/10.1101/2021.01.26.428212>

34. Harrison AG, Lin T, Wang P. Mechanisms of SARS-CoV-2 Transmission and Pathogenesis. *Trends Immunol.* 2020 Dec;41(12):1100-1115. doi: 10.1016/j.it.2020.10.004.
35. Hung LS. The SARS epidemic in Hong Kong: what lessons have we learned? *J R Soc Med.* 2003;96(8):374-378. doi: 10.1258/jrsm.96.8.374
36. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, Qiu Y, Wang J, Liu Y, Wei Y, Xia J, Yu T, Zhang X, Zhang L. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet.* 2020 Feb 15;395(10223):507-513. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30211-7.
37. Suárez V, Suarez Quezada M, Oros Ruiz S, Ronquillo De Jesús E. Epidemiology of COVID-19 in Mexico: from the 27th of February to the 30th of April 2020. *Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020. Rev Clin Esp.* 2020;220(8):463-471.

DENGUE



INTRODUCCIÓN

El dengue grave (conocido anteriormente como dengue hemorrágico) fue identificado por vez primera en los años cincuenta del siglo pasado durante una epidemia de la enfermedad en Filipinas y Tailandia. Hoy en día, afecta a la mayor parte de los países de Asia y América Latina y se ha convertido en una de las causas principales de hospitalización y muerte en los niños y adultos de dichas regiones.

Entre la semana epidemiológica (SE) 1 y la SE 53 de 2021 en la Región de las Américas se notificaron 1,254,258 casos de dengue (incidencia de 123.11 casos por 100,000 habitantes), incluidas 434 defunciones. Del total de casos notificados, 521,923 (42%) fueron confirmados por criterio de laboratorio y 3,268 (0.2%) fueron clasificados como dengue grave. La tasa de letalidad fue 0.03%. (Gráfica 1)

Durante el 2021, las tasas de incidencia acumulada más altas se observaron en el Cono Sur, la Subregión Andina y el Istmo Centroamericano y México.

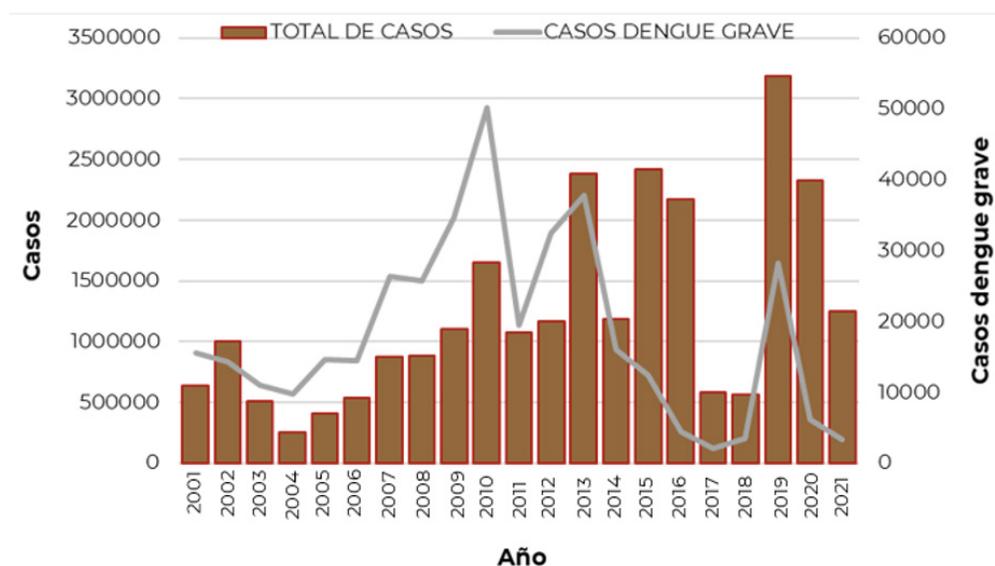
La incidencia más alta de dengue grave se observó en los siguientes países: Colombia con 864 casos, Honduras con 851 y Brasil con 346.

Los cuatro serotipos del virus del dengue (DENV 1, DENV 2, DENV 3 y DENV 4) están presentes en la Región de las Américas. En 2021, hasta el SE 49, se ha detectado la circulación simultánea de todos ellos en Colombia, Guatemala, México y Venezuela; mientras que, en la Guayana Francesa y Martinica circulan los serotipos DENV 1, DENV 2 y DENV 3; mientras que, en Argentina, Honduras y Paraguay circulan los serotipos DENV 1, DENV 2 y DENV 4.

ANTECEDENTES

El **dengue** es una enfermedad vírica transmitida por mosquitos que se ha propagado rápidamente en todas las regiones del mundo en los últimos años. El virus del dengue se transmite por mosquitos hembra principalmente de la especie *Aedes aegypti* y, en menor grado, de *A. albopictus*. Estos mosquitos también transmiten la *fiebre chikungunya*, *fiebre amarilla* y la infección por el *virus de Zika*. La enfermedad está muy extendida en los trópicos, con variaciones locales en el riesgo que dependen en gran medida de las precipitaciones, la temperatura y la urbanización rápida sin planificar.

Gráfica 1. Distribución de casos reportados de dengue y proporción de dengue grave por año de notificación. Región de las Américas, 2001-2021 (hasta la SE 52 de 2021).



Fuente: Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. Actualización Epidemiológica Dengue en el contexto de COVID-19, Washington, D.C. OPS/OMS. 2021

El causante del dengue es un virus de la familia Flaviviridae que tiene **cuatro serotipos distintos**, pero estrechamente emparentados: **DENV-1, DENV-2, DENV-3 y DENV-4**. Cuando una persona se recupera de la infección adquiere inmunidad de por vida contra el serotipo en particular. Sin embargo, la inmunidad cruzada a los otros serotipos es parcial y temporal. Las infecciones posteriores (secundarias) causadas por otros serotipos aumentan el riesgo de padecer el dengue grave. Aún cuando la Organización panamericana de la Salud en 1963, declaró la erradicación de la enfermedad en el país, dos décadas después fue reintroducido al país, convirtiéndose desde entonces en un problema de salud pública.

SITUACIÓN EN MÉXICO

Aun cuando la Organización panamericana de la Salud en 1963, declaró la erradicación de la enfermedad en el país, dos décadas después fue reintroducido al país, convirtiéndose desde entonces en un problema de salud pública.

La diseminación en el territorio nacional siguió un patrón de sur a norte, hacia la mayoría de los estados de la república debido a sus características geográficas, demográficas y sociales aptas para la reproducción del vector.

Actualmente los cuatro serotipos se encuentran circulando en el país, y en algunas entidades hay evidencia de la circulación simultánea de dos o más serotipos, la enfermedad está presente en 30 estados, excluyendo a Tlaxcala y la Ciudad de México.

Una de las más importantes acciones de control es el saneamiento básico de espacios públicos y privados para eliminar criaderos de mosquitos, lo cual, de acuerdo con el Artículo 115 Constitucional, es una responsabilidad de los gobiernos municipales.

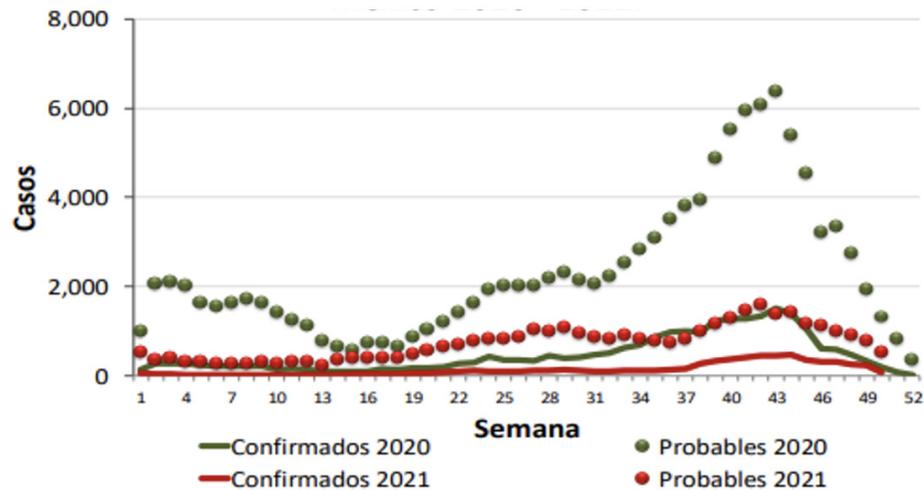
Sin embargo, el uso de insecticidas y larvicidas es una acción complementaria del control de vectores, y las recomendaciones de medidas sencillas para evitar contagios por el dengue, que se deben llevar a cabo en los estados endémicos incluyen la eliminación de recipientes que pueden servir de criaderos de mosquitos, latas, botellas, llantas, trozos de plástico y demás contenedores que no se utilicen; colocar mosquiteros en ventanas y puertas; aplicar cada tres horas, repelente sobre la piel expuesta y usar blusas o camisas de manga larga y pantalones largos.

El dengue es una enfermedad en proceso de cambio, lo cual amerita que se realicen estudios epidemiológicos que permitan identificar los factores de riesgo asociados a estos cambios. La información detallada de serotipos circulantes permitiría detectar zonas de riesgo de la aparición de casos de dengue grave y serviría para diseñar mejores estrategias de control.

PANORAMA 2021

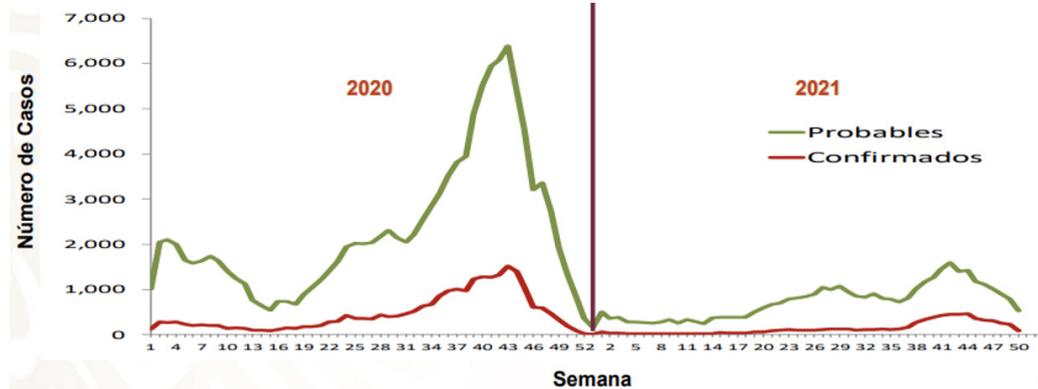
Hasta la semana epidemiológica No. 52 del 2021 se registraron 36,742 casos probables, contra los 120,239 probables en el 2020 (Gráfica 2 y 3). El total de casos confirmados para el 2021 fueron 6,746 y 25,226 en el 2020.

Gráfica 2. Casos de dengue probables y confirmados, México 2020 - 2021.



Fuente: SALUD/DGE/SINAVE/Panorama Epidemiológico de Dengue, SE. 52 2021

Gráfica 3. Curva Epidémica de Casos de Dengue; México, 2020 - 2021.



Fuente: SALUD/DGE/SINAVE/Panorama Epidemiológico de Dengue, SE. 52 2021.

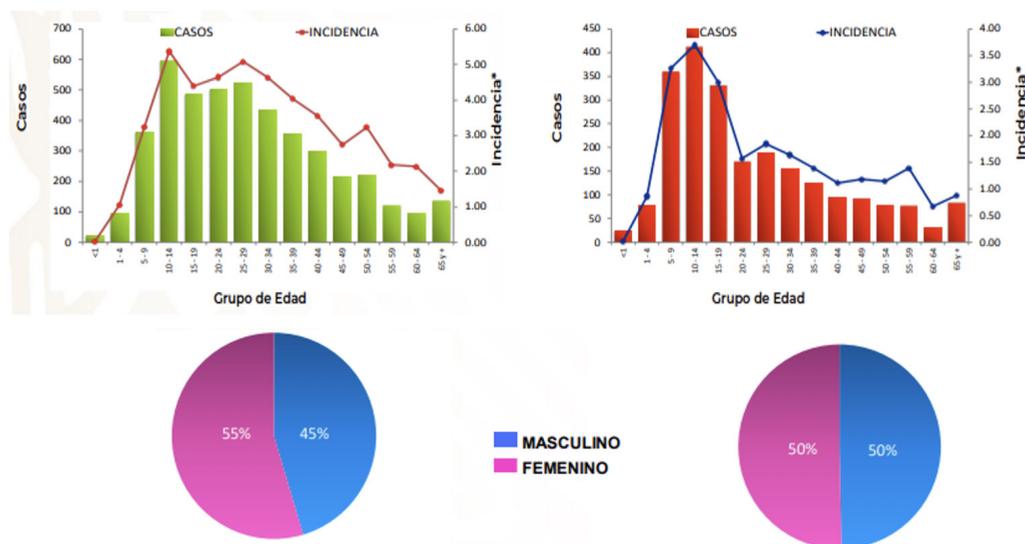
Durante el 2021 los **estados con mayor incidencia de casos confirmados**, fueron: Sinaloa (51.66), Coahuila (34.16), Morelos (28.86), Colima (20.40) Veracruz (12.24) y Oaxaca (10.17).

La temporada 2021 representó una disminución de la transmisión del dengue en México en comparación con la temporada 2020, esto se atribuye a una menor demanda de atención médica por parte de la población debido a la emergencia sanitaria por COVID-19.

Los estados con mayor número de casos acumulados fueron Sinaloa (1,616), Coahuila (1,080) y Veracruz (1,026). Los estados con el mayor número de casos de dengue con signos de alarma son Sinaloa (511), Morelos (341) y Oaxaca (225). Los estados con mayor número de casos de dengue grave son Sinaloa (88), Guerrero (57) y Veracruz (34).

En el **2021** se han notificado **39 defunciones confirmadas de dengue**, las cuales corresponden a Oaxaca (9), Sinaloa (8), Morelos (7), Michoacán (5), Guerrero (3), Jalisco (3), Veracruz (2), Colima (1) y Puebla (1).

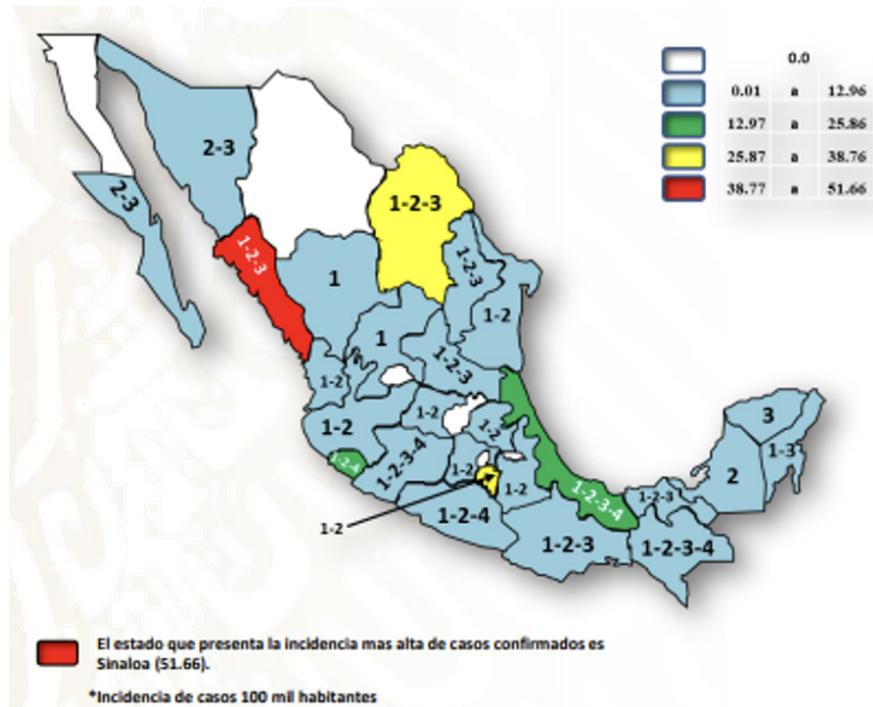
Gráfica 4. Casos e Incidencia de Casos Confirmados de Dengue por Grupo de Edad y Género; México, 2021.



Fuente: SALUD/DGE/SINAVE/Panorama Epidemiológico de Dengue, SE. 52 2021

En este año, el grupo de edad más afectado por el Dengue No Grave, fue el de 10 a 14 años, afectando el 55% al género femenino. En el Dengue Con Signos de Alarma y Dengue Grave fue el de 10 a 14 años y el 50% al género femenino. (Gráfica 4)

Figura 1. Incidencia y Serotipos Aislados de Dengue, por Entidad Federativa; México, 2021.



Fuente: SALUD/DGE/SINAVE/Panorama Epidemiológico de Dengue, SE. 52, 2021.

Durante el año 2021, los cuatro serotipos: DENV-1, DENV-2, y DENV-3 y DENV-4 circularon en el país, en la mayoría de los estados la circulación de DENV-1 y DENV-2 fue predominante. En los estados del centro y sureste prevalecieron los serotipos DENV-1, DENV-2 y DENV-3. Solo en 3 estados se tuvo la presencia de los 4 serotipos circulando simultáneamente, estos son: Chiapas, Michoacán y Veracruz. (Figura 1).

BIBLIOGRAFÍA

1. Actualización Epidemiológica Dengue, Chikungunya y Zika en el contexto del COVID-19: 23 diciembre 2021 - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/es/documentos/actualizacion-epidemiologica-dengue-chikungunya-zika-contexto-covid-19-23-diciembre-2021>. Accedido 17 de febrero de 2022.
2. PAHO/WHO Data - Dengue. <https://www3.paho.org/data/index.php/es/temas/indicadores-dengue.html>. Accedido 17 de febrero de 2022.
3. Salud, Secretaría de. «Panorama Epidemiológico de Dengue 2021». gob.mx, <http://www.gob.mx/salud/documentos/panorama-epidemiologico-de-dengue-2021>. Accedido 17 de febrero de 2022.
4. Narro Robles, José; Gómez-Dantés, Héctor. El dengue en México: un problema prioritario de salud pública. *Salud Pública de México*, [S.l.], v. 37, ene. 1995. Disponible en: <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/4560/5012>
5. Montesano-Castellanos, Raúl. Vigilancia epidemiológica del dengue en México. *Salud Pública de México*, [S.l.], v. 37, ene. 1995. Disponible en: <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/4565/5019>
6. Ivonne Torres-Galicia, David Cortés-Poza, Ingeborg Becker. Dengue en México: análisis de dos décadas *Gac Med Mex* 2014; 150 (2). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2014/gm142b.pdf>

The image features a microscopic view of Candida auris yeast cells. The cells are spherical and connected by long, thin, branching filaments. They are rendered in a semi-transparent, yellowish-green color with a glowing effect. The background is a dark grey-blue. Overlaid on the left side is a maroon-colored geometric shape containing the text 'CANDIDA AURIS'.

CANDIDA **AURIS**

INTRODUCCIÓN

El género de levaduras Cándida es responsable de la mayoría de las infecciones fúngicas en el mundo, C. auris es un patógeno multirresistente emergente.

Presenta la capacidad de formar biopelículas, resistir altas concentraciones de cloruro de sodio, es termorresistente con un desarrollo óptimo a 37°C y manteniéndose viable hasta 42°C, con una gran capacidad de adherencia.

Los análisis genéticos han mostrado una estrecha relación entre C. auris y el complejo C. haemulonii. Por lo que esta levadura puede ser identificada erróneamente como C. haemulonii, C. duobushaemulonii y otras especies de Cándida spp. como C. catenulata, C. famata, C. guilliermondii, C. lusitanae y C. parapsilosis, entre otras.

Se ha aislado en distintas muestras, como secreciones respiratorias, orina, bilis y tejidos, incluso en sistema nervioso central o en hueso; la fungemia es la presentación invasiva más frecuente de la infección.

Entre los factores de riesgo para enfermar por este patógeno se encuentran estancias hospitalarias prolongadas, uso prolongado de antibióticos de amplio espectro o antimicóticos, terapias vasculares invasivas, cirugías recientes, antecedentes de diabetes y otras enfermedades inmunosupresoras.

Cándida auris plantea importantes desafíos en términos de diagnóstico, tratamiento, prevención y control de infecciones. Es esperable que los casos y los brotes continúen apareciendo, y que lo hagan en cada vez más partes del mundo, por lo que es importante fortalecer la vigilancia epidemiológica y la difusión de la información sobre este patógeno emergente.

ANTECEDENTES

C. auris, fue aislada por primera vez en el canal auditivo de un paciente japonés en el año 2009, ese mismo año fue identificada en 15 pacientes con otitis crónica en Corea del Sur, país en el cual, durante el 2011, fueron descritos los primeros reportes de candidemia por *C. auris*.

Posterior a estos reportes iniciales, se identificó en diversas partes del mundo, notificándose casos en los cinco continentes.

Uno de los aspectos más enigmáticos de *C. auris* fue su aparición prácticamente simultánea en tres continentes. El análisis genético de los aislamientos de India, Venezuela y Sudáfrica demostraron ser poblaciones clonales de cada continente, pero diferentes entre sí, constituyendo clados independientes. Entre las teorías que buscan explicar este fenómeno se plantea una selección de linajes fúngicos que toleran mejor las temperaturas altas a partir del calentamiento global, lo que les permitiría colonizar y eventualmente causar enfermedad en animales con temperaturas basales altas.

En la región de las Américas, el primer brote se identificó en Venezuela en el año 2012, seguido de Colombia en 2015, Estados Unidos en 2016, Panamá y Canadá en 2017 y Costa Rica en 2019. Figura 1

Figura 1. Países y territorios de la Región de las Américas con casos confirmados, probables y colonizados de *C. auris* por año del primer hallazgo, 2012 – 2020.



Fuente: Organización Panamericana de la Salud. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/alerta-epidemiologica-brotos-candida-auris-servicios-atencion-salud-contexto-pandemia>.

Al 15 de febrero de 2021, se han reportado casos en Australia, Austria, Bangladesh, Bélgica, Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Egipto, Francia, Alemania, Grecia, Guatemala, India, Irán, Israel, Italia, Japón, Kenia, Kuwait, Líbano, Malasia, México, Países Bajos, Noruega, Omán, Pakistán, Panamá, Perú, Polonia, Qatar, Rusia, Arabia Saudita, Singapur, Sudáfrica, República de Corea, España, Sudán, Suiza, Taiwán, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos de América, Reino Unido y Venezuela. En algunos de estos países, se ha documentado una transmisión extensa de *C. auris* en más de un hospital.

Dada la creciente amenaza que representa *C. auris*, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) emitió en 2021 una alerta epidemiológica Brotes de *Candida auris* en servicios de atención a la salud en el contexto de la pandemia de COVID-19 y realiza recomendaciones respecto a las medidas de vigilancia e investigación epidemiológica:

- 1) Sensibilizar sobre la detección precoz y la identificación de casos sospechosos de *C. auris* al personal sanitario (médicos, enfermeras y auxiliares de enfermería) y al personal de limpieza que atiende a los pacientes afectados.
- 2) En los servicios de salud donde se haya identificado un caso confirmado se recomienda realizar la búsqueda retrospectiva de aislamientos de levaduras con patrón de resistencia atípico o identificación compatible con las especies con las cuales *C. auris* es identificada de forma errónea, para confirmar o descartar la presencia previa de *C. auris* en el servicio.
- 3) Todos los pacientes colonizados o infectados por *C. auris* que reciban el alta hospitalaria deben ser marcados con una alerta informática (trazabilidad) para facilitar su identificación en futuros ingresos hospitalarios. Además, se les debe realizar un tamizaje microbiológico al entrar de nuevo en contacto con el sistema sanitario y tratar como una «sospecha de caso» hasta que se descarte la colonización por *C. auris*.
- 4) Cuando la evidencia epidemiológica apunte a la existencia de vínculos concretos entre fuentes ambientales, o la transmisión de *C. auris* persista a pesar de la adherencia estricta a las recomendaciones y medidas de intervención, debe considerarse realizar estudios ambientales, por ejemplo: hisopado de bombas de medicación, teclados de computadoras, mesilla del paciente, esfigmomanómetros, camas y barandillas, entre otro.

SITUACIÓN EN MÉXICO

El primer caso reportado de *Cándida auris* en México, se presentó en mayo de 2020 en el estado de Nuevo León, en un femenino de 58 años diagnosticada con endometriosis severa, con múltiples complicaciones del tracto gastrointestinal.

Este paciente tenía factores de riesgo que han sido ampliamente publicados en la literatura, como hospitalización en la unidad de cuidados intensivos, uso de antibióticos de amplio espectro y la colocación de diferentes tipos de catéteres, cirugías e insuficiencia renal.

PANORAMA 2021

Al 22 de agosto de 2021 se habían identificado 40 casos confirmados en cinco hospitales del estado de Nuevo León. En junio de 2021 se identificó un caso de *C. auris* en el estado de Tabasco.

Todos los casos contaron con antecedente de neumonía por la COVID-19, hospitalización en Unidad de Cuidados Intensivos de Adultos (UCIA), antecedentes de ventilación mecánica, sonda urinaria, catéter venoso central, estancia prolongada y antibioticoterapia.

Derivado de la importancia de este patógeno y el reto para su diagnóstico y tratamiento, el 8 de septiembre de 2021 el Comité Nacional de Vigilancia Epidemiológica, emitió un Aviso Epidemiológico de actualización sobre *Cándida auris*, emitiendo así los lineamientos para la detección y notificación oportuna de casos y brotes por lo que ante la ocurrencia de casos de *C. auris* en pacientes hospitalizados, se deberá dar cumplimiento a la normativa vigente, incluyendo la detección y notificación oportuna de casos y brotes.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Alerta Epidemiológica Brotes de Candida auris en servicios de atención a la salud. Organización Panamericana de la Salud. [Internet]. 2021 Oct [cited 2021 Dic 30]. Available from: <https://www.paho.org/es/documentos/alerta-epidemiologica-brotes-candida-auris-servicios-atencion-salud-contexto-pandemia>*
2. *Secretaría de Salud. Dirección General de Epidemiología. Aviso Epidemiológico. CONAVE 04. 2021/Candida auris 08 de septiembre de 2021.*
3. *J. Ayala-Gayt.n et al. First case of Candida auris isolated from the bloodstream of a Mexican patient with serious gastrointestinal complications from severe endometriosis, Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2020*
4. *Lockhart SR, Etienne KA, Vallabhaneni S, Farooqi J, Chowdhary A, Govender NP, et al. Simultaneous emergence of multidrug-resistant candida auris on 3 continents confirmed by whole-genome sequencing and epidemiological analyses. Clin Infect Dis [Internet]. 2017 [cited 2021 Dic 10];64(2):134–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27988485/>*
5. *Casadevall A, Kontoyiannis DP, Robert V. On the emergence of candida auris: climate change, azoles, swamps, and birds. MBio [Internet]. 2019 Aug 27 [cited 2021 Dic 12];10(4). Available from: www.westerdijkinstitute.nl*
6. *Satoh K, Makimura K, Hasumi Y, Nishiyama Y, Uchida K, Yamaguchi H. Candida auris sp. nov., a novel ascomycetous yeast isolated from the external ear canal of an inpatient in a Japanese hospital. Microbiol Immunol [Internet]. 2009 [citado el 8 de Dic 20];53(1):41–4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19161556/>*

RIESGOS

SOCIO-ORGANIZATIVOS



POBLACIÓN
MIGRANTE EN
MÉXICO



INTRODUCCIÓN

Históricamente, la especie humana ha sido dinámica en busca de mejores condiciones geográficas, climatológicas, económicas, sociales y laborales que le permita desarrollarse en un ámbito más productivo y con mejor calidad de vida. En algunos casos, los movimientos migratorios forzados son por consecuencia de desastres de origen social como pueden ser conflictos bélicos, persecuciones, terrorismo y violencia, o como consecuencia de la ocurrencia de desastres y otros factores ambientales.

Los movimientos migratorios son los desplazamientos humanos de larga duración de un lugar de origen a otro de destino; los cuales se pueden clasificar en migración nacional y transnacional.

La migración transnacional, a su vez se divide en: migración regular generada a través de canales diplomáticos y legales; y la migración irregular, en la que no cuentan con documentos migratorios válidos.

En el 2021, se registró un incremento constante de población migrante, lo que generó interés social y epidemiológico en nuestro país por el riesgo que representa para la población ante la transmisión bilateral de enfermedades a las que están expuestas desde su lugar de origen hasta su asentamiento, situación agravada aún más por la pandemia y situaciones de vulnerabilidad.

ANTECEDENTES

En México la atención a la población migrante cobra relevancia por la constante llegada y el aumento de la movilidad en el territorio mexicano, donde se han creado políticas para promover el trato humanitario, respetuoso y cálido, priorizando la atención a las personas que se encuentran en condiciones de vulnerabilidad y riesgo. Esto, a través de refugios temporales, módulos de atención, brigadas, unidades de salud, así como sesiones de capacitación y promoción de la salud.

En el abordaje de la atención a la población migrante se deben considerar los perfiles epidemiológicos del lugar de procedencia y de los que atraviesan para llegar a su destino, el estilo de vida, factores culturales y genéticos, componentes psicosociales, violencia, y otros riesgos a los que se enfrenta la población migrante.

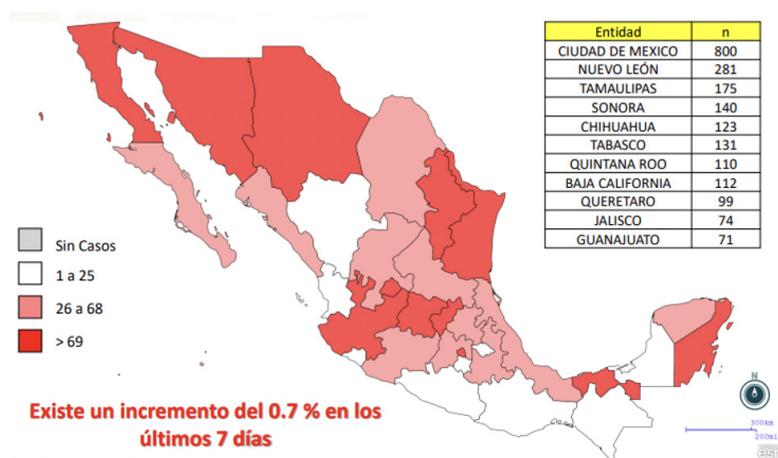
En el curso de la pandemia del COVID-19, además, se han adoptado medidas de prevención específicas y de control en las entidades federativas con mayor flujo de población migrante creando un plan Operativo con lineamientos para su atención, incluyendo acciones específicas de atención y seguimiento a los casos sospechosos, confirmados y contactos de COVID-19.

PANORAMA 2021

Hasta el 8 de noviembre de 2021 se registraron 14,306 casos de migrantes en seguimiento por infección por SARS-CoV-2, de los cuales, el 19.1% resultó positivo, con una letalidad de 4.05. De los casos confirmados en población migrante, Honduras, EE.UU. y Venezuela representan el mayor porcentaje.

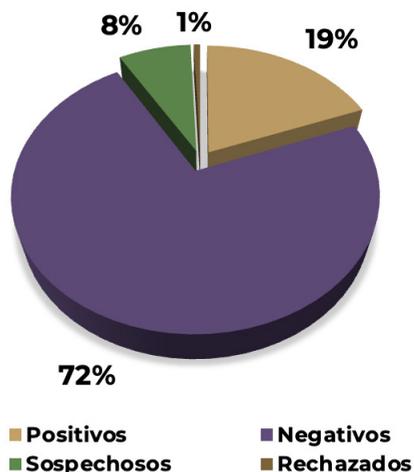
El 58.9% corresponde al sexo masculino, con una mediana de edad de 33 años. Identificando tos, cefalea y fiebre como los principales síntomas.

DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN MIGRANTE CONFIRMADA CON COVID-19.



Fuente: Informe Epidemiológico semanal de población migrante estudiada bajo sospecha de COVID-19 S.E, 44.

MIGRANTES ANTE LA SOSPECHA DE COVID-19



Fuente: Gráfica construida a partir de Informe Epidemiológico semanal de población migrante estudiada bajo sospecha de COVID-19.

PRINCIPALES DAÑOS A LA SALUD

Durante el 2021, las Unidades de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria de las entidades han notificado los siguientes eventos:

Fecha	Lugar de reporte	Asunto	Padecimiento o lesiones.	Núm. de personas/ Origen.
Febrero	Tamps. Cd. Victoria.	Migrantes en Ciudad Matamoros.	Negativo.	705.
Marzo	Gto. León, San Fco. Del Rincón.	Operativo Jornaleros Agrícolas Migrantes.	Negativo.	1,450 Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Jalisco y Chiapas.
Abril - Septiembre	Gto. León, Sn Fco. Del Rincón.	Operativo jornaleros agrícolas indígenas migrantes 2021.	Infección respiratoria aguda, enfermedad diarreica aguda, VIH/SIDA, Parasitosis, enfermedades de transmisión sexual, Tuberculosis pulmonar, dermatitis, sepsis, desnutrición.	Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Jalisco y Chiapas.
Julio	B.C., Mexicali.	Evacuación de albergue con población migrante tras incendio de cuartería.	Negativo.	150.
Julio	Tamps. Cd. Victoria.	Brote de COVID-19 en Migrantes.	COVID-19.	75 Nicaragua, Salvador y República de Honduras.
Agosto	B.C. Ensenada.	Acciones en albergue con población migrante de origen Centroamericano.	Infección respiratoria aguda, enfermedad diarreica aguda.	93 Honduras, Guatemala y el Salvador.
Septiembre	Tamps. Cd. Victoria.	Intercepta INM a contingente de	Negativo.	Haití.

		haitianos en entronque "Y".		
Octubre	Tamps. Cd. Victoria.	Contingencia por Grupo de Migrantes detenidos en punto de verificación militar.	Hipertensión Arterial Sistémica, dermatitis, COVID-19.	648 Guatemala, Honduras, Salvador, Nicaragua y Belice.
Noviembre	Gto. León y San Miguel de Allende.	Operativo de Atención de Caravana Migrante 2021.	Infección Respiratoria Aguda, COVID-19, Diabetes Mellitus II.	105 Honduras, Nicaragua, Venezuela, Chile y El Salvador.
Noviembre	Gto, Celaya.	Arribo de migrantes al albergue "CASA del migrante ABBA".	COVID-19.	73 Ghana y Nicaragua.
Noviembre	Q. Roo. Chetumal.	Operativo Caravana de Migrantes.	Gastroenteritis.	27 Ghana, Eritrea, Camerún, Togo, Haití y Guinea.
Noviembre	Gto, Celaya.	Arribo de migrantes al albergue "CASA del migrante ABBA".	Infección Respiratoria Aguda.	42
Noviembre	Gto, San Miguel de Allende.	Operativo de atención a migrantes por parte de la Unidad Médica Móvil.	Negativo.	127 Honduras, El Salvador, Nicaragua, Haití, Chile, Guatemala, Brasil y Guyana.
Noviembre	Gto, Celaya.	Arribo de migrantes al albergue "CASA del migrante ABBA".	Negativo.	43 Haití, Honduras y Guatemala.

Noviembre	Nayarit.	Caravana de migrantes.	Negativo.	38 Cuba, Rep. Dominicana, Guatemala, Honduras, Salvador y Venezuela.
Noviembre	Cto, Celaya.	Atención de migrantes En albergue "CASA del migrante ABBA".	Infección Respiratoria Aguda. Lesiones de tejidos blandos, pediculosis.	Pequeños grupos de migrantes que tienen estancia de horas.
Noviembre	Cto, Celaya.	Operativo de atención a migrantes.	Negativo.	131 Venezuela, Colombia, Nicaragua, Honduras, Haití, Guatemala y Cuba.
Noviembre	Cto, León.	Arribo de migrantes.	Negativo.	49 Haití, Chile y Brasil.
Noviembre	Cto, San Miguel de Allende.	Arribo de migrantes.	Negativo.	45 Ecuador, Chile, Haití, Nicaragua, Honduras, Cuba, República Dominicana, Guatemala y El Salvador.
Diciembre	Cto, San Miguel de Allende.	Operativo de atención a migrantes.	Negativo.	39 Nicaragua, Guatemala y Rumania.
Diciembre	Nayarit.	Atención a migrantes.	Negativo.	90 Haití, Brasil, Chile, Honduras, Nicaragua, Cuba, Venezuela, Ecuador, Salvador, Rep. Dominicana.

Diciembre	Gto, San Miguel de Allende.	Operativo de atención a migrantes.	COVID-19.	45 Haití, Sudán, Senegal, Chile, Bangladesh, Somalia, Brasil, Eritrea, Gambia, Nigeria, Venezuela, República Islámica de Mauritania y Guinea.
Diciembre	Gto, Celaya.	Arribo de migrantes al albergue "CASA del migrante ABBA".	Negativo.	23 Haití.
Diciembre	Gto, León.	Arribo de migrantes.	Negativo.	235 Haití.

Es indispensable mantener la vigilancia epidemiológica y seguridad estrecha y constante en la población migrante, así como permanecer en contacto con autoridades internacionales para dar seguimiento de la situación y establecer acciones que preserven la salud de la población nacional y migrante, acelerar los procesos de reubicación e integración a los sistemas productivos del país.

BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Nacional de Migración. Boletín No. 479/2021, México 2 Septiembre, 2021. Disponible en: <https://www.gob.mx/inm/prensa/identificainm-147-mil-33-personas-migrantes-en-condicion-irregular-en-mexico-de-enero-a-agosto-2021?idiom=es>
2. Plan integral de Atención a la Salud de la Población Migrante. Disponible en: [PlanIntegralAttnSaludPobMigrante.pdf](#)
3. Plan operativo de atención a la población migrante ante COVID-19. Disponible en: https://coronavirus.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Plan_Operativo_Atencion_Poblacion_Migrante_COVID-19.pdf
4. Estadísticas migratorias. Síntesis 2021, México. Disponible en: http://www.politicamigratoria.gob.mx/work/models/PoliticaMigratoria/CEM/Estadisticas/Sintesis_Graficas/Sintesis_2021.pdf
5. <https://portales.segob.gob.mx/work/models/PoliticaMigratoria/CEM/Investigacion/PM01.pdf>
6. Informe Epidemiológico semanal de población migrante estudiada bajo sospecha de COVID-19 https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680651/COVID_MIGRANTES_2021_SE44.pdf



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

SALUD
SECRETARÍA DE SALUD

DIRECCIÓN GENERAL
DE EPIDEMIOLOGÍA