

INFORMACIÓN BÁSICA DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS A NIVEL MUNICIPAL

ESTADO **VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE**
MUNICIPIO **BOCA DEL RÍO**
30028

DIRECCIÓN DE ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
CENAPRED, 2024



Gobierno de
México

Seguridad
Secretaría de Seguridad
y Protección Ciudadana



CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	2
SEQUÍA.....	4
ONDA DE CALOR.....	5
BAJAS TEMPERATURAS.....	6
TORMENTA ELÉCTRICA.....	7
CICLÓN TROPICAL.....	8
NEVADA.....	9
GRANIZADA.....	10
TORNADO.....	11
INUNDACIONES.....	13
INESTABILIDAD DE LADERAS.....	17
SISMOS.....	21
RIESGOS VOLCÁNICOS.....	24
VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL.....	30
ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS.....	33
INCENDIOS FORESTALES.....	36
TRANSPORTE DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS.....	39
SANITARIO-ECOLÓGICOS.....	42

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Ley General de Protección Civil, el Atlas Nacional de Riesgos es un sistema integral de información sobre los agentes perturbadores y daños esperados. Consta de bases de datos, sistemas de información geográfica y herramientas para el análisis y la simulación de escenarios, y para la estimación de pérdidas por desastres. Por la naturaleza dinámica que tiene el riesgo debe actualizarse de manera continua.

En dicha ley también se establece que la Coordinación Nacional de Protección Civil debe supervisar, por medio del CENAPRED, que se mantenga actualizado tanto el Atlas Nacional de Riesgos como los Atlas de las entidades federativas, de los municipios y de las alcaldías de la Ciudad de México.

Un Atlas de Riesgo sirve para:

- Planear el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano, con la finalidad de evitar la construcción de nuevos riesgos.
- Diseñar escenarios de riesgo, incluso aquellos relacionados con el cambio climático.
- Sustentar la toma de decisiones durante cada una de las etapas que conforman la gestión integral del riesgo, desde la prevención, previsión, mitigación, respuesta y reconstrucción garantizando una efectiva así reducción de riesgos.
- Evaluar la factibilidad de proyectos de inversión pública o privada considerando el riesgo de desastres.

A la fecha de esta publicación solamente el 24.8 % de los municipios del país cuentan con un Atlas de Riesgos (613 de los 2469); sin embargo, la población que habita en estos municipios representa el 70.8 % del total nacional.

Consciente de esta realidad, el CENAPRED pone en sus manos este documento como base para conocer el grado de peligro que tienen los principales fenómenos hidrometeorológicos y geológicos en cada municipio del territorio nacional, esperando sea de utilidad, en particular para aquellos municipios que aún no cuentan con Atlas de Peligros y Riesgos, sin que ello exima a las autoridades locales de la responsabilidad de desarrollarlo.

En este documento también se proporciona información básica sobre el número de declaratorias de emergencia y de desastre que ha tenido el municipio y recomendaciones generales para algunos fenómenos. Con esta información se pretende mejorar el conocimiento y orientar a las autoridades de protección civil y a la población sobre los principales fenómenos que pueden afectar el territorio que habitan.

Esta información no sustituye la obligación que tiene cada municipio de elaborar su atlas de peligros y riesgos conforme al marco legal aplicable, particularmente lo establecido en la “Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos” y sus anexos, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 21 de diciembre de 2016 y los “Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos” elaborados por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU, 2018], documentos que pueden consultarse en línea.

ENLACES DE CONSULTA Y DESCARGA

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5466288&fecha=21/12/2016

http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Guia_contenido_minimo2016.pdf

<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/descargas.html>

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/300387/Terminos_de_Refencia_Atlas.pdf

SEQUÍA

Desde un punto de vista meteorológico, la sequía se presenta cuando la precipitación acumulada durante un cierto lapso es significativamente menor que el promedio a largo plazo o que un valor crítico. Se caracteriza por la presencia de altas temperaturas, baja humedad en el ambiente y vientos fuertes.

Desde un punto de vista hidrológico, la sequía ocurre cuando existe un déficit de agua, tanto de precipitación como de escurrimiento superficial y subterráneo, y puede causar severos daños a la población, ya que sus efectos y su recuperación son a largo plazo.

Desde un punto de vista agrícola, ocurre cuando no existe en cierto tiempo la suficiente humedad en el suelo que satisfaga las necesidades para el desarrollo óptimo de un cultivo.

Éstas suceden después de las meteorológicas pero antes de las hidrológicas. Las áreas de temporal son las que resienten más este tipo de eventos, aun en los casos en que las sequías sean relativamente moderadas, ya que si ocurre en periodos tempranos afecta el periodo de siembra, en tanto que si ocurre en etapas avanzadas puede disminuir drásticamente la calidad y volumen de la producción. Este fenómeno generalmente afecta a la población más marginada, lo que provoca serios problemas de índole económica y social.

Desde un punto de vista económico y social, la definición de sequía considera no sólo el suministro de agua, sino también la demanda. Esto significa que la sequía depende del tipo de uso del agua y de la densidad y distribución de los usuarios. La consideración de déficit de agua afecta la definición de sequía para periodos durante los cuales la demanda excede el suministro. [Carlos & Reyes, 2005]

El criterio para establecer el valor crítico de la sequía depende generalmente de factores económicos y de los estándares de vida en la región en consideración. Por ejemplo, para uso agrícola se relacionan con los efectos de la reducción de agua en los cultivos, en tanto que para los usos doméstico e industrial dependen de los requerimientos de agua para la supervivencia, hábitos higiénicos o la producción industrial.

Información básica

Grado de peligro por sequía: **Medio**

Declaratorias de desastre por sequía: **1**

Declaratorias de emergencia por sequía: **Ninguna**

Recomendaciones

- Optimizar el uso del agua con la construcción o el buen manejo de infraestructura, tales como presas, tanques de almacenamiento, sistemas de abastecimiento de agua potable, plantas de tratamiento de aguas negras, perforación de pozos, canales revestidos y sistemas de irrigación.
- Trabajar con la población en campañas de concientización sobre una cultura del cuidado del agua.

ONDA DE CALOR

La onda u ola de calor es un periodo de temperatura excesiva, casi siempre combinada con humedad, que se mantiene durante varios días consecutivos.

- Su duración es mayor o igual a tres días
- Genera pérdida de agua por evaporación.
- Sus impactos en la salud son principalmente golpe de calor, deshidratación, quemaduras e incluso la muerte.
- Los impactos de las ondas de calor se presentan en todos los sectores productivos de la actividad humana (ganadería, agricultura, recursos forestales, salud), incluso, en el sector de servicios (agua potable, suministro de energía eléctrica, transporte, etc.). [A.J., 2012]

Información básica

Grado de peligro por onda de calor: **Alto**

Declaratorias de emergencia por onda de calor: **Ninguna**

Recomendaciones

- Mantenerse informado de las condiciones del tiempo y su evolución a través de los organismos oficiales en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC) y por medios de comunicación (radio, televisión).
- Identificar la población y vivienda vulnerable (personas en situación de calle, niños y niñas, personas adultas mayores y con discapacidad), así como personas en pobreza extrema.
- Promover mejoras a la vivienda para tener aislamiento térmico y fomentar el uso correcto de sistemas de aire acondicionado.
- Brindar albergue con instalaciones adecuadas.

BAJAS TEMPERATURAS

En México, el mayor efecto de las bajas temperaturas se presenta de noviembre a enero, principalmente en Baja California, Chihuahua, Ciudad de México, Durango, Hidalgo, estado de México, Michoacán, Morelos, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala y Zacatecas.

Durante el invierno, incrementan las enfermedades respiratorias y hay más probabilidades de intoxicaciones con monóxido de carbono producido por el uso de estufas y braseros en lugares sin ventilación. (CENAPRED, Infografía: Prepárate contra el frío, 2020)

Los grupos más vulnerables son las niñas y los niños, las mujeres embarazadas, así como las personas adultas mayores y con enfermedades crónicas.

Información básica

Grado de peligro por bajas temperaturas: **Muy bajo**

Declaratorias de desastre por bajas temperaturas: **Ninguna**

Declaratorias de emergencia por bajas temperaturas: **Ninguna**

Recomendaciones

- Vestirse empleando el método de la cebolla, cubrirse con varias prendas, no sólo calentarán mejor que una ropa gruesa, sino que le permitirá a una persona adaptarse de acuerdo con el lugar donde se encuentre.
- Usar calzado cerrado cubriendo todo el cuerpo y abrigarse con suficientes cobijas durante la noche.
- Comer frutas y verduras amarillas, ricas en vitamina A y C.
- Las niñas y los niños, las personas adultas mayores y enfermas crónicas son más vulnerables, tener especial cuidado con ellos, cobijarlos.
- Almacenar alimentos, cobijas, agua, productos de aseo personal, botiquín, radio de baterías y combustible para la calefacción.
- Al utilizar chimeneas, calentadores u hornillos, verificar que exista ventilación adecuada para evitar intoxicaciones. Cuidar que los niños y las niñas no se acerquen para evitar accidentes.
- Procurar mantenerse resguardado dentro de su casa. Al salir, evitar caminar sobre hielo y tener cuidado al conducir en carreteras.
- Al salir de un lugar caliente, cubrirse la boca y nariz para evitar aspirar el aire frío. Los cambios bruscos de temperatura pueden afectar el sistema respiratorio.
- Informarse a través del SMN sobre el pronóstico del tiempo.
- Promover mejoras a la vivienda para tener aislamiento térmico y fomentar el uso correcto de calentadores y hornos.
- Brindar albergue con instalaciones adecuadas.
- Para evitar accidentes carreteros y en aeropuertos debidos a bancos de niebla que se puedan formar, revisar los avisos de potencial de tormentas que emite el SMN cada tres horas.

TORMENTA ELÉCTRICA

Son descargas bruscas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve [rayo] y por un ruido seco o estruendo [trueno]. Las tormentas se asocian a nubes convectivas [cumulonimbos] y pueden estar acompañadas de precipitación en forma de chubascos o, en ocasiones, por nieve, nieve granulada, hielo granulado o granizo. Son de carácter local y se reducen casi siempre a sólo unas decenas de kilómetros cuadrados. [CENAPRED, Serie fascículos: Tormentas Severas, 2010]

La mayor cantidad de relámpagos ocurren dentro de la nube, mientras que 20% se presenta entre la nube y el suelo.

Una tormenta eléctrica se forma por una combinación de humedad, entre el aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantarla, como un frente frío, una brisa marina o una montaña. Todas las tormentas eléctricas contienen rayos, los cuales pueden ocurrir individualmente, en grupos o en líneas.

Un rayo alcanza, en una fracción de segundo, una temperatura en el aire que se aproxima a los 30 000 grados centígrados. El aire caliente provoca que se expanda rápidamente, produciendo una onda de choque que llega en forma de sonido que viaja hacia fuera y en todas direcciones desde el rayo.

Información básica

Grado de peligro por tormenta eléctrica: **Bajo**

Declaratorias de desastre por tormenta eléctrica: **Ninguna**

Declaratorias de emergencia por tormenta eléctrica: **Ninguna**

Recomendaciones

- Asegurar los objetos del exterior de la vivienda que puedan desprenderse o causar daños debido a los fuertes vientos que pueden acompañar a la tormenta eléctrica.
- Quitar las ramas o árboles muertos que puedan causar daño durante una tormenta eléctrica, ya que un rayo puede romper la rama de un árbol y golpear a una persona, e incluso, generar una explosión o un incendio.
- Instalar pararrayos en torres y antenas.
- Procurar la polarización correcta de todos los tomacorrientes, incluyendo una tierra física en todo el sistema eléctrico (consultar a la Comisión Federal de Electricidad o a un técnico especializado). Véase la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, instalaciones eléctricas.
- No salir inmediatamente al exterior después de la tormenta eléctrica, dado que se pueden presentar descargas eléctricas sin presencia de lluvia o viento. Aplicar la regla 30 y 30: cuando se ve un relámpago, contar hasta 30, si se oye un trueno antes de llegar a 30, buscar refugio. Suspender las actividades durante al menos 30 minutos después del último trueno.

CICLÓN TROPICAL

Es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección ciclónica, esto es, en el sentido contrario a las manecillas del reloj (en el hemisferio norte), y en el sentido de las manecillas del reloj (en el hemisferio sur). En latitudes templadas, los ciclones son referidos como depresiones o ciclones extratropicales; el término ciclón se usa sólo para referirse a los ciclones tropicales. (CENAPRED, Serie fascículos: Ciclones Tropicales, 2007)

Estos sistemas de tormenta exigen, al menos, dos requisitos básicos: calor y humedad; como consecuencia, sólo se desarrollan en los trópicos, entre las latitudes 5° y 30° norte y sur, en las regiones y temporadas en que la temperatura del mar es superior a los 26 °C.

Los ciclones tropicales se caracterizan por una circulación cerrada de sus vientos y se dividen en fases de acuerdo con la velocidad de sus vientos máximos sostenidos en superficie:

- Depresión tropical: menor a 62 km/h.
- Tormenta tropical: entre 63 y 118 km/h.
- Huracán: mayor a 119 km/h.

Información básica

Grado de peligro por ciclones tropicales: **Bajo**

Declaratorias de desastre por ciclones tropicales: **2**

Declaratorias de emergencia por ciclones tropicales: **4**

Recomendaciones

- Elaborar mapas de peligro y riesgo por los efectos de los ciclones tropicales.
- Seguir las indicaciones del Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIAT-CT).
- Conocer el riesgo a través del Atlas Nacional de Riesgos.
- Monitorear el fenómeno (avisos y boletines del Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del agua, de la Dirección General de Protección Civil de la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana y de estaciones meteorológicas de la propia unidad estatal de PC).
- Difundir alertas a toda la población, especialmente a la más vulnerable, así como asegurarse de que la población indígena esté informada de las acciones que deba tomar. Para ello, existe material de difusión que ha elaborado el CENAPRED en varias lenguas indígenas.
- Contar con planes de respuesta para los efectos de los ciclones tropicales (rutas de evacuación, albergues, simulacros, etc.)

NEVADA

Una nevada es una tormenta de nieve, cuya precipitación es sólida en forma de copos; cada uno de ellos es la aglomeración de cristales transparentes de hielo de forma hexagonal y planos, que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la solidificación del agua, lo que provoca ramificaciones intrincadas en una variedad infinita de patrones. (CENAPRED, Serie fascículos: Tormentas Severas, 2010)

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

Información básica

Grado de peligro por nevada: **Muy bajo**

Declaratorias de desastre por nevadas: **Ninguna**

Declaratorias de emergencia por nevadas: **Ninguna**

Recomendaciones

- Quitar la nieve de los techos de las casas y si la vivienda está construida con materiales endeble (cartón, lámina, llantas, etc.) será necesario dirigirse al refugio temporal más cercano, establecido por las unidades de protección civil.
- Vigilar que los automovilistas reduzcan la velocidad en carreteras en estado resbaladizo.
- Implementar un programa para reducir el estado resbaladizo de las calles y carreteras mediante la aplicación de arena o sal en la carpeta asfáltica para derretir el hielo.
- Incorporar señales adicionales en carreteras para restringir o desviar el tráfico.
- Incorporar vehículos quitanieve al parque vehicular del gobierno estatal para retirarla de los caminos, y pedir a la población que mantenga libre de nieve el paso frente a sus casas. Asimismo, mantener las vías peatonales libres de hielo y nieve durante todo el día.
- Para los automovilistas, usar neumáticos invernales o poner cadenas antideslizantes a las llantas. Los neumáticos invernales tienen ranuras profundas para que sean más estables en curvas y cuando avanzan por nieve.

GRANIZADA

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo. Éstas se forman dentro de una nube cumulonimbus, en alturas superiores al nivel de congelación, y crecen por las colisiones sucesivas de las partículas de hielo contra gotas de agua sobre enfriada, esto es, el agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación y que permanece en estado líquido y queda suspendida en la nube por la que viaja.

Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. El tamaño de las piedras de granizo está entre semillas de naranja hasta pelotas de golf; las mayores pueden ser muy destructivas, capaces de romper ventanas y abollar la lámina de los automóviles. El mayor daño se produce en los cultivos; a veces, varias piedras pueden solidificarse, formando grandes masas de hielo y nieve sin forma. (CENAPRED, Serie fascículos: Tormentas Severas, 2010)

Información básica

Grado de peligro por tormentas de granizo: **Muy bajo**

Declaratorias de desastre por tormentas de granizo: **Ninguna**

Declaratorias de emergencia por tormentas de granizo: **Ninguna**

Recomendaciones

- Contar con equipo para la remoción de granizo.
- Asegurar los objetos del exterior de la vivienda que puedan desprenderse o causar daños, debido a los fuertes vientos que pueden acompañar a la tormenta de granizo.
- Reforzar las puertas exteriores.
- Cerrar las ventanas y correr las cortinas.
- Quitar las ramas o árboles muertos que puedan causar daño durante una tormenta.
- Como ocurre con la nieve, el peso del granizo puede provocar daños a techos endebles, por lo que se recomienda quitar el granizo de los techos de las casas.

TORNADO

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice, aparece en la base de una nube de tipo cumuliforme, resultado de una gran inestabilidad provocada por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica alrededor de este.

La posibilidad de un tornado en México se extiende a todo el territorio; los más fuertes han ocurrido en el norte del país.

Los tornados suceden en cualquier época del año a cualquier hora; no obstante, hay ciertas temporadas donde ocurren con mayor frecuencia y es a las 18:00 horas cuando hay más probabilidad de que aparezcan.

Los tornados pueden ser locales, pero la rapidez con que se desarrollan los hace muy peligrosos para la población. Los daños que ocasionan son diversos, entre los que destacan las pérdidas económicas a la agricultura, a las viviendas, a la infraestructura urbana, lesiones, cortaduras e incluso pérdidas humanas. [CENAPRED, Infografía: Peligro-tornado, 2016]

Información básica

Presencia de tornados: **Sin tornado**

Declaratorias de desastre por tornado: **Ninguna**

Declaratorias de emergencia por tornado: **Ninguna**

Recomendaciones

- Conocer si la zona donde habita la población es susceptible a la ocurrencia de tornados. Informarse en la unidad de protección civil.
- Definir lugares de resguardo y refugio para centros de trabajo y casas habitación, procurando contar en la vivienda, al menos, con un cuarto (preferentemente el baño) con cuatro o tres muros de mampostería confinada (tabique, trabes y castillos) y techo de losa de concreto. Esta habitación podría ser considerada como el sitio de resguardo y refugio temporal. Debajo de una escalera de mampostería también sería adecuado.
- No salir de la vivienda si es de tabique, trabes y castillos y losa de concreto; en caso contrario, buscar otro refugio más resistente.
- Colocarse bajo escaleras de mampostería o en las esquinas de las casas, permaneciendo siempre alejado de las ventanas.
- Desconectar los servicios de electricidad, agua y gas, ya que pueden generar descargas eléctricas y posibles electrocuciones.

REFERENCIAS

- A.J., H. [2012]. Análisis de las olas de calor en la República Mexicana. Obtenido de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/anexos.zip>
- Carlos, E. S., & Reyes, L. [2005]. Análisis de Sequía. México: Facultad de Ingeniería, UNAM.
- CENAPRED. [2007]. Serie fascículos: Ciclones Tropicales. Obtenido de <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/5-FASCCULOCICLONESTROPICALES.PDF>
- CENAPRED. [2007]. Serie fascículos: Sequía. Obtenido de <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/8-FASCCULOSEQUAS.PDF>
- CENAPRED. [2015]. Infografía: Tormentas Eléctricas. Obtenido de <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/302-INFOGRAFATORMENTASELCTRICAS.PDF>
- CENAPRED. [2016]. Infografía: Peligro-tornado. Obtenido de <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/309-INFOGRAFAPELIGRO,TORNADO!.PDF>
- CENAPRED. [2017]. METODOLOGÍA PARA ELABORAR MAPAS DE RIESGO POR TEMPERATURAS MÁXIMAS (1 etapa ondas de calor). Obtenido de https://www1.cenapred.unam.mx/COORDINACION_ADMINISTRATIVA/SRM/FRACCION_XLI_A/70.pdf
- CENAPRED. [2020]. Infografía: Prepárate contra el frío. Obtenido de <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/296-INFOGRAFAPREPRATECONTRAFRIO.PDF>
- CENAPRED. [2021]. Infografía: Qué onda con el calor. Obtenido de <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/317-INFOGRAFAQUONDACONELCALOR.PDF>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres, C. [2010]. Serie fascículos: Tormentas Severas. Obtenido de <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/189-FASCCULOTORMENTASSEVERAS.PDF>
- Desastres, C. N. [2021]. Atlas Nacional de Riesgos. Obtenido de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>
- Salud, S. d. [2021]. Informes Semanales para la Vigilancia Epidemiológica de Temperaturas Naturales Extremas 2021. Obtenido de <https://www.gob.mx/salud/documentos/informes-semanales-para-la-vigilancia-epidemiologica-de-temperaturas-naturales-extremas-2021>

INUNDACIONES

Presencia de agua en zonas donde normalmente no se encuentra que, de manera general, provoca afectaciones a la población. Este fenómeno es generado por el desbordamiento de un cauce, desfogue de presas o falla de infraestructura hidráulica (fluviales); acumulación de agua en las zonas urbanas por incapacidad de drenaje (pluviales) o el incremento de ésta en cuerpos de agua de origen lacustre y costero debido a la presencia de ciclones tropicales o tsunamis.

Información básica

El municipio está identificado con un nivel de **peligro por inundación muy alto (CENAPRED, 2016)**. Su valor umbral de precipitación acumulada en 12 horas es de **139.87 mm**. Se entiende por umbral al valor de lluvia acumulada a partir del cual se pueden esperar afectaciones por inundación; sin embargo, existen condiciones que con precipitaciones de menor valor podrían generar inundaciones, por ejemplo, cuando ocurren lluvias continuas durante varios días, éstas saturan el suelo y con ello se pierde capacidad de infiltración del agua de lluvia. En zonas urbanizadas, la falta de mantenimiento a la infraestructura hidráulica y a los sistemas de drenaje disminuye la capacidad de desalojo de agua pluvial, por lo que una cantidad de precipitación menor al umbral podría generar afectaciones por inundación.

El nivel de vulnerabilidad asociado al municipio es **media** (CENAPRED, 2017); para determinarlas, se utilizó información de dependencias oficiales, tales como estadísticas de defunciones de la Secretaría de Salud; declaratorias de desastres y emergencia, publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF); datos de los atlas de riesgo estatal y municipal, así como daños económicos incluidos en la serie Impacto socioeconómico de los principales desastres. La vulnerabilidad física de una vivienda debe entenderse como la susceptibilidad de sufrir daños materiales, por lo que depende del tipo de construcción. Si el peligro por inundación corresponde a la parte de la naturaleza que no se puede controlar, la vulnerabilidad es la condición que involucra a la parte humana.

Un indicativo de la incidencia de inundaciones en **Boca del Río** es el número de declaratorias de emergencia o desastre por lluvia severa e inundación fluvial y pluvial emitidas para la entidad y publicadas en el Diario Oficial de la Federación. Para este caso, se cuenta con **8 emitidas desde 2000 hasta 2019**. Por otra parte, la Subdirección de Riesgos por Inundación lleva a cabo el proyecto Catálogo de Inundaciones, que compila la información del Centro Nacional de Comunicación y Operación (CENACOM) y de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) los eventos de inundación ocurridos en las entidades municipales desde 2015 al 2020, en este municipio, **se tiene un registro de 7 eventos de inundación, 1 en 2015, 1 en 2017, 2 en 2018 y 3 en 2019**.

Con los resultados del *Estudio para regionalizar los gastos generados por avenidas máximas, como base para la elaboración de mapas de peligro por inundaciones fluviales en todas las cuencas de la República Mexicana* (Domínguez, et al., 2017), elaborado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, es posible asociar lluvias para distintos períodos de retorno, de modo que se conozca la precipitación máxima media anual acumulada en 24 horas, así como la región con un comportamiento homogéneo al del sitio de interés. Por ejemplo, se muestra la lluvia obtenida asociada a distintos períodos de retorno (5, 10, 20, 50 y 100 años). Para obtener el punto específico de cada cabecera municipal, se utilizó la información de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

H _{pmax} [mm]	Tr 5 años [mm]	Tr 10 años [mm]	Tr 20 años [mm]	Tr 50 años [mm]	Tr 100 años [mm]
126.9	161.16	189.08	215.72	249.99	275.37

Los valores de la tabla tienen el carácter de indicativos: representan solamente un punto en el espacio y no en las áreas de aportación para las comunidades o poblaciones.

Los insumos mencionados se encuentran disponibles en el Atlas Nacional de Riesgos (ANR). Dentro de éste, se accede a la sección de Capas/Datos básicos/Climatología/Precipitación/Nacional (2018)/Isoyetas de precipitación media anual 24 h y regiones homogéneas de lluvia.

Otros datos de interés para el análisis de inundaciones son las cuencas y los ríos o arroyos presentes dentro de los límites del municipio. De acuerdo con la información del INEGI e INAFED, en Boca del Río están las siguientes cuencas, ríos y arroyos:

Cuencas	Ríos o arroyos
R. Jamapa y Otros	Río Jamapa

Existe además, el levantamiento de puntos críticos de inundación por las direcciones locales y organismos de cuenca de la CONAGUA en 2018 y corresponden a secciones de ríos, arroyos, presas, bordos, barrancas, alcantarillas, bajo puentes, zonas bajas, etc., que podrían ocasionar y presentar afectaciones por inundaciones, en este caso el municipio **no cuenta con la identificación de puntos críticos**.

Finalmente, otro factor de importancia que se debe considerar al evaluar el peligro por inundación es la presencia de presas. Éstas modifican el régimen natural de un escurrimiento y ante fenómenos extremos pueden realizar descargas importantes a través de su obra de excedencias, ya sea por vertedor libre o controlado. Las presas pueden estar ubicadas tanto en los límites del municipio como en otros sitios al punto de estudio. Actualmente se tiene un registro de aproximadamente 6 000 presas, cuyas características y ubicación puede ser consultada en el Sistema Nacional de Seguridad de Presas de la CONAGUA (<https://presas.conagua.gob.mx/inventario/>), 1112 presas que están clasificadas como principales en función de su volumen de almacenamiento y la altura máxima de la cortina. En los límites del municipio **no se ubica alguna de las 1 112, revisar la existencia de presas con influencia en el municipio.**

Cabe mencionar que para realizar un análisis de peligro por inundación se requiere atender los Términos de Referencia para la elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), así como la *Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos* del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

REFERENCIAS

- Centro Nacional de Comunicación y Operación, Dirección General de Protección Civil, Coordinación Nacional de Protección Civil. Monitoreo a Unidades Estatales de Protección Civil y Casos Relevantes. [Correos electrónicos].
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (2016). Índice de Peligro por Inundación (IPI), Subdirección de Riesgos por Inundación, <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Metodologias/Inundacion.pdf>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (2017). Actualización del Índice de Vulnerabilidad por Inundación. Subdirección de Riesgos por Inundación.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (2021). Catálogo de inundaciones históricas 2020. Subdirección de Riesgos por Inundación.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Gobernación (2016). Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos. Diario Oficial de la Federación, 21 de diciembre de 2016, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/469329/Guia_contenido_minimo_para_la_elaboracion_de_atlas_nacional_de_riesgos_CENAPRED_.pdf
- Comisión Nacional del Agua (2018). Puntos críticos de inundación en México. Archivo interno de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos.
- Domínguez, R., Arganis, M. L., Carrizosa, E., Hincapié, C., Esquivel, G., Herrera, J. L., Ramírez, J. C., Mariles, J., Santana, A. O., Ponce, M., Juan, E. y M. Roldán (2017). Estudio para regionalizar los gastos generados por avenidas máximas, como base para la elaboración de mapas de peligro por inundaciones fluviales en todas las cuencas de la República Mexicana. Instituto de Ingeniería de la UNAM.

INESTABILIDAD DE LADERAS

Deslizamientos y flujos

El término se refiere a los movimientos, pendiente abajo, de masas de suelos, rocas y vegetación que constituyen la superficie inclinada de una ladera o talud, bajo la influencia de la gravedad. Puede ser detonado por causas naturales como lluvias, sismos y/o actividad volcánica (o la combinación de estos factores), así como por actividades humanas, por lo que anticipar que ocurrirán tiene un alto grado de incertidumbre, y se vuelve una tarea compleja y difícil de determinar. No obstante, existen factores naturales como la geología, la topografía, el uso de suelo y la densidad forestal, que pueden ser utilizados para establecer zonas de mayor propensión (susceptibilidad) a su ocurrencia.

Según la forma en que suceden y el impacto que tienen en la población, se clasifican en caídos o derrumbes, deslizamientos y flujos. Su tasa de mayor incidencia se presenta en la temporada de lluvias, cuando el terreno que conforma a las laderas y taludes se satura, aumentando su peso y reduciendo su resistencia.

Propensión del terreno a la inestabilidad de laderas

Método determinista o cuantitativo para estimar el grado de estabilidad

La susceptibilidad, propiamente dicha, es una característica del terreno que indica qué tan favorables o desfavorables son las condiciones de éste para que pueda ocurrir inestabilidad, y se refiere solamente a factores intrínsecos a los materiales naturales de la ladera, sin considerar factores desencadenantes, como la precipitación o la sismicidad. El cálculo riguroso de la susceptibilidad se realiza a través de lo que en ingeniería se conoce como Factor de Seguridad (FS), el cual se define como el cociente entre las fuerzas resistentes (FR) que se oponen a la falla de la ladera o talud y las actuantes (FA) que tienden a producirla (Ec. 1).

$$FS = \frac{FR}{FA}$$

Cuando el terreno es estable, el FS es mayor a la unidad, es decir, las fuerzas resistentes son mayores a las actuantes ($FR > FA$), y viceversa. Para el cálculo de éste se requiere determinar las propiedades mecánicas de los suelos y/o de las rocas que conforman la ladera o talud, su distribución estratigráfica, la topografía del terreno y la variación del contenido de agua existente en los poros de la masa del suelo o de las rocas (presión de poro).

Dado que éste procedimiento requiere de análisis puntuales de mecánica de suelos, estudios de topografía y la intervención de especialistas, llevarlo a la práctica en un amplio territorio, aún a nivel municipal, puede resultar tardado y oneroso; para estos casos, puede recurrirse a métodos alternativos o indirectos, como los estadísticos o heurísticos, los cuales hacen uso de capas de información que se combinan o se suman (con pesos específicos previamente determinados) mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Método heurístico o cualitativo para la estimación de la susceptibilidad

El grado de importancia de cada variable en los procesos de inestabilidad de laderas, representada a través de mapas temáticos, se determina a partir del análisis de casos documentados en los que se evalúa el grado de influencia que cada una de ellas tiene en el proceso. Una vez que se ha determinado éste, se suman para obtener el mapa global de propensión a la ocurrencia de deslizamientos.

Los valores de susceptibilidad se clasifican generalmente en categorías genéricas como Muy Alta, Alta, Moderada, Baja y Muy Baja. Estos rangos presentan la clasificación de la estabilidad relativa o la propensión a la inestabilidad de un área en diferentes categorías, a las que se les asigna una determinada escala de color. Siguiendo los criterios habituales para los análisis de peligros y riesgos (rojos y naranjas para las categorías de susceptibilidad alta, y amarillos y verdes para los rangos de susceptibilidad media y baja, respectivamente), los mapas de susceptibilidad resultantes muestran dónde hay condiciones para que puedan ocurrir deslizamientos de laderas.

Para este caso, los análisis de susceptibilidad a nivel municipal se llevaron a cabo a partir del cruce de información de polígonos de Alta y Muy Alta propensión a deslizamientos (mayores a 0.25 km²), del Mapa Nacional de Susceptibilidad a la Inestabilidad de Laderas (2015), con la Cartografía Geoestadística Urbana Rural Amanzanaada, del inventario Nacional de Viviendas 2016, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); de tal manera que el nivel de susceptibilidad a la inestabilidad de laderas de cada municipio cumple con este requisito.

Como resultado de este proceso, se concluyó que 1 765 municipios de un total de 2 465 que componen el territorio nacional, tienen asentamientos humanos en zonas de alta y muy alta propensión a deslizamientos.

Nota aclaratoria: Dadas las escalas utilizadas y la metodología empleada para la elaboración de los mapas, la información que aquí se presenta tiene como finalidad proporcionar un panorama general de los niveles de propensión a la inestabilidad de laderas que hay en las diferentes zonas o regiones que componen al municipio, por lo que su alcance es con fines estimativos y pretende orientar a las autoridades de Protección Civil y al público en general en la toma de decisiones. En los casos en los que se tenga contemplado construir una obra, una vialidad, una vivienda o un desarrollo habitacional, en o cerca de una ladera, se deberán realizar estudios puntuales de geotecnia y mecánica de suelos, así como análisis de estabilidad, que permitan determinar las medidas de prevención y mitigación a implementar en cada caso en particular.

Información básica

Área y porcentaje del municipio que ocupa cada categoría del mapa nacional de susceptibilidad a la inestabilidad de laderas.

Susceptibilidad	Área km ²	Porcentaje
Muy baja	36.08	96.12 %
Baja	0.0	0.0 %
Media	0.6	1.6 %
Alta	0.72	1.91 %
Muy alta	0.14	0.36 %

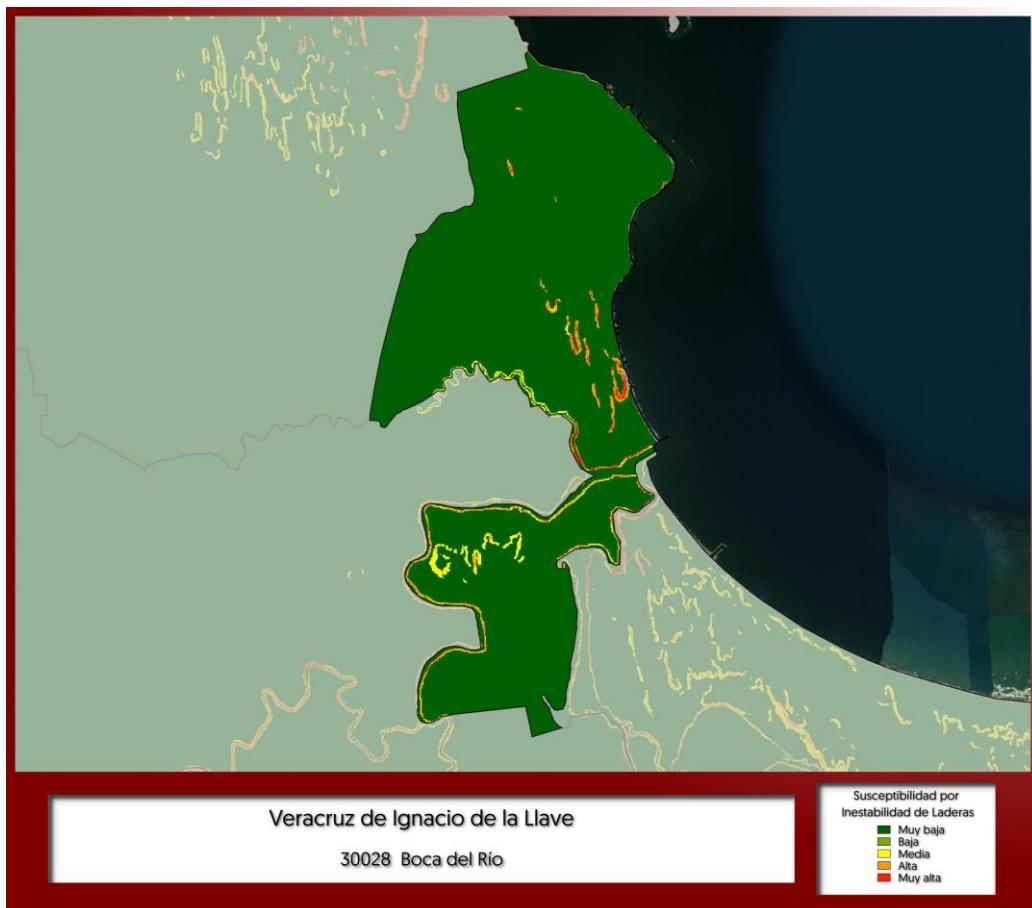


fig.1 Mapa Nacional de Susceptibilidad a la Inestabilidad de Laderas, disponible en <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/>

REFERENCIAS

- Domínguez, L., González, A. E., Zaragoza, A. y Munive M., [2020], "Actualización del Mapa Nacional de Susceptibilidad a la Inestabilidad de Laderas". Informe anual del Programa Anual de Trabajo. Dirección de Investigación. CENAPRED.
- González, A. E., Domínguez, L., Munive M. y Zaragoza, A., [2020], "Elaboración del Mapa Nacional de Susceptibilidad a Caídos de Roca y Derrumbes como herramienta para la prevención de desastres y el ordenamiento del territorio". Informe anual del Programa Anual de Trabajo. Dirección de Investigación. CENAPRED.
- Guzmán, J. A., Williams, F., Riquer, G., Vargas, A. y Leyva R., [2020], "Fallas de licuación de suelos inducidas por el sismo de Tehuantepec del 7 de septiembre de 2017 [Mw 8.2] en la ciudad de Coatzacoalcos, Veracruz, México. Revista de Ingeniería Sísmica Núm. 102. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica.
- Mendoza M. J. y Domínguez L., [2002], "Primer caso documentado de licuación en el altiplano central de México". Memorias de la XXI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, pp 307-316, Querétaro, Qro.
- Mendoza M. J. y Domínguez L., [2004], "Criterios para Estimar la Amenaza por Inestabilidad de Laderas". Memorias de la XXII Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, pp 307-316, Guadalajara, Jal.
- Mendoza, M. J. y Domínguez, L., [2006], "Estimación del Peligro y el Riesgo de Deslizamientos en Laderas". Capítulo 5 del volumen de Fenómenos Geológicos, Serie Atlas Nacional de Riesgos, CENAPRED.
- Terzaghi K., [1950] "Mechanism of Landslides", artículo presentado en el volumen de ingeniería geológica de la Sociedad Americana de Geología, USA., pág. 202-243.

SISMOS

Regionalización sísmica

De acuerdo con el mapa de peligro sísmico 2015, realizado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el territorio mexicano está dividido en cuatro grandes zonas, según su **grado de peligrosidad: A, B, C y D**, de menor a mayor, respectivamente.

Esta clasificación, conocida como **regionalización sísmica**, tiene como objetivo principal, junto con manuales de obras civiles, proporcionar a los diseñadores y constructores la información necesaria para calcular valores para diseño de obras, de tal manera que éstas resulten suficientemente seguras y su costo no sea excesivo. Se advierte que esta regionalización es aplicable a estructuras construidas en terreno firme; no se toma en cuenta el fenómeno de amplificación del movimiento sísmico por efecto de suelos blandos, cuestión que puede ser decisiva para el peligro sísmico de algunos lugares [la caracterización es muy regional], como el caso de Ciudad de México, en donde la amenaza sísmica es extraordinariamente grande debido al **tipo de suelo**, ya que la violencia del movimiento varía de un lugar a otro. Por esta razón, en función de la composición del suelo, esta ciudad está dividida en tres zonas: zona de lago (suelo blando), zona de transición y zona de lomas (terreno firme). En esta última, la amplificación de las ondas es menos violenta, a diferencia de la del lago, donde sucede lo contrario.

México es un país cuyo territorio está conformado, en dos terceras partes, por sistemas montañosos donde se conjugan factores geológico-geotécnicos, geomorfológicos, estructurales y climáticos que definen zonas inestables (deslizamientos y derrumbes de roca, flujos de lodos y detritos), y en donde existen sobre y bajo ellos desarrollos urbanos y rurales, así como infraestructura civil, que podrían causar daños a bienes expuestos y a la población.

Aunque los deslizamientos se deben principalmente a fenómenos meteorológicos derivados de eventos de lluvias (huracanes, tormentas tropicales), los efectos combinados con sismos también representan un porcentaje importante en la ocurrencia de **deslizamientos de laderas** (taludes naturales), principalmente en suelos sensitivos, en donde las fuerzas sísmicas pueden inducir deformaciones que reducirán la resistencia y podrían conducir a la falla, si los movimientos sísmicos son de suficiente magnitud y duración.

Información básica

Zona: **B**

Observaciones: **Sin comentarios**

Efecto de sitio: **Posibles efectos de sitio (suelo blando)**

Deslizamiento por sismo: **Sin comentarios**

Características: **La zona B, de sismicidad baja, se caracteriza por ser una región en donde no se registran sismos con frecuencia y porque que las amplificaciones del suelo no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.**

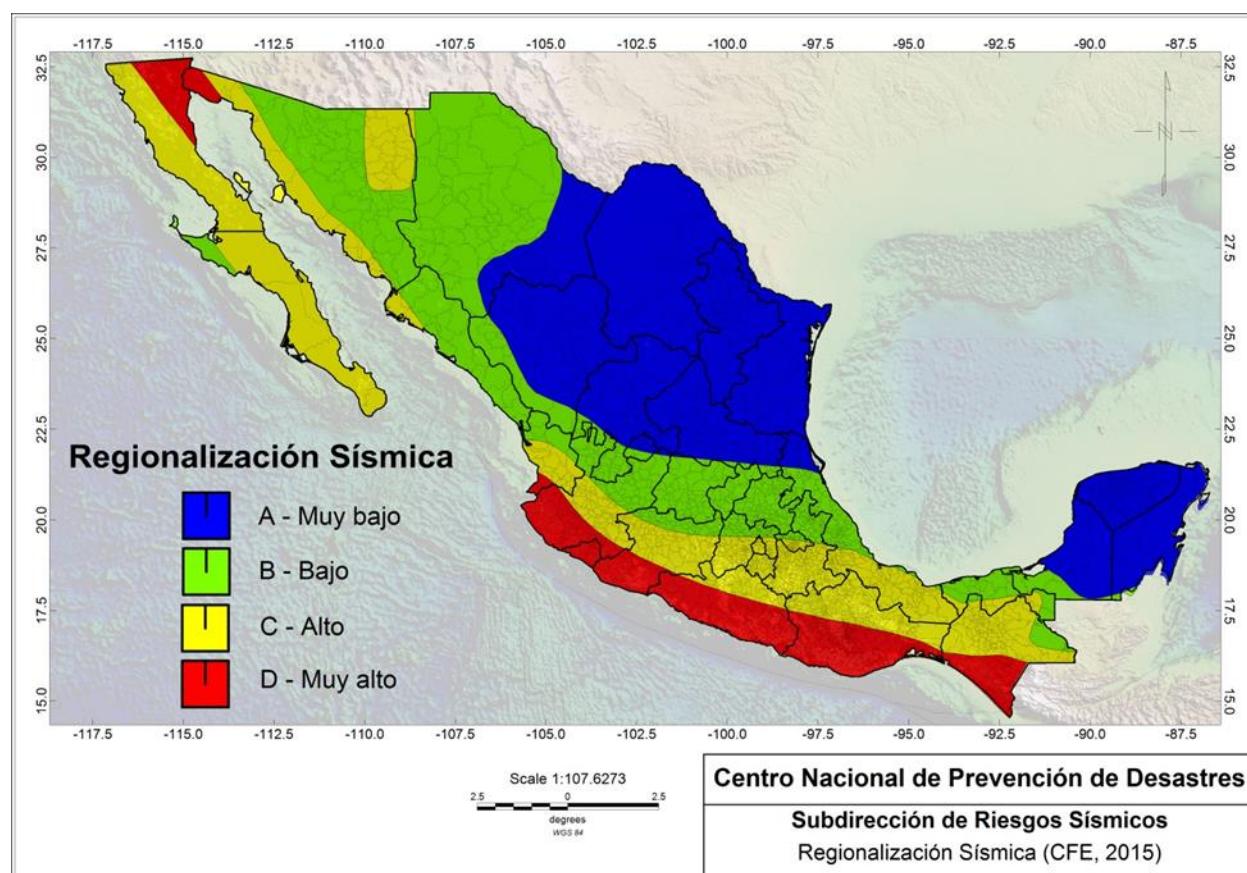


fig.2 Regionalización sísmica [CFE, 2015]

REFERENCIAS

- CENAPRED, [2019]. Análisis de deslizamiento de laderas por sismo, Subdirección de Riesgos Sísmicos, Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. Disponible en:
https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2020/1er_Trimestre/FRACCION_XLI/RS/DeslizamientoSismo_CENAPRED_Final_FormatoNuevo.pdf
- CENAPRED, [2020]. Identificación de peligro sísmico a nivel municipal que permita contar con información básica para el desarrollo posterior de atlas municipales en todo el país, Subdirección de Riesgos Sísmicos, Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. Disponible en:
https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2021/1er_Trimestre/FRACCION_XLI/RS/210420_Informe_RS_CaracteristicasCFE2015.pdf
- CFE, [2015]. Manual de Diseño de Obras Civiles – Diseño por Sismo, CFE-IIE versión 2015, Sección C: Estructuras, Tema 1: Criterios Generales de Análisis y Diseño, México 2015.
- INEEL, [2017]. Programa de Diseño Sísmico [PRODISIS], Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias. Disponible en:
<https://www2.ineel.mx/prodisis/es/prodisis.php>
- USGS, [2021]. Mapa global de velocidades promedio de ondas de corte en los primeros 30 m de profundidad, Vs30, Servicio Geológico de los Estados Unidos [USGS]. Disponible en:
<https://earthquake.usgs.gov/data/vs30/>

RIESGOS VOLCÁNICOS

Volcán

Un volcán es una abertura de la tierra por donde sale el magma (roca fundida) de su interior, por la acumulación de capas de lava y cenizas, los volcanes generalmente tienen forma de montaña. Los materiales también pueden ser emitidos a lo largo de fracturas, fisuras y conos adventicios en zonas volcánicas. Las cenizas de los volcanes son fragmentos de roca del tamaño de la arena y la gravilla que se pulverizan durante las explosiones volcánicas.

Cuando bajo un volcán se acumulan materiales muy calientes (magma), la presión y la temperatura pueden hacer que salga en forma de lava, ceniza, rocas, vapores y gases, produciéndose una erupción, que puede ser de varios tipos. En ocasiones, los materiales de la erupción salen lentamente, principalmente como lava (roca líquida fundida); en otros casos, los materiales pueden salir de forma violenta y explosiva, generando grandes cantidades de cenizas y gases que pueden ser muy destructivos.

Cuando la actividad de algún volcán evoluciona hacia un nivel mayor, generalmente se espera que se presenten manifestaciones tales como actividad sísmica, deformación del suelo, cambios en la composición química del agua, emanaciones de gas y vapores que salen de las fumarolas, que puedan ser detectadas por los sistemas de monitoreo, antes de que se desarrolle una actividad volcánica mayor. Esto permitirá a los sistemas de protección civil tomar medidas preventivas (días a semanas).

México es un país rico en volcanes, la mayor parte del vulcanismo está relacionado con la interacción entre las placas tectónicas de Rivera y Cocos con la placa Norteamericana, y se manifiesta principalmente en la Faja Volcánica Mexicana. Sin embargo no es la única región volcánica en México, hay otras regiones que han presentado actividad volcánica importante (fig.3).

Los daños causados por las erupciones volcánicas, en algunos casos han involucrado la pérdida de ciudades enteras, destrucción de bosques y cosechas, el colapso de las economías y mortandad (De la Cruz, 2008).

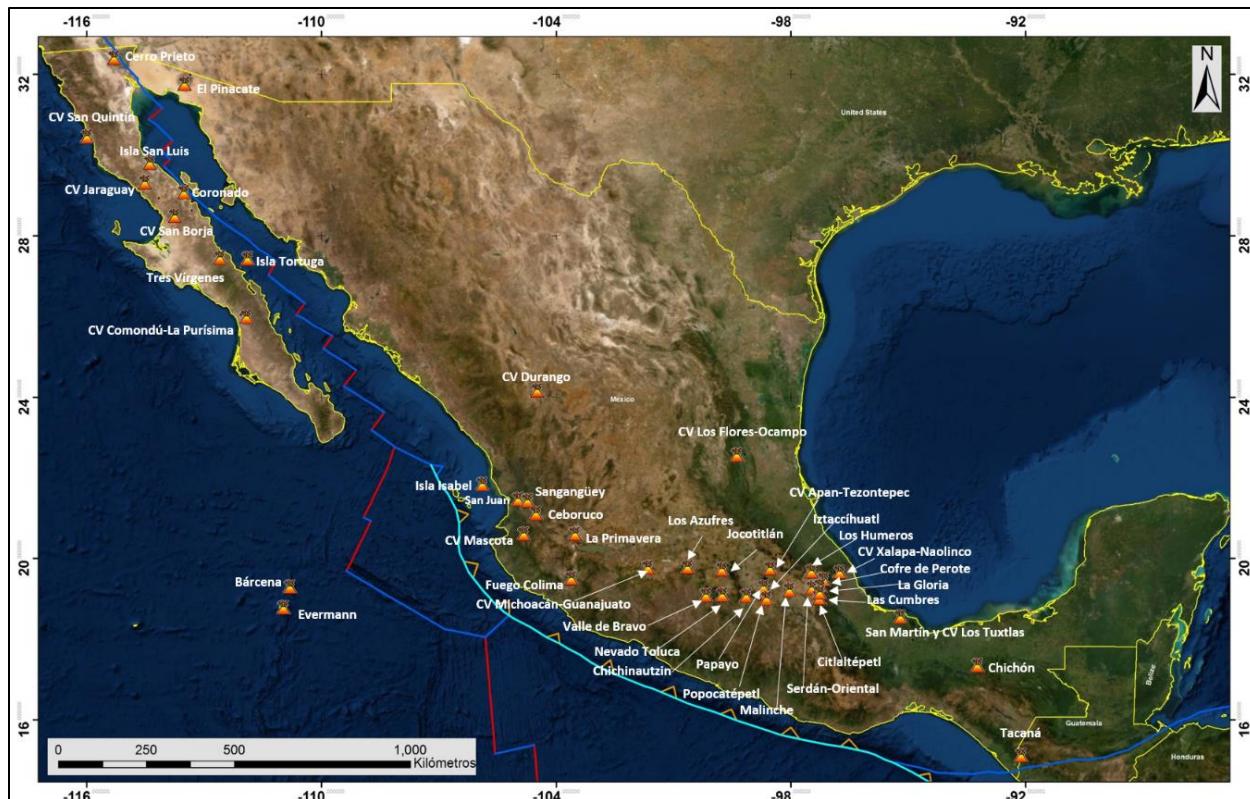


fig.3 Principales volcanes y campos volcánicos de México (CENAPRED 2021)

Peligros volcánicos

Las erupciones volcánicas dan lugar a la expulsión de diferentes materiales que resultan en **diferentes tipos de peligros volcánicos** [fig.4], que amenazan la vida y posesiones de las personas. Entre ellos se encuentran los flujos de lodo, flujos piroclásticos, avalanchas, gases, flujos de lava, cenizas y piroclásticos. Algunos de estos peligros se manifiestan a pocas decenas de kilómetros del volcán, mientras que otros hasta a cientos de kilómetros, como es el caso de la ceniza.

Gases volcánicos

Durante las erupciones volcánicas se produce una importante liberación de gases, principalmente vapor de agua; pero también dióxido de carbono, dióxido de azufre, ácido clorhídrico, monóxido de carbono, ácido fluorhídrico, azufre, nitrógeno, cloro y flúor. Estos gases se diluyen y dispersan rápidamente, sin embargo pueden alcanzar concentraciones altas en las zonas bajas o depresiones muy cercanas al volcán, donde pueden causar intoxicación y muerte de personas y animales. Los gases también pueden condensarse y adherirse a partículas de ceniza, así como reaccionar con las gotas de agua y provocar lluvias ácidas que generan corrosión, daños en los cultivos, contaminación de aguas y suelos, etc.

Los gases volcánicos también pueden ser liberados entre erupciones, o durante meses y años después de una erupción, aunque la emisión de gases probablemente será menor en estas situaciones.

Caída de ceniza

A los materiales rocosos fragmentados y expulsados hacia la atmósfera durante una erupción se les conoce como **tefra**. A los fragmentos de tefra con tamaño menor a 2 mm se les denomina **ceniza volcánica**, y si su tamaño está entre 2 mm y 64 mm, lapilli. Las partículas de ceniza son transportadas por los vientos a kilómetros de distancias del cráter, en función de su tamaño, peso y altura de la columna eruptiva. Cuando caen forman una capa de diferentes espesores [de milímetros a varios centímetros] y pueden causar problemas de salud en las personas, contaminar fuentes de agua, colapsar los techos por el peso acumulado, afectar cultivos, interrumpir el tráfico aéreo, entre otros.

Balísticos

Los proyectiles balísticos son fragmentos de roca de tamaños superiores a los 64 mm expulsados durante explosiones volcánicas a velocidades de decenas a centenares de metros por segundo. Aunque suelen ser menores a 50 cm, pueden llegar a medir algunos metros de diámetro. Sus trayectorias se ven poco afectadas por la dinámica de la columna eruptiva.

Algunos proyectiles conservan altas temperaturas al caer sobre el terreno y pueden producir incendios en pastizales o bosques. Su velocidad de impacto va desde 300 hasta 500 km/hora.

Flujos y oleadas piroclásticas

Los flujos y oleadas piroclásticas son mezclas turbulentas de material volcánico y gases muy calientes, que se deslizan cuesta abajo por las laderas o flancos de un volcán a grandes velocidades [mayores a 100 km/h] y altas temperaturas [300 °C a 700 °C]. Poseen normalmente una parte inferior densa que se desplaza por el fondo de las barrancas o valles y otra superior, menos densa, denominada oleada piroclástica, compuesta por una nube turbulenta de gases y ceniza, que con facilidad salen del valle. Los flujos piroclásticos voluminosos frecuentemente sobrepasan relieves importantes y afectan una mayor área. Los flujos y oleadas destruyen y calcinan todo lo que encuentran a su paso. Representan una de las manifestaciones más destructivas de las erupciones volcánicas y han sido la causa de numerosos desastres volcánicos en todo el mundo.

Flujos de lodo o lahares

Los lahares son corrientes de lodo y escombros volcánicos que descienden por las laderas del volcán, incorporando más material hasta depositarse e inundar las zonas bajas. Se generan cuando los materiales de diversos tamaños emitidos durante las erupciones, son movilizados por el agua y forman flujos que se mueven rápidamente pendiente abajo, a velocidades que varían de 40 a 100 km/h. El agua puede provenir de lagos, arroyos, ríos, derretimiento de los glaciares o nieve que cubre la cima del volcán, o de las lluvias torrenciales que arrastran los materiales volcánicos depositados sobre el volcán.

Fluyen por los cauces de los arroyos y su alcance depende del volumen del material movilizado, de la cantidad de agua que se incorpora a la mezcla [agua de lluvia, deshielo o arroyos] y de la topografía del volcán, eventualmente pueden salir de los cauces. Ocurren durante o después de una erupción, e incluso en volcanes inactivos, durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias. Normalmente destruyen todo lo que encuentran a su paso y pueden alcanzar grandes distancias (>200 km).

Avalanchas

Las avalanchas de escombros son deslizamientos súbitos de una parte voluminosa de los edificios volcánicos. Se originan debido a factores de inestabilidad provocando que parte del volcán se rompa, causando el colapso lateral y el desprendimiento de un sector del edificio.

Como resultado del derrumbe, se producen enormes avalanchas de roca con volúmenes de hasta 10 km³ que viajan a velocidades cercanas a los 100 km/hora, y pueden alcanzar decenas de kilómetros de distancia. Las avalanchas destruyen y sepultan todo lo que encuentran a su paso, alterando la topografía y provocando cambios considerables en la red hidrográfica.

Derrames de lava

Los derrames de lava son corrientes de roca fundida emitidas a elevadas temperaturas de entre 800 y 1200 °C y pueden ser expulsadas por el cráter o fracturas en los flancos del volcán.

Por lo general avanzan a decenas de metros por hora y llegan a recorrer varios kilómetros de distancia con respecto al volcán. Los derrames de lava destruyen todo a su paso, generan daños en viviendas, infraestructura y vías de comunicación. Por sus altas temperaturas provocan incendios en pastizales y bosques, sin embargo, no representan un grave peligro para las personas debido a su baja velocidad. Los derrames de lava son corrientes de roca fundida emitidas a elevadas temperaturas de entre 800 y 1200 °C., y pueden ser expulsadas por el cráter o fracturas en los flancos del volcán. Por lo general avanzan a decenas de metros por hora y llegan a recorrer varios kilómetros de distancia con respecto al volcán. Los derrames de lava destruyen todo a su paso, generan daños en viviendas, infraestructura y vías de comunicación. Por sus altas temperaturas provocan incendios en pastizales y bosques, sin embargo, no representan un grave peligro para las personas debido a su baja velocidad.

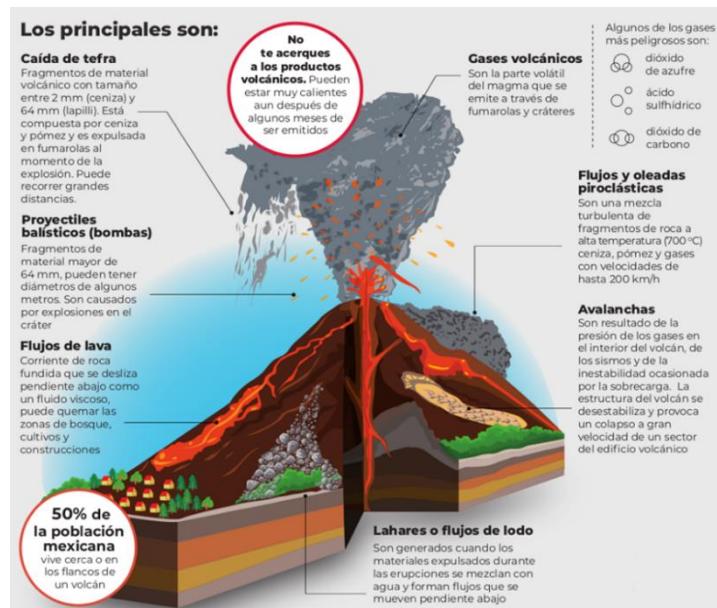


fig.4 Peligros volcánicos [CENAPRED, 2021]

Recomendaciones ante la probable caída de Ceniza

- Protege tus ojos, nariz y boca, si tienes necesidad de salir a la intemperie. Evita hacer ejercicio.
- Cierra puertas y ventanas y sella con trapos húmedos las rendijas y las ventilas para limitar la entrada de polvo a casas y edificios. Sacude la ceniza con plumeros para que no se rayen las superficies.
- Tapa tinacos y otros depósitos para que no se ensucien y cubre equipos y automóviles para que no se deterioren y rayen.
- Quita continuamente las cenizas para evitar que se acumulen en techos ligeros (lámina, cartón, triplay, lona, teja y otros parecidos), porque pueden hacer que se caigan por el exceso de peso, como pasa con el granizo. Además, si la ceniza se moja, aumentaría de peso como si fuera una losa de cemento, por lo que no debemos tratar de quitarla con agua.
- Cubre todas las coladeras y recoge las cenizas en costales y bolsas de plástico para evitar que estas se vayan al drenaje.
- Trata de que circule la menor cantidad posible de automóviles; se precavido y paciente porque el tráfico se puede volver lento al ponerse resbaloso el piso.

Información básica

A continuación se presenta un listado de los volcanes activos y la distancia que existe de ellos a este municipio.

El municipio localizado en las coordenadas geográficas:

-96.121, 19.1174

No. volcanes a 10 km	No. volcanes a 20 km	No. volcanes a 50 km	No. volcanes a 100 km
0	0	0	1

Nombre de volcanes a 10 km:

Ninguno

Nombre de volcanes a 20 km:

Ninguno

Nombre de volcanes a 50 km:

Ninguno

Nombre de volcanes a 100 km:

CV Xalapa-Naolinco

REFERENCIAS

- Centro Nacional de Prevención de desastres. Cartel Volcán Popocatépetl. <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/13-CARTELVOLCNPOPOCATPETL.PDF>
- De la Cruz Reyna, S., 2008. Fascículo Volcanes. Centro Nacional de Prevención de Desastres. <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/2-FASCCULOVOLCANES.PDF>
- Centro Nacional de Prevención de desastres. Folleto Volcanes. <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/160-FOLLETOVOLCANES.PDF>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos [Fenómenos Geológicos]. <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/55.pdf>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. Infografía Peligros Volcánicos. <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/319-319-INFOGRAFAPELIGROSVOLCNICOS.PDF>

VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Definición de vulnerabilidad estructural

La vulnerabilidad estructural se refiere al daño o afectación que sufrirá un activo determinado ante una amenaza dada. Usualmente se mide en términos de un porcentaje medio de daño o valor económico requerido para reparar el bien afectado y llevarlo a un estado de funcionalidad equivalente al que tenía antes de la ocurrencia del evento y la incertidumbre asociada. La vulnerabilidad se expresa en términos de las llamadas funciones y/o matrices de vulnerabilidad. Estas funciones de vulnerabilidad, generalmente, definen la distribución de probabilidad de las pérdidas como variables dependientes de la intensidad producida durante un escenario específico asociado a algún tipo de fenómeno y con una cierta frecuencia de ocurrencia (cierto periodo de retorno).

Para el caso de las edificaciones de vivienda, tanto del sector formal, como informal, se han elaborado matrices y/o funciones de vulnerabilidad que permitirían calcular la susceptibilidad de daño de edificaciones existentes ante el impacto de un evento perturbador postulado. Para poder hacer uso de estas funciones resulta necesario, al menos, contar con información de las características de la edificación, del tipo de suelo en el que se desplanta y del nivel de intensidad del fenómeno. En el caso de los vientos fuertes, la intensidad se representa, a la fecha, por medio de la velocidad de diseño. Se han elaborado funciones de vulnerabilidad característica para edificación de vivienda en donde el porcentaje de pérdida esperada y está en función de la intensidad, en este caso la velocidad de diseño (generalmente en km/h).

El uso de funciones resulta de gran utilidad para procedimientos sistematizados, en los que, además, se pueda contar con información con alto nivel de detalle sobre las características físicas y mecánicas de los componentes y materiales de las edificaciones para vivienda. En este sentido, la información referida sigue conformando el déficit de la mayoría de los trabajos realizados a la fecha para la elaboración de Atlas de Peligros y Riesgos, tanto a nivel estatal, como a nivel municipal.

Tomando en cuenta que un trabajo de levantamiento riguroso de información relacionada con las características de la edificación requiere de tiempo, se presentan una propuesta como opción para establecer una relación entre los bienes expuestos del estado, municipio o localidad, centrándose en la edificación para vivienda, y el porcentaje de daño esperado para un nivel de velocidad de diseño asociada al municipio.

Con base en la información que contempla el INEGI en los protocolos para recopilación de información de los censos de población y vivienda que realiza en el país, se puede hacer una tipificación simplificada para la edificación de vivienda considerando, cualitativamente, aspectos básicos para definir el nivel de vulnerabilidad asociado principalmente a edificaciones del sector informal; así se pueden mostrar, en orden creciente de vulnerabilidad, las seis tipologías incluidas en la información INEGI:

1. Muros de mampostería con techos rígidos
2. Muros de mampostería con techos flexibles
3. Muros de adobe con techo rígidos
4. Muros de adobe con techos flexibles
5. Muros de materiales débiles con techos flexibles
6. Sin información

Información básica

De acuerdo con los datos proporcionados por la Encuesta Intercensal 2015, existen en este municipio, 42851 viviendas, de las cuales, respecto a la tipología de vivienda, se tiene la siguiente distribución:

Tipología de vivienda	No. viviendas	Porcentaje de viviendas	Vulnerabilidad
Muros de mampostería con techos rígidos	33105	77.26 %	Muy baja
Muros de mampostería con techos flexibles	8040	18.76 %	Baja
Muros de adobe con techos rígidos	20	0.05 %	Media
Muros de adobe con techos flexibles	0	0.0 %	Alta
Muros de materiales débiles con techos flexibles o no clasificada	1522	3.55 %	Muy alta
Sin información	164	0.38 %	
Total vivienda en el municipio	42851		

Fuente: Encuesta Intercensal INEGI 2015

Aproximadamente el 77.26% (33105 viviendas) están construidas con Muros de mampostería con techos rígidos por lo que se considera que tienen una vulnerabilidad Muy baja, principalmente por el tema de daño por sismo y viento fuerte. Es necesario realizar el levantamiento de viviendas vulnerables en el municipio para identificar aquellas que requieren de mejoras estructurales.

REFERENCIAS

- Centro Nacional de Prevención de Desastres (2001), Informe de Investigación: Procedimiento para calcular la susceptibilidad de daño por viento de edificación para vivienda a nivel municipal, Dirección de Investigación, Subdirección de Riesgos, Atlas Nacional de Riesgos.

ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS

Las sustancias químicas se emplean en casi todas las industrias, como materia prima en sus procesos de manufactura. Muchas sustancias químicas son peligrosas debido a que poseen características que las hacen tóxicas, inflamables, explosivas, corrosivas o reactivas.

Las instalaciones industriales, comerciales y de servicios, generalmente requieren almacenar sustancias químicas peligrosas y un suministro constante de éstas. El almacenamiento permite contar con cantidades suficientes para realizar sus operaciones productivas y reponer las sustancias consumidas o utilizadas.

En instalaciones en las que se utilizan o almacenan sustancias peligrosas es posible que ocurra algún accidente y una liberación de éstas, que dependiendo de la cantidad involucrada y de su resultado [incendio, explosión, nube tóxica, etcétera] se presentarán distintos grados de afectación a los trabajadores, a la población, a las propiedades o a los bienes materiales y al ambiente. Estos accidentes pueden deberse a diversas causas, entre las que se incluyen: fallas operativas, fallas mecánicas en equipos, errores humanos, pérdida de servicios auxiliares y causas premeditadas; así como provocados por la presencia de fenómenos naturales [sismos, huracanes, inundación, etcétera].

En México las sustancias químicas y materiales peligrosos involucrados en el mayor número de accidentes en la industria son: gas LP, gasolina, diésel, amoniaco, pirotecnia, gas natural, combustóleo, solventes, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico y cloro, entre otras. Asimismo, los eventos que suceden con mayor frecuencia en instalaciones que utilizan o almacenan sustancias peligrosas son los incendios, seguido de fugas, explosiones y derrames.

De esta manera, para establecer el peligro en el municipio es necesario contar con información que permita identificar y ubicar las instalaciones en las que se almacenan sustancias peligrosas, determinar las sustancias y las cantidades o volúmenes almacenados; así como, establecer las circunstancias que pueden provocar un accidente o la liberación de estas sustancias, para estimar las posibles consecuencias o impactos de los accidentes a las instalaciones y la población.

En la siguiente tabla se indica el número de instalaciones con almacenamiento de sustancias y materiales peligrosos en el municipio, clasificadas por tipo de instalación. Esta tabla fue elaborada a partir de los permisos en materia de gas LP y petrolíferos otorgados por la Comisión Reguladora de Energía e información sobre instalaciones con Actividades Altamente Riesgosas elaborada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres.

	Número de instalaciones
Estaciones de Servicio (gasolineras)	26
Estaciones de Servicio con Fin Específico de gas LP	4
Estaciones de Servicio de Autoconsumo de gas LP	0
Plantas de Almacenamiento de gas LP	0
Plantas de Distribución de gas LP	0
Instalaciones de PEMEX y plantas de almacenamiento de petrolíferos	0
Almacenamiento en instalaciones con Actividades Altamente Riesgosas (AAR)	0

El indicador municipal de peligro por almacenamiento de sustancias y materiales peligrosos fue elaborado considerando cinco niveles: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Asimismo, para su desarrollo se consideró el número de instalaciones con almacenamiento existentes en el municipio, agrupándolas por tipo de instalación y utilizando una ponderación estadística conforme al número promedio anual de accidentes ocurridos en instalaciones con almacenamiento de sustancias peligrosas durante el periodo de 2010 a 2023.

Información básica

Grado de peligro por almacenamiento de sustancias químicas peligrosas: **Bajo**

Recomendaciones

- Revisar que las instalaciones que almacenan sustancias químicas peligrosas cuenten con un Programa Interno de Protección Civil y con procedimientos de respuesta a accidentes.
- Elaborar un Programa de Preparación y Respuesta ante contingencias o emergencias con sustancias químicas peligrosas a nivel local.
- Capacitar a las personas que participan en la atención y respuesta a los accidentes con sustancias químicas peligrosas y contar con el equipo de protección personal adecuado.
- Difundir medidas para el manejo adecuado de sustancias químicas peligrosas y para la prevención de accidentes.

REFERENCIAS

- Atlas Nacional de Riesgos. Aplicativo “Sistemas Nacional de Información sobre Riesgos”, capas “Industrias con sustancias químicas peligrosas [CENAPRED, 2018]” y “Gaseras [CRE, 2017]”
<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/>
- Comisión Reguladora de Energía [CRE]. “Permisos otorgados en materia de Gas LP”.
<https://www.gob.mx/cre/documentos/permisos-otorgados-en-materia-de-gas-lp>
- Comisión Reguladora de Energía [CRE]. “Permisos otorgados en materia de petrolíferos”
<https://www.gob.mx/cre/articulos/permisos-definitivos-otorgados-en-materia-de-petrolifero>
- Comisión Nacional de Hidrocarburos [CNH]. “Mapa de hidrocarburos”.
<https://mapa.hidrocarburos.gob.mx/>
- Secretaría de Energía [SENER]. “Infraestructura del gas natural en México”.
<https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1uLUYxcpPsDe3VtKzPpsSMYzVk6M&ll=31.600365137429538%2C-110.58953995538548&z=8>

INCENDIOS FORESTALES

Un incendio forestal es un fuego que se extiende de manera descontrolada y afecta los bosques, las selvas o la vegetación de zonas áridas y semiáridas. Los incendios forestales son ocasionados por la presencia de una fuente de ignición, ya sea natural o antrópica. Existen diversos factores ambientales que condicionan la propagación del fuego, como son las características de la vegetación y el estado del tiempo, así como la topografía del sitio.

Aunque los incendios forestales pueden ocurrir en cualquier momento, en México se presentan dos temporadas en las que existe una mayor incidencia de incendios forestales:

- La primera temporada inicia en enero y concluye en junio, y se registra en las zonas centro, norte, noreste, sur y sureste del país.
- La segunda temporada inicia en mayo y termina en septiembre, y se registra en el noroeste del país.

Ambas temporadas coinciden con la época de mayor estiaje (sequía) en el territorio nacional.

Se considera que el 98 % de los incendios forestales son provocados por causas humanas, y sólo un 2 % tiene como causa fenómenos naturales como son las tormentas eléctricas (rayos o descargas eléctricas) y la erupción de volcanes.

De acuerdo con las estadísticas de los últimos años, más del 50 % de los incendios forestales son provocados por acciones intencionadas y debido a las actividades agropecuarias; el porcentaje restante se atribuye principalmente a causas desconocidas, así como a fogatas, fumadores y quema de residuos.

El indicador municipal de peligro por incendios forestales fue elaborado considerando cinco niveles: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Asimismo, para su desarrollo se consideró el número de incendios forestales reportados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para cada uno de los municipios de las 32 entidades federativas durante el periodo de 2019 a 2023.

En el municipio durante el periodo de 2019 a 2023 el número de incendios forestales fue: **Ninguno**

Información básica

Grado de peligro por incendios forestales: **Muy Bajo**

Declaratorias de emergencia por incendio forestal: **Ninguna**

Declaratorias de desastre por incendio forestal (periodo 2020 a 2024): **Ninguna**

Recomendaciones

- Consultar la información sobre incendios activos en el Sistema de Predicción de Peligros de Incendios Forestales, disponible en: <http://forestales.ujed.mx/incendios2/>
- Consultar la información sobre Índices de Peligro en el Sistema de Predicción de Peligros de Incendios Forestales, disponible en: <http://forestales.ujed.mx/incendios2/>
- Consultar información sobre Índice de Sequedad del Combustible en la capa Meteorología, del Sistema de Predicción de Peligros de Incendios Forestales; disponible en: <http://forestales.ujed.mx/incendios2/>
- Consultar en el Sistema de Alertas Tempranas, la Alerta de Peligro de Incendios Forestales, disponible en: https://idefor.cnf.gob.mx/cms/at_incendios
- Elaborar un Plan Especial municipal para la temporada de sequía, estiaje e incendios forestales.
- Elaborar estrategias y acciones de prevención para incendios forestales.
- Difundir medidas para el manejo del fuego en actividades agropecuarias para la prevención de incendios forestales.



fig.5 Polígonos de incendios históricos, disponible en
<https://snif.cnf.gob.mx/incendios/>

REFERENCIAS

- Información estadística de incendios forestales. Cierre de la temporada 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023 <https://www.gob.mx/conafor/documentos/reporte-semanal-de-incendios>
- Sistema Nacional de Información Forestal. Incendios 2019-2023 <https://snif.cnf.gob.mx/incendios/>
- Incendios forestales. Guía práctica para comunicadores <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/236Gu%C3%A3da%20pr%C3%A1ctica%20para%20comunicadores%20-%20Incendios%20Forestales.pdf>
- NWCG Guía de Bolsillo de Respuesta a Incidentes (GBRI) 2022 <https://idefor.cnf.gob.mx/documents/1937/download>
- Declaratorias de emergencia y desastres por incendio forestal. Periodo 2000 a 2024 <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/>
- La temporada de incendios forestales 2024 ya comenzó, ¡prepárate! <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/la-temporada-de-incendios-forestales-2024-ya-comenzó-preparate>
- Recomendaciones para quemas agropecuarias seguras. Cenapred marzo de 2021. <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/recomendaciones-para-quemas-agropecuarias-seguras>

TRANSPORTE DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS

La actividad de transporte permite un flujo ininterrumpido de sustancias químicas a las instalaciones industriales, comerciales y de servicios donde son requeridas. Esta actividad se realiza principalmente vía terrestre por carretera y ferrocarril utilizando diferentes configuraciones y tipos de camiones, autotanques y carros de ferrocarril; asimismo, el transporte de hidrocarburos también se realiza por medio de ductos.

Durante el transporte de las sustancias y materiales peligrosos es posible que ocurra un accidente y una liberación que puede afectar a la salud de las personas, al ambiente y a las propiedades o bienes materiales. Por lo que es necesario conocer los peligros que presentan las sustancias y materiales que se transportan en el municipio y los riesgos asociados para proteger a la población en caso de un accidente.

En estudios sobre la accidentabilidad en el autotransporte de materiales peligrosos se observa que los vehículos involucrados en accidentes corresponden en primer lugar a los vehículos articulados seguidos por los doble articulados y el camión unitario. Las sustancias de la clase 3 “Líquidos inflamables” y la clase 2 “Gases” son las que están involucradas en el mayor número de accidentes, seguidos por sustancias de la clase 6 “Tóxicos agudos” y clase 8 “Corrosivos”. Dentro de la clase 3 los derivados del petróleo (gasolina, diésel, turbosina y combustóleo) son los materiales que están involucrados en el mayor número de accidentes, y de la clase 2 el mayor número de accidentes corresponde al gas LP seguido del amoniaco.

Entre las causas de accidentes en el autotransporte de materiales peligrosos los factores atribuibles al conductor (por ejemplo, exceso de velocidad, imprudencia, invasión de carril contrario, no respetar señal de alto, etc.) representan más del 70 % del total de los accidentes, seguido de los factores atribuidos al vehículo (por ejemplo, llantas, ejes, frenos, dirección, etc.), la combinación de factores atribuidos al conductor y al vehículo (por ejemplo, exceso de velocidad y llantas) y los factores atribuidos al camino. Asimismo, el tipo de accidente más frecuente es el choque seguido de la salida de camino, volcadura y desprendimiento de semirremolque.

De esta manera para establecer el peligro en el municipio es necesario contar con información sobre la ubicación de las vías de comunicación por la que se transportan materiales peligrosos, determinar las sustancias, los tipos de vehículos utilizados y las cantidades o volúmenes transportados; así como, establecer las circunstancias que pueden provocar un accidente o la liberación de estas sustancias, para estimar las posibles consecuencias o impactos de los accidentes a la población.

En el municipio durante el periodo de 2019 a 2023 el número de accidentes en el autotransporte de sustancias y materiales peligrosos fue: **1**.

Adicionalmente, en el municipio **existen ductos** para el transporte de hidrocarburos; y **no cuenta con vías férreas** para el transporte de sustancias y materiales peligrosos.

El indicador municipal de peligro por autotransporte de sustancias y materiales peligrosos fue elaborado considerando cinco niveles: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Asimismo, para su desarrollo se consideró el número de accidentes reportados por el Centro Nacional de Comunicación y Operación de Protección Civil [CENACOM], la Guardia Nacional, el Sistema de Emergencias en Transporte para la Industria Química [SETIQ], la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente [PROFEPA] y en medios electrónicos durante el periodo de 2010 a 2021.

Información básica

Grado de peligro por autotransporte de sustancias químicas peligrosas: **Muy bajo**

Recomendaciones

- Identificar las vialidades utilizadas para el autotransporte de sustancias y materiales peligrosos.
- Capacitar al personal de respuesta a emergencias en transportación con sustancias y materiales peligrosos.
- Elaborar un Plan de respuesta ante accidentes en el transporte de sustancias químicas peligrosas.
- Difundir medidas para el manejo adecuado de sustancias químicas peligrosas y para la prevención de accidentes.

REFERENCIAS

- Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF). “Mapa Digital del Sistema Ferroviario Mexicano”. <https://www.gob.mx/artf>
- Atlas Nacional de Riesgos. Aplicativo “Sistema Nacional de Información sobre Riesgos”, capa “Accidentes durante el transporte de sustancias químicas peligrosas”. <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/>
- Comisión Reguladora de Energía (CRE). “Permisos otorgados en materia de Gas LP”. <https://www.gob.mx/cre/documentos/permisos-otorgados-en-materia-de-gas-lp>
- Comisión Reguladora de Energía (CRE). “Permisos otorgados en materia de petrolíferos” <https://www.gob.mx/cre/articulos/permisos-definitivos-otorgados-en-materia-de-petrolifero>
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH). “Mapa de hidrocarburos”. <https://mapa.hidrocarburos.gob.mx/>
- Secretaría de Energía (SENER). “Infraestructura del gas natural en México”. <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1uLUYxcpPsDe3VtKzPpsSMYzVk6M&ll=31.60365137429538%2C-110.58953995538548&z=8>
- Mendoza Sánchez Juan F., Romero González Luis F., Cuevas Colunga Ana Cecilia. Vulnerabilidad de las carreteras por el transporte de materiales y residuos peligrosos. Instituto Mexicano del Transporte. Publicación Técnica No. 364. Sanfandila, Qro, 2012 <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt364.pdf>
- US Department of Transportation, Transport Canada, Centro de Información Química para Emergencias, Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. Guía de respuesta en caso de emergencia 2024. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/914690/II.3_GRE2024_1_.pdf

SANITARIO-ECOLÓGICOS

Definición del fenómeno

El Fenómeno Sanitario-Ecológico está definido en el Art. 2 Fracción XXVI de la Ley General de Protección Civil (LGPC), como el agente perturbador que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos.

Epidemias

A lo largo de su historia, México se ha visto afectado por diversas epidemias, así como pandemias, ocasionadas generalmente por enfermedades infecciosas.

Las enfermedades infecciosas se definen como aquellas debidas a microorganismos patógenos, virus, o sus productos tóxicos, que aparecen tras la transmisión del agente infeccioso (o sus productos tóxicos) desde una persona infectada, un animal o un reservorio (lugar donde un agente infeccioso puede sobrevivir), hasta un hospedador susceptible, directamente o a través de un agente intermediario (animal, vector o medio ambiente inanimado) (Losa, 2021).

Si los casos de enfermedad solo se dan localmente, se considera y denomina como "brote endémico" y hace referencia a la aparición de una enfermedad debida a una infección en un lugar específico y en un momento determinado. Cuando una enfermedad se vuelve endémica, el número de personas que se enferman permanecen relativamente constante a lo largo del tiempo, pero cuando el número de casos en esa región en particular supera el nivel esperado se denomina epidemia (Wagner, 2023), es decir una epidemia es la ocurrencia de casos de una enfermedad con una incidencia mayor a la esperada en un área geográfica y periodo determinado (OMS, 2011).

Mientras que una pandemia es la propagación mundial de una enfermedad, en donde la mayoría de las personas no tienen inmunidad. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), para que pueda surgir una pandemia es necesario que: 1) Aparezca un nuevo virus o una nueva mutación de uno ya existente, que no haya circulado anteriormente y que la población no sea inmune a él. 2) El virus sea capaz de producir casos graves de la enfermedad, con una mortalidad significativa. 3) El virus tenga la capacidad de transmitirse de persona a persona de forma eficaz, provocando un rápido contagio entre la población.

La intervención temprana en brotes, con acciones permanentes como la vigilancia epidemiológica, el control de la calidad del agua, la disposición sanitaria de residuos sólidos y excretas, la higiene de la vivienda y la promoción de la salud, reducen los factores de riesgo que pudieran influir de manera negativa sobre la salud humana (SS, 2024).

Para la elaboración de este indicador se consideró información del número de casos de cuatro enfermedades de interés epidemiológico; dengue, Chikungunya, enfermedades febris exantemáticas y COVID-19, reportados por la Secretaría de Salud.

Recomendaciones

El Dengue y el Chikungunya son enfermedades de origen viral transmitidas por el mosquito vector *Aedes aegypti*.

La infección del dengue causa síntomas gripales y en ocasiones evoluciona hasta convertirse en un cuadro potencialmente mortal, llamado dengue grave. Los principales síntomas son fiebre de 40 °C o mayor, dolor de cabeza intenso, dolor detrás de los globos oculares, salpullido, dolores musculares y articulares, náuseas y vómito.

La infección de Chikungunya causa fiebre de aparición abrupta, dolor de espalda y cefalea, pero la característica predominante es la presencia de poliartralgias (dolor articular severo) con compromiso de pequeñas y grandes articulaciones, que puede llegar a ser incapacitante y en algunos casos puede durar por varios años [Restrepo, 2014].

Las recomendaciones deben estar enfocadas a disminuir la proliferación de los mosquitos:

- Inspeccionar los alrededores de las viviendas para identificar y eliminar posibles lugares de reproducción.
- Evitar los estancamientos de agua y la acumulación de desechos en los patios, jardines y techos.
- Voltear cubetas, tambos, tinas, macetas o cualquier objeto que no estés utilizando y en el que se haya acumulado agua durante las lluvias.
- Tirar botellas, llantas, latas o trastes que ya no se usen, ya que pueden servir de criaderos para mosquitos.
- En los refugios temporales, procurar la limpieza y control de residuos dentro y alrededor del refugio temporal.
- Cubrir recipientes con agua limpia para uso diario (tambos, tinacos).

Por otro lado, las enfermedades febris exantemáticas (EFES) son un grupo de padecimientos con diferente grado de contagiosidad, que tienen como características principales la presencia de fiebre y erupción cutánea (exantema, irritación de la piel). Entre ellas se encuentran el sarampión, rubéola, exantema súbito, escarlatina, erisipela, entre otras. Las recomendaciones generales ante este tipo de enfermedades son:

- Identificar las enfermedades de interés epidemiológico para el municipio.
- La inmunización de la población para las enfermedades prevenibles por vacunación.
- Ante cualquier síntoma acudir a un centro de salud para su diagnóstico y tratamiento.

Nivel de peligro por enfermedades de interés epidemiológico: **Alto**

Número de defunciones por dengue durante el período 2020 a 2023: **1**

Número de defunciones por COVID-19 durante el período 2020 a 2023: **327**

Plagas

El término plaga hace referencia al aumento de un animal, una planta o un microorganismo, hasta niveles anormales y como consecuencia de ello, afecta directa o indirectamente a la especie humana, ya sea porque perjudique su salud y su comodidad o dañe las construcciones o los predios agrícolas, forestales o ganaderos de los que el ser humano obtiene alimentos, forrajes, textiles, madera, etc. [Brechelt, 2004]. Las principales plagas agrícolas son insectos, ácaros, nemátodos, caracoles, aves y roedores.

Se pueden categorizar a las plagas de acuerdo con su densidad poblacional en: 1) Claves; que ocurren de forma permanente en altas poblaciones, son persistentes y muchas veces no pueden ser dominadas por las prácticas de control 2) Ocasionales; cuyas poblaciones se presentan en cantidades perjudiciales sólo en ciertas épocas, mientras que en otros períodos carecen de importancia económica. El incremento poblacional por lo general está relacionado con cambios climáticos o desequilibrios causados por el hombre. 3) Migrantes; especies de insectos no residentes en los campos cultivados, pero que pueden llegar a ellos periódicamente debido a sus hábitos migratorios causando severos daños. Otra forma de clasificación es de acuerdo con las normas fitosanitarias, como: a) Cuarentenarias; que afectan a los cultivos alimentarios y son de importancia económica potencial para diversos cultivos, b) No cuarentenarias reglamentadas; aquellas que tienen repercusiones económicas inaceptables [pérdidas económicas de gran magnitud], relacionadas con su uso destino [FAO, 2019].

Por el tipo de organismo afectado, las plagas se pueden clasificar en: agrícolas, pecuarias y domésticas [urbanas]. Estas últimas afectan a las personas, ya que pueden ser vectores de enfermedades, como las cucarachas, las moscas, los mosquitos, los roedores, entre otros.

Para la elaboración de este indicador se tomó en cuenta la información de plagas bajo vigilancia de importancia cuarentenaria publicada por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [Senasica].

Recomendaciones

- Identificar las plagas agrícolas y pecuarias que afectan al municipio.
- Ante la presencia de plagas en plantas o animales seguir las recomendaciones de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER] local.
- Ante las plagas domésticas, lo mejor es mantener una buena higiene en las viviendas y sus alrededores, realizar una disposición adecuada de los residuos, guardar y proteger los alimentos crudos y preparados, eliminar lugares donde puedan refugiarse las plagas (huecos, rendijas, escombros, basureros), colocar rejillas en drenajes o desagües.

Nivel de peligro por plagas: **Alto**

Plagas fitosanitarias presentes: **S/D**

Plagas fitosanitarias sospechosas: **S/D**

Plagas zoosanitarias controladas: **Brucelosis, Garrapata B, Rabia bovina, Varroasis**

Plagas zoosanitarias con escasa prevalencia: **Influenza aviar**

Contaminación del agua

Se considera que el agua está contaminada cuando su composición o estado natural se ven modificados, de tal modo que pierde las condiciones aptas para los usos a los que estaba destinada. El agua contaminada presenta alteraciones físicas (temperatura, color, densidad, suspensiones, etc.), químicas (sustancias disueltas, composiciones, radioactividad, etc.) o biológicas, por lo que no pueden cumplir sus funciones ecológicas (García, 2009).

La contaminación del agua puede tener un origen natural o antrópico, es decir, producido a causa de las diversas actividades desarrolladas por el ser humano, las cuales son la principal fuente de contaminación.

Para determinar la calidad química de las aguas se pueden realizar varias determinaciones; a continuación, se comentan las más representativas:

Temperatura: La temperatura del agua puede influir en la capacidad para disolver sustancias entre ellas el oxígeno y en el comportamiento biológico de los organismos que existan en ella.

Color: El color del agua puede indicar la presencia de sustancias disueltas, como minerales orgánicos e inorgánicos.

Turbidez: La turbidez evalúa la claridad del agua mediante la dispersión de la luz y puede revelar la presencia de partículas en suspensión.

pH: Mide el grado de acidez o alcalinidad del agua. El pH es importante porque afecta la solubilidad de sustancias químicas y la disponibilidad de nutrientes para organismos acuáticos.

Conductividad: Evalúa la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica, lo que puede estar relacionado con la concentración de iones y sales disueltas en el agua.

Dureza: Evalúa la concentración de minerales, especialmente calcio y magnesio.

Oxígeno disuelto: El oxígeno disuelto es esencial para la vida acuática y en niveles bajos pueden indicar condiciones adversas para los organismos.

Coliformes fecales: Detectan la presencia de bacterias de origen fecal y son indicativos de contaminación y por ende un riesgo para la salud humana.

Recuento de bacterias: Evalúa la cantidad total de bacterias en una muestra de agua, cuya presencia pone en riesgo la salud humana.

La Conagua considera ocho parámetros que se usan como indicadores para determinar la calidad del agua superficial: Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días [DBO5], Demanda Química de Oxígeno [DBO], Sólidos Suspendidos Totales [SST], Coliformes fecales [CF], *Escherichia coli* [E_COLI], Enterococos fecales [ENTEROC_FEC], porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto [OD%] y Toxicidad aguda [TOX]. Mientras que para la calidad del agua subterránea considera 14 parámetros indicadores fisicoquímicos y microbiológicos: [Fluoruros [Fluo], Coliformes fecales [CF], Nitrógeno de Nitratos [N_NO3], Arsénicos Total [As_Tot], Cadmio Total [Cd_Tot], Cromo Total [Cr_Tot], Mercurio Total [Hg_Tot], Plomo Total [Pb_Tot], Alcalinidad [Alc_Tot], Conductividad eléctrica [Cond-elec], Dureza Total [Dur_Tot], Sólidos Disueltos Totales [SDT], Hierro Total [Fe_Tot] y Manganeso Total [Mn_Tot]. Con base en estos parámetros se califica el cumplimiento o el incumplimiento de la calidad del agua destinada para uso potable, de consumo o en riego agrícola.

Para la elaboración de este indicador se consideró la información de calidad del agua de la Conagua, tanto para agua superficial como subterránea, en el período 2012-2022.

Recomendaciones:

- Identificar los cuerpos de agua superficial y subterráneos que presentan algún grado de contaminación.
- Identificar puntos de descarga de aguas residuales que afecten los cuerpos de agua.
- Informar a las autoridades competentes si se observa alguna actividad que contamine el agua.
- Participar en actividades comunitarias de limpieza de ríos y playas.
- Informarse sobre el cuidado del medio ambiente; ahorro de agua, uso de productos biodegradables, manejo adecuado de residuos.

Nivel del peligro por contaminación de agua: **Medio**

Contaminación del suelo

La contaminación del suelo se refiere a la acumulación en el mismo de compuestos tóxicos (persistentes o no), productos químicos, sales, materiales radiactivos, o agentes causantes de enfermedades, que tienen efectos adversos sobre el hombre, o el crecimiento de las plantas, o la salud de los animales, o que influye negativamente en el medio ambiente (Jiménez R. y Navarro P. 2017).

Las principales causas de contaminación del suelo son: disposición inadecuada de residuos peligrosos en terrenos baldíos y patios traseros de las industrias, fugas de tanques y contenedores subterráneos, fugas de tuberías y ductos, lixiviación de materiales en sitios de almacenamiento, derrames accidentales de sustancias químicas, en especial durante su transporte, aplicación de sustancias en el suelo, tales como agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes), aguas residuales descargadas sin tratamiento previo, lixiviación de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto y fugas de alcantarillados (Izcapa, T.C, 2001).

Existen tres tipos de contaminantes a) compuestos inorgánicos (metales y minerales no metálicos), b) contaminantes biológicos (microorganismos) y c) compuestos orgánicos (volátiles y no volátiles o persistentes) (Fernández A. R. 2009).

Para la elaboración de este indicador se tomó en cuenta la información de peligro por jales mineros, sitios de disposición de residuos sólidos urbanos y sitios contaminados de la SEMARNAT.

Recomendaciones:

- Identificar focos de contaminación de suelo, como los basureros o sitios de disposición de residuos municipales clandestinos.
- Incentivar a la población en el tema de gestión adecuada de residuos.
- Denunciar si se observa alguna actividad que contamine el suelo.
- Participar en jornadas comunitarias de limpieza de parques y espacios públicos.
- Fomentar el uso de tecnologías limpias y sostenibles.

Nivel del peligro por contaminación de suelo: **Sin dato**

REFERENCIAS

- Brechelt A. (2004). Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA).
- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. Calidad del agua en México. Revisado el 1 de junio de 2024. Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua?idiom=es>
- DOF, 2012. Diario Oficial de la Federación. Ley General de Protección Civil. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012; última reforma 21-12-2023
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Glosario de términos fitosanitarios. Normas Int. Para Medidas Fitosanit. No. 8: 1-38.
- Fernández A. R. [2009]. Contaminación y contaminantes del suelo. Revisado el 26 de julio de 2024. Disponible en: Manual-de-salud-ambiental-infantil-para-enseñanza-de-grado-en-escuelas-de-edicina.pdf (enfermeriaaps.com).
- García R. M. [2009]. Biología y Geología. Cenoposiciones. ISBN:987-84-92767-07-6.
- Izcapa Treviño C. Lineamientos generales para la evaluación de sitios contaminados y propuesta de acciones para su restauración, Informes Técnicos, Centro Nacional de Prevención de Desastres, diciembre, 2001. Disponible en: <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/25-INFORMATCNICOLINEAMIENTOS GENERALES PARA LA EVALUACIN DE SITIOS CONTAMINADOS Y PROPUESTA DE ACCIONES PARA SU RESTAURACION.PDF>
- Jiménez Ballesta R. y Navarro Pedreño J. [2017]. Introducción a la contaminación de suelos. En Jiménez Ballesta R. (2017). Introducción a la contaminación de suelos. Mundi-Prensa. España. ISBN: 978-84-8476-789-3.

- Losa, JE. [2021]. Enfermedades infecciosas emergentes: una realidad asistencial. Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 44(2), 147-151. Epub 07 de febrero de 2022. <https://dx.doi.org/10.23938/assn.968>
- Manual para la Atención a la Salud ante Desastres. Lineamientos para la seguridad en Salud. Secretaría de Salud. Revisado el 2 de julio de 2024 en http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/emergencias/descargas/pdf/00_LineamientosParaLaSS.pdf
- OMS. Organización Mundial de la Salud. [2011]. Módulo de principios de Epidemiología para el control de Enfermedades (MOPECE). Segunda edición. Revisado el 16 de junio de 2024 en <https://www3.paho.org/col/dmdocuments/MOPECE5.pdf>.
- Restrepo Jaramillo, Berta Nelly. [2014]. Infección por el virus del Chikungunya. CES Medicina, 28(2), 313-323. Fecha de consulta 18 de julio de 2024, recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-87052014000200016&lng=en&tIlg=es
- Wagner Sophia. [2023]. Endemia, epidemia, pandemia; ¿cuál es la diferencia? Ciencia. Revisado el 10 de julio de 2024 en <https://www.dw.com/es/endemia-epidemia-pandemia-cu%C3%A1l-es-la-diferencia/a-60313748>



Gobierno de
México

Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana
Coordinación Nacional de Protección Civil
Centro Nacional de Prevención de Desastres

(55) 1103 6000
gob.mx/cenapred