

**DIRECCIÓN GENERAL DE EPIDEMIOLOGÍA**

**DIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE EPIDEMIOLOGÍA**

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA EPIDEMIOLÓGICA**

**UNIDAD DE INTELIGENCIA EPIDEMIOLÓGICA Y SANITARIA**

**PERFIL NACIONAL DE RIESGOS**

**2015**

**Dr. Javier Montiel Perdomo**

**Director de Investigación Operativa Epidemiológica**

**Dra. Yesika Arellanos Jacinto**

**Dr. Alessio D. Scorza Gaxiola**

**Médicos Adscritos a la Unidad de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria.**

**Diciembre/2015**

## **SECRETARÍA DE SALUD**

**Dra. Mercedes Juan López**  
Secretaria de Salud

**Dr. Pablo Antonio Kuri Morales**  
Subsecretario de Prevención y Promoción de la Salud

**Dr. Germán Enrique Fajardo Dolci**  
Subsecretario de Integración y Desarrollo del Sector Salud

**Lic. Igor Rosette Valencia**  
Subsecretario de Administración y Finanzas

**Dr. Cuitláhuac Ruiz Matus**  
Director General de Epidemiología

**Dra. María Eugenia Jiménez Corona**  
Directora General Adjunta de Epidemiología

**Dr. José Alberto Díaz Quiñonez**  
Director General Adjunto del InDRE

## **Dirección General Adjunta de Epidemiología**

**Dra. María Eugenia Jiménez Corona**  
Directora General Adjunta de Epidemiología

**Dr. Arturo Revuelta Herrera**  
Director de Información Epidemiológica

**Biól. José Cruz Rodríguez Martínez**  
Director de Vigilancia Epidemiológica de Enfermedades Transmisibles

**Dra. María del Rocío Sánchez Díaz**  
Directora de Vigilancia Epidemiológica de  
Enfermedades no Transmisibles

**Dr. Javier Montiel Perdomo**  
Director de Investigación Operativa Epidemiológica

## Contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>RIESGO SISMOLÓGICO</b> .....	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>9</b>
<b>HISTORIA DE LOS SISMOS EN MÉXICO</b> .....	<b>9</b>
CLASIFICACIÓN DE LOS SISMOS.....	10
PANORAMA NACIONAL ACTIVIDAD SÍSMICA, MÉXICO 2015.....	12
<b>DAÑOS A LA SALUD EN UN SISMO</b> .....	<b>14</b>
FACTORES QUE INFLUYEN EN LA MORBILIDAD Y MORTALIDAD POR SISMOS.....	15
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL.....	16
<b>MODELO PROBABILISTA DEL RIESGO</b> .....	<b>17</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>18</b>
<b>RIESGO VOLCÁNICO</b> .....	<b>19</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>19</b>
<b>ANTECEDENTES DE EVENTOS ERUPTIVOS EN MÉXICO</b> .....	<b>20</b>
PANORAMA ACTUAL .....	20
PRINCIPALES VOLCANES EN MÉXICO .....	22
Los siguientes volcanes se consideran los más importantes del país: .....	22
Las principales manifestaciones volcánicas son: .....	23
<b>VOLCÁN POPOCATÉPETL</b> .....	<b>24</b>
<b>VOLCÁN DE COLIMA</b> .....	<b>26</b>
<b>DAÑOS A LA SALUD</b> .....	<b>26</b>
Irritantes.....	26
Ceniza.....	27
<b>EFFECTOS PRINCIPALES EN EL AMBIENTE</b> .....	<b>29</b>
<b>POSIBLES ESCENARIOS [LO QUE PODRÍA OCURRIR]</b> .....	<b>29</b>
Volcán Popocatepetl.....	29
Volcán de Fuego de Colima.....	30
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>31</b>
<b>RIESGO METEOROLÓGICO</b> .....	<b>32</b>
<b>CICLONES TROPICALES</b> .....	<b>32</b>
<b>ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS CICLONES TROPICALES EN MÉXICO</b> .....	<b>33</b>
<b>DAÑOS A LA POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA EN SALUD</b> .....	<b>34</b>
<b>ACTIVIDAD DE CICLONES TROPICALES 2015</b> .....	<b>35</b>
Posibles escenarios.....	36
<b>TSUNAMIS</b> .....	<b>37</b>
<b>DAÑOS A LA INFRAESTRUCTURA</b> .....	<b>37</b>
<b>SEQUÍAS</b> .....	<b>37</b>
Clasificación de las Sequías .....	38
Clasificación de la intensidad de la sequía de acuerdo al monitor de sequía de américa del norte (NADM).....	38
Origen y características de las sequías .....	38
<b>INCENDIOS FORESTALES</b> .....	<b>40</b>
<b>NEVADAS</b> .....	<b>41</b>
<b>INESTABILIDAD DE LADERAS</b> .....	<b>42</b>
<b>EROSIÓN</b> .....	<b>43</b>
Tipos de erosión .....	43
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>44</b>
<b>TEMPERATURAS EXTREMAS</b> .....	<b>45</b>

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>45</b>
<b>PANORAMA ACTUAL</b> .....	<b>46</b>
<b>DAÑOS A LA SALUD</b> .....	<b>48</b>
<b>PRONÓSTICO</b> .....	<b>48</b>
<b>FRENTE FRÍO</b> .....	<b>49</b>
PANORAMA.....	51
Daños a la Salud .....	52
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>52</b>
<b>RIESGOS QUÍMICOS</b> .....	<b>55</b>
Introducción.....	55
<b>INTOXICACIÓN POR DERRAME DE METALES PESADOS Y LIXIVIADOS</b> .....	<b>55</b>
Introducción.....	55
<b>Panorama</b> .....	<b>56</b>
<b>Daños a la salud</b> .....	<b>57</b>
Cadmio.....	57
Plomo .....	58
Arsénico.....	59
<b>Posibles escenarios</b> .....	<b>59</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>59</b>
<b>DERRAME DE PETRÓLEO Y SUS DERIVADOS</b> .....	<b>60</b>
Introducción.....	60
Panorama en México.....	60
Daños a la salud.....	61
Posibles escenarios.....	61
Bibliografía.....	63
<b>Gas cloro</b> .....	<b>63</b>
Daños a la salud.....	64
Posibles escenarios.....	65
Bibliografía.....	65
<b>INTOXICACIÓN POR PLAGUICIDAS</b> .....	<b>65</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>65</b>
Panorama.....	66
Efectos sobre la salud .....	68
Bibliografía.....	70
<b>RIESGOS RADIO-NUCLEARES</b> .....	<b>71</b>
Introducción.....	71
<b>Riesgos Radiológicos</b> .....	<b>72</b>
Bomba de cobalto.....	72
¿Qué es una "bomba sucia"?.....	73
Panorama.....	74
<b>Iridio 192</b> .....	<b>74</b>
Panorama.....	75
Bibliografía.....	75
<b>Riesgos Nucleares</b> .....	<b>75</b>
Central Nucleoeléctrica Laguna Verde .....	75
Plan de Emergencia Radiológica Externo (PERE).....	76
Delimitación de las zonas.....	78
Clasificación de las emergencias.....	78
Etapas del plan .....	78
Bibliografía.....	80
<b>RIESGOS BIOLÓGICOS</b> .....	<b>81</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>81</b>

<b>BROTOS EPIDEMIOLÓGICOS.....</b>	<b>81</b>
PANORAMA.....	82
<b>CHIKUNGUNYA.....</b>	<b>85</b>
PANORAMA.....	86
Referencias.....	88
<b>ENFERMEDAD POR VIRUS ÉBOLA.....</b>	<b>89</b>

## INTRODUCCIÓN

El registro y la importancia de la monitorización de eventos de salud pública, se llevan en la Unidad de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria. La notificación e información de los eventos en salud pública son realizadas a través del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) y la Vigilancia Basada en Eventos. En la primera, la información proviene de sistemas de información y vigilancia epidemiológica, estructurados, sistematizados y diseñados sobre enfermedades conocidas y de importancia en salud pública; el SINAVE, se nutre de todas las instituciones del Sector Salud del país. En la segunda, la información es de múltiples fuentes de información tanto oficiales y no oficiales. Esto es útil para poder detectar cualquier amenaza para la salud de la población.

Los impactos de un evento de salud pública por parte de agentes Químicos-Biológicos-Radio-Nucleares (QBRN) y los de origen natural (fenómenos hidrometeorológicos y geológicos), dependerá del agente utilizado y de la dimensión del evento. Es de destacar que los impactos en la salud como consecuencia de los acontecimientos por parte de agentes QBRN y desastres naturales, no están relacionados únicamente con la seguridad y la integridad física población, sino también los problemas psicológicos que puedan introducirse.

Los efectos de una amenaza de este tipo incluyen el desarrollo de un miedo latente que cambia el comportamiento de la sociedad, creando un aire de nerviosismo colectivo, la inseguridad ya veces desconfianza de los líderes políticos.

Los siguientes son otros efectos sobre la salud, el medio ambiente y los servicios que surgen de eventos de salud pública:

- Aumento repentino en el número de muertes.
- Aparición de efectos clínicos y subclínicos de la exposición a agentes QBRN.
- Aumento del riesgo de trastornos psicológicos en la población afectada.
- Aumento del riesgo de contaminación (química, biológica y radiológica) agua y alimentos.
- Daños a los servicios de comunicación (telefonía, internet, radio).
- Los daños y la interrupción de los servicios de saneamiento esenciales.
- El daño a las fuentes fijas o móviles de instalaciones de materiales peligrosos (plantas, almacenes, tiendas, transporte, oleoductos, tuberías, estanques de contención de relaves) y sustancias radiactivas, entre otros, pueden aumentar el riesgo de enfermedad y muerte en el país.
- Aislamiento de las comunidades y las familias debido a la necesidad cuarentena.
- Aumento en la demanda de los servicios de salud.
- Escases de medicamentos.
- Daños a las instalaciones de atención médica.

**Figura 1.** Terremoto de 1985, México. D.F.

Fuente: <https://imagenpolitica.com.wordpress.com>

## RIESGO SISMOLÓGICO

### INTRODUCCIÓN

Un sismo es un fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre, que produce vibraciones que se propagan en todas direcciones y se perciben como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variable.<sup>1</sup>

México se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo, el cinturón de fuego del pacífico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: norteamericana, cocos, rivera y del pacífico, como se puede observar en la figura 2.

Al ocurrir un sismo, tres tipos básicos de ondas producen el movimiento telúrico que es perceptible y causa daños a infraestructura, de ellos, sólo dos se propagan en todas direcciones en el interior de la Tierra, por lo que son llamadas ondas internas.

Las más rápida de las ondas internas es la onda primaria u onda "P". La primera característica de esta onda es que comprime y expande la roca, en forma alternada en la misma dirección en que viaja. La segunda onda llamada secundaria u onda "S" viaja a menor velocidad que la "P" y deforma los materiales, mientras se propaga, lateralmente respecto a su trayectoria.

El tercer tipo de ondas sísmicas es el de las llamadas ondas superficiales, que tienen la característica de propagarse por la parte más superficial de la corteza terrestre.



## ANTECEDENTES

Con base en un estudio realizado en el Instituto de Geofísica de la UNAM sobre los Sismos ocurridos en México durante el Siglo XX, se determinó que cada año se registran más de 100 sismos con magnitudes mayores o iguales a 4.5; ocurren cinco sismos de magnitud mayor o igual a 6.5 cada 4 años, y se espera un sismo con magnitud mayor o igual a 7.5 cada 10 años.

## HISTORIA DE LOS SISMOS EN MÉXICO

Tabla 1. Sismos más importantes en México.

FECHA DEL SISMO	MAGNITUD	EPICENTRO	ZONAS AFECTADAS	DAÑOS
03/05/1887	7,4	Norte de Sonora.	-	51 defunciones.
07/07/1911	7,8	Costa de Michoacán.	Ciudad de México, DF	40 defunciones y 16 heridos.
03/01/1920	6,4	Quimixtlán Estado de Puebla.	-	650 defunciones, destrucción total de Quimixtlán y parcial de Xalapa.
15/04/1941	7,7	Costa de Colima	Ciudad de México, DF	90 defunciones.
22/02/1943	7,5	Petatlán, Guerrero.	-	75 defunciones.
28/07/1957	7,7	Costa de Guerrero, cerca de Acapulco.	Ciudad de México, DF	68 defunciones, daños en la capital del país; la estatua del Ángel de la Independencia colapsó.
06/07/1964 1:00 a.m.	6,9	Cerca de Huetamo, Michoacán.	La región de Tierra Caliente en Guerrero y Michoacán	30 defunciones, la población de Coyuca de Catalán, en Guerrero, quedó semidestruida.
28/08/1973 4:53:41 a.m.	7,3	Ixtaczoquitlán, Veracruz	Centro del estado de Veracruz, regiones de la Esperanza y Tehuacán en Puebla	1,200-3,000 defunciones en las regiones de Serdán y Orizaba, 1.600 heridos, 17.575 casas dañadas.
19/09/1985 7:17:47 a.m.	8,1	Desembocadura del río Balsas, en las costas de Michoacán y Guerrero.	Centro, sur y occidente de la República Mexicana (especialmente la Ciudad de México)	La cifra del gobierno fue oficialmente de alrededor de 10,000 defunciones. El sismo tuvo un grado de intensidad y afectación variable en el Valle de México.
20/09/1985 7:37:13 p.m.	7,3	Zihuatanejo, Guerrero.	Centro, sur y occidente de la República Mexicana (especialmente la Ciudad de México)	Réplica más significativa del sismo del 19 de septiembre de 1985, la cual tuvo una profundidad de 17.6 km. Terminó por colapsar edificaciones dañadas por el sismo en la Ciudad de México y en la región epicentral.
14/09/1995 8:05 a.m.	7,3	Ometepec, Estado de Guerrero.	Estado de Guerrero, Ciudad de México	Considerado como el más fuerte desde 1985, hubo cuatro defunciones y unos 5,000 damnificados, en el Distrito Federal causó gran alarma.
9/10/1995	8,0	Costa de Colima	Estados de Colima y Jalisco	49 defunciones, 1,000 damnificados.
04/04/2010 03:40:40 p.m.	7,2	18 km al sureste de Mexicali, Baja California.	Valle de Mexicali, Sur de California, Ensenada, Tijuana, Tecate.	Dos defunciones, más de 35,000 damnificados.

FECHA DEL SISMO	MAGNITUD	EPICENTRO	ZONAS AFECTADAS	DAÑOS
20/03/2012 12:02:50 p.m	7,4	29 km al sur de Ometepec, Guerrero.	Ciudad de México, Estado de México, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Jalisco, Michoacán, Chiapas, Hidalgo, Morelos, Tlaxcala y Veracruz.	El sismo registró una profundidad de 15 km. Dos muertos y varios heridos, se registraron afectaciones en 29 municipios del estado de Guerrero y 27 de Oaxaca. En la capital del país hubo afectaciones en la línea "A" del Metro.
02/04/2012 12:36:43 p.m	6,3	27 km de Ometepec, Guerrero.	Zona metropolitana, Ciudad de México, Estado de México, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Morelos.	El sismo registró una profundidad de 15 km.

Fuente: <http://www.tembloresenmexico.com/index.php/listado-de-sismos-en-mexico>

Figura 2. Placas tectónicas en México



Fuente: <http://conocegeografia.blogspot.mx/2013/02/placas-tectonicas-de-mexico.html>

## CLASIFICACIÓN DE LOS SISMOS

### Según su origen.

- Naturales.
  - Tectónicos: Son aquellos producidos por la interacción de placas tectónicas, resultado de la deformación continental por el choque entre placas
  - Volcánicos: Estos acompañan a las erupciones volcánicas y son ocasionadas principalmente por el fracturamiento de rocas debido al movimiento del magma.
  - De colapso: Son los producidos por derrumbamiento del techo de cavernas y minas.
- Artificiales.
  - Son los producidos por el hombre por medio de explosiones convencionales o nucleares.

### Según su magnitud. (Escala de Richter).

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

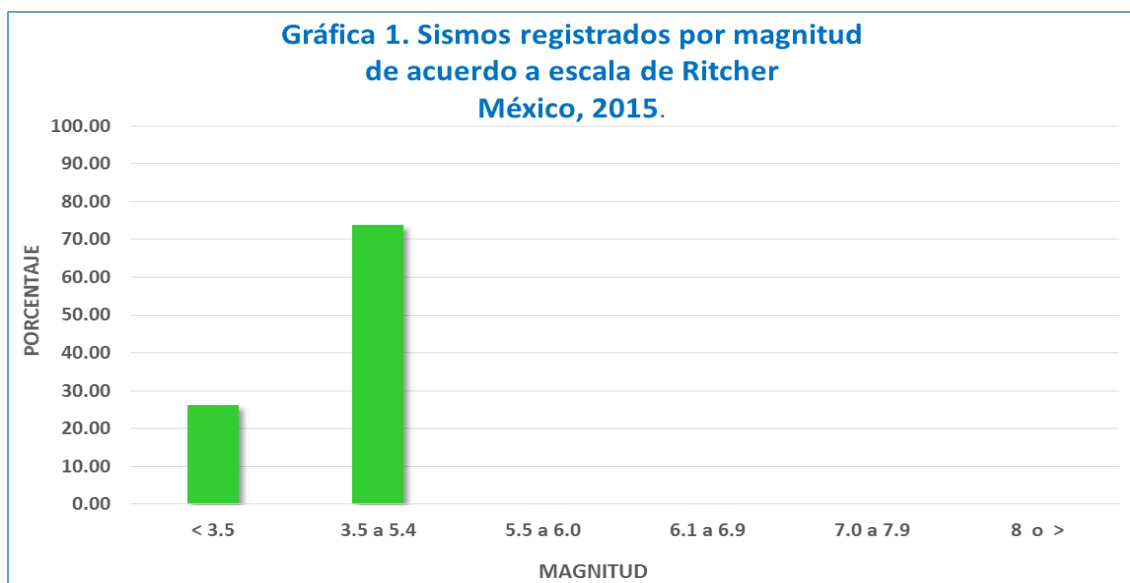
**Según su intensidad.** (Escala de Mercalli Modificada).

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

PANORAMA NACIONAL ACTIVIDAD SÍSMICA, MÉXICO 2015.

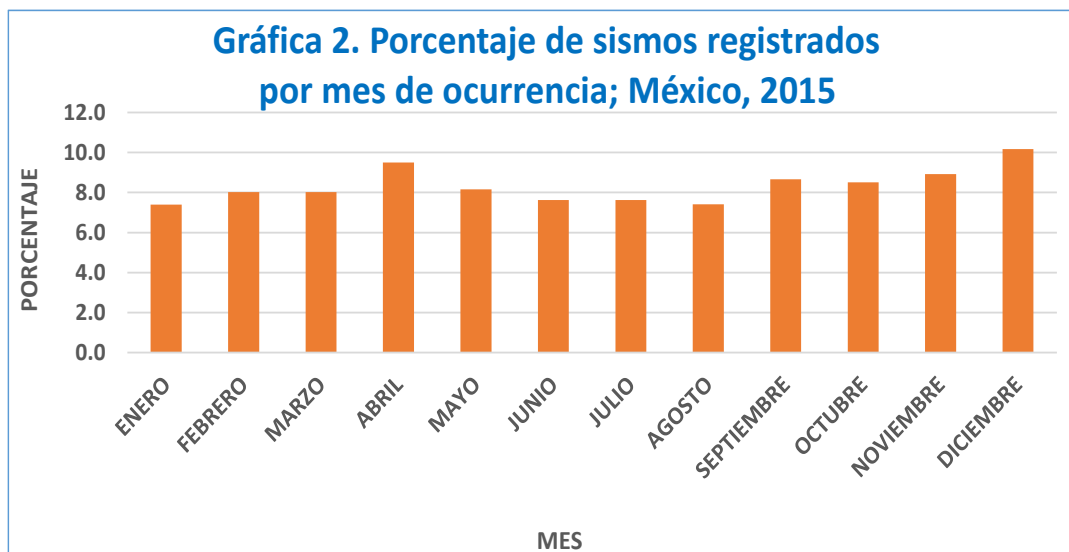
Durante el año 2015, se registraron 10,705 sismos con magnitudes desde 1.5 a 6.7 en escala de Richter.

La Unidad de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria (UIES), monitorea los sismos con magnitud mayor a 4.5 en escala de Richter, debido a que a partir de esta cifra el sismo se percibe y puede causar daños menores, sin embargo a partir de una magnitud de 5.5 el sismo ocasiona mayores daños. Durante el 2015, solo el 1.1% del total de los sismos registrados presentaron una magnitud mayor a esta. (Gráfica 1).



Fuente: Sistema Sismológico Nacional

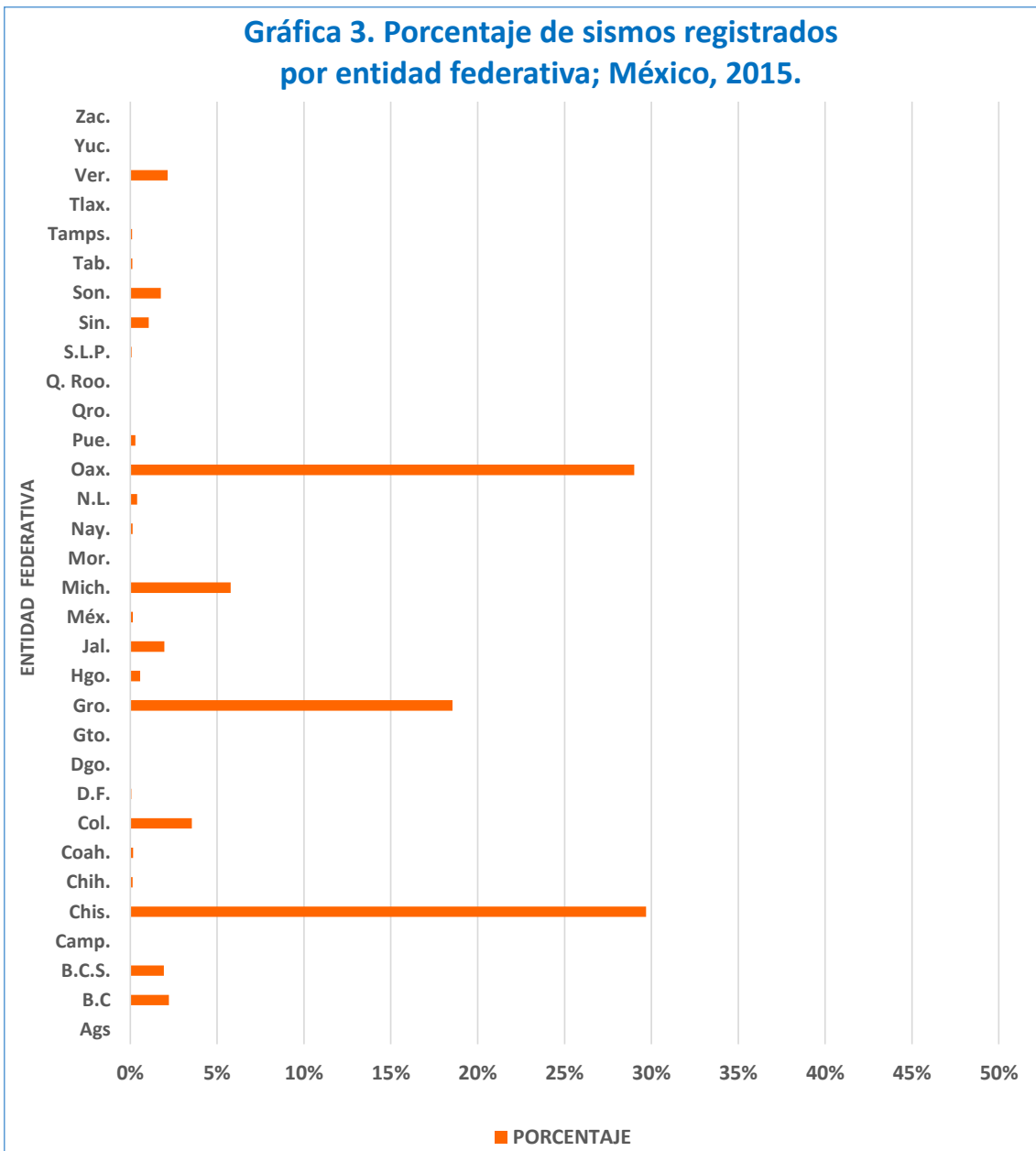
En el análisis por mes del año 2015, se observa que en diciembre (10.2%) y abril (9.5%) tuvieron el mayor número de sismos registrados, sin embargo en los meses de enero (7.4%) y agosto (7.4%)( respectivamente, son los que presentaron menor número de sismos. (Gráfica 2).



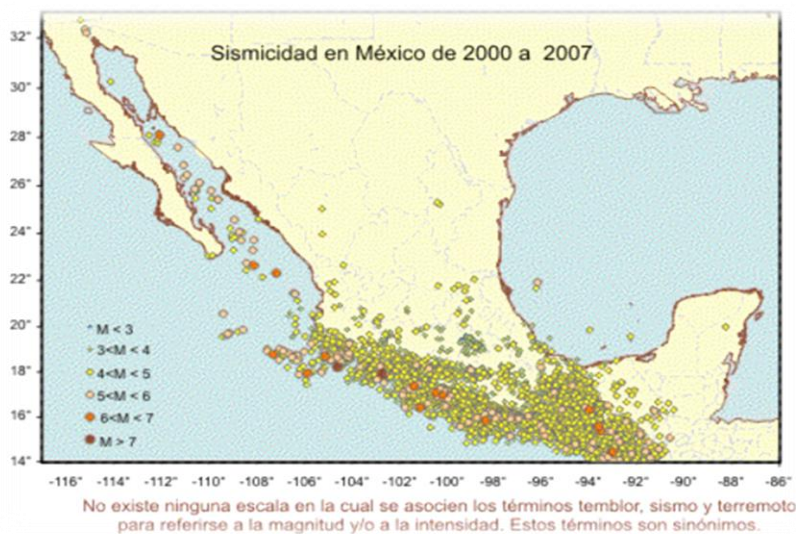
Fuente: Sistema Sismológico Nacional

Las entidades federativas que más sismos registraron fueron: Chiapas (30%), Oaxaca (29%) y Guerrero (19%), lo que concuerda con el año 2014, en donde estos estados también fueron los que presentaron mayor número de sismos.

Michoacán con un 6%, Colima con 4%, seguido de Baja California, Baja California Sur, Jalisco, Sonora y Veracruz con 2% respectivamente. Es importante mencionar que Yucatán durante este año no presentó ningún sismo. (Gráfica 3).



Fuente: Sistema Sismológico Nacional

**Figura 3.** Sismos en México. Periodo 2000 – 2007.

Fuente: <http://www.ssn.unam.mx/>

## DAÑOS A LA SALUD EN UN SISMO

En la mayoría de los sismos, las personas fallecen por energía mecánica como resultado directo del aplastamiento por materiales de construcción. Las muertes pueden ser instantáneas, rápidas o tardías. Las primeras pueden deberse a lesiones severas en la cabeza o el tórax por aplastamiento, hemorragia interna o externa, o ahogamiento en terremotos de origen marino (tsunamis/maremotos).

Las muertes rápidas ocurren en minutos u horas y pueden deberse a asfixia por inhalación de aerosoles o compresión del tórax, choque hipovolémico o exposición ambiental (es decir, hipotermia). Las muertes tardías ocurren en días y pueden deberse a deshidratación, hipotermia, hipertermia, síndrome de aplastamiento, infección de heridas o sepsis posoperatoria.

La mayoría de las personas que requieren asistencia médica luego de terremotos, tiene lesiones menores causadas por la caída de materiales como piezas de mampostería, revestimientos y vigas.

Otra razón para la búsqueda de atención médica son las fracturas que no requieren cirugía, estos tipos de lesiones benignas usualmente sólo requieren manejo ambulatorio y tienden a ser más comunes que las lesiones severas que demandan hospitalización.

Las lesiones severas que requieren hospitalización incluyen fracturas de cráneo con hemorragia o daños severos a órganos de cualquier parte de la economía del cuerpo.

El trauma causado por el colapso de edificaciones es la causa de la mayoría de las muertes y lesiones durante los terremotos. Sin embargo, un gran número de pacientes requiere cuidado inmediato por problemas no quirúrgicos tales como infarto de miocardio, exacerbación de enfermedades crónicas como diabetes o hipertensión, ansiedad y otros problemas de salud mental como depresión.

Un aspecto importante de los terremotos es que producen pérdidas y deterioros significativos en las instalaciones y en la infraestructura de las instituciones del sector salud. Lo cual dificulta aún más la atención de los pacientes en dichos establecimientos. En el Hospital General de México y el hospital Juárez de México, se estima fallecieron cerca de 310 miembros del personal.

Hay evidencia creciente de que los elementos no estructurales (es decir, fachadas, paredes divisorias, techos, ornamentos arquitectónicos externos) y el contenido de las edificaciones (por ejemplo, vidrio, muebles, utensilios, aplicaciones, sustancias químicas) pueden causar un aumento importante de la morbilidad posterior a los terremotos.

#### FACTORES QUE INFLUYEN EN LA MORBILIDAD Y MORTALIDAD POR SISMOS

- **Replicas:** La mayoría de los terremotos son seguidos por réplicas, algunas de las cuales pueden ser tan fuertes como el terremoto mismo.
- **Clima:** Se sabe que las condiciones climáticas locales afectan el tiempo de supervivencia de las personas atrapadas en los edificios colapsados después de un terremoto, tienen una gran influencia sobre el porcentaje de lesionados que mueren antes de ser rescatados.
- **Horario:** La hora del día es un factor importante y determinante en el riesgo de morir o lesionarse a causa de la probabilidad de quedar atrapado por un edificio colapsado, ya que es más frecuente que exista mayor cantidad de lesionados en los terremotos que ocurren en horarios de oficina o escuela, que en aquellos que se presentan en horarios no laborales.
- **Factores generados por el hombre:** Los incendios y la rotura de diques en un terremoto son ejemplos de grandes complicaciones causadas por el hombre, que agravan los efectos destructivos del terremoto. En los países industrializados, un terremoto también puede ser la causa de un gran desastre tecnológico por el daño o la destrucción de estaciones nucleares, centros de investigación, áreas de almacenamiento de hidrocarburos y complejas fábricas de productos químicos y tóxicos.
- **Materiales peligrosos:** Nuestras modernas ciudades industriales están cargadas de productos químicos y del petróleo que podrían contribuir substancialmente a la generación de tóxicos luego de un terremoto
- **Incendio:** Uno de los más severos desastres secundarios que pueden seguir a los terremotos es el incendio. Las sacudidas severas pueden causar volcamiento de estufas, calentadores, luces y otros elementos que pueden iniciar las llamas.



## MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL

Aunque no podemos prevenir los terremotos ni dejar los pequeños para prevenir los grandes, debemos tomarlos en consideración antes de asumir actividades que, se sabe, los precipitan, como las excavaciones profundas, las represas de agua y las descargas de explosivos nucleares bajo tierra.

Evitar la construcción residencial y comercial innecesaria sobre o cerca de fallas geológicas activas y en áreas sujetas a tsunamis o deslizamientos, la licuefacción del suelo y las fallas en la roca, es técnicamente una medida de prevención secundaria ante los terremotos, pero primaria para las lesiones relacionadas con los terremotos.

Las intervenciones en ingeniería han sido dirigidas ampliamente a incrementar la capacidad de las nuevas edificaciones para soportar las sacudidas y también para reforzar las construcciones existentes. El más estricto nivel de seguridad sísmica llevará a las edificaciones a resistir los terremotos con poco o ningún daño. Como mínimo, las edificaciones deben estar diseñadas para permanecer funcionales así estén dañadas (un importante criterio de diseño para los hospitales).

La ciencia de la predicción en tiempo, lugar y magnitud de un terremoto, está aún en su infancia. Aunque algunos terremotos importantes han sido presagiados por temblores que los preceden, los cambios en las aguas subterráneas, la actividad geotérmica y aún en el comportamiento animal, la mayoría de los terremotos han ocurrido súbitamente y sin aviso

Las conductas correctas en los terremotos son importantes. Estos, aunque súbitos, usualmente no son instantáneos. Los ocupantes de las edificaciones generalmente tienen unos pocos segundos para reaccionar antes de que la sacudida alcance su máxima intensidad, surgiendo la posibilidad de tomar acciones de evacuación para escapar de las lesiones.

El caos generalmente predomina inmediatamente después de un terremoto importante. Los residentes, desde afuera, tratarán inicialmente de ayudarse a sí mismos y a sus vecinos. Podrán hacerlo mejor si ya han planeado su respuesta a los más probables escenarios y practicado las habilidades adquiridas.

Sobre la base del escenario del terremoto desarrollado, las autoridades de salud pública deben trazar un plan. Este plan debe incluir lo siguiente:

- Acciones recomendadas a las personas durante la sacudida.
- Instrucciones para la evacuación de edificaciones después de la sacudida (o durante el terremoto mismo, si es fácil y seguro hacerlo).
- Un listado de los sitios seguros donde las personas que viven en las áreas amenazadas por deslizamientos durante temblores secundarios puedan ser reubicadas.
- Medios para el cuidado de jóvenes, ancianos, enfermos y personas débiles.



- Procedimientos para extinguir fuentes de incendios potenciales y hacer seguras las situaciones peligrosas.
- Un protocolo para chequeo personal y recuento de personas desaparecidas.
- Un plan para brindar primeros auxilios y tratar las personas en estrés.
- Procedimientos para chequeo y reporte de daños.
- Medidas de limitación de daños.
- Procedimientos para informar a la fuerza laboral acerca del momento seguro para retornar al trabajo o ir a casa.

## MODELO PROBABILISTA DEL RIESGO

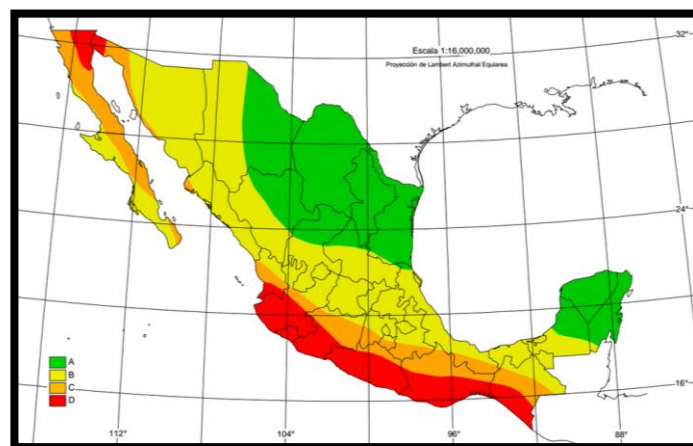
En la actualidad se cuenta con una limitada cantidad de datos e información histórica acerca de eventos catastróficos, debido en algunos casos a la ocurrencia de desastres de baja frecuencia de repetición, y en otros, a desastres con una ventana temporal de atención reciente y corta.

Considerando la posibilidad de presentarse eventos futuros altamente destructivos, la estimación del riesgo debe enfocarse en modelos probabilistas, que permitan emplear la escasa información disponible para predecir posibles escenarios catastróficos en los cuales se considere la alta incertidumbre involucrada en el análisis.

Estimar el riesgo de desastres significa estimar el daño en las diferentes poblaciones y activos expuestos en lugares de interés calculando su vulnerabilidad ante fenómenos (naturales o antropogénicos) específicos y obteniendo la probabilidad y la intensidad con que uno de estos fenómenos llegue a ocurrir. A través de la combinación de estos parámetros, es posible obtener un valor cuantitativo de los activos en riesgo para un peligro o amenaza esperada.

La estimación cuantitativa del riesgo se expresa en términos económicos o número de muertos o heridos. Para ello, se requieren datos de entrada confiable, definidos también en términos cuantitativos. Los principales datos de entrada para la estimación del riesgo son: peligro, exposición y vulnerabilidad.

**Figura 4.** Regiones sísmicas en México.



Fuente: <http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/es/riesgos/sismos/sismologia-de-mexico>

En la zona A no se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (g). En la zona D han ocurrido con frecuencia grandes temblores y se esperan pueden ser superiores al 70% de g.

Las zonas B y C, son intermedias a las dos anteriores, presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de g.

Contar con un sistema para estimar pérdidas en inmuebles e infraestructura del sector público, así como población afectada, por riesgos naturales de potencial impacto catastrófico en México para SEGOB y SHCP.

R-FONDEN proporciona parámetros cuantitativos (nivel país, estado, municipio, dependencia u otro) como son:

- Pérdida anual esperada, PAE.
- Curvas de excedencia de pérdidas.
- Pérdida máxima probable (PML).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Servicio Sismológico Nacional. CENAPRED/UNAM. En:  
<http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/Carteles/tectonica.jsp>
2. Servicio Sismológico Nacional. CENAPRED/UNAM. En:  
[http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/acerca\\_del\\_ssn.jsp](http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/acerca_del_ssn.jsp)
3. Centro Nacional de Desastres. Secretaría de Gobernación. En:  
<http://www.cenapred.unam.mx/es/>
4. Impacto de los Desastres en Salud Pública. Eric K. Noji, Organización Panamericana de la Salud, Colombia, 2000.
5. El terremoto de México de 1985 efectos e implicaciones en el sector salud. Cuauhtémoc Valdés Olmedo, Gregorio Martínez Narváez. Centro de Documentación y Archivo, Secretaria de Salud.
6. Gutiérrez M. Carlos A., Quass Weppen Roberto, Ordaz Shoeder Mario., varios, (2005), "Sismos. Serie Fascículos.", 5a. Edición, 2a. reimpresión 2011.



Fuente: <http://www.elarsenal.net/2015/02/23/volcan-popocatepetl-emite-154-exhalaciones-en-las-ultimas-24-horas/>

## RIESGO VOLCÁNICO

### INTRODUCCIÓN

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

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

Se dice que un volcán es activo, cuando existe magma fundido en su interior, o cuando puede recibir nuevas aportaciones de magma y por tanto mantiene el potencial de producir erupciones. Por ello, aun volcanes que no muestran ninguna manifestación externa pueden ser clasificados como activos. En muchos casos es difícil decir si un volcán es activo o no. Por lo general se dice entonces que un volcán es activo si ha mostrado alguna actividad eruptiva relativamente reciente. Aquí el problema se transforma en definir qué es “reciente”. Según se defina este término algunos volcanes podrán ser considerados “activos” o no. Por ejemplo, un intervalo de tiempo comúnmente aceptado es 10 mil años. Esto significa que un volcán que haya tenido algún tipo de actividad los últimos 10 mil años puede ser considerado “activo”. Sin embargo, este número es convencional, ya que un volcán con, digamos 11 mil años de inactividad no necesariamente está muerto, ni un volcán que haya tenido su última erupción hace, digamos 8 o 9 mil años necesariamente volverá a hacer erupción.

Los volcanes activos se distribuyen por diferentes regiones definidas por los procesos tectónicos de escala global. En el mundo existen alrededor de 1300

volcanes continentales activos. De éstos, 550 han tenido alguna erupción en tiempos históricos (esto es, han sido presenciadas o han afectado a seres humanos). Los volcanes activos mantienen una tasa eruptiva global de 50 a 60 erupciones por año.

## ANTECEDENTES DE EVENTOS ERUPTIVOS EN MÉXICO.

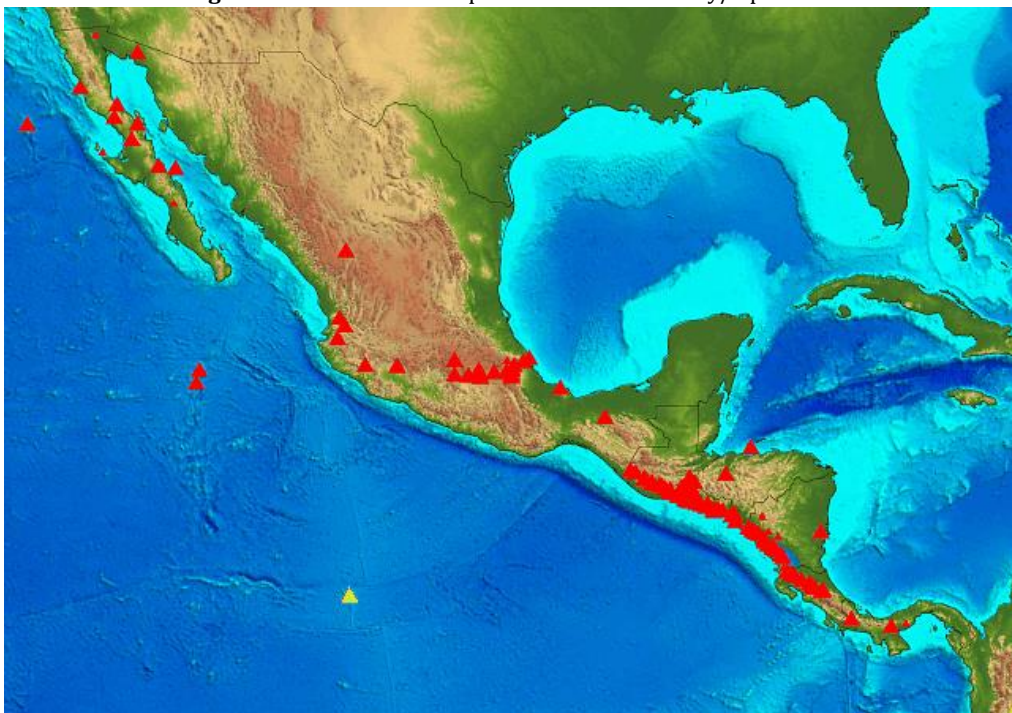
Tabla 1. Volcanes de México con erupciones registradas.

AÑO DEL EVENTO ERUPTIVO	NOMBRE DEL VOLCÁN	DESCRIPCIÓN
1838	San Martín Tuxtla, Veracruz	Su cráter tiene aproximadamente 500m de diámetro. Erupción explosiva en 1664. Su erupción más reciente fue en 1838.
1867	Pico de Orizaba o Citlaltépetl, Puebla-Veracruz	Es el volcán y la montaña más alta de México. Erupciones 1533, 1539, 1545, 1566, 1569, 1589, 1687, 1846, 1613, 1864 y 1867.
1875	Ceboruco, Nayarit	Actualmente el volcán emite fumarolas y se le considera como activo con posibilidad de presentar erupciones en el futuro. Erupciones de 1870 a 1875.
1953	Bárcena, Baja California	Nace el 1º de agosto de 1952. Provocó daños ecológicos considerables; su actividad se prolongó hasta marzo de 1953.
1959	Sanguanguey, Nayarit	Erupciones en 1742 y 1859.
1982	El Chichón o Chichonal, Chiapas	Erupciones en los años 300, 623 y 1300. El 28 de marzo de 1982 se produjo una gran erupción, destruyó varias poblaciones, hubo 2000 víctimas y más de 2000 damnificados. Actualmente este volcán continúa activo.
1986	Tacanán, Chiapas-Guatemala	Se reconocen períodos de explosiones freáticas y fumarólica en 1855, 1878, 1900, 1903, 1949, 1951 y 1986.
1994	Everman o Socorro, Colima	Hizo erupción el 29/01/1993 y finalizó en febrero de 1994. Otras erupciones ocurrieron en 1848, 1896, 1905 y 1951.
2001	Tres Vírgenes, BCS	Erupciones en 1746 y 1857; su última erupción 06/07/2001.
2003	Popocatepetl, México-Puebla-Morelos	Es el segundo volcán más alto de México, se encuentra en intensa actividad manteniendo en alerta a cuatro estados. Actividad moderada de 1347 a 1920; al parecer la actividad explosiva mayor ocurrió en 1539 y 1720.
2011	Volcán de Fuego, Jalisco-Colima	Volcán más activo del territorio mexicano. Cerca de 25 erupciones de 1560 a 1991.

Fuente: <http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/es/riesgos/vulcanismo/volcanes-de-mexico>

## PANORAMA ACTUAL

México es una de esas regiones tectónicamente activas y los volcanes son parte característica del paisaje de muchas regiones del país, particularmente en una faja central que se extiende desde Nayarit hasta Veracruz, llamada la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), formando parte del Anillo de Fuego del Pacífico o Cinturón pacífico que rodea casi totalmente al Pacífico.

**Figura 1.** Volcanes con erupciones documentadas y/o posibles.

Fuente: Programa Global de Vulcanismo del Departamento de Ciencias Minerales, Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsonian.

La actividad orogénica del territorio mexicano dio lugar a numerosos sistemas montañosos cuya característica principal es estar alineados. Los principales sistemas montañosos mexicanos, que a su vez se subdividen en conjuntos menores y volcanes son:

- **Sierra Madre Occidental.** Es una cadena montañosa localizada en la región occidental de la República Mexicana, orientada de noroeste a sureste. Se extiende desde Sonora hasta Nayarit.
- **Sierra Madre Oriental.** Tiene una dirección noroeste-sureste, se inicia al sur del estado de Texas en Estados Unidos, se extiende a México, en dirección norte noroeste, desde Coahuila hacia el sur-sureste de Veracruz y Oaxaca. Cruza los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla.
- **Sierra Madre del Sur.** Se extiende desde Jalisco haciendo contacto con la Cordillera Neovolcánica, y continúa hasta el Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca atravesando Colima, Michoacán y Guerrero.
- **Cordillera Neovolcánica,** se considera como una barrera natural entre América del Norte y América Central. Se extiende desde Nayarit hasta Veracruz atravesando los estados de Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Querétaro, Guanajuato, Michoacán, Guerrero, Jalisco, Colima y Distrito Federal.
- **Sierra Madre de Chiapas.** Se localiza casi en su totalidad dentro del estado de Chiapas y sólo una pequeña parte dentro del estado de Oaxaca.
- **Sierra de California.** Se extiende en dirección norte noroeste a sur sureste a lo largo de toda la Península de Baja California, desde los límites de México con los Estados Unidos hasta Cabo San Lucas en Baja California Sur.
- Se puede decir que en México existen más de 2,000 volcanes, de los cuales alrededor de 42 son reconocidos como tales aunque en total, hay quienes

sostienen que existen exactamente el triple y solo algunos se consideran activos o peligrosos.

## PRINCIPALES VOLCANES EN MÉXICO.

Existen más de 2000 volcanes en México, de los cuales 42 son reconocidos como tales aunque en total, hay quienes sostienen que existen exactamente el triple y solo algunos se consideran activos o peligrosos.

- Ubicados en Baja California, noroeste de México e Islas Mexicanas (16 volcanes): Cerro Prieto, Pinacate, San Quintín, Isla San Luis, Jaraguay, Coronado, Guadalupe, San Borja, Sin nombre, El Aguajito, Tres Vírgenes, Isla Tortuga, Punta Pulpito, Comondú- La Purísima, Bárcena, Socorro.
- Ubicados al oeste y centro de México (24 volcanes): Durango, Sangangüey, Ceboruco, Mascota, Sierra la Primavera, Paricutín (Michoacán-Guanajuato), Los Azufres, Los Atlixcos, Jocotitlán, Los Humeros, Naolinco, Colima, Zitácuaro-Valle de Bravo, La Gloria, Papayo, Serdán-Oriental, La Malinche, Iztaccíhuatl, Las Cumbres, Nevado de Toluca, Chichinautzín, Pico de Orizaba, Popocatepetl, San Martín.
- Ubicados al sur de México (2 volcanes): El Chichón, Tacaná.

Los siguientes volcanes se consideran los más importantes del país:

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



Figura 2. Volcanes activos en México.



Fuente: Thomas Velázquez Fernando y Delgado Granados Hugo. "Conviviendo con los volcanes". Secretaría de Gobernación. Dirección General de Protección Civil. México 1997.

Las principales manifestaciones volcánicas son:

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

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

Tabla 2. Erupciones volcánicas y sus manifestaciones.

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

Fuente: <http://www.cenapred.unam.mx/es/>

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

## VOLCÁN POPOCATÉPETL

Localizado a 60 km al sureste de la Ciudad de México y a 45 km al oeste de la Ciudad de Puebla. Tiene una altura de 5452 msnm y un cráter de 900 m de diámetro y aprox. 200 m de profundidad. Su edificio cubre un área de 500 km<sup>2</sup> abarcando Puebla, Estado de México y Morelos. La actividad actual hasta el momento ha mostrado un comportamiento muy similar a la del episodio de 1919-1927 (y a otros 13 semejantes, reportados durante los últimos 450 años), el cual produjo exhalaciones, explosiones y lluvias de ceniza y arenilla. (Figura 3).

**Figura 3.** Exhalación en el Volcán Popocatépetl.

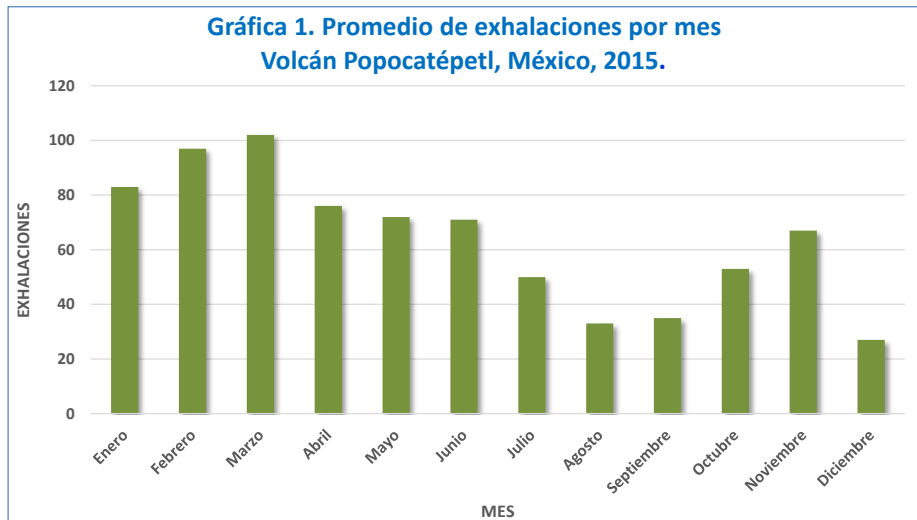


Fuente: Boletín UNAM-DGCS-300, 15 de mayo de 2013.

Si este comportamiento se mantiene, puede esperarse que este nivel de actividad continúe por un tiempo indeterminado, que puede ser hasta de varios años, y eventualmente termine sin mayores consecuencias.

Durante el año 2015, el volcán Popocatépetl presentó en promedio mayor actividad durante los meses de febrero (97 exhalaciones) y marzo (102 exhalaciones), sin embargo en diciembre (27 exhalaciones) y agosto (33 exhalaciones) presentó menor actividad. (Gráfica 1).





Fuente: CENAPRED/Informe de Monitoreo Volcánico UIES, 2015.

Sin embargo, el hecho de que en tiempos más lejanos se hayan registrado grandes erupciones de carácter destructivo (la última de ellas ocurrió hace unos 1100 años) indica que el volcán tiene un potencial que no puede ignorarse, por lo que es indispensable mantener un dispositivo de monitoreo y vigilancia del volcán y una preparación para el caso de que se desarrollara tal tipo de actividad eruptiva.

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

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

Figura 4. Semáforo de alerta volcánica.

**NORMALIDAD** Infórmate. Conoce las rutas de evacuación, sitios de reunión y refugios temporales.

- Fase 1 Volcán en calma**
- Fase 2 Mínimas manifestaciones**
  - Fumarolas y actividad sísmica esporádica.

El Popocatepetl es uno de los volcanes más estudiados y monitoreados a nivel mundial. En un radio de menos de 100 km del cráter, habitan 25 millones de personas.

**ALERTA** Permanece atento y prepárate para una posible evacuación.

- Fase 1 Manifestación de actividad**
  - Sismicidad volcánica local frecuente.
  - Emisiones esporádicas y ligeras de ceniza.
- Fase 2 Incremento de actividad**
  - Pluma de vapor de agua y gas.
  - Ligera caída de ceniza en áreas cercanas.
  - Caida de fragmentos incandescentes.
  - Possibilidad de flujos piroclásticos por explosiones.
  - Flujos de lodo o escombros de corto alcance.
- Fase 3 Actividad intermedia a alta**
  - Crecimiento y destrucción de domos de lava.
  - Persistencia de fumarolas, gas y caída leve de cenizas en áreas cercanas.
  - Explosiones de intensidad creciente con lanzamiento de fragmentos incandescentes.
  - Possibles flujos piroclásticos de mediano alcance.

**ALARMA** Hay peligro. Tú y tu familia deben estar listos para la evacuación.

- Fase 1 Actividad explosiva de peligro intermedio a alto**
  - Columna eruptiva de varios kilómetros de vapor de agua y gas.
  - Lanzamiento de fragmentos incandescentes sobre las laderas del volcán.
  - Caida importante de cenizas en poblaciones y ciudades lejanas.
  - Flujos piroclásticos y de lodo que pueden alcanzar poblaciones cercanas.
- Fase 2 Actividad explosiva de peligro alto a extremo**
  - Columnas eruptivas de gran alcance.
  - Intensa caída de ceniza, arena y fragmentos volcánicos a distancias mayores.
  - Possibles derrumbes parciales del edificio volcánico.
  - Flujos piroclásticos y de escombros alcanzando poblaciones cercanas e intermedias.
  - Grandes labores de efectos devastadores.
  - Daños graves al entorno y áreas señaladas en el mapa de peligros volcánicos.

Fuente: [www.proteccioncivil.gob.mx](http://www.proteccioncivil.gob.mx) / [www.cenapred.gob.mx](http://www.cenapred.gob.mx)

## VOLCÁN DE COLIMA

Se ubica en el extremo occidental de la Faja Volcánica, en la porción central del grabén Colima, entre Jalisco y Colima, en los municipios de Tuxpan, Zapotitlán de Vadillo, Tonila, Comala y Cuauhtémoc. Ha presentado desde tiempos históricos una actividad cíclica de tipo explosivo con emisiones de flujos piroclásticos y grandes cantidades de ceniza y pómez de caída libre.

**Figura 5.** Exhalación en el Volcán de Colima.



Fuente: El Universal, 18 de abril de 2013.

Actualmente la población susceptible de ser afectada, directa o indirectamente por una posible actividad explosiva del Volcán Colima, se encuentra distribuida en los municipios de Tuxpan, Zapotitlán, Ciudad Guzmán, Colima, Villa de Álvarez, Cuauhtémoc, Comala, Coquimatlán, Ixtlahuacán, Armería y Tecomán.

La actual diversificación económica de la zona se apoya en una amplia infraestructura, -principalmente carretera y portuaria- la cual ha permitido en los últimos el desarrollo de la región, estas particularidades regionales han incrementado considerablemente el riesgo volcánico que presenta el Volcán de Colima con respecto al escenario pre-eruptivo de 1913 en toda su zona de influencia.

## DAÑOS A LA SALUD

Los gases volcánicos pueden ser clasificados en irritantes y no irritantes.

### Irritantes

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

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

Así los gases poco solubles penetran con facilidad hasta los alvéolos, provocando tos, bronco espasmo, dolor torácico y fundamentalmente insuficiencia respiratoria por afectación del intercambio gaseoso, es decir, hipoxemia.<sup>7,8.</sup>

Estas afecciones son provocadas por la inhalación de las siguientes sustancias:

**Figura 6.** Afecciones provocadas por inhalación de gases volcánicos.

**Inhalación de bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**  
 Provoca constricción del tracto respiratorio, aumenta las resistencias al flujo del aire, irritación de conjuntivas, piel y exacerbación de enfermedades respiratorias crónicas.

**Sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S)**  
 En bajas concentraciones puede irritar los ojos y ocasionar depresión. En altas concentraciones irrita el tracto respiratorio superior y, en exposiciones prolongadas, produce edema pulmonar.

**Cloruro de Hidrógeno (HCL)**  
 Irrita mucosas de ojos y tracto respiratorio. Concentraciones por encima de 35ppm se irrita faringe y por encima de 100ppm se produce edema pulmonar.

**Fluoruro de hidrógeno (HF)**  
 Irritante causa conjuntivitis, irritación del tracto respiratorio, degeneración de huesos y dientes.

Fuente: [http://www1.paho.org/spanish/ped/te\\_volc.htm](http://www1.paho.org/spanish/ped/te_volc.htm).

### Ceniza

Las partículas de ceniza producidas en erupciones explosivas son lo suficientemente pequeñas para ser rápidamente inhaladas y llevadas a los pulmones y las partículas más gruesas pueden alojarse en la nariz o en los ojos e irritar la piel.<sup>9,10.</sup>

**Tabla 3.** Evento eruptivo (ceniza) y sus consecuencias en la salud.

Evento eruptivo: emisión y caída de ceniza			
Tipo de afectación	Consecuencias	Impacto a la comunidad	Acciones preventivas
Respiratoria	Inhalación de ceniza fina. <10 micras de diámetro.	Asma, recrudecimiento de enfermedades pulmonares previas.	Pruebas de laboratorio para medición de partículas. Uso de mascarilla de alto rendimiento. Protección de casas y oficinas de la infiltración de ceniza.
	Inhalación de polvo de sílice (presencia de sílice, cuarzo).	Silicosis si existe una exposición fuerte y continua (años).	Análisis de laboratorio para identificar sílice. Equipo protector respiratorio.
Tóxicas	Ingestión de agua contaminada con flúor, metales pesados (aluminio, cobre, arsénico).	Malestar gastrointestinal. Puede llevar a la muerte en personas vulnerables (enfermos crónicos).	Pruebas de laboratorio que identifiquen elementos tóxicos. Evitar las aguas superficiales para beber.
	Ingestión de alimentos contaminados (como en el caso anterior), incluida la leche.		Pruebas de laboratorio que determinen si existen elementos tóxicos. Observar la salud de los animales. Análisis de laboratorio de la leche.
Oculares	Cuerpos extraños en ojos.	Conjuntivitis; desgaste de las córneas.	Gafas protectoras para exposiciones fuertes (trabajadores al aire libre).
Mecánica	Colapso y caída de techos.	Traumas.	Prevenir la acumulación de cenizas. Eliminar la ceniza con precaución.
	Accidentes de tránsito por caminos resbalosos y poca visibilidad.	Traumas, suspensión del transporte de emergencia, viajeros desamparados	Control de tránsito y asignación de refugios de emergencia.
	Interferencias en radio y televisión.	No se reciben las alertas, no funciona la transmisión por satélite.	Campañas de información pública antes de la erupción.
	Interrupción de la electricidad.	Averías en servicios públicos, sistemas de calefacción, etc.	Cubrir aisladores u organizar cuadrillas de reparación.
<p><b>Protección de las vías respiratorias y de los ojos:</b>                      Actualmente hay mascarillas baratas, desechables y de alto rendimiento, capaces de retener partículas de tamaño micrométrico; se pueden almacenar localmente para su distribución inmediata en las comunidades después de una caída de ceniza. Se debe disponer de respiraderos de media mascarilla o de cascos de corriente de aire (respiraderos con visera y motor) y lentes de seguridad para el personal de urgencias y otras personas que trabajen al aire libre y brigadas de limpieza.</p>			

Fuente: [http://www1.paho.org/spanish/ped/te\\_volc.htm](http://www1.paho.org/spanish/ped/te_volc.htm).

**Tabla 3.1** Evento eruptivo (gas) y sus consecuencias en la salud.

Evento eruptivo: emisión de gas			
Tipo de afectación	Consecuencias	Impacto a la comunidad	Acciones preventivas
Ambiental	Lluvia ácida	Irritación de ojos y piel; posible contaminación tóxica. El olor ácido del depósito proviene de la superficie de las partículas de cenizas y no representa un riesgo respiratorio por gases tóxicos.	Protección durante la lluvia; evitar almacenar agua pluvial para beberla, especialmente de techos metálicos, etc.

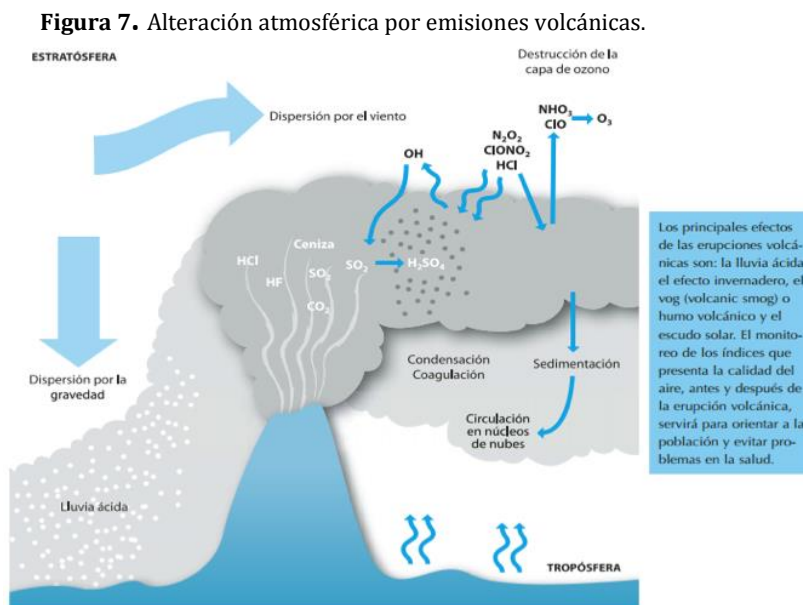
Fuente: [http://www1.paho.org/spanish/ped/te\\_volc.htm](http://www1.paho.org/spanish/ped/te_volc.htm).



## EFFECTOS PRINCIPALES EN EL AMBIENTE

Se pueden considerar a los siguientes como los impactos con mayor incidencia sobre las zonas afectadas.<sup>5, 6.</sup> (Figura 7):

- La lluvia ácida.
- El efecto de invernadero.
- El vog (volcanic smog) o humo volcánico.



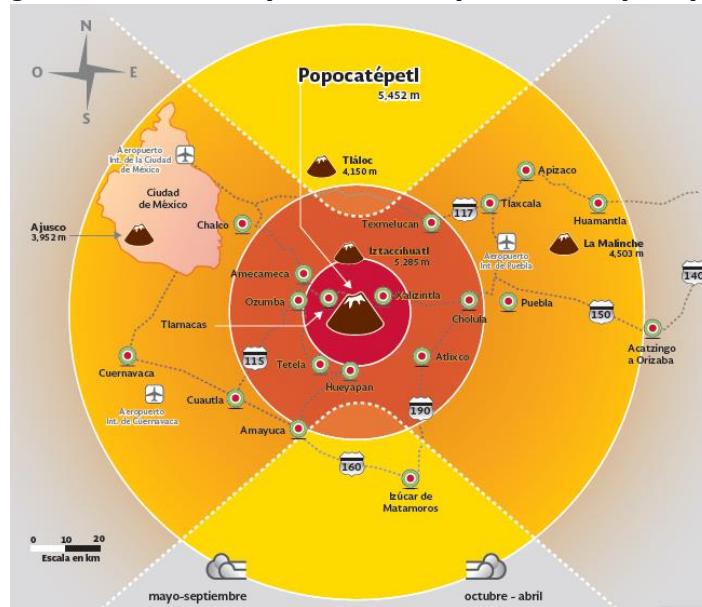
Fuente: Noji, Eric. Impacto de los desastres en la salud pública. Organización Panamericana de la Salud. Bogotá, 2000. p.192.

## POSIBLES ESCENARIOS [LO QUE PODRÍA OCURRIR].

### Volcán Popocatepetl

- El volcán continúa en actividad (agosto de 2001), sin regresar a los valores anteriores a diciembre de 1994.<sup>5</sup>
- Durante los 6.5 años de actividad del volcán, han sido numerosas las emisiones de ceniza, las cuales tuvieron trayectorias y elevaciones muy diversas, pero solo unas cuantas produjeron efectos importantes que afectaron las actividades rutinarias de la población.<sup>5</sup>
- Las etapas eruptivas anteriores del Popocatepetl, han durado varios años, por ejemplo la de 1919-1928, es posible que la actual sólo se extienda por pocos años más y que el volcán entre de nuevo en una etapa de tranquilidad por decenas de años, como lo ha hecho en el pasado reciente.<sup>5</sup>
- Los estados afectados serían Morelos, Puebla, Tlaxcala, Distrito Federal y Estado de México. (figura 8).

**Figura 8.** Localidades con posible afectación por el Volcán Popocatepetl.

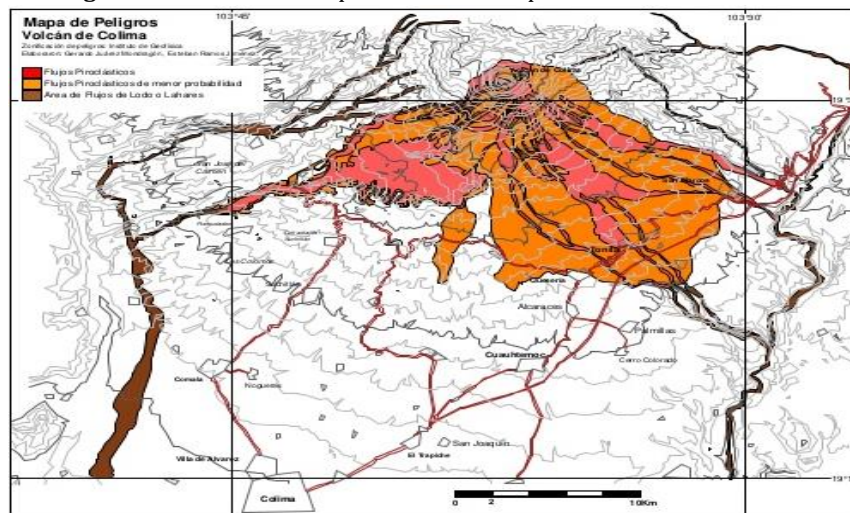


Fuente: [www.proteccioncivil.gob.mx](http://www.proteccioncivil.gob.mx) / [www.cenapred.gob.mx](http://www.cenapred.gob.mx)

### Volcán de Fuego de Colima

- A lo largo de los últimos 500 años el Volcán de Fuego de Colima ha tenido una frecuencia de actividad de tipo explosivo con un número que supera las 30 erupciones entre las que destacan las de 1585, 1606, 1622, 1690, 1818, 1869, 1890, 1903 y 1913, por citar sólo algunas.
- Adicionalmente, se debe tener en cuenta la actividad de menor grado, todo lo cual nos demuestra que a lo largo de los últimos siglos este volcán ha incrementado su proceso eruptivo, y la actividad que sigue manteniendo actualmente es el motivo por el cual se deben seguir realizando estudios sobre su peligrosidad y por el riesgo de una nueva erupción.

**Figura 9.** Localidades con posible afectación por el Volcán de Colima.



Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/dpirdm-120822173001-phpapp01/95/riesgos-de-desastres-en-mexico-83728.jpg?cb=1345656760>

- Las localidades afectadas serían Colima (municipios de Comala y Cuauhtémoc) y Jalisco (municipios de Tuxpan, Zapotitlán y Tonila).<sup>4</sup> (Figura 9).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Reyna de la Cruz Servando. (2004), "Volcanes, Peligro y Riesgo Volcánico en México. Serie Fascículos.", 1a. Edición, CENAPRED, México, ISBN: 970-628-734-5
2. Servicio Geológico Mexicano, <http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/es/riesgos/vulcanismo/volcanes-de-mexico>
3. Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED, [www.cenapred.unam.mx](http://www.cenapred.unam.mx)
4. ANÁLISIS Y MAPA DE RIESGO DEL VOLCÁN COLIMA, MÉXICO, Carlos Suárez Plascencia y Gustavo Saavedra De La Cruz, Centro de investigación de la Facultad de Geografía, Universidad de Guadalajara, México.
5. CENAPRED. (2001). *Las Cenizas Volcánicas del Popocatepetl y sus Efectos para la Aeronevegación a Infraestructura Aeroportuaria*. Centro Nacional de Prevención de Desastres Instituto de Geofísica, UNAM.
6. Salud, O. p. (2000). *Erupciones volcánicas y protección de la salud*. Quito.
7. Department of the Interior, U. G. (n.d.). From <http://volcanoes.usgs.gov/hazards/what/VolGas/volgas.html>
8. México, I. N. (1995). Efecto sobre la función pulmonar en personas expuestas a cenizas del volcán Popocatepetl. *8* (112-118).
9. Noji, E. (2000). Impacto de los desastres en la salud pública.
10. Rivera Tapia, A., Yañez, A., & Cedillo, L. (2005). Emisión de ceniza volcánica y sus efectos. *14* (107-115).



## RIESGO METEOROLÓGICO

### CICLONES TROPICALES

Un **ciclón tropical** es un remolino gigantesco que cubre cientos de miles de kilómetros cuadrados y tiene lugar, primordialmente, sobre los océanos tropicales. La formación de los ciclones se ve favorecida con temperaturas de la capa superficial de agua por arriba de los 26 °C, aunado a la existencia de una zona de baja presión atmosférica y vientos.

#### Etapas de Evolución

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

La temporada en el Océano Pacífico Nororiental (costas de México) abarca del 15 de mayo al 30 de noviembre cada año, mientras que en el Océano Atlántico (Golfo de México y el Mar Caribe) va del 01 de junio al 30 de noviembre.

En México, entre el periodo de mayo a noviembre, se presentan en promedio 23 ciclones tropicales con vientos mayores a 63 km/h. Del orden de 14 ciclones tropicales ocurren en el Océano Pacífico y nueve en el Golfo de México y el mar Caribe.



De ellos cuatro inciden cada año sobre territorio nacional o se acercan a menos de 100 km, dos desde el Pacífico y dos desde el Atlántico.

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS CICLONES TROPICALES EN MÉXICO

Tabla 1. Huracanes más importantes en México

AÑO	EVENTO	ENTIDADES FEDERATIVAS AFECTADAS	DAÑOS CAUSADOS
1970	Huracán Ella Categoría III	Quintana Roo, Tamaulipas, Nuevo León, Yucatán, Campeche.	---
1974	Huracán Carmen Categoría IV	Quintana Roo, Campeche y Yucatán.	Daños a cultivos y varias defunciones.
1977	Huracán Anita Categoría V	Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes.	Grandes daños a las aldeas en el noreste de México, con cerca de 25 mil personas quedaron sin hogar.
1980	Huracán Allen Categoría III	Quintana Roo, Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila.	Fallecieron 249 personas y cuantiosos daños a infraestructura.
1988	Huracán Gilberto Categoría V	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila.	Las pérdidas se cuantifican en 10 billones de dólares pero en todos los países que afectó.
1997	Huracán Paulina Categoría III	Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco.	Impactó de forma desastrosa el noreste de México; se evacuaron 51 plataformas petroleras, lo que significó una pérdida de 8,708 barriles de petróleo por día y 173,140 millones de pies cúbicos de gas natural diariamente.
2002	Huracán Kenna Categoría IV	Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Durango y Zacatecas.	No se reportaron defunciones, aunque unas 40 personas resultaron heridas y los daños ascendieron a unos 10 millones de dólares.
2005	Huracán Stan Categoría I	Quintana Roo, Yucatán, Veracruz, Oaxaca, Campeche y Chiapas.	Arrasó con 2,500 casas.
2005	Huracán Wilma Categoría IV	Península de Yucatán, el ojo pasó por la Isla de Cozumel para hacer contacto en playa del Carmen en Campeche.	Las pérdidas fueron incuantificables al afectar el turismo, la agricultura, y las actividades económicas en general, se estima, sus daños se cuantifican en 7.5 billones de dólares.
2007	Huracán Dean Categoría V	Quintana Roo, Campeche, Veracruz, Puebla, Hidalgo y Querétaro.	Los daños materiales causados ascienden a 1,000 millones de pesos (unos 91 millones de dólares), estimaron autoridades estatales.
2012	Huracán Bud Categoría III	Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit.	Produjo consecuencias positivas para los agricultores de Colima.
2013	Huracán Manuel Categoría I	Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit y Sinaloa.	Primer impacto: Como tormenta tropical, el día 15 de septiembre, cerca de las 14:00 horas local del centro del país, en las cercanías al sureste de la ciudad de Manzanillo. Segundo impacto: Como huracán, el 19 de septiembre alrededor de las 9:00 horas local del centro del país, a 25 km al norte de la población de Altata, Sinaloa.
2013	Huracán Ingrid Categoría I	Campeche, Tabasco, Veracruz, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León e Hidalgo.	Toco tierra en la costa de Tamaulipas el día 16 de septiembre, a las 7:00 horas, tiempo del centro de México, sobre la población de La Pesca, Tamaulipas.
2014	Huracán Odile Categoría IV	Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Sonora, Baja California y Baja California Sur.	Primer impacto: El ojo del huracán "Odile" tocó tierra el 14 de septiembre a las 23:45 horas tiempo del centro de México, a 10 km al este de Cabo San Lucas, BCS. Segundo impacto: El 17 de septiembre aproximadamente a las 11:30 horas tiempo del centro de México, la tormenta tropical "Odile" tocó tierra por segunda ocasión en su trayectoria, esta vez en la costa noroeste de Sonora a 75 km al sureste de Puerto Peñasco.

Fuente: [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=featured&Itemid=128](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=featured&Itemid=128)

## DAÑOS A LA POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA EN SALUD

Los daños provocados por las lluvias y escurrimientos de los ciclones tropicales varían dependiendo de varios factores:

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

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

Las **precipitaciones** asociadas al ciclón tropical pueden reblandecer el suelo en algunas regiones, por lo que se exhorta a la población a extremar precauciones debido a que pudieran registrarse **deslaves, deslizamientos de laderas, desbordamientos de ríos, arroyos, y/o afectaciones en caminos y tramos carreteros, así como inundaciones** (eventos que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provocan un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.) **en zonas bajas y saturación de drenajes en zonas urbanas.** La navegación marítima en las inmediaciones del sistema, deberá extremar precauciones, así como las operaciones aéreas.

La **marea de tormenta** (sobre elevación del nivel medio del mar cuando un ciclón tropical se acerca a la costa) es a escala mundial, la principal causa de pérdidas de vidas humanas asociadas a los huracanes; en México, venturosamente no tiene la importancia que adquiere en otros países como Estados Unidos de América o Bangladesh.

En México, los ciclones tropicales producen las condiciones de **oleaje** más severas y, por lo que no es conveniente la navegación en esas condiciones y se considera en el diseño de las obras de protección costeras.

## ACTIVIDAD DE CICLONES TROPICALES 2015

En México, durante la temporada de ciclones tropicales que abarcó del 15 de mayo al 30 de noviembre se registraron 34 eventos.

Durante este periodo la lluvia acumulada a nivel nacional fue de 668.4 mm, cifra mayor a la media histórica, que es de 656.6 mm.

La temporada de lluvias y ciclones tropicales 2015, fue una de las más activas en cuanto al desarrollo de huracanes, esto se debió en gran parte por el fenómeno de “El Niño” sobre el Pacífico. En este periodo nueve sistemas alcanzaron la categoría 3, 4 o 5 en la escala de Saffir-Simpson, de los cuales cuatro tocaron tierra en costas de México, informa el Servicio Meteorológico Nacional, dependiente de la Comisión Nacional del Agua.

El primer impacto de un ciclón en la temporada 2015 ocurrió el 8 de junio, cuando la tormenta tropical Blanca entró en Baja California Sur; el 17 de junio, la tormenta tropical Carlos ingresó a Jalisco; el 21 de septiembre, la Depresión Tropical 16-E tocó Punta Abreojos, Baja California Sur, y 12 horas después llegó a Bahía Kino, Sonora, y el 23 de octubre Patricia, huracán categoría 5 en la escala de Saffir-Simpson, entró a tierra en la costa sur de Jalisco.

La temporada 2015 concluye con 34 ciclones tropicales, de los cuales 12 ocurrieron en el Océano Atlántico y 22 en el Océano Pacífico:

Pacífico
Huracán Andrés [28 Mayo - 04 Junio]
Huracán Blanca [31 Mayo - 09 Junio]
Huracán Carlos [10 Junio - 17 Junio]
Tormenta Tropical Ela [8 Julio - 12 Julio]
Huracán Dolores [11 Julio - 18 Julio]
Tormenta Tropical Enrique [12 Julio -17 Julio]
Tormenta Tropical Felicia [23 Julio - 24 Julio]
Depresión Tropical 8-E [27 Julio - 30 Julio]
Huracán Guillermo [29 Julio -01 Agosto]
Huracán Hilda [05 Agosto - 07 Agosto]
Depresión Tropical 11-E [16 Agosto - 18 Agosto]
Huracán Ignacio [24 Agosto - 27 Agosto]
Huracán Jimena [26 Agosto - 08 Septiembre]
Tormenta Tropical Kevin [31 Agosto - 05 Septiembre]
Huracán Linda [05 Septiembre - 10 Septiembre]
Depresión Tropical 16-E [20-21 de septiembre]
Huracán Marty [26 Septiembre - 01 Octubre]
Tormenta Tropical Nora [09 Octubre - 10 Octubre]
Huracán Olaf [14 Octubre - 20 Octubre]
Huracán Patricia [20 Octubre - 24 Octubre]
Tormenta Tropical Rick
Huracán Sandra

Atlántico, Golfo de México y Mar Caribe
Tormenta Tropical Ana [06 Mayo - 10 Mayo]
Tormenta Tropical Bill [15 Junio - 20 Junio]
Tormenta Tropical Claudette [13 Julio -14 Julio]
Huracán Danny [18 Agosto - 24 Agosto]
Tormenta Tropical Erika [24 Agosto - 29 Agosto]
Huracán Fred [30 Agosto - 06 Septiembre]
Tormenta Tropical Grace [05 Septiembre - 09 Septiembre]
Tormenta Tropical Henri [08 Septiembre - 11 Septiembre]
Depresión Tropical 9 [16 de septiembre-19 de septiembre]
Tormenta Tropical Ida [18 Septiembre - 27 Septiembre]
Huracán Joaquín [27 septiembre - 08 Octubre]
Huracán Kate [ 9-12 de noviembre]

Fuente: [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=276&Itemid=45](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=276&Itemid=45)

El ciclón tropical “Patricia” fue considerado el huracán más intenso de la historia de las cuencas del Pacífico y Atlántico.

### Posibles escenarios

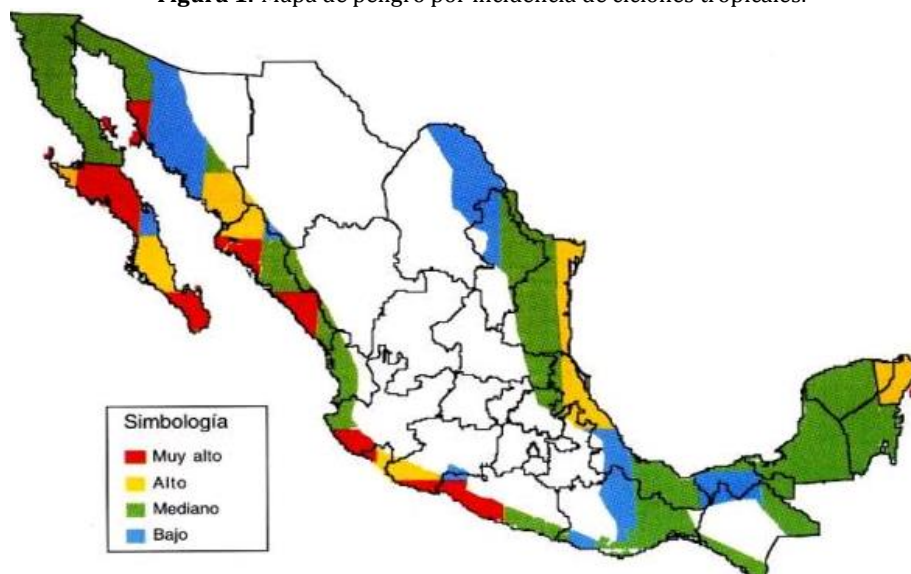
Con base en las zonas de ingreso, se infiere que en los estados de Baja California Sur, Michoacán, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas, sucede mayor ocurrencia de penetración (2 a 4 años). Debido a existencia de importantes centros de población asentados a lo largo de sus costas, se ha estimado que las personas expuestas a este fenómeno son aproximadamente 4 millones (el 40% de la población total de dichos estados, ubicada en 31 municipios costeros).

En otros estados la recurrencia de penetración ciclónica oscila entre 5 y 7 años; se estima que en ellos aproximadamente 2 millones de personas están expuestas a sufrir sus efectos.

Este grupo lo integran Baja California Sur, Campeche, Colima, Quintana Roo y Jalisco, en cuyos 19 municipios costeros se asienta el 26.3% de su población total. Por último, en un grupo integrado por los estados de Nayarit, Guerrero, Tabasco, Tamaulipas, Oaxaca, Veracruz, Chiapas y Yucatán el período de recurrencia o penetración de ciclones es de 8 a 26 años.

Este grupo se caracteriza por mayor dispersión de su población costera: se ha estimado que 4 millones de personas (23.9% del total), en 176 municipios, están expuestas a este riesgo.

Figura 1. Mapa de peligro por incidencia de ciclones tropicales.



Fuente: [http://www2.inecc.gob.mx/climatico/edo\\_sector/sector/vulne-pcivil.html](http://www2.inecc.gob.mx/climatico/edo_sector/sector/vulne-pcivil.html)

## TSUNAMIS

La gran mayoría de los tsunamis se originan por sismos que ocurren en el contorno costero del Océano Pacífico, en las zonas de hundimiento de los bordes de las placas tectónicas que constituyen la corteza del fondo marino.

En México existe un riesgo aún mayor debido a los sismos en la Fosa Mesoamericana, que es la zona de hundimiento de la Placa de Cocos y de la Placa de Rivera bajo la Placa de Norteamérica, adyacente al litoral suroccidental. La costa occidental de México en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas está expuesta al arribo de estos tsunamis de origen local (riesgo mayor). Toda la costa del Pacífico de México está expuesta al arribo de maremotos de origen lejano (riesgo menor).

## DAÑOS A LA INFRAESTRUCTURA

- Primarios: causados directamente por la acción estática del agua (inundación, presión, flotación) en las estructuras, o por su acción dinámicas (corrientes, fuerzas de arrastre), y rompimiento de las olas o rebasado de sus aguas en muelles rompeolas.
- Secundarios:
  - Impacto de objetos flotantes o arrastrados por las aguas (embarcaciones, vehículos, etc.) en estructuras fijas.
  - Incendios o explosiones, inducidos por el impacto de tales objetos flotantes en tanques de almacenamiento de combustible.
  - Líneas eléctricas caídas.
  - Derrumbe de edificaciones, por escurrimiento del material térreo de soporte de sus cimientos.
  - Contaminación por líquidos y/o gases tóxicos, al romperse los recipientes o envases.
  - Heridos y fallecidos.
  - Destrucción de construcciones.
  - Daños en vías de comunicación, hospitales y escuelas.
  - Interrupción de servicios públicos (electricidad, telefonía, etc).
  - Pérdida de viviendas, desplazamiento y reubicación de asentamientos humanos.

El desarrollo actual de la sismología NO permite aún predecir cuándo ocurrirá un tsunami.

## SEQUÍAS

La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un período de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas.<sup>1</sup>

### Clasificación de las Sequías

- **Sequía meteorológica.**  
Se presenta en un período de tiempo cuando la lluvia registrada es menor al promedio.
- **Sequía hidrológica.**  
Se presenta en un período de tiempo cuando los escurrimientos tanto superficiales como subterráneos están por debajo del promedio.
- **Sequía agrícola.**  
Se presenta en un período de tiempo cuando la humedad contenida en el suelo es insuficiente para producir una cosecha.<sup>2</sup>

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

- **Anormalmente seco (D0):**  
Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía.
- **Sequía moderada (D1):**  
Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.
- **Sequía severa (D2):**  
Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.
- **Sequía extrema (D3):**  
Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.
- **Sequía excepcional (D4):**  
Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.<sup>3</sup>

### Origen y características de las sequías

Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios de las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera, generados por modificaciones en el albedo superficial, la existencia de una espesa capa de polvo en la atmósfera, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos y mares e incrementos en las concentraciones de bióxido de carbono, ocasionan variaciones espacio-temporales de las precipitaciones.<sup>1</sup>

Existen áreas específicas sensibles al fenómeno, definidas básicamente por su localización geográfica, como lo es la latitud, ya que a partir de la línea del Ecuador hacia los polos, en forma alterna, se presentan las franjas de baja y alta presión atmosférica, donde las primeras corresponden a las áreas lluviosas y húmedas en el planeta, desde el Ecuador hacia los 60° de latitud Norte y Sur y las segundas, corresponden a zonas donde los vientos son secos y descendentes, que no proporcionan lluvia y están alrededor de los 30° Norte y Sur, y en los polos.<sup>1</sup>

Así, México tiene gran parte de su territorio en la franja de alta presión de latitud Norte, por lo que estas zonas son áridas y semiáridas, coincidiendo en latitud con las zonas de los grandes desiertos africanos y asiáticos, al igual que los desiertos australianos.<sup>1</sup>

**Los estados que más las padecen son los del norte del país, por orden de magnitud están:** Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Baja California, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Tlaxcala.<sup>1</sup>

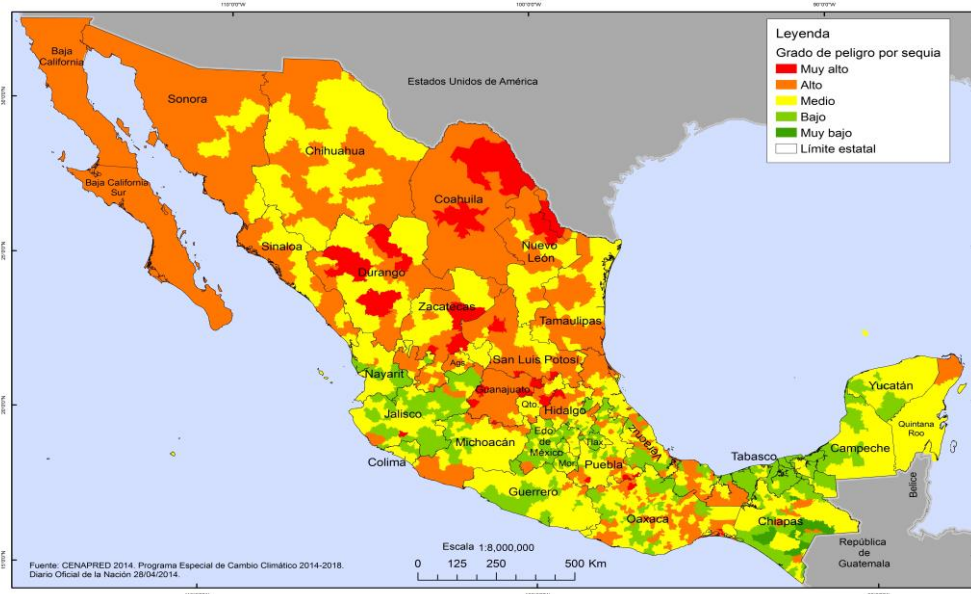
*Las consecuencias más comunes de la sequía incluyen:*

1. Disminución de la producción agrícola y de la capacidad de carga del ganado.
2. Malnutrición, deshidratación y enfermedades relacionadas.
3. Hambruna debido a la pérdida de los cultivos alimentarios.
4. Migración masiva, resultando en un gran número de desplazados internos y refugiados.
5. Daños al hábitat, afectando la vida silvestre en la ecorregión terrestre y acuática.
6. Tormentas de polvo, cuando la sequía afecta un área que sufre de desertificación y erosión.
7. Descontento social, conflictos y guerras por recursos naturales, incluyendo agua y alimentos.<sup>4</sup>

En México el Monitor de Sequía de América del Norte (NADM) es el resultado de la cooperación técnica entre expertos de sequía de México, Estados Unidos y Canadá, tiene como objetivo describir las condiciones de sequía en la región de América del Norte. Se basa en el éxito del Monitor de Sequía de los Estados Unidos (USDM) que utiliza una metodología basada en el análisis de diversos índices o indicadores de sequía propuesta en 1999. El Centro Nacional de Datos Climáticos de los Estados Unidos de América (NCDC) es el encargado de coordinar las actividades entre las contrapartes de los países, que incluye un calendario de autores por país, quienes tienen la misión de reunir las evaluaciones mensuales de la sequía y generar el mapa regional de sequía de América del Norte.<sup>3</sup>



Figura 2. Grado de peligro por sequía en México



## INCENDIOS FORESTALES

Desde el año 2006, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), en cooperación con el Área de Análisis Satelital de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos de América, ha trabajado en forma conjunta para mejorar la detección de los incendios forestales en México. El mayor soporte ha sido el intercambio de información y técnicas de procesamiento de datos, así como la transmisión de información de puntos de calor obtenidos por diferentes sensores como el MODIS, AVHRR y del satélite GOES en tiempo real.

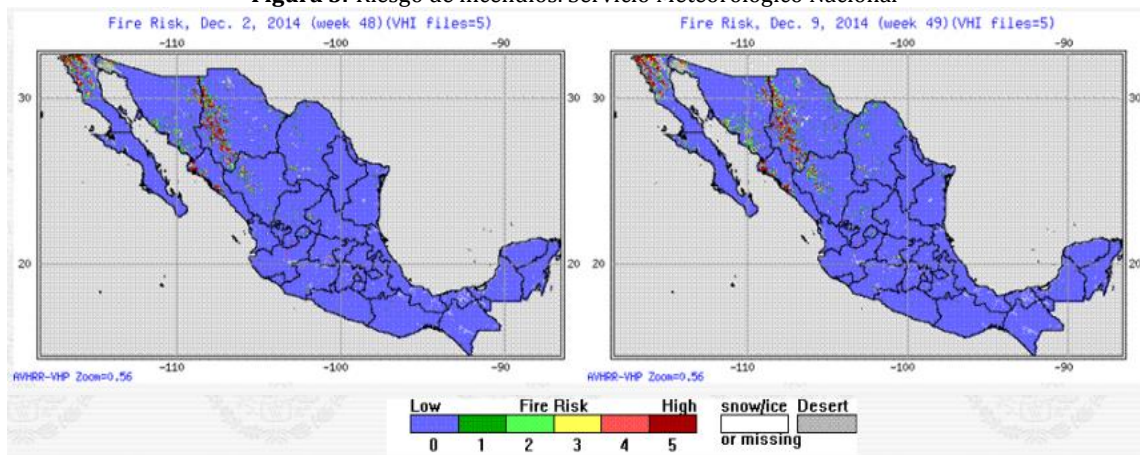
Actualmente, especialistas del SMN se encuentran trabajando en forma conjunta con los especialistas de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos de América, para mejorar los resultados que se tienen para México. Se están considerando las actuales necesidades de las diferentes instituciones que utilizan dicha información como la Coordinación Nacional de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) entre otros.<sup>4</sup>

De acuerdo a los resultados de los análisis meteorológicos y de los modelos numéricos de predicción a corto plazo se prevé que los valores de temperatura sean moduladas por los sistemas invernales y por la menor radiación solar, por lo que el riesgo de incendio forestal irá, así mismo incrementándose. Se espera que los valores máximos de temperatura se registren en los estados costeros del Océano Pacífico.

Con base en las condiciones de vegetación, ambientales y del suelo, entre otros, en las imágenes comparativas se aprecia que el riesgo alto de incendios se mantiene en la Península de Baja California; Sonora, Chihuahua, Durango y Sinaloa, el riesgo bajo se mantiene en regiones muy pequeñas del país.<sup>4</sup>



**Figura 3.** Riesgo de incendios. Servicio Meteorológico Nacional



Fuente: Monitoreo de riesgos para incendios forestales. Servicio Meteorológico Nacional.

## NEVADAS

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

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

Las nevadas principalmente ocurren en el norte del país y en las regiones altas, y rara vez se presentan en el sur. Durante la estación invernal en las sierras del estado de Chihuahua suceden en promedio más de seis nevadas al año, mientras que en algunas regiones al norte de Durango y Sonora, las nevadas tienen una frecuencia de tres veces al año. También se han registrado nevadas que han afectado a las ciudades del centro del país, como las de Toluca, México, Puebla, Tlaxcala y San Luis Potosí.<sup>1</sup>

Es conveniente identificar cuáles son aquellas enfermedades que de forma directa son las causantes de los decesos durante el invierno. Entre ellas se encuentran la hipotermia, la congelación, el dolor de cabeza, los padecimientos de las vías respiratorias, la urticaria del frío, los ataques cardíacos, la intoxicación de monóxido de carbono y las quemaduras.<sup>5</sup>

Figura 4. Índice de heladas



Fuente: CENAPRED.

## INESTABILIDAD DE LADERAS

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

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

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

- **Causas externas.** Cambios en la pendiente del talud, acumulación de cargas sobre el talud o acciones dinámicas como las producidas por sismos, erupciones volcánicas o explosiones.
- **Causas internas.** La presencia de agua en el terreno ejerce una presión dentro de la masa de suelo que provoca la disminución de su resistencia al esfuerzo cortante, y consecuentemente la falla de una ladera. Para evitar la inestabilidad de las laderas hay que detener la deforestación, no excavar los costados de éstas, ni realizar cortes sin supervisión, detectar y corregir fugas de agua.<sup>1</sup>

De los poco más de 5 millones de personas que residen en áreas con inestabilidad de laderas, la gran mayoría presenta escasa vulnerabilidad (88.1%), dado que en gran proporción habita en ciudades mayores de 100 mil habitantes. Sin embargo, cerca de 600 mil personas tienen una elevada o moderada vulnerabilidad, la cual habita localidades menores de 5 mil habitantes. Por zona funcional, tenemos que de

las 3,083 localidades en áreas de deslizamiento de laderas, 1,436 se localizan en las porciones de las cuencas altas, donde residen 550,416 personas; 1,388 localidades en la parte media con 2,813.636 habitantes y 259 en la cuenca baja con 1, 695,422 personas. Se puede observar que se presentan daños a la salud (traumatismos y asfixias principalmente) en la mayoría de la población en riesgo por estar en zonas de deslizamiento de laderas reside en la parte media de las cuencas (55.6%) y en la porción baja, 33.5 por ciento.

Según su nivel de vulnerabilidad, como se expresó con anterioridad, predomina la escasa vulnerabilidad, pero hay un poco más de 600 mil de personas con moderada y elevada vulnerabilidad, que residen principalmente en las zonas funcional media (320 mil) y alta de las cuencas, con 260 mil personas. En solamente dos cuencas: cuenca de México y río Papagayo reside la mayoría de la población en situación de riesgo por deslizamiento de laderas.<sup>6</sup>

## EROSIÓN

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

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

Históricamente los estados de México, Tlaxcala y Oaxaca, se han caracterizado por presentar fuertes problemas de erosión, sin embargo la objetiva evidencia de cárcavas y el azolve de embalses, se presenta en muchos otros estados.<sup>7</sup>

### Tipos de erosión

#### ***Erosión Gravitatoria***

Es la remoción en masa hacia abajo de las rocas y los sedimentos, principalmente debido a la fuerza de gravedad. El movimiento de masas es una parte importante del proceso de erosión, ya que el material se mueve a partir de las elevaciones más altas a lugares más bajos donde otros agentes de la erosión, tales como ríos y glaciares pueden recoger el material y trasladarlo a lugares aún más bajas. Los movimiento de masas son siempre procesos que ocurren continuamente en todas sus vertientes, y algunos procesos de movimiento de masas actúan muy lentamente, mientras que otros ocurren de repente, a menudo con resultados desastrosos.

#### ***Erosión Pluvial***

Es el desprendimiento y el movimiento de las partículas del suelo delgado causado por el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo. Esto causa erosión laminar, que es el desprendimiento de partículas del suelo por el impacto de la lluvia y su cuesta abajo por la eliminación del agua que fluye por tierra en lugar de en los canales o surcos definitiva.

Hay dos etapas: la primera es la salpicadura de la lluvia, en el que las partículas del suelo se golpearon en el aire por el impacto de la lluvia. En la segunda etapa, las partículas sueltas se mueven cuesta abajo por las napas grandes de agua que fluyen rápidamente llena de sedimentos.

### ***Erosión Fluvial***

La erosión fluvial se produce más que nada en costas expuestas y desprotegidas, y se produce principalmente a través de la acción de las corrientes y las olas, pero el nivel de las mareas también puede desempeñar un papel.

El accionamiento hidráulico también se produce cuando el aire de repente se comprime por una ola de cierre en la “entrada de agua”.

### ***Erosión Helada***

La erosión del hielo puede ser causada por el movimiento del hielo, por lo general como los glaciares, en un proceso denominado erosión glacial, y también puede ser debida a los procesos de congelación/descongelación en los que el agua dentro de los poros y fracturas en la roca puede ampliar el agrietamiento.

### ***Erosión Eólica***

En los climas áridos, la fuente principal de la erosión es el viento. La circulación de los vientos en general mueve pequeñas partículas como el polvo a través de miles de kilómetros de su punto de origen; lo que se conoce como deflación.

### ***Erosión Térmica***

La erosión térmica es el resultado de la fusión y el debilitamiento debido al agua en movimiento. Esto puede ocurrir tanto a lo largo de los ríos y en la costa. El agua se necesita porque es lo que causa los rápidos cambios térmicos desestabilizadores necesarios para la erosión.

## **BIBLIOGRAFÍA**

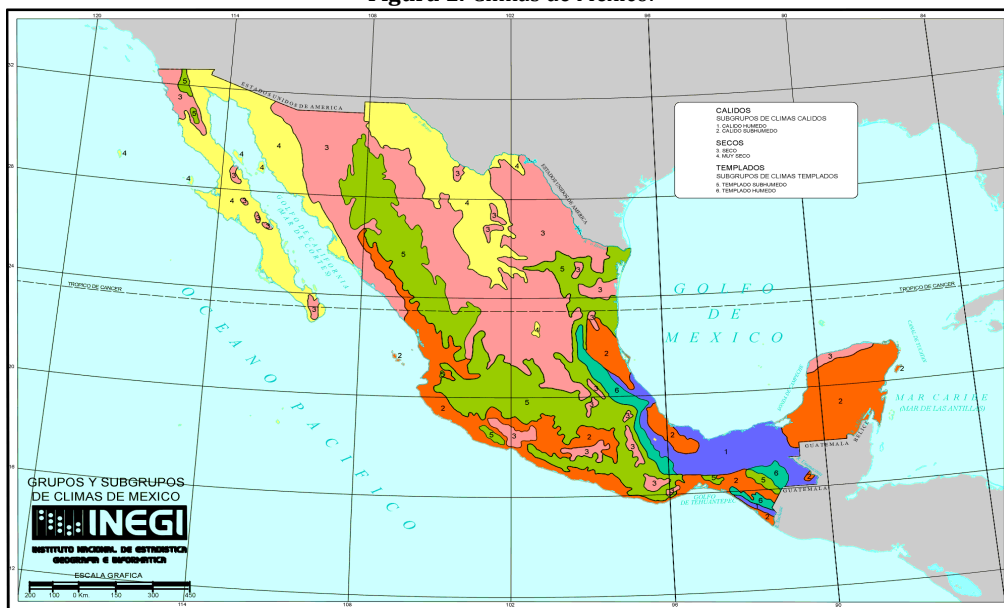
1. CENAPRED. Subsistema De Información Sobre Riesgos, Peligros Y Vulnerabilidad. 2014.
2. [http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/que-es-la-sequia/observatorio\\_nacional\\_sequia\\_1\\_1\\_tipos\\_sequia.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/que-es-la-sequia/observatorio_nacional_sequia_1_1_tipos_sequia.aspx)
3. Servicio Meteorológico Nacional. Climatología. Monitor de sequías. 2014.
4. Servicio Meteorológico Nacional. Observando el tiempo. Incendios Forestales. 2014.
5. Jiménez Espinosa, Matías Ramírez, García Jiménez. Análisis del peligro y vulnerabilidad por bajas temperaturas y nevadas. [http://centro.paot.org.mx/documentos/cenapred/guia/Capitulo\\_III.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/cenapred/guia/Capitulo_III.pdf)
6. Vulnerabilidad de la población frente a inundaciones e inestabilidad de laderas. Las cuencas hidrográficas en México. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/639/vulnerabilidad.pdf>
7. [http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/pdf/cap\\_3\\_suelos.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/pdf/cap_3_suelos.pdf)
8. [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_12/pdf/Cap3\\_suelos.pdf](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Cap3_suelos.pdf)

# TEMPERATURAS EXTREMAS

## INTRODUCCIÓN

En México el clima está determinado por la altitud, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Por lo anterior, el país cuenta con una gran diversidad de climas, los cuales de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálido y templado; y de acuerdo con la humedad existente en el medio, en: húmedo, subhúmedo y muy seco.

Figura 1. Climas de México.



Fuente: INEGI.

Tabla 1. Climas en México.

CLIMA	TEMPERATURA PROMEDIO(°C)	PRECIPITACIONES ANUALES (MM)	PORCENTAJE DEL TERRITORIO	REGIONES	COLOR EN EL MAPA
Seco	18 -26	300- 600	28.3	Norte y Centro	Color rosa
Muy seco	18-26	100-300	20.8	Noroeste y Norte	Color amarillo
Cálido húmedo	22-26	2000-4000	4.7	Sur del Golfo de México	Color azul
Cálido subhúmedo	22-26	1000-2000	23	Costa del Pacífico, Península de Yucatán, Golfo de México	Color naranja
Templado húmedo	18-22	2000- 4000	2.7	Regiones de los estados de Veracruz y Chiapas	Color cian
Templado subhúmedo	10-18 y 18-22	600-1000	20.5	Centro	Color verde claro

Fuente: Agua, Comisión Nacional del. Clima en México. [En línea] [Citado el: 17 de Diciembre de 2014.] [http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103&Itemid=68](http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=68).



Por la diversidad de climas en México es necesario mantener la vigilancia de temperaturas extremas tanto mínimas como máximas, durante todo el año (Figura y tabla 1).

## PANORAMA ACTUAL

Para el año 2015, las entidades federativas con las temperaturas más altas en promedio fueron Yucatán (33.6 °C) y Campeche (33.9 °C). El mes de año más caluroso fue agosto con una temperatura promedio de 33.1 °C. (Tabla 2)

**Tabla 2.** Temperaturas máximas promedio por entidad federativa. México, 2015.

ENTIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AGUASCALIENTES	22.1	22.9	23.1	28.3	29.0	27.2	26.0	26.9	26.5	25.6	25.3	22.2	25.4
BAJA CALIFORNIA	22.3	24.9	26.9	26.9	25.7	32.1	32.0	34.2	33.2	30.1	23.0	18.8	27.5
BAJA CALIFORNIA SUR	25.3	27.8	29.2	30.1	30.2	34.2	34.8	36.4	34.7	32.3	29.1	24.8	30.7
CAMPECHE	29.5	30.5	33.6	37.6	37.2	34.6	36.3	35.8	34.5	33.2	32.2	31.8	33.9
COAHUILA	17.9	22.2	22.7	29.1	30.7	31.6	34.2	35.4	32.9	29.6	24.6	22.6	27.8
COLIMA	31.7	29.9	31.1	33.0	33.8	33.2	33.3	33.8	33.3	33.2	32.9	31.9	32.6
CHIAPAS	27.7	29.0	30.8	33.6	32.5	31.1	31.3	31.8	30.5	30.3	30.3	29.5	30.7
CHIHUAHUA	17.3	22.1	22.0	27.9	29.8	32.9	31.8	32.9	31.2	27.4	23.8	20.1	26.6
DISTRITO FEDERAL	21.1	22.8	23.1	26.2	25.3	24.5	24.7	25.0	23.9	23.8	23.5	22.8	23.9
DURANGO	19.5	22.2	22.2	27.3	29.9	29.3	29.0	30.1	29.3	27.2	26.4	22.1	26.2
GUANAJUATO	24.0	25.0	25.9	30.3	29.7	28.1	27.0	28.2	27.5	27.0	26.9	24.4	27.0
GUERRERO	30.8	31.0	32.3	33.2	34.0	33.1	32.8	33.5	31.6	32.0	32.0	32.0	32.4
HIDALGO	21.1	22.9	23.5	29.6	27.8	26.8	26.6	27.2	24.6	25.5	24.5	23.7	25.3
JALISCO	26.2	26.7	27.2	31.0	32.0	30.2	29.2	30.2	29.3	29.0	28.3	26.3	28.8
ESTADO DE MÉXICO	19.9	20.9	21.2	25.6	22.9	22.1	21.7	22.3	21.5	21.5	21.8	20.9	21.9
MICHOACÁN	26.9	27.3	27.1	33.0	29.6	29.8	28.2	28.7	28.3	28.4	28.4	25.1	28.4
MORELOS	28.3	29.3	30.7	33.9	31.2	29.1	29.0	29.7	28.3	29.4	29.6	28.4	29.7
NAYARIT	31.0	30.7	30.6	34.0	34.8	35.4	34.3	34.4	33.7	33.8	32.6	29.0	32.9
NEVO LEÓN	19.6	22.6	23.2	29.8	30.7	32.3	35.3	36.3	33.3	30.3	25.6	24.3	28.6
OAXACA	28.1	28.4	29.9	34.5	32.8	31.6	31.8	32.8	31.8	31.6	30.8	29.8	31.2
PUEBLA	23.4	24.6	24.8	27.9	27.1	25.9	26.6	27.9	25.8	25.8	25.1	24.3	25.8
QUERÉTARO	22.2	24.5	25.9	29.1	29.6	28.3	27.7	28.9	28.0	27.0	26.1	23.9	26.8
QUINTANA ROO	29.2	29.8	32.1	34.6	34.3	32.9	34.6	34.9	34.0	32.4	31.3	30.8	32.6
SAN LUIS POTOSÍ	22.2	24.7	26.2	32.1	31.5	30.7	31.0	32.5	31.8	30.0	27.5	26.1	28.9
SINALOA	28.1	29.5	30.2	33.6	34.6	37.1	36.0	35.5	34.6	34.2	32.5	28.1	32.8
SONORA	24.2	27.0	28.5	31.8	32.1	38.1	36.7	37.4	35.2	32.3	26.7	23.4	31.1
TABASCO	27.1	28.3	30.7	34.9	34.8	33.1	34.1	34.8	33.3	32.1	31.1	30.7	32.1
TAMAULIPAS	20.9	24.1	25.9	31.5	32.6	33.8	35.2	36.2	33.8	31.5	28.0	26.1	30.0
TLAXCALA	21.3	23.4	22.6	26.2	24.5	23.1	23.8	24.2	23.1	23.1	23.6	22.1	23.4
VERACRUZ	22.4	24.2	25.6	31.0	31.4	29.9	30.7	31.4	30.5	29.3	26.9	26.9	28.4
YUCATÁN	29.4	30.0	34.0	37.2	36.9	34.3	35.5	35.4	35.0	32.6	31.4	31.0	33.6
ZACATECAS	21.1	22.3	22.1	27.5	29.6	27.1	26.2	27.4	26.8	25.5	25.3	21.7	25.2
<b>NACIONAL</b>	<b>23.2</b>	<b>25.5</b>	<b>26.5</b>	<b>30.8</b>	<b>31.3</b>	<b>32.2</b>	<b>32.2</b>	<b>33.1</b>	<b>31.7</b>	<b>29.8</b>	<b>27.3</b>	<b>24.9</b>	<b>29.0</b>

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/TempsyPrecip/Mensuales/2015Tmax.pdf>

Durante el 2015, se registró una temperatura media anual nacional fue de 22.1 °C. Las entidades federativas con las temperaturas media en promedio más baja fue Zacatecas, y el estado con la temperatura media en promedio más alta fue Colima. (Tabla 3)<sup>5,6</sup>.

Las entidades federativas con las temperaturas más bajas en promedio fueron el Estado de México (7.8 °C) y Tlaxcala (7.7 °C). El mes de año más frío fue enero con una temperatura promedio de 9.2 °C. (Tabla 4).



Tabla 3. Temperatura media nacional por mes 2015.

ENTIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AGUASCALIENTES	13.9	14.5	15.3	20.0	20.4	20.7	19.5	19.7	19.6	18.1	17.1	13.6	17.7
BAJA CALIFORNIA	16.0	17.7	19.8	20.2	19.8	25.1	25.8	27.7	27.0	23.8	16.1	11.8	20.9
BAJA CALIFORNIA SUR	18.9	20.3	21.8	23.2	23.4	27.7	29.3	31.0	29.7	26.9	22.9	18.1	24.4
CAMPECHE	23.5	24.0	27.1	30.3	30.3	29.0	29.7	29.6	28.9	28.2	27.5	26.6	27.9
COAHUILA	11.5	14.3	16.1	22.5	23.9	25.3	27.0	27.8	25.6	23.0	18.0	14.1	20.8
COLIMA	24.9	23.5	24.3	26.7	27.5	28.1	27.9	28.3	27.9	28.0	27.6	25.8	26.7
CHIAPAS	21.8	22.3	24.5	26.7	26.5	25.9	25.7	26.1	25.5	25.3	25.2	23.7	24.9
CHIHUAHUA	9.9	13.6	14.5	19.5	20.8	25.1	24.8	25.3	23.7	19.9	14.9	11.1	18.6
DISTRITO FEDERAL	14.7	16.0	16.9	19.3	19.1	19.1	18.9	19.2	18.6	18.1	17.6	16.3	17.8
DURANGO	11.8	13.3	14.2	18.3	20.8	22.1	22.1	22.3	21.6	19.2	17.1	12.3	17.9
GUANAJUATO	15.4	16.1	17.6	21.8	21.5	21.1	20.2	20.7	20.6	19.8	18.8	16.0	19.1
GUERRERO	23.8	24.3	25.6	26.6	27.7	27.5	26.9	27.5	26.3	26.3	26.3	25.1	26.2
HIDALGO	13.2	14.4	16.3	21.5	20.5	20.2	19.9	20.2	18.6	18.8	18.1	16.0	18.1
JALISCO	18.0	18.4	19.3	22.6	23.8	23.8	22.9	23.2	22.8	21.9	20.8	18.6	21.3
ESTADO DE MÉXICO	11.8	12.5	13.8	18.0	15.9	16.1	15.5	15.9	15.7	14.9	14.5	13.2	14.8
MICHOACÁN	19.1	19.4	19.7	24.8	22.6	23.3	22.1	22.0	21.9	21.4	20.7	17.7	21.2
MORELOS	19.9	20.7	22.6	25.7	24.3	23.1	22.7	23.0	22.8	22.8	22.6	20.7	22.6
NAYARIT	24.0	23.9	23.4	26.9	27.4	29.8	28.7	28.9	28.5	28.5	26.4	22.5	26.6
NUEVO LEÓN	12.9	15.3	17.3	24.2	25.1	26.5	28.2	28.7	26.7	23.9	19.5	16.7	22.1
OAXACA	21.3	21.4	23.4	27.9	26.8	26.1	26.0	26.7	26.3	25.6	25.1	23.0	25.0
PUEBLA	14.7	15.6	17.1	20.1	19.8	19.4	19.4	20.4	19.6	18.9	18.2	16.6	18.3
QUERÉTARO	14.9	16.7	18.4	22.1	22.4	21.9	21.3	21.8	21.7	20.3	19.4	16.6	19.8
QUINTANA ROO	24.0	24.0	27.1	29.5	29.3	28.6	29.6	29.7	29.0	27.6	27.0	26.5	27.7
SAN LUIS POTOSÍ	14.9	16.5	19.6	25.5	24.7	24.2	24.3	25.0	25.4	23.9	21.9	19.6	22.1
SINALOA	20.6	22.0	22.5	25.2	26.3	30.7	30.2	29.8	29.6	28.0	24.4	20.1	25.8
SONORA	16.2	18.9	20.3	22.5	23.4	30.0	30.2	30.8	29.0	24.9	17.9	14.7	23.2
TABASCO	23.0	23.4	25.9	29.5	29.3	28.3	28.9	29.3	28.6	27.8	27.3	26.5	27.3
TAMAULIPAS	14.9	17.7	20.4	26.0	27.5	28.4	29.3	29.9	28.3	26.1	22.7	19.8	24.3
TLAXCALA	12.3	13.9	14.7	17.1	17.0	16.5	16.6	16.8	16.7	15.8	15.8	13.6	15.6
VERACRUZ	17.1	18.7	20.4	25.2	25.7	24.8	25.3	25.6	25.3	24.1	22.2	21.7	23.0
YUCATÁN	23.4	23.1	27.0	29.8	29.7	28.7	29.0	29.1	29.0	27.4	26.6	26.0	27.4
ZACATECAS	12.9	13.7	14.5	18.8	20.7	20.6	19.6	20.0	19.6	18.1	17.0	12.9	17.4
<b>NACIONAL</b>	<b>16.2</b>	<b>17.8</b>	<b>19.4</b>	<b>23.3</b>	<b>23.9</b>	<b>25.7</b>	<b>25.9</b>	<b>26.4</b>	<b>25.4</b>	<b>23.3</b>	<b>20.3</b>	<b>17.4</b>	<b>22.1</b>

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/TempsyPrecip/Mensuales/2015Tmed.pdf>

Tabla 4. Temperaturas mínimas promedio más bajas durante el año 2015.

ENTIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AGUASCALIENTES	5.7	6.0	7.5	11.8	11.8	14.3	13.0	12.6	12.7	10.7	8.9	5.1	10.0
BAJA CALIFORNIA	9.7	10.5	12.8	13.5	13.9	18.0	19.5	21.2	20.7	17.5	9.3	4.9	14.3
BAJA CALIFORNIA SUR	12.4	12.8	14.4	16.4	16.5	21.3	23.9	25.5	24.6	21.5	16.6	11.4	18.1
CAMPECHE	17.6	17.6	20.7	23.1	23.3	23.3	23.1	23.3	23.2	23.2	22.8	21.4	21.9
COAHUILA	5.1	6.3	9.5	15.8	17.1	18.9	19.9	20.2	18.4	16.3	11.3	5.6	13.7
COLIMA	18.1	17.1	17.6	20.3	21.1	23.0	22.4	22.8	22.5	22.8	22.4	19.8	20.8
CHIAPAS	16.0	15.6	18.2	19.8	20.5	20.7	20.1	20.3	20.6	20.3	20.0	18.0	19.2
CHIHUAHUA	2.5	5.0	7.0	11.1	11.7	17.2	17.8	17.7	16.2	12.3	6.0	2.0	10.5
DISTRITO FEDERAL	8.2	9.2	10.7	12.4	12.9	13.7	13.1	13.3	13.3	12.4	11.8	9.7	11.7
DURANGO	4.1	4.5	6.1	9.3	11.7	14.9	15.2	14.6	13.9	11.1	7.8	2.4	9.6
GUANAJUATO	6.8	7.2	9.2	13.2	13.2	14.2	13.5	13.2	13.8	12.6	10.7	7.7	11.3
GUERRERO	16.8	17.5	18.8	19.9	21.4	22.0	20.9	21.6	20.9	20.6	20.5	18.3	19.9
HIDALGO	5.2	6.0	9.1	13.3	13.2	13.6	13.3	13.1	12.5	12.1	11.7	8.3	11.0
JALISCO	9.8	10.0	11.5	14.1	15.6	17.4	16.5	16.3	16.3	14.8	13.4	10.8	13.9
ESTADO DE MÉXICO	3.7	4.2	6.4	10.3	8.9	10.1	9.3	9.4	9.9	8.2	7.2	5.5	7.8
MICHOACÁN	11.4	11.5	12.2	16.7	15.5	16.8	15.9	15.3	15.6	14.4	13.0	10.4	14.1
MORELOS	11.6	12.2	14.5	17.5	17.3	17.0	16.4	16.3	17.3	16.2	15.6	13.0	15.4
NAYARIT	17.1	17.1	16.1	19.8	20.1	24.2	23.1	23.5	23.3	23.2	20.3	16.1	20.3
NUEVO LEÓN	6.2	8.0	11.4	18.7	19.5	20.7	21.1	21.1	20.1	17.4	13.4	9.2	15.6
OAXACA	14.4	14.5	16.8	21.4	20.8	20.5	20.1	20.6	20.7	19.6	19.4	16.3	18.8
PUEBLA	6.1	6.7	9.5	12.2	12.6	12.8	12.3	12.9	13.4	12.0	11.4	8.9	10.9
QUERÉTARO	7.6	8.9	10.9	15.0	15.3	15.5	15.0	14.7	15.4	13.7	12.7	9.3	12.8
QUINTANA ROO	18.7	18.1	22.1	24.3	24.2	24.3	24.6	24.5	24.1	22.8	22.6	22.1	22.7
SAN LUIS POTOSÍ	7.5	8.2	12.9	18.9	17.8	17.8	17.7	17.5	19.0	17.8	16.2	13.1	15.4
SINALOA	13.1	14.5	14.8	16.8	17.9	24.2	24.4	24.1	24.5	21.8	16.3	12.2	18.7
SONORA	8.1	10.8	12.1	13.2	14.6	21.9	23.8	24.2	22.8	17.5	9.1	5.9	15.3
TABASCO	18.8	18.5	21.1	24.0	23.9	23.6	23.7	23.9	23.9	23.5	23.4	22.2	22.5
TAMAULIPAS	9.0	11.3	14.8	20.5	22.4	23.0	23.4	23.5	22.7	20.7	17.4	13.5	18.5
TLAXCALA	3.4	4.3	6.8	8.0	9.5	9.9	9.4	9.3	10.3	8.6	8.0	5.1	7.7
VERACRUZ	11.8	13.3	15.3	19.4	20.0	19.6	20.0	19.9	20.2	19.0	17.6	16.4	17.7
YUCATÁN	17.5	16.3	20.1	22.4	22.5	23.1	22.4	22.8	22.9	22.3	21.9	21.1	21.3
ZACATECAS	4.8	5.0	6.8	10.1	11.7	14.0	12.9	12.7	12.5	10.6	8.7	4.1	9.5
<b>NACIONAL</b>	<b>9.2</b>	<b>10.2</b>	<b>12.4</b>	<b>15.8</b>	<b>16.6</b>	<b>19.2</b>	<b>19.5</b>	<b>19.7</b>	<b>19.1</b>	<b>16.8</b>	<b>13.3</b>	<b>9.8</b>	<b>15.1</b>

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/TempsyPrecip/Mensuales/2015Tmin.pdf>

## DAÑOS A LA SALUD

Las temperaturas naturales extremas representan un riesgo a la salud pues pueden producir varios daños asociados a ellas e incluso defunciones. En México se hace vigilancia durante todo el año para la temporada invernal y de calor.

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

Para la temporada de calor 2015, se contaban con 559 casos y 29 defunciones a nivel nacional.

Durante la temporada de calor 2015, el grupo de edad más afectado fue el de 65 y más años (37.9 %).

Con respecto a la temporada de calor 2015, los estados que presentaron defunciones son Baja California (12), Sonora (8), Quintana Roo y Veracruz con dos casos respectivamente; Campeche, Chihuahua, Sinaloa, Tabasco y Yucatán con un caso cada uno respectivamente.

Hasta la semana epidemiológica No. 52 de la temporada invernal 2014-2015, se contaban con 112 casos y 10 defunciones a nivel nacional.

Durante la temporada invernal 2014-2015 el grupo de edad más afectado fue el de 65 y más años (36.2%).

Con respecto a la temporada invernal hasta la semana epidemiológica No. 52 en la temporada 2014-2015 los estados que presentaron defunciones son Chihuahua (4), Coahuila (2), Sonora (2), Durango (1) y Tamaulipas (1).

## PRONÓSTICO

En cuanto a temperaturas extremas México tiene riesgo de presentar daños a la salud en la mayor parte del territorio nacional en cualquier época del año, pues debido a la gran diversidad de climas, existe temperaturas máximas y mínimas en cualquier parte del país.

Con respecto a temperaturas máximas los estados que han presentado mayores registros son los estados del noroeste, la cuenca del Balsas y la península de Yucatán, se debería hacer especial énfasis en Sonora pues ha presentado las temperaturas promedio más altas en los últimos años. También es importante recalcar que debido al efecto del calentamiento global, las temperaturas medias y máximas han aumentado progresivamente en todo el territorio nacional.

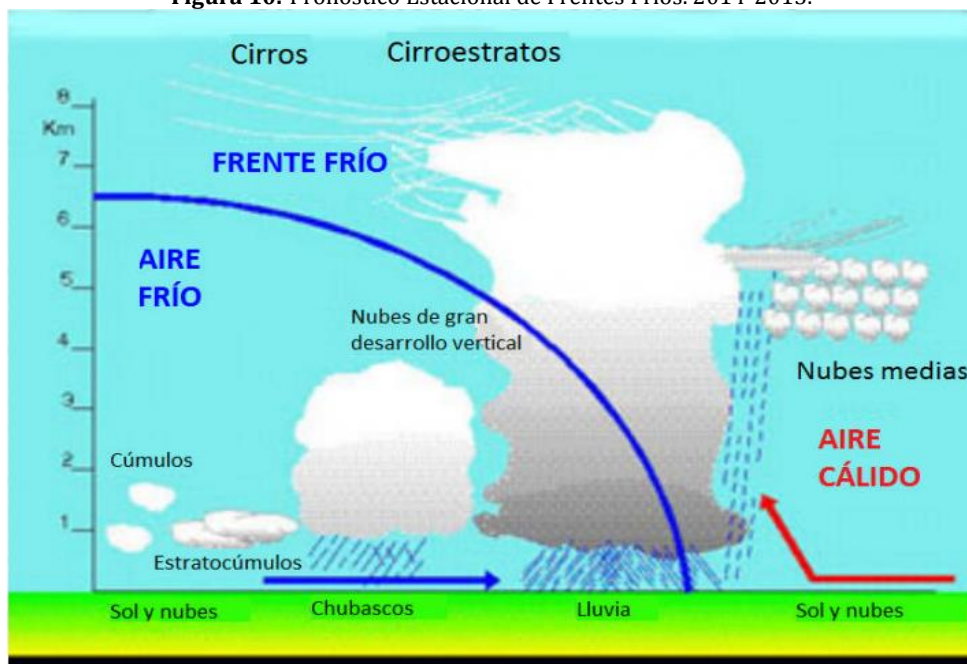
Durante la temporada de invernala los estados más afectados son los estados del norte y centro del país, en esta temporada, Chihuahua es el que menores temperaturas promedio ha registrado.

### FRENTE FRÍO

Los frentes fríos es una zona de transición corresponden a la porción delantera de una masa polar, o la penetración de sistemas de latitudes medias hacia los trópicos; transportan aire frío, y al avanzar hacia el sur interaccionan con aire caliente, se caracterizan por fuertes vientos, nublados y precipitaciones si la humedad es suficiente.

Estas invasiones de aire frío tienen su origen en los ciclones extra tropicales que se intensifican en la costa de Norteamérica del océano Pacífico. <sup>5, 6, 13.</sup>

**Figura 10.** Pronóstico Estacional de Frentes Fríos. 2014-2015.

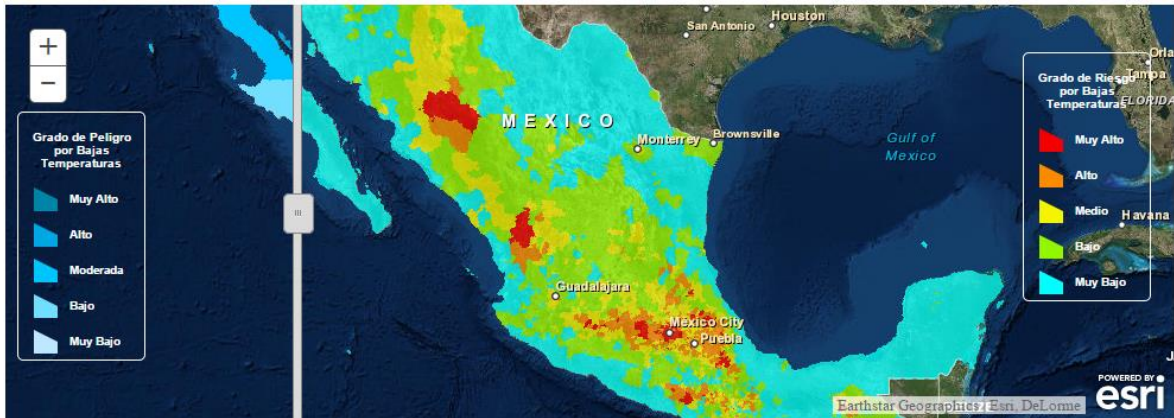


Fuente: <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/notasp/FrentesFrios%202014-2015.pdf>  
 [En Línea] [Consultado: diciembre de 2014].

Debido a su dirección norte-sur, cualquier estado puede estar afectado por el frente frío, sin embargo son las regiones con climas más frescos los que se ven más afectados por el descenso de temperaturas asociados a los frentes fríos.



Figura 11. Atlas Nacional de Riesgo. 2015.



Fuente: <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/index.php/riesgos-hidrometeorologicos/frente-frio>  
 [En línea] [Consultado: Diciembre de 2015]

Los frentes que cruzan el territorio mexicano en el Istmo entre noviembre y marzo, son vientos fuertes que ocasionan anomalías térmicas en el Golfo de Tehuantepec. 1,2, 13.

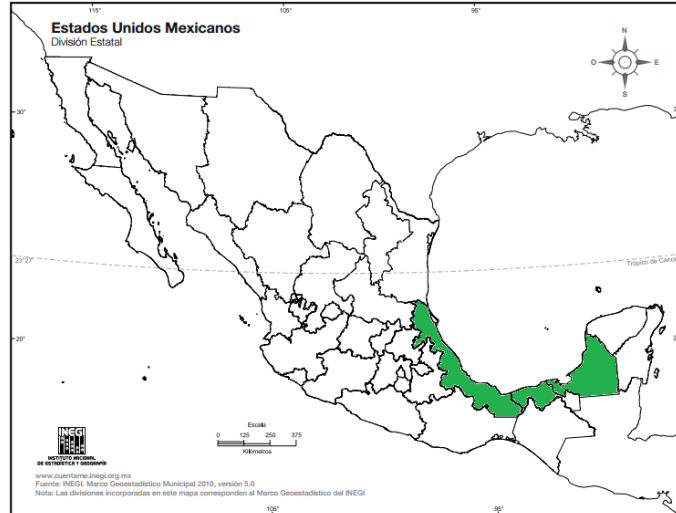
Figura 12. Istmo de Tehuantepec.



Fuente: <http://www.cie.unam.mx/~ojs/pub/Eolica/LibroProyectoEolico/Anexo%20II.pdf>

**Nortes:** masas polares que atraviesan el Golfo de México, en realidad son frentes fríos acompañados de fuertes vientos del norte que producen tormentas con aguaceros intensos, generalmente de origen orográfico en los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche. 1,2, 13.

**Figura 13.** Entidades Federativas de México afectados por nortes.



**Fuente:** Matías R., Jiménez E., García J., Eslava M., Mendoza E., (2008), "Aplicación de la metodología para obtener mapas de riesgo por bajas temperaturas y nevadas en la Comunidad de Raíces, Estado de México", 1a. Edición, CENAPRED, México,

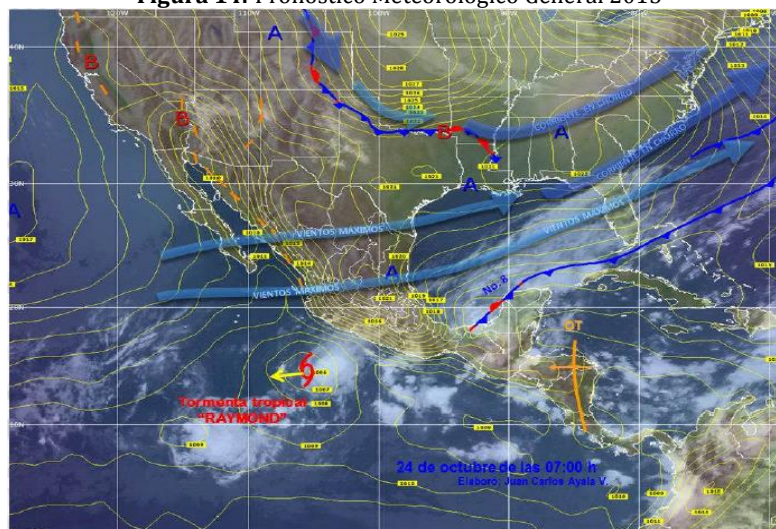
## PANORAMA

La temporada de frentes fríos abarca del 20 de septiembre al 15 de mayo. De acuerdo con el registro de la Subsecretaría de Pronóstico Meteorológico de la Comisión Nacional del Agua del Servicio Meteorológico Nacional., en promedio se presentan durante este periodo 51 frentes fríos; sin embargo durante el año 2012 se presentaron 47, mientras que en el año 2013, se documentaron 36 frentes fríos . 5, 6, 8.

Los meses con mayor frecuencia son enero, febrero, marzo y principalmente diciembre. 5, 6.

En ésta temporada invernal 2014-2015 hasta la semana epidemiológica No. 2, se presentaron 55 frentes fríos.

**Figura 14.** Pronóstico Meteorológico General 2015



Fuente: <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/notasp/FrentesFrios%202014-2015.pdf>

## Daños a la Salud

Los frentes fríos traen consigo temperaturas bajas, vientos y lluvias por lo que representan un riesgo significativo a la salud. En temporada de frentes fríos se está en riesgo de hipotermia, quemaduras e intoxicación por monóxido de carbono debido a las temperaturas bajas; enfermedades transmisibles asociadas a inundaciones por lluvias como transmitidas por vector (dengue, chikungunya y malaria), enfermedades diarreicas agudas, infecciones respiratorias agudas, leptospirosis, micosis y conjuntivitis. Los vientos asociados a los nortes también pueden causar precipitaciones fuertes y daños directo a infraestructura lo que puede llevar a movilización de personas a albergues y aumento de enfermedades diarreicas, respiratorias y transmitidas por vector; así mismo, se debe tomar en cuenta todos los traumatismos e infecciones de tejidos blando que pueden presentarse a consecuencia de estos fenómenos.

Las principales entidades que podrían estar afectadas por la disminución de temperaturas debido a la presencia de frentes fríos son las del noroeste del país como Chihuahua y Durango y las del centro, Estado de México, Puebla y Tlaxcala. Es importante recalcar que la región del istmo de Tehuantepec (Veracruz y Chiapas), así como el Golfo de México (Veracruz, Tabasco) son susceptibles a fuertes vientos y Nortes, junto con otros fenómenos ocasionados por estos como lluvias y disminución de temperatura.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CENAPRED. (2001). *Las Cenizas Volcánicas del Popocatepetl y sus Efectos para la Aeronevegación a Infraestructura Aeroportuaria*. Centro Nacional de Prevención de Desastres Instituto de Geofísica, UNAM.
2. CENAPRED. (s.f.). *Atlas Nacional de Reisgo*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2014, de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/index.php/riesgos-hidrometeorologicos/frente-frio>
3. Comisión Nacional del Agua . (Diciembre de 2014). *Perspectiva temperatura Mínima Promedio Mensual*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2014, de <http://smn.conagua.gob.mx/climatologia/pronostico/prontemps.pdf>
4. Comisión Nacional del Agua. (2010,2011,2012,2013,2014). *Temperaturas y Lluvia*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2014, de [http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12&Itemid=77](http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=77)
5. CONAGUA. (2014). *Pronóstico Estacional de Frentes Fríos 2014-2015*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2014, de <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/notasp/FrentesFrios%202014-2015.pdf>
6. CONAGUA. (2014). *Pronóstico Estacional de Frentes Fríos 2014-2015*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2014, de <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/notasp/FrentesFrios%202014-2015.pdf>



7. Salud, O. p. (2000). *Erupciones volcánicas y protección de la salud*. Quito.
8. SENASICA. (2012,2013). *Climatología Fitosanitaria*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2014, de [http://portal.sinavef.gob.mx/FF\\_Historico.html](http://portal.sinavef.gob.mx/FF_Historico.html)
9. Albanil A, P. R. (2013). *Comisión Nacional del Agua*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2014, de Reporte Anual:  
[http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=99&Itemid=66](http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=99&Itemid=66)
10. Agua, C. N. (s.f.). *Clima en México*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2014, de  
[http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103&Itemid=68](http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=68)
11. Department of the Interior, U. G. (s.f.). Obtenido de  
<http://volcanoes.usgs.gov/hazards/what/VolGas/volgas.html>
12. Dirección General de Epidemiología. (2014). *Informe Epidemiológico Semanal. Temperaturas Extremas*. Recuperado el 14 de enero de 2016, de  
<http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/informes/index.html>
13. Matías R, J. E. (2008). *Aplicación de la metodología para obtener maspas de riesgo por bajas temperaturas y nevadas en la Comunidad de Reaíces, Estado de México* (1 ed.). Estado de México: CENAPRED.
14. México, I. N. (1995). Efecto sobre la función pulmonar en personas expuestas a cenizas del volcán Popocatépetl. *8* (112-118).
15. Noji, E. (2000). Impacto de los desastres en la salud pública.
16. Rivera Tapia, A., Yañez , A., & Cedillo, L. (2005). Emisión de ceniza volcánica y sus efectos. *14* (107-115).
17. CENAPRED. (2001). *Las Cenizas Volcánicas del Popocatépetl y sus Efectos para la Aeronevegación a Infraestructura Aeroportuaria*. Centro Nacional de Prevención de Desastres Instituto de Geofísica, UNAM.
18. Comisión Nacional del Agua . (Diciembre de 2014). *Perspectiva temperatura Mínima Promedio Mensual*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2014, de  
<http://smn.conagua.gob.mx/climatologia/pronostico/prontemps.pdf>
19. Comisión Nacional del Agua. (2010,2011,2012,2013,2014). *Temperaturas y Lluvia*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2014, de  
[http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12&Itemid=77](http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=77)
20. Salud, O. p. (2000). *Erupciones volcánicas y protección de la salud*. Quito.
21. Albanil A, P. R. (2013). *Comisión Nacional del Agua*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2014, de Reporte Anual:  
[http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=99&Itemid=66](http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=99&Itemid=66)
22. Agua, C. N. (s.f.). *Clima en México*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2014, de  
[http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103&Itemid=68](http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=68)
23. Department of the Interior, U. G. (s.f.). Obtenido de  
<http://volcanoes.usgs.gov/hazards/what/VolGas/volgas.html>
24. Dirección General de Epidemiología. (2014). *Informe Epidemiológico Semanal. Temperaturas Extremas*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2014, de  
<http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/informes/index.html>

25. México, I. N. (1995). Efecto sobre la función pulmonar en personas expuestas a cenizas del volcán Popocatépetl. *8* (112-118).
26. Noji, E. (2000). Impacto de los desastres en la salud pública.
27. Rivera Tapia, A., Yañez, A., & Cedillo, L. (2005). Emisión de ceniza volcánica y sus efectos. *14* (107-115).



## RIESGOS QUÍMICOS

### Introducción

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

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

## INTOXICACIÓN POR DERRAME DE METALES PESADOS Y LIXIVIADOS.

### Introducción

La minería es una de las actividades económicas de mayor tradición en México, ya que nuestro país cuenta con abundantes recursos minerales. <sup>1</sup> Esta actividad ha sido practicada desde la expansión regional en la colonial. Dentro de los principales tipos de yacimientos que han sido explotados destacan los epitermales, los de metasomatismo de contacto o skarn, los sulfuros masivos vulcanogenéticos y yacimientos del tipo pórfido cuprífero. <sup>2</sup>

Actualmente en México hay 2,957 unidades mineras y 142,325 trabajadores, a pesar de esto la proporción de trabajadores en comparación con otras actividades económicas es reducida. Sin embargo, se ubica en el segundo lugar entre los 20 sectores de actividad económica después de la industria manufacturera.<sup>3</sup> Contribuye con el 4.9% del Producto Interno Bruto nacional.<sup>4</sup> (Figura 1)

**Figura 1. Distribución de las minas en el territorio nacional.**



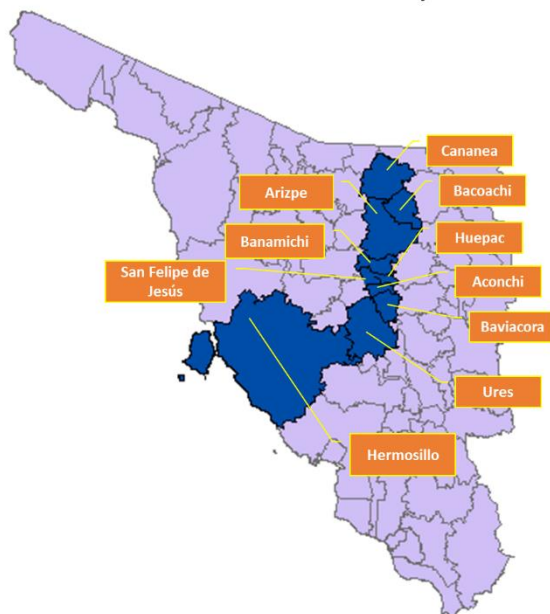
Fuente: Secretaría de Economía. Servicio Geológico Mexicano. Explotación Minera.

A nivel mundial, México ocupa el primer lugar en la producción de plata, se ubica entre los diez principales productores de 16 diferentes minerales: oro, plomo, zinc, cobre, bismuto, fluorita, celestita, wollastonita, cadmio, diatomita, molibdeno, barita, grafito, sal, yeso y manganeso.<sup>4</sup>

### Panorama

El día 6 de agosto de 2014 se presentó un derrame de lixiviados de cobre en la mina Buenavista del cobre, en Cananea, Sonora. Este derrame afectó directamente al Río Bacanuchi que nace precisamente en las cercanías de la mina, y mantiene un caudal constante hasta su confluencia con el Río Sonora, el cual también se vio afectado por este evento. El Río Sonora es la corriente superficial más importante de la zona, contando con una cuenca general de 21,324 km<sup>2</sup>. El caudal de este río involucra a varios municipios: Cananea, Bacanuchi, Bacoachi, Arizpe, Banámichi, Huepac, San Felipe de Jesús, Aconchi, Baviacora, Ures y Hermosillo, sumando un total de 916,321 pobladores.<sup>5</sup> (Figura 2)

**Figura 2. Municipios afectados por el derrame de lixiviados de cobre en los Ríos Bacanuchi y Sonora. 2014**



Fuente: QUINTERO, Soto María Luisa y Amelia Reyes Martínez "Problemática del agua en los distritos de riego por bombeo del estado de Sonora".

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

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

### Daños a la salud

Los metales pesados son un grupo de elementos químicos mal definidos, existen algunos necesarios para el ser humano como el hierro (Fe), el cobalto (Co), el cobre (Cu), el manganeso (Mn), el molibdeno (Mb) y el zinc (Zn); en cambio existe otro grupo de metales, como el Plomo (Pb), el cadmio (Cd) y el arsénico (As) que se desconoce su función en el organismo, pero presentan efectos directos sobre el riñón y en condiciones consideradas como normales, pueden llegar a ser nefrotóxicos. <sup>6</sup>

#### Cadmio

El cadmio es uno de los elementos más tóxicos, la exposición ambiental ocurre principalmente a través del humo de tabaco, agua y alimentos. La acumulación en el

organismo es gradual y se incrementa con la edad, ya que la vida media de este metal es mayor a 20 años. Al circular en sangre, se une a la albumina y es transportado al hígado, donde se une al glutatión y a la metalotioneína-1 (MT1), el complejo Cd-MT1 es un complejo de bajo peso molecular, que se filtra fácilmente al glomérulo y es reabsorbido en su totalidad en el segmento S1 del túbulo contorneado proximal. Existe un transportador llamado ZIP-8 (zinc transporter proteína 8) que se localiza en esa zona del glomérulo, y que es capaz de transportar Cd y otros metales divalentes, a través de la membrana apical. El complejo Cd-MT1 es almacenado y degradado en los lisosomas, el Cd libre es transportado hacia el citoplasma por el DMT-1 lisosomal, la activación de la proteína cinasa C incrementa la expresión del transportador DMT-1 y por lo tanto la toxicidad tubular del Cd. El Cd libre se acumula en la mitocondria inhibiendo, causando disfunción de la misma y formando radicales libres, que llevan a una activación de la cascada de las caspasas y el desarrollo de apoptosis.<sup>6</sup>

## Plomo

El plomo se ha reconocido como una sustancia tóxica desde que sus efectos se conocieron desde hace más de 2000 años por la ingestión que era común entre los romanos. Actualmente leyes han ayudado a la disminución de las concentraciones de Pb en diferentes sustancias, como pinturas y gasolina. El Pb se absorbe principalmente por vía intestinal, respiratoria y a través de la piel, la absorción se incrementa cuando existe una deficiencia en la ingesta de Fe y Zn.<sup>6</sup>

Una de las más eficientes es la vía respiratoria con una captación mayor al 40%. Ya en sangre el 99% del Pb se une a proteínas y es distribuido a tejidos blandos y hueso, donde este último es el principal reservorio en el organismo, y en períodos de mayor recambio óseo el paso de este metal incrementa. La vía de eliminación del Pb es a través del riñón. El Pb afecta reacciones enzimáticas en las cuales interviene el calcio, incluyendo el receptor sensor de calcio. El Pb unido a proteínas se filtra a través del glomérulo y se reabsorbe por las células del túbulo contorneado proximal por endocitosis.<sup>6</sup>

Para describir las manifestaciones clínicas debemos de tomar en cuenta que puede existir intoxicación aguda y crónica. La intoxicación aguda puede causar lesión en el túbulo contorneado proximal lo que provocaría aminoaciduria, glucosuria e hiperfosfaturia. Algunas otras manifestaciones pueden ser anemia hemolítica, ataques agudos de gota, dolor abdominal intenso y encefalopatía.<sup>6</sup>

Las manifestaciones crónicas pueden existir dos posibles escenarios, nefropatía o alteraciones óseas. El diagnóstico de nefropatía crónica es difícil, por la gran variedad de síntomas y hallazgos, que pueden llegar a ser poco específicos. Se trata de una nefropatía túbulo-intersticial con un deterioro progresivo de la función renal. En el hueso se relaciona al desarrollo de la osteoporosis, por los efectos adversos en los osteoblastos y osteoclastos.<sup>6</sup>



## Arsénico

El As es uno de los contaminantes ambientales más abundantes, ya que se encuentra presente en el agua de beber. Se absorbe por vía intestinal, pulmonar y a través de la piel, al ser absorbido se distribuye por todos los tejidos del cuerpo. Lamentablemente no existe información suficiente sobre las manifestaciones clínicas en riñón por la intoxicación por As, pero probablemente cause daño tubular, como proteinuria, aminoaciduria, glucosuria y fosfaturia, así como deterioro progresivo de la función renal. <sup>6</sup>

## Posibles escenarios

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

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

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

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

Las alteraciones de la población no está bien descrita en la literatura ya que es un campo poco estudiado en nuestro país, será de importancia el evento de derrame en los Ríos Bacanuchi y Sonora para evaluar a la población y estudiarlos a largo plazo para poder conocer los efectos de este desastre y así poder tomar decisiones en salud en el estado de Sonora.

## Bibliografía

1. Instituto Nacional de Ecología. [Internet] México. [Consulta 17 de diciembre de 2014] Disponible a:  
[http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/16/parte3\\_12.html](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/16/parte3_12.html)

2. Secretaría de Economía. [Internet] México. [Consulta 17 de diciembre de 2014] Disponible: <http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/es/yacimientos-minerales/explotacionminera>
3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [Internet] México. [Consulta 17 de diciembre de 2014] Disponible: <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/parque/mineria.html>
4. Secretaría de Economía. [Internet] México [Consulta 17 de diciembre de 2014] Disponible: <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/mineria>
5. Consejo Nacional de Población [Internet] México. [Consulta 17 de diciembre de 2014] Disponible: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>
6. Sabath E., Robles-Osorio M. Medio ambiente y riñón: nefrotoxicidad por metales pesados. *Nefrología* 2012;32(3):279-86.

## DERRAME DE PETRÓLEO Y SUS DERIVADOS.

### Introducción

La contaminación por petróleo crudo o refinado, es generada de forma accidental o deliberadamente desde diferentes fuentes. Se estima que 3 mil 800 millones de litros entran cada año a los océanos como resultado de las actividades humanas a nivel mundial, de éstos, sólo 8% se debe a fuentes naturales; 22% a descargas operacionales intencionales de los barcos, 12% por derrames de buques y 36% por descargas de aguas residuales.<sup>0</sup>

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

Los daños en las comunidades provocados por derrame de petróleo provocan considerables afectaciones al contaminar las tierras agrícolas, fuentes de agua, ganado, animales domésticos, pesca, ecosistemas en la zona, viviendas, pero sobre todo, daños la salud de las personas y trabajadores, por exposición directa y continuada a sustancias tóxicas y persistentes.<sup>2</sup>

### Panorama en México

El derrame de petróleo en el Golfo de México por el hundimiento y falla de la plataforma de exploración *Deepwater Horizon* de la empresa British Petroleum el 22 de abril del 2010 frente a las costas de Louisiana, se ha convertido en el más grande desastre en la historia de los derrames de crudo registrados en el Golfo de México con grave daño medioambiental y a la biodiversidad además del impacto económico a las actividades pesqueras de todo el litoral.<sup>3</sup>

El 3 de junio de 1979, el pozo de exploración a 2 millas de profundidad, Ixtoc I, explotó en la Bahía de Campeche, frente a Ciudad del Carmen, México. Para cuando el pozo fue controlado, en marzo de 1980, se estima que 140 millones de galones de petróleo se habían derramado en la bahía. Después del incidente frente a las costas de Louisiana, el derrame de Ixtoc I es considerado como el segundo mayor desastre de derrame de petróleo en el mundo. <sup>4</sup>

### Daños a la salud

El petróleo crudo es una compleja mezcla de químicos, compuesta principalmente de hidrocarburos parafénicos, cicloparafénicos, nafténicos y aromáticos, y partículas de otros elementos, incluyendo varios metales. Los hidrocarburos del petróleo de mayor interés toxicológico, son los compuestos volátiles orgánicos (principalmente benceno, tolueno y xileno) y los hidrocarburos aromáticos polinucleares.<sup>5</sup>

Sus componentes pueden entrar en contacto con el cuerpo humano a través de tres vías:<sup>6</sup>

- a) Absorción por la piel
- b) Ingesta de alimentos y agua contaminada
- c) Inhalación

Los efectos en el hombre ante una exposición aguda al crudo son principalmente transitorios y de corta duración a menos que las concentraciones de los compuestos sean inusualmente altas. Tales exposiciones causan irritación de la piel, prurito o irritación ocular ante un contacto accidental o por la exposición a sus vapores. Así mismo pueden producir náusea, vértigo, cefalea o mareos ante una exposición prolongada o repetida a bajas concentraciones de sus compuestos volátiles.<sup>6</sup> Se ha documentado que la inhalación de hidrocarburos volátiles de petróleo puede llegar a causar neumonía y la muerte.<sup>7</sup>

De particular preocupación es la exposición al benceno, tolueno y xileno. El benceno es clasificado como carcinógeno basado en estudios ocupacionales que demostraron aumento en la incidencia de leucemia en adultos. Además ha demostrado ser genotóxico principalmente en las células hematopoyéticas del ser humano.<sup>8</sup>

Los efectos primarios a la salud por tolueno y xileno son principalmente en el sistema nervioso central. Se ha reportado que la exposición aguda al tolueno causa fatiga, confusión e incoordinación, en tanto que la exposición por xileno provoca cefalea, náusea, vómito y vértigo.<sup>6</sup>

### Posibles escenarios

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

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

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

Mapa 1. Principales instalaciones de PEMEX



El Golfo de México es una de las regiones petroleras más grandes del mundo. La porción sureste es altamente productiva de petróleo y contiene más del 80% de las reservas totales del crudo. Además es la región de mayor importancia en la producción y procesamiento de hidrocarburos en el continente americano y es la mayor área de perforaciones en la plataforma continental en el mundo.<sup>10</sup>

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

## Bibliografía

1. Greenpeace. Impactos ambientales del petróleo. [Internet] Enero, 2012. [citado el 17 de diciembre del 2014]. Disponible en: [www.greenpeace.org.com.mx](http://www.greenpeace.org.com.mx)
2. Jacott M, Arias JM, Ireta GM, Franco A. Impactos de la actividad petrolera y en la salud humana y el ambiente. Fronteras comunes y asociación ecológica Santo Tomás. México; 2011.
3. Belotti I, Cicolatti V. El Derrame en el Golfo de México: ¿Es posible recuperarse del daño ambiental y humano? Grupo de estudios internacionales contemporáneos. ISSN 1853-1873
4. Lira C. Los 10 derrames de petróleo más grandes de la historia. [Internet]. México: La Jornada Ecológica; 2 de agosto del 2010. [ citado el 18 de diciembre del 2014] Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2010/08/02/eco-f.html>
5. Secretaría de energía. Instituto Mexicano del Petróleo. [Internet] México; 2013. [Última modificación 5 de septiembre del 2011; citado el 17 de diciembre del 2014]. Disponible en: <http://www.imp.mx/petroleo/?imp=comp>
6. D Campbell, D Cox, J Crum, K Foster, P Christie, and D Brewster. Initial effects of the grounding of the tanker Braer on health in Shetland. The Shetland Health Study Group. BMJ. Nov 13, 1993; 307(6914): 1251–1255.
7. Rodriguez MA, Martinez MC, Martinez-Ruiz D, Paz Giménez M, Menéndez M, Repetto M. Death following crude oil aspiration. J Forensic Sci. 1991 Jul;36(4):1240-5.
8. U.S. EPA, Toxicity and Exposure Assessments for Children's Health. Benzene Teach Chemical Summary. United States; 2006. Last revised: 2009. 14 p.
9. Sánchez Salazar M, Martínez Laguna N. Infraestructura industrial de PEMEX. Departamento de Geografía Económica, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Atlas regional, 2007.
10. Vázquez Botello A. Golfo de México: Contaminación e Impacto Ambiental. UNAM. 2005

## Gas cloro

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

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

La exposición al cloro puede ocurrir en el lugar de trabajo o en el medio ambiente a causa de escapes en el aire, el agua o el suelo. Generalmente el cloro se encuentra solamente en instalaciones industriales. (Figura 1)

Figura 1: Tanques de gas cloro



Fuente: El Quadratín Querétaro: 30/junio/2014 17:04

El cloro entra en el cuerpo al ser respirado el aire contaminado o al ser consumido con comida o agua contaminada. No permanece en el cuerpo, debido a su reactividad.

### Daños a la salud

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

La respiración de pequeñas cantidades de cloro durante cortos periodos de tiempo afecta negativamente al sistema respiratorio humano. Los efectos van desde tos y dolor precordial hasta retención de líquidos intrapulmonar. El cloro irrita la piel, los ojos y el sistema respiratorio.

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

Se disuelve cuando se mezcla con el agua. También puede escaparse del agua e incorporarse al aire bajo ciertas condiciones. La mayoría de las emisiones de cloro



al medio ambiente son al aire y a las aguas superficiales. Una vez en el aire o en el agua, el cloro reacciona con otros compuestos químicos. Se combina con material inorgánico en el agua para formar sales de cloro, y con materia orgánica para formar compuestos orgánicos clorinados.

Debido a su reactividad no es probable que el cloro se mueva a través del suelo y se incorpore a las aguas subterráneas.

### Posibles escenarios

Durante el monitoreo de medios de comunicación en la UIES se detecta la siguiente noticia que informa: “Querétaro, México (30 junio 2014). El Director de la Unidad Estatal de Protección Civil (UEPC) del Estado, señaló que sus homólogos del estado de San Luis Potosí le alertaron sobre el robo de dos tanques que contienen gas cloro, producto que puede ser altamente tóxico.

Este elemento como se mencionó con anterioridad, se encuentra principalmente en zonas industriales, sin embargo se debe tener en cuenta que la exposición a este elemento sin protección puede ser nocivo para la salud, así como su uso indiscriminado e irresponsabilidad.

Todas la zonas industriales donde es utilizado el gas cloro, pueden ocurrir la exposición tanto ocupacional, accidental o intencionada.

### Bibliografía

1. Enciclopedia De Salud Y Seguridad En El Trabajo. Productos Químicos. En: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/63.pdf>
2. La Seguridad con El Gas de Cloro. Texas Department of Insurance. En: <http://www.tdi.texas.gov/pubs/videoresourcessp/spt5chlorine.pdf>

## INTOXICACIÓN POR PLAGUICIDAS

### Introducción

Los plaguicidas son compuestos químicos que se utilizan para matar las plagas, incluyendo insectos, roedores, hongos y plantas no deseadas (malas hierbas). Los pesticidas se usan en salud pública para eliminar los vectores de enfermedades, como los mosquitos, y en la agricultura, para matar las plagas que dañan los cultivos. Por su naturaleza, los pesticidas son potencialmente tóxicos para otros organismos, incluidos los humanos, y deben ser utilizados de manera segura y se desechan adecuadamente.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, en los países en desarrollo, incluido nuestro país, los plaguicidas causan un millón de casos de intoxicación y cerca de 20,000 muertes anualmente (OMS, 1990). En México, donde gran parte de la población está involucrada con el sector agrícola, no se cuenta con un programa de vigilancia epidemiológica de intoxicación aguda por agroquímicos. Adicionalmente, los proveedores de la salud, generalmente, desconocen aspectos relativos a las intoxicaciones por agroquímicos (Routt, 1999).

No se tiene precisión nacional sobre la incidencia de intoxicación por agroquímicos de grupos específicos, tales como los organofosforados, carbamatos, organoclorados y paraquat. Estos grupos de sustancias químicas, fueron seleccionados para desarrollar esta guía, con base en la capacidad que tienen los mismos para causar daños severos dentro de la población, debido a la alta disponibilidad y frecuencia de uso de los mismos en el sector agrícola.

La intoxicación aguda por agroquímicos (CIE 10 T60: Efecto tóxico de plaguicidas [pesticidas]) se refiere a los efectos perjudiciales que pueden provocar sobre la salud la exposición a estos agentes químicos. Se denomina agroquímico a cualquier sustancia de tipo inorgánico y orgánico utilizada en actividades agrícolas para favorecer y mejorar el desarrollo de los cultivos e incrementar su producción.

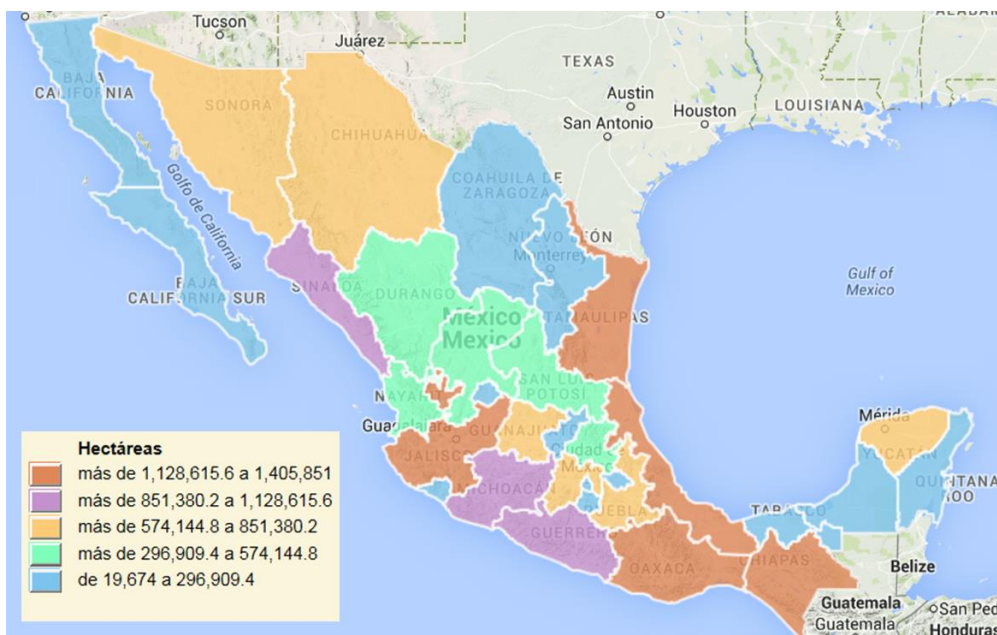
El término “plaguicida” es una palabra compuesta, que comprende todos los productos químicos utilizados para destruir las plagas o para controlarlas. En la agricultura, se utilizan herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas y rodenticidas.

La Organización Mundial de la Salud ha establecido una clasificación de los plaguicidas, basada en el nivel de riesgo para la salud humana que representan, derivado de la dosis letal media en animales.

## Panorama

En México, la tierra disponible para la agricultura es de unos 23 millones de hectáreas (Figura 1), o sea, cerca del 12 % de la superficie total del país; los cultivos más importantes son maíz, frijol, sorgo, trigo, cebada, papa y hortalizas. En gran medida, la estructura agraria todavía está basada en el ejido y la pequeña propiedad; de acuerdo con cifras oficiales, en este año la población dedicada a la agricultura es alrededor de 7 millones de personas; sin embargo, a esta cifra habría que agregarle la población rural en su conjunto que también puede estar expuesta a los plaguicidas y que se calcula en 25.4 % de la población del país.

Figura 1. Uso de suelo: Superficie de cosechada total.



Unidad de medida: Hectáreas

Fuente: INEGI: SAGARPA, SIAP Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

La contribución del trabajo agrícola al Producto Interno Bruto pasó de cerca de 5% en 1995 hasta 3.5% en 2003, lo que prueba que esta actividad no está aportando al desarrollo del país una proporción equivalente a la población que participa en ella. Salvo el caso del algodón, históricamente el uso de plaguicidas ha estado concentrado en los estados del noroeste del país, en donde prevalece la agricultura dedicada a cultivos de exportación; sin embargo, los estados del sur y centro del país se han ido uniendo poco a poco a esta tendencia. En la agricultura mexicana de exportación se han tenido que incorporar avances tecnológicos para que sus productos puedan seguir siendo competitivos y aceptados en otros países, pero estos cambios, entre ellos la sustitución de plaguicidas persistentes por no persistentes, han dado por resultado un mayor riesgo inmediato para los jornaleros. Según los datos disponibles, actualmente las regiones con mayor uso de plaguicidas son: Sinaloa, Chiapas, Veracruz, Jalisco-Nayarit-Colima, Sonora-Baja California, Tamaulipas, Michoacán, Tabasco, Estado de México y Puebla-Oaxaca. Se calcula que en ellas se aplica el 80 % de total de plaguicidas usados en el país, lo que comprueba que el uso de plaguicidas tiene una fuerte concentración en algunas regiones y algunos cultivos.

Cualquier revisión bibliográfica muestra que la gran mayoría de las investigaciones que se han realizado en México no se han dedicado a los productos de uso actual en el país y se han limitado a determinar los residuos de plaguicidas persistentes en alimentos, tejidos humanos o el ambiente, sin evaluar las consecuencias adversas para la salud pública o el equilibrio ambiental, sobre todo a largo plazo, que pueden derivar de esos datos. Muy pocos estudios han evaluado las condiciones reales de uso de plaguicidas y las consecuencias adversas para la salud, el ambiente, la economía y la estabilidad social que pueden estar asociadas con dicho uso. A pesar de ser escasos, sus resultados permiten documentar que las declaraciones oficiales carecen de credibilidad.

## Efectos sobre la salud

Los plaguicidas sintéticos han contribuido sustancialmente al mejoramiento de la productividad agrícola en el mundo. Paralelamente, su uso ha tenido efectos adversos que incluyen el deterioro ecológico y el daño a la salud humana. El potencial tóxico de los plaguicidas es, en buena parte, responsable de esta dicotomía; es decir, su capacidad para destruir plagas es una poderosa herramienta para el control de las mismas y, a la vez, esta característica los hace potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente.

Debido a las grandes ventajas de los plaguicidas su uso se generalizó, penetrando en los mercados de los productos agroquímicos. La transferencia de esta tecnología a países en desarrollo, cuyas condiciones son muy diferentes a las de los países a los que estaban destinados (clima, sistemas de irrigación, composición de suelos, variedades de plagas), dio como resultado que con frecuencia se utilizaran en exceso. Esto incrementó la resistencia de las plagas, obligó a la aplicación de cantidades cada vez mayores de plaguicidas, y estimuló la producción de productos nuevos y más tóxicos.

En México, la mayor parte de los estudios sobre los efectos de los plaguicidas en la salud se ha enfocado a las exposiciones agudas. Esto se refleja en la instrumentación de programas de vigilancia epidemiológica para casos de intoxicación por plaguicidas. Pero el conocimiento sobre los efectos crónicos de estas sustancias es muy limitado, aun en el ámbito internacional.<sup>2</sup>

En este sentido los plaguicidas organofosforados resultan particularmente importantes, debido sobre todo al incremento en su comercialización y al aumento en el comercio de los productos tratados con este tipo de sustancias.<sup>1,3</sup> Por estas razones se espera un incremento en la exposición a estas sustancias en los alimentos y en los sitios de trabajo.

Los daños a la salud ocasionados por los plaguicidas organofosforados están relacionados con su capacidad para inhibir la actividad de un grupo de enzimas llamadas colinesterasas. Esta inhibición se produce en el tejido nervioso, propiciando una acumulación de acetilcolina endógena, con los consecuentes signos y síntomas, que mimetizan los efectos muscarínicos y nicotínicos de la acetilcolina, así como los que esta enzima produce en el sistema nervioso central. Las intoxicaciones agudas de los compuestos organofosforados asemejan el cuadro clínico de los ataques epilépticos.

Los efectos a largo plazo de estos compuestos son más difíciles de evaluar. En años recientes la investigación se ha trasladado sobre todo al campo epidemiológico. La mayor parte de los estudios están dirigidos a evaluar los efectos neurotóxicos y conductuales que ocasionan este tipo de plaguicidas. Algunos estudios iniciales, realizados en trabajadores expuestos cotidianamente a plaguicidas organofosforados, sugieren intoxicaciones que incrementan el riesgo de desarrollar manifestaciones clínicas y muerte.

Uno de los posibles efectos de los plaguicidas es la llamada enfermedad de Parkinson. La participación de factores ambientales en la etiología de este padecimiento fue propuesta a raíz del descubrimiento del daño neurológico provocado por la sustancia N-metil, 4-fenil 1,2,3,6-tetrahidro piridina, conocida como MPTP.<sup>6</sup> Dicho hallazgo proporcionó el primer modelo experimental del mal de Parkinson y estimuló de manera notable la investigación epidemiológica de esta enfermedad. Los resultados de otros estudios sugieren que existe una asociación positiva entre la enfermedad de Parkinson y la exposición a los plaguicidas organofosforados.

Otro posible efecto de los plaguicidas organofosforados es la exacerbación de las enfermedades infecciosas. En efecto, algunas investigaciones realizadas en trabajadores ocupacionalmente expuestos a estos compuestos han encontrado una mayor frecuencia de infecciones del tracto respiratorio.

La intoxicación aguda con plaguicidas es un problema de salud pública grave en muchas partes de América Latina y el Caribe, mucho más grave que en los países desarrollados. Existe además evidencia de que la contaminación ambiental es frecuente y amplia, a pesar de que el tema no se ha examinado minuciosamente. Con pocas excepciones ha habido pocos estudios sistemáticos, ya sea sobre intoxicación aguda o sobre contaminación ambiental, dirigidos a que ayuden a quienes toman las decisiones a formular políticas preventivas.

Recientemente se informó también que la frecuencia de leucemia linfocítica crónica es mayor en sujetos expuestos a plaguicidas organofosforados.<sup>14</sup> Esta asociación se encontró específicamente para crotoxifos, diclorvos y fampur, por lo que dicho estudio puede abrir una interesante línea de investigación sobre los efectos genotóxicos de estos plaguicidas.

Es necesario mejorar los sistemas de registro epidemiológico de este problema de salud, que permitan dimensionar su alcance, permitiendo establecer modelos de investigación que ofrezcan respuestas más precisas para el establecimiento de estrategias oportunas y adecuadas en la atención clínica.

Para terminar, aunque es difícil medir el impacto, es importante resaltar que las prácticas dudosas de mercado y las estructuras legales arcaicas, contribuyen al uso inadecuado de plaguicidas, lo que permite la libre exportación de plaguicidas que están restringidos en Europa y Estados Unidos. Sólo la mitad de los países latinoamericanos cuentan con legislación vigente para uso y eliminación de plaguicidas. En México existen tolerancias para contaminantes que rara vez se encuentran en alimentos mexicanos, y no existen límites establecidos para algunos contaminantes comunes. Deberán realizarse estudios cuando existan las oportunidades de medir el efecto en la salud, con el fin de demostrar a quienes toman decisiones en los países, los costos que implican el no actuar sobre estos problemas.

## Bibliografía

1. NORMA Oficial Mexicana NOM-256-SSA1-2012, Condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos y personal dedicados a los servicios urbanos de control de plagas mediante plaguicidas. En: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5286029&fecha=29/01/2013](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5286029&fecha=29/01/2013)
2. Highly Hazardous Pesticides. Food and Agriculture Organization of the United Nations En: <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/hhp/en/>
3. Improving availability of information about human exposures to pesticides. International Programme on Chemical Safety. Poisoning Prevention and Management. World Health Organization. En: <http://www.who.int/topics/pesticides/en/>
4. Poder Ejecutivo Federal. Ley Federal de Sanidad Vegetal 1994. Diario Oficial de la Federación, 5 de enero, 1994.
5. Environmental Protection Agency. Development document for effluent limitations guidelines, pretreatment standards, and new source performance standards for the pesticide chemicals manufacturing point source category (Final) Washington, D.C.: EPA, 1993.





## RIESGOS RADIO-NUCLEARES

### Introducción

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

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

Existe la preocupación por los ataques violentos que puedan afectar a la estructura y operación de las plantas que conducen a un desastre nuclear. En la producción nuclear un accidente / de incidente, la llamada reacción en cadena de cerca de 30 productos primarios resultantes de la fisión del uranio 235, con vidas medias que van desde 30 segundos (rodio 106) a 30 años (cesio 137). En un accidente/incidente otros elementos nucleares, además de cesio, que están sujetos a preocupación por el potencial nocivo para los seres vivos, como el yodo 131, bario 140 y estroncio 90. El cesio liberado a la atmósfera puede ser depositado en la contaminación de los cultivos durante largos períodos de tiempo, las plantas cultivadas en ellos. El cesio radiactivo es el cáncer potencial formación en los tejidos nerviosos. Asimismo, el emisiones de estroncio radiactivo y bario son perjudiciales porque contaminan

pastos y pueden ser una fuente de contaminación del ganado, lo que lleva a la fijación de estos elementos en la leche producida por estos animales, contaminando cadena alimentaria entera. El yodo radiactivo, a su vez, produce en el hombre varios tipos de cáncer de los cuales el más común es la tiroides. Para mitigar su impacto, se indica ingesta de yoduro de potasio, lo que conduce a la excreción de yodo radiactivo por el sudor, la orina y las heces.

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

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

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

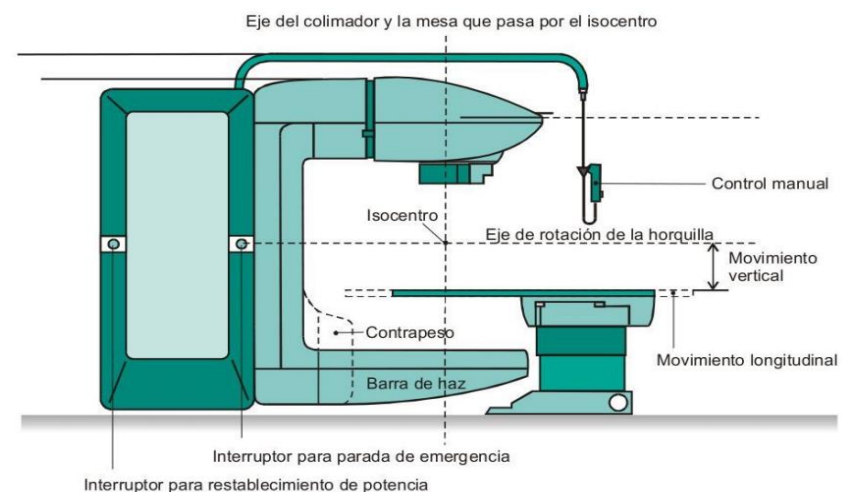
El marco regulador adoptado y establecido por la **Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias**, el organismo regulador en materia nuclear en México, sobre el cual se garantiza la seguridad de la Central, proviene del *Código de Reglamentos Federales de los Estados Unidos de América*, por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

## Riesgos Radiológicos

### Bomba de cobalto

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

Imagen 1: Bomba de cobalto



Fuente: 1. Medicina Nuclear: Radiodiagnóstico y Radioterapia. Guía: Teleterapia.

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

### ¿Qué es una "bomba sucia"?

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

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

## Panorama

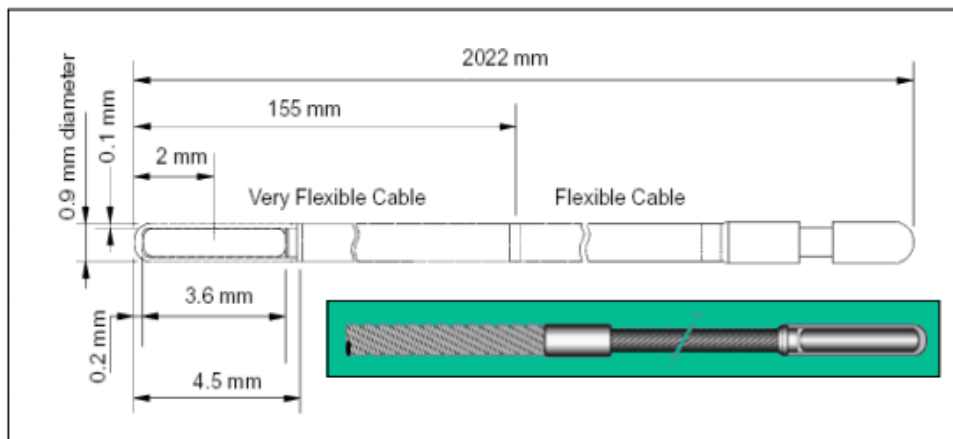
El cuatro de diciembre del año 2013 se detecta en monitoreo de medios de comunicación una noticia que comunica lo siguiente: “Roban camión con material radioactivo peligroso en México; Ladrones robaron un camión en México que trasladaba material radioactivo peligroso destinado a tratamientos médicos, informó el miércoles el organismo de control nuclear de Naciones Unidas”.

Actualmente en México y de acuerdo con la Asociación Mexicana de Lucha Contra el Cáncer A.C., todos los estados del país con excepción de Hidalgo, Morelos, Quintana Roo y Tlaxcala cuentan con centros oncológicos, lo que incrementa la posibilidad de robo de alguna bomba de cobalto para uso ajeno a fines terapéuticos.

## Iridio 192

Al día de hoy existen alrededor de 3,800 isotopos radiactivos, el Iridio-192 es uno de ellos, con una vida media de 73 días. Es un isotopo artificial, el cual se produce en un laboratorio nuclear por bombardeo de partículas subatómicas y se utiliza para radioterapia del cáncer. (Figura 1)

Figura 1: fuente de Iridio 192



Fuente: 1. Medicina Nuclear: Radiodiagnóstico y Radioterapia. Guía: Teleterapia.

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

Un radioisótopo de iridio, el iridio 192, es peligroso al igual que cualquier otro isótopo radioactivo. Los únicos reportes relacionados con lesiones por iridio conciernen a la exposición accidental usada en braquiterapia. Las altas radiaciones de rayos gamma de alta energía pueden incrementar el riesgo de cáncer. La exposición externa puede causar quemaduras, envenenamiento por radiación, y la

muerte. La ingestión puede quemar el revestimiento del estómago y de los intestinos. Tiende a depositarse en el hígado, y puede plantear riesgos para la salud tanto por radiación gamma como por radiación beta.

### Panorama

El 4 de julio de 2014 durante el monitoreo de medios de comunicación en la UIES, se detecta una noticia que comunica: “Roban otra fuente radioactiva en Edomex; la Coordinación Nacional de Protección Civil del a Secretaría de Gobernación emitió una alerta a sus unidades en 12 estados por el robo de una fuente radiactiva, la cual puede resultar peligrosa para la salud humana si se extrae de su contenedor.

Debido a la presencia de Centros Oncológicos distribuidos a lo largo del territorio nacional, se incrementa el riesgo de robo y exposición a una fuente de iridio 192.

### Bibliografía

1. Medicina Nuclear: Radiodiagnóstico y Radioterapia. Guía: Teleterapia. En: [http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/radiodiagnostico\\_radioterapia/archivos/coloquio/teleterapia-guia5.pdf](http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/radiodiagnostico_radioterapia/archivos/coloquio/teleterapia-guia5.pdf)
2. Instituto Nacional De Investigaciones Nucleares. Carretera México-Toluca s/n, La Marquesa Ocoyoacac, México. En: <http://www.inin.gob.mx>
3. Plan de Emergencia Radiológica Externo (PERE). Secretaría de Gobernación. En: <http://www.pere.proteccioncivil.gob.mx/es/PERE>
4. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). 2004. Reseña Toxicológica del Cobalto (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública. En: [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs33.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs33.html)

## Riesgos Nucleares

### Central Nucleoeléctrica Laguna Verde

La **Central Nucleoeléctrica Laguna Verde (CNLV)** cuenta con un superficie de 370 hectáreas, se localiza sobre la costa del Golfo de México, en el kilómetro 42.5 de la Carretera Federal Ciudad Cardel-Nautla, en la localidad denominada Punta Limón en el Municipio de Alto Lucero, Estado de Veracruz. Geográficamente, se encuentra a 70 kilómetros al Nornoroeste del Puerto de Veracruz, a 60 kilómetros al Estenoreste de Xalapa y a 290 kilómetros al Estenoreste del Centro del Distrito Federal.

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

Plan de Emergencia Radiológica Externo (PERE)

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

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



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

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

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

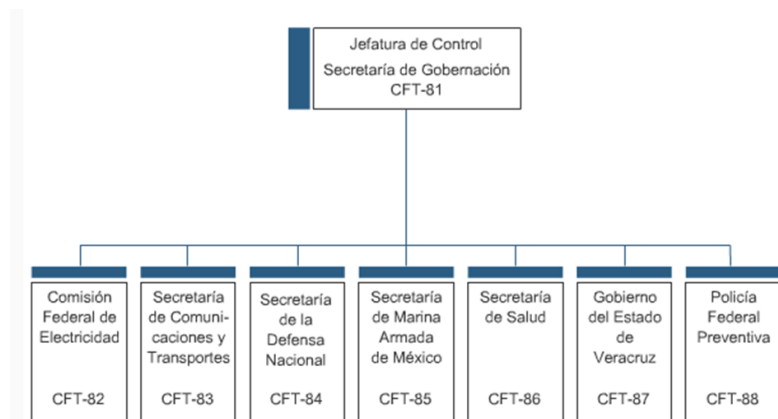


El Plan de Emergencia Radiológico Externo (PERE) forma parte de estos objetivos y reúne las responsabilidades del Sistema Estatal de Protección Civil del Estado de Veracruz, así como diversas Dependencias y Organismos Federales con la finalidad de garantizar la protección y salvaguardar la población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

Las instituciones involucradas son:

1. Secretaría de Gobernación.
2. Secretaría de la Defensa Nacional.
3. Secretaría de Marina.
4. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
5. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
6. Secretaría de Salud.
7. Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
8. Gobierno del Estado de Veracruz.
9. Comisión Federal de Electricidad.
10. Policía Federal Preventiva.
11. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.
12. Comisión Nacional del Agua.
13. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
14. Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.
15. Telecomunicaciones de México.
16. Sistema Nacional de Protección Civil.
17. Secretaría de Energía.

**Figura 2. Organigrama del Plan de Emergencia Radiológica Externo.**



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

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

civil en casos y zonas de desastre de la SM-AM y con el Sistema Estatal de Protección Civil.

### Delimitación de las zonas

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

Dichas regulaciones establecen dos zonas de planeación para emergencias:

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

### Clasificación de las emergencias

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

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

### Etapas del plan

Por la naturaleza compleja de la clase de emergencia a la que se puede enfrentar el "PERE", en la cual por un lado se requiere de equipo especializado y personal entrenado y por otro es previsible que la emergencia pudiera dejar una secuela de contaminación, se identificó la conveniencia de que la planeación abarcara desde la

verificación del equipo y material especializado, entrenamiento de personal y ejecución propiamente de la operación, hasta el enfrentamiento de las consecuencias de la emergencia y la incorporación tanto de las mejoras tecnológicas que surgieran en el campo de la seguridad radiológica, como las modificaciones para corregir fallas o deficiencias del propio plan, resultantes de su revisión o de los ejercicios que son calificados por la CNSNS.

Basado en las consideraciones antes mencionadas, se dividió el planeamiento general del "PERE" en tres etapas que incluyen las acciones previas, concurrentes y posteriores a la emergencia agrupándolas de la manera siguiente:

### *1. Preparación*

En esta etapa se determinan los recursos necesarios para asegurar una respuesta efectiva, los cuales son revaluados periódicamente mediante ejercicios y simulacros, asegurando su disponibilidad permanente para casos de emergencia, disponiendo de lo necesario para su almacenamiento, mantenimiento y eventual distribución. A continuación se engloban las actividades que es necesario realizar previas a la aplicación del Plan, tales como:

- Actualización del Plan
- Adiestramiento Especializado
- Información al Público
- Verificación de Recursos Humanos y Materiales
- Ejercicios y Simulacros

### *2. Respuesta*

En esta se inicia la respuesta para proteger a la población que se encuentra en la Zona Vía Pluma. En caso de que la emergencia rebese la Zona Vía Pluma, se continúa con las actividades para la protección del público en la Zona Vía Ingestión.

Las actividades a realizar en la etapa de respuesta son las siguientes:

- Comando y control
- Notificación a la Jefatura de Control
- Evaluación del Accidente
- Cálculo de Dosis
- Monitoreo Ambiental Fuera de Sitio
- Evaluación de las Acciones de Protección
- Notificación a la Población
- Comunicaciones
- Operación de la Red
- Control de Tránsito Terrestre y Aéreo
- Apoyo Logístico y Transporte
- Evacuación
- Profilaxis Radiológica
- Rescate y Salvamento
- Monitoreo, Clasificación y Descontaminación de evacuados
- Atención Médica General

- Atención Médica Especializada
- Transporte de Lesionados
- Control de la Exposición Radiológica
- Activación de Albergues
- Descontaminación de Equipo y Vehículos
- Seguridad y Vigilancia
- Atención a Damnificados
- Control de Agua y Alimentos.

### *3. Recuperación*

En cuanto la situación de la emergencia esté bajo control se inicia la etapa de recuperación, interviniendo todas las instituciones del COPERE con objeto de volver a la normalidad; esta etapa comprende entre otras, las siguientes actividades:

- Comando y Control
- Evaluación de las Consecuencias del Accidente
- Atención Médica
- Control de Agua y Alimentos
- Control de la Exposición Radiológica del Personal Participante en la Recuperación
- Descontaminación de Equipo, Vehículos y Sectores
- Control de Acceso, Vigilancia de la Seguridad y el Orden
- Comunicaciones.

### Bibliografía

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



## RIESGOS BIOLÓGICOS

### INTRODUCCIÓN

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

Los agentes biológicos tienen la capacidad de dañar la salud humana diversas formas, desde reacciones alérgicas leves a enfermedades graves, que puede conducir a la muerte. Es de destacar que el agente biológico se produce naturalmente y puede ser modificada genéticamente para aumentar su capacidad transmisión, hacen que sea resistente a los medicamentos y desarrollar más hábil enfermedades.

### BROTOS EPIDEMIOLÓGICOS

El Sistema Especial de Notificación Inmediata (NOTINMED) del SINAVE, tiene como objetivo registrar todos los casos, eventos o brotes que tenga carácter de urgente y su notificación tenga que ser dentro de las 24 horas que inicia o se detectó.

La Norma Oficial Mexicana 017 Para la Vigilancia Epidemiológica, establece que la ocurrencia de dos o más casos asociados epidemiológicamente entre sí, se considera brote; y la forma de vigilancia epidemiológica es a través del llenado de estudio de brote. El llenado del estudio de brote es responsabilidad del titular de las unidades que realizan la vigilancia, los cuales deben notificar de forma inmediata a la Dirección General de Epidemiología, antes de que transcurran 24 horas a través del NOTINMED.

La información del estudio de brote es responsabilidad del titular de las unidades que realiza la vigilancia epidemiológica o su equivalente, los cuales deben de notificar de forma inmediata todos aquellos padecimientos, condiciones, eventos o urgencias epidemiológicas o enfermedades reemergentes a la DGE antes de que

transcurran 24 horas de su conocimiento de la siguiente manera: por vía telefónica, fax o medio electrónico.

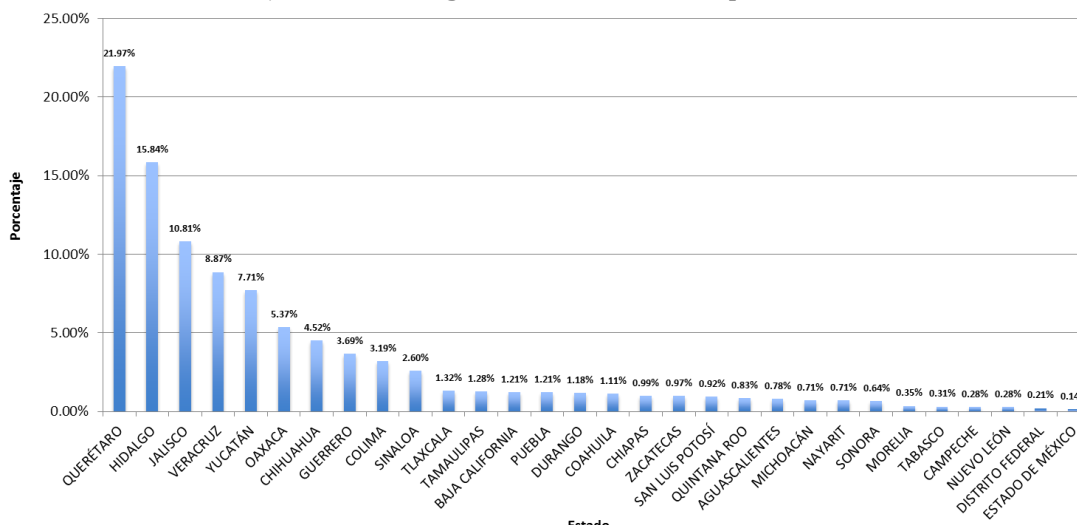
## PANORAMA

En la Unidad de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria, se realiza una revisión de los eventos notificados a través del sistema NOTINMED.

En el 2015 se registró un total de 3,896 notificaciones de brotes, incluyendo los de primera notificación, subsecuentes y brotes cerrados. El 55% corresponden a notificaciones de primera vez, el 44% a notificaciones subsecuentes (seguimiento), solo el 0.06% (1 brote) notificó su cierre, y el 0.38% no presento datos para ser incluidos.

Los primeros 10 estados con mayor número de notificaciones corresponden al 82% del total nacional en el período de estudio: Querétaro, Hidalgo, Jalisco, Veracruz, Yucatán, Oaxaca, Chihuahua, Guerrero y Colima (Gráfica 1).

**Gráfica 1. Porcentaje de brotes registrados en Notinmed por Estado de 2014 al 2015.**



Fuente: Sistema de Notificación Inmediata NOTINMED. [Fecha de consulta diciembre 2015].

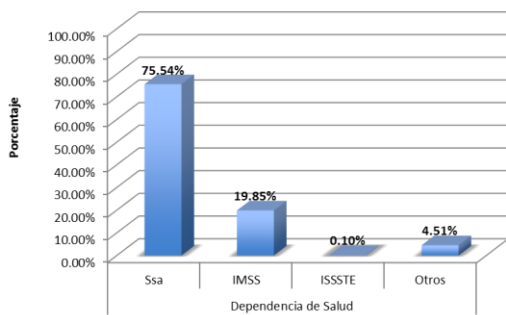
En cuanto al Sector Salud que notifica, la Secretaria de Salud reporta un 75.5%, seguida del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) con el 19.85%, en cuanto al ISSSTE solo reporta el 0.10% y otras instituciones el 4.51% a nivel nacional (Gráfica 2).

Del total de notificaciones de brotes; en total incluyeron 52,091 casos. En la distribución por sexo el 57 % (29,604) corresponden al sexo femenino y el 43 % (22,487) al sexo masculino, es decir el grupo más afectada en brotes es en las mujeres (Gráfica 3).



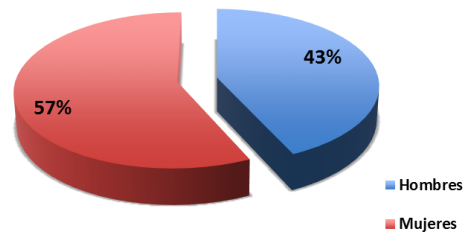
Considerando la Clasificación del Apéndice A de la Norma Oficial Mexicana 017, en donde las patologías se divide en los siguientes grupos: Enfermedades transmisibles, Enfermedades no Transmisibles, Enfermedades Bajo Vigilancia Epidemiológica y Eventos de riesgo a la salud. El total de los brotes notificados por primera vez durante en el 2015, el 98.3% corresponden a Enfermedades Transmisibles, y el 2% son por Enfermedades no Transmisibles y Enfermedades Bajo Vigilancia Epidemiológica, el otro 2% no se clasifica en algún grupo debido al diagnóstico probable registrado no entra en alguna categoría o no está definido (Gráfica 4).

**Gráfica 2. Distribución de brotes por Sector Salud, notificación de primera vez en Notinmed, México, 2015.**

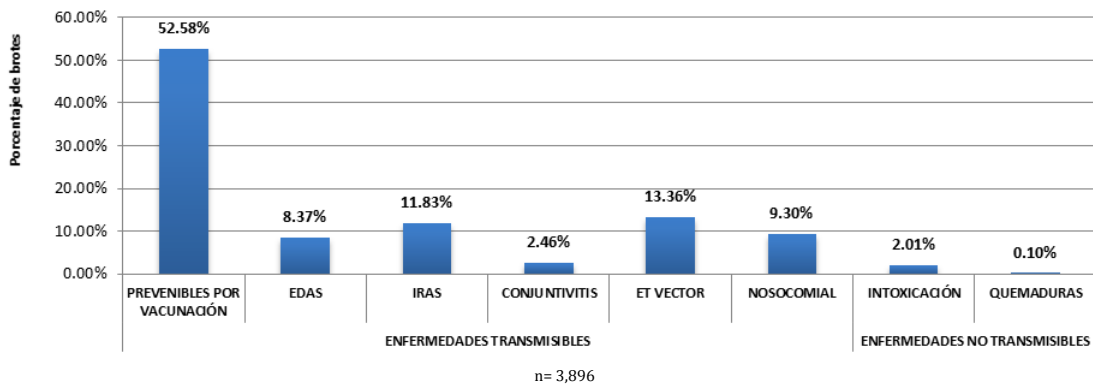


Fuente: Sistema de Notificación Inmediata NOTINMED. [Fecha de consulta diciembre 2015].

**Gráfica 3. Proporción por sexo de casos registrados en brotes Notinmed, México, 2015.**

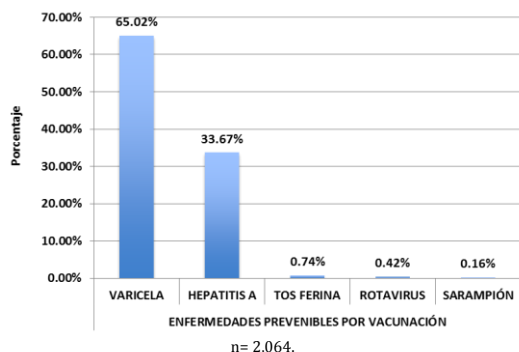


**Gráfica 4. Porcentaje de brotes por categoría de patología, Notinmed-2015.**



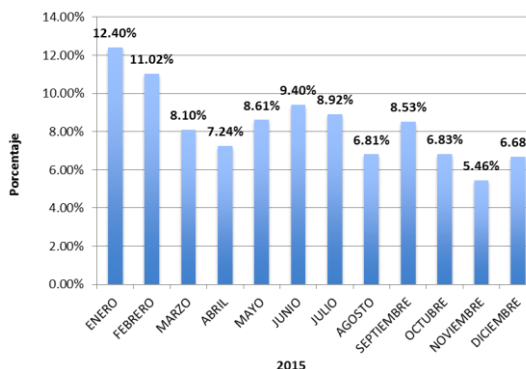
Fuente: Sistema de Notificación Inmediata NOTINMED. [Fecha de consulta diciembre 2015].

**Gráfica 5. Porcentaje de casos de enfermedades prevenibles por vacunación, Notinmed-2015.**



Fuente: Sistema de Notificación Inmediata NOTINMED. [Fecha de consulta diciembre 2015].

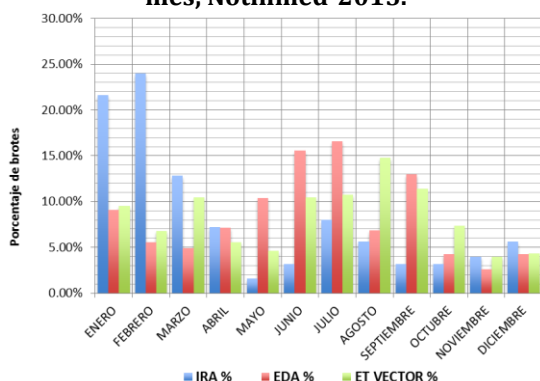
**Gráfica 6. Porcentaje de casos registrados por mes, Notinmed-2015.**



Dentro de los brotes de enfermedades prevenibles por vacunación, la mayor proporción corresponde a brotes por varicela (65%) y hepatitis A (33%) (Gráfica 5). Las vacunas que previenen estas enfermedades, no están incluidas en el Esquema Nacional de Vacunación; solo son aplicadas en desastres y brotes.

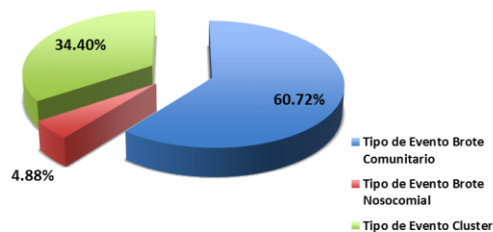
Durante el 2015, se registraron más brotes durante el periodo de enero y febrero, y de mayo a julio (Gráfica 6). Observando el comportamiento durante estos meses, de marzo a junio se notificaron más brotes de Enfermedades Transmisibles según la clasificación de la Norma Oficial Mexicana 017. Categorizando las enfermedades transmisibles, los brotes por infecciones respiratorias agudas (IRA), corresponde a los meses de invierno; al contrario los brotes por enfermedades diarreicas agudas (EDA) y las transmitidas por vector (ETV), corresponden a los meses de verano, condiciones climáticas que favorecen a la presencia de los agentes y vectores (Gráfica 7).

**Gráfica 7. Porcentaje de brotes de IRA, EDA y enfermedades transmitidas por vector por mes, Notinmed-2015.**



Fuente: Sistema de Notificación Inmediata NOTINMED. [Fecha de consulta diciembre 2015].

**Gráfica 8. Porcentaje de brotes por tipo de evento, Notinmed-2015.**



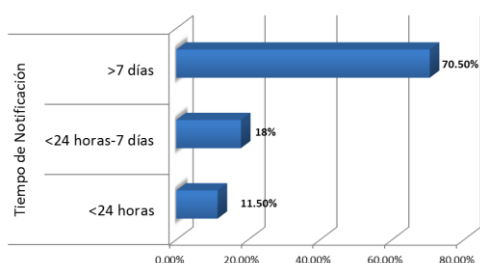
Por tipo de evento registrado (Gráfica 8) en el estudio de brote el 60.72% corresponden a brotes en comunidad, el 34.4% a brotes nosocomiales, el 4.88% a brotes de otros conglomerados (centros de readaptación, escuelas, guarderías, etc.).

Esto es plausible debido a que en la comunidad, son ambientes en los cuales no se puede controlar la exposición a los agentes.

Con respecto al tiempo de notificación, hay que recordar que la presencia de un brote debe ser notificado antes de que transcurran 24 horas a las autoridades correspondientes, según lo marca la Norma Oficial Mexicana 017 Para la Vigilancia Epidemiológica. De total de brotes notificados durante el 2014, sólo el 11.5% de los brotes fueron notificados dentro de las primeras 24 horas, el 18% entre 24 horas y 7 días, y el 70.5% por encima de los 7 días. (Gráfica 9).

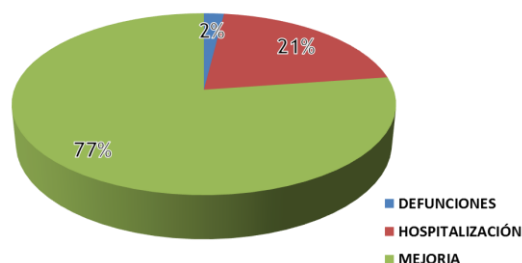
Por evolución de los casos en los brotes registrados, el 77% presento mejoría, el 21% requirió hospitalización y el 2% fallecieron (Gráfica 10).

**Gráfica 9. Tiempo de Notificación de brote, Notinmed-2015.**



Fuente: Sistema de Notificación Inmediata NOTINMED. [Fecha de consulta diciembre 2015].

**Gráfica 10. Distribución de número de brotes por evolución de los casos, Notinmed-2015.**



## CHIKUNGUNYA

Chikungunya es una enfermedad febril ocasionada por un virus ARN del género *Alfavirus*, de la familia *Togaviridae*, denominado *chikungunya*, la cual se transmite al hombre por un vector: el mosquito del género *Aedes*, especies *aegypti* y *albopictus*. El virus se aisló y describió en el ser humano durante una epidemia en Tanzania entre los años 1952 y 1953; posteriormente se han reportado brotes en otros países de África y en la India. En 2007 se reportó un brote en Italia donde, al igual que en la India, se extendió hasta 2010, año en que se reportaron casos importados en Taiwán, Francia y Estados Unidos de América.

En 2013, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) reportó los primeros casos autóctonos en América, específicamente en Saint Martin, en el Caribe. En mayo de 2014, la OPS informó de la circulación autóctona de la enfermedad en varias islas del Caribe como Antigua y Barbuda, Saint Martin, Haití, República Dominicana y Saint Kitts, entre otras islas del Caribe.

El primer caso de chikungunya en México se presentó en una mujer de 39 años de edad dedicada al deporte. La paciente viajó al Caribe el 21 de mayo de 2014; pasó

por las islas Santo Tomás, San Martín y San Kitts, para llegar a la Isla Antigua y Barbuda, donde acudió a un evento deportivo y en la que permaneció hasta el 28 de mayo. Ese mismo día por la noche, en su arribo a la Ciudad de México, refirió el inicio la sintomatología con fiebre no cuantificada, escalofríos, malestar y debilidad generalizada, cefalea, mialgias y artralgias. El 29 de mayo, al llegar a la ciudad de Guadalajara los síntomas continuaron; el dolor se incrementó al grado de ser incapacitante. La confirmación diagnóstica de chikungunya la realizó el Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (InDRE), dependiente de la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud federal. Se realizó la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés), la cual dio un resultado positivo a chikungunya; de igual forma se realizaron los exámenes para dengue: detección del antígeno de superficie NS1, anticuerpos antiviral dengue IgG (Elisa) y PCR, los cuales se reportaron negativos.

## PANORAMA

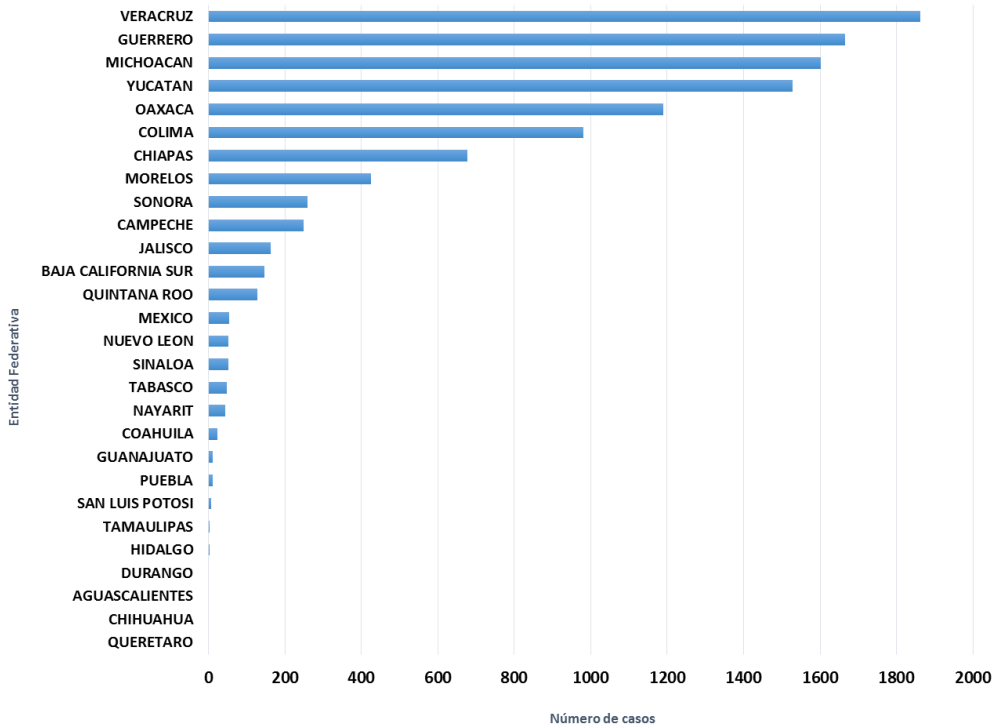
Desde su introducción la Enfermedad por Virus Chikungunya se registraron 83 casos en el 2014. En el año 2015 se registró un total de 11,577 casos, en 29 entidades federativas del país (Figura 1), prácticamente en todo el territorio nacional, a excepción del Baja California, Distrito Federal y Tlaxcala.

**Figura 1. Distribución de casos de Fiebre Chikungunya Autóctonos, México 2015.**



Fuente: Basado con información del Boletín Epidemiológico Número 52, Volumen 32, Semana 52, del 27 de diciembre al 2 de enero del 2016.

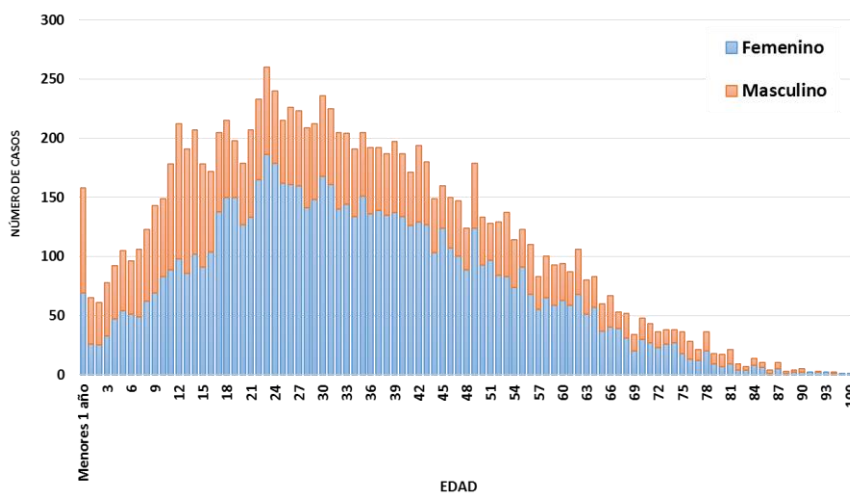
**Gráfica 1. Frecuencia de casos de Fiebre Chikungunya Autóctonos, México 2015.**



Basado en información preliminar: SALUD/SPPS/DGE/DGAE/DVEET/Sistema de vigilancia de enfermedades transmitidas por vector. Hasta la semana n° 48, 2015.

Los estados que más concentran el número de casos son Oaxaca (11%), Yucatán (14%), Michoacán (14%), Guerrero (15%) y Veracruz (17%). (Gráfica 1).

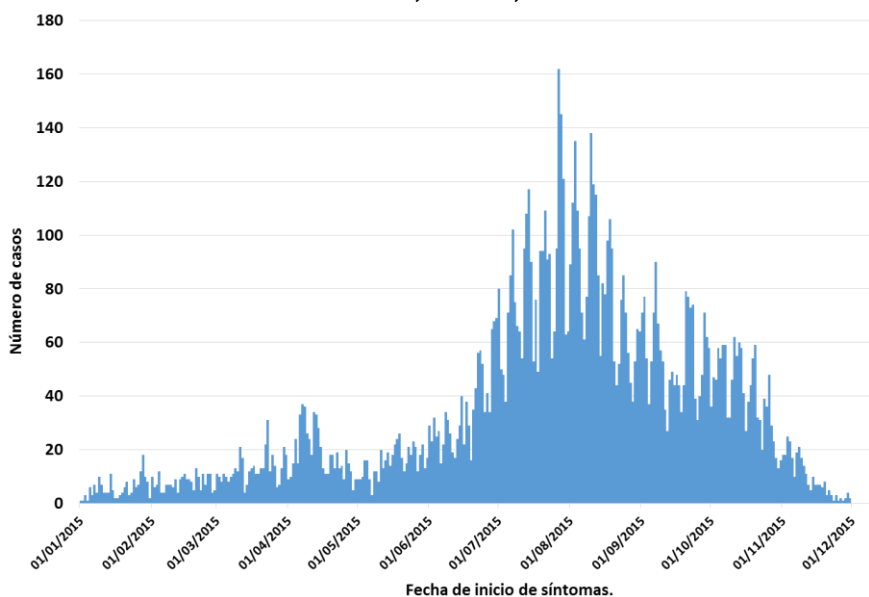
**Gráfica 2. Distribución de casos de Fiebre Chikungunya Autóctonos por edad y sexo, México, 2015.**



Basado en información preliminar: SALUD/SPPS/DGE/DGAE/DVEET/Sistema de vigilancia de enfermedades transmitidas por vector. Hasta la semana n° 48, 2015.

La enfermedad de fiebre Chikungunya ha afectado a todos los grupos de edad, pero en mayor proporción a los adultos jóvenes (15 a 45 años) y a las mujeres. (Gráfica 2).

**Gráfica 3. Distribución de casos de Fiebre Chikungunya Autóctonos por fecha de inicio de síntomas, México, 2015.**



Basado en información preliminar: SALUD/SPPS/DGE/DGAE/DVEET/Sistema de vigilancia de enfermedades transmitidas por vector. Hasta la semana n° 48, 2015.

Los por enfermedad de fiebre Chikungunya se presentaron en mayor frecuencia en los meses de julio a septiembre, meses de mayor precipitaciones, condiciones que favorecen los criaderos del vector. (Gráfica 3).

Es importante considerar las áreas geográficas de distribución del virus en el país y reforzar el plan de control vectorial multisectorial.

La planeación de la preparación y respuesta ante el siguiente año, donde aún hay población susceptible, es primordial para mitigar el número de casos y la alta demanda de los servicios de salud que esto implica.

La participación de la población y de las autoridades municipales, además del personal de salud, es indispensable para una adecuada anticipación y preparación de la respuesta a un problema de las enfermedades transmitidas por vector, donde la amenaza e introducción del virus Zika está en curso.

## Referencias

1. R. Rivera-Ávila. Fiebre chikungunya en México: caso confirmado y apuntes para la respuesta epidemiológica. *Salud Pública Méx* 2014; Vol. 56(4):402-404.
2. Powers AM, Logue CH. Changing patterns of chikungunya virus: re-emergence of a zoonotic arbovirus. *J Gen Virol* 2007;88:2363-2377.
3. Lumsden WHR. An epidemic of virus disease in Southern Province Tanganyika Territory, in 1952-53: II. General description and epidemiology. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1955;49(1):33-57.
4. Preparación y respuesta ante la eventual introducción del virus chikungunya en las Américas. Washington: OPS, 2011



5. Thiboutot MM, Kannan S, Kawalekar OU, Shedlock DJ, Khan AS, et al. Chikungunya: a potentially emerging epidemic? PLoS Negl Trop Dis 2010;4:e623. Consultado en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2860491/?report=reader>
6. Alerta epidemiológica 09/12/2013. Fiebre por chikungunya. Washington: OPS, 2013.
7. Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-2012, para la vigilancia epidemiológica. México: DOF, 2012.

## ENFERMEDAD POR VIRUS ÉBOLA

La enfermedad por el virus del Ébola (EVE), antes llamada fiebre hemorrágica del Ébola, es una enfermedad grave, a menudo mortal en el ser humano. Desde el primer brote de EVD documentado en la República Democrática del Congo (antes Zaire) en 1976, cinco especies del género virus Ébola (familia Filoviridae) se han identificado:

1. ebolavirus Bundibugyo (BDBV);
2. ebolavirus Zaire (EBOV);
3. ebolavirus Reston (RESTV);
4. ebolavirus Sudan (SUDV), y
5. ebolavirus Tai Forest (TAFV).

El virus del Ébola es un patógeno de nivel de bioseguridad 4 (BSL-4; grupo de riesgo 4) y requiere medidas de contención especiales y una barrera de protección, en particular para los trabajadores de salud.

El período de incubación suele ser de cuatro a diez días, pero puede variar de dos a 21 días. La tasa de letalidad de las infecciones de virus Ébola Zaire se estima entre el 50% y el 90%.

El virus del Ébola es altamente transmisible por contacto directo con sangre infectada, secreciones, tejidos, órganos u otros fluidos corporales de personas infectadas muertas o vivas. La transmisión por fómites que han sido contaminados con fluidos corporales es posible. La transmisión aérea no se ha documentado, y la transmisión de persona a persona se considerada el principal modo de transmisión de los brotes humanos, independientemente de cómo se infectó el caso índice.

El manejo de los cadáveres y las ceremonias de sepultura se sabe que juegan un papel importante en la transmisión. La transmisión sexual, hasta siete semanas después de la recuperación, se ha observado para otro filovirus, Marburgvirus, y se supone que es posible que los virus de Ébola también. El riesgo de transmisión es baja en la fase temprana de los pacientes sintomáticos (fase prodrómica).

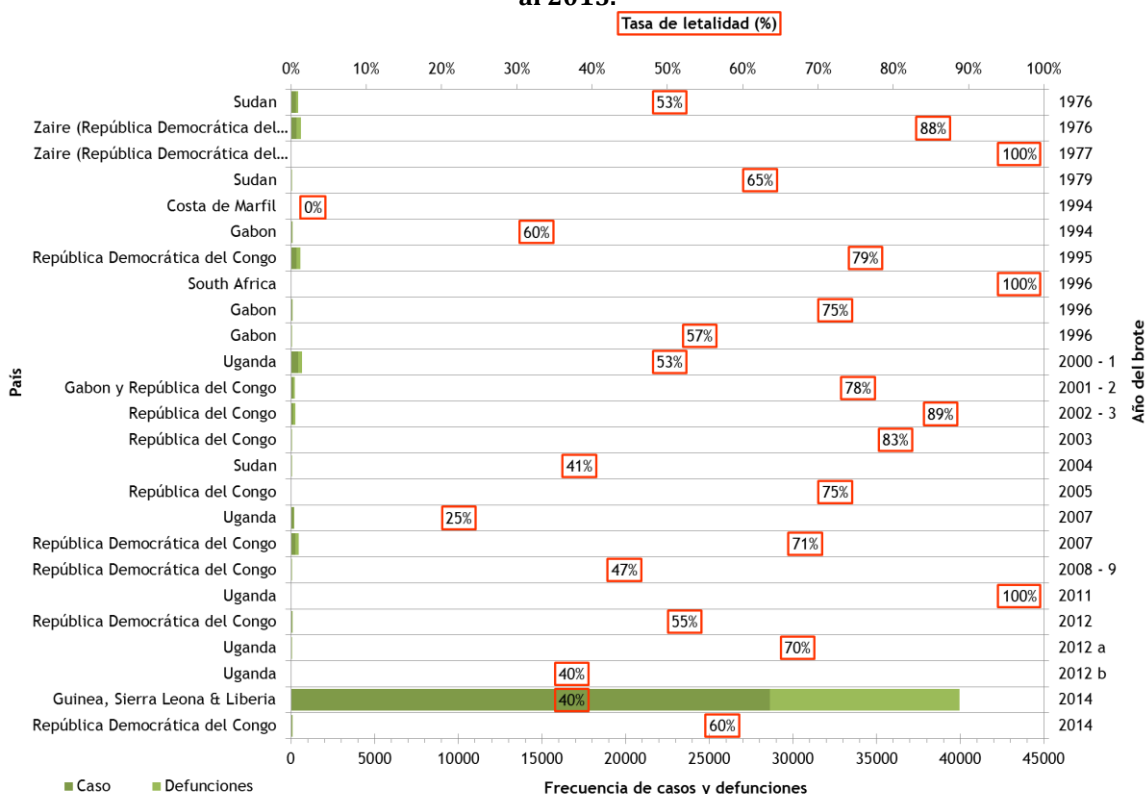
El 22 de marzo de 2014, el Ministerio de Salud de Guinea notificó a la OMS sobre un brote de rápida evolución de EVE. Investigaciones epidemiológicas retrospectivos indican que el primer caso de EVE probablemente ocurrió ya en diciembre de 2013,

cuando una niña de dos años de edad, de Guéckédou prefectura en la región boscosa del sudeste de Guinea murió de síntomas compatibles con EVE.

Las muestras de los pacientes evaluados en marzo en el Institut Pasteur en Lyon, Francia, fueron positivos para Zaire ebolavirus. El virus del Ébola (variante) de este brote está estrechamente relacionado pero sin embargo es diferente a los virus que han sido aislados de brotes en África central (Gabón y la República Democrática del Congo) y claramente diferenciadas del ebolavirus del Bosque Tai que se aisló en Côte d'Ivoire.

Al comienzo del brote, se reportaron casos en tres distritos del sudeste (Guéckédou, Macenta y Kissidougou) de Guinea y en la ciudad capital de Conakry. Para el 30 de marzo se habían notificado casos en el distrito de Foya en la vecina Liberia, y en mayo, los primeros casos identificados en Sierra Leona fueron reportados a la OMS. Este es el primer brote de EVD en África Occidental (a excepción de un solo caso causada por el virus de Bosque Tai reportado en Côte d'Ivoire en 1994) y el mayor brote EVE que se haya documentado. El último foco más grande ocurrió en Uganda durante el período 2000-2001, cuando se registraron 425 casos con 224 muertes (tasa de letalidad = 53%). El brote actual es la primera vez que la transmisión del virus del Ébola ha sido reportada en las capitales (Conakry, Monrovia y Freetown). (Gráfica 1)

**Gráfica 1. Brote registrado de la Enfermedad por Virus del Ébola registrados desde 1976 al 2015.**

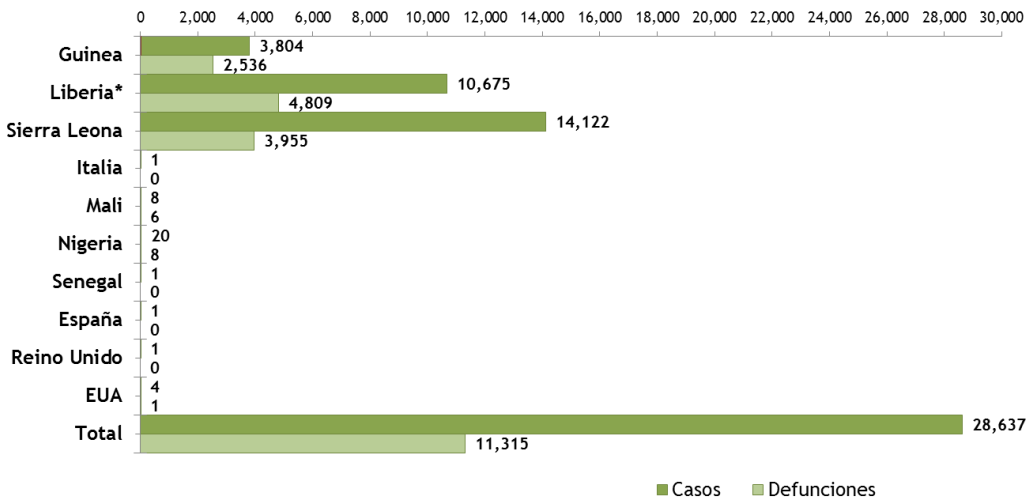


Basado en información recopilada por la UIES, 2016.

Situación actual

Desde el inicio del brote, se han registrado 28,640 casos confirmados, probables y sospechosos de Enfermedad por Virus Ébola (EVE) y 11,315 defunciones en todos los países afectados (Gráfica 2).

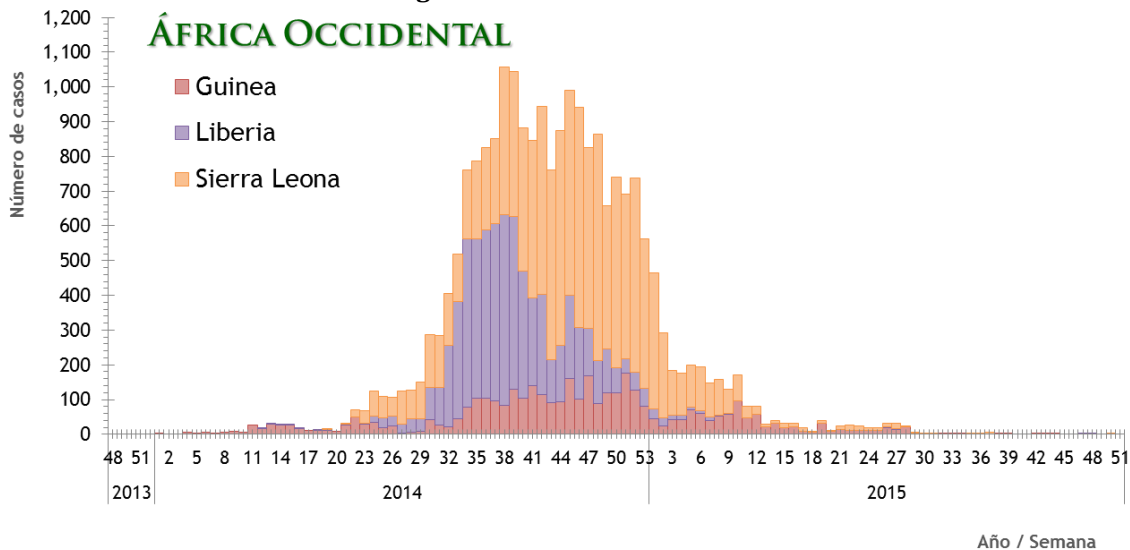
**Gráfica 2. Casos acumulados\* de EVE en los países afectados, 2014-2015.**



Basado en información recopilada por la UIES, 2016.

Durante el 2014 fue la ola expansiva en el número de casos en los países con transmisión generalizada, Guinea, Liberia y Sierra Leona, en África Occidental (Gráfica 3). Siendo Sierra Leona que acumuló el mayor número de casos, seguido por Liberia y Guinea. Durante la el 2015 gracias a las actividades de vigilancia continua y a las mejores capacidades de respuesta y coordinación internacional, los países afectados pudieron mitigar y limitar la transmisión (Gráfica 3).

**Gráfica 3. Curva epidémica de casos de EVE por semana en los países con transmisión generalizada 2014-2015.**



Basado en información recopilada por la UIES, 2016.

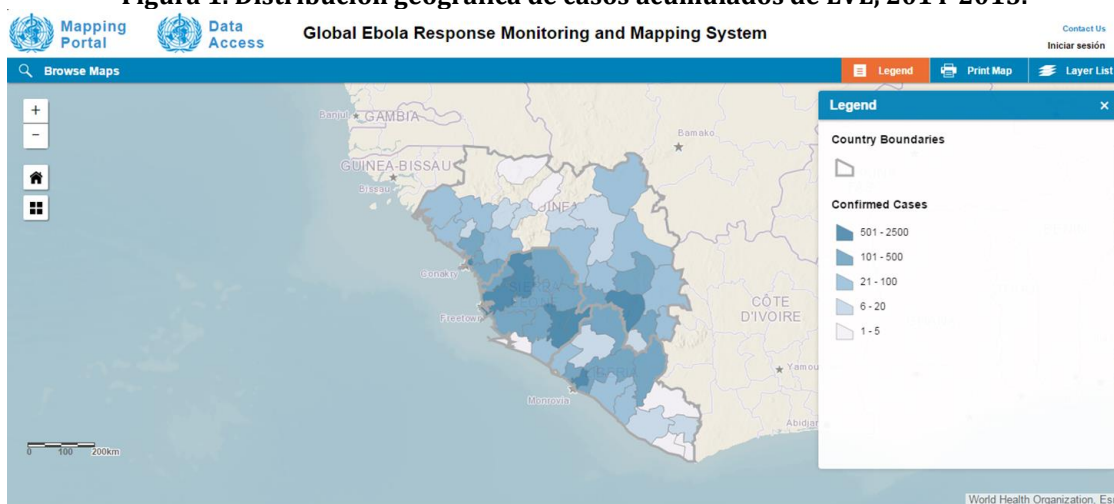
Otros países presentaron casos importados o personal médico se contagió atendiendo casos que habían sido repatriados a sus países de origen, en la Tabla 1, se resumen estos casos.

**Tabla 1. Casos en países que reportaron un caso o casos importados de un país con transmisión persistente de EVE, 2014-2015.**

País	Total de casos clínico compatible	Total de defunciones	Fecha declarada libre de EVE
Nigeria	20	8	19 de octubre de 2014
Senegal	1	0	17 de octubre de 2014
España	1	0	02 de diciembre de 2014
Malí	8	6	18 de enero de 2015
E. U. A.	4	1	Diciembre de 2014
Reino Unido	1	0	07 de marzo de 2015
Italia	1	0	20 de julio de 2015
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>15</b>	

Basado en información recopilada por la UIES, 2016.

**Figura 1. Distribución geográfica de casos acumulados de EVE, 2014-2015.**



Obtenido en línea de: Global Ebola Response Monitoring and Mapping System, WHO. [Consultado el 15/Ene/2016].

La coordinación y comunicación internacional resultó ser fundamental para la extensión del brote fuera de África. Sierra Leona fue declarado libre de la transmisión del Ébola el siete de Noviembre, y Guinea el 29 de Diciembre. El 14 de enero de 2016, la OMS declaró el fin del brote más reciente de enfermedad por virus Ébola en Liberia; debido a que cumplió con los 42 días (dos períodos de incubación del virus de 21 días) después de que los resultados de laboratorio del último caso confirmado en Liberia resultaran negativos al virus en dos ocasiones. Liberia fue uno de los primeros países declarado libre de transmisión de Ébola en Mayo del 2015, pero fue reintroducido dos veces desde entonces, con el último evento en noviembre.

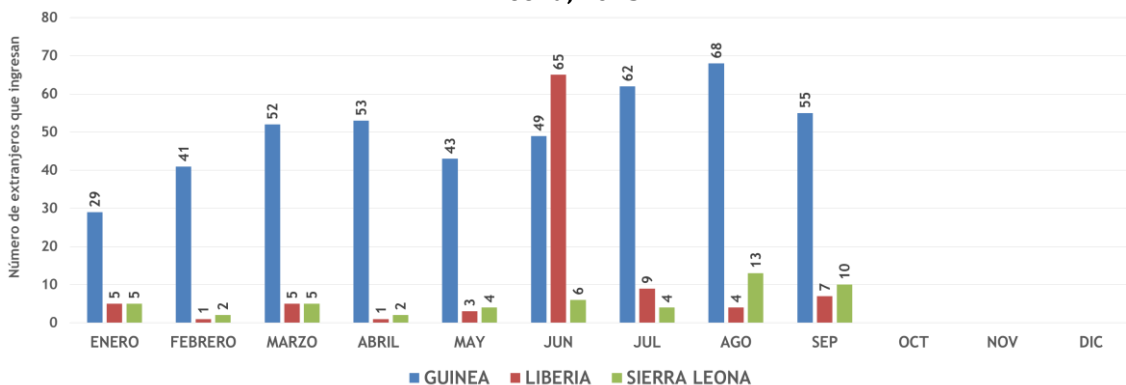
**Es posible que se presenten nuevos casos, por lo que es importante el fortalecimiento de los sistemas de vigilancia y de respuesta en los meses siguientes.**

Contactos de EVE, México, 2015

México en seguimiento a las recomendaciones de la OMS, adoptó un plan de preparación y respuesta ante casos de EVE, con los componentes de vigilancia epidemiológica, diagnóstico de laboratorio, reserva de equipo de protección personal, atención médica, designación de hospitales para los posibles casos y emisión de avisos preventivos de viaje no esenciales; así como la capacitación al personal médico y técnico.

El Instituto Nacional de Migración, reportó a la Dirección General de Epidemiología, hasta septiembre de 2015, 603 personas que ingresaron al país, de las nacionalidades de los países afectados, Guinea (452), Sierra Leona (51) y Liberia (100). Esto pone en manifiesto que si hay un flujo de personas provenientes de estos países, continúa durante todo el año (Gráfica 4).

**Gráfica 3. Personas que ingresaron al país de nacionalidades de Guinea, Liberia y Sierra Leona, 2015.**



Fuente: SEGOB/Instituto Nacional de Migración: Reporte de ingresos según nacionalidad en puntos de entrada, hasta 27/Sep/2015.

Del 10 de octubre 2014 al 6 de enero de 2016, se ha dado seguimiento estrecho en nuestro país a 70 personas: considerados 68 contactos EVE y 2 casos sospechosos a EVE (2 descartados). Los dos casos sospechosos descartados provenían de Conakry, Guinea.

En relación a los 68 contactos:

- **Bajo riesgo:** 59 contactos de EVE.
- **Alto riesgo:** 9 contactos de EVE.

Han provenido 23 de Liberia, 3 de Mali, 19 de Sierra Leona, 22 de Guinea y 1 contacto proveniente de EU (enfermera que atendió paciente de Sierra Leona confirmado a EVE).

Al momento no se han identificado y diagnosticado algún caso de EVE en México.

## Bibliografía:

1. Lineamientos Estandarizados para la Vigilancia Epidemiológica y Diagnóstico por Laboratorio de enfermedad por el Virus del Ébola. Secretaría de Salud, Dirección General de Epidemiología, México, 2014.
2. World Health Organization. Ebola Situation Report - 18 November 2015 Geneva: world Health Organization, 2015 [cited 2015 23 November 2015].
3. Ministry of Health & Social Welfare Republic of Liberia. Press statement, November 20, 2015 2015 [cited 2015 23 November 2015].
4. MacDougall C, Cooper H. Ebola Cases in 3 Family Members Confirmed in Liberia. The New York Times. 2015 20 November 2015.
5. Centre for Infectious Disease Research and Policy. Family case cluster ends Liberia's Ebola-free status 2015.
6. Reuters. Liberia monitors over 150 Ebola contacts as virus re-emerges. Reuters. 2015.
7. World Health Organization. Criteria for declaring the end of the Ebola outbreak in Guinea, Liberia or Sierra Leone Geneva: World Health Organization; 2015.
8. European Centre for Disease Prevention and Control. Rapid risk assessment: Outbreak of Ebola virus disease in West Africa. 12th update, 1 July 2015. [Internet]. Stockholm: ECDC; 2015
9. European Centre for Disease Prevention and Control. Rapid risk assessment: Outbreak of Ebola virus disease in West Africa. 13th update, 13 October 2015. [Internet]. Stockholm: ECDC; 2015.