



SECRETARIA DE GOBERNACION

# **ATLAS NACIONAL DE RIESGOS**

MAYO 1994

© 1991 Secretaría de Gobernación,  
Dirección General de Protección Civil  
ISBN 968-805-749-5  
Impreso en México.

**DR. JORGE CARPIZO**  
Secretario de Gobernación

**LIC. SOCORRO DIAZ PALACIOS**  
Subsecretaria de Protección Civil y de Prevención  
y Readaptación Social

**ING. RAUL GARCIA LEAL**  
Director General de Protección Civil

## INDICE

	Página
<b>PROLOGO</b>	VII
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	IX
<b>OBJETIVO</b>	1
<b>INTRODUCCION</b>	3
<b>AGENTES PERTURBADORES DE ORIGEN GEOLOGICO</b>	5
Sismicidad	5
Vulcanismo	20
<b>AGENTES PERTURBADORES DE ORIGEN HIDROMETEOROLOGICO</b>	35
Ciclón Tropical	35
Inundaciones	42
Sequías	58
Tormentas de granizo y nevadas	61
<b>AGENTES PERTURBADORES DE ORIGEN QUIMICO</b>	67
Incendios y explosiones	67
<b>AGENTES PERTURBADORES DE ORIGEN SANITARIO</b>	81
Contaminación ambiental	81
Desertificación	89
Epidemias	92
<b>AGENTES PERTURBADORES DE ORIGEN SOCIO-ORGANIZATIVO</b>	99
Accidentes aéreos, terrestres, marítimos y fluviales	99
Interrupción o desperfecto en la operación de los servicios y los sistemas vitales	102
Concentraciones masivas de población	106
<b>GLOSARIO</b>	113
<b>FUENTES DE INFORMACION</b>	119

## PROLOGO

Como respuesta a la permanente preocupación del Ejecutivo Federal en cuanto a la protección de la población, sus bienes y la ecología del país y en consideración al principio de orden que postula el conocimiento previo del rumbo hacia donde se orientará el esfuerzo colectivo, antes de instrumentar medidas o procedimientos para combatir los riesgos, la Dirección General de Protección Civil asumió la tarea de integrar un documento que reuniera la información relativa a las diferentes calamidades a que están expuestos los asentamientos humanos, la infraestructura y los recursos naturales de las distintas regiones del país.

El propósito que dio origen al presente trabajo, fue el de proporcionar un apoyo tangible para la elaboración de los Atlas de Riesgos de las entidades federativas, identificación fundamental ante la constante probabilidad de ocurrencia de los diferentes desastres que pueden incidir en el territorio nacional.

Las actividades anteriormente mencionadas, se ubican dentro del esquema funcional del Programa Nacional de Protección Civil, para derivar de él las acciones de prevención y auxilio específicas y necesarias, de acuerdo a los riesgos detectados.

Esta versión del Atlas Nacional de Riesgos, representa el primer elemento para integrar una panorámica general de los riesgos actuales y probables a los que está expuesto el país.

Para el mantenimiento de su vigencia y el enriquecimiento específico de su contenido, será necesaria su constante revisión y actualización.

## **AGRADECIMIENTOS**

Desde el inicio de este trabajo se contó con la orientación y asesoría de personal que labora tanto en dependencias del gobierno federal como en instituciones de investigación y estudios superiores, en el campo de las materias que conforman el extenso tema de la protección civil.

En tal sentido, merecen especial reconocimiento todos aquellos que de una u otra forma participaron activa y desinteresadamente aportando bibliografía, estadísticas, ideas y observaciones para enriquecer su contenido y mejorar aspectos formales. Es preciso dejar constancia de reconocimiento y gratitud a las siguientes instituciones que proporcionaron esta ayuda inestimable:

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología  
Secretaría de Salud  
Universidad Nacional Autónoma de México

## **OBJETIVO**

Ofrecer una panorámica general de los riesgos de origen geológico, hidrometeorológico, químico, sanitario, y socio-organizativo a los que está expuesto el territorio nacional, como base para la elaboración de los Atlas de Riesgos de las entidades federativas.

## INTRODUCCION

Con la finalidad de cumplir con la responsabilidad de diagnosticar y prevenir los riesgos a que está expuesta la población, sus bienes y su entorno con motivo de la incidencia de fenómenos destructivos de origen natural o humano, la Dirección General de Protección Civil se dio a la tarea de identificar los grandes riesgos que amenazan al territorio nacional.

El trabajo se inició con la captura y recopilación de información de las dependencias, instituciones y entidades responsables de la detección, registro, seguimiento y estudio de los diferentes fenómenos destructivos.

En la etapa de recopilación pudo constatarse que el estudio de los fenómenos destructivos en nuestro país es vasto y complejo. Requiere no solamente de un análisis teórico, sino también de un conocimiento práctico de los riesgos, en el marco de los parámetros determinados por el espacio y el tiempo.

Todo ello implicó que el desarrollo del *Atlas Nacional de Riesgos* fuese concebido y estructurado como una matriz general de información que funja como referencia para el trabajo que las entidades federativas, ya en forma específica, desarrollen sobre la identificación precisa que requieren los riesgos de su propio territorio.

Es importante destacar que la clasificación de calamidades utilizada en este documento es la señalada en las *Bases para el Establecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil*, la cual se encuentra en proceso de revisión y actualización. Asimismo, debido a que la información fue aportada por diferentes dependencias e instituciones, de acuerdo a sus funciones y objetivos y a que el enfoque que tiene la materia de protección civil es integral, algunos cuadros que aquí se presentan carecen de ciertos datos, factor que deberá tomarse en cuenta para su apreciación.

En el Sistema Nacional de Protección Civil se da un tratamiento específico a cada grupo de fenómenos destructivos, según su origen: geológicos, hidrometeorológicos, químicos, sanitarios y socio-organizacionales. En el presente documento se siguió la misma tónica, destacándose sólo aquellos fenómenos de cada grupo que sobresalieron por su incidencia periódica, extensión territorial y magnitud de daños ocasionados.

El *Atlas Nacional de Riesgos* se estructuró en tres apartados fundamentales, considerados como la base mínima para su conocimiento:

### **1) Descripción del fenómeno.**

Se definieron brevemente los fenómenos y se determinaron los elementos participantes en su evolución, describiendo sus alcances en cuanto a los impactos destructivos en el lugar de incidencia.

### **2) Ubicación.**

Se ubicaron geográficamente los fenómenos destructivos en aquellas zonas o regiones de afectación o incidencia. Esta localización, dependiendo del nivel de agregación que se requiriera, se integró a nivel nacional, estatal o municipal, complementándose con una descripción de lo observado geográficamente.

### **3) Afectabilidad.**

Se plantearon los sistemas expuestos al riesgo (población, bienes, servicios, ecología, etcétera), los que se determinaron en función del nivel de protección natural o artificial con que cuentan los sistemas afectables. Aquí se manejaron, en forma concisa, estadísticas sobre daños a la población, sus bienes y entorno ecológico.

Con base en la información estructurada, se han podido determinar aquellas zonas que presentan un mayor riesgo, así como los efectos que se estima pudieran derivarse, lo cual permitirá alimentar y afinar los criterios de identificación, con el propósito de establecer los mecanismos de prevención de desastres en las distintas regiones del país.

## **AGENTES PERTURBADORES DE ORIGEN GEOLOGICO**

Los riesgos tipificados como de origen geológico básicamente incluyen los siguientes fenómenos destructivos o calamidades: sismos, vulcanismo, deslizamiento y colapso de suelos, hundimiento y agrietamiento, y algunas de las consecuencias de los sismos y erupciones volcánicas importantes tales como los maremotos (*tsunamis*) y lahares, entre otros. De todos estos, la sismicidad y el vulcanismo adquieren en el país particular importancia, ya que su área de influencia abarca casi la totalidad del territorio nacional.

La investigación científica ha logrado pronosticar a largo plazo algunos de estos fenómenos. La teoría de brechas sísmicas (**gaps**), permite identificar las zonas de mayor riesgo, donde puede ocurrir un terremoto de gran magnitud; sin embargo, aún no es posible predecir el momento de su ocurrencia.

Por lo que respecta a las erupciones volcánicas, éstas son precedidas por diversos eventos, y si se cuenta con la instrumentación adecuada de monitoreo, puede lograrse un pronóstico efectivo de utilidad para tomar medidas de protección civil.

En este capítulo se describen, principalmente, dos tipos de calamidades: sismicidad y vulcanismo.

### **SISMICIDAD**

#### **DESCRIPCION DEL FENOMENO**

##### **EL FENOMENO SISMICO Y LAS FALLAS GEOLOGICAS**

Lo que usualmente experimentamos como un sismo o temblor, es la propagación de ondas a través de las rocas que constituyen nuestro planeta. Esta propagación es posible porque la Tierra se comporta como un cuerpo elástico.

Desde el punto de vista del riesgo sísmico, nos interesan los grandes terremotos que ocurren naturalmente en zonas bien definidas de nuestro planeta.

Actualmente sabemos que dichos terremotos ocurren por el rompimiento abrupto de las rocas como consecuencia de las fuerzas de tensión o compresión a que están sujetas. Estos rompimientos ocurren a lo largo de superficies, en las cuales las rocas se deslizan unas con respecto a otras. Tales superficies se conocen como fallas geológicas.

La razón por la que se presentan esas fuerzas de tensión o compresión es debida a que el cascarón más externo de nuestro planeta, la litosfera, formada por la capa rocosa rígida más superficial de la Tierra, esta fragmentada en un mosaico irregular de placas rígidas y móviles

llamadas tectónicas, a manera de casquetes, que pueden contener tanto porciones continentales como porciones de corteza del fondo oceánico. Estas placas se mueven, una con respecto a la otra a lo largo de grandes zonas de fractura, y es ahí donde se originan generalmente los más grandes terremotos.

La sismicidad en el territorio nacional se debe principalmente a la actividad de las placas tectónicas y fallas geológicas que lo cruzan y circundan. La República Mexicana se encuentra ubicada en una de las zonas de más alta sismicidad en el mundo; esto se debe a que su territorio está localizado en una región donde interactúan cinco importantes placas tectónicas: Cocos, Pacífico, Norteamérica, Caribe y Rivera (**figura 1**).

Entre las placas del Pacífico y de Norteamérica se produce un fenómeno de deslizamiento lateral de sus fronteras, el que acumula gradualmente energía elástica, y cuando dicha energía rebasa la resistencia de las rocas, se produce un sismo. Por otro lado, entre las placas de Norteamérica y la de Cocos se da un fenómeno de choque o subducción, en el cual la Placa de Cocos se desliza por debajo de la de Norteamérica. Este tipo de movimiento produce esfuerzos en las rocas de ambas placas, con la subsecuente ruptura y descarga súbita de energía en forma de sismos (**figura 2**).

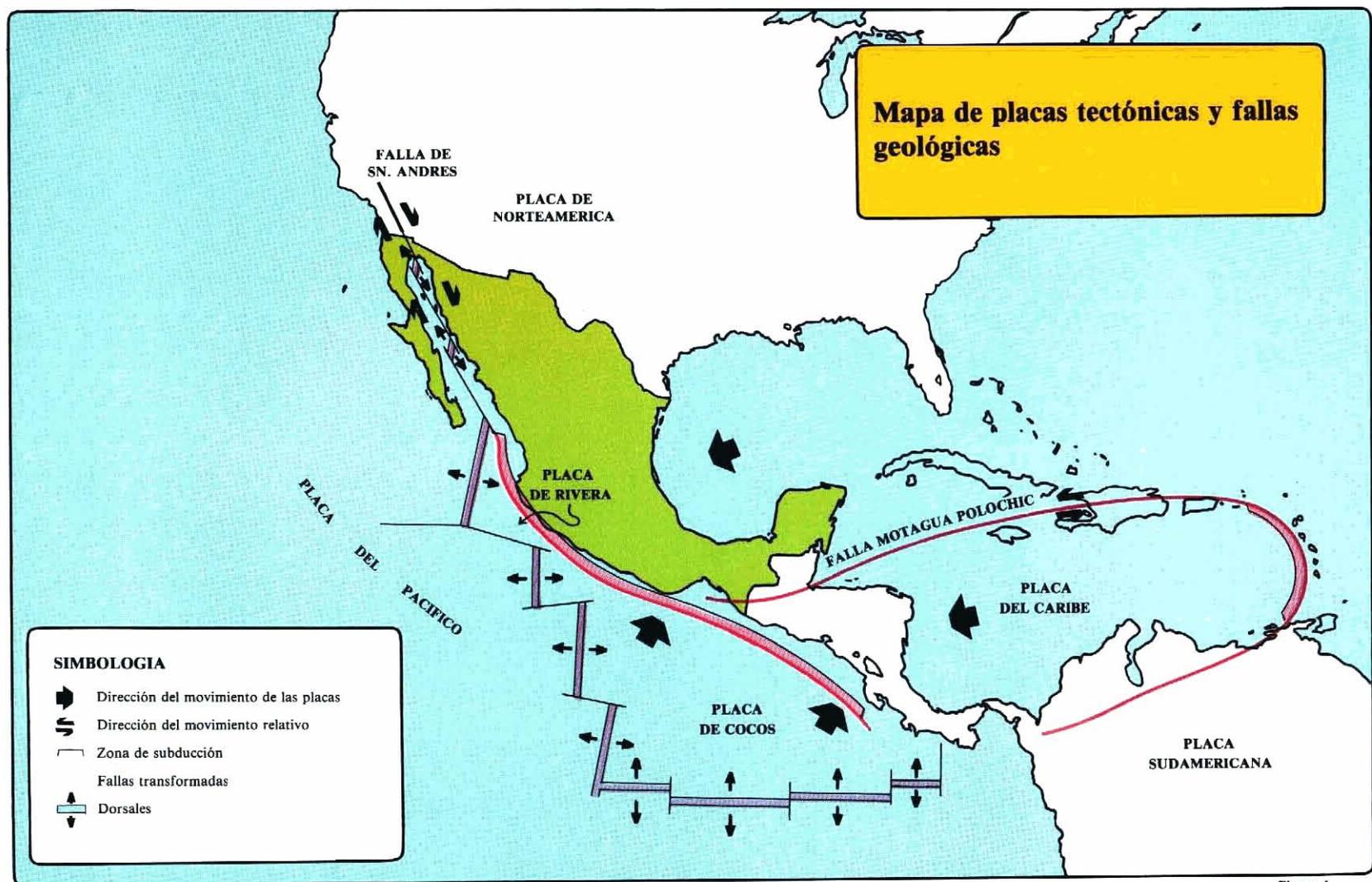
El territorio nacional se ve afectado por fallas continentales, regionales y locales. Dentro de las fallas continentales se consideran la de San Andrés, que marca la frontera entre las placas de Norteamérica y del Pacífico, en el extremo noroeste del país; la Trinchera Mesoamericana, que separa a las placas de Norteamérica y de Cocos, frente a las costas del Pacífico, desde Nayarit hasta Chiapas, y la de Motagua Polochic, que marca el desplazamiento entre las placas del Caribe y de Norteamérica (**figura 1**).

Existe también un gran número de fallas regionales y locales de diversas longitudes, distribuidas en todo el territorio nacional, con distintos grados de actividad sísmica. Entre éstas pueden mencionarse, el sistema de fallas en el área de Acambay, en el centro del país, y en el sur de la República, el sistema de fallas de Ocosingo en Chiapas.

En todos estos tipos de fracturas o fallas entre placas e intraplacas se presenta un importante número de eventos sísmicos. La **figura 3** muestra los epicentros que el Servicio Sismológico Nacional ha localizado en la República Mexicana, de 1974 a 1989, donde se observa que están concentrados en regiones definidas.

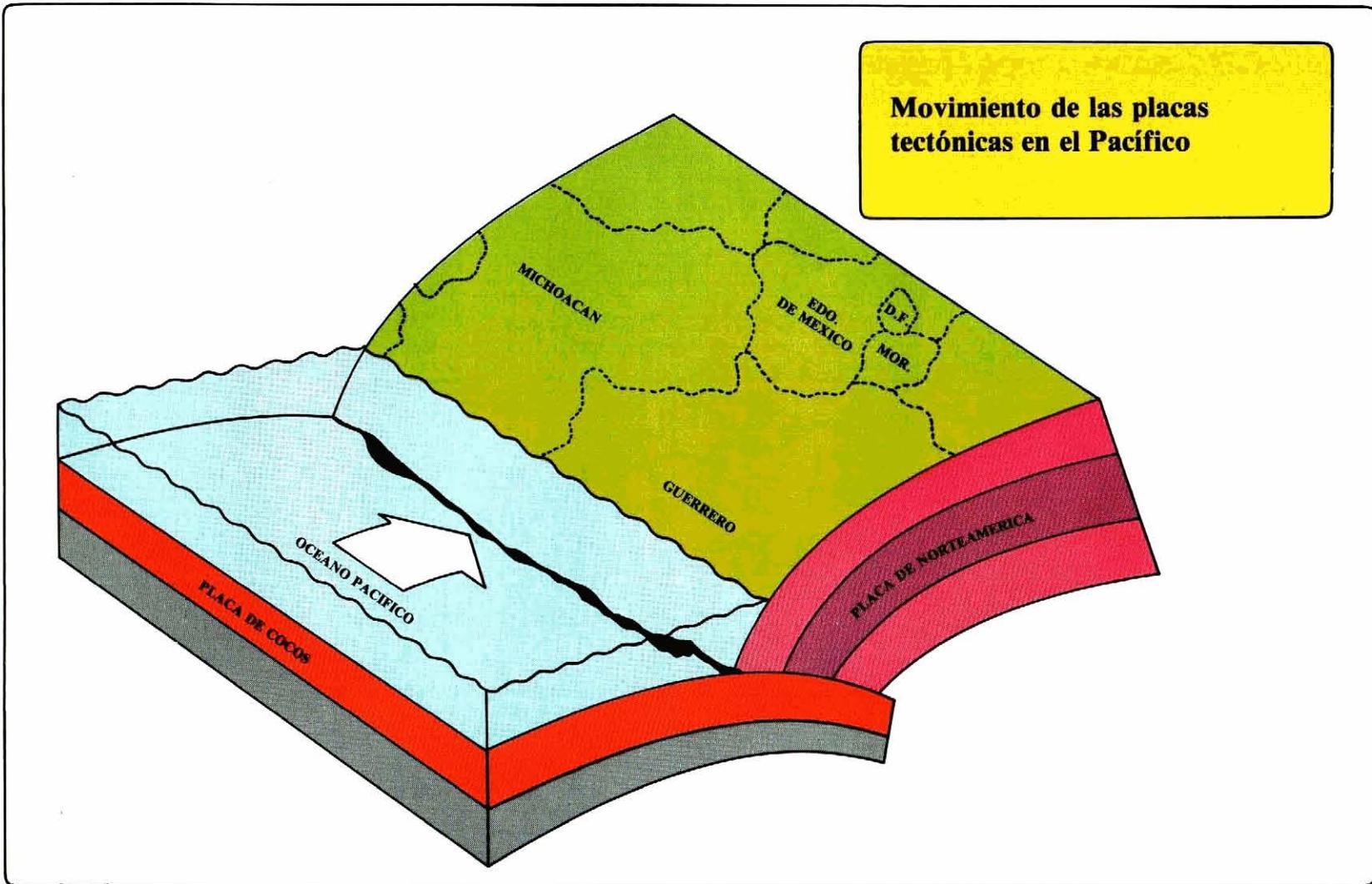
## Parámetros sísmicos

Los sismos se manifiestan como movimientos ondulatorios violentos del suelo, que se propagan en sentido horizontal y vertical. Se originan en un foco o hipocentro, en el interior de la corteza terrestre o en puntos aún más profundos, cuya proyección sobre la superficie terrestre se denomina epicentro o epifoco.



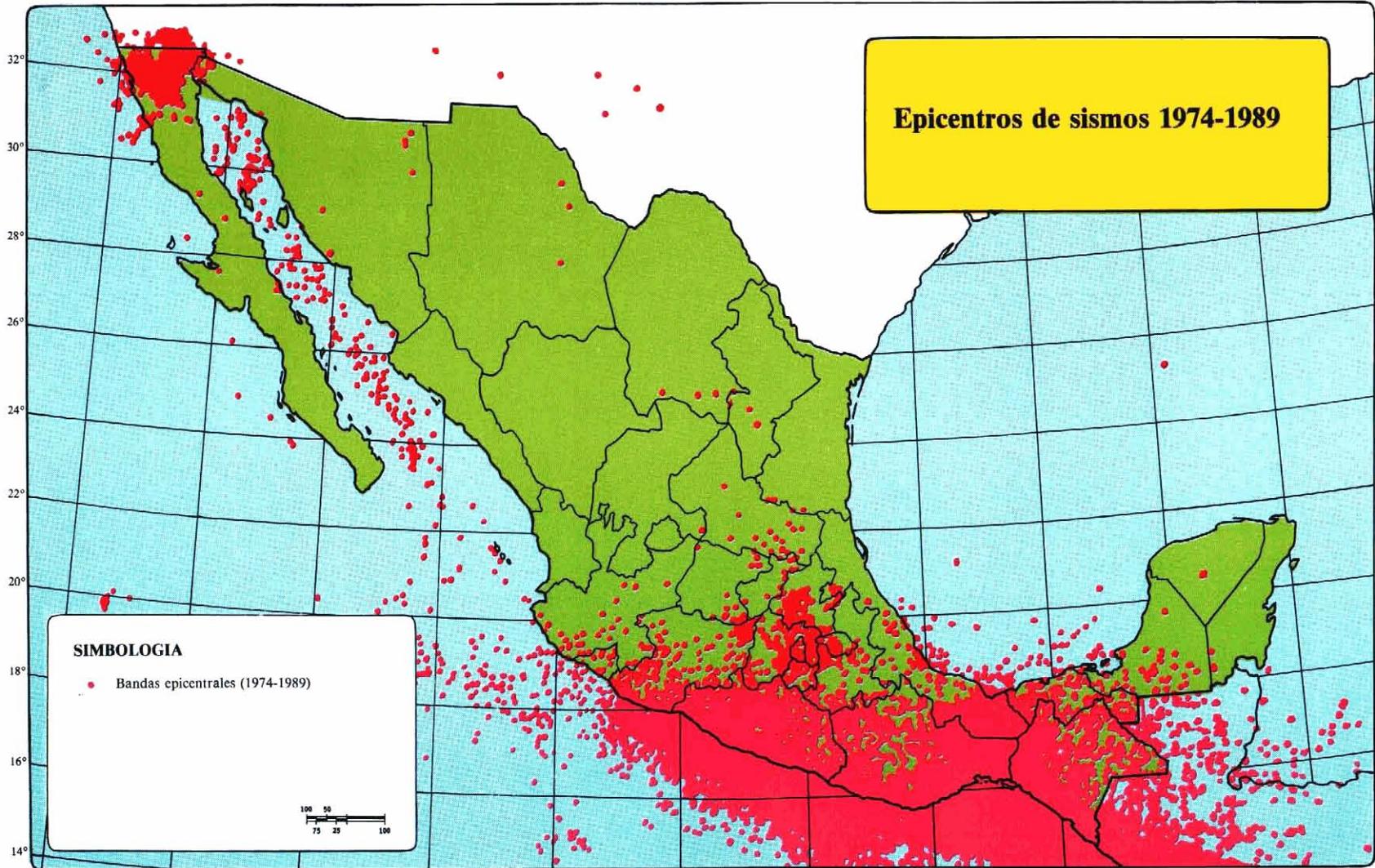
Fuente: Instituto de Geofísica de la UNAM

Figura 1



Fuente: Instituto Mexicano de Administración Urbana

Figura 2



Fuente: Instituto de Geofísica de la UNAM.

Figura 3

El foco marca el punto en que se inicia el proceso de ruptura. Conforme se desarrolla la ruptura de la falla, la región focal puede extenderse sobre un área considerable. De la superficie de ruptura irradian ondas longitudinales y transversales, que se desplazan en la corteza a velocidades que varían entre 3 y 6 km/s. Existen otros tipos de ondas que viajan sobre la superficie de la Tierra (**figura 4**).

### *Destructividad*

La destructividad de un sismo se determina fundamentalmente por la magnitud y naturaleza del proceso de ruptura, la distancia del epicentro a las áreas urbanas, la profundidad del foco, la respuesta local del suelo, la densidad de población y el tipo de construcción.

### *Magnitud*

La magnitud describe la medida del tamaño de los sismos y se basa en la comparación de estos con un sismo patrón. La escala de Richter mide este tamaño en forma logarítmica, en la que cada grado representa aproximadamente 31.6 veces más energía que la liberada por el sismo del grado anterior. Esto significa que un sismo de una magnitud determinada, por ejemplo 6.0, libera casi 32 veces más que uno de 5.0 y cerca de mil veces más que uno de 4.0.

### *Proceso de ruptura*

Las características de las ondas sísmicas que se originan en una superficie de ruptura o fallamiento, depende de la forma en que ésta ocurre, es decir, de características tales como el desplazamiento entre bloques y la velocidad en que se propaga la ruptura.

### *Distancia focal*

Es aquella que va desde el foco del sismo hasta el punto de observación de las ondas.

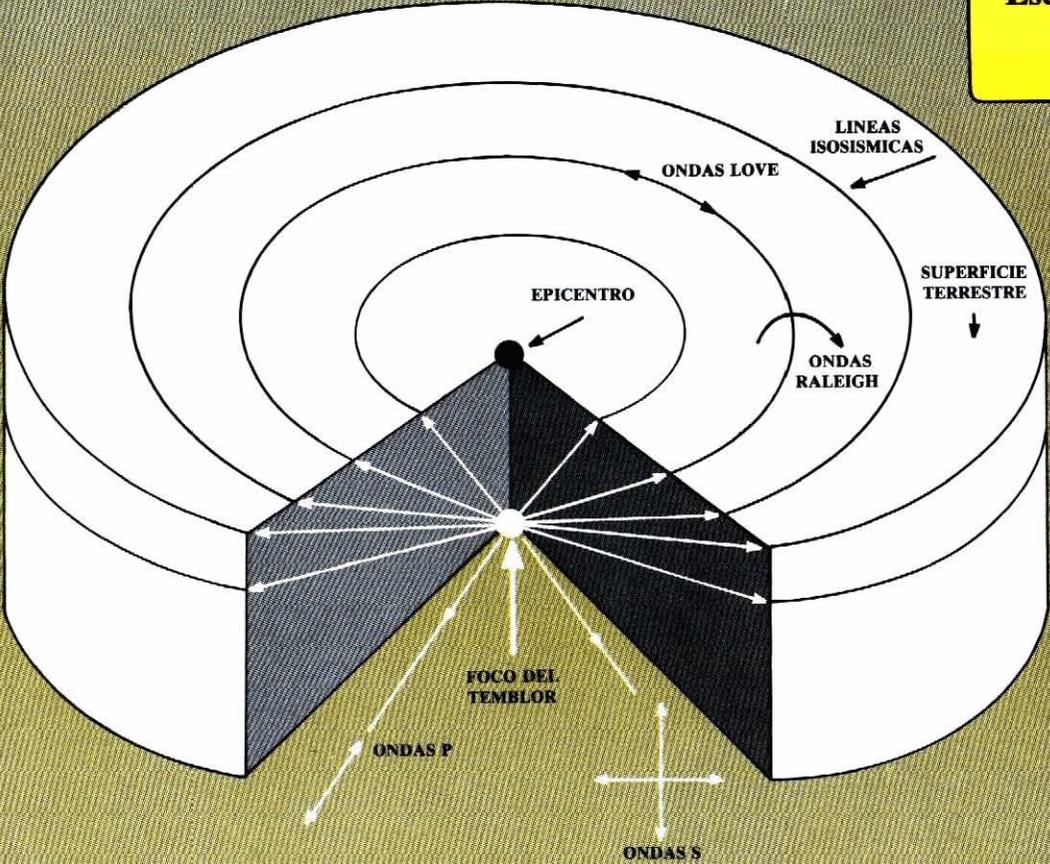
### *Profundidad focal*

Es la distancia vertical que hay entre el lugar donde se origina la ruptura (foco) y la superficie (epicentro).

### *Respuesta local del suelo*

La severidad de un sismo puede ser aumentada por la respuesta local del suelo. Esta se determina por el tipo y consistencia del terreno por donde se desplazan las ondas sísmicas, oponiendo mayor o menor resistencia. Entre más sólido sea el suelo, menores serán los efectos sísmicos.

# Esquema de ondas



Las ondas sísmicas viajan en todas direcciones a partir de un punto denominado foco. Al punto de la superficie terrestre que está exactamente arriba del foco se le denomina epicentro. Las ondas que ocasionan los temblores son de tres tipos: 1) ondas P, que oscilan en la dirección de propagación sísmica (longitudinales). 2) ondas S, que oscilan hacia arriba, hacia abajo y a los lados (transversales). 3) ondas superficiales, que son, a su vez, de dos tipos: Raleigh y Love.

Fuente: Tomada de *Información Científica y Tecnológica*, número especial, noviembre de 1985.

Figura 4

### *Densidad de población*

La densidad de población es sin duda un factor determinante en el grado de destructividad de un sismo, así, a mayor población, podrá haber un número más considerable de víctimas.

### *Tipo de construcción*

La respuesta de una construcción a las ondas sísmicas depende de su calidad; sin embargo, existen otros factores que son inherentes a la construcción misma. Todo tipo de estructura posee un periodo natural de vibración; es decir, realiza oscilaciones naturales que tienen periodos que dependen de la masa, la posición del centro de gravedad y otras características geométricas de la estructura. En el caso de edificios, se encuentra que su periodo natural de vibración aumenta con su altura. Cuando una estructura o edificio es puesto en vibración por efecto de las ondas sísmicas, la amplitud de tal oscilación será mayor si el periodo de las ondas sísmicas es cercano al periodo natural de vibración del edificio. Si la amplitud de oscilación es mayor que la que éste puede soportar, se colapsa o falla.

### *Intensidad*

Se define como la medida del poder destructor local de un temblor (severidad). El sismólogo italiano Giuseppe Mercalli implantó este sistema de medición mediante una escala de doce niveles, y su criterio se basa en la apreciación personal de los efectos producidos por el fenómeno sísmico en la superficie. Por ejemplo, el nivel I representa un movimiento sísmico imperceptible para la mayoría de las personas y únicamente percibido por los sismógrafos; en tanto al nivel XII, corresponde la destrucción casi total de la construcción humana, grandes desplazamientos de tierra, proyecciones de objetos a mucha altura, formación de grandes fallas y notables deformaciones en la topografía de las zonas afectadas.

### *Efectos de los sismos*

La vulnerabilidad ante un sismo se ve reflejada en los principales componentes del sistema afectable, tales como:

Vidas humanas: cuyas pérdidas son ocasionadas por derrumbes de construcciones, incendios y explosiones, entre otros.

Viviendas y edificios: la cimentación se desestabiliza y los elementos estructurales sufren fuerzas de corte y de tensión que causan agrietamientos e inclusive el derrumbe total de la estructura.

Presas hidráulicas: se afectan el piso, la cimentación y la estructura, ocasionando filtraciones en el vaso y en la cortina, que reducen, en mayor o menor medida, su eficiencia de almacenamiento; las filtraciones también pueden provocar el derrumbe de la presa.

Servicios públicos: se afectan las redes o líneas vitales de agua potable, energía eléctrica, transporte y comunicaciones, trayendo como consecuencia la interrupción de los servicios y produciendo efectos secundarios, tales como incendios y paro de las actividades económicas e industriales.

## UBICACION GEOGRAFICA

Algunos investigadores han determinado regiones de México que presentan cierta periodicidad en la ocurrencia de los sismos fuertes, siendo su lapso, en algunos casos, de 32 a 56 años. A las zonas en las que no ha ocurrido un sismo fuerte durante varios años, aunque hayan ocurrido en el pasado, se les conoce como *gaps* o brechas sísmicas.

Las brechas en las que ya se está cumpliendo el periodo de recurrencia, son zonas de alto potencial sísmico. La costa de Guerrero, por ejemplo, es una de esas regiones; por lo menos desde 1909 no se presenta un sismo significativo en la costa grande del estado. La energía acumulada desde esa fecha, tendrá que liberarse en un futuro sismo de magnitud importante. La **figura 5** muestra las regiones de más alto potencial sísmico del país.

Por otra parte, el riesgo sísmico en un lugar dado, depende tanto de la proximidad a una zona de alto potencial sísmico, como de las características geológicas del sitio en cuestión. Así, en la Ciudad de México, dadas las características de su subsuelo, el riesgo sísmico es mayor que en otros lugares. En la **figura 6** se observa la distribución de intensidades máximas sentidas en el territorio nacional.

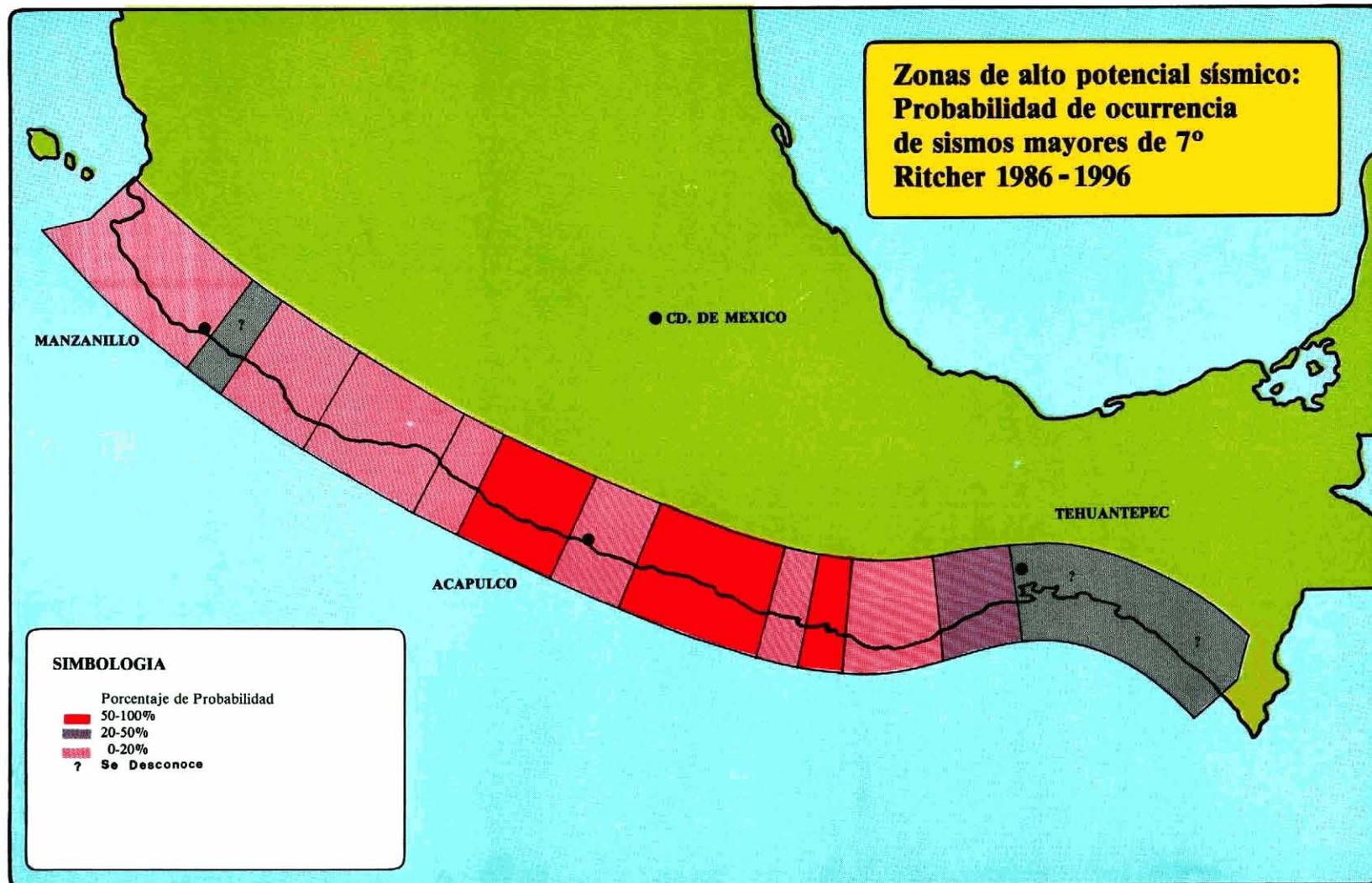
## AFECTABILIDAD

Las zonas afectadas por sismos en el país, comprenden completamente el territorio de 11 entidades federativas y parte del territorio de otras 14, abarcando más del 50% del total nacional (**cuadro 01**).

En la **figura 7** se muestran los epicentros de los sismos de magnitud mayor de 7° Richter que han ocurrido en el país durante el periodo de 1900 a 1989. En el **cuadro 02** se aprecia la relación de algunos sismos destructivos ocurridos durante el siglo xx.

### Maremoto o *Tsunami*

Este fenómeno es consecuencia de erupciones volcánicas o terremotos en el mar, los cuales provocan una serie de ondas que se propagan en todas direcciones en forma concéntrica, dando origen al conjunto de olas denominadas *tsunamis*. La altura y amplitud de la ola es el factor de destructividad de un tsunami, ya que puede elevarse a más de 35 metros, por lo que en las zonas costeras se convierte en una amenaza para la vida y los bienes.



Fuente: Instituto de Geofísica de la UNAM

Figura 5



Fuente: Instituto de Geofísica de la UNAM

Figura 6

## POBLACION ASENTADA EN ZONAS SISMICAS DEL PAIS HASTA 1987

ENTIDAD	POBLACION*			MUNICIPIOS		
	TOTAL DEL EDO. <sup>1</sup>	ZONAS DE INFLUENCIA <sup>2</sup>	% 1, 2	TOTAL EN EL EDO. <sup>3</sup>	SUJETOS A RIESGO <sup>4</sup>	% 3, 4
AGUASCALIENTES	666	87	13	9	3	33
BAJA CALIFORNIA	1,368	572	41	4	2	50
CAMPECHE	573	11	1	8	1	12
COLIMA	413	413	100	10	10	100
CHIAPAS	2,477	2,477	100	110	110	100
CHIHUAHUA	2,223	253	11	67	18	26
DISTRITO FEDERAL	10,162	10,162	100	16	16	100
DURANGO	1,366	642	47	38	12	31
GUANAJUATO	3,491	3,268	93	46	39	84
GUERRERO	2,515	2,515	100	75	75	100
HIDALGO	1,797	1,323	73	84	56	66
JALISCO	5,125	4,946	96	124	120	96
MEXICO	11,116	11,116	100	121	121	100
MICHOACAN	3,330	3,330	100	113	113	100
MORELOS	1,227	1,227	100	33	33	100
NAYARIT	835	835	100	19	19	100
PUEBLA	3,996	3,720	93	216	193	89
OAXACA	2,630	2,630	100	570	570	100
QUERETARO	929	223	24	18	12	66
SINALOA	2,311	2,311	100	18	18	100
SONORA	1,771	808	45	69	44	63
TABASCO	1,276	1,150	90	17	15	88
TLAXCALA	655	655	100	44	44	100
VERACRUZ	6,523	4,357	66	203	154	75
ZACATECAS	1,243	465	37	56	29	51
<b>TOTAL</b>	<b>70,018</b>	<b>59,496</b>	<b>85</b>	<b>2,088</b>	<b>1,827</b>	<b>88</b>

FUENTE: 1 Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas, 1980-2010. INEGI-CONAPO.

2 Estimados por la Dirección General del Registro Nacional de Población en base al X Censo General de Población y Vivienda y de las Proyecciones de Población de México y de las entidades Federativas, 1980-2010. INEGI-CONAPO.

3, 4 X Censo General de Población y Vivienda de 1980. INEGI. Secretaría de Programación y Presupuesto.

\* Cifras en miles.

Cuadro 01



Fuente: Instituto de Geofísica de la UNAM.

Figura 7

## ALGUNOS SISMOS DESTRUCTIVOS DE MEXICO DURANTE EL SIGLO XX

GEOLOGICOS

FECHA	REGION	POBLACIONES MAS AFECTADAS	MAGNITUD ESC. RICHTER	DAÑOS
NOV. 19, 1912	EDO. DE MEX.	ACAMBAY, TIMILPAN Y DISTRITO FEDERAL	7.0	— DESLIZAMIENTO DE TIERRA; 202 MUERTOS; VARIOS HERIDOS.
ENE. 4, 1920	PUEBLA, VERACRUZ	COSAUTLAN, TEOCELO Y JALAPA EN VERACRUZ, PATLANALA Y CHILCHOTLA EN PUEBLA	6.5	— PRODUJO RUIDOS SUBTERRANEOS, DERRUMBES EN LAS LADERAS DE LAS MONTAÑAS; 430 MUERTOS; VARIOS HERIDOS
JUN. 3, 1932	JALISCO, COLIMA	MANZANILLO, CUYUTLAN, TECOMAN Y COLIMA EN COLIMA, GUADALAJARA, LA BARCA, MASCOTA Y AUTLAN EN JALISCO.	8.4	— 300 MUERTOS; 400 HERIDOS
JUL. 26, 1937	OAXACA, VERACRUZ	MALTRATA EN VERACRUZ	7.3	— 34 MUERTOS
ABR. 15, 1941	MICHOACAN, JALISCO	ALGUNAS POBLACIONES DE MICHOACAN, JALISCO Y COLIMA	7.9	— DESTRUCCION DE LA CATEDRAL DE LA CIUDAD DE COLIMA; 90 MUERTOS Y 300 HERIDOS
JUL. 28, 1957	GUERRERO	SAN MARCOS Y CHILPANCINGO EN GUERRERO Y EN EL D.F.	7.7	— NUMEROSOS DERRUMBES DE CASAS Y EDIFICIOS; 98 MUERTOS; VARIOS HERIDOS; SE REGISTRO UN TSUNAMI EN ACAPULCO Y SALLINA CRUZ
JUL. 6, 1964	GUERRERO, MICHOACAN	CD. ALTAMIRANO, CUTZAMALA, COYUCA DE CATALAN EN GUERRERO, TANGANHUATO Y HUE-TAMO EN MICHOACAN	7.2	— 40 MUERTOS; 150 HERIDOS; PERDIDAS MATERIALES DE CONSIDERACION

Cuadro 02  
(continúa)

VERSION DICIEMBRE 1991  
PAGINA 18 DE 121

## ALGUNOS SISMOS DESTRUCTIVOS DE MEXICO DURANTE EL SIGLO XX

<i>FECHA</i>	<i>REGION</i>	<i>POBLACIONES MAS AFECTADAS</i>	<i>MAGNITUD ESC. RICHTER</i>	<i>DAÑOS</i>
AGO. 28, 1973	OAXACA, VERACRUZ	POBLACIONES FRONTERIZAS DE LOS ESTADOS DE PUEBLA, VERA- CRUZ Y OAXACA,	7.3	— DERRUMBES DE CASAS Y CUARTEADURAS SERIAS EN EDIFICIOS; 527 MUERTOS; 4,075 HERIDOS; VARIOS MI- LLONES DE PESOS EN PER- DIDAS
OCT. 24, 1980	OAXACA, PUEBLA	HUAJUAPAN DE LEON EN OAXACA Y EN POBLACIONES VECINAS DE LOS ESTADOS DE GUERRERO Y PUEBLA	7.0	— 300 MUERTOS; 1,000 HERI- DOS; 15,000 DAMNIFICADOS, SIENDO LA MAYORIA DE HUAJUAPAN DE LEON.
SEP. 19, 1985	MICHOCAN, GUERRERO	MICHOCAN, COLIMA, GUERRERO, MEXICO, JALISCO, MORELOS Y EL D.F.	8.1	— 3,050 MUERTOS; 40,750 HE- RIDOS; 80,600 DAMNIFICA- DOS; 1,970 EDIFICACIONES COLAPSADAS Y 5,700 DAÑA- DAS; PERDIDAS MATERIA- LES POR UN BILLON DE PE- SOS.

FUENTE: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica.

Cuadro 02  
(termina)

Con respecto a la presencia de dicho fenómeno en las costas de la República Mexicana, se tienen reportes de tsunamis en el litoral del Pacífico desde el año de 1732 a la fecha. Durante este periodo se registraron 39 tsunamis, de los cuales 27 se formaron localmente, mientras que los 12 restantes, fueron de origen distante: tres provenientes de las Aleutianas, tres de Japón, dos de Chile, uno de Alaska, uno de Nueva Zelanda, uno de Perú y uno de Hawai.

Los 27 tsunamis de origen local, se derivaron de temblores tectónicos. De estos, el 94% se presentó en las costas del Pacífico y el 6% restante incidió en el Golfo de México. La población más afectada por este fenómeno ha sido la del puerto de Acapulco en Guerrero, donde se han presentado 16 tsunamis, con olas que registraron alturas hasta de 9.5 metros.

En lo concerniente a la amenaza de tsunamis, la costa del Pacífico puede ser dividida en dos regiones: la primera, desde Baja California hasta la parte central de Michoacán, donde los tsunamis de origen distante y local, respectivamente, son los de potencial destructivo predominante. La segunda región, desde Guerrero central hasta el sur del país, en donde las brechas sísmicas son las áreas de mayor probabilidad para que se puedan generar tsunamis locales.

## VULCANISMO

### DESCRIPCION DEL FENOMENO

El transporte de los materiales terrestres desde el interior del planeta hasta la superficie, da origen al fenómeno conocido como vulcanismo. Aunque el vulcanismo comprende una serie de eventos diversos, las erupciones volcánicas constituyen el eje de interés de este tipo de manifestaciones y son, desde un punto de vista social, las que representan el mayor peligro para la población. Las erupciones volcánicas consisten esencialmente en la salida de materiales terrestres (magma) a través de un conducto o fisura en la corteza del planeta.

#### *Riesgo volcánico*

El grupo de trabajo sobre Estudios Estadísticos de Peligros Naturales de la UNESCO, define el riesgo como la posibilidad de pérdida, tanto en vidas humanas como en bienes o en capacidad de producción. Esta definición involucra tres aspectos relacionados por la siguiente fórmula:

$$\text{Riesgo} = \text{vulnerabilidad} \times \text{valor} \times \text{peligro}$$

En esta relación, el **valor** se refiere al número de vidas humanas amenazadas o, en general, a cualesquiera de los elementos económicos (capital, inversión, capacidad productiva, etcétera), expuestos a un evento destructivo. La **vulnerabilidad** es una medida del porcentaje del valor que puede ser perdido en el caso de que ocurra un evento destructivo determinado. Por ejemplo, la vulnerabilidad de las construcciones a

la acción de flujos de piroclastos es prácticamente del 100%, puesto que éstos causan la destrucción total a su paso; por el contrario, la vulnerabilidad a los materiales de caída (cenizas) depende del tipo de construcción y puede reducirse en aquellas diseñadas para disminuir su impacto y acumulación en los techos. En el caso de las vidas humanas, su vulnerabilidad se reduce si la población es evacuada oportunamente de las áreas en peligro. El último aspecto: **peligro** o peligrosidad, es la probabilidad de que un área en particular sea afectada por algunas de las manifestaciones destructivas del vulcanismo. Esta variable depende en general, de la actividad del volcán que causa el riesgo, ya sea por la probabilidad de que sufra un paroxismo destructivo o por la proximidad y situación topográfica del sistema afectable considerado con respecto al volcán.

### Clasificación de los volcanes

Los volcanes pueden ser clasificados de diversas maneras; así, se habla de volcanes extintos y activos.

Los términos activo y extinto son muchas veces utilizados para la elaboración de los programas de protección civil por riesgo volcánico. El término extinto se ha aplicado a los volcanes que no han tenido erupciones conocidas. Esta definición resulta sin embargo poco afortunada ya que los registros históricos cubren periodos muy diferentes dependiendo de la región del mundo en estudio: 2 000 años en el Mediterráneo y sólo 100 en la Antártida o Papúa-Nueva Guinea. Por otro lado, algunos volcanes tienen tiempos de reposo del orden de varias decenas de miles de años, razón por la cual un reporte de la UNESCO de 1979 sugiere que en promedio cada 5 años hace erupción un volcán "extinto"; por consecuencia es más conveniente referirse a ellos en términos de las probabilidades de que presenten una erupción si han tenido alguna, en un pasado geológico reciente. En este sentido se ha sugerido considerar ese pasado geológico, hasta 50 000 años atrás, tiempo que permite determinar la técnica de datación del carbono 14.

### *Volcanes monogénéticos y poligenéticos*

Estos términos se aplican a los volcanes que muestran una o varias etapas de actividad respectivamente. Volcanes tales como el Jorullo o el Parícutín en el estado de Michoacán, fueron formados en un solo periodo eruptivo y es muy improbable que vuelvan hacer erupción. Por el contrario, volcanes como el de Fuego o Colima en el estado de Colima, muestran una vida muy activa y sus edificios se han construido a través de una serie de erupciones.

Por la estructura y composición de su edificio los volcanes pueden ser: estratovolcanes, conos cineríticos, maares, escudos, etcétera. Naturalmente esta clasificación está relacionada con la anterior, puesto que los estratovolcanes, que como su nombre indica, están formados por

estratos, que son capas acumuladas en distintas etapas eruptivas, son por consecuencia poligenéticos, mientras que los conos cineríticos corresponden a un solo evento eruptivo. Usualmente los volcanes monogenéticos aparecen en grupos, llamados por este motivo campos monogenéticos.

En México se presentan ambos tipos de vulcanismo. Ejemplo de ellos son los grandes volcanes del Cinturón Volcánico Central. Asimismo, existen grandes campos monogenéticos en los estados de Colima, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Michoacán, México y el Distrito Federal (**figura 8**).

### Erupciones volcánicas.

Se han clasificado los tipos o estilos de erupción utilizando para la nomenclatura, erupciones típicas o de volcanes típicos. De esta manera, se habla de erupciones hawaianas, estrombolianas, vulcanianas, peleanas, merapianas, etcétera. Aunque esta clasificación es descriptiva y en la actualidad los vulcanólogos intentan clasificaciones más cuantitativas, es aún ampliamente utilizada para la descripción de los estilos de erupción. Estos estilos se definen a continuación:

*Hawaiana*, cuando el volcán arroja lentamente lava líquida poco espesa, sin escape explosivo de gases ni efusión de material sólido, la lava de esta actividad es muy fluida y caliente y la salida de los gases tiene lugar sin violencia catastrófica y raras veces con explosiones leves.

*Estromboliana*, efusión de lava fluida o viscosa y explosiones no muy intensas con emisión de gases y material sólido; las nubes que produce la erupción son incandescentes.

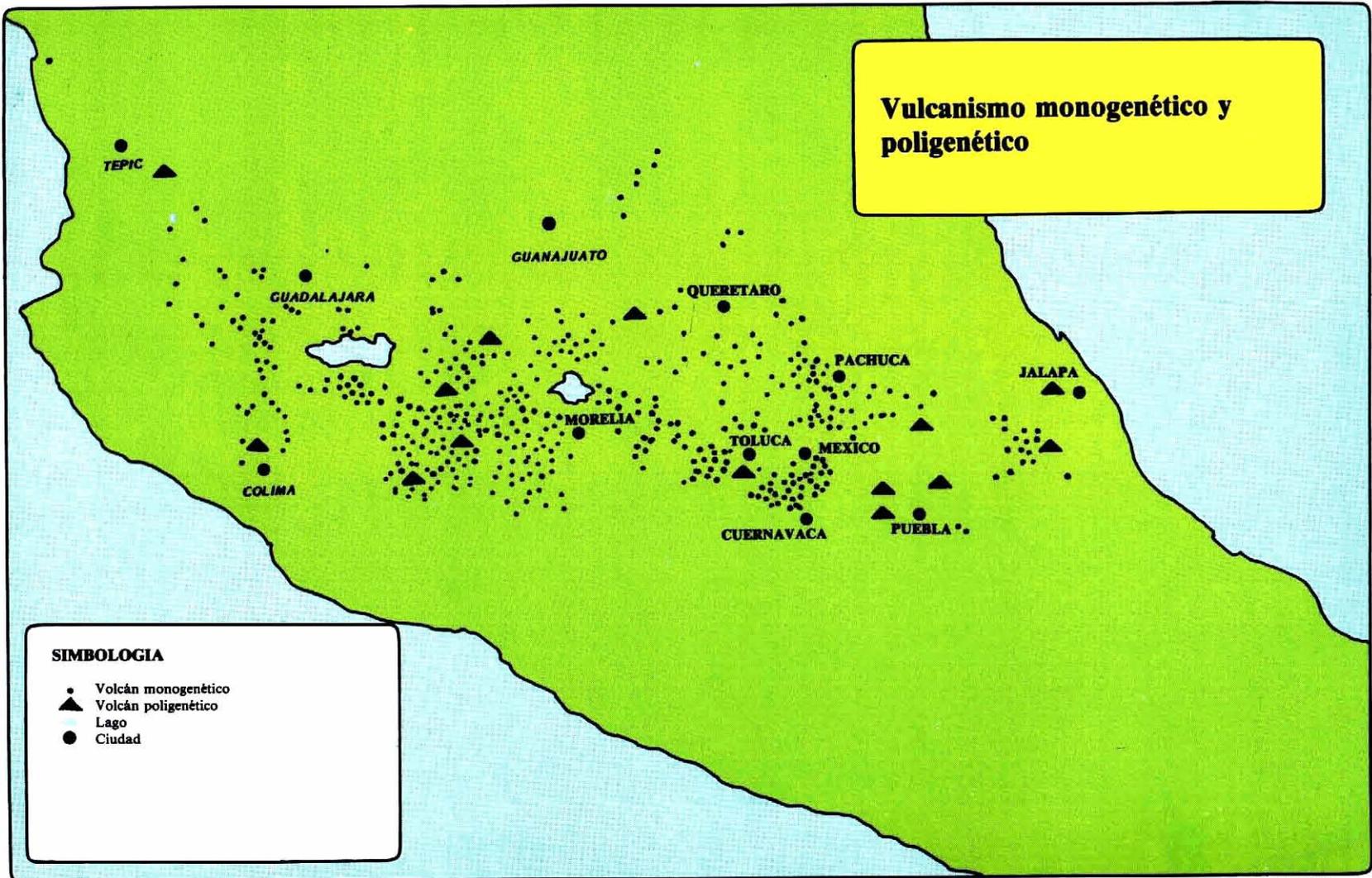
*Vulcaniana*, efusión de lava viscosa que se solidifica rápidamente. Tiene explosiones fuertes con emisión de gases y fragmentos de roca. La roca es lanzada en dirección angular mientras que los gases se elevan en forma vertical desde el cráter, formando una nube densa y oscura en forma de coliflor.

*Peleana*, efusiones sin lava pero con gases y materiales sólidos. La mezcla de gases y partículas a altas temperaturas son arrojadas lateralmente en forma de nubes ardientes de alta peligrosidad para la zona cercana.

*Merapiana*, erupciones que consisten en la salida de lava muy viscosa que se derrama en forma de bloques por las laderas de un volcán. El nombre proviene del volcán Merapi, en Indonesia, que presenta erupciones de este tipo; en nuestro país tenemos un ejemplo con el volcán de Colima.

De una manera general los estilos de erupción pueden clasificarse en tres grupos:

*Erupciones efusivas*, si consisten esencialmente en la emisión sin violencia de lavas y gases.



Esquema proporcionado por el Instituto de Geofísica de la UNAM

Figura 8

*Erupciones explosivas*, cuando los materiales son arrojados violentamente; en este tipo de erupciones una gran proporción de materiales se encuentran en estado sólido.

*Erupciones mixtas*, son aquellas que presentan características de las dos anteriores.

Un mismo volcán puede presentar durante su vida y aun durante una etapa activa varios estilos de erupción, aunque desde luego las erupciones de tipo hawaiano, por ejemplo, son características sólo de Hawai.

## Productos y efectos de las erupciones volcánicas

### 1) *Flujo de lava*

Las lavas consisten esencialmente en mezclas de silicatos y gases. Cuando son arrojados durante una erupción forman flujos que se mueven a lo largo de trayectorias determinadas por la topografía. Se ha observado que los frentes de los flujos de lava pueden desplazarse a velocidades en el rango de 30 a 100 km/h; a pesar de que esta última velocidad se observa con poca frecuencia, los flujos de lava constituyen un peligro menor para la población aunque pueden ocasionar daños económicos considerables.

### 2) *Flujo de piroclastos*

Los flujos de piroclastos son mezclas de gases volcánicos, agua, cenizas y otras partes sólidas de mayor tamaño que se deslizan por las laderas del volcán a temperaturas que oscilan entre los 150°C y los 300°C. Las velocidades de estas avalanchas tienen un máximo de hasta 600 km/h con velocidades promedio de 250 km/h. Como la proporción de sólidos es mayor que la de fluidos, poseen gran inercia y su movimiento es controlado por la topografía, avanzando a lo largo de trayectorias de máxima pendiente. Si su velocidad es muy grande pueden remontar colinas u otros accidentes topográficos. La destructividad de los flujos de piroclastos es enorme y no puede hacerse nada para aminorarlos en las zonas más cercanas a un volcán. El riesgo debido a este fenómeno sólo puede disminuirse por evacuación de la población y destinando los terrenos amenazados por este riesgo a actividades que no requieran de la creación de una infraestructura.

### 3) *Oleadas de piroclastos*

Las oleadas, como los flujos de piroclastos, son mezclas de gases y cenizas volcánicas a altas temperaturas; pero a diferencia de las anteriores, la proporción de gases es mayor que la de sólidos y se propagan con gran turbulencia, por lo que han sido también llamadas "huracanes

de ceniza". Las oleadas de piroclastos pueden viajar con velocidades de hasta 500 km/h, a temperaturas entre 300° C y 400° C y son extremadamente destructivas. Aunque su alcance puede ser menor que el de un flujo de piroclastos, pueden propagarse a lo largo de varios kilómetros (los valores típicos oscilan entre 7 y 12 km/h), sin importar la topografía del terreno.

La peligrosidad debida a las oleadas de piroclastos sólo puede aminorarse por medio de la evacuación de la población y por el uso apropiado del terreno sujeto a esta amenaza. Las oleadas de piroclastos son generadas por varios tipos de mecanismos, por lo que pueden presentarse en diferentes etapas a lo largo de una erupción, esto es, al iniciarse, durante el transcurso de la misma, o acompañando los flujos de piroclastos.

#### 4) *Materiales aéreos y lluvia de ceniza*

Durante una erupción, los materiales sólidos mezclados con los gases y líquidos volcánicos son arrojados por el cráter a velocidades de varios cientos de km/h. Estos materiales pueden quedar suspendidos a lo largo de varios kilómetros sobre el cráter por efecto de la sustentación que les proporciona la continua salida de materia a través del cráter, formando lo que se conoce como columna eruptiva. En ésta, los fragmentos más grandes y densos quedan en la parte baja, de donde son desplazados describiendo trayectorias balísticas. El alcance de estos es muy variable; en algunas erupciones se han encontrado bloques de 8 kg, a distancias de hasta 12 kilómetros del centro de emisión. Distancias típicas son del orden de sólo unos pocos kilómetros para bloques de 1 kg.

Por lo que respecta a la parte superior de la columna o pluma eruptiva, es usualmente arrastrada por los efectos del viento y en su trayectoria deposita su contenido de cenizas. Aunque éstas no tienen la peligrosidad de los fenómenos anteriores, pueden producir cierto grado de destrucción al acumularse en techos y provocar el colapso de la estructura que los sostiene. Además, pueden producir efectos nocivos en los animales que se alimentan de pastizales y otras plantas en las que se han acumulado, así como la desorganización del tránsito y los patrones de drenaje, al acumularse en carreteras y ríos. Estos efectos pueden aminorarse por medio de construcciones con techos que impidan la acumulación de materiales en su superficie, el desazolve de ríos y otros canales de drenaje y la limpieza de carreteras.

#### 5) *Avalanchas de detritos*

En algunos tipos de erupciones, parte del edificio volcánico es fracturado, por lo cual se producen avalanchas de rocas que provienen de éste. En algunas ocasiones la avalancha consiste en una mezcla de fragmentos del edificio y de material nuevo arrojado a través del cráter. En el Tacaná en Chiapas, por ejemplo, se han presentado este tipo de

avalanchas puesto que pueden verse depósitos de detritos en algunos puntos de la carretera entre Tapachula y Unión Juárez. El riesgo que esto representa es semejante al de los flujos de piroclastos. Aunque su alcance puede ser menor cuando su fuente de energía es gravitacional, es posible que reciban energía y masa adicional del conducto volcánico. En algunos casos, gran parte del edificio puede ser fracturado por desgajamiento del mismo, como en la erupción del Santa Elena en 1980, en los Estados Unidos, cuyo alcance lateral fue más grande.

#### 6) *Flujos de lodo o lahares*

Los flujos de lodo, también llamados lahares, son las mezclas de agua y detritos que se originan en un volcán. Su ocurrencia es particularmente frecuente luego de una erupción, pues los productos de la misma se mezclan con el agua contenida en la nieve y lagos que pueden existir en los cráteres o laderas de los volcanes, o con la que proviene de la precipitación.

Por esta razón, los poblados aledaños a los cursos naturales de agua son sujetos principales a esta amenaza. El alcance de los flujos puede ser de varias decenas de kilómetros con valores típicos de alrededor de 15 km, dependiendo de las pendientes sobre las que avance; sin embargo, el azolvamiento de los cauces puede ocurrir periódicamente y el lahar puede avanzar por distancias mayores. A estas segundas etapas se les conoce como lahares secundarios. En el perímetro del Tacaná existen depósitos de este tipo.

#### 7) *Incendios*

Tanto la lluvia de cenizas como los flujos y oleadas de piroclastos pueden ocasionar incendios si las temperaturas de los materiales emitidos son lo suficientemente altas y se acumulan en áreas boscosas, pastizales u otros tipos de vegetación, o construcciones que puedan inflamarse.

#### 8) *Gases y lluvias ácidas*

Los magmas contienen gases en solución que son liberados durante y entre erupciones, constituidos por vapor de agua, bióxido y monóxido de carbono, y varios compuestos de azufre, cloro, flúor, hidrógeno y nitrógeno. El monóxido de carbono es venenoso, no así el bióxido de carbono, que no por esto deja de constituir un peligro, pues desplaza o diluye el oxígeno y puede ocasionar la muerte por asfixia. Estos dos gases son peligrosos por su mayor abundancia y por ser inodoros. El bióxido de carbono es más pesado que el aire y puede fluir pendiente abajo, concentrándose en depresiones que constituyen auténticas trampas. El bióxido y trióxido de azufre son gases tóxicos comunes en erupciones volcánicas, pero son detectables por su olor irritante.

La adsorción de los gases por partículas finas y por las gotas de lluvia pueden provocar irritación en la piel humana y daños en las plantas y animales. Como ejemplo pueden considerarse las erupciones del volcán Masaya en Nicaragua cuyas emanaciones de compuestos de azufre, en ocasiones han causado daño a las plantaciones de café a distancias hasta de 40 km.

### Otros fenomenos

Entre los riesgos secundarios asociados a una erupción volcánica se encuentran los sismos y la deformación del terreno, las ondas de choque y la ocurrencia de rayos. Como se verá más adelante, la amenaza que presentan es limitada pero no inexistente y puede causar ciertos daños.

El **cuadro 03** muestra en forma resumida las características típicas de los distintos fenómenos volcánicos según Blong.

## UBICACION GEOGRAFICA

El vulcanismo tiene en el territorio nacional una importancia muy señalada, tanto por sus grandes estratovolcanes como por sus extensos campos monogenéticos cercanos ambos a lugares de gran concentración de población o de amplia actividad económica. Gran parte de estos dos tipos de vulcanismo se encuentran en la llamada Faja Volcánica Mexicana que se extiende prácticamente de costa a costa alrededor del paralelo 19° N. Los edificios volcánicos de esta faja se levantan sobre territorio de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Puebla, Veracruz y Distrito Federal.

Existen además otros volcanes activos que no pertenecen a la Faja Volcánica Mexicana, pero que son igualmente de gran peligrosidad; tal es el caso del volcán San Martín en el estado de Veracruz, así como el Chichón y el Tacaná en el estado de Chiapas. Este último es el primer volcán de la gran cadena centroamericana de volcanes, cuya peligrosidad es bien conocida. Finalmente pueden mencionarse los volcanes asociados a la península de Baja California y los que se hallan relacionados al vulcanismo que dio origen a nuestras islas en el Pacífico: los volcanes Bárcena y Everman en las islas Socorro y Guadalupe. Las **figuras 8 y 9** y el **cuadro 04**, proporcionan información adicional sobre el vulcanismo en México.

## AFECTABILIDAD

De acuerdo a su actividad, los volcanes presentan tres niveles de riesgo, en el primero, de alto riesgo están los volcanes de Colima, Popocatepetl, Pico de Orizaba, San Martín Tuxtla, Chichón, Tacaná y La Primavera;

### CARACTERISTICAS Y AFECTABILIDAD DE LOS FENOMENOS VOLCANICOS ASOCIADOS A ERUPCIONES

FENOMENOS	ALCANCE (KM)		AREA AFECTADA (KM <sup>2</sup> )		VELOCIDAD (M/S)		TIEMPO DE ALERTA	INTENSIDAD DEL POSIBLE DAÑO	PROBABILIDAD DE QUE CAUSE EL DAÑO MAS SEVERO
	PROMEDIO	MAXIMA	PROMEDIO	MAXIMA	PROMEDIO	MAXIMA			
FLUJO DE LAVA	3-4	100	2	1,000	>5	<30	HORAS O DIAS	EXTREMA	MUY ALTA
MATERIALES AEREOS	2	5	~ 10	~ 80	50-100	100	SEGUNDOS	EXTREMA	MUY ALTA
LLUVIA DE CENIZAS	20-30	800	>100	100,000	<15	~ 30	MINUTOS A HORAS	MODERADA	MODERADA
FLUJOS Y OLEADAS DE PIROCLASTOS	<10	100	5-20	10,000	20-30	<100	SEGUNDOS	EXTREMA	EXTREMA
LAHARES	~ 10	300	5-20	200-300	3-10	30	MINUTOS A HORAS	MUY ALTA	MUY ALTA
SISMICIDAD	<20	50	1,000	700	<5,500	<5,500	NINGUNO	MODERADA	MODERADA
DEFORMACION DEL TERRENO	<10	<20	~ 10	100	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	HORAS A SEMANAS	MODERADA	MUY BAJA
ONDAS DE CHOQUE	10-15	800	<1000	100,000	>300	>500	SEGUNDOS A MINUTOS	MENOR	MUY BAJA
RAYOS	<10	100	<300	3,000	12×10 <sup>5</sup>	12×10 <sup>5</sup>	NINGUNO	MODERADA	MUY ALTA
GASES Y LLUVIAS ACIDAS	20-30	2,000	<100	20,000	<15	~ 30	MINUTOS A HORAS	MUY BAJA	MUY BAJA

FUENTE: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica.

Cuadro 03



Fuente: Instituto de Geofísica de la UNAM

Figura 9

### PRINCIPALES VOLCANES ACTIVOS DE MEXICO

<i>No. EN LA FIGURA 9</i>	<i>VOLCAN</i>	<i>ESTADO</i>
1	TRES VIRGENES	BAJA CALIFORNIA SUR
2	BARCENA	ISLAS REVILLAGIGEDO
3	EVERMAN	ISLAS REVILLAGIGEDO
4	CEBORUCO	NAYARIT
5	SANGAGUEY	NAYARIT
6	LA PRIMAVERA	JALISCO
7	VOLCAN DE COLIMA	COLIMA
8	PARICUTIN	MICHOACAN
9	JORULLO	MICHOACAN
10	XITLE	DISTRITO FEDERAL
11	POPOCATEPETL	MEXICO Y PUEBLA
12	LOS HUMEROS	PUEBLA - VERACRUZ
13	PICO DE ORIZABA	PUEBLA - VERACRUZ
14	SAN MARTIN TUXTLA	VERACRUZ
15	EL CHICHON	CHIAPAS
16	TACANA	CHIAPAS

FUENTE: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica.

Cuadro 04

en el segundo rango o de riesgo intermedio, se encuentran volcanes como el Ceboruco y el Sanganguey, así como el Parícutín, Jorullo y Xitle, estos últimos como representantes de regiones monogenéticas; aunque el peligro asociado al vulcanismo monogenético es difícil de evaluar por la aparente ubicuidad de su ocurrencia dentro de campos de gran extensión como los señalados anteriormente, sólo puede decirse a este respecto que existe una probabilidad significativa de nacimiento de un nuevo volcán. Sin embargo, dada la extensión del campo, para un lugar dado, dicha probabilidad es baja; y finalmente, en el tercer nivel, de riesgo moderado, se clasifican los volcanes Tres Vírgenes, Bárcena, Everman y Humeros.

La Cordillera Neovolcánica o Faja Volcánica Mexicana, abarca completamente el territorio de dos entidades federativas y parte de otras 12, cuya población asentada en la zona de influencia se estima aproximadamente en 36 millones de habitantes, esta zona abarca 610 municipios (**cuadro 05**).

El Distrito Federal, Tlaxcala y el Estado de México, contienen la mayor población expuesta al fenómeno. Asimismo, se observa que la región de vulcanismo monogenético de riesgo extendido, comprende parte del territorio del Distrito Federal y de otras ocho entidades federativas, estimándose en conjunto, una población asentada en la zona, de 18 millones de habitantes en 303 municipios.

Por último, la severidad de los daños que pueden causar a la población algunas erupciones volcánicas, se aprecia en el **cuadro 06**, donde se enlistan las erupciones que durante el siglo XX han causado más de 1 000 víctimas, haciéndose notar la ocurrida en 1985 en el Volcán Nevado de Ruiz, en Colombia, la cual provocó 30 000 víctimas.

**POBLACION Y CANTIDAD DE MUNICIPIOS COMPRENDIDOS EN LA CORDILLERA  
NEOVOLCANICA HASTA 1987\***

GEOLÓGICOS

ENTIDAD FEDERATIVA	TOTAL DEL EDO. <sup>1</sup>	EN ZONA DE INFLUENCIA <sup>2</sup>	% 1, 2	TOTAL DE MPIOs. DEL EDO. <sup>3</sup>	MPIOs. SUJETOS A. RIESGO <sup>4</sup>	% 3, 4
<b>A. RIESGO TOTAL EN LA ENTIDAD FEDERATIVA</b>						
D.F.	10,162	10,162	100.0	16	16	100.0
TLAXCALA	655	655	100.0	44	44	100.0
SUBTOTAL	10,817	10,817	100.0	60	60	100.0
<b>B. RIESGO PARCIAL EN LA ENTIDAD FEDERATIVA</b>						
COLIMA	413	189	45.8	10	4	40.0
GUANAJUATO	3,491	625	17.9	46	16	14.8
HIDALGO	1,797	1,290	71.8	56	56	66.7
JALISCO	5,125	4,493	87.7	124	80	64.5
MEXICO	11,116	9,619	86.5	121	87	71.9
MICHOACAN	3,330	2,609	78.3	113	84	74.3
MORELOS	1,227	970	79.0	32	24	75.0
NAYARIT	835	227	27.1	19	8	42.1
PUEBLA	3,996	3,289	82.3	216	149	69.0
QUERETARO	928	508	54.7	18	14	77.8
TABASCO	1,276	143	11.2	17	1	5.9
VERACRUZ	6,523	1,024	15.7	203	27	13.3
SUBTOTAL	40,057	24,986	62.4	1,003	550	54.8
<b>TOTAL:</b>	<b>50,874</b>	<b>35,803</b>	<b>70.4</b>	<b>1,063</b>	<b>610</b>	<b>57.4</b>

FUENTE: 1, 2 Estimados por la Dirección General del Registro Nacional de Población en base al X Censo General de Población y Vivienda y de las Proyecciones de Población de México y de las Entidades Federativas, 1980-2010, INEGI-CONAPO.  
3, 4 X Censo General de Población y Vivienda de 1980, INEGI, Secretaría de Programación y Presupuesto.  
\* Cifras de población en miles.

Cuadro 05  
(Continúa)

VERSION DICIEMBRE 1991  
PAGINA 32 DE 121

**POBLACION Y CANTIDAD DE MUNICIPIOS COMPRENDIDOS  
EN LA ZONA DE VULCANISMO MONOGENETICO HASTA 1987\***

<i>ENTIDAD FEDERATIVA</i>	<i>TOTAL DEL EDO.<sup>1</sup></i>	<i>EN ZONA DE INFLUENCIA<sup>2</sup></i>	<i>% 1, 2</i>	<i>TOTAL DE MPIOs. DEL EDO.<sup>3</sup></i>	<i>MPIOs. SUJETOS A. RIESGO<sup>4</sup></i>	<i>% 3, 4</i>
<i>B. RIESGO PARCIAL EN LA ENTIDAD FEDERATIVA</i>						
D.F.	10,162	486	4.8	16	2	12.5
COLIMA	413	189	45.8	10	4	40.0
GUANAJUATO	3,491	185	5.3	46	3	6.5
HIDALGO	1,797	1,136	63.2	84	47	56.0
JALISCO	5,125	3,552	69.3	124	42	33.9
MEXICO	11,116	8,715	78.4	121	83	68.6
MICHOACAN	3,330	2,609	78.3	113	84	74.3
MORELOS	1,227	970	79.0	32	24	75.0
QUERETARO	928	508	54.7	18	14	77.8
<b>TOTAL :</b>	<b>37,589</b>	<b>18,350</b>	<b>48.8</b>	<b>564</b>	<b>303</b>	<b>53.7</b>

**FUENTE:** 1, 2 Estimados por la Dirección General del Registro Nacional de Población en base al X Censo General de Población y Vivienda y de las Proyecciones de Población de México y de las Entidades Federativas, 1980-2010, INEGI-CONAPO.  
3, 4 X Censo General de Población y Vivienda de 1980, INEGI, Secretaría de Programación y Presupuesto.  
\* Cifras de población en miles.

Cuadro 05  
(Termina)

**ERUPCIONES IMPORTANTES DURANTE EL SIGLO XX, QUE HAN PRODUCIDO MAS DE 1,000 VICTIMAS**

<i>VOLCAN</i>	<i>PAIS</i>	<i>AÑO</i>	<i>NO. DE VICTIMAS</i>
SOUFRIERE	GRAN BRETAÑA (ST. VICENT)	1902	1,565
MT. PELEE	FRANCIA (MARTINIQUE)	1902	29,000
STA. MARIA	GUATEMALA	1902	6,000
KELUD	INDONESIA	1919	5,110
MERAPI	INDONESIA	1930	1,300
LAMINGTON	PAPUA - N. GUINEA	1951	2,942
HIBOK - HIBOK	FILIPINAS	1951	1,200
AGUNG	INDONESIA	1963	1,900
TAA	FILIPINAS	1965	1,332
EL CHICHON	MEXICO	1982	1,770
NEVADO DEL RUIZ	COLOMBIA	1985	30,000
LAGO NYOS	CAMERUN	1986	1,700

FUENTE: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica.

Cuadro 06

## **AGENTES PERTURBADORES DE ORIGEN HIDROMETEOROLOGICO**

Dentro de la diversidad de calamidades, las de origen hidrometeorológico son las que más daños han acumulado a través del tiempo por su incidencia periódica en áreas determinadas del territorio nacional. Este tipo de fenómenos destructivos comprende: ciclones tropicales, inundaciones, nevadas, granizadas, sequías, lluvias torrenciales, temperaturas extremas, tormentas eléctricas, mareas de tempestad e inversiones térmicas.

A continuación se tratan por su importancia, los primeros cinco fenómenos enunciados. También se expone, no como fenómeno, sino como un complemento en el desarrollo de los mismos, una panorámica general de los ríos y presas más significativos del país.

### **CICLON TROPICAL**

#### **DESCRIPCION DEL FENOMENO**

Ciclón tropical es el nombre genérico que se le da a cualquier perturbación atmosférica, desde que tiene características de una depresión, hasta que evoluciona a huracán. Los ciclones tropicales son fenómenos naturales que se originan y desarrollan en mares de aguas cálidas y templadas, con nubes en espiral. Generalmente su diámetro es de unos cuantos cientos de kilómetros, con presiones mínimas en la superficie, vientos violentos y lluvias torrenciales, algunas veces acompañadas por tormentas eléctricas; tienen una región central conocida como ojo de huracán o vórtice, con diámetro de algunas decenas de kilómetros, vientos débiles y cielos ligeramente nublados.

Desde siempre los ciclones tropicales han tenido fama de ser devastadores y el esfuerzo del hombre por mitigar sus efectos ha sido constante. Cuando un ciclón tropical se desplaza muy próximo a las zonas costeras, o penetra en tierra firme, es capaz de originar daños a la población y a sus bienes, debido a la generación de cualquiera de las siguientes situaciones: marea de tempestad, de hasta 6 m de altura, vientos fuertes con ráfagas hasta de 360 km/h, e inundaciones. Los costos directos causados por los daños en la producción agrícola, en la infraestructura y en otros renglones de la economía nacional, ante la presencia de estos meteoros, anualmente pueden sumar miles de millones de pesos. Por fortuna, el costo invaluable por los daños causados a las vidas humanas se ha visto reducido, gracias al mejoramiento de los sistemas de detección y aviso que han desarrollado organizaciones locales e internacionales responsables en la materia, así como a las acciones de prevención de protección civil.

A continuación se describe la evolución de un ciclón tropical.

### *Depresión tropical*

Se considera tal cuando la velocidad promedio, durante un minuto, de los vientos máximos de superficie en la perturbación, es menor o igual a 62 km/h.

### *Tormenta tropical*

Se determina cuando la velocidad promedio, durante un minuto, de los vientos máximos de superficie es de 63 a 118 km/h. En esta fase evolutiva se le asigna un nombre por orden de aparición anual y en términos del alfabeto, de acuerdo a la relación determinada para todo el año, por el Comité de Huracanes de la Asociación Regional IV Región (asociación mundial en la que en la República Mexicana se ubica en la IV Región).

### *Huracán*

Es un ciclón tropical en el que la velocidad promedio, durante un minuto, de los vientos máximos de superficie, es igual o mayor a 119 km/h.

## **UBICACION GEOGRAFICA**

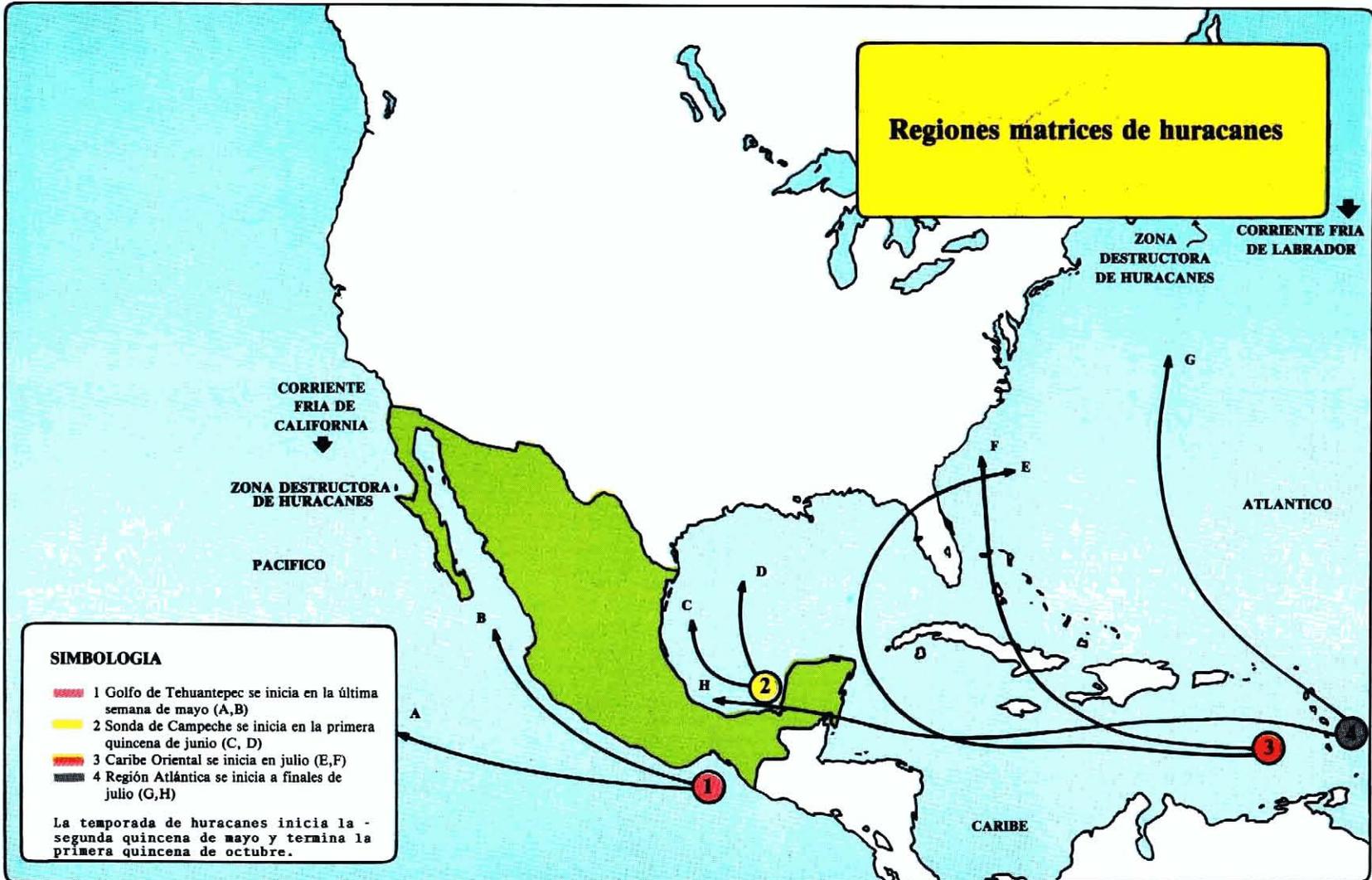
Los huracanes que afectan a nuestro país directa o indirectamente, se originan en cuatro zonas principales: Golfo de Tehuantepec, Sonda de Campeche, el Caribe y la Región Atlántica. En función de las condiciones climatológicas, siguen trayectorias más o menos definidas, y en ocasiones erráticas, pudiendo penetrar o no a tierra firme (**figura 10**).

Nuestro país cuenta con una gran extensión de litorales, tanto en el Océano Pacífico, como en el Golfo de México y el Caribe. Por lo mismo, los diversos asentamientos humanos que se han desarrollado, están expuestos a la influencia de fenómenos ciclónicos.

Las áreas de la República Mexicana regularmente afectadas por las perturbaciones ciclónicas abarcan más del 60% del territorio nacional (**figura 11**).

## **AFECTABILIDAD**

En las últimas décadas, con un proceso de urbanización acelerado, se han vuelto más evidentes los daños potenciales que pudieran provocar los ciclones tropicales en áreas de grandes concentraciones humanas.



Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Planeación, Dirección General de Estudios, Información y Estadísticas Sectoriales

Figura 10



Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Planeación, Dirección General de Estudios, Información y Estadísticas Sectoriales

Figura 11

Asimismo, pueden verse afectados los medios de comunicación y los transportes aéreo, terrestre, fluvial y marítimo.

De acuerdo a los registros de penetración a tierra de diversas perturbaciones tropicales, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), a través de la Comisión Nacional del Agua, ha identificado áreas o entidades federativas de la República Mexicana en las que ha penetrado, al menos un ciclón tropical a tierra, indicando también los periodos de recurrencia de dichas penetraciones (**figura 12**).

Con base en las zonas de ingreso, se infiere que los estados de Baja California Sur, Michoacán, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas, presentan una mayor recurrencia de penetración (2 a 4 años). Debido a la existencia de importantes centros de población asentados a lo largo de sus costas, se ha estimado que aproximadamente 4 millones de personas están expuestas al fenómeno, lo que representa el 40.1% de la población total, ubicada en un total de 31 municipios costeros.

Resulta importante señalar que dicha estimación comprende al total de la población de Baja California Sur, así como la correspondiente a los municipios costeros de Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y, en menor proporción, los de Michoacán.

En otras entidades, la recurrencia de penetración ciclónica oscila entre los 5 y 7 años; en ellas se estima que aproximadamente 2 millones de personas están expuestas a sufrir sus efectos. Este grupo lo integran los estados de Baja California, Campeche, Colima, Quintana Roo y Jalisco, en cuyos 19 municipios costeros se asienta el 26.3% de su población total.

Por último, el grupo conformado por las entidades de Nayarit, Guerrero, Tabasco, Oaxaca, Veracruz, Chiapas y Yucatán, tiene un periodo de recurrencia o penetración de ciclones de 8 a 26 años. Es de observarse que este grupo se caracteriza por una mayor dispersión de su población costera, ya que se ha estimado que 4 millones de personas están expuestas al riesgo en 176 municipios, población que significa el 23.9% del total.

El desglose de la población estimada en las diversas zonas de penetración ciclónica se observa en el **cuadro 07**, el cual analíticamente demuestra que 17 de las 32 entidades del país se encuentran sujetas a este tipo de riesgo.

Por otro lado, en el **cuadro 08** se mencionan los ciclones tropicales que han penetrado en los estados costeros, tanto por la zona del Pacífico nororiental como por la zona del Caribe y del Golfo de México, durante el periodo comprendido entre 1961 y 1988. De su análisis se desprende que durante este lapso, los estados que se vieron más afectados por la incidencia de huracanes fueron: Sinaloa con 10, Tamaulipas con 9 y Baja California Sur y Sonora con 4 cada uno.

Como ejemplo de la incidencia de huracanes y de las afectaciones que originan, podemos señalar al *Gilbert*, que viene a ser, sin duda, uno de los de mayor intensidad de los que se tiene registro hasta la fecha. La presencia de este meteoro se inició el 9 de septiembre de 1988, al formarse en el Mar Caribe una depresión tropical, la cual al día siguiente se



Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Planeación, Dirección General de Estudios, Información y Estadísticas Sectoriales

Figura 12

## POBLACION EXPUESTA EN LAS AREAS DE PENETRACION CICLONICA

(CIFRAS DE POBLACION EN MILES)

ENTIDAD FEDERATIVA	TOTAL DEL EDO. <sup>1</sup>	EN ZONA DE INFLUENCIA <sup>2</sup>	% 1, 2	TOTAL MPIOs. EDO. <sup>3</sup>	MPIOs. SUJETOS A RIESGO <sup>4</sup>	% 3, 4
<i>RECURRENCIA DE CICLONES DE 2 A 4 AÑOS</i>						
BAJA CALIFORNIA SUR	303	303	100.0	4	3	75.0
MICHOACAN	3,330	109	3.3	113	3	2.7
SINALOA	2,311	1,740	75.3	18	7	38.8
SONORA	1,771	942	53.2	69	10	14.5
TAMAULIPAS	2,238	900	40.2	43	8	18.6
<b>TOTAL:</b>	<b>9,953</b>	<b>3,994</b>	<b>40.1</b>	<b>247</b>	<b>31</b>	<b>12.6</b>
<i>RECURRENCIA DE CICLONES DE 5 A 7 AÑOS</i>						
BAJA CALIFORNIA	1,368	1,333	97.4	4	3	75.0
CAMPECHE	573	288	50.3	8	5	62.5
COLIMA	413	193	46.7	10	3	30.0
JALISCO	5,125	149	2.9	124	5	4.0
QUINTANA ROO	372	107	28.8	7	3	42.9
<b>TOTAL:</b>	<b>7,851</b>	<b>2,070</b>	<b>26.3</b>	<b>153</b>	<b>19</b>	<b>12.4</b>
<i>RECURRENCIA DE CICLONES DE 8 A 26 AÑOS</i>						
CHIAPAS	2,477	296	11.9	110	10	9.0
GUERRERO	2,515	907	36.0	75	13	17.3
NAYARIT	835	353	42.3	19	5	26.3
OAXACA	2,630	726	27.6	570	91	16.0
TABASCO	1,276	379	29.7	17	4	23.5
VERACRUZ	6,523	1,400	21.5	203	36	17.7
YUCATAN	1,278	124	9.7	106	17	16.0
<b>TOTAL:</b>	<b>17,534</b>	<b>4,185</b>	<b>23.9</b>	<b>1,100</b>	<b>176</b>	<b>16.0</b>

**FUENTE:** 1, 2 Estimado por la Dirección General del Registro Nacional de Población en base al X Censo General de Población y Vivienda y de las Proyecciones de Población de México y de las entidades federativas. 1980-2010. INEGI-CONAPO.

3, 4 X Censo General de Población y Vivienda de 1980. INEGI. Secretaría de Programación y Presupuesto.

Cuadro 07

## CICLONES TROPICALES QUE PENETRARON EN LOS ESTADOS COSTEROS DEL PAIS EN EL PERIODO 1961 - 1988

ENTIDADES FEDERATIVAS	TOTAL DE CICLONES TROPICALES
BAJA CALIFORNIA SUR	4
CAMPECHE	1
COLIMA	2
GUERRERO	3
JALISCO	2
MICHOACAN	3
NAYARIT	1
QUINTANA ROO	2
SINALOA	10
SONORA	4
TAMAULIPAS	9
VERACRUZ	1
YUCATAN	1
<b>TOTAL:</b>	<b>43</b>

**FUENTE:** Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional. Cuadro 08

identificaba ya como tormenta tropical. Dos días después tenía categoría de huracán y atravesaba la isla de Jamaica, con dirección hacia las costas de Quintana Roo.

Los daños que el Gilbert causó en los estados de Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas y Nuevo León, y en menor grado en Campeche y Coahuila, fueron considerables. En algunas zonas han permanecido indicios de su paso en las actividades agropecuarias, las comunicaciones, la navegación y la infraestructura. Provocó también lamentable pérdida de vidas humanas y desquiciamiento de los servicios urbanos. Todo esto podemos observarlo en el **cuadro 09**.

### INUNDACIONES

#### DESCRIPCION DEL FENOMENO

Se considera inundación al flujo o a la invasión de agua por exceso de escurrimientos superficiales o por acumulación en terrenos planos, ocasionada por falta o insuficiencia de drenaje tanto natural como artificial.

Las inundaciones generalmente son consecuencia directa de otros fenómenos hidrometeorológicos y, en ocasiones, son inducidas con fines técnicos y de beneficio económicosocial. Por ejemplo, desde el punto de vista técnico, las extracciones de control que se realizan a las presas de almacenamiento cuando presentan niveles extraordinarios, con el objeto de mantener la seguridad de la cortina y obras conexas. En cuanto a la parte de beneficio económicosocial, la inundación inducida en áreas no productivas se realiza para evitar o disminuir los daños en centros de alto desarrollo urbanoindustrial o agropecuario y también con el fin de recargar los depósitos de agua subterráneos.

En general, la magnitud de una inundación provocada por calamidades de origen hidrometeorológico, depende de la intensidad de las

**DAÑOS CAUSADOS POR LA INCIDENCIA DEL HURACAN GILBERT**  
(SEPTIEMBRE 1988)

ENTIDADES	AGRICULTURA		ASENTAMIENTOS HUMANOS				
	TOTALES HAS.	PARCIALES HAS.	CASAS HABITACION	HABITANTES EVACUADOS	DAMNIFICADOS	DECESOS	HERIDOS
QUINTANA ROO		100,000	1,468	35,000	8,000	16	
YUCATAN	54,600	101,400	1,150	20,000	6,000	6	
CAMPECHE	22,000	34,000	870	10,000	4,000	8	
TAMAULIPAS	18,407	33,721	1,778	39,374	10,110	10	43
COAHUILA			3,820	30,000	20,000	180	3
NUEVO LEON			653	5,000	3,500	5	
<b>TOTAL:</b>	<b>95,007</b>	<b>269,121</b>	<b>9,739</b>	<b>139,374</b>	<b>51,610</b>	<b>225</b>	<b>46</b>

Cuadro 09

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua. Subdirección General de Administración del agua.

lluvias, de su distribución en el espacio y tiempo, del tamaño de las cuencas hidrológicas afectadas, así como de las características del suelo y del drenaje natural o artificial de las cuencas.

Las inundaciones pueden clasificarse por su origen en pluviales, fluviales y lacustres. Las pluviales se deben a la acumulación de la precipitación (lluvia, granizo y nieve, principalmente), que se concentra en terrenos de topografía plana o en zonas urbanas con insuficiencia o carencia de drenaje. Las fluviales son aquellas que se originan cuando los escurrimientos superficiales son mayores a la capacidad de conducción de los cauces. Las lacustres se originan en los lagos o lagunas por el incremento de sus niveles y son peligrosas por el riesgo que representan para los asentamientos humanos cercanos a las áreas de embalse.

### Causas generadoras de inundaciones

#### *Lluvias intensas*

En periodos de lluvias intensas, regularmente se presenta el fenómeno de saturación de las corrientes naturales de agua, que exceden su cauce normal de conducción, afectando centros de población y áreas de producción. Esto se deriva principalmente de la baja capacidad de los ríos ante flujos extraordinarios, aunados a deficiencia de drenaje, saturación del suelo y acumulación de desperdicios, que disminuyen la capacidad hidráulica de los cauces.

#### *Ciclones tropicales*

Las fuertes y abundantes precipitaciones que provocan los ciclones tropicales, la marea de tempestad ocasionada por los fuertes vientos que soplan hacia tierra, y la diferencia de presión atmosférica entre el huracán y los alrededores, genera grandes olas que inundan las costas.

#### *Tormentas puntuales*

Este tipo de precipitaciones comúnmente llamadas trombas, tornados, chubascos, etcétera, cubren áreas de entre 5 y 10 km de diámetro y se presentan acompañadas de descargas eléctricas, intensos vientos y, en ocasiones, de granizo.

#### *Granizo*

El granizo consiste en la lluvia helada que cae con fuerza en forma de granos y provoca taponamiento de las redes de alcantarillado, impidiendo el desalojo de las aguas en las zonas urbanas. En las áreas agrícolas destruye parcial o totalmente las cosechas y altera sus ciclos. También causa daños, por impacto y acumulación en edificaciones.

### *Nieve*

Este fenómeno, que se registra en pocas zonas del país, se considera como agente de inundación debido a que, con el deshielo, ocasiona escurrimientos que se acumulan y alteran el desarrollo de las actividades.

### *Presas*

Los ríos de la República Mexicana y las presas consideradas con mayor grado de riesgo, juegan un papel determinante en la ocurrencia de inundaciones. Una presa se considera riesgosa cuando aguas abajo de la misma, se localizan conglomerados de población con 200 viviendas o más de 1,000 habitantes; o bien, centros de elevada actividad industrial o áreas con un alto índice de productividad agrícola y/o explotación diversa de 500 o más hectáreas.

En la actualidad, las presas ya no son un muro o dique construido a través de un río con objeto de regular su caudal o almacenar agua, sino que se consideran como sistemas hidráulicos vitales para la población y para las actividades agrícolas y ganaderas circundantes. No obstante, una presa puede conformar un peligro para los sistemas existentes en su entorno, ya sea por la capacidad limitada de almacenamiento ante la presencia de grandes avenidas de agua, por fallas estructurales, de diseño u operacionales propias.

Lo anterior resulta de gran relevancia dado que, a lo largo y ancho del territorio nacional, fluye un número considerable de ríos y arroyos, en cuyos cauces y desembocaduras se ha construido infraestructura para el almacenamiento, uso y control de las aguas. En muchos casos, en las riberas y zonas bajas de las presas, existen asentamientos humanos, desarrollos agrícolas, ganaderos e industriales.

### *Daños causados por inundaciones*

#### *Directos*

Consisten principalmente en un menoscabo físico de las propiedades y de la producción. Las actividades y bienes que en mayor medida pueden ser afectados por este tipo de daños son: la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la industria, el comercio, las obras públicas y las edificaciones.

#### *Indirectos*

Son las pérdidas económicas de los productos y servicios de una región derivadas de la interrupción temporal de las actividades agropecuarias, forestales, industriales y de comercio. También se incluye

dentro de este concepto, el gasto que se destina para la ayuda a los damnificados.

### *Intangibles*

Dentro de este concepto se engloban los damnificados, los heridos y las pérdidas de vidas humanas.

A manera de ejemplo, en el **cuadro 10** se aprecia el desglose de la cuantificación de daños directos, indirectos e intangibles causados por inundaciones en la República Mexicana durante 1986.

## **UBICACION GEOGRAFICA**

En las regiones del país donde el periodo de lluvias es más prolongado y abundante, como sucede en la llanura tabasqueña, los ríos son permanentemente caudalosos. En el territorio nacional existen 47 ríos importantes, mismos que fluyen en tres diferentes vertientes: del Golfo, del Pacífico y del Interior (**figura 13 y cuadro 11**).

De manera ilustrativa, en la **figura 14** se muestra la distribución geográfica del número de presas con riesgo detectado en cada entidad federativa. Paralelamente, en el **cuadro 12** se presenta un censo de las mencionadas presas hasta mayo de 1987, en el cual se cita tanto el número de presas, como el de aquellas en las que se ha detectado mayor riesgo en cada entidad federativa, según la SARH. Conforme a esta fuente de información y según se aprecia en la **figura 15** y en el **cuadro 13**, los estados que han tenido más de 100 inundaciones en un periodo de 39 años (1950-1988) son, en orden de importancia: Veracruz 417, Sonora 262, Jalisco 202, México 153, Guanajuato 149, Michoacán 121, Guerrero 118, Durango 117, Tamaulipas 112 y Nayarit 108.

## **AFECTABILIDAD**

Durante el periodo de 1950-1988 se alcanzó un total de 2,681 inundaciones, lo que implica estadísticamente un promedio anual de 70 inundaciones significativas y un riesgo potencial cercano a los 18 millones de habitantes (**cuadro 13**).

Como puede advertirse con base en esos datos, las entidades federativas donde se presentan más inundaciones son Veracruz, Sonora y Jalisco, las cuales, en forma global tienen una población expuesta cercana a los 4 millones de habitantes. Asimismo, se observa que las localidades que con más frecuencia se inundaron fueron: Alto Lucero (65), en Veracruz; Guadalajara (32), en Jalisco; Durango (29), en Durango; Santiago Ixcuintla (27), en Nayarit; y Tampico (26) en Tamaulipas. Estas localidades totalizan una población expuesta cercana a los 3 millones de habitantes.

## EVALUACION DE DAÑOS CAUSADOS POR INUNDACIONES EN EL AÑO DE 1986

CONCEPTO	DIRECTOS (MILLONES \$)	DAÑOS	
		INDIRECTOS (MILLONES \$)	INTANGIBLES (PERSONAS)
1. CASAS HABITACION	674		
2. OBRAS A CARGO DE LA SARH.	1,025		
3. OBRAS A CARGO DE OTRAS DEPENDENCIAS.	857		
4. AGRICULTURA	19,960		
5. GANADERIA	79		
6. INDUSTRIA Y COMERCIO	883		
7. CAMINOS Y PUENTES			
8. DAMNIFICADOS		151'156,344	
9. PERDIDAS HUMANAS			56,091
10. HERIDOS			25
			34
<b>TOTAL:</b>	<b>23,477</b>	<b>151'156,344</b>	<b>56,150</b>

FUENTE: Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua,  
Subdirección General de Administración del Agua.



Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dirección General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos, Dirección de Aguas Superficiales

Figura 13

**PRINCIPALES RIOS DE LA REPUBLICA MEXICANA Y SU VERTIENTE**

HIDROMETEOROLOGICOS

<i>R I O S</i>	<i>VERTIENTE</i>	<i>SECCION</i>	<i>R I O S</i>	<i>VERTIENTE</i>	<i>SECCION</i>
1. BRAVO 2. CONCHOS 3. SAN FERNANDO 4. SOTO LA MARINA 5. TAMESI 6. PANUCO 7. SAN DIEGO 8. SAN RODRIGO 9. SABINAS 10. SALADO	DEL GOLFO	NORTE	26. COLORADO 27. SONORA 28. YAQUI 29. MAYO 30. FUERTE 31. SINALOA 32. CULIACAN 33. HUMAYA 34. SAN PEDRO 35. LERMA-SANTIAGO	DEL PACIFICO	NORTE
11. TUXPAN 12. CAZONES 13. TECOLUTLA 14. JAMAPA 15. BLANCO 16. PAPALOAPAN		CENTRO	36. ARMERIA 37. OMETEPEC 38. BALSAS		CENTRO
17. COATZACOALCOS 18. MEZCALAPA 19. GRIJALVA 20. USUMACINTA 21. HONDO 22. CHAMPOTON 23. SAN PEDRO Y SAN PABLO 24. TONALA 25. CANDELARIA		SUR	39. PAPAGAYO 40. VERDE 41. TEHUANTEPEC 42. SUCHIATE		SUR
			43. CASAS GRANDES 44. SANTA MARIA 45. CARMEN	INTERIOR	COMARCA DE LOS INDIOS PUEBLOS
			46. NAZAS 47. AGUANAVAL		COMARCA LAGUNERA

VERSION DICIEMBRE 1991  
PAGINA 49 de 121



Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, Dirección General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos, Dirección de Ingeniería de Ríos

Figura 14

**PRESAS REGISTRADAS POR ENTIDAD FEDERATIVA Y CANTIDAD DE ELLAS  
CENSADAS CON RIESGO DETECTADO, 1987**

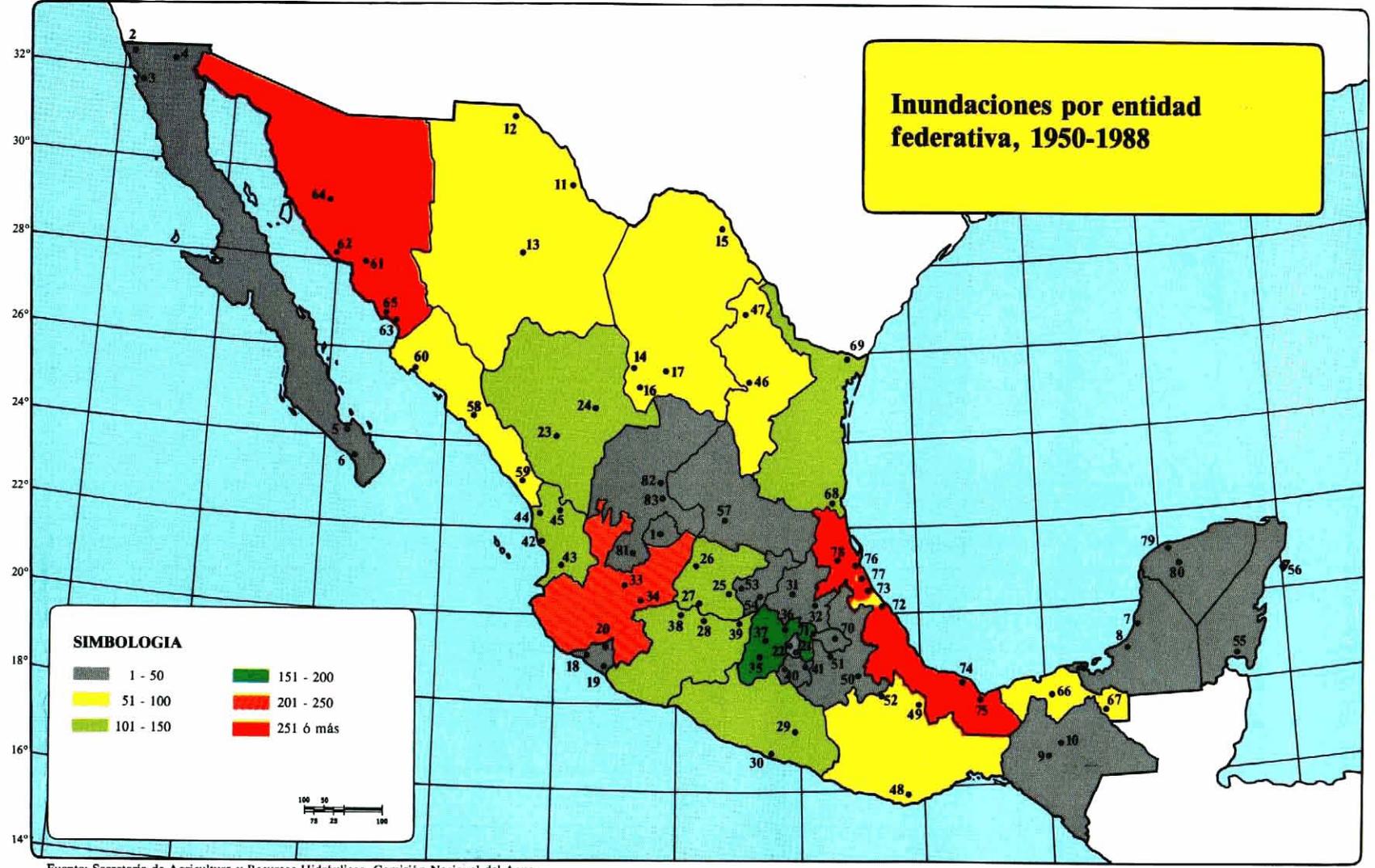
<i>ESTADO</i>	<i>PRESAS REGISTRADAS EN EL ESTADO</i>	<i>PRESAS CENSADAS CON RIESGO DETECTADO</i>
1. AGUASCALIENTES	74	2
2. BAJA CALIFORNIA	20	15
3. BAJA CALIFORNIA SUR	16	
4. CAMPECHE		
5. COAHUILA	139	19
6. COLIMA	45	
7. CHIAPAS	23	7
8. CHIHUAHUA	132	60
9. DISTRITO FEDERAL	27	20
10. DURANGO	306	80
11. GUANAJUATO	220	87
12. GUERRERO	31	19
13. HIDALGO	165	15
14. JALISCO	276	108
15. MEXICO	194	54
16. MICHOACAN	252	50
17. MORELOS	125	79
18. NAYARIT	54	3
19. NUEVO LEON	164	55
20. OAXACA	94	
21. PUEBLA	70	
22. QUERETARO	127	
23. QUINTANA ROO		
24. SAN LUIS POTOSI	147	8
25. SINALOA	37	24
26. SONORA	39	13
27. TABASCO		
28. TAMAULIPAS	152	20
29. TLAXCALA	21	
30. VERACRUZ	58	41
31. YUCATAN	1	
32. ZACATECAS	202	21
<b>TOTAL:</b>	<b>3,211</b>	<b>800</b>

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Administración del Agua.

Cuadro 12

HIDROMETEOROLOGICOS

VERSION DICIEMBRE 1991  
PAGINA 51 de 121



Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Administración del Agua

Figura 15

**INUNDACIONES PRESENTADAS Y LOCALIDADES MAS INUNDADAS EN UN PERIODO DE 39 AÑOS  
(1950 - 1988)**

HIDROMETEOROLOGICOS

VERSION DICIEMBRE 1991  
PAGINA 53 de 121

ENTIDAD FEDERATIVA	POBLACION	NO. EN EL MAPA (FI- GURA 15)	INUNDACIONES		HABITANTES EXPUESTOS *
			TOTAL ENTIDAD	TOTAL LOCALIDAD	
AGUASCALIENTES			6		
BAJA CALIFORNIA	AGUASCALIENTES	1		4	461
	TIJUANA	2	50	15	536
	ENSENADA	3		14	204
BAJA CALIFORNIA SUR	MEXICALI	4		11	594
	LA PAZ	5	17	3	148
CAMPECHE	REGION TODOS SANTOS	6		3	
	CAMPECHE	7	24	9	207
CHIAPAS	CHAMPOTON	8		4	56
	TUXTLA GUTIERREZ	9	46	9	198
CHIHUAHUA	SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS	10		6	72
	OJINAGA	11	93	12	29
COAHUILA	CD. JUAREZ	12		15	629
	DELICIAS	13		8	91
	TORREON	14	93	9	439
COLIMA	CD. ACUÑA	15		5	51
	MATAMOROS	16		7	
	PARRAS	17		5	47
	MANZANILLO	18	35	7	87
DISTRITO FEDERAL	TECOMAN	19		4	80
	COLIMA	20		6	
	RIO CHURUBUSCO <sup>1</sup>	21	45	7	
	RIO SAN JOAQUIN <sup>2</sup>	22			

\* MILES

<sup>1</sup> Delegaciones Benito Juárez y Coyoacán.

<sup>2</sup> Delegación Miguel Hidalgo.

Cuadro 13  
(CONTINUA)

**INUNDACIONES PRESENTADAS Y LOCALIDADES MAS INUNDADAS EN UN PERIODO DE 39 AÑOS  
(1950 - 1988)**

ENTIDAD FEDERATIVA	POBLACION	NO. EN EL MAPA (FI- GURA 15)	INUNDACIONES		HABITANTES EXPUESTOS *
			TOTAL ENTIDAD	TOTAL LOCALIDAD	
DURANGO			117		
	DURANGO	23		29	372
	CANATLAN	24		18	75
GUANAJUATO			149		
	CELAYA	25		12	255
	LEON	26		12	761
	IRAPUATO	27		9	
	SALAMANCA	28		10	185
GUERRERO			118		
	CHILPANCINGO	29		12	
	ACAPULCO	30		19	118
HIDALGO			44		488
	PACHUCA	31		5	
	VEGA DE METZTITLAN	32		6	156
JALISCO			202		23
	GUADALAJARA	33		32	
	LA BARCA	34		7	1,907
MEXICO			153		56
	CHALCO	35		14	
	ECATEPEC DE MORELOS	36		11	111
	NAUCALPAN	37		16	1,156
MICHOACAN			121		
	ZAMORA	38		10	133
	LA PIEDAD	39		9	73
MORELOS			30		
	CUERNAVACA	40		9	301
	YAUTEPEC	41		6	36
NAYARIT			108		
	SANTIAGO IXCUINTLA	42		27	114
	TUXPAN	43		11	39
	TECOALA	44		10	
	ACAPONETA	45		8	

\* MILES

Cuadro 13  
(CONTINÚA)

**INUNDACIONES PRESENTADAS Y LOCALIDADES MAS INUNDADAS EN UN PERIODO DE 39 AÑOS  
(1950 - 1988)**

ENTIDAD FEDERATIVA	POBLACION	NO. EN EL MAPA (FI- GURA 15)	INUNDACIONES		HABITANTES EXPUESTOS*
			TOTAL ENTIDAD	TOTAL LOCALIDAD	
NUEVO LEON			51		
	MONTERREY	46		20	1,342
	ANAHUAC	47		4	22
OAXACA			66		
	JUCHITAN	48		6	5
	TUXTEPEC	49		6	68
PUEBLA			28		
	CD. SERDAN	50		4	
	PUEBLA	51		5	999
	TEHUACAN	52		3	136
QUERETARO			28		
	QUERETARO	53		15	369
	TEQUISQUIAPAN	54		3	
QUINTANA ROO			9		
	CHETUMAL	55		4	
	COZUMEL	56		2	38
SAN LUIS POTOSI			10		
	SAN LUIS POTOSI	57		5	483
SINALOA			93		
	CULIACAN	58		22	700
	MAZATLAN	59		14	312
	GUASAVE	60		11	

HIDROMETEOROLOGICOS

VERSION DICIEMBRE 1991  
PAGINA 55 de 121

Cuadro 13  
(CONTINÚA)

**INUNDACIONES PRESENTADAS Y LOCALIDADES MAS INUNDADAS EN UN PERIODO DE 39 AÑOS  
(1950 - 1988)**

ENTIDAD FEDERATIVA	POBLACION	NO. EN EL MAPA (FI- GURA 15)	INUNDACIONES		HABITANTES EXPUESTOS*
			TOTAL ENTIDAD	TOTAL LOCALIDAD	
SONORA			262		
	CAJEME	61		14	299
	VILLA GUAYMAS	62		14	155
	ETCHOJOA	63		11	78
	HERMOSILLO	64		12	399
	HUATABAMPO	665		12	71
TABASCO			73		
	VILLAHERMOSA	66		13	301
	TENOSIQUE	67		7	46
TAMAULIPAS			112		
	TAMPICO	68		26	311
	MATAMOROS	69		11	277
TLAXCALA			36		
	TLAXCALA	70		6	42
	PANOTLA	71		4	16
VERACRUZ			417		
	ALTO LUCERO	72		65	33
	MARTINEZ DE LA TORRE	73		16	111
	COATZACOALCOS	74		14	228
	MINATITLAN	75		16	176
	TUXPAN	76		15	117
	NAUTLA	77		13	
	POZA RICA	78		15	202

\* MILES

Quadro 13  
(CONTINÚA)