



ESTUDIOS AMBIENTALES Y RIESGOS NATURALES

Aportaciones al sureste de México

Rodolfo Palacios Silva (coordinador)

Colección
Jaguar



UNICACH

I. Los desastres naturales y sus costos

M.I. Raúl González Herrera

Desastres naturales y su clasificación

Un desastre puede definirse como^[7]: “un evento o suceso que ocurre, en la mayoría de los casos, de forma repentina e inesperada, causando sobre los elementos sometidos alteraciones intensas, representadas en la pérdida de vida y salud de la población, la destrucción o pérdida de los bienes de una colectividad y daños severos sobre el medio ambiente”. Esta situación significa la desorganización de los patrones normales de vida, generando desconcierto en las personas, efectos sobre la estructura socioeconómica de una región o un país y la modificación del medio ambiente, lo cual determina la necesidad de asistencia y de intervención inmediata, que puede durar varios años.

Para definir un desastre debemos definir el subsistema que los produce y el que los controla. De esta diferenciación surgen dos elementos esenciales: calamidad y desastre. El primero entendido como aquel fenómeno destructivo que perturba y provoca daños a un sistema propenso a sus impactos, puede ser una región, comunidad, área, obra, etcétera., que abarca tanto la población expuesta y sus bienes como el medio ambiente; el segundo, no sólo se refiere a los estados mismos de pérdidas humanas y daños materiales, sino a todas las consecuencias adversas que se caracterizan por múltiples alteraciones del orden normal de las relaciones productivas, comerciales, sociales, de seguridad y políticas en la sociedad ^[10].

Los desastres pueden ser originados por la manifestación de un fenómeno natural, provocados por el hombre o como consecuencia de una falla de carácter técnico en sistemas industriales o bélicos. Las ciudades y sus construcciones deben ser capaces de comportarse de manera correcta ante éstos, tras cumplir las recomendaciones de los estudios de riesgo, como lo ejemplifica ^[6], para el caso del terrorismo en los Estados Unidos y en particular tras el atentado del 11 de septiembre del 2001.

Algunos desastres de origen natural corresponden a amenazas que no pueden ser neutralizadas debido a que difícilmente su mecanismo de origen puede ser intervenido, aunque en algunos casos puede controlarse parcialmente (esto se refiere al desastre más nunca al fenómeno) ya que sus manifestaciones pueden ser paulatinas en el tiempo e identificadas mediante monitoreo constante, planificación de las ciudades, respeto de los derechos de vía y áreas protegidas, construcción con sistemas de control de la respuesta y verificando reglamentos para actualizarlos y cumplirlos.

Los desastres, cualesquiera que sean sus génesis, causas y procesos desencadenantes, ocurren en todas las escalas, desde lo individual - familiar y puntual - hasta lo nacional e internacional, los cuales sólo son diferenciados según las capacidades y conocimientos para la mitigación que cada comunidad o individuo haya logrado desarrollar.

Una lista general de los fenómenos naturales que pueden originar desastres o calamidades es la siguiente:

- Terremotos
- Tsunamis (maremotos)
- Erupciones volcánicas
- Huracanes (tormentas y vendavales)
- Inundaciones
- Movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes, flujos)
- Sequías (desertificación)
- Epidemias
- Plagas

Entendiendo estos fenómenos como complejos, producen a su vez fenómenos secundarios derivados de los primeros, como es el caso de las avalanchas y los flujos de material piroclástico, los que están directamen-

te asociados con el fenómeno volcánico. Existen otros fenómenos que pudieran asimilarse como equivalentes, como es el caso de los tornados, ciclones tropicales o tifones, que pueden relacionarse con el término huracanes. La mayoría de estos fenómenos ocurren de forma cataclísmica, es decir, súbitamente y afectan un área no muy grande. Sin embargo, hay casos como la desertificación y las sequías, que ocurren durante un largo periodo sobre áreas extensas de manera casi irreversible.

Los desastres de tipo antrópico pueden ser originados intencionalmente por el hombre o por una falla de carácter técnico, la cual puede desencadenar fallas en serie, causando un desastre de gran magnitud. Como ejemplo podemos citar el terrorismo ocurrido el 11 de septiembre de 2001, el cual culminó en una guerra de consecuencias impactantes para el mundo y produjo una crisis social y un estancamiento económico de orden mundial. Entre otros desastres de origen antrópico pueden mencionarse los siguientes:

- Guerras
- Terrorismo
- Explosiones
- Incendios
- Accidentes
- Deforestación
- Contaminación
- Colapsos (impactos)

En la actualidad los centros urbanos ofrecen una alta susceptibilidad a que se presenten este tipo de eventos debido a la concentración de la industria y su vinculación con zonas urbanas de alta densidad de población, de la edificación masiva y de los medios e infraestructura de transporte, comunicación y energía en pequeñas áreas.

Marco conceptual del riesgo

Ante la diversidad de conceptos acerca de los desastres naturales que eran propuestos por algunos autores de todo el mundo y con el fin de unificar sus acepciones, la Oficina de las Naciones Unidas para Desastres (UNDRO) que está dentro de la Oficina para Asuntos Humanita-

rios (DAH) en conjunto con el Programa para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) promovió una reunión de expertos para obtener conceptos homogéneos para la disciplina. A partir de esta reunión, las acepciones que se utilizan en esta disciplina son:

- **Amenaza o peligro (Hazard – H)**, definida como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado.
- **Vulnerabilidad (V) (Vulnerability – V)**, conocida como el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo, resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, expresada en una escala desde cero “0”, o sin daño, hasta uno “1”, o pérdida total.
- **Riesgo Específico (Specific Risk – R_s)**, como el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.
- **Elementos bajo Riesgo (E)**, como la población, las edificaciones y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuestos en un área determinada.
- **Riesgo Total (Total Risk – R_t)**, como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica, debido a la ocurrencia de un evento desastroso, es decir, el producto del riesgo específico R_s y los elementos bajo riesgo E.

En otras palabras, la evaluación del riesgo puede llevarse a cabo mediante la siguiente formulación general:

$$R_t = E * R = E * (HV) \quad (1)$$

Considerando la exposición E, implícita en la vulnerabilidad V, sin que esto modifique la concepción original, podría plantearse que:

Una vez conocida la amenaza o peligro H_t, entendida como la susceptibilidad o posibilidad de que se presente un evento con una intensidad mayor o igual a i durante un periodo de exposición t, y conocida

la vulnerabilidad V_e , entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto e a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento con una intensidad i , el riesgo R_{ie} puede entenderse como la posibilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento e , como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a i ,

$$R_{ie} = (H_i, V_e) \quad (2)$$

Es decir, la posibilidad de exceder unas consecuencias sociales y económicas durante un periodo de tiempo t dado.

De una manera más exacta, entonces, pueden distinguirse dos conceptos que en ocasiones han sido equivocadamente considerados como sinónimos pero que son diferentes tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo:

- La amenaza o peligro, o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente. Matemáticamente es expresado como la posibilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y en cierto periodo de tiempo.
- El riesgo, o daño, destrucción o pérdida esperada obtenido de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la posibilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en cierto sitio y en cierto periodo de tiempo. Según ^[2], la palabra riesgo proviene de la palabra griega RHIZA que hace alusión a los peligros de navegar alrededor de un arrecife.

En términos generales, la vulnerabilidad puede entenderse, entonces, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas, y por lo tanto su evaluación

contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso.

La vulnerabilidad de un grupo de personas o de una región está inseparablemente ligada a los procesos sociales, culturales y económicos en el lugar, así como a la transformación agrícola y ecológica de la región.

Según ^[2], las vulnerabilidades se crean; son el producto de la evolución —tanto positiva como negativa— de la sociedad, puesto que reflejan la debilidad, las falencias o los trastornos dentro de la evolución de una determinada sociedad.

La diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo está en que la amenaza está relacionada con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo está relacionado con la posibilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente relacionadas no sólo con el grado de exposición de los elementos sometidos, sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento.

Debemos considerar que los elementos en riesgo son: Las construcciones, las actividades económicas, culturales y sociales, la infraestructura, los servicios públicos, las líneas de comunicación, vidas humanas, entre otras.

Otro elemento a considerar es la gestión del riesgo, que es el proceso multidisciplinario mediante el cual los organismos públicos o privados pueden trabajar organizadamente para reducir el riesgo en una región. En la figura 1 se muestra el ciclo en que se puede esquematizar la gestión del riesgo.



Figura 1. Ciclo de la gestión de riesgos y reducción de la vulnerabilidad ^[2]

A través de la gestión de riesgos es posible trabajar en los siguientes temas:

- Disminuir los efectos de las amenazas naturales
- Intervención de la vulnerabilidad de las ciudades y los elementos expuestos
- Reducir al mínimo las amenazas socio-naturales y tecnológicas
- Prevenir el deterioro del medio ambiente

Importancia económica de los estudios de riesgo en el mundo

Con el establecimiento de las primeras ciudades, comenzó el reto para sus habitantes de estudiar las condiciones de la región donde establecían su urbe y las técnicas de construcción adecuadas para estas. Pronto descubrirían que el sitio elegido debía ser estratégico no sólo para satisfacer sus necesidades de alimento, agua, defensa, clima, etcétera., sino que relacionados a las ciudades, existían peligros naturales relativos que debían considerarse.

Los sismos han sido uno de los retos más importantes para las ciudades desde sus comienzos. Son varios los relatos de ciudades de la antigüedad que desaparecieron o se refundaron en otro sitio tras la ocurrencia de un sismo de magnitud importante (Pompeya y Herculano), perdieron su estatus de capital (la ciudad de Antigua en Guatemala) o simplemente la gente emigraba a otra, para sentirse a salvo.

Otro elemento a considerar es que, desde hace casi mil años, ya eran alarmantes las pérdidas de vidas humanas en ciudades ubicadas en países densamente poblados, como China e India (véase figura 2b).



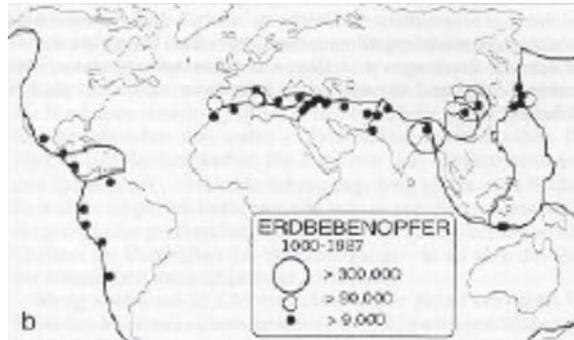
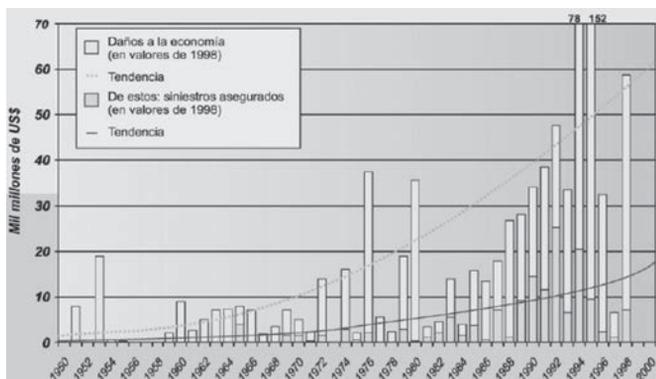


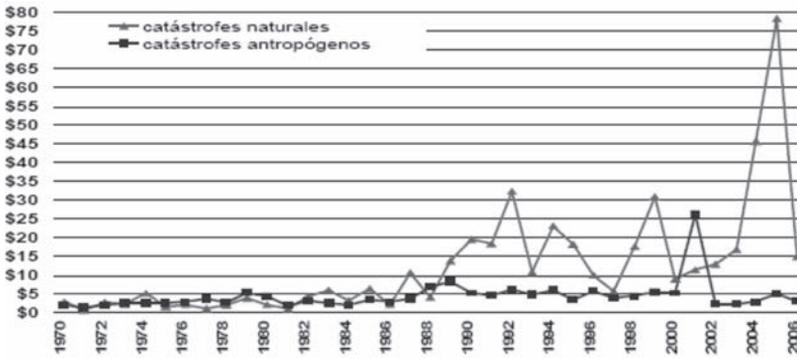
Figura 2. a) Ciudades en el año 2000 con más de dos millones de habitantes y b) Terremotos ocurridos desde el año 1000 y hasta 1987 con más de 9,000 víctimas [1]

No obstante que a lo largo de los años la ingeniería ha evolucionado permitiendo mejorar los sistemas estructurales y constructivos y contar con reglamentos constructivos más específicos, sin embargo, las dimensiones que han alcanzado algunas de las ciudades, los costos de los terrenos más seguros, la desatención por parte de las autoridades de la invasión de terrenos ubicados en zonas de alto riesgo y la falta de planeación urbana, en gran medida potenciada por un crecimiento descontrolado de las zonas urbanas por la pobreza del campo, ha hecho que cada vez más habitantes desarrollen su vida en zonas de mayor riesgo de distintos fenómenos naturales.

a)



b)



c)

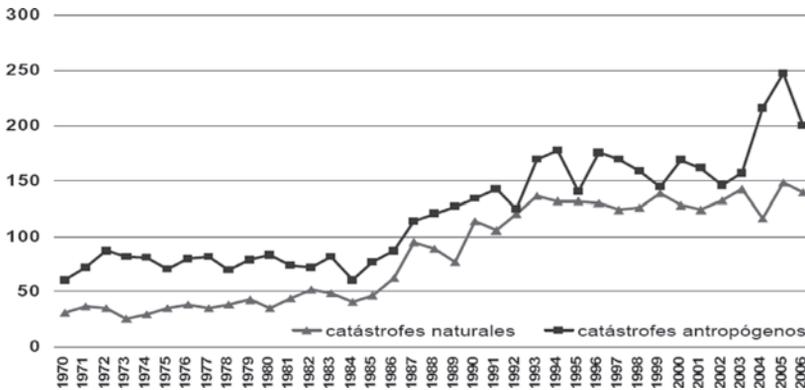


Figura 3. a) Daños económicos mundiales debidos a desastres naturales para la segunda mitad del siglo XX [14]. Los años 1994 y 1995 no se representan a escala y sólo se señala la cantidad económica que representaron para el mundo. b) Número de eventos catastróficos en el mundo catalogados por su origen natural y antropogénico [1]. a) Costos asociados a los desastres en miles de millones de dólares a precios de 2006 [1].

En la actualidad los riesgos para la ciudades han crecido exponencialmente (véase figuras 3a, 3b y 3c), no obstante que en nuestros días

se tiene mayor información sobre estos fenómenos, se caracteriza mejor el peligro y se ha establecido un importante número de metodologías para evaluar la vulnerabilidad, el riesgo y sus costos asociados. Las dimensiones de las ciudades y la inversión de la infraestructura presente, hace que el nivel de riesgo económico y social sea cada vez más alto, siendo ahora casi imposible trasladar las ciudades hacia otro sitio como en el pasado.

La figura 3a muestra de manera esquemática una gráfica elaborada con información procesada en el CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres Naturales), donde se indica de manera general el comportamiento mundial de los desastres naturales para un periodo de 50 años, con sus respectivas consecuencias sociales y económicas.

En la figura 3b se enumera el crecimiento anual de los principales desastres en el mundo recopilados ^[1] y en la figura 3c se refleja el impacto económico de los desastres, donde es claro que se incrementan, pero que adicionalmente el costo de los ocasionados por fenómenos naturales es muy superior recientemente a los ocasionados por el hombre que guardan una tendencia estable, lo que hace que muchos investigadores afirmen que el cambio climático es el causante.

Lo que es indudable es que los desastres muestran una tendencia de crecimiento exponencial, lo cual denuncia que cada vez son más vulnerables las principales economías mundiales a los desastres y cada uno de estos eventos tiene repercusiones no sólo locales como en el pasado (véase figura 4), sino a nivel mundial.

El sismo de abril de 1906 en San Francisco del que se muestra una fotografía en la figura 4, desapareció prácticamente la ciudad, no sólo por la acción del sismo sino por los incendios que se provocaron tras el sismo. No obstante la destrucción, su impacto no fue devastador en la economía nacional y el efecto mundial fue discreto, sin embargo en nuestros días un evento de esta magnitud representaría un impacto no sólo nacional, sino mundial y hay estadísticas que dicen que de ocurrir en el año 2005 un evento similar podría costar 108 mil millones de dólares, lo cual si podría desestabilizar la economía mundial.



Figura 4. Daños por el sismo de abril de 1906 en San Francisco, California [8].

Tras analizar lo anteriormente expuesto, las principales economías del mundo organizaron conjuntamente en mayo de 1994 en Yokohama, Japón, la primera Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres, que tuvo como elemento de coincidencia el trabajo desarrollado por todos los participantes, el cual fue denominado “Estrategia de Yokohama para un mundo más seguro y su plan de acción”¹.

Dentro de esta estrategia global se manifestó un compromiso generalizado para implementar las siguientes acciones en pro de la reducción de desastres mundiales para las siguientes áreas:

- Sociológicas: aprender a vivir con el riesgo mediante una cultura de la prevención y difusión de las amenazas naturales y sus consecuencias.
- Técnicas: realizar investigación sobre el tema para reducir la vulnerabilidad, estando conscientes del peligro y divulgarlo a la sociedad de manera clara y concisa.
- Políticas: gestión integral de riesgos, planificación del desarrollo urbano en las ciudades y brindar recursos para la prevención.

Sin embargo, tras haber transcurrido más de quince años de haberse celebrado la cumbre de Yokohama, los desastres subsecuentes en el mundo han sido cada vez más costosos, esto ha ocasionado que la manera en que se estudia el fenómeno del riesgo, así como el número

¹ http://www.unisdr.org/eng/about_isdr/bd-yokohama-strat-eng.htm

de investigadores involucrados y los recursos asignados para esta tarea sean cada vez mayores.

Basta como ejemplo recordar que posterior a la cumbre de Yokohama, han ocurrido sismos como los de Northridge (Estados Unidos, 1994), Kobe (Japón, 1995), Bam (Irán, 2003), Tecomán (México, 2003), Pisco (Perú, 2007), y Wenchuan (China, 2008), el maremoto del océano Índico, huracanes como Stan, Wilma y Katrina; entre otras catástrofes las cuales suman más de 71,000 eventos a nivel mundial con 400,000 fallecidos y más de 1,000 millones de dólares en pérdidas ^[5].

En el año 2005 y para el periodo 2005-2015 se llevó a cabo otra reunión en la ciudad de Kobe, Japón a diez años del sismo más costoso de la historia (180 billones de dólares) donde se hicieron los compromisos siguientes:

- Implementar la reducción de riesgos de los desastres a todos los niveles y, en particular, su integración en los procesos de planificación del desarrollo.
- Reducción de los riesgos a través de la reducción de la pobreza, el desarrollo y la preservación del medio ambiente.

Importancia económica de los estudios de riesgo en México

El CENAPRED es la instancia que en nuestro país ha estudiado el fenómeno de riesgo con todos sus componentes, así como los costos asociados a los desastres. Ha documentado su investigación económica en una serie de reportes denominados “Impacto Socioeconómico de los Desastres en México”, los cuales fueron coordinados ^[4], y aún siguen desarrollándose anualmente, estando hasta la fecha publicado en línea el anuario 2006. En síntesis, de estas investigaciones se desprenden las siguientes cifras para todo el país durante el periodo de 1900 al año 2000:

- Durante el siglo XX, en nuestro país ocurrieron 71 sismos con magnitud $M \geq 6.0$.
- El 33% de la población (hasta el censo del INEGI del año 2000) vive en zonas de alto y muy alto peligro sísmico.
- Durante el sismo de 1985 según cifras oficiales hubo pérdidas por 4,500 millones de dólares, más de 10,000 víctimas fatales y 90,000 viviendas dañadas.

- En 1999 con dos sismos (Colima y Puebla), de M_{7.5}, hubo daños en 51,000 viviendas, 3,600 escuelas y 221 hospitales.
- En el periodo comprendido entre los años 1980 y 1999, el impacto de los huracanes en México produjo un poco más de 160,000 viviendas dañadas y 55,000 viviendas destruidas.
- Fuera de los cien años de estudio, pero un dato interesante corresponde a los fenómenos del año 2005 cuando los huracanes Stan y Wilma, produjeron daños en nuestro país por 15,000 millones de dólares (tres veces más que en el sismo de 1985, pero se debe considerar que estos datos se relacionan con montos asegurados)²

Revisando las cifras, podemos entender que los desastres son cada vez más cercanos a nosotros y representan un costo que el país no puede superar fácilmente, lo cual se comprende de manera muy contundente tras considerar el tiempo de recuperación del país con el sismo de 1985.

Tras un desastre, las regiones afectadas retroceden algunos años en su desarrollo social y económico. Tal es el caso de la ciudad de Tapachula de Córdova y Ordoñez en la costa de Chiapas, que a poco más de tres años del impacto del huracán Stan, siguen siendo infructuosos los esfuerzos de las autoridades y la sociedad civil para alcanzar al menos en cada uno de sus habitantes e infraestructura, las mismas condiciones existentes previas al desastre natural.

En nuestro país los riesgos presentes en cada región de estudio se han catalogado en documentos denominados “Atlas de riesgo” [3], el cual agrupa los riesgos presentes mediante la siguiente clasificación:

- Riesgos geológicos
- Riesgos hidrometeorológicos
- Riesgos químico-tecnológicos
- Riesgos biológicos-sanitarios
- Riesgos socioeconómicos

Hasta el año 2000 y durante todo el siglo pasado, el CENAPRED tiene registrados y estudiados a 101 “grandes desastres” en el territo-

² <http://www.elfinanciero.com.mx/pages/NotaEMail.aspx?IdNota=146273>

rio nacional. Dentro de esta selección, se consideran sólo aquellos que fueron provocados por causas naturales y fueron agrupados de acuerdo con las categorías presentes en los Atlas de riesgo.

El porcentaje representativo de cada una de estas categorías se pueden observar en la figura 5. En ella se muestra que los riesgos geológicos e hidrometeorológicos han aportado el 80% de los desastres naturales y costos asociados a ellos en todo el país durante el periodo de estudio, pero puede intuirse que ha sido así en toda la historia de nuestro país. No obstante los fenómenos socio organizativos no parecen impactar en cantidad, en 1910 se presentó nuestra Revolución cuyos efectos aún no concluyen, con lo cual entender por número de eventos el impacto de los fenómenos, puede ser simplista.

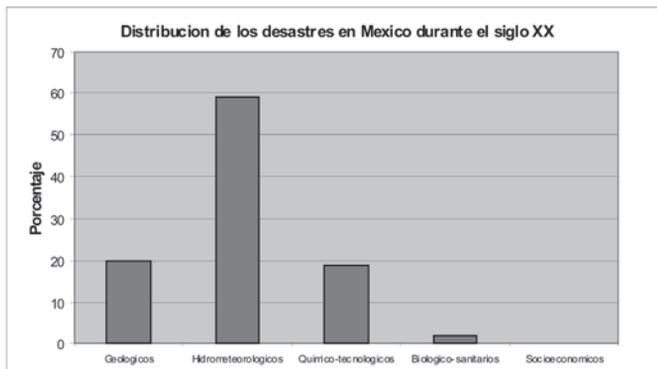


Figura 5. Clasificación de los 101 principales desastres naturales ocurridos en México en el siglo XX ^[4].

No obstante que los fenómenos hidrometeorológicos son los que más daños ocasionaron durante el siglo pasado y al inicio de éste y son los eventos naturales destructores que más frecuentemente se presentaron, los sismos son los que más viviendas dañan por evento como se puede ver en el estudio desarrollado ^[16], donde se analizan 2,674 eventos que se presentaron desde enero 1988 a diciembre de 1997. Los resultados del estudio se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Índice de muertos y heridos, así como viviendas afectadas por desastre natural en México desde 1988 hasta 1999 ^[16].

Concepto	Inundación	Deslizamiento	Incendio	Sismo
Relación de heridos y muertos por evento	0.20	0.70	4.20	0.20
Viviendas afectadas y destruidas por evento	6.60	2.50	0.10	8.30

En la tabla 1 observamos que por inundación y sismo han muerto un promedio de 0.20 personas, una cantidad inferior a los decesos que se presentan en incendios y deslizamientos, sin embargo por sismo se pierden un mayor número de viviendas 8.30 comparadas con las 6.60 que se pierden durante una inundación y no se diga respecto a otros fenómenos naturales como incendio o deslizamiento.

En las figuras 6a y 6b, se muestran las afectaciones que se han presentado en distintos sectores básicos de la economía de los estados y el país según lo reportado por el estudio desarrollado con la metodología denominada *Desinventar*, elaborado por ^[16]. En la gráfica de la figura 6a se observa que Chiapas es el quinto estado con mayor daño en su infraestructura (tan solo por debajo del Distrito Federal, Estado de México, Veracruz y Oaxaca), pero debe considerarse que el estado de Chiapas está muy rezagado en infraestructura, por lo cual, el daño a ésta, afecta aún más a los distintos sectores.

El estudio referenciado no contempla los años 1998, 2005 y 2007, en los cuales el estado de Chiapas ha sido afectado por distintos eventos muy importantes en cuanto al daño que produjeron, considerando lo anterior las cifras se harían más críticas de lo reportado anteriormente para los sectores agropecuario, educación, industria y de transporte, los cuales son los considerados en el estudio. En la gráfica de la figura 6b se observa que Chiapas es el catorceavo estado con mayor daño en su infraestructura de servicios (considerando alcantarillado, energía y acueducto).

La tendencia ascendente de los daños causados por los desastres y considerando lo limitado de los recursos disponibles para resarcirlos (al menos en lo que respecta a la parte económica), pone de manifiesto que una de las mejores alternativas para disminuir el riesgo y atenuar su impacto económico, es reducir la vulnerabilidad de nuestras ciudades, lo cual es una tarea que obliga una mejoría técnica y cultural en la sociedad, así como un marco de legalidad en las decisiones de las autoridades y en su postura frente a las invasiones de terrenos no apropiados para el desarrollo urbano.

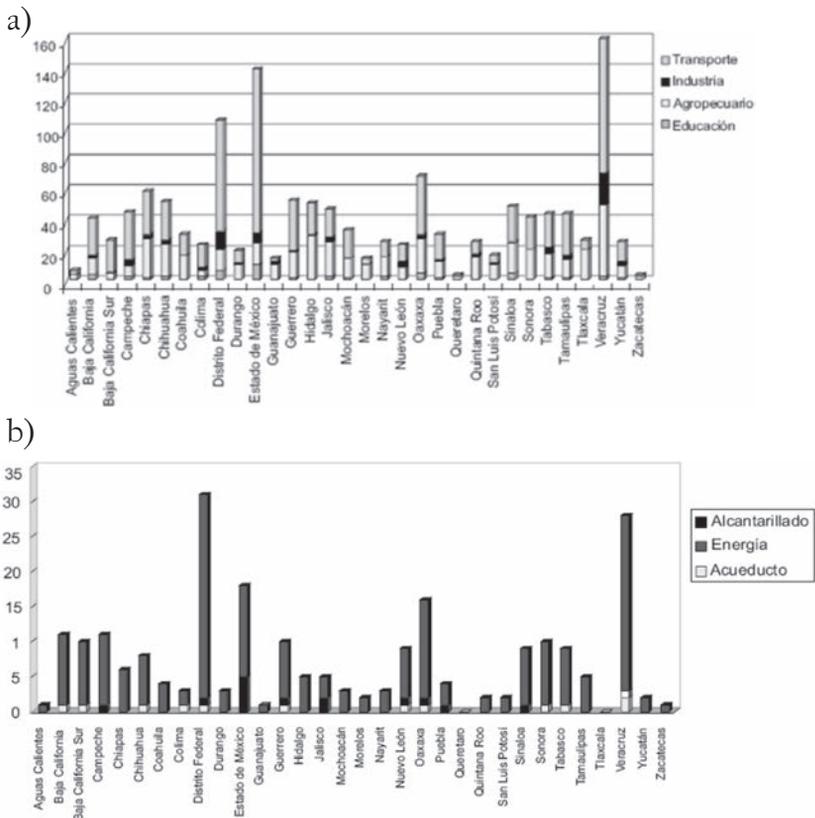


Figura 6. a) Afectaciones a distintos sectores y su respectiva infraestructura ^[16]. b) Afectaciones a distintos servicios y su infraestructura ^[16].

Importancia económica de los estudios de riesgo en Chiapas

Los diversos fenómenos naturales, tras su paso por el estado de Chiapas, también se han convertido en desastres naturales por las condiciones de vulnerabilidad técnica, social y económica que presenta la entidad.

Desde 1996, fecha en que empezó a funcionar el FONDEN (Fondo Nacional para Desastres Naturales), y hasta el 2004 se entregaron a las autoridades del estado de Chiapas, en números cerrados el 20% de este fondo, lo que corresponde a un monto de 5,275.90 millones de pesos.

La cantidad anterior ubicó al estado de Chiapas en el primer lugar de las 32 entidades federativas en cantidad de apoyo recibido. Los resultados anteriores se pueden observar en la figura 7 y denuncia la urgencia de elaborar estudios de riesgo para el estado en general y su capital Tuxtla Gutiérrez.

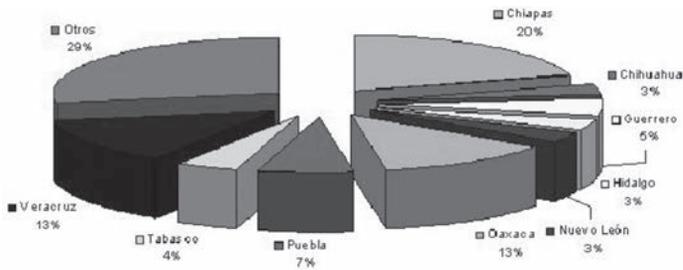


Figura 7. Esquema porcentual de los montos del FONDEN otorgados a las distintas entidades de la República Mexicana [5].

En la más reciente actualización que se hace de los recursos otorgados a los estados mediante el FONDEN [12], se puede observar que debido a que durante el 2006 no hubo desastres importantes en el estado de Chiapas y si en otros estados, el porcentaje de apoyo al estado de Chiapas se redujo al 13.40% del monto.

Sin embargo este porcentaje aumentará nuevamente para el 2008 debido a los eventos en la zona norte del estado con el desgajamiento de cerros en Ostuacán, lo cual detonó el desarrollo de las ciudades rurales que tienen por objeto disminuir el riesgo y la marginación generada por la dispersión rural.

Tabla 2. Distribución del FONDEN en Chiapas desde 1996 hasta 2006 y comparación con los gastos nacionales ^[12].

Concepto	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	%
Total	861	2,520	3,267	6,969	4,841	825	4,044	1,765	1,863	8,530	3,940	100
Chiapas	0	52	1,923	353	40	41	128	45	187	2,507	0	13.4

En la tabla 3 se presentan los desastres naturales más importantes que han acontecido en el estado de Chiapas para el periodo comprendido desde 1982 y hasta 2007 y sus principales repercusiones no sólo económicas, sino en víctimas y daños reportados por el CENAPRED y el gobierno del Estado, las cuales pueden diferir respecto a las mencionadas por otras publicaciones.

De la relación de desastres de la tabla 3 podemos mencionar que no todos los desastres muestran un monto del costo, lo anterior se debe a lo complicado que es determinarlas y más aun las correspondientes a las pérdidas indirectas.

A continuación se presenta una relación de otros desastres naturales que han impactado al Estado en su historia moderna según la clasificación que incluye el Atlas de riesgos ^[3].

Riesgos Hidrometeorológicos. Estos fenómenos son los más recurrentes en el Estado y son debidos principalmente a inundaciones, huracanes, y sequías. Los principales eventos que han afectado el estado de Chiapas son los siguientes:

- En 1785 se desbordó el río San Cristóbal, ocasionando grandes pérdidas directas e indirectas y la necesidad de construcción de los túneles, los cuales aún se mantienen como la principal defensa contra inundaciones de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas.
- El huracán *Miriam* en 1988. Provocó 51,159 Has agrícolas dañadas y 6,770 damnificados.
- Los huracanes *Opal* y *Félix* en 1995. Provocaron inundaciones de 19 comunidades rurales, 7 víctimas y 3,000 damnificados.

Tabla 3. Costos de los principales desastres ocurridos en el estado de Chiapas desde 1980 hasta 2007, ^[5] complementada por la página del Sistema de Información y Prevención de Desastres en Chiapas <http://200.23.34.73/index.php>

Eventos en Chiapas	Año	Muertos / Casas dañadas	Daños directos (MD)	Daños indirectos (MD)	Total daños (MD)
Volcán Chichonal	1982	1,770 / NC	205.40	NC	205.40
Lluvias torrenciales	1982	NC / NC	36.94	NC	36.94
Lluvias torrenciales	1985	NC / NC	17.85	NC	17.85
Huracán Miriam	1988	1 / 755	NC	NC	NC
Tromba	1992	NC / 392	1.30	NC	1.30
Huracanes Opal y Félix	1995	7 / 3,000	NC	NC	NC
Huracanes Earl y Javier	1998	407 / 28,753	602.70	NC	602.70
Incendios forestales El Ocote	1998	NC / NC	900.00	NC	900.00
Lluvias torrenciales	1999	NC / NC	108.00	NC	108.00
Lluvias torrenciales	2000	NC / NC	17.85	NC	17.85
Lluvias torrenciales	2001	NC / NC	9.26	NC	9.26
Huracán Isidore	2002	NC / 171	0.86	NC	0.86
Huracán Larry	2003	NC / 1,862	NC	NC	NC
Huracán Stan	2005	86 / 32,514	878.69	624.79	1,503.48
Huracán Bárbara	2007	NC / 2,500	28.2	NC	28.2
Deslizamiento de laderas Ostucán	2007	13 / 327	254.3	NC	254.3
Resumen	1982-2007	2,277/69,882	3,061.35	624.79	3,686.14

(NC) No cuantificados, (MD) Millones de dólares

- Los huracanes *Olaf* y *Paulina* en 1997. Provocaron inundaciones en 7 municipios.
- Los huracanes *Earl* y *Javier* en 1998. Afectaron 39 municipios, provocando 407 decesos, 554 desaparecidos, 28,753 viviendas dañadas, 28,753 damnificados, 22 puentes colapsaron, 712 Km de carretera dañadas – tal como la carretera Panamericana –, así como 3,600 Km de caminos rurales.
- El huracán *Isidore* en 2002. Generó 171 viviendas dañadas y 8.6 millones de pesos en pérdidas.
- El huracán *Larry* en 2003. Provocó daño en 5 municipios como Tuxtla Gutiérrez y 1,862 viviendas dañadas.
- El huracán *Stan* en 2005. Provocó 86 muertos, 32,514 viviendas afectadas, 208,064.60 Has deforestadas, 5,669.20 caminos dañados. Ha sido el huracán más importante en los desastres naturales en Chiapas. Véase las figuras 8a, 8b, 8c y 8d.
- El huracán *Bárbara* en 2007. Provocó 2,500 damnificados en 17 municipios, 1,597 viviendas afectadas y 5,600 Has pérdidas.

Parece contrastante pensar sobre sequías ocurridas en un estado como Chiapas, pero en algunos momentos se han presentado. Los daños más importantes por sequías ^[5] son los siguientes:

- Año 1994 se perdieron 12,000 Has de maíz.
- Año 1998 se secaron varias lagunas.
- Año 2005 se perdieron 66,094.50 Has de cosechas diversas.



Figuras 8. Daños ocasionados por las lluvias provocadas por huracán Stan, fotos de la página del Sistema de Información y Prevención de Desastres en Chiapas. <http://200.23.34.73/index.php>.

Riesgos geológicos. Estos fenómenos son debidos principalmente a erupciones volcánicas, deslaves y sismos. En este capítulo no se abunda sobre el aspecto sísmico, que se tratará más adelante.

- En 1982 el volcán Chichonal presentó una erupción violenta el 28 de marzo, 3 y 4 de abril. El poblado de Francisco León, a 5.0 km del volcán fue arrasado y las cenizas alcanzaron la ciudad de Villahermosa a 70 km del volcán con capas de hasta 5.0 cm de espesor. Los damnificados fueron 150,000 en un radio de 200 km., 209 muertos y 510 personas desaparecidas, 15,000 Has de maíz, 905 Has de frijol, 10,000 Has de café, 17,000 Has de cacao y 4,000 Has de plátano.
- El 11 de octubre de 2007, se desgajó un cerro en Ostucacán y Tecpatán (véase figura 9) debido a los frentes fríos 2 y 4, se inundaron más de 327 viviendas por el crecimiento del río Grijalva y se otorgaron a través del FONDEN \$2,284 millones de pesos. Datos extraídos de El Heraldo el día 11 de enero de 2008, en entrevista con Cristóbal Zavala de Paz, Subsecretario de Protección Civil.



Figura 9. Taponamiento del río Grijalva por el desgajamiento de un cerro en Ostucán ^[15].

Riesgos químicos. Estos fenómenos se limitan a contaminación e incendios. Los principales eventos que han afectado al estado de Chiapas son los siguientes:

- Incendios forestales en 1988, los cuales provocaron 492 siniestros con 51,159 Has afectadas.
- Incendios forestales en 1994, los que provocaron 121 incendios con 16,673 Has.
- En el año 1995, se suscitaron 150 incendios con 24,193 Has afectadas.
- En el año 1996, se presentaron 197 incendios con 18,574 Has dañadas.
- En el año 1997, se generaron 181 incendios con 48,114 Has siniestradas.
- Para el año 1998, se presenta un número record de incendios con 405, los cuales dieron como resultado 198,808 Has dañadas, muchas de ellas en la reserva de la biósfera conocida como El Ocote, con pérdidas estimadas en 900 millones de dólares.
- Para el año 2004, los incendios afectan 5,447 Has.
- Para el año 2005, 23,508 Has son afectadas.
- Para el año 2006, los daños corresponden a 10,485.00 Has.

No se consideran otros eventos como los derivados de la contaminación por residuos sólidos, vertido de químicos en ríos, etc. No se ha relacionado por estar fuera del alcance de esta investigación lo correspondiente a riesgos derivados de fenómenos socio-organizativos, los cuales han detonado en costos directos, pero principalmente indirectos en la sociedad chiapaneca.

Efectos económicos de los desastres en las zonas urbanas

Los efectos que puede causar un desastre varían dependiendo de las características propias de los elementos expuestos y de la naturaleza del evento mismo. En general pueden considerarse como elementos bajo riesgo: la población, el medio ambiente, y la estructura física representada por la vivienda, la industria y los servicios públicos [7].

Los efectos pueden clasificarse en pérdidas directas e indirectas. Las pérdidas directas están relacionadas con el daño físico, expresado en número de víctimas, en daños en la infraestructura de servicios públicos, daños en edificaciones, el espacio urbano, la industria, el comercio y el deterioro del medio ambiente, es decir, la alteración física del hábitat.

Las pérdidas indirectas generalmente pueden subdividirse en efectos sociales tales como la interrupción del transporte, de los servicios públicos, de los medios de información y la desfavorable imagen que pueda tomar una región respecto a otras; y en efectos económicos que representan la alteración del comercio y la industria como consecuencia de la baja en la producción, la desmotivación de la inversión y la generación de gastos de rehabilitación y reconstrucción.

La determinación de las pérdidas económicas, humanas, en tiempo de operación o incluso en prestigio de una empresa o institución que se ve imposibilitada para cumplir con sus compromisos es un proceso complejo que en ocasiones no se puede estimar adecuadamente, sino se tienen antecedentes del comportamiento anterior de la ciudad, de la estructura o elemento a analizar, previo al evento, como serían las pérdidas indirectas que se producen por la falla de un puente. Por ejemplo, los costos del retraso en la entrega de las mercancías, de que no puedan trasladarse a los enfermos rumbo al hospital o de los trabajadores a su empleo [11].

Debido a la recurrencia de diferentes tipos de desastres en varios de los países del continente americano, se han tenido pérdidas muy importantes con respecto a su PIB (Producto Interno Bruto), situación que se traduce en empobrecimiento de la población y estancamiento de su desarrollo, puesto que como consecuencia implica llevar a cabo gastos no previstos en la planeación anual que afectan la balanza de pagos y el desarrollo económico. Por lo cual, es urgente la inversión en el desarrollo de estudios aplicados que ayuden a mitigar las acciones de los desastres en los centros urbanos.

Como ejemplo podemos citar el caso de países como Guatemala, El Salvador, Nicaragua y México, que como se observa en la tabla 4, no obstante que el costo de algunos sismos ha sido mucho mayor en Estados Unidos o en Japón (desde 8 y hasta 130 mil de millones de dólares), el producto de estos daños no ha llegado al 2.5% del PIB, lo que hace que se recuperaran en corto plazo, en cambio en Nicaragua con el sismo de 1972 en Managua se presentaron pérdidas de 5 mil millones de dólares, estas correspondieron al 40% del PIB, lo cual representa uno de los factores que aún no permiten que el país se recupere económicamente del todo.

En México tras analizar los datos económicos del sismo de septiembre de 1985, de acuerdo con lo reportado por ^[4], la pérdida de 4,100 millones de dólares (3,588.50 gastos directos y 515.50 gastos indirectos), significó el 2.70% del producto interno bruto de ese año; el 13.50% de la formación bruta de capital o el 11.0% del gasto total del Gobierno Federal.

Tuvo, además un efecto perceptible sobre las finanzas públicas y el sistema de intermediación financiera. Debido a que unas 150,000 personas quedaron temporalmente desempleadas, se estima que hubo una reducción de unos 84 millones de dólares de ingreso personal. El producto interno bruto que había crecido en 3.60% en 1984, redujo su ritmo a 2.70% en 1985 y presentó una contracción del 4.0% para 1986.

Tabla 4. Efecto de los sismos en la economía de distintos países desarrollados respecto a los efectos en países centroamericanos ^[13]

Año	Sismo	Magnitud	Costo en MMD	Porcentaje del PIB
1972	Managua, Nicaragua	6.2	5.0	40
1976	Guatemala, Guatemala	7.5	1.1	18
1980	Irpina, Italia	6.8	10.0	7
1985	Michoacán, México	8.0	5.0	2.7
1986	El Salvador, El Salvador	7.2	1.5	31
1989	Loma Prieta, California, EUA	6.9	8.0	0.2
1994	Northridge, California, EUA	6.7	30	1.0
1995	Kobe, Japón	6.8	180	2.5
1999	Armenia, Colombia	6.2	NR	1.5

De acuerdo con distintos autores los desastres naturales afectan a todo el planeta, pero Asia ha resultado el continente más afectado, África y América tienen un nivel de afectación intermedia y menos afectados han resultado Europa y Oceanía. Un dato preocupante es que el 60% de las muertes debido a estos fenómenos es en los países subdesarrollados. Sin embargo el dato más contundente es que la pérdida en promedio del PIB en los países subdesarrollados, tras un desastre similar, en los países desarrollados es de alrededor de 20 veces ^[9].

Algunos otros ejemplos de los efectos de desastres naturales en el PIB de los países por fenómenos hidrometeorológicos son los mostrados en la tabla 5, los resultados de esta tabla van en la misma dirección de los mostrados en la tabla 4 que se concentraba en daños por sismo.

Tabla 5. Efecto de los sismos en la economía de distintos países desarrollados respecto a los efectos en países centroamericanos ^[9]

Año	Huracán	País	Porcentaje del PIB
1996	Mitch	Honduras	80.5
1997	George	República Dominicana	14
1998	Lluvias torrenciales	Ecuador	Tasa de crecimiento de 3.5% a 1%
2004	Katrina	Estados Unidos	1.7
2005	Stan	México	14

Comentarios finales

No podemos dejar de trabajar en la protección civil, pero es más importante que concentremos la mayor parte de nuestros esfuerzos en investigar sobre el peligro y aplicar medidas para mitigar la vulnerabilidad.

Tabla 6. Grandes catástrofes desde 1950 y hasta 2005 ^[1]

Concepto	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2005
Número de eventos	21	27	47	63	91	57
Daños a la economía (MMUSD)	48.1	87.5	151.7	247	728.8	575.2
Daños asegurados (MMUSD)	1.6	7.1	14.6	29.9	137.7	176

Podemos afirmar que los fenómenos naturales serán más recurrentes cada día como lo muestra el trabajo de ^[1] de donde se extrae la tabla 6 que se muestra. Para el autor los elementos clave para disminuir el

riesgo son la investigación, la educación social y la prevención a través de disminuir la vulnerabilidad y la transferencia del riesgo (asegurar los bienes materiales).

Un claro efecto de la importancia de la transferencia del riesgo se manifestó con el impacto del huracán Stan en Chiapas y en Quintana Roo. Mientras en Cancún más del 90% de los daños debidos a costos directos estaban asegurados y pudieron repararse en un tiempo relativamente corto, en Tapachula este porcentaje no llegaba al 10%, por lo cual toda la reparación de daños se concentró en los gobiernos municipales, estatales y federales y aún no se logra volver a la normalidad a la ciudad.

Bibliografía

1. Ágata, H. 2007. *El impacto financiero de los desastres naturales*. Simposio de Desastres Naturales Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, Ixtapan de la Sal, México.
2. Alarcón, P. 2005. *Comportamiento sísmico de estructuras de mamposterías*. Memorias en CD del curso corto regional sobre edificaciones de mampostería. Morelia, Michoacán, México.
3. *Atlas de riesgos del estado de Chiapas* 2003. Protección civil y Gobierno del Estado, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
4. Bitrán, D. 2001. *Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el período 1980 a 1999*. Serie Impacto Socioeconómico de los Desastres en México, CENAPRED, México, D.F.
5. Bitrán, D., L Domínguez, R. Duran, O. Fuentes, N. García, M. Jiménez, O. López, L. Matías, C. Reyes, M. Salas y O. Zepeda. 2006. *Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2005*. Serie Impacto Socioeconómico de los Desastres en México, CENAPRED, México, D.F.
6. Bruneau, M., A., Whittaker, y A., Reinhorn. 2002. *Engineering and organizational issues related to the World trade center terrorist attack*. Volume 1: Overview of damage to buildings near ground zero, MCEER Special Report Series, March 2002, Buffalo, USA.

7. Cardona, O. 1993. *Mitigación de desastres en las instalaciones de la salud*. Volumen 4: Aspectos de ingeniería (Pan American Health Organization (PAHO) / Organización Panamericana de la Salud (OPS)), 1993, 87 pág.
8. Earthquake Engineering Research Institute. 2006. *Learning from earthquakes*. Learning from Earthquakes Program: A Brief Synopsis of Major Contributions. United States of America, 31 pág.
9. Estrada, A. 2008. *Papel de las instituciones de educación superior ante los desastres*. Foro de protección civil y desarrollo sustentable. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
10. Gelman, O. 1999. *Desastres y su control: Una experiencia en desarrollo de la investigación interdisciplinaria*. Publicaciones de la UNAM, México, DF.
11. Kiremidjian, A., J. Moore, Y. Fan, A. Hortacsu, K. Burnell y J. Le-Grue. 2001. *Earthquake Risk Assessment for Transportation Systems: Analysis of Pre-Retrofitted System*, Pacific Earthquake Engineering Research Center, VOL. 4, No. 1, winter, USA.
12. Marín, R. 2007. *Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2006*. Serie Impacto Socioeconómico de los Desastres en México, CENAPRED, México, D.F.
13. Miranda, E. 2008. *Diseño sísmico de edificios basado en desempeño*. XXXIII Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural, Santiago de Chile, Chile.
14. Sánchez, T. 2005. *Vulnerabilidad y riesgo de la vivienda en México*, Seminario Edificaciones de mampostería, abril, Morelia Michoacán, México.
15. Valdés, C. 2008. *Peligro sísmico en Chiapas*. Foro de protección civil y desarrollo sustentable. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
16. Velázquez, A. y C. Rosales. 1999. *Escudriñando en los desastres a todas las escalas*. OSSO, ITDG y LA RED. www.lared.org.pe.