

**EPIDEMIOLOGÍA  
DE DESASTRES  
NATURALES**

---

# Muerte y lesión

## INTRODUCCIÓN

En los periódicos de tiraje masivo, la importancia que se concede a un desastre depende más bien del número de muertos o lesionados, y en menor grado de la medida en que se perturbó la economía o la sociedad. Con pocas excepciones, las organizaciones de auxilio en desastres también han tendido a reflejar la misma escala de valores. Las noticias de innumerables muertos tienden a despertar el apoyo en el nivel internacional, que se expresa en el envío de medicina, equipo y personal médico. Por ejemplo, en término de 2 semanas del terremoto que asoló a Guatemala en 1976, llegaron al sitio de la calamidad más de 120 toneladas de medicamentos, y meses después del suceso aún no se terminaba la tarea de seleccionarlos y clasificarlos [42, 69]. El caso anterior quizá sea el mejor documentado, pero es común observar ejemplos semejantes en muchas de las grandes calamidades.

Innumerables comentaristas de los aspectos médicos referidos a las medidas de auxilio en desastres también han supuesto que los graves problemas de este tipo necesitan, por obligación, asistencia médica de gran magnitud. Se cuenta con abundante bibliografía acerca de los aspectos médicos en estas situaciones y gran parte de ella está llena de descripciones de temas organizativos de las medidas asistenciales, por ejemplo, la planeación de un hospital, el tratamiento de masas de lesionados, los tipos idóneos de abastos médicos y las técnicas de administración más eficaces que deben adoptarse [47]. Pocos comentaristas se han planteado preguntas fundamentales, como: “¿cuáles son los efectos de los desastres en las poblaciones humanas y quiénes mueren o son lesionados? ¿En qué forma varían los desastres de diversos

tipos en áreas distintas? En otras palabras: ¿cuál es el problema que importa en realidad en el caso del auxilio médico?

En este capítulo se ha intentado resumir los conocimientos actuales sobre la relación entre algunos tipos frecuentes de calamidades naturales y la muerte y la lesión de los humanos, y también procurar si tales conocimientos contribuyen a lograr un enfoque más racional, la prevención y auxilio en este tipo de situaciones.

## FUENTES Y CALIDAD DE LOS DATOS

Los interesados en la atención de situaciones de desastre hemos dependido más bien de la bibliografía publicada, complementada en casos especiales por algunos comunicados oficiales y de organizaciones internacionales. Son escasos los datos sobre los efectos que los desastres causan en la salud, y a menudo, también, su calidad es incierta.

Surgen dificultades de diversa índole. Por ejemplo, las estadísticas oficiales y las provenientes de diversas organizaciones constituyen el segmento mayor de los datos disponibles acerca de las cifras "en bruto" respecto de muertes y lesiones. Dichas estadísticas son de calidad variable. En algunos casos, particularmente en lo que se refiere a aspectos de enumeración relativamente fácil, como las muertes, puede haber exactitud razonable. Tal cómputo puede basarse en el recuento de cuerpos completos, y en grandes áreas, por recuentos que se llevan a cabo de una a otra. Las grandes inundaciones pueden dispersar los cadáveres y las estadísticas oficiales quedan reducidas a simples suposiciones. En algunos casos, el gobierno puede no difundir estadística alguna. Por ejemplo, la cifra muy citada de 650 000 fallecimientos que según algunos comentaristas llegaba al millón en el terremoto ocurrido en Tang-Shan en 1976, hasta donde sabemos, no ha sido negada ni confirmada por el gobierno chino. Las estadísticas oficiales acerca de "lesionados" resultan menos confiables porque en ellas rara vez se define con exactitud el término y en él se pueden incluir innumerables diagnósticos, entre ellos, casos clínicos y obstétricos "rutinarios". En ocasiones, los datos pueden ser sólidos, por ejemplo, las estadísticas referidas a las admisiones a un solo hospital, pero ellas representan sólo una parte de un conjunto mucho mayor.

En términos generales, los datos provenientes de países en vías de desarrollo son de menor calidad que los obtenidos en países industrializados. En los primeros, los censos de población a veces contienen errores que comprenden cientos de miles de personas, y sea como sea, también cambian con cada estación, por las corrientes migratorias. Por tal motivo, en pocos casos se puede expresar los hallazgos en términos de tasas estadísticas.

La revisión presente se ha limitado a la exposición de algunas situaciones, por ejemplo, terremotos, vientos destructivos, tormentas, tsunamis e inundaciones. Hemos excluido las guerras y otras como colisiones de trenes y accidentes industriales, los cuales a menudo se clasifican dentro de los desastres pero en realidad ellos no pertenecen a la misma categoría que los de tipo "natural", por sus efectos o por los aspectos y particularidades que plantean en cuanto a prevención y auxilio. En la categoría principal tampoco incluimos las erupciones volcánicas, por la relativa ra-

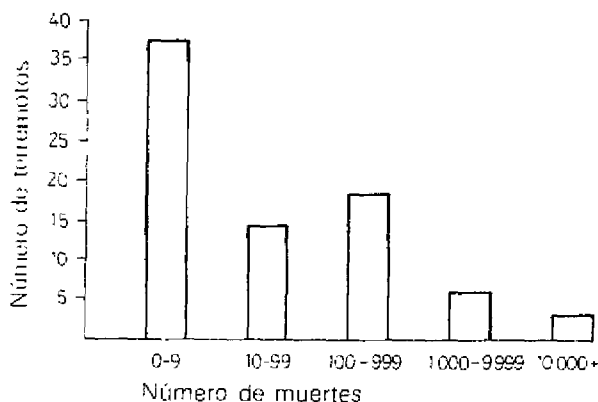
reza de ellas, y por los efectos muy heterogéneos que se advierten de una erupción a otra en diversas partes del mundo. Este tema lo analizamos en el Apéndice.

## TERREMOTOS

Los terremotos acaecen en zonas y franjas bien definidas, y se piensa que los mismos son consecuencia de interacciones ocurridas en los bordes de las grandes placas constituyentes de la superficie del planeta. Casi todos ellos afectan directamente poblaciones humanas y surgen en un anillo angosto que pasa por la cuenca del Océano Pacífico, por la porción oriental de la URSS, y por gran parte del territorio de China, siguiendo el "arco de la sundra" por Nueva Guinea y por zonas Mediterráneas y Transhimalayas. Algunas de las áreas relativamente libres de actividad sísmica son Australia, la porción meridional de India, las zonas occidental, central y meridional de África, y gran parte de Asia. Sin embargo, ningún país está salvo de los terremotos. Algunos de éstos causan pérdida de innumerables vidas, como el que sucedió en Agadir, Marruecos, en 1960 y el que acaeció en 1967, en Koyna, India, que son zonas alejadas de otras de gran actividad sísmica.

Cada año ocurren miles de terremotos de poca intensidad aunque sólo una proporción pequeña de ellos causa pérdida de vidas. No se ha hecho un censo razonablemente completo de la mortalidad por temblores de tierra, excepto en pocos países como Estados Unidos, Japón e Irán. La figura 1 incluye la distribución de mortalidad por frecuencia de una serie de terremotos ocurridos en el periodo comprendido entre 1903 y 1978 en Irán. Es importante observar que dicho periodo se caracterizó por cambios extraordinarios en la densidad de población, y de cierta forma en el estilo de construcciones.

A pesar de lo señalado, es obvio que el impacto de los terremotos en términos de mortalidad, varía extraordinariamente de un sitio a otro. En lo que va de este siglo, la zona continental de Estados Unidos ha sufrido sólo tres temblores que segaron la vida de más de 100 personas [2], en tanto que en otros países, como China, Turquía, Irán, Italia y otros más de América del Centro y del Sur, ha habido terremotos repetidos, que han dejado miles de víctimas. En algunos países pobres, como



**FIGURA 1.** Distribución por frecuencias, de muertes en 78 terremotos en Irán de 1903 a 1978, datos obtenidos con permiso de Berberian [9]

Etiopía y Papúa, Nueva Guinea, a pesar de que se suelen resentir los efectos de los terremotos, las consecuencias han sido leves en término de muertes y lesiones.

Las variaciones en las tasas de mortalidad entre diversos países dependen más bien de las diferencias en los estilos de construcción y de la densidad de los asentamientos humanos. La inmensa mayoría de las personas que mueren en los terremotos son víctimas del colapso de estructuras hechas por el hombre, en particular viviendas caseras. Sin embargo, los daños respecto de los edificios constituyen sólo una de las variables que influyen en el patrón de muerte y lesión por temblores de tierra. Con fines descriptivos convendría dividir el tema en 4 categorías: 1) Las características sísmicas y geológicas de una zona, el diseño y construcción de sus edificios y los aspectos específicos de la construcción de ellos y los riesgos para sus ocupantes; 2) el sitio en que estaban los habitantes, es decir, dentro o fuera del edificio; 3) la edad y sexo de las personas y de los muertos o lesionados; 4) los tipos de lesión, gravedad y fecha de presentación para tratamiento.

### **Características sísmicas y geológicas de un área y el diseño y construcción de sus edificios; aspectos específicos de la construcción de los edificios y los riesgos para sus ocupantes**

La relación entre un terremoto y las fallas estructurales es compleja y excede de los límites de este libro. Sin embargo, dado que adquiere importancia al considerar las causas de las muertes por temblores terráqueos, haremos un resumen de las principales variables.

#### *Características sísmicas y geológicas de un área y el diseño y construcción de sus edificios*

Los daños a los edificios en casos de terremotos suelen acaecer por acción de fuerzas horizontales que se ejercen contra las edificaciones, las cuales están diseñadas para resistir fuerzas verticales, o bien por la resistencia desigual de los elementos estructurales, a fuerzas destructivas. Según *Iacopy* [32], cuatro factores sísmicos y geológicos influyen notablemente en los daños a estructuras fabricadas por el hombre: 1) la fuerza de las ondas vibratorias que llegan a la superficie, y en particular el componente horizontal; 2) la duración de las oscilaciones del terremoto, dado que el efecto acumulativo de una serie de temblores es la causa común del colapso de un muro; 3) la proximidad de una estructura a una zona con fallas o deficiencias; 4) los ciemientos o bases geológicas, considerados por muchos ingenieros como el factor más importante en los daños causados por sismos.

La importancia de cada uno de los factores en los daños estructurales varía notablemente de un sitio a otro y de una fecha a otra, y en sismos de intensidades y duraciones diferentes. *Nichols* [52] describe muy diversos casos en que el daño a las edificaciones se limitó (o peor todavía) a edificios construidos sobre depósitos de aluvión y no sobre suelo firme. Por ejemplo, el sismo que asoló a Caracas en 1965, fue de 6.5 puntos en la escala de Richter y causó graves daños sólo a aquellas estructuras construidas sobre depósitos de aluvión. Cuatro grandes edificios quedaron aplasta-

dos como una pila de emparedados, y murieron 200 personas, en tanto que otras edificaciones más quedaron inhabitables. La naturaleza selectiva del daño, al parecer fue producto de la coincidencia del periodo fundamental de movimientos del suelo dentro de los depósitos de aluvión y el periodo de ondas fundamentales de edificios de gran altura (10 y 20 pisos), de tal forma que surgió una oscilación “armónica” de las edificaciones afectadas [62]. Se han observado casos semejantes en Turquía, Japón y Filipinas [52].

Sin embargo en los sismos ocurridos en los últimos diez años y que causaron más de 2 000 muertes<sup>1</sup>, tuvieron menor interés las consideraciones sobre sutilezas de características geológicas, asentamientos y datos de ingeniería de las construcciones: los terremotos mencionados aparecieron en zonas que se caracterizaban por un estilo de construcción en la cual, fácilmente podía ocurrir una falla estructural, incluso, en el caso de sismos pequeños, falla que representaba un peligro particular para sus ocupantes durante el colapso. Las edificaciones en las zonas mencionadas, aunque con grandes variaciones por lo común eran de arcilla lodosa, arcilla y ladrillos, o piedras con poco refuerzo de madera o concreto.

En muchas zonas de América del Centro y del Sur, en las que es frecuente la actividad sísmica varias edificaciones eran de adobe, es decir, arcilla frágil, y los techos eran de teja o láminas de hierro corrugadas. En Irán, la arcilla se emplea profusamente como material de construcción. *Saidi* [58], al escribir acerca de los efectos del sismo de 1962, el cual causó unas 12 000 muertes en la zona occidental de Teherán, se refirió a las edificaciones de la zona afectada, así: “Las casas eran simples y uniformes, es decir, casas de un piso, y rara vez de dos, en las cuales vivían las familias y el ganado. Las paredes eran de capas gruesas de arcilla seca, que soportaban, a manera de vigas, algunos troncos de árboles de grosor mediano, todo cubierto por una capa más delgada de arcilla y grandes ramas.”

En la porción oriental de Turquía, las casas tradicionales están hechas de bloques de adobe, piedras pequeñas de río o mar, o bloques de basalto no pulido. Después del sismo de Varto en 1966, pocas casas hechas de piedra de río o de campo quedaron en pie, y muchos de los heridos y muertos tuvieron tal destino por el colapso de las paredes o los techos de materiales pesados [72]. Se han hecho observaciones similares en el sismo de Lice que afectó en 1975 a la porción oriental de Turquía [41]. El terremoto de Gediz (Turquía) en 1970, en el cual perdieron la vida más de 10 000 personas destruyó o dañó gravemente unas 9 528 viviendas y produjo trastornos de menor cuantía en otras 17 000 [51]. En esta región, Mitchel identificó cuatro tipos básicos de construcción [51]: muros de piedra de río o de campo o de adobe; armazones de troncos cortados a mano (o postes redondos); paredes de teja o ladrillo; y concreto reforzado, aunque muchas casas tenían diseño híbrido. La construcción “mixta” fue la que causó el mayor número de muertes en el sismo de Gediz, en el que “se desintegraron las paredes y toneladas de roca y arcilla aplastaron innumerables zonas habitadas”.

<sup>1</sup> Turquía-Lice, Van and Gediz; Guatemala; Nicaragua-Managua; Perú; China-Tang-Shan; Irán-Qir y Tabas-E-Golshan; Argel-El Asnam; Italia-Campania/Basilicata

Los comunicados de otros sismos ocurridos en el área del Mediterráneo también sugieren que los edificios tradicionales más viejos son los más expuestos a graves peligros durante los terremotos: Sicilia, 1968 [29]; Skopje, Yugoslavia, 1963 [10]; Friuli, Italia, 1976 [31] y el sismo reciente acaecido en la porción meridional de Italia, cerca de Nápoles, en 1980 [63].

Como hemos indicado, el impacto de un sismo en términos de daños a las edificaciones, no es simplemente una función de la distancia a que están del epicentro. Los daños a diversas edificaciones, como las que describimos en relación con el sismo de Caracas, pueden ser selectivos por características específicas de diseño, sitio y estratos geológicos. Sin embargo, en zonas en las que el factor determinante de los daños ha sido el diseño y el método de construcción de las propias edificaciones, los patrones de destrucción de ellas y la muerte y la lesión pueden guardar íntima relación con el sitio del epicentro o con el movimiento de la línea de falla.

El sismo de Tabas-E-Golshan, Irán (1978), en el que murieron más de 20 000 personas, afectó un área en la que la mayor parte de las edificaciones eran de adobe o piedra, o de argamasa a base de adobe. Un estudio de *Berberian* [9] indicó que el patrón de destrucción guardaba correlación neta con la línea de fallas. Los daños y la destrucción de mayor intensidad, es decir, destrucción de 80 a 100% de las edificaciones y 50 a 85% de víctimas, ocurrieron en un tramo de unos 80 km de las fallas del piso, y a unos 3 km de uno y otro lado de tal línea. Los daños graves dejaron de ocurrir a unos 45 km de la zona de rotura o abertura del terreno.

Se observó un patrón semejante de destrucción y muerte a lo largo de la línea de falla en el terremoto que asoló Guatemala en 1976 [23]. La destrucción masiva en el centro de Managua en 1972, causada por un sismo relativamente débil, dependió del sitio de edificación de la ciudad (véase la tabla 1). Tal zona está intersecada por, cuando menos, cinco fallas de las cuales, cuatro se rompieron durante el terre-

**TABLA 1.** Comparación de los efectos de los sismos en Managua, Nicaragua (1972) y en San Fernando, California (1971): datos de *Kates y col.* [36]

Características y efectos de los sismos	Managua, 1972	San Fernando, 1971
Magnitud (escala de Richter)	5.6	6.6
Duración de las ondas más potentes, en segundos	5-10	10
Área de intensidad Mercalli <sup>a</sup>		
VIII-XI, km <sup>2</sup>	66.5	500
VII-VIII, km <sup>2</sup>	100	1 500
Estimados		
Población del área afectada	420 000	7 000 000
Muertos	4 000-6 000	60
Lesionados	20 000	2 540
Casas destruidas o inseguras	50 000	915 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>La escala de Mercalli de la intensidad del temblor va de 0 a XII según la experiencia subjetiva de los individuos y la lesión física a las estructuras.

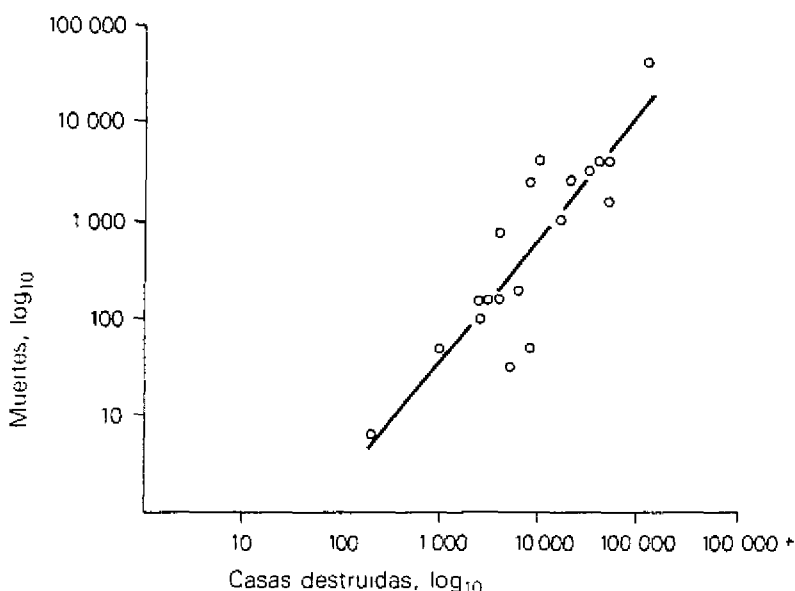
<sup>b</sup>Esta cifra incluye 65 apartamentos

moto. Ninguna parte de la ciudad estaba a más de 0.5 km de la línea de falla. El sismo destruyó casi todas las edificaciones no reforzadas, de adobe y concreto que estaban sobre las fallas, y las oscilaciones del terreno destruyeron muchas más en zonas vecinas [11].

En algunas áreas, los deslizamientos de tierra pueden representar un peligro más. Cientos de chozas pobres construidas en pendientes y declives cerca de la ciudad de Guatemala fueron arrojadas al fondo del despeñadero junto con sus ocupantes durante el terremoto de 1976 [57]. El sismo que asoló a Perú en 1970 [13]: “produjo el desprendimiento de una serie de grandes cúmulos de rocas, así como de tierra y otro material. Las casas y campos situados entre despeñaderos inestables quedaron enterradas, o recibieron el impacto extraordinario de rocas, y un gran número de vehículos en las calles llenas de ellos, de una tarde de domingo, quedaron destruidos y sus pasajeros muertos”.

La figura 2 indica la relación entre el número de casas destruidas y el de muertes de sus moradores en una serie de sismos ocurridos en Turquía entre 1912 y 1976. La correlación ( $r$ ) entre el número de casas destruidas y muertes en esta serie, es de 0.88. En el sismo ocurrido en Tabas-E-Golshan, Irán (1978), la correlación entre el porcentaje de daños a edificaciones y el de personas muertas en 74 aldeas, calculado con base en datos de *Berberian* [9] fue de 0.76.

La comparación entre lo ocurrido en el terremoto de 1976 en Managua y el que acaeció en el valle de San Fernando en 1971 (véase la tabla 1) ilustra la vulnerabilidad relativa de poblaciones que utilizan estándares diferentes de construcción, ante sismos de magnitud similar. Los temblores mencionados difieren en otros aspectos, como la densidad demográfica y la hora del día en que ocurrió el terremoto, por lo que su comparación es sólo aproximada. Un sismo mucho más potente que sacudiera esta zona de California podría producir un número de muertes similar al ocurrido en Guatemala. Las proyecciones y los cálculos basados en intensidad de sismos



**FIGURA 2.** Relación entre mortalidad y número de casas destruidas en 19 terremotos en Turquía, 1912-1976. Fuentes: *Altay* [1], *Ilhan* [33], London Technical Group [41].



100 veces mayores que el terremoto de 1971, sugiere que cabría esperar que el número de muertes esté entre 10 000 y 1 000 000 de personas, según la hora del día y otras circunstancias [5].

Muchos terremotos que han causado un número extraordinario de muertes han acaecido en países en vías de desarrollo, pero hay que señalar que ello no está en función de la pobreza. Varios países de este tipo, que han adoptado medidas antisísmicas han reducido a un número pequeño las muertes y los daños resultantes de los temblores. Por ejemplo, la choza etíope tradicional en las aldeas y también en las edificaciones urbanas están hechas de arcilla y zarzo, frecuentemente sustentadas por una vigorosa estructura de madera y con ello resistentes a los temblores [26]; en Papúa, Nueva Guinea, se utilizan estructuras de similar seguridad en gran parte del poblado. En Bali, se han descrito técnicas tradicionales de construcción orientadas específicamente a resistir sismos [38].

### *Aspectos específicos de la construcción y riesgos para los ocupantes*

Hasta donde sabemos, solamente se ha hecho un estudio para investigar la relación entre aspectos específicos del diseño de edificación y construcción y los riesgos que con un sismo tendrían sus ocupantes, y fue realizado por *Glass* y col. [23] después del terremoto que devastó a Guatemala en 1976, en el que hubo un saldo de 23 000 muertos y unos 76 000 heridos. El estudio se hizo en la aldea de Santa María Cauque, situada a unas 30 millas al oeste de la ciudad de Guatemala. En el momento del sismo, la población era de 1 577 personas que habitaban en casas de una estancia, cuyas paredes eran de adobe o de carrizos de maíz, y los techos de palmas, tejas o lámina de hierro corrugado. El terremoto, que alcanzó los 7.5 puntos en la escala de Richter, ocurrió a las 3.05 horas de la madrugada hora en que los habitantes dormían y duró 39 segundos. No fue precedido de signos premonitorios, y las personas no pudieron protegerse, incluso, dentro de sus edificaciones. Todas las casas del villorrio quedaron destruidas, con excepción de la escuela, la sala de cabildos, la clínica de salud y una casa (edificaciones que eran de concreto reforzado). El saldo fue de 78 muertos y 38 personas con heridas graves (respecto a una definición consúltese la pág. 11). La investigación sistemática hecha por *Glass* a 259 de los 277 jefes de familia (de cada casa) indicó que las personas fallecidas y las que tenían lesiones graves, vivían en casas de adobe. Excepto una de las casas que no era de adobe todas demostraron colapso, pero en ninguna de ellas hubo lesiones graves ni muertes. No se identificó relación alguna entre la muerte o la lesión y el tamaño de la estancia o de la casa, el número de puertas y ventanas, el número de miembros de la familia, o el sitio que ocupaban las personas dentro de un cuarto en el momento del sismo. Aquellas que estaban cerca de las esquinas, de muros sin soporte o de las jambas de las puertas fueron los que corrieron mayor riesgo, en comparación con los demás. De las características de las edificaciones examinadas, solamente la edad de los bloques de adobe guardó una relación significativa con los traumatismos, y las casas que tenían más de 7 años de construidas tuvieron un incremento 1.6 veces mayor de riesgo para sus ocupantes. Como dato sorprendente, todas las lesiones o las muertes fueron atribuidas al adobe que se desplomó, y ninguna a los materiales de los techos.