

Sismos

Luis Manuel Arreguín Toral*

*Universum, Museo de las Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

México es uno de los países con mayor número de sismos registrados a nivel mundial debido a su localización dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico y la interacción de cinco placas tectónicas en su territorio. Esta situación representa grandes retos para sus habitantes, quienes han tenido que construir una cultura de prevención ante los terremotos de considerable magnitud acontecidos hasta ahora. La ciencia y la tecnología permiten comprender las causas y consecuencias de los sismos con el objetivo de reducir el riesgo de desastre y construir una mejor relación entre la sociedad y la naturaleza.

Palabras clave

Sismos; cultura de prevención; riesgo de desastre; ciencia; tecnología.

Abstract

Mexico is one of the most seismically active countries in the world due to his location inside Pacific Ring of Fire and the interaction of five tectonic plates in his territory. This represents big challenges for his population, who have created a prevention culture around the devastating earthquakes happened until the present. The science and the technology allow us to understand the reasons and consequences of the earthquakes with the aim to disaster risk reduction and generate a better relation between nature and society.

Keywords

Earthquakes; prevention culture; disaster risk; science; technology.



Todos los fenómenos naturales tienen su razón de existir, la mayoría de ellos son fundamentales para el equilibrio terrestre y necesarios para el desarrollo de la biodiversidad en nuestro planeta. Es difícil y contradictorio imaginar que los fenómenos naturales son responsables de mantener la vida, ante las constantes situaciones de devastación, caos y sufrimiento que generan a nuestro alrededor. Pero, ¿Realmente es responsabilidad del fenómeno la generación de daños y pérdidas humanas? ¿Es correcto nombrar a los desastres, naturales? ¿Quiénes construyen el desastre? Son preguntas obligadas para generar una reflexión y cambio en el pensamiento individual y colectivo, que permitirán abordar desde otra perspectiva a los fenómenos que se presentan en nuestro espacio geográfico y entender mejor nuestra participación en la generación de riesgos y desastres.

Para dar respuesta a las preguntas anteriores, el eje conductor del presente artículo estará compuesto por los sismos, fenómenos naturales muy recurrentes en México y donde dichos eventos forman parte de una cultura de prevención, cada vez más arraigada en la población. Pero, ¿son los sismos un tema de interés reciente? ¿Desde cuándo se tienen registros de eventos sísmicos en el país? ¿Cómo explicaban los sismos nuestros antepasados prehispánicos y cómo se comprenden en la actualidad?

Los sismos en la época prehispánica

El registro histórico de la ocurrencia de sismos en el territorio mexicano es posible a fuentes directas de la época prehispánica como los códices mexicas o las narraciones de viajeros y cronistas de los siglos XVI a XVIII; además de periódicos y bibliografía propia desde el siglo XIX hasta la actualidad.

Durante la época prehispánica, los mexicas ya concebían los movimientos del suelo como fenómenos originados desde el interior de la Tierra. A partir de relatos basados en su cosmovisión y creencias, generaron explicaciones acerca de estos fenómenos. Por ejemplo, que el sol, los planetas y las estrellas giraban alrededor de la Tierra, y en el momento de ocultarse en el horizonte, caminaban debajo de ella hasta aparecer nuevamente en el oriente durante el amanecer. Esta creencia fue compartida por diversas culturas de la época así como la idea de que los sismos eran consecuencia del tropezar del sol y los planetas durante su recorrido subterráneo.

Los códices *Telleriano-Remensis* y *Aubin*, son fuentes que permiten identificar la pictografía utilizada por los mexicas para representar la ocurrencia de sismos durante el siglo XV y los inicios del XVI. En estos documentos se observa el símbolo *Ollin*, que significa movimiento; se compone por un círculo que representa al Sol y alrededor de él cuatro espas que simulan el movimiento. Por su parte el grafo *Tlalli* es representado por una o varias franjas de terreno en las que se dibujan puntos representando algún tipo de granos o semillas. Estos elementos en asociación simbólica adquieren el nombre de *Tlalollin* y significa movimiento de tierra o sismo (Figura 1).

Los registros de los sismos ocurridos durante la época prehispánica cuentan con tres rasgos en virtud de caracterizarlos con mayor detalle: el fechamiento, la medición y la descripción del fenómeno. Cada uno de ellos tenía sus propios métodos para llevarse a cabo y resulta imposible compararlos con la manera en que se hace hoy en día. El fechamiento se realizaba asociando el evento sísmico con algún acontecimiento de relevancia político-militar para los pobladores, como una guerra o alguna acción del gobernante en turno. Adicionalmente, el círculo central de *Ollin* se representaba de color rojo para hacer alusión a un sismo ocurrido durante el día, o con el “ojo de la noche” indicando un suceso nocturno.



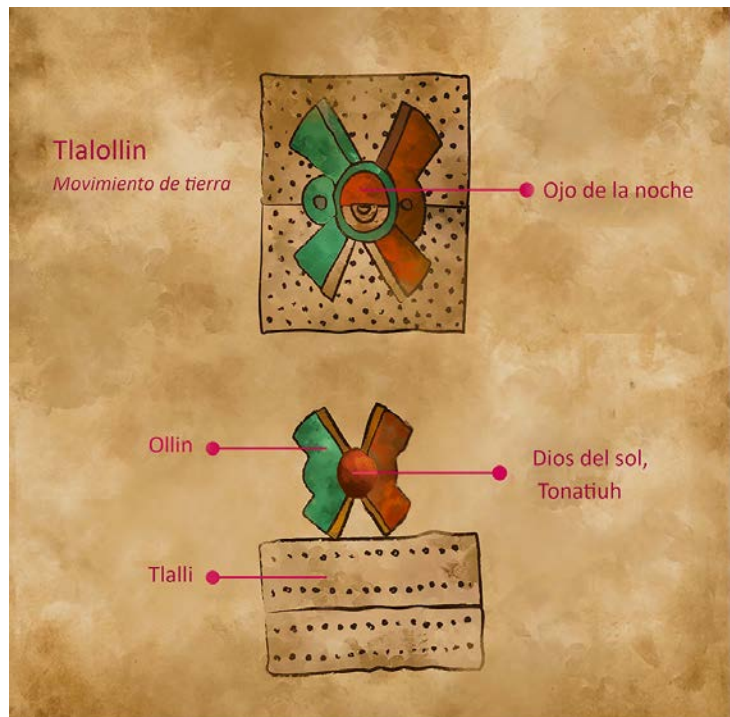


Figura 1. Tlalollin, movimiento de tierra. Imagen: ©Jordan Carranza, 2018.

En el caso de la intensidad de los sismos, solamente es posible determinarla donde se menciona los daños a la población, a las viviendas o a la percepción del movimiento por parte de otros pueblos de las zonas aledañas. Otra manera de interpretar la magnitud es a partir de las diferentes representaciones del glifo *Tlalollin*, en ocasiones el glifo *Ollin* aparece dentro o fuera de *Tlalli* o en una o más ocasiones por lo que los interpretes proponen que esto podría hacer alusión a la fuerza del sismo o a la profundidad en la que se presentó.

Por último, la descripción estaba limitada a la asociación con otros fenómenos naturales como heladas, vulcanismo, eclipses o el paso de cometas; la evidencia de ello es que *Tlalollin* se representa junto a otros elementos pictográficos alusivos a eventos meteorológicos o astronómicos.

Sin duda los documentos que aportan registros de los sismos durante la época prehispánica son invaluable para construir la idea de cómo se concebían los sismos durante ese periodo. Sin embargo, los especialistas indican que se deben tratar con cuidado y aclarar que la información generada a partir de ellos, en la mayoría de las ocasiones, son interpretaciones y que el estudio de la sismicidad en esta temporalidad debe complementarse con estudios arqueológicos profundos; sin que esto les reste la importancia como fuentes novedosas e invaluable para el conocimiento.

Sin embargo, ahora conocemos nuevas ideas y teorías que nos explican el origen de los sismos; explicaciones que han sido perfeccionadas gracias al avance de la tecnología y el pensamiento científico. En la actualidad, la sismología es una de las disciplinas que nos permite dar luz a explicaciones más complejas y certeras acerca de los sismos; haciendo hincapié en la transición, de una explicación teológica a una comprensión científica de los fenómenos.



Los sismos desde la ciencia moderna

La palabra sismo, proviene del griego *seimós* que hace alusión a movimiento, sacudida o agitación. La sismología nos permite conocer todo lo relacionado con los sismos; por ejemplo, dónde, quién y cómo los producen; de qué manera se propaga la energía que liberan, entre otros aspectos relevantes. Pero, ante la elevada complejidad de los movimientos telúricos, la ciencia ha tenido a bien conjuntar a diversas disciplinas, aportando así nuevas investigaciones y explicaciones multidisciplinarias.

¿Por qué ocurren los sismos?

Imagina que la tierra es un enorme aguacate; en el centro encontramos la semilla, dura y compacta. Análogamente, ella representa la capa más interna de la tierra: el núcleo. En este lugar las temperaturas son tan extremas que el hierro y el níquel que lo componen, se encuentran fundidos. Mientras avanzamos hacia la superficie, nos encontramos con la pulpa, es decir, el manto terrestre; donde se concentra una gran cantidad de material fundido en constante movimiento. Finalmente, la cáscara del aguacate representa a la corteza terrestre, apenas una pequeña capa de roca sólida que flota sobre el manto, fracturada en diversos segmentos, como si fuera un enorme rompecabezas; cada una de estas piezas, recibe el nombre de placa tectónica (Figura 2).

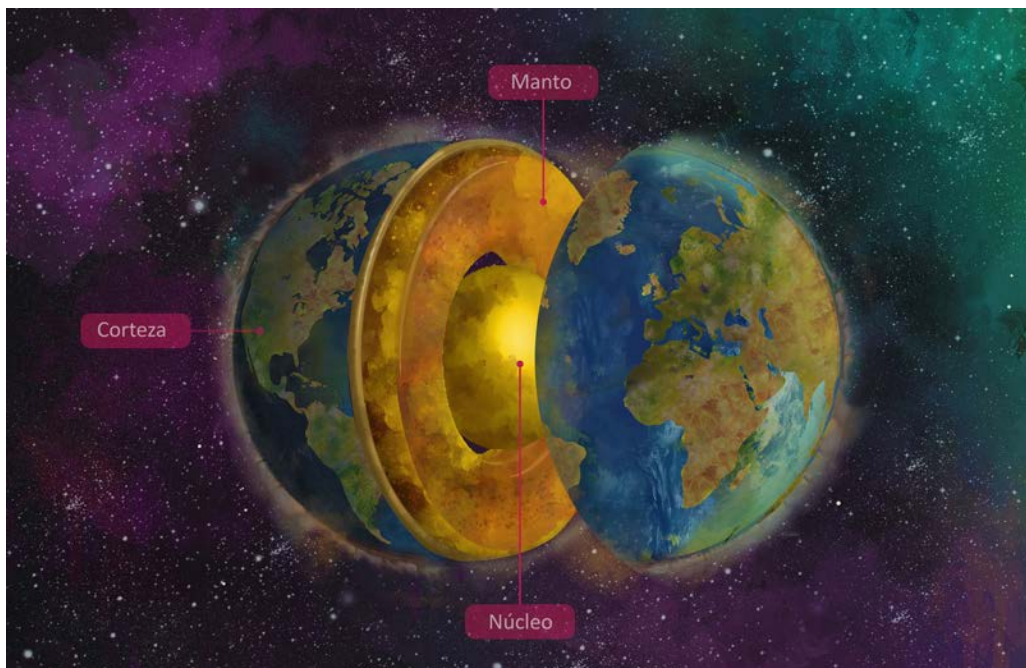


Figura 2. Estructura interna de la Tierra. Imagen: ©Jordan Carranza, 2018.

Para entender por qué tiembla, es necesario comprender un fenómeno llamado convección. Este fenómeno está presente más de lo que imaginamos en la vida cotidiana de las personas. Por ejemplo, al calentar agua en una estufa, la columna del líquido que está más cerca de la llama, elevará su temperatura más rápido, disminuirá su densidad y se desplazará hacia la superficie; desplazando a la columna de agua con menor temperatura, situada en la parte superficial.



Este fenómeno se repetirá en múltiples ocasiones, siempre y cuando exista la diferencia de temperatura y densidad. Lo mismo sucede con el material del manto, la roca fundida al contar con diferentes temperaturas y densidades, comienzan a desplazarse cíclicamente en patrones conocidos como celdas de convección, este movimiento obliga a las placas tectónicas a estar en constantes movimientos multidireccionales que ocasionan choques, tensiones o separaciones entre ellas.

Las placas pueden interactuar de tres maneras: pueden converger, esto significa que los bloques de corteza chocan; divergir, cuando se separan; o transcurrir, cuando un fragmento de corteza se desplaza verticalmente en una dirección y el otro lo hace en sentido contrario. Es importante conocer que en la convergencia, los movimientos de las placas pueden provocar dos escenarios: la subducción, ocasionada por una diferencia en las densidades entre las placas por lo que la menos densa se desplazará por debajo; y la obducción, generada por el choque de placas con densidades similares ocasionando la formación de cadenas montañosas, como es el caso de los Himalaya, resultado del choque entre la placa *Indo-Australiana* y la *Euroasiática* (Figura 3).

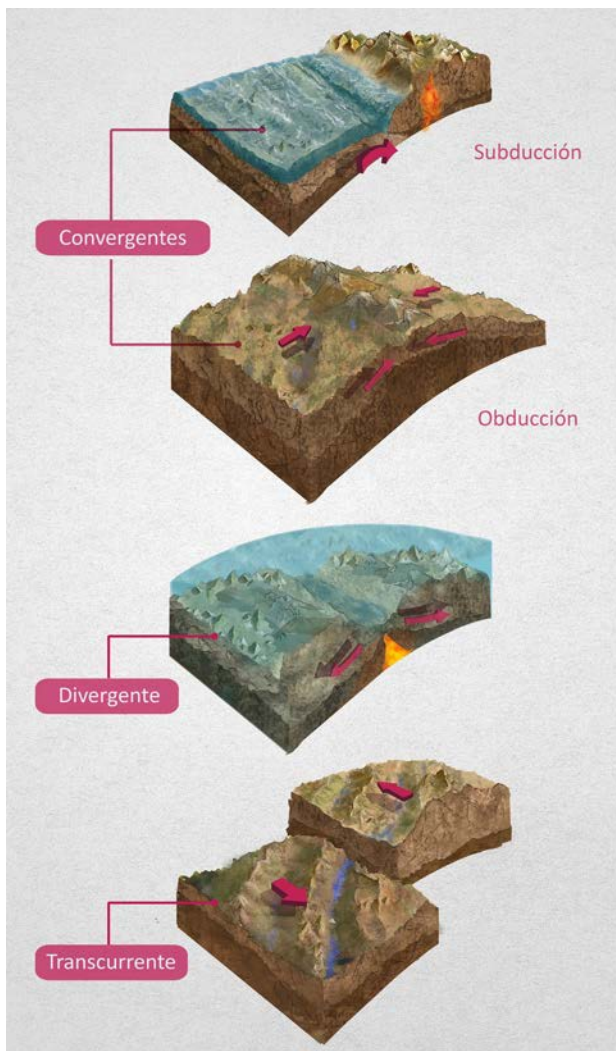


Figura 3. Movimientos de las placas tectónicas.
Imagen: ©Jordan Carranza, 2018.



Los sismos en México deben su origen principalmente a la subducción de la placa de *Cocos* en la placa *Norteamericana* -aunque también el movimiento de transcurción genera sismos en la península de Baja California-. El lugar donde ambas placas colisionan se conoce como la Trinchera de Mesoamérica, sin embargo, no es ahí donde la placa de *Cocos* termina, simplemente es donde comienza su inclinación para continuar su inmersión debajo de la de Norteamérica en una extensión que probablemente alcanza los 350 kilómetros y hasta 150 o 200 kilómetros de profundidad.

Cuando se desliza una placa debajo de la otra comienza un proceso de constante fricción, debido a que los bloques de tierra son rugosos, lo que genera fracturas y deformaciones en la corteza terrestre. En consecuencia, si el movimiento es detenido por alguna aspereza, comenzará a acumularse energía *de deformación*, y al romperse dicha obstrucción la energía acumulada será liberada de manera instantánea y agresiva, ocasionando un sismo. La energía liberada es propagada en forma de ondas sísmicas, desde el hipocentro en la profundidad y a partir de su epicentro en la superficie.

Las ondas sísmicas se clasifican en varios tipos, de acuerdo con sus características físicas. Aquellas que se desplazan en el interior del planeta se dividen en ondas P –primarias– y ondas S –secundarias–. Las principales diferencias entre ellas son: que las P viajan más rápido y que las S son, en mayor medida, las responsables del movimiento de la superficie del terreno por lo que están asociadas a los daños ocasionados a la población. Es importante mencionar que las ondas que se desplazan por la superficie pueden ser de dos tipos: Love y Rayleigh, en honor a los investigadores que las estudiaron y son las que influyen directamente en el movimiento de las construcciones (Figura 4).

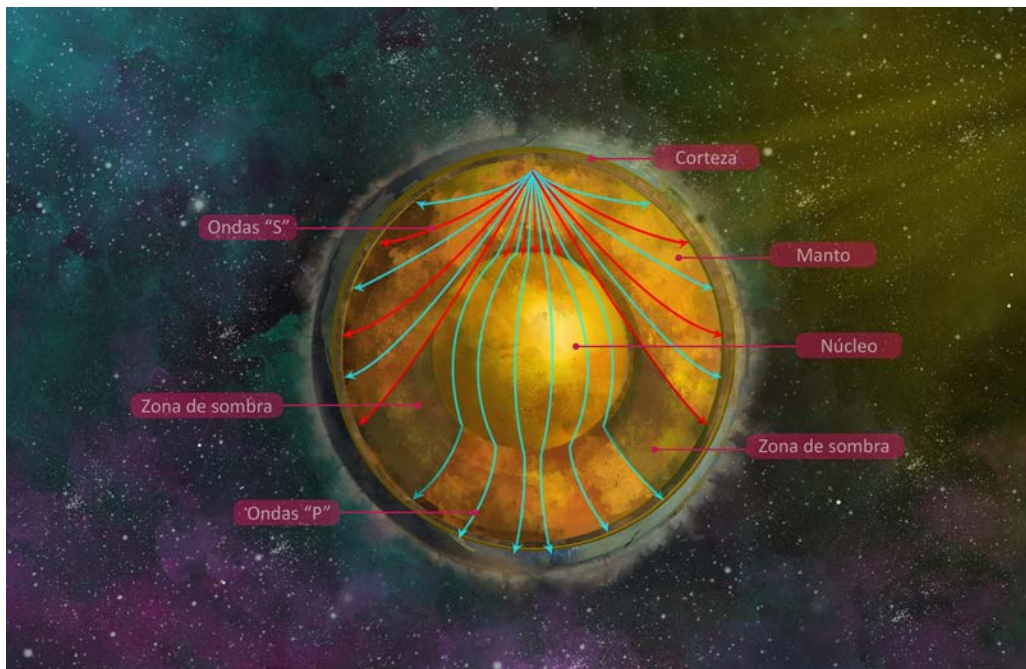


Figura 4. Distribución de las ondas sísmicas durante un sismo. Imagen: ©Jordan Carranza, 2018.

Después de ocurrir un sismo, una de las preguntas recurrentes que se hacen en torno a él, es su magnitud. Pero, ¿qué significa que un sismo sea de mayor o menor magnitud? ¿Es lo mismo que la intensidad? La energía liberada por un sismo se refiere a la magnitud y es calculada a partir de métodos matemáticos que consideran los datos obtenidos por parte de los sismómetros. Actualmente, en México ya no se emplea la escala de Richter para calcular el tamaño de un sismo; ahora se utilizan múltiples métodos para ello, entre las que destacan la magnitud de momento. Mientras que la intensidad es determinada a partir de la percepción de la sociedad o los daños causados a las construcciones; incluso también considerando el movimiento del suelo en términos de centímetros por segundo, a este tipo se le conoce como intensidad macrosísmica.

Relevancia social de los sismos

Los temblores son fenómenos inevitables, son parte de los ciclos naturales de la tierra y resultado de un constante esfuerzo de nuestro planeta por mantener un equilibrio interno. Pero, ¿por qué cobran tanta importancia en nuestras vidas cotidianas? ¿Por qué resulta necesario estudiarlos desde la ciencia? ¿Qué papel juegan en la cultura moderna?

Los temblores representan una de las principales amenazas a la que está expuesta a población mexicana; sin embargo, no a todas las personas los afecta de la misma manera; no todos tienen el mismo nivel de riesgo. El riesgo se entiende como la probabilidad de que una sociedad sea afectada por un fenómeno en dimensiones considerables; y es la sociedad, responsable de la construcción del riesgo, mediante una serie de decisiones relacionadas con dónde construir sus viviendas, qué materiales utilizar, el apego a las normas locales de construcción, entre otras.

Es importante destacar, que aunque dos poblaciones tengan el mismo nivel de riesgo, no siempre son afectadas de la misma manera; debido a que interviene otra condición social: la vulnerabilidad. La situación de pobreza, falta de información oportuna y veraz, la marginación, un ambiente degradado o la presencia de suelos altamente inestables, aumentan la incapacidad de la sociedad a reaccionar y sobreponerse ante las afectaciones asociadas a la ocurrencia de un sismo. Cuando el riesgo y la vulnerabilidad se combinan, se presenta el desastre.

Los recientes eventos sísmicos ocurridos en septiembre de 2017, nos permiten conjuntar todos los elementos mencionados anteriormente. Sismos con una magnitud considerable pero con consecuencias diferenciadas tanto geográfica como socialmente. El sismo del 7 de septiembre, con epicentro en Chiapas, causó daños graves a las comunidades localizadas en la costa de Oaxaca, Guerrero y Chiapas, mientras que en Ciudad de México sólo causó alerta y una sensación de movimiento mínimo. En contraparte, el sismo del 19 de septiembre, con origen en Puebla, causó una situación de desastre en localidades del centro de México y que en la capital del país no se había presentado desde hace 32 años, en el sismo de Lázaro Cárdenas, o mejor conocido, como el del 85. Ambos acontecimientos reforzaron el valor de solidaridad que siempre ha mostrado la sociedad mexicana para responder ante una situación de emergencia, así como una actitud de empatía y apoyo hacia los más afectados (Figura 5).



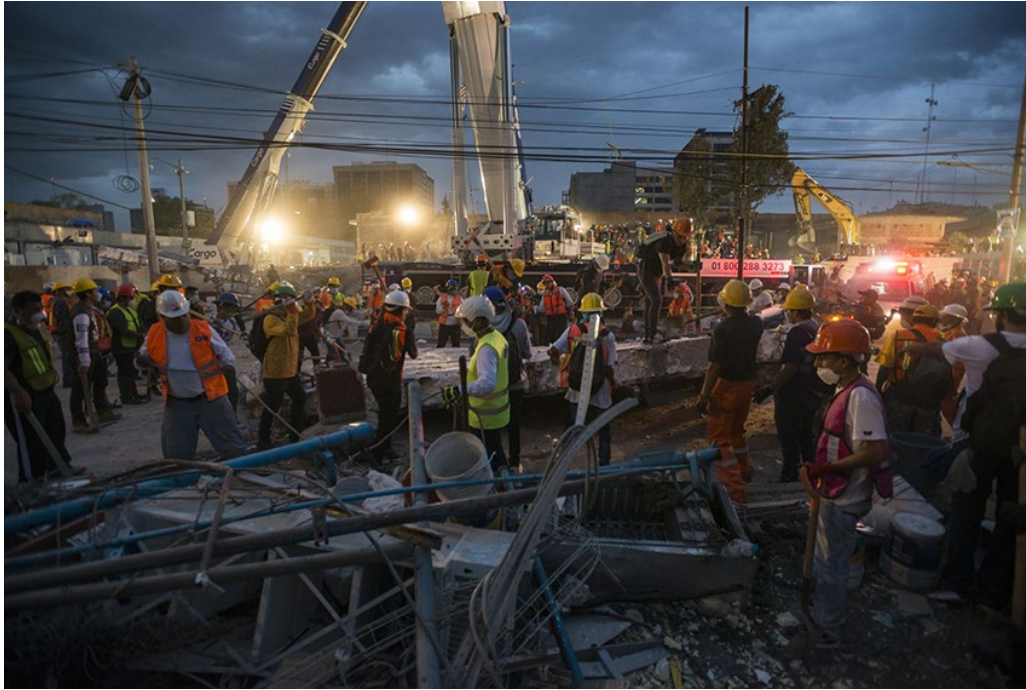


Figura 5. Solidaridad de la sociedad ante la emergencia del sismo del 19 de septiembre de 2017. Imagen: Ernesto Navarrete ©DGDC-UNAM, 2017.

Los sismos son una muestra de la fuerza de la naturaleza, la situación de riesgo que posee la sociedad mexicana y las condiciones de vulnerabilidad que aún tiene un porcentaje considerable de la población. Además, dieron cuenta de los avances que se han logrado en términos de protección civil y prevención, pero también dilucidaron vacíos que deben subsanarse y hacer frente de manera conjunta entre la sociedad y gobierno. Si bien, los sismos no pueden predecirse, es necesario que todos los actores sociales estén preparados para responder de una manera efectiva ante un suceso natural, reduciendo el riesgo y previniendo el desastre.

*



Referencias

García, Virginia (2001) *Los sismos en la historia de México, Tomo II*, México, Ediciones Científicas Universitarias/Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México/Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.

Medina, Francisco (2003) [1997] *Sismicidad y volcanismo en México*, México, Fondo de Cultura Económica (colección La ciencia para todos, 151).

Nava, Alejandro (2002) [1987] *Terremotos*, México, Fondo de Cultura Económica (colección La ciencia para todos, 34).

Régules, Sergio de (2017) "Sismos", *¿Cómo ves?* [en línea] (228), disponible en: <<http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/228/sismos>> [consultado el 20 de mayo de 2018].

Rosenblueth, Emilio (1992) *Macrosismos. Aspectos físicos, sociales, económicos y políticos*, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, México.

Servicio Geológico Mexicano (2017) *Sismología de México* [en línea], disponible en: <<https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html>> [consultado el 26 de mayo de 2018].

Watkins, Derek y White, Jeremy (2017) *Por qué la geografía de Ciudad de México agrava los sismos* [en línea], disponible en: <<https://www.nytimes.com/es/interactive/sismo-ciudad-de-mexico-geografia-terremoto/>> [consultado el 27 de mayo de 2018].

