

Los diseños y los fenómenos SÍSMICOS QUE PROVOCAN EMERGENCIAS Y DESASTRES en la Ciudad de México

Salvador Duarte Yurjar¹
Departamento de Métodos y Sistemas



Vista aérea de la ciudad el 19 de septiembre de 2017 fotografía: José Ventura

México y el mundo son zona sísmica: esta afirmación puede sonar aterradora, pero refleja la realidad de nuestro planeta Tierra, al que debemos considerar como un organismo vivo, por ello, presenta de manera natural un conjunto de fenómenos, entre estos los sismos, que provocan daños, sufrimiento y pérdidas entre sus habitantes. No los podemos evitar, lo que sí podemos hacer es prevenir sus efectos, reducir las pérdidas de vidas humanas, los heridos y los daños, así como el colapso en los edificios, que representa enormes pérdidas y un factor de agudizamiento de la pobreza.

1. Profesor investigador del Departamento de Métodos y Sistemas, Jefe del Área de Investigación Espacios Habitables y Medio Ambiente y Coordinador del Laboratorio de Habitabilidad y Desarrollo Sustentable, con la colaboración del Arq. Rogelio Leyva Herrera y de las pasantes en Arquitectura C. Shaira Jacqueline Fuentes Pérez e Itzayana Vianey Pimentel Calleros.

La mejor manera es estudiarlos, conocer cuáles son los mecanismos que los provocan, y tomarlos en cuenta para proyectar, construir, operar y mantener los nuevos edificios y reforzar y reconverter los ya existentes de todos los géneros edificios, así como la infraestructura urbana; medida que representa el mejor camino para hacer más resiliente a la sociedad mexicana, tarea que en gran medida corresponde a quienes se nos ha encomendado la producción del hábitat: arquitectos, planificadores territoriales, diseñadores gráficos e industriales, pertenecientes a disciplinas que conforman el quehacer de la División de Ciencias y Artes para el Diseño (CyAD-UAM-X), en combinación con las ingenierías de los distintos campos: mecánica de suelos, estructuras y electromecánicas; en telecomunicaciones, directa e indirectamente asociadas con ese gran objetivo social.

Son varios los factores que intervienen para explicar la causa-efecto de los sismos, entre los que se encuentran:

1. Características de los sismos: tipo, epicentro, profundidad, magnitud y distancia;

2. Características físicas del subsuelo y su comportamiento;

3. Características de los edificios: su edad, geometría, altura; elementos estructurales (esqueleto): cimentación, columnas, castillos, travesaños y losas; los elementos no estructurales: muros de mampostería, muros divisorios, pretilas y antepechos; las redes de instalaciones que posibilitan su adecuada operación: hidráulica, sanitaria y eléctrica. Telecomunicaciones, aire acondicionado y elevadores, equipo biomédico en hospitales, mobiliario de oficina como: computadoras, impresoras, escritorios, entre otros; también los conocidos como contenidos: aditamentos e insumos que se utilizan en cierto tipo de actividades que por exceso de

confianza u omisión permanecen sin sujetarse adecuadamente a los elementos estructurales, y que al ocurrir el sismo se deslizan y caen provocando caos e incidentes como explosiones e incendios, y retardando la recuperación y normalización, en un tiempo breve, de las actividades que se llevan a cabo en cada inmueble.

La Ciudad de México está situada en una zona sísmica, por lo que inevitablemente seguirán presentándose estos fenómenos, razón por la cual los ciudadanos, las autoridades responsables de otorgar las licencias y permisos de las nuevas edificaciones, las de protección civil de la ciudad y federal, las personas y empresas que proyectan, desarrollan y construyen, asimismo las Instituciones de educación superior, entre ellas la Universidad Autónoma Metropolitana –en las que se forman arquitectos, planificadores territoriales, diseñadores gráficos e industriales, así como ingenieros en distintas disciplinas–, tenemos la responsabilidad y también la oportunidad de prepararnos más y mejor para enfrentarlos de manera eficiente y con ello reducir al mínimo sus efectos negativos.

Causas que provocan los sismos

Un sismo es una vibración de la tierra que puede ser producida por diferentes causas: colapso de cavernas, erupciones volcánicas, deslizamiento de taludes en montañas, explosiones y acomodamiento de tierra o tectónicos.²

Los sismos se producen por dos tipos principales de ondas sísmicas conocidas como ondas de cuerpo: la onda P, comprime el terreno en la misma direc-

2. Fundación ICA, Experiencia derivadas de los sismos de septiembre de 1985, México, 1988, p.13.

Placas tectónicas que interactúan en territorio mexicano. Imagen tomada de Reporte Especial Grupo de Trabajo del Servicio Sismológico Nacional, UNAM.



ción de propagación; la onda S, que al momento del sismo trata de cortar el terreno moviéndose perpendicularmente a la dirección de propagación. Al entrar en contacto con la superficie de la tierra dan lugar a otro tipo de ondas conocidas como ondas superficiales; éstas son análogas a las ondas de agua y viajan sobre la superficie de la tierra, desplazándose a menor velocidad que las ondas de cuerpo. Debido a su baja frecuencia provocan resonancia en edificios con mayor facilidad que las ondas de cuerpo y son más destructivas.

Sismos del 19 y 20 de septiembre de 1985

Nuestro país es un territorio expuesto al fenómeno sísmico, particularmente en dos zonas: la primera ubicada frente a la costa del Océano Pacífico, en los estados de Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas y en la unión de la Península de Baja California, en la que se generan sismos por subducción o interplaca, que es donde se presentaron los sismos de 1985; la segunda se encuentra en la zona volcánica que se localiza al sur-sureste de la Ciudad de México, en las colindancias con los estados de Morelos y Puebla, en donde se han localizado varios sismos de diferentes magnitudes, entre los que destaca el del 19 de septiembre

de 2017, denominado de falla normal o de intraplaca.

La Ciudad de México se localiza en una cuenca endorreica y las características del subsuelo en que se asienta se clasifican en tres zonas: Zona I de Lomeríos, formada por suelos firmes areno-limosos (tepetate) y tobas compactas de alta capacidad de carga y baja deformabilidad, se incluyen derrames de basalto del Pedregal; Zona II o de Transición, constituida por el cambio, por lo general progresivo, entre los materiales que forman la zona de lomas y los existentes en la zona de lago; Zona III o del Lago, formada por la sedimentación de arenas y arcillas de origen volcánico, las cuales fueron transportadas por el aire y las corrientes hacia las aguas de los lagos que se originaron en la cuenca y fueron depositadas en el fondo del lago, que ahora se sabe no es plana, sino que tiene pequeños cerros y promontorios que lo hacen una superficie irregular. Otro factor que influye de manera importante es la extracción de agua del subsuelo para consumo humano, lo que ha provocado y continúa provocando el hundimiento regional, asentamientos diferenciales e inclinaciones en los edificios.

Los efectos y daños en los edificios durante los sismos de 1985 se presentaron de manera diferenciada, resultando más afectados los que se ubicaban en la zona

del Lago. Fueron varias las causas que se combinaron: la duración del sismo, el movimiento que éste provocó en el subsuelo, amplificando las ondas y los periodos de vibración, que en muchos casos coincidieron con los edificios, provocando el fenómeno de resonancia que le imprimió esfuerzos sensiblemente mayores que la resistencia calculada de los edificios, lo que motivó daños graves y, en muchos casos, el colapso total.

El sismo del 19 de septiembre de 2017 y los daños en los edificios de la Ciudad de México

El sismo del 19 de septiembre de 2017, con magnitud de 7.1 grados en la escala de Richter, y localizado en el límite estatal entre los estados Puebla y Morelos, a 12 km al sureste de Axochiapan, Morelos y a 120 km de la Ciudad de México, mostró que el riesgo para nuestra ciudad también proviene de los temblores que se producen dentro de la misma placa de Cocos –intraplaca–, y que será necesario desplegar en esa zona una red de registro y alertamiento sísmico temprano.

El sismo, ocurrido a las 13:14:40 horas, fue sentido fuertemente en el centro del país. Las coordenadas del epicentro fueron: 18.40 latitud N y -98.72 longitud W, con una profundidad de 57 km. Hasta las 18:00 horas del 19 de septiembre se habían registrado seis réplicas.³

Una de las preguntas que muchos se hacen con respecto a estos dos terremotos ocurridos en el mismo día en los años de 1985 y 2017 es ¿cuál de ellos impactó mayormente a la ciudad?; al respecto, hay consideraciones que se deben hacer:

El terremoto de 1985 liberó 32 veces más energía sísmica.

En 1985, el epicentro fue muy lejano y bajo las costas del estado de Michoa-

cán, cerca de la desembocadura del río Balsas a más de 400 km de la capital, eso quiere decir que al propagarse, las ondas sísmicas se atenuaron rápidamente.

En 2017, ocurrió apenas 120 km al sur de la ciudad, y aunque la ruptura que generó las ondas sísmicas es mucho menor que la de 1985, las sacudidas en la Ciudad de México fueron más violentas.⁴

El sismo del 19 de septiembre de 2017 es, como ya se mencionó, un sismo conocido como de intraplaca:

Si bien este tipo de sismo no es el más común en México, de ninguna manera es extraordinario [...] Estas rupturas se producen a profundidades mayores que los típicos sismos de subducción como los de 1985, que tiene lugar bajo las costas del Pacífico mexicano sobre la interfaz de contacto entre las placas tectónicas de Cocos y de Norteamérica. Los sismos intraplaca, de profundidad intermedia, se producen por esfuerzos extensivos a lo largo de la placa de Cocos. Las fallas geológicas asociadas a estos sismos se conocen con el nombre de fallas normales. Es preciso mencionar que estudios realizados para sismos intraplaca en México muestran que, por año, la probabilidad de que la intensidad de las vidas a este tipo de terremotos sea grande es muy similar a la de los sismos típicos de subducción, como los de 1985, entre otros. Esto implica que el peligro sísmico en la capital, asociado

3. Grupo de trabajo del Servicio Sismológico Nacional, UNAM. Sismo del día 19 de Septiembre de 2017, Puebla-Morelos (M 7.1) en <http://www.geofisica.unam.mx/> consultada: el 18 de abril de 2018 4. Victor M. Cruz Atienza, Shri Krishna y Mario Ordaz, ¿Qué ocurrió el 19 de septiembre de 2017?, Ciencia UNAM, 2017, en <http://ciencia.unam.mx/leer/652/-que-ocurrio-el-19-de-septiembre-de-2017-en-mexico->

5. Id.

a los sismos intraplaca, como el del 19 de septiembre de 2017, es tan grande como el de los sismos más comunes que ocurren bajo las costas del Pacífico Mexicano.⁵

Daños en edificios

De acuerdo con datos recabados por la población, las asociaciones gremiales y las autoridades, los daños y colapsos se presentaron en su mayoría en una franja Norte-Sur hacia el Oeste de la capital.⁶

La brecha de Guerrero, ubicación potencial de nuevos sismos

Desde que se aceptó la teoría Tectónica de placas, en los años sesenta del siglo xx, para describir y explicar la incidencia de sismos, se ha logrado detectar, por medio de estudios sismológicos, el tamaño de las zonas que sufren desplazamientos a lo largo de los contactos entre placas durante grandes temblores.

Bajo las costas del estado de Guerrero existe una brecha sísmica de 250 km de longitud en dónde podría ocurrir un sismo de magnitud superior a 8 grados en la escala de Richter. Este segmento se encuentra a unos 300 km de la Ciudad de México, es decir, aproximadamente a 150 km más cerca que la zona epicentral del terremoto de 1985.7 El tipo de sismo que la Brecha de Guerrero puede producir se denomina Interplaca o de Subducción: similar a los de 1985.

El fenómeno de subducción en la tierra se refiere al proceso por el que una placa litosférica oceánica se hunde bajo otra

6. Unidad de Instrumentación Sísmica, Coordinación de Ingeniería Sismológica Parámetros del Movimiento del Suelo Sismo de Puebla-Morelos (Mw 7.1) 19 de septiembre de 2017, en <http://www.iingen.unam.mx/es-mx/Investigacion/Proyectos/Paginas/Sismo19sept2017.aspx>

placa, ya sea oceánica o continental. Dentro de esta hipótesis, se ha determinado como tal el movimiento de las placas en esta zona, por estar en los límites de la placa Norteamericana y la Placa de Cocos:

Una de las zonas sísmicas más activas en México se ubica a lo largo de los litorales del Pacífico, desde Jalisco hasta Chiapas.

En la costa de Guerrero se ha identificado una brecha sísmica desde Acapulco hasta Zihuatanejo, es decir, una de la que no han ocurrido grandes sismos en varias décadas.

En esta brecha ocurrieron seis sismos de gran magnitud de 1845 a 1911, y que generaron daños importantes, por lo que existen suficiente potencial para que se produzcan más.

Es importante enfatizar que no es posible predecir cuándo, ni a qué hora ocurrirá un sismo, tampoco la magnitud e intensidad que éste tendrá.

Reflexiones finales, recomendaciones y propuestas

El sismo del 19 de Septiembre del 2017, que tuvo una magnitud inferior (7.1° grados en la escala de Richter) al de hace 32 años (8.1°), fue más violento en las zonas de Transición y Lomeríos por el tipo de ondas que generó y la cercanía de su epicentro con relación a la Ciudad de México.

Es lamentable que después de 32 años se repitan escenas como las que se vivieron en 1985, en cuanto a colapsos y daños en edificios, pérdidas de vidas humanas y demás afectaciones.

Las causas son multifactoriales. Aun cuando el Reglamento de Construcciones para la CDMX es de los más avanzados del mundo y de que existe el conocimiento y la tecnología necesaria para hacer que nuestras construcciones sean

muy seguras, mucha gente no lo cumple con el afán de ahorrar o de obtener mayores ganancias a costa de la seguridad de los inmuebles; por otra parte, no se le da a los edificios el mantenimiento adecuado; la corrupción en los trámites para obtener las licencias y permisos de construcción también es un verdadero problema. Es tiempo que reflexionemos sobre lo que se está haciendo mal en nuestra sociedad, ya que los fenómenos se seguirán repitiendo y debemos hacer lo necesario por hacer más resilientes a nuestros edificios y a nuestra ciudad, como vía para hacer resiliente también a nuestra población.

Si bien no es posible predecir cuándo, dónde y a qué hora ocurrirán nuevos sismos, existe la seguridad de que seguirá temblando. Sabemos con relativa certeza los probables sitios en que se presentarán los epicentros, y se han hecho escenarios de los daños que los sismos provocarán. De tal modo que es fundamental prepararnos como lo hacen países como Japón, poniendo en práctica acciones preventivas de autoprotección y protección civil.

La Universidad Autónoma Metropolitana, a través de sus Divisiones de Ciencias y Artes para el Diseño de sus unidades académicas de Xochimilco y Azcapotzalco, en conjunto con las Divisiones de Ciencias Básicas e Ingeniería de las Unidades de Azcapotzalco, Iztapalapa y Lerma; de Ciencias Biológicas y de la Salud y Ciencias Sociales y Humanidades, tenemos la responsabilidad, obligación y oportunidad de generar procesos inter, multi y transdisciplinarios de investigación científica, tecnológica y humanística.

El propósito es abordar los temas de los fenómenos naturales y antrópicos que provocan emergencias y desastres, como los sismos y el cambio climático y sus efectos en el hábitat, para proponer

alternativas que lo hagan más resiliente, sustentable, habitable, estético; además de económico en su materialización y óptimo en su operación durante su ciclo de vida, con una visión ecológica que incorpore materiales, sistemas y procedimientos, cuya generación, utilización, reciclamiento y disposición final sea amigable con el medio ambiente para apoyar el desarrollo de lo que en este texto se asume como una de las grandes prioridades nacionales.

También, asociar e incorporar a los planes y programas de estudio de pregrado y posgrado y los resultados de los procesos investigativos que formen nuevos cuadros de investigadores que profundicen e impulsen la innovación científica, tecnológica y humanística, así como de los profesionales de los diseños que promuevan los cambios de paradigma que la realidad nos impone. 

Referencias

- Fundación ICA, Experiencia derivadas de los sismos de septiembre de 1985, México, 1988, p.13.
- Grupo de trabajo del Servicio Sismológico Nacional, UNAM. Sismo del día 19 de Septiembre de 2017, Puebla-Morelos (M 7.1) en <http://www.geofisica.unam.mx/> consultada: el 18 de abril de 2018
- Víctor M. Cruz Atienza, Shri Krishna y Mario Ordaz, ¿Qué ocurrió el 19 de septiembre de 2017?, Ciencia UNAM, 2017, en <http://ciencia.unam.mx/leer/652/-que-ocurrio-el-19-de-septiembre-de-2017-en-mexico->
- Unidad de Instrumentación Sísmica, Coordinación de Ingeniería Sismológica. Parámetros del Movimiento del Suelo Sismo de Puebla-Morelos (Mw 7.1) 19 de septiembre de 2017, en <http://www.iingen.unam.mx/es-mx/Investigacion/Proyectos/Paginas/Sismo19sept2017.aspx>