



En dónde te agarró el temblor

Por Horacio Ramírez de Alba

Cuando ocurre un sismo pensamos con sobresalto que el suelo tiembla, pero la verdad es que la tierra se encuentra en movimiento continuo, particularmente en algunas regiones del mundo entre las que se halla gran parte importante de México. La sociedad no puede entender, y menos aceptar, que se colapsen escuelas y hospitales; toda afectación impacta, aún más cuando mueren personas. Es en esos momentos cuando la gente se pregunta si los encargados de las obras de construcción saben realmente lo que hacen. En ese sentido, se considera oportuno difundir información que contribuya a entender por qué ocurren los sismos y a echar una mirada al desarrollo de la ingeniería sísmica.

toda la vida humana se realiza en esa costra frágil e inquieta y que seguirá temblando.

Los sismos son constantes y casi siempre suceden en regiones específicas. Hasta ahora se pueden estimar niveles de probabilidad de ocurrencia, pero no pueden predecirse, ni su duración ni su magnitud. En la república mexicana, las zonas de mayor actividad sísmica se encuentran en las costas del Pacífico, en los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Oaxaca, Guerrero y Chiapas, así como el norte de la península de Baja California.

Por otra parte, es importante distinguir entre dos términos usuales y relacionados: magnitud e intensidad; el primero se refiere al tamaño absoluto del movimiento a partir de la energía liberada; el segundo se vincula a cómo afecta a las personas del sitio donde ocurre. Una comparación con la luz es pensar en un reflector muy potente pero lejano, en este caso la magnitud es grande, pero la intensidad, pequeña; en cambio un foco casero tiene una magnitud pequeña, pero su intensidad es alta, pues nos permite realizar actividades que requieren iluminación, como leer. Por tanto, un sismo de gran magnitud no necesariamente provoca daños y vi-

CAUSAS Y CONSECUENCIAS

El diámetro medio de la Tierra es de 12 742 km (la forma del globo terrestre no es esférica, pero se aproxima) y el grueso promedio de la corteza es de 50 km (en algunas partes es muy delgada, unos 10 km), por lo tanto, el grosor de la corteza es 250 veces menor que el diámetro. Es una “piel terrestre” formada de placas discontinuas e inestables, que se llaman tectónicas. Debajo de la corteza hay un manto de material caldeado y en estado plástico que, por el fenómeno de convección, ejerce fuerzas internas sobre las placas y las pone en movimiento intermitente. A escala geológica, de millones de años, esta actividad implica la separación o unión de continentes; a escala humana, un terremoto. Debemos aceptar, pues, que



Fotos: Lázaro Hernández

ceversa, por ejemplo, en 1960 ocurrió un sismo relativamente bajo en magnitud (6 grados en la escala de Richter) en Agadir, Marruecos, que tenía una población de aproximadamente 33 000 habitantes, 12 000 murieron y otros 12 000 resultaron heridos. En contraparte, en 1984 se presentó el sismo que hasta ahora ha alcanzado la mayor magnitud registrada (8.9 grados Richter) y tuvo lugar en el norte de Canadá; sin embargo, no causó ni muertes ni daños porque la zona estaba completamente deshabitada.

La Ciudad de México es un caso singular; generalmente las ondas sísmicas se atenúan con la distancia, y por ello es raro que un sismo con un epicentro mayor a 100 km provoque daños severos y colapsos de casas y edificios, a menos que por alguna causa la estructura de éstas se encuentre deteriorada o mal construida.



Foto: Noé Marure



Foto: Karla Martínez

El movimiento sísmico del 19 septiembre de 1985 ocurrió cerca de Lázaro Cárdenas, Michoacán, a una distancia aproximada de 450 km de la Ciudad de México, y el del 19 de septiembre del 2017 (exactamente 32 años después) fue entre los estados de Morelos y Puebla, a 120 km de la misma ciudad. No deberían haber causado tantos daños, pero lo hicieron por las características del subsuelo: antiguamente la cuenca de México fue un lago, y hoy es una zona densa en edificios y población. Quienes vivimos en



Tecnología



Foto: Luis Ángel Velázquez Vega

Toluca podemos considerarnos afortunados, ya que a pesar de localizarnos tan cerca de la Ciudad de México, los daños han sido mucho menores, porque no tenemos esa situación geográfica y social.

AVANCES EN LA INGENIERÍA SÍSMICA

El criterio usual para el diseño sismorresistente de las estructuras es buscar un equilibrio entre la resistencia y la rigidez, de tal manera que, en sismos de intensidad normal, las edificaciones no sufran daños o que éstos sean leves. Actualmente se ha avanzado en entender el comportamiento dinámico de los sis-

temas estructurales, por ejemplo, se pueden generar modelos analíticos (en la computadora) que simulen el movimiento con posibilidad de provocar escenarios desfavorables; de este modo se han desarrollado nuevos parámetros. Por otro lado, el criterio basado en resiliencia busca que las estructuras absorban y disipen la energía del sismo.

Ahora se trabaja con un enfoque a partir del control sísmico. Se usan diversas tecnologías, como los amortiguadores que funcionan con el mismo principio de las suspensiones de los vehículos; éstos distribuyen la energía, disminuyen las deformaciones y evitan que se presente resonancia cuando el periodo de vibración del terreno iguala al de la estructura. De igual forma, los aisladores de base son elementos diseñados para soportar un gran impacto y no romperse, a fin de desacoplar el comportamiento del edificio al del terreno.

Al parecer esta idea no es nueva: algunos edificios de la zona arqueológica de Mitla (Mictlán), en Oaxaca, contaban con rocas labradas en forma de cilindros que se colocaron entre el cimiento y la estructura propiamente dicha; esto lograba un efecto parecido al aislamiento sísmico. En algunas regiones de China se observa que edificios muy antiguos no se apoyaban directamente en el cimiento, sino en una capa de arena entre la base y la estructura, con una función similar al caso anterior. Es digno de destacar que este sistema se ha rescatado y aplicado en construcciones actuales.

En la Facultad de Ingeniería de la UAEM se trabaja, desde hace algunos años, en la posible generación de aisladores de base económicos y de fácil fabricación para aplicarse, por ejemplo, en edificios escolares y viviendas; los resultados analíticos son prometedores y ahora se procede a gestionar recursos para hacer trabajo experimental y de aplicación. En el futuro seguramente se verá mayor uso del control sísmico, con elementos y sistemas de masas servo controladas, que permiten “oponerse de forma inteligente” al movimiento sísmico.

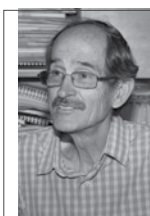


Foto: Karla Martínez

Pese a que se siga utilizando el método tradicional, hoy existe un mejor entendimiento del comportamiento dinámico de elementos y sistemas estructurales a través de mesas vibratorias que reproducen movimientos sísmicos pasados y otros que simulen acontecimientos catastróficos en el futuro. El desarrollo de programas de cómputo facilita generar modelos analíticos de edificios, puentes y ciudades enteras. En los laboratorios se trabaja en desarrollar concretos dúctiles que además de contar con alta resistencia, se puedan deformar sin romperse; también se han creado fibras sintéticas superiores al acero y útiles en la rehabilitación sísmica de edificios antiguos.

PUNTO Y SEGUIDO

Volviendo a poner los pies en la tierra y esperando que, por el momento, no suceda otra tragedia, debemos estar conscientes de que los sismos seguirán ocurriendo y hay que estar preparados. Es vital adquirir la cultura de la prevención, así como explicar a los niños el fenómeno sísmico de una manera congruente con su edad y desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles que, al tiempo de informar, ayuden a la gente a generar su propio plan de prevención y saber qué hacer antes, durante y después. Hoy, más que nunca, debemos aprender para evitar incertidumbre y nuevas catástrofes. 



Horacio Ramírez de Alba es ingeniero civil por la UAEM y maestro en Ingeniería-Estructuras por la UNAM. Tiene un Doctorado en Ingeniería por la Universidad de Texas. Realizó una estancia posdoctoral Building Research Institute en Tsukuba, Japón. Actualmente es profesor de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería en la UAEM.