

LOS EDIFICIOS CON MÁS RIESGO SÍSMICO EN LA CDMX

EDUARDO REINOSO

No existe ningún otro lugar del mundo donde las construcciones modernas hayan sido sometidas a altas demandas sísmicas tan frecuentemente como en la zona lacustre de la CDMX. Desde antes del terremoto de 1957, los conocimientos en sismología, geotecnia, análisis y diseño estructural, han contribuido a contar con edificios y estructuras cada vez más seguras. Sin embargo, el proceso ha sido en muchos sentidos empírico, y los edificios se construyen sin que necesariamente se cuente en esos momentos con los conocimientos suficientes para garantizar su seguridad para los terremotos que en el futuro ocurrirán. Para entender cuáles son las estructuras con más riesgo en la CDMX, es vital revisar con detalle la historia de las que se han dañado, para entender a la vez, por qué otras estructuras aparentemente similares no se han dañado ante el mismo sismo.

Bases de datos de edificios existentes

Hoy contamos con una base de datos de todos los edificios de la CDMX obtenida en distintas fuentes oficiales, entre ellas el catastro. Con toda esta información hemos logrado obtener la ubicación precisa de los predios y las estructuras, el año de construcción, los intervalos de número de pisos y el uso, entre otros. Además, con miles de horas hombre se ha recabado información en visitas de banqueta y visitas virtuales usando información pública disponible en internet. Hemos desarrollado herramientas de geomática e inteligencia artificial capaz de obtener de las fotos de cada edificio sus características sísmicas relevantes como si tiene irregularidades tanto en planta como en elevación, corroborar o modificar el uso, obtener el número preciso de pisos, entre otros. Un ejemplo sencillo de esta base de datos se muestra en la Figura 1, donde en las colonias Roma y Condesa en color café, están aquellos edificios que tienen algún tipo de irregularidad en elevación.

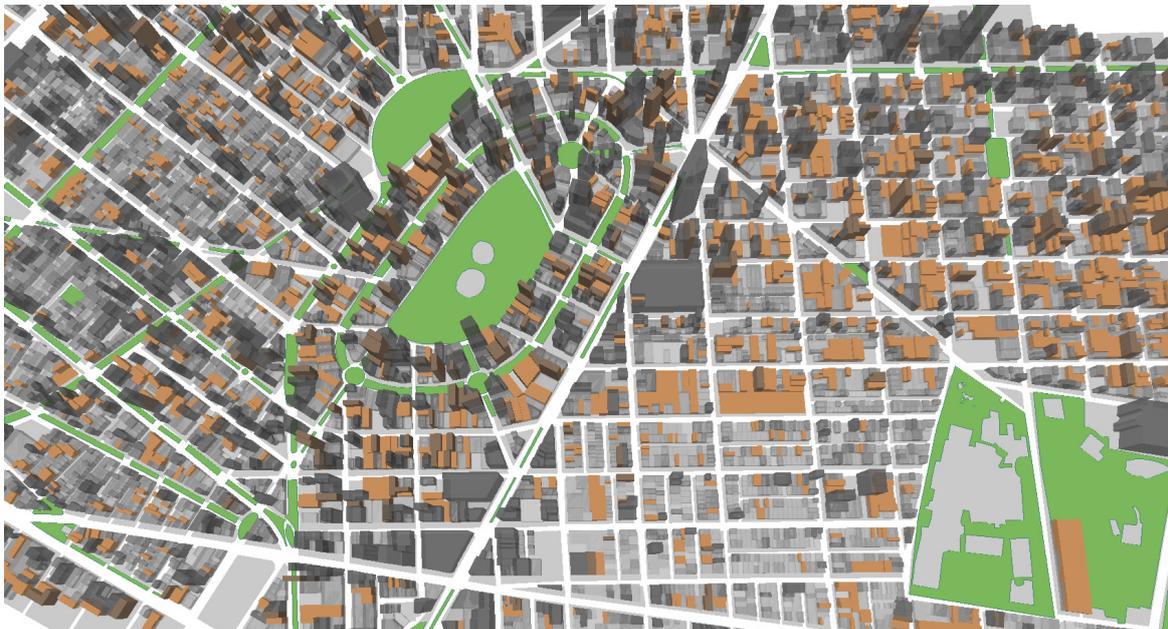


Figura 1. Partes de las colonias Roma y Condesa que muestran los edificios de la base de datos, como ejemplo, en color café, los edificios que tienen algún tipo de irregularidad en elevación

Bases de datos de daños durante sismos

La CDMX ha sido históricamente afectada por varios tipos de sismos. Como ejemplo de esto, la ubicación de los daños causados por los sismos de 1957, 1979, 1985 y 2017, se muestran en la Figura 2 (cada círculo contiene el año del sismo) alrededor de la alcaldía Coyoacán (contorno en línea azul), se aprecia claramente que los daños han ocurrido sólo en la zona lacustre (café claro) en comparación con la zona de lomas o de terreno firme (café oscuro) donde ni siquiera hay reporte de daños menores. Por esta razón, resulta evidente considerar que sólo las estructuras ubicadas en zona de lago de la CDMX tienen un riesgo sísmico alto.

La información de esta base de datos de edificios dañados es muy extensa y detallada con decenas de campos con detalles de los daños de la situación actual del edificio, entre

otros. Un ejemplo se muestra en la Figura 3 donde con colores se indican aquellos predios en los cuales hay o han habido estructuras que han sufrido desde daños menores hasta colapsos.

Daños observados desde el sismo de 1957

La base de datos de los edificios dañados se ha obtenido de miles de evaluaciones estructurales post-sísmicas realizadas desde 1957 por académicos (Instituto de Ingeniería), profesionales, empresas privadas, asociaciones civiles (SMIS, SMIE y SMIG) y recientemente por el ISC (Instituto para la Seguridad de las Construcciones). A partir de estas bases de datos se tiene parte de la información para determinar las características de los edificios que los hace más vulnerables.

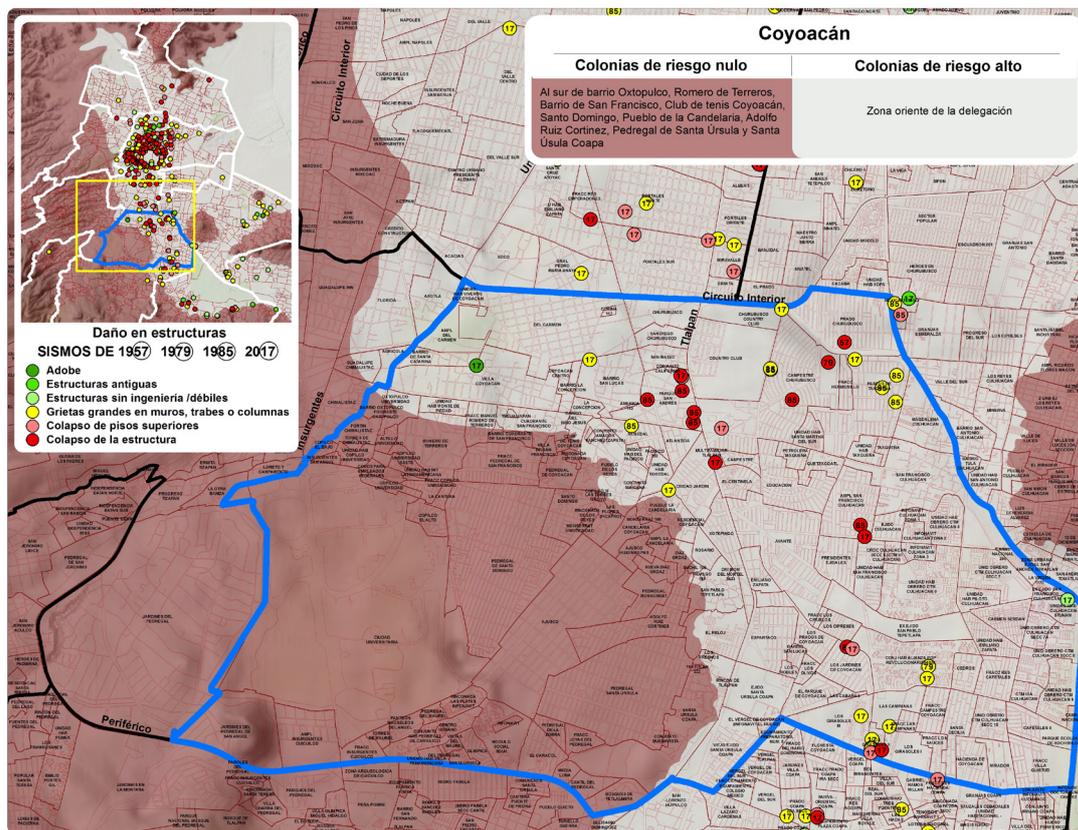


Figura 2. Daños causados por los sismos de 1957, 1979, 1985 y 2017 (cada círculo contiene el año del sismo) alrededor de la alcaldía de Coyoacán; se aprecia que los daños han sido sólo en la zona lacustre (café claro) en comparación con la zona de lomas o de terreno firme (café oscuro) donde ni siquiera hay daños reportados



Figura 3. Daños causados por los sismos de 1957, 1979, 1985 y 2017; se indican los predios donde hay o han habido estructuras que han sufrido daño, desde daños menores (amarillo) hasta colapsos (rojo)

En general, hoy podemos decir, de acuerdo con estas observaciones de daños durante sismos pasados, que las estructuras más propensas a no tener un correcto desempeño estructural en sismos futuros son aquellas que:

1. Se encuentran ubicadas en la zona lacustre.
2. Fueron construidas antes de 1985, por tanto, diseñadas con estándares antiguos que por haber resistido ya tantos terremotos podrían presentar daño acumulado.
3. Su estructura es de sistemas vulnerables como la losa plana.
4. Cuentan con una o varias patologías estructurales o irregularidades en planta o elevación. En particular, edificios con planta baja débil y configuración irregular en esquina, son altamente vulnerables.
5. Han sufrido alteraciones por parte de los dueños como la eliminación de muros interiores para reconfigurar espacios; apertura de muros de colindancia para mejorar la iluminación y ventilación; adición de pisos, entre otros. En algunos casos se ha comprobado que estas alteraciones son las que provocaron el colapso del edificio.

Los resultados de riesgo sísmico

El riesgo sísmico es una combinación entre las características dinámicas de la estructura y las propias del sismo; en el caso de la zona lacustre de la CDMX, hay que añadir las características dinámicas del suelo que cambian en unos cuantos centenares de metros. Es un cálculo relativamente complejo, de antemano, no se puede asumir que tal o cual edificio, incluyendo sus patologías, tendrá determinado daño; es necesario calcular el riesgo con herramientas que consideren todas las fuentes sísmicas con sus características; el sitio preciso de la zona lacustre donde el edificio se encuentra y todas las características estructurales del mismo.

De acuerdo a lo anterior, es necesario para cada sismo que podría ocurrir en el futuro y afectar a la CDMX, calcular el mapa de amplificación de la intensidad de la zona lacustre y cómo esta intensidad afecta a cada uno de los edificios. Como un ejemplo de los miles de sismos que se usan para obtener el riesgo, en la Figura 4 se muestra el mapa de la CDMX con los daños esperados de los edificios con la información que actualmente los tenemos en la base de datos, para un sismo

hipotético igual al del 19 de septiembre de 1985. Se aprecia que todos los daños importantes estarían distribuidos en toda la zona lacustre (otros sismos, que provienen de otras fuentes, mostrarían una distribución de daños distinta).

Los resultados de este tipo de estudios permitirán a la autoridad de la CDMX, a través del Instituto para la Seguridad de las Construcciones, tener información confiable sobre cuáles edificios tienen mayor riesgo sísmico; con ello, hacer

estudios más detallados con el objeto de mitigar el riesgo y estar mejor preparados para el siguiente sismo, donde de hacerlo, veremos menos daños materiales, menos víctimas y una recuperación más rápida. Para llegar a medidas efectivas de mitigación, se requerirá inevitablemente trabajar conjuntamente con toda la sociedad, los colegios de profesionistas y sus sociedades técnicas, las universidades y los tres niveles de gobierno.

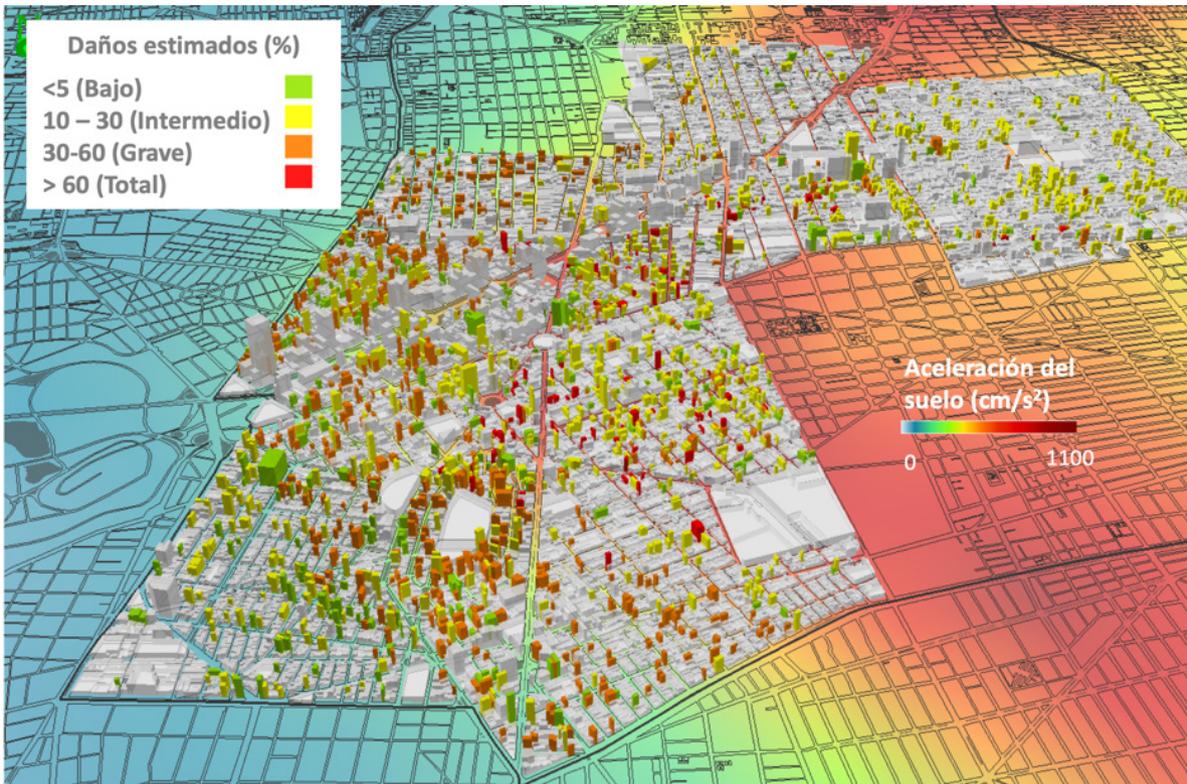


Figura 4. Mapa de daños de los edificios actuales en la zona centro de la CDMX ante la ocurrencia de un sismo hipotético como el del 19 de septiembre de 1985. Los colores indican el riesgo del edificio y en el suelo se indica la intensidad en términos de la aceleración del suelo (azules corresponden a terreno firme y de amarillos a rojos a la zona lacustre)