

## Arte, ideas y gente

EDITOR Manuel Lina  
 COORDINADOR Alejandro Barba Abreu  
 lina@economista.com.mx | arte@economista.com.mx  
 tel. 5237-0770



### POESÍA Poesía de los países estran en el ciclo Poesía en Voz Alta

EL ENCUENTRO se llevará a cabo en la Casa del Lago de hoy al 30 de este mes y reunirá a artistas de Alemania, Austria, Brasil, Chad, España, Egi y Francia.

economista.com.mx/arte-e-ideas



### TELEVISIÓN Fox hará una catarsis de estrenos en la red

LA PRODUCTORA ofrecerá más de 600 títulos en streaming para clientes de sitios como Amazon, CinemaNow, Google Play, iTunes y PlayStation.

economista.com.mx/arte-e-ideas



### CINE Hoy se estrena el trailer de El Hobbit en la Semana de Tolkien

UN AVANCE de El Hobbit: Un viaje inesperado se verá tomorrow en Internet, para después exhibirse en cines de todo el mundo a lo largo del día.

economista.com.mx/arte-e-ideas

## CONSTRUCCIONES SEGURAS: SEGUNDA PARTE

# Lecciones de la tragedia

El temblor de 1985 dejó una multitud de enseñanzas sobre cómo construir en el complicado valle de México

Laura Vargas-Parada

ES CON los sismos de gran magnitud como la sismología compila información fundamental "para luego tomar las acciones necesarias para mitigar el riesgo", dice Arturo Iglesias Mendoza, jefe del departamento de Sismología del Instituto de Geofísica de la UNAM. Por ello, la tragedia vivida en 1985 no fue en vano. Se obtuvo una gran cantidad de información, desconocida hasta entonces, que ha permitido a los investigadores comprender mejor el fenómeno sísmico.

Por su parte, los ingenieros sísmicos "toman la información (generada por los sismólogos) para valorar el estado de las edificaciones, determinar si son resistentes o no y qué es lo que hay que hacer para reforzar las estructuras", explica Carlos Valdes González, sismólogo y jefe del Servicio Sismológico Nacional.

De esta forma, los ingenieros desarrollan códigos de construcción a partir de los cuales se elaboran los reglamentos que permiten modular o disminuir el riesgo sísmico en las construcciones.

### MÉDICO EN UNA LAGUNA

"La Tierra no es completamente sólida. Se comprime y se expande y eso permite la propagación de ondas. (Por ello) cuando ocurre un temblor en un cierto punto geográfico, los efectos no se restringen a ese sitio", explica el Dr. Iglesias. Sin embargo, la energía liberada no es el mismo "y por lo tanto la fuerza de las sacudidas -normalmente disminuye conforme uno se aleja del epicentro".

Pero no en la ciudad de México. Desde los ataques se sabía que el suelo de la ciudad era blando. Sin embargo, no podía prever el extraño fenómeno, posiblemente único en el mundo, que agregó a la ciudad las ondas sísmicas en lugar de alejarse del epicentro se amplifican como resultado de las características del subsuelo.

La tragedia vivida hace 27 años demostró que el fenómeno de amplificación podía causar muchos daños que el propio sismo.

"Solo porque pudimos medir con algunos aparatos, el mundo sabe que muchos edificios no se esperaban porque estaban mal construidos", dice Eduardo Reinoso Angulo, investigador del Instituto de Ingeniería de la UNAM. "Se caen porque hubo zonas en la ciudad



La tragedia vivida hace 27 años demostró que el fenómeno de amplificación podía causar mucho más daño que el propio sismo.

Las ondas sísmicas en lugar de alejarse del epicentro se amplifican como resultado de las características del subsuelo.

donde la intensidad del sismo fue hasta 150 veces mayor a la esperada en un sitio tan lejano al epicentro (ubicado frente a las costas de Michoacán)".

Señalando Serrano Vega, especialista en estructuras y presidente de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica explica: "En el terreno blando de la zona del lago las ondas sísmicas amplían su movimiento, alargan su duración y alcanzan una frecuencia de movimiento. Si la vibración del suelo coincide con la de una edificación, ésta puede colapsar".

### EL DISEÑO ADECUADO

El daño a una estructura resulta de la combinación de movimientos intensos del terreno y la presencia de construcciones susceptibles. Por ello, "el diseño estructural toma en cuenta el período de vibrar del suelo y el período natural de vibrar de los edificios", dice Serrano.

Con el sismo de 1985 se cuantificaron daños en cerca de 2,500 construcciones, incluyendo el colapso de unos 200 edificios. Las construcciones con daño grave/moderado se localizan en zonas locales.

Además, se encontró que las edificaciones más susceptibles al colapso o daño severo fueron aquellas que presentaban un diseño asimétrico o irregular (más si estaban en esquina), aquellas que no contaban con la separación adecuada con los edificios adyacentes, lo que produjo golpeo (40% de los edificios dañados por

esta causa), y aquellas con planta baja débil.

"El problema con un edificio asimétrico es que a la hora de venir un sismo el edificio se desplaza de forma irregular", explica Gerardo Oreana Carlos, ingeniero civil dedicado a la práctica y actual secretario de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica. Dicho de otra forma, un edificio irregular no se mueve pareja. "Desde luego al hacer el diseño se consideró esta condición pero lo ideal es buscar que la estructura no sea muy asimétrica, por lo menos en las zonas de mediana y alta sismicidad".

El golpeo se presenta entre edificaciones de diferente tamaño. "Si los dos chocan con el mismo lago de acuerdo y los empin, los dos oscilan con el mismo período (de forma sincronizada). Pero si a uno le pone una curvatura más chica se va a dar cuenta que después de algunas oscilaciones

«(La sismología toma) las acciones necesarias para mitigar el riesgo».

Arturo Iglesias Mendoza, sismólogo del Instituto de Geofísica de la UNAM.



▲ El estacionamiento en el primer piso (posible "tipo débil" por la falta de masa) y la asimetría de los elementos hacen que construcciones como esta deban estar muy bien calculadas. FOTO DE MARCO HERNÁNDEZ

▲ Pesar de su asimetría, "El Libro" (ubicado en Insurgentes y Medellín) resulta un edificio en términos sencillos está formado por muros (columnas unidas con trabes), ya sean de concreto, acero, etcétera.

"El entropio débil es una práctica que no se ha podido desterrar en todo el mundo. Un edificio en términos sencillos está formado por muros (columnas unidas con trabes), ya sean de concreto, acero, etcétera.

"En las zonas sísmicas se les agregan cosas que son uno de los elementos más importantes y eficientes para soportar los terremotos", comenta Javier Avilés López. "En los edificios que utilizan el piso de abajo como estacionamiento, los muros están en los pisos de arriba pero en el piso inferior donde se concentra la mayor fuerza sísmica. El piso de abajo tiene que soportar toda la fuerza del edificio".

La Per. Dr. Avilés lo ideal "sería que no se construyeran este tipo de edificios. Para alternativa son edificios con niveles subterráneos para estacionamiento. Lo que permite una estructura con distribución de rigideces uniforme".

En todo caso, "la seguridad está a nivel del suelo tienen grandes espigas libres, sin muros interiores, sólo columnas, en comparación con los pisos superiores. A eso se le llama planta baja débil".

«En el terreno blando de la zona del lago las ondas sísmicas amplían su movimiento, alargan su duración y alcanzan una frecuencia de movimiento. Si la vibración del suelo coincide con la de una edificación, ésta puede colapsar».

Sebastián Serrano Vega, especialista en estructuras.

## Preguntas y respuestas para no ponerse a temblar

Eduardo Reinoso, experto en ingeniería sísmica, resuelve algunas dudas sobre la seguridad de las construcciones



Reinoso habló sobre arquitectura e ingeniería. FOTO CORTÉS

en forma de X que se ven en algunos hospitales. Esas estructuras se llaman contraventes y la ventaja es que permiten la entrada de luz.

Un edificio muy grande (como la Torre Mayor) siempre lo va a hacer de manera muy conceptual, lo van a hacer buenos ingenieros, buenos arquitectos. Eso no tiene problema. El problema son con los edificios de seis, ocho, 10 pisos, ahí es donde se presentan la mayor cantidad de violaciones al Reglamento de Construcción. Además seguimos teniendo edificios antiguos que son híbridos, pero el objetivo de esos gases es compensar el hundimiento de la ciudad. Los gases dan rigidez al edificio y por lo tanto están son útiles para los sismos.

«¿Qué hoy de los gases hidráulicos? Es un mito urbano. Puede ser que la confusión venga de que la Torre Latinoamericana tiene unos gases que son hidráulicos, pero el objetivo de esos gases es compensar el hundimiento de la ciudad. Los gases dan rigidez al edificio y por lo tanto están son útiles para los sismos.»

«¿Y los balines? La idea es que el edificio se mueva sobre los balines independientemente de cómo se mueva el suelo. Mejor que los balines son los aisladores de base. A los chileros les fue muy bien con los aisladores de base. Pero esas tecnologías sólo son útiles para edificios muy especiales. Menos que concebí el edificio de esa manera.»

«¿Y los balines? La idea es que el edificio se mueva sobre los balines independientemente de cómo se mueva el suelo. Mejor que los balines son los aisladores de base. A los chileros les fue muy bien con los aisladores de base. Pero esas tecnologías sólo son útiles para edificios muy especiales. Menos que concebí el edificio de esa manera.»

«¿Y los balines? La idea es que el edificio se mueva sobre los balines independientemente de cómo se mueva el suelo. Mejor que los balines son los aisladores de base. A los chileros les fue muy bien con los aisladores de base. Pero esas tecnologías sólo son útiles para edificios muy especiales. Menos que concebí el edificio de esa manera.»

«¿Y los balines? La idea es que el edificio se mueva sobre los balines independientemente de cómo se mueva el suelo. Mejor que los balines son los aisladores de base. A los chileros les fue muy bien con los aisladores de base. Pero esas tecnologías sólo son útiles para edificios muy especiales. Menos que concebí el edificio de esa manera.»

«¿Y los balines? La idea es que el edificio se mueva sobre los balines independientemente de cómo se mueva el suelo. Mejor que los balines son los aisladores de base. A los chileros les fue muy bien con los aisladores de base. Pero esas tecnologías sólo son útiles para edificios muy especiales. Menos que concebí el edificio de esa manera.»

«¿Y los balines? La idea es que el edificio se mueva sobre los balines independientemente de cómo se mueva el suelo. Mejor que los balines son los aisladores de base. A los chileros les fue muy bien con los aisladores de base. Pero esas tecnologías sólo son útiles para edificios muy especiales. Menos que concebí el edificio de esa manera.»