

## ¿Cómo se diseñan los edificios importantes para resistir sismos?

**José Alberto Rodríguez Morales**

Universidad Nacional Autónoma de México

[jrodriguez@iingen.unam.mx](mailto:jrodriguez@iingen.unam.mx)

**Jonathan De Anda Gil**

Universidad Nacional Autónoma de México

[jandag@iingen.unam.mx](mailto:jandag@iingen.unam.mx)

**Sonia E. Ruiz Gómez**

Universidad Nacional Autónoma de México

[sruizg@iingen.unam.mx](mailto:sruizg@iingen.unam.mx)

### Resumen

Imagina que ocurre un terremoto intenso en tu ciudad. Los edificios ordinarios (oficinas, locales comerciales o viviendas) podrían sufrir daños, pero hay otros que definitivamente deben seguir funcionando: hospitales atendiendo heridos, estaciones de bomberos respondiendo emergencias, escuelas que sirven como refugios temporales y estaciones de transporte para evacuar personas. Estos edificios esenciales o importantes deben mantenerse operativos cuando más se necesitan; por ello, cuando los ingenieros estructurales los diseñan, deben seguir reglas mucho más estrictas que las que se aplican en construcciones ordinarias.

### Palabras clave

Sismos, edificios importantes, funcionalidad y ocupación inmediata.

### Abstract

Imagine an intense earthquake strikes your city. While ordinary buildings (offices, commercial stores, or residences) might suffer damage, there are others that must absolutely continue functioning: hospitals treating the injured, fire stations responding to emergencies, schools serving as temporary shelters, and transportation stations for evacuating people. These essential or important buildings must remain operational when they are needed most. That's why when structural engineers design them, they must follow much stricter standards than those used for ordinary construction.

### Keywords

Earthquakes, essential buildings, functionality, immediate occupancy.

---

Rodríguez, J., De Anda, J. y Ruiz, S. (2025). ¿Cómo se diseñan los edificios importantes para resistir sismos? *Azcatl*, 5, 17-20. DOI: [10.24275/AZC2025B004](https://doi.org/10.24275/AZC2025B004)

## Introducción

Cuando se diseña un edificio, los ingenieros estructurales deben seguir reglas específicas para garantizar que resista los sismos que se esperan en el futuro. Estas reglas son más estrictas para los llamados edificios esenciales —hospitales, escuelas, estaciones de bomberos o terminales de transporte— que para los edificios ordinarios, ya que su funcionamiento después de un sismo intenso es crucial para salvar vidas y organizar la respuesta durante la emergencia.

Para brindar mayor protección a los edificios importantes, los códigos de diseño sísmico alrededor del mundo incorporan un concepto conocido como *factor de importancia*, el cual incrementa las fuerzas que deben considerarse en el diseño estructural. Es como colocarles un chaleco antibalas extra, lo que les proporciona un mayor margen de seguridad frente al colapso.

## Aprendiendo de los sismos del pasado

Los códigos de diseño se van mejorando con el tiempo. Los ingenieros analizan lo ocurrido en terremotos anteriores y usan esos conocimientos para desarrollar mejores especificaciones de diseño. Además, incorporan nuevas tecnologías y descubrimientos científicos para contribuir a la seguridad de las estructuras. Una de las

lecciones más importantes que hemos aprendido de sismos intensos recientes es que no sólo importa que el edificio no colapse, sino que se debe garantizar que continúe funcionando. Muchas veces, aunque la estructura principal (columnas, vigas, muros y losas) no sufra daños, el edificio no puede funcionar debido a que se dañan otros componentes como:

- tuberías (agua, gas y oxígeno);
- sistemas eléctricos;
- elevadores;
- techos y muros falsos;
- equipos especializados.

Estos componentes se conocen como elementos no estructurales (ver Figura 1), los cuales, aunque no sostienen el edificio, son esenciales para que éste funcione. En muchos casos, estos elementos representan un gran porcentaje del costo total de la construcción, especialmente en hospitales.

## Las nuevas especificaciones de diseño de la Ciudad de México

En la Ciudad de México, las reglas de construcción antisísmica se incluyen en las Normas Técnicas Comple-

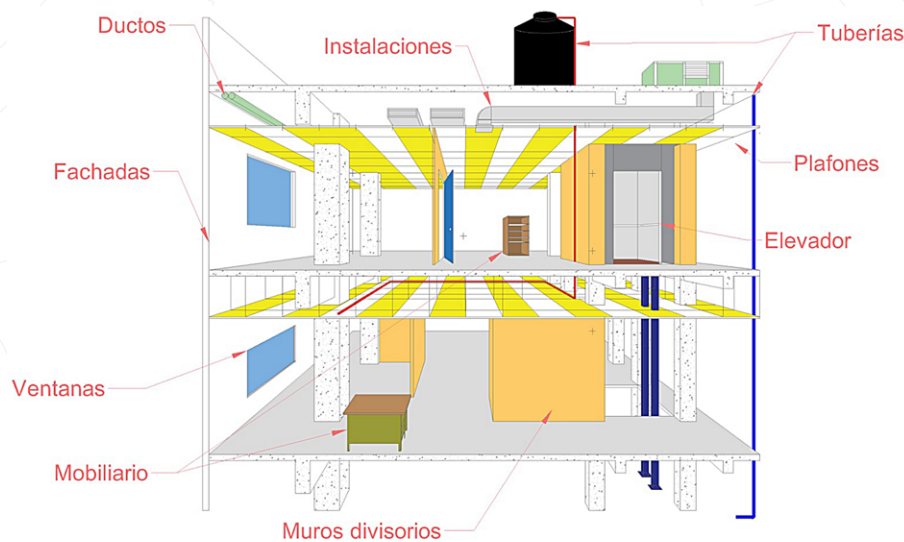


Figura 1.

mentarias para Diseño por Sismo (NTC-DS) que se modificaron significativamente en el año 2023. Veamos cómo era antes y cómo es ahora.

### *La norma anterior: más fuerte es mejor*

Los edificios importantes se diseñaban empleando el *factor de importancia* y se dividían en dos categorías:

- Subgrupo A1: Los más críticos (hospitales grandes y centros de emergencia principales).
- Subgrupo A2: Importantes, pero menos críticos que los anteriores (escuelas, estadios y auditorios).

Los edificios diseñados bajo este enfoque seguían la misma filosofía que las construcciones ordinarias, con una sola diferencia: debían resistir fuerzas sísmicas mayores. La lógica era simple aunque limitada, se trataba de una regla de tres básica aplicada a la ingeniería sísmica. Si un edificio normal debe soportar una fuerza  $X$ , entonces una estructura del subgrupo A1 debe soportar  $1.5X$  y un edificio del subgrupo A2 debe resistir  $1.3X$ . No obstante, ambos tipos de edificios se diseñaban bajo la misma premisa fundamental que aceptaba que sufrieran daños durante un sismo intenso, siempre y cuando no colapsaran.

Esta filosofía de *daño aceptable* funciona para edificios ordinarios, donde el objetivo principal es salvar vidas evacuando a las personas, pero para edificios esenciales presenta un problema crítico: un hospital dañado no puede atender emergencias, una estación de bomberos dañada no puede responder a incendios y una escuela dañada no puede servir como refugio.

En resumen, el enfoque anterior protege la vida de las personas dentro del edificio, sin embargo, no garantiza que el edificio cumpla su función después del sismo, justo cuando más se necesita.

### *La nueva norma: controlar las deformaciones*

Con base en las lecciones aprendidas de sismos recientes alrededor del mundo, las nuevas NTC-DS cambiaron completamente el enfoque. Ahora todos los edificios importantes, sin importar si son A1 o A2, deben cumplir

con un nivel de desempeño llamado *ocupación inmediata* (O1). El término nivel de desempeño es una manera de expresar cómo se espera que se comporte una construcción ante un sismo, es decir, que tenga ciertas características. Por ejemplo, un edificio que se diseñe para cumplir el nivel de desempeño de O1 debe sufrir daños estructurales prácticamente nulos ante un terremoto que estadísticamente ocurre cada 250 años en promedio; además, no sólo debe mantenerse en pie, sino estar listo para ser usado inmediatamente después del sismo, sin necesidad de reparaciones o inspecciones prolongadas.

Adicionalmente, las estructuras importantes deben satisfacer otro nivel de desempeño llamado *seguridad de vida* (SV), cuyo objetivo de diseño es que el edificio no se deforme permanentemente y esté muy lejos de colapsar ante la ocurrencia de un sismo que ocurre cada 475 años en promedio, con el objetivo de garantizar la evacuación segura de personas.

### **El desafío de los elementos no estructurales**

Aunque un edificio se diseñe para que sus elementos estructurales cumplan el nivel de desempeño de O1, esto podría no funcionar si se dañan las tuberías, las instalaciones eléctricas o el equipo especializado. Por ejemplo, un hospital puede tener sus columnas, travesaños y muros perfectamente intactos después de un sismo intenso, pero si se rompen las líneas de oxígeno, se desconectan los equipos de emergencia o colapsan los techos falsos sobre los equipos médicos, el hospital no puede funcionar y quizá eso impida que se salven algunas vidas, es decir, la estructura sobrevivió, no obstante, el edificio murió funcionalmente.

En este sentido, incluso con un diseño sísmico avanzado, la correcta ejecución y supervisión de la obra son indispensables para garantizar la seguridad y funcionalidad del edificio, de lo contrario, deficiencias en el proceso constructivo, interpretaciones erróneas de los planos o simplemente el uso de materiales inadecuados pueden comprometer su integridad estructural y su operación a lo largo de su vida útil. A esto se suma que, en ocasio-

nes, los usuarios destinan espacios para un uso distinto a lo previsto en el diseño, lo que puede generar sobrecargas o esfuerzos no contemplados. Por ello, resulta fundamental que exista un adecuado control sobre el uso de los inmuebles.

## Conclusiones

La evolución de las normas de diseño sísmico en la Ciudad de México marca un punto de inflexión en la ingeniería estructural moderna. El cambio de las NTC-DS en 2023 no es sólo una actualización técnica, sino una transformación conceptual que redefine qué significa verdaderamente proteger un edificio esencial.

La eliminación del *factor de importancia* y el paso al diseño para control de daños representa un salto cualitativo; ya no se busca que los edificios esenciales simplemente sobrevivan, sino que mantengan su capacidad de servicio cuando la sociedad más los necesita. Esta filosofía reconoce que la verdadera medida del éxito no es evitar el colapso, sino garantizar la continuidad funcional.

El nuevo enfoque de la norma mexicana representa un desafío ingenieril fascinante: los edificios más rígidos y resistentes pueden generar mayores fuerzas sobre los elementos no estructurales. Esto requiere un diseño integral donde la protección de la estructura principal debe equilibrarse cuidadosamente con la protección de todos los sistemas que determinan la funcionalidad del edificio.

Los sismos recientes alrededor del mundo han demostrado que el daño a elementos no estructurales puede inutilizar completamente edificios con estructuras intactas. La incorporación de estas lecciones en las normas mexicanas posiciona al país como pionero en el diseño de infraestructura resiliente.

Adicionalmente, aunque los edificios esenciales con mayor desempeño sísmico implican un mayor costo inicial, a lo largo de su vida útil esta inversión contribuye a reducir daños, minimizar interrupciones y garantizar un beneficio económico y funcional sostenido. En otras palabras, este costo permite que la edificación cumpla con su función estratégica en situaciones de emergencia, mantenga su operación tras eventos sísmicos de gran magni-

tud y garantice la seguridad tanto de los ocupantes como de la infraestructura.

## Referencias

Gobierno de la Ciudad de México (2022). Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (última reforma). [https://data.conseria.cdmx.gob.mx//images/leyes/reglamentos/RGTO\\_DE\\_CONSTRUCCIONES\\_DEL\\_DISTRITO\\_FEDERAL\\_8.pdf](https://data.conseria.cdmx.gob.mx//images/leyes/reglamentos/RGTO_DE_CONSTRUCCIONES_DEL_DISTRITO_FEDERAL_8.pdf)

Gobierno de la Ciudad de México (2023). Norma Técnica Complementaria para Diseño por Sismo (NTC-DS-2020). Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

Gobierno del Distrito Federal (2020). Norma Técnica Complementaria para Diseño por Sismo (NTC-DS-2020). Gaceta Oficial del Distrito Federal.