

■ Al cierre de esta edición, se esperaba la oficialización y puesta en vigencia del decreto supremo de emergencia Minvu, que modifica la NCh433of.96 Mod2009. Decreto que trae importantes novedades para el futuro diseño sísmico de edificios. ■ Revista BiT adelanta algunas de las exigencias, como la incorporación de nuevos espectros de diseño, a partir de los registros del sismo de febrero pasado, conjuntamente con una mayor especificación de la clasificación del suelo. Son nuevas medidas.

## NORMA DE DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS

# NUEVAS MEDIDAS



PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

Las construcciones chilenas enfrentaron una dura prueba en febrero pasado. Y a pesar de la envergadura del terremoto, según los especialistas, las estructuras se comportaron de manera satisfactoria. Tras la experiencia que entregó el sismo, en noviembre pasado se consensuaron, bajo Decreto de Emergencia Minvu, las modificaciones a las normas NCh 433 (Diseño Sísmico de Edificios) y NCh 430 (De Hormigón Armado), que al cierre de esta edición se encontraba a la espera de las firmas del Presidente de la República y de la Ministra de Vivienda y Urbanismo.

Las modificaciones se acordaron tras un trabajo en conjunto entre el MINVU y un grupo de destacados profesionales en diseño sísmico y estructural del país, creando un

consejo asesor para la elaboración y propuestas de los decretos. "Hay dos que son las esenciales: La 433, que define el terremoto de diseño del edificio o de sollicitación. La otra es la 430, que indica cómo se diseñan los edificios de hormigón armado", comenta René Lagos, gerente general de René Lagos Ingenieros Asociados y miembro del equipo que elaboró las modificaciones. Medidas de peso que Revista BiT adelanta en este artículo.

### PUNTOS CLAVES

Desde el punto de vista de los usuarios, ahora los edificios en altura serán diseñados para condiciones (efectos sísmicos) más severas. Por otra parte, se conoce mejor el efecto de la calidad del suelo en la amplificación del sismo que afecta al edificio. Además de los au-

mentos en las solicitaciones y desplazamientos provenientes del sismo de diseño, se han introducido mayores exigencias al diseño de los muros estructurales, limitando la compresión máxima que pueden resistir. Esto en la práctica derivará en muros de mayor espesor en los pisos inferiores.

En la edición N° 72 de Revista BiT (Mayo 2010), se investigaron los puntos claves que todo cálculo estructural debe contener. Según los expertos consultados, y en base a las principales fallas observadas en terreno durante el terremoto, tales experiencias se recogieron y se integraron al decreto de emergencia. Algunos de los principales cambios:

**1. CALIFICACIÓN DE SUELOS:** El terremoto dejó enseñanzas. Una de las primeras debilidades detectadas fue que ciertos tipos de suelo, especialmente las arenas, se comportaron de forma distinta a la proyectada, y



generaron mayores amplificaciones del sismo para los edificios o para las estructuras que estaban fundadas en arenas. En otras palabras, "las arenas que solían clasificarse como suelos tipo 2, ahora en general, tenemos claro que su comportamiento equivale a suelo tipo 3. Así, desde el punto de vista de lo que le pasa al edificio que está fundado sobre suelo tipo 3, significa que las fuerzas sísmicas aumentan casi al doble. Esto equivale a un cambio radical para cualquier edificio diseñado para un tipo de suelo 2, y ahora debe cambiar a 3", relata Lagos. Cla-

ramente es un edificio que va a tener mayores espesores de muros y enfierradura. Al cambiar el tipo de suelo, las solicitaciones del terremoto de diseño serán el doble más severas para un edificio que está fundado en suelo tipo 3, que si estuviese fundado en suelo tipo 2.

**2. DESPLAZAMIENTOS:** De acuerdo a los antecedentes medidos en este terremoto, los desplazamientos en el extremo superior de los edificios son considerablemente mayores a los estipulados en la norma vigente. "Dichos aumentos varían entre dos y tres veces,

**RAPIDEZ  
SEGURIDAD  
EFECTIVIDAD**

## Solución Integral en Entibaciones Metálicas

- Sistemas de cajones KS-100
- Sistemas con guías deslizantes:
  - Sistema corredera (4-6 Metros)
  - Sistema paralelo (5-8 Metros)
- Sistema esquinero para pozos, cámaras y plantas elevadoras

**Casa Matriz**  
Flor de Azucenas 42 OF. 21 - Las Condes  
Fono: 56-2 241 3000 - 624 3434

Guillermo Schrebler  
gschrebler@krings.cl

[www.krings.cl](http://www.krings.cl)

## COSTOS Y REVISIÓN

Hay ciertas interrogantes entre los profesionales de la construcción, frente a las nuevas exigencias del decreto y su aplicabilidad. Por un lado, el aumento de los costos y, por otro, la revisión de aquellos proyectos que habían sido proyectados previa modificación de la norma.

**REVISIÓN:** “Hay proyectos ya terminados, con los planos listos para empezar a construirse. Pero con todos estos cambios será necesario revisarlos pensando en dejarlos de acuerdo a los nuevos requerimientos”, postula Lagos. Si bien se debe aclarar que todavía las normas vigentes son las mismas que estaban antes del terremoto, ya que legalmente no han sido publicadas las nuevas versiones (al cierre de esta edición), ya existen casos de proyectos que han tenido que ser rehchos, porque no cumplen con las nuevas exigencias.

**COSTOS:** Cuando se aumenta el estándar, siempre hay costos asociados. “Si estamos aumentando ciertos requerimientos, si estamos haciendo que el edificio sea capaz de resistir el doble o el triple de desplazamiento en el extremo superior, claramente vamos a tener que hacer un edificio con un poco más de hormigón y fierro”, prosigue Lagos. Y continúa. “Lo que hemos visto en general, es que los edificios bajos, hasta diez pisos, bajo los nuevos requerimientos, se estima que prácticamente no sufrirán aumentos de enfierradura. Sin embargo, para aquellos edificios de gran altura, hablemos de 20 o más pisos y en suelo tipo 2, es en donde se han detectado los mayores cambios y encarecimientos, por concepto de obra gruesa”, finaliza.



La calificación de suelos será una de las grandes novedades de la modificación de la norma.

Así por ejemplo, las arenas que solían clasificarse como suelos tipo 2, ahora en general, se conoce que su comportamiento equivale a suelo tipo 3.

en algunos casos extremos”, indica Lagos. Ahora bien, cuando un edificio en su nivel superior se desplaza horizontalmente el doble o el triple de lo establecido en la norma, se originan distintos efectos: “El edificio tendrá mayor daño en elementos no estructurales, lo que significa que deberá ser más detallado el diseño de estos componentes. Esto indica que se debe ser sumamente cuidadoso, porque el decreto nos está diciendo que las deformaciones que deberán soportar esos componentes son mucho mayores a las indicadas anteriormente por la norma de cálculo”, sentencia Lagos.

**3. AUMENTO DE SOLICITACIONES:** El hecho de que los desplazamientos superiores hayan resultado mayores a los estimados por la norma vigente al momento del terremoto, “significa que en la base de los muros de esos edificios, las solicitaciones son mu-

cho mayores. Esto explica porqué en algunos casos los muros inferiores tuvieron fallas de tipo frágil ya que se vieron sometidos a condiciones más severas de lo que se había proyectado originalmente”, resume Lagos. En consecuencia, el decreto también incorpora un aumento en las solicitaciones que van a derivar hoy en el aumento del diseño de las fundaciones, en los espesores de muros y en la cantidad de armaduras al interior de los muros, básicamente en los pisos inferiores de los edificios. En general, el cambio se notará más en el primer cuarto de la altura del edificio, en el resto será mínimo.

Una vez firmado por las autoridades de Gobierno, el decreto entrará en vigencia inmediata y, por consiguiente, “será requisito obligatorio para cualquier permiso de construcción que se otorgue en el país”, asegura René Lagos.

A pesar de no haberse logrado el consenso total dentro del Comité Técnico que estudió y elaboró las modificaciones, hay un acuerdo base: “Tenemos la explicación de por qué fallaron algunos edificios, y en base a esa información lo lógico es que las normas cambien y se adecuen a este nuevo conocimiento. Hoy no es éticamente aceptable seguir diseñando igual que antes, como si el terremoto no hubiese existido y no hubiésemos aprendido nada”, expresa René Lagos. En la edición de Marzo 2011, Revista BIT profundizará en las modificaciones, nuevas exigencias del decreto y en los puntos donde no se alcanzó total consenso para contar con una visión integral de sus efectos en la construcción. Son las nuevas medidas. ■

### ARTÍCULO RELACIONADO

- “Cálculo sísmico de edificios. Construcciones a prueba”. Revista BIT N° 72, Mayo de 2010, pág. 30