



# CAMINO A LA MICRO ZONIFI CACIÓN

*EL TERREMOTO DEJÓ ALGUNAS LECCIONES, VARIAS PREGUNTAS Y UNA GRAN CERTEZA: HAY QUE MEJORAR LA ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y AVANZAR HACIA LA MICROZONIFICACIÓN, ESPECIALMENTE EN ÁREAS DE GRANDES POBLACIONES.*

POR **JORGE VELASCO CRUZ**

**A**hora llega el momento de sentarse a pensar, estudiar y recopilar los antecedentes. Hay que tomarlos todos y ver, a partir de eso, si uno puede empezar a sacar ciertas conclusiones". La frase es de Christian Ledezma, profesor asistente del Departamento de Ingeniería Estructural de la Universidad Católica.

El primer impacto del terremoto ya pasó y las grandes conclusiones se hicieron saber: para las dimensiones del sismo, los daños fueron muy pocos. Pero eso no quita que haya bastante trabajo para realizar todavía. Y el estudio de los suelos es una de las áreas a las que se le entregarán muchas horas de estudio.

Según los expertos, hubo dos fenómenos manifiestos que se produjeron en los suelos producto del terremoto. Uno de ellos fue el de licuefacción o licuación. Se dio especialmente en la Región del Bío Bío, pero alcanzó a producirse también en zonas como Lampa,

en la Región Metropolitana. El suceso consiste en una gran pérdida de la resistencia de los suelos. Se genera, por lo general, en sectores costeros o en los bordes de los ríos, y afecta aquellos terrenos que son granulares (arenas), que están sueltos y llenos de agua (saturados).

Cuando se produce el sismo, el suelo se sacude y el agua contenida en él comienza a incrementar su presión. Así, las partículas del suelo comienzan a separarse y éste pierde capacidad de resistencia. Al mismo tiempo, el aumento de presión eyecta material a la superficie y se generan grietas. "Lo que se produce en la licuefacción es que una vez que viene el terremoto, el terreno comienza a colapsar. El sólido se comienza a comportar como un fluido viscoso", explica Christian Ledezma. De esta forma, el terreno comienza a ser inestable y las fundaciones de los edificios y otras estructuras ceden. Se provoca así el "lateral spreading", que es el deslizamiento lateral del suelo que está por sobre la zona afectada.

El otro fenómeno que se produjo con el sismo es el "efecto de sitio", donde el suelo funciona como una suerte de filtro entre el epicentro del sismo y la superficie. De esta manera, sus condiciones afectan en la amplitud, el contenido de frecuencia y la duración del movimiento sísmico. "Al llegar a la superficie, la señal cambia su amplitud, dependiendo del tipo de suelo que haya. Si te encuentras con arcilla es cuando más se amplifica la señal. Si tienes una estructura encima, será muy solicitada. Si nos vamos al otro extremo, cuando haya gravas o piedras grandes bien compactadas, ahí la señal se podría atenuar", explica Ramón Verdugo, académico del departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile y presidente de la Sociedad Chilena de Geotecnia. Los destrozos sucedidos en la Ciudad Empresarial (Huechuraba) son un buen ejemplo de este fenómeno.

El "efecto de sitio" está considerado en la normativa sísmica chilena y mundial. En la

# COBELCAR,

El mayor proveedor de soluciones para Proyectos Hidráulicos y Sanitarios en Chile. En nuestra tienda Usted encontrará:

- ✓ Atención experta
- ✓ Experiencia de compra única
- ✓ Máxima disponibilidad de stocks
- ✓ Productos de primera calidad
- ✓ Productos certificados
- ✓ Respaldo del mayor especialista en proyectos Hidráulicos y Sanitarios en Chile

**COBELCAR**

Más de 15 años generando confianza

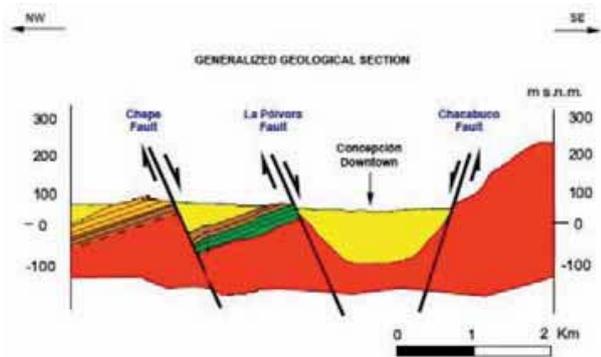
Nuestros Productos:



Dirección: Fray Camilo Henríquez 889, Santiago. Teléfono: (56-2) 665 9932, Fax: 6659763  
Mail: [ventascobelcar@cobelcar.cl](mailto:ventascobelcar@cobelcar.cl) [www.cobelcar.cl](http://www.cobelcar.cl)



Figure 5.31. Damaged sections in downtown Concepción; 6 out of 7 are parallel to La Polvora fault.



Christian Ledezma, profesor asistente del Departamento de Ingeniería Estructural de la Universidad Católica

NCH 433 se ha establecido una zonificación sísmica y una definición de tipo de suelo de fundación. Para la zonificación sísmica se han dispuesto tres zonas de distinta intensidad, en relación al choque de las placas de Nazca y Continental. De esta manera, la zona 3 es para la franja costera (donde habría mayores daños), la zona 2 es para el Valle Central y la zona 1 es para la Cordillera.

Pero después de ello hay que considerar también en qué tipo de suelo se está apoyado. Y la norma considera cuatro patrones, de mejor a menor calidad. El I, entonces, es el de roca; y el IV, el más blando. A esta clasificación hay que agregarle los suelos potencialmente licuables, como arenas o suelos saturados, que requieren un tratamiento especial.

Esta norma, sin embargo, se hace insuficiente para los expertos. “La tabla que hay claramente debiera ser mejorada y en eso estamos”, apunta Ramón Verdugo. En tanto, Christian Ledezma agrega que hay que aumentar las clasificaciones de los tipos de suelo para que haya una transición más suave entre unos y otros.

#### MEJORAR LA NORMA

Hoy, con la normativa actual, pasarse de una clasificación a otra podría significar

aumentos entre 30 % y 40 % en los refuerzos en una obra. Por ello, emular normas como la IBC 2009 (de la International Building Code), que establece siete tipos de suelos y estudios específicos para ciertas estructuras en relación a ellos, sería un camino a seguir.

El país también debiera apuntar a la microzonificación sísmica, opinan los expertos. “Zonificación sísmica si hay, pero es muy gruesa y está exclusivamente pensada en sísmos de tipo subductivo interplacas”, afirma el académico del departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile y presidente de la Sociedad Chilena de Geotecnia, Ramón Verdugo. La zonificación actual, que pone a la Costa como el sector más peligroso y a la Cordillera como el menos riesgoso, no considera sísmos intraplacas (que se produce cuando una cierta placa falla, sin que ello tenga relación directa del contacto con otra), como ocurrió en Tocopilla en 2007, o sísmos corticales (de la corteza), como el que sucedió en Las Melosas, en el Cajón del Maipo, en 1958.

La idea de microzonificar permitiría establecer más en detalle cómo construir en distintos sectores, ya no sólo del país sino de una misma ciudad. Así, por ejemplo, podrían evitarse problemas como el colapso del Paso Miraflores, en Américo Vespucio Norte. La limitante es que si bien la mecánica de suelos está bien

avanzada en Chile, la información es privada y pertenece a quien solicita el estudio. Mucha de ella termina en las municipalidades, pero aun así está dispersa. “Estos informes no son obligación legal y algunas veces se pierden”, dice el profesor asistente del Departamento de Ingeniería Estructural de la Universidad Católica, Christian Ledezma.

La lógica debiera apuntar a retroalimentarse de los informes de suelo realizados para las diversas construcciones y así confeccionar un mapa de distintos sectores. Si bien todavía no se ha hecho “el” gran trabajo de recopilación de todos estos antecedentes, ya hay algunos avances. Para un proyecto que encargó la Subdere (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo del Ministerio del Interior) a la Universidad Católica para evaluación de riesgo sísmico y de maremoto en las regiones VI y VII, Ledezma está recopilando todos los informes de mecánica de suelos que sea posible en el área de estudio.

Y en el contexto de la Iniciativa Científica Milenio (que pertenece al Mideplan), en el Núcleo de Sismotécnica y Peligro Sísmico formado por académicos de la Universidad de Chile, se está estudiando el comportamiento de los suelos de la cuenca de Santiago.

Es el comienzo del camino a la microzonificación. **EC**