

REVISTA CFIA

EDICIÓN 237
AÑO 2009



El Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos detectó una serie de fallas en la construcción de muchas de las viviendas dañadas por causa del terremoto ocurrido el pasado 8 de enero en Cinchona, el cual provocó el colapso parcial o total de más de 1000 viviendas en la zona del epicentro. Un estudio realizado por el Ing. Álvaro Poveda, miembro de la Comisión del Código Sísmico de Costa Rica, reveló diversas fallas en el tipo de terreno donde se levantaron las edificaciones, en los materiales utilizados, la mano de obra y el tipo de diseño que se llevó a cabo.

TERREMOTO DE CINCHONA REVELÓ ERRORES CONSTRUCTIVOS

Comunicación CFIA

El sismo de 6,2 grados que sacudió a Costa Rica en enero pasado, dejó al descubierto que muchos de los habitantes que perdieron sus viviendas obviaron las normas establecidas por el Código Sísmico de Costa Rica (CSCR). Gran cantidad de pérdidas humanas, cambios geológicos drásticos y el colapso parcial o total de más de 1000 viviendas fue el resultado de la tragedia.

El Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos detectó una serie de fallas en la construcción de muchas de las viviendas dañadas por causa del terremoto ocurrido el pasado 8 de enero en Cinchona, el cual provocó el colapso parcial o total de más de 1000 viviendas en la zona del epicentro.

Un estudio realizado por el Ing. Álvaro Poveda, miembro de la Comisión del Código Sísmico de Costa Rica, reveló diversas fallas en el tipo de terreno donde se levantaron las edificaciones, en los materiales utilizados, la mano de obra y el tipo de diseño que se llevó a cabo.

La Revista Ingenieros y Arquitectos presenta un extracto del informe sobre los efectos en las viviendas y otro tipo de estructuras, junto con una serie de fotografías que muestran los elementos

encontrados durante las visitas realizadas a la zona.

Deslizamientos: muchas casas tuvieron que soportar fuertes empujes de tierra por el deslizamiento de los terrenos; en muchos casos existía una carencia de muros de retención de protección.

Fallas estructurales: Muchas casas mostraron fallas estructurales de importancia por la ausencia del acero de refuerzo o por un pobre detallado de sus conexiones. Algunos de los errores encontrados fueron:

- Desplazamiento lateral entre dos paredes por la no existencia de acero horizontal.
- Falta de anclaje entre la pared y la viga corona.
- Conexión deficiente entre dos paredes ortogonales.
- Separaciones en paredes por una pobre colocación del acero de refuerzo.
- Esquinas de viviendas desintegradas por falta de acero en el parapeto.
- Carencia de acero en las vigas banquina.
- Uso de varilla lisa como acero vertical.
- Ausencia de aros en la viga corona y empalmes inadecuados de su acero longitudinal.
- Estructuras de madera muy flexibles, con carencia de arriostramiento y conexiones débiles.



Vivienda al borde de un talud inestable.



Empuje de tierra por deslizamiento del terreno superior.



Esquina desintegrada. Nótese la ausencia de acero horizontal así como de la viga corona.



Aros con una separación de 33 cm, incumpliendo las recomendaciones del CSCR.



Grietas de cortante en un paño de mampostería sin refuerzo.



Estructura deformada lateralmente por la falta de rigidez en uno de sus ejes principales.

- Los desplazamientos laterales o el colapso total de tapicheles de mampostería fueron una de las fallas estructurales mas difundidas en las viviendas.
- Acero longitudinal insuficiente en la intersección de dos paredes.

Efectos en otras estructuras menores y componentes no estructurales: dentro de estos elementos se encuentran muros de retención, tapias y tanques.



Transformadores que no estaban debidamente apoyados.



Muro de retención deformado que amenaza con colapsar.



Tanque de melaza colapsado. Es evidente que estas estructuras fueron diseñadas para condiciones no sísmicas probablemente típicas del país de origen.

Ejemplos de buen comportamiento estructural: las siguientes fotografías muestran estructuras que soportaron muy bien el sismo. Casi todas ellas presentan detalles constructivos que hacen suponer un diseño e inspección detallada por un profesional en ingeniería o arquitectura.



Marco de acero laminado en frío cerca de Fraijanes sin ningún daño.

Conclusiones y recomendaciones del Informe

Muchas de las estructuras dañadas se construyeron sobre taludes inestables o cerca de ellos. Los estudios de suelos y los estudios de estabilidad de taludes pueden evitar en gran medida este tipo de problemas.

Otro grupo importante de edificaciones resultaron dañadas por carencia de acero de refuerzo, detalles inapropiados de empalmes y anclajes del acero de refuerzo o por problemas serios de estructuración.

Los sistemas de concreto prefabricado para viviendas tuvieron un comportamiento aceptable. Sin embargo, los sistemas a base de baldosas verticales se mostraron sustancialmente más vulnerables y peligrosos.

Es especialmente preocupante la adopción de estructuras prefabricadas de acero construidas en el extranjero, que no son revisadas o adaptadas por un profesional nacional para que cumplan con los criterios de diseño sismo resistente.

Las edificaciones diseñadas, construidas e inspeccionadas por profesionales en ingeniería y arquitectura presentaron en términos generales un excelente comportamiento.

Se recomienda establecer los mecanismos necesarios para que las personas de escasos recursos, que no puedan pagar un profesional, accedan a sus servicios a través de un “bono de inspección” financiado por instituciones de bien social.

Efectos en Proyectos Hidroeléctricos

El Ing. Greivin Mayorga, del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), explicó que el río El Ángel, ubicado en Cariblanco de Sarapiquí en Alajuela, aportó materiales y flujos de lodo al río Sarapiquí, lo que afectó seriamente la Casa de Máquinas del Proyecto, con daños considerables en el equipo de control.

Asimismo, en la captación del Río María Aguilar, el equipo electromecánico sufrió efectos severos debido a los flujos de lodo que descendieron minutos después del terremoto.

Dentro de los proyectos que el ICE tiene en construcción en la zona, es la Planta Hidroeléctrica Toro III, que sufrió algunos daños generales causados por derrumbes, que provocaron perjuicios al camino del pozo del túnel, patio de materiales y dosificador de concreto, así como la caída de rocas en la zona del pozo del túnel sobre equipos y banco de transformadores.

El Ing. Mayorga indicó que las obras del ICE ubicadas en la zona de Cariblanco, se diseñaron para soportar la ocurrencia de eventos sísmicos hasta de 6,5, gracias a la información sismo-tectónica con la que contaba el Instituto.

El Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos participó en el diseño de la “Nueva Cinchona” después de 9 años la comunidad ya se encuentra regenerada gracias a nuestros prototipos en el momento de la emergencia.

En Costa Rica existen 150 fallas con potencial de generar terremotos, de las cuales 120 han sido poco estudiadas, 20 registran una sismicidad histórica importante, y sólo 8 poseen el reconocimiento de velocidad de movimiento de la falla como tal.

La falla Vara Blanca, ubicada al este del Volcán Poás, fue la causante del sismo, que es una de las que cuenta con sismicidad histórica registrada desde 1851. El promedio de magnitud que ha presentado la falla ha sido de 5.7, desde los registros con los que cuenta la Red Sismológica Nacional.

El evento sísmico tuvo una magnitud de 6,2 en la escala de Richter, con una profundidad de 5 kilómetros bajo el Volcán Poás, lo que causó la muerte de 23 personas, 7 desaparecidos, 125.584 personas afectadas, 550 km² afectados, 13 puentes destruidos, y más de 1000 viviendas con daños.

Una gran cantidad de deslizamientos ocurridos en toda la zona y los flujos de lodo que descendieron por los Ríos Sarapiquí y el Río Ángel son los principales efectos geológicos que probocó el terremoto. “Lo que sucedió fue el efecto topográfico o efecto antena, que significa una aceleración muy fuerte en el tercio superior de ladera inducida por el sismo”, indicó el especialista geólogo Rolando Mora, de la Universidad de Costa Rica.