



Una mirada a la Sierra Peruana: la experiencia de Capacitación de una Comunidad Andina en construcción sismorresistente con adobe

Autores: Marcial Blondet, Malena Serrano, Álvaro Rubiños y Elin Mattsson

RESEÑA DE LOS AUTORES:



Marcial Blondet es doctor en ingeniería sismorresistente, maestro en ingeniería, ingeniero civil, y profesor principal y director del Programa de Doctorado en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Es un especialista reconocido mundialmente en ingeniería sísmica y dinámica de estructuras, interesado en el estudio de sistemas de protección sísmica de edificaciones, refuerzo de

bajo costo para viviendas de mampostería de ladrillo y de adobe, y protección sísmica de monumentos históricos de tierra.

Malena Serrano es ingeniera civil, candidata a maestra en ingeniería civil y asistente de investigación del grupo GERDIS en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Álvaro Rubiños es ingeniero civil y candidato a maestro en ingeniería sísmica y manejo de desastres en el University College London.

Elin Mattsson es ingeniera de las construcciones graduada de la Uppsala Universitet en Suecia y realizó parte de su trabajo de tesis en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

ABSTRACT

Los profesionales de ingeniería están trabajando activamente con los pobladores del distrito de Pullo (Ayacucho) para que incrementen su consciencia sísmica y para que aprendan, de forma práctica, una técnica de reforzamiento con mallas de cuerdas de nylon.

Palabras claves

Adobe, construcción sismorresistente, transferencia tecnológica, Andes peruanos

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los investigadores de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) han desarrollado diversas técnicas de refuerzo sísmico para las construcciones de tierra (adobe o tapial). Sin embargo, ninguna de estas ha sido adoptada masivamente por las personas a quienes van dirigidas, debido, principalmente, a su alto costo y a la falta de difusión. Por ello, la dirección académica de Responsabilidad Social (DARS-PUCP) está actualmente desarrollando un proyecto de capacitación en construcción sismorresistente con adobe, el cual busca contribuir a mitigar el inaceptable riesgo sísmico de las poblaciones rurales.

UNA COMUNIDAD ANDINA LLAMADA PULLO

En agosto 2014, un movimiento sísmico de 6.6 grados en la escala de Richter tuvo lugar en la región de Ayacucho de los Andes peruanos. El distrito de Pullo (figura 1) fue uno de los muchos lugares afectados por este evento. Los reportes iniciales indicaron que el 25% de los daños se concentró en este distrito: 150 heridos, 30 viviendas inhabitables y otras 150 afectadas (INDECI, 2014).

Figura 1 / El distrito de Pullo.



(a) Ubicación geográfica

(b) Plaza de armas

Alrededor del 80% de las viviendas del distrito están hechas de adobe (INEI, 2007) y han sido construidas sin ninguna asesoría técnica, a través del proceso andino tradicional y utilizando barro de la localidad. En promedio, las viviendas tienen más de 50 años de antigüedad y no reciben mantenimiento por parte de sus propietarios. Más aún, la baja consciencia sísmica de la población hace que los propietarios no inviertan en reforzar sus viviendas, por lo que viven en alto riesgo. Todas estas condiciones hacen que sea urgente sensibilizar y capacitar a los pobladores de Pullo en la construcción de viviendas de adobe sismorresistente para evitar futuras tragedias en la región.

SOLUCIÓN INNOVADORA DE BAJO COSTO

Recientemente, un programa experimental de la PUCP presentó un modelo a escala natural de una vivienda de adobe, previamente dañado, reparado con inyecciones de barro y reforzado con una malla externa de cuerdas de nylon tensadas con templadores de metal (figura 2). El comportamiento estructural del modelo reparado y reforzado se consideró excelente. La malla de refuerzo externa ayudó a mantener su integridad y estabilidad estructural, además de prevenir el colapso de los muros al mantener unidas las porciones separadas durante el movimiento. (Blondet et al, 2013).

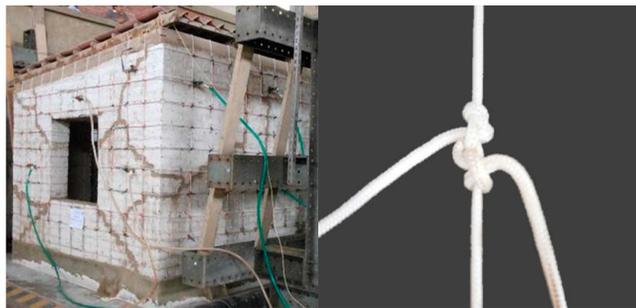


Figura 2/ Modelo reforzado

Figura 3/ Nudo de amarre propuesto

Esta técnica de reforzamiento tiene gran potencial para ser utilizada en poblaciones rurales, ya que es mucho más barata y accesible que los refuerzos previamente estudiados. Además, los templadores metálicos pueden ser reemplazados por un nudo pequeño y fácil de implementar, como una alternativa de bajo costo para tensar las cuerdas (figura 3). El proyecto de capacitación desarrollado por la DARS-PUCP, entonces, brinda una gran oportunidad de difundir adecuadamente esta innovadora tecnología.

EL PROYECTO DE CAPACITACIÓN DARS-PUCP

Este proyecto tiene como idea central que las personas que viven en casas inadecuadas e inseguras no deberían simplemente recibir ayuda externa en forma pasiva. Por el contrario, deberían ser agentes de su propio desarrollo y adquirir la capacidad para construir sus propias viviendas sismorresistentes. Para incrementar las probabilidades de aceptación y apropiación de la técnica de refuerzo con malla de cuerdas, se han desarrollado herramientas de transferencia tecnológica y se ha planteado el proyecto en dos etapas: sensibilización y capacitación.

Herramientas desarrolladas.

- Se diseñó y construyó una mesa vibratoria portátil para demostrar la importancia de incluir el refuerzo sísmico en las viviendas de adobe. Esta herramienta permite a los pobladores observar las diferencias entre el desempeño sísmico de un modelo de adobe no reforzado y otro reforzado. El primero, que representa las casas de adobe construidas de manera tradicional, colapsa durante la simulación sísmica, mientras que el segundo se mantiene en pie, y únicamente presenta daño leve o reparable. Estas demostraciones representan de manera simple la efectividad del refuerzo sísmico: los hilos previenen el colapso del modelo a escala reducida, en forma similar a la malla de cuerdas que previene el colapso de las viviendas de adobe a escala natural.
- Se elaboró un manual de construcción que describe con detalle la construcción de una casa de adobe reforzada con malla de cuerdas, y está dirigido a los constructores, maestros de obra y pobladores de áreas rurales donde la construcción informal con adobe es predominante y la asistencia técnica es poco accesible. Cada parte del proceso constructivo está explicado con lenguaje simple e ilustraciones paso a paso (figura 4). Además, se proponen tres tipos de casas con diferente número de habitaciones y se incluyen los planos de construcción.

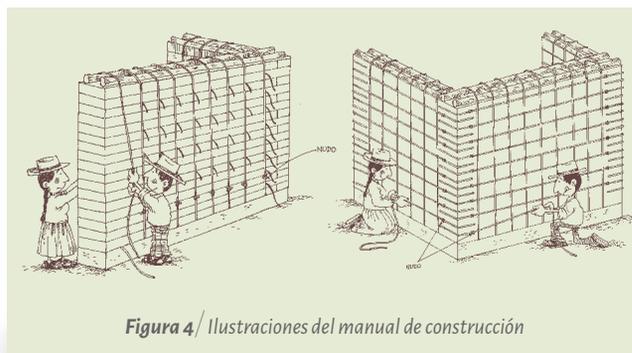


Figura 4/ Ilustraciones del manual de construcción

Primera etapa: Sensibilización

La primera etapa del proyecto tuvo un enfoque interdisciplinario y estuvo a cargo de ingenieros civiles, una comunicadora y una psicóloga comunitaria. Se mostraron videos motivacionales y videos de los ensayos en el Laboratorio de Estructuras de la PUCP, intercalados con preguntas a los asistentes, siempre enfatizando la pregunta "¿Creen que la construcción con adobe pueda ser sismorresistente?". Las respuestas de los pobladores evidenciaron su miedo a perder la vida durante los terremotos, su falta de confianza en el adobe y su desconocimiento previo de técnicas de reforzamiento que ellos pudieran aplicar en sus viviendas. Finalmente, se invitó a todos los participantes a que vieran la demostración con la mesa vibratoria portátil y luego a intentar "derrumbar" el modelo reforzado y comprobar por ellos mismos su resistencia (figura 5).



Figura 5 / Demostraciones con la mesa vibratoria portátil PUCP



Figura 6 / Sesión práctica de colocación de cuerdas horizontales y verticales en muro de cerco

Segunda etapa: Capacitación

La segunda etapa del proyecto introdujo de manera general la técnica de reforzamiento con malla de cuerdas. Se explicaron las características de una vivienda sismorresistente y los pobladores pudieron observar dichas características en un modelo a escala reducida, que fue puesto a prueba en la mesa vibratoria portátil PUCP. Además, se enseñó el proceso de amarre del nudo propuesto y se entregaron porciones de driza para que los participantes practiquen. Finalmente, los participantes practicaron la colocación de las cuerdas horizontales y verticales en un muro de cerco de un local comunal (figura 6).

Conclusiones y comentarios

La construcción tradicional con adobe, sin refuerzo sísmico, debería evitarse en áreas sísmicas. Sin embargo, es una realidad problemática que debe solucionarse con urgencia. El desafío no solo está en encontrar soluciones técnicas accesibles y de bajo costo para las poblaciones rurales, sino también en desarrollar herramientas de comunicación y capacitación efectivas que permitan difundir dichas soluciones entre las poblaciones rurales ubicadas en áreas sísmicas.

La demostración con la mesa vibratoria portátil impactó positivamente a la población y ejemplificó, de manera adecuada, el comportamiento que las viviendas de adobe reforzadas y no reforzadas tienen durante un sismo. Más aún, la población identificó sus viviendas con el modelo a escala reducida no reforzado y admitió en voz alta la importancia del refuerzo sísmico (hilos de nylon) en el modelo a escala reducida reforzado. Se concluye, entonces, que la metodología de sensibilización incrementó la confianza de la población en el refuerzo sísmico y, además, incrementó su interés en los siguientes talleres de capacitación ofrecidos.

El trabajo no ha sido sencillo y aún no ha finalizado. Si bien los involucrados en este proyecto son optimistas y creen que sus esfuerzos ayudarán a mejorar las condiciones de vida de decenas de familias en el poblado de Pullo, esta solo es una de las muchas comunidades rurales sísmicamente vulnerables alrededor del mundo. Es una necesidad urgente difundir y capacitar a la población en la construcción sismorresistente con adobe reforzado, especialmente allí donde el riesgo sísmico sea inaceptable: solo así podrá evitarse la trágica pérdida de vidas humanas en futuros eventos sísmicos de gran magnitud.

BIBLIOGRAFÍA

- » Blondet, M.; Vargas, J.; Sosa, C.; Soto, J. (2013). *Seismic simulation tests to validate a dual technique for repairing adobe historical buildings damaged by earthquakes*. International Conference Kerpic´13 New Generation Earthen Architecture: Learning from Heritage. 11-14 de Septiembre, Istanbul Ayden University, Turquía.
- » Instituto Nacional de Defensa Civil (2014). *Movimiento sísmico en el Departamento de Ayacucho*. Reporte de Emergencia N° 592 – 26/08/2014/COEN-INDECI/13:00. Lima, Perú.
- » Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007). *Censos Nacionales X de Población y V de Vivienda – Resultados definitivos*. <http://iinei.inei.gob.pe/iinei/RedatamCpv2007.asp?id=ResultadosCensales?ori=C>