

3.3 Herramientas de transferencia tecnológica para la construcción de casas de adobe seguras y saludables en zonas sísmicas. Marcial Blondet/Alvaro Rubiños

Marcial Blondet¹, Alvaro Rubiños²

Departamento de Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima-Perú,
1mblondet@pucp.pe, 2arubinos@pucp.edu.pe

Palabras clave: Adobe, transferencia tecnológica, geomalla, aumento de capacidades.

Resumen

Casi 3 billones de personas viven o trabajan en construcciones hechas con tierra, lo que hace que este material de construcción sea uno de los más populares alrededor del mundo. En el Perú, hay aproximadamente 2 230 000 viviendas hechas de adobe o tapial, lo que constituye el 35% del total de las casas (INEI 2007b), las cuales albergan casi 9 millones de peruanos. Las viviendas de adobe poseen propiedades acústicas y térmicas que sumadas a su bajo costo las hacen muy atractivas para las personas de escasos recursos económicos. Sin embargo, estas viviendas son altamente vulnerables a eventos sísmicos. Las pesadas, débiles y frágiles paredes no pueden resistir las fuerzas sísmicas que experimentan durante un terremoto, lo que conlleva a un severo agrietamiento, separación de las paredes y, muchas veces, al colapso total de la vivienda.

Muchos sistemas de refuerzos para construcciones de tierra han sido desarrollados por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) en las últimas cuatro décadas. Sin embargo, el conocimiento obtenido en el campo académico no ha llegado a las personas que usan esta tecnología, dejando a miles de familias peruanas en un alto e inaceptable riesgo sísmico.

Con el objetivo de reducir la brecha entre el campo académico y los habitantes de zonas rurales, surgió la idea de crear herramientas de transferencia tecnológica efectivas que permitan a las personas de bajos recursos obtener el conocimiento necesario para construir casas de adobe seguras y saludables.

Este documento detalla los resultados obtenidos en un innovador proyecto desarrollado por la PUCP y el Earthquake Engineering Research Institute (EERI), dirigido a crear un manual de construcción en adobe reforzado para maestros de obra, un manual y la metodología de capacitación para capacitadores, un manual para directores de proyectos de (re)construcción, un video motivador y un video técnico para alentar la construcción segura y saludable en adobe y una mesa vibradora portátil para mostrar ensayos sísmicos a escala reducida frente a las comunidades.

1. EL PROYECTO DE ADOBE PUCP-EERI

El proyecto fue desarrollado en un esfuerzo conjunto de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y una donación de USD 25 400 hecha por el EERI. El objetivo fue crear materiales de comunicación y metodología para la construcción de casas de adobe seguras e higiénicas en zonas sísmicas. Este proyecto estuvo basado en la experiencia adquirida durante un programa de reconstrucción en pequeña escala desarrollado por la PUCP y CARE-Perú tras el terremoto de Pisco, Perú en Agosto del 2007 (Blondet et al., 2008).

Las herramientas de transferencia tecnológica desarrolladas fueron:

a) Manual para directores de proyectos de (re)construcción/reforzamiento

Este manual describe las acciones sistematizadas para realizar correctamente un proyecto de (re)construcción/reforzamiento. Estará basado en una línea de tiempo que comienza con la emergencia de un terremoto (u otra catástrofe) y termina con la construcción de casas de adobe sismorresistentes e higiénicas.

b) Manual para capacitadores de construcción

Este manual contiene la metodología de capacitación y la estrategia pedagógica para llevar a cabo eficientemente la transferencia tecnológica de técnicas sismorresistentes en adobe. Estará dirigido a los entrenadores de la (re)construcción.

c) Video motivador

Este video contiene imágenes de programas de reconstrucción con adobe reforzado y mostrará los testimonios de las personas que fueron entrenadas y participaron en la construcción de su propia casa de adobe segura e saludable.

d) Video técnico

Este video mostrará la construcción completa de una casa de adobe reforzada con geomallas. Será el complemento audiovisual para el manual de construcción y se utilizará para la capacitación de los maestros de obra.

e) Mesa vibradora portátil

La mesa vibradora portátil estará diseñada para realizar ensayos de simulación sísmica en casas de adobe a escala reducida. Los ensayos mostrarán a las comunidades la importancia de incluir refuerzos sísmicos en sus casas de adobe y, así, reducir su vulnerabilidad sísmica.

f) Actualización del manual de construcción de adobe

Se actualizará el manual de construcción de adobe desarrollado por la PUCP y CARE-Peru (Vargas et al., 2007a; 2007b), incluyendo el conocimiento de campo adquirido durante la construcción de casas de adobe reforzado en las zonas afectadas por el terremoto de Pisco del 2007 en Perú.

g) Actualización del tutorial de adobe

La primera versión del tutorial de adobe publicado por el World Housing Encyclopedia (WHE) sobre construcción de adobe (Blondet et al., 2003) se actualizará con una descripción de todas las nuevas tecnologías de protección sísmica de adobe desarrolladas alrededor del mundo.

Este proyecto ofreció una oportunidad única para trabajar con el enfoque de desarrollo humano descrito por Amartya Sen en su libro *Development as freedom*. Sen (2009) afirma que en una sociedad desarrollada, la gente debería tener la libertad para vivir la vida que quieren, y una manera de darle a la gente esta libertad es ampliando sus capacidades y, por ejemplo, enseñándoles a construir una casa de adobe sismorresistente e higiénica.

Profesionales de diversos campos unieron esfuerzos y trabajaron juntos para lograr los objetivos de este innovador y ambicioso proyecto.

Muchos productos fueron desarrollados completamente. Sin embargo, debido a gastos inesperados, el manual pa-

ra directores de proyectos de (re)construcción/reforzamiento y el manual para capacitadores de construcción no se pudieron terminar. Sin embargo, se describen las líneas de acción y se sugiere una bibliografía para terminar estos productos.

2. PRODUCTOS DESARROLLADOS

2.1 Tutorial de adobe – Segunda edición

En el 2003, la primera edición del tutorial de adobe fue publicada por el World Housing Encyclopedia (WHE). Casi 10 años después, era necesaria una nueva edición con el fin de sintetizar y presentar las nuevas tecnologías desarrolladas alrededor del mundo para la protección sísmica de construcciones de adobe.

En la segunda edición del tutorial de adobe fueron incluidos algunos ejemplos de construcción con adobe alrededor del mundo, patrones de fisuras sísmicas y daños en casas de adobe después de los terremotos, pruebas para elegir un suelo adecuado y recomendaciones empíricas acerca de construcción sismorresistente. Estas adiciones se muestran y resumen a través de nuevas tablas, fotos y descripciones detalladas.

La principal mejora fue la adición de todas las nuevas tecnologías desarrolladas para reducir la vulnerabilidad sísmica de construcciones de adobe nuevas y existentes. Las tecnologías añadidas fueron: refuerzo externo y malla horizontal interna de caña o bambú, malla externa de caña y sogas, mallas de polímero (geomallas), mallas hecha con tiras de neumáticos y bandas de polipropileno.

Se presentó una tabla resumen al final de la sección que compara estos sistemas de refuerzo por su aplicabilidad en construcciones existentes o nuevas (o ambas), por su técnica de construcción (simple, moderada o compleja), por su costo (bajo, moderado o alto) y por la eficiencia en términos de mejora en la resistencia sísmica (baja, moderada o alta). Además, se incluyeron las conclusiones sobre la investigación de inyección de *grout* de barro para reparar fisuras sísmicas en construcciones históricas.

El tutorial de adobe constituye un importante documento técnico para estudiantes y profesionales involucrados en la reducción de la vulnerabilidad sísmica de millones de personas que viven en construcciones de tierra y condiciones inseguras. El documento ha sido completamente terminado y está disponible en:

http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/06/Adobe_Tutorial.pdf. El costo total para el desarrollo de este producto fue de USD 1200 y el tiempo fue aproximadamente 5 meses. La versión en español está siendo traducida.

2.2 Manual de construcción con adobe

En el 2007, después del terremoto de Pisco, Perú, dos manuales de construcción segura y saludable de casas de adobe para las zonas de Costa y Sierra fueron publicados (Vargas et al, 2007a; 2007b). Estos manuales contenían información básica sobre la protección sísmica de casas de adobe con malla de polímero (geomalla) y los pasos a seguir para construir una cocina mejorada y una letrina de pozo seco ventilado.

El propósito principal del manual fue crear un documento único que incluya la experiencia obtenida por muchas instituciones (sobre todo ONGs) que trabajaron en el proceso de reconstrucción de las zonas afectadas por el terremoto de Pisco, Perú.

Para esto, se reunió toda la experiencia de trabajo y sugerencias de directores de proyectos, albañiles y pobladores que participaron en la reconstrucción de su propia vivienda. Así, se desarrolló un nuevo manual llamado 'Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras'.

El documento está dirigido principalmente a los pobladores de zonas rurales donde predomina la construcción informal con adobe y donde la asistencia técnica no está disponible fácilmente. El manual describe en detalle la construcción de una casa de adobe reforzada con geomallas, una letrina de pozo seco y una cocina mejorada. Cada paso del proceso constructivo es

descrito con lenguaje familiar, simple y es claramente ilustrado con dibujos de fácil seguimiento. Las más importantes mejoras y adiciones hechas en el manual son las siguientes:

- Creación de una versión completa de manual de construcción similar a la desarrollada en albañilería confinada titulada "Construcción y Mantenimiento de Viviendas de Albañilería para albañiles y maestros de obra" (Blondet et. al. 2005). De esta manera, con estos dos manuales, las familias de bajos recursos en el Perú podrían mejorar su calidad de vida mediante la construcción de viviendas sismorresistentes.
- Cambio del personaje principal de los manuales del 2007 por personajes más parecidos a los pobladores que utilizan la tecnología de adobe en las zonas rurales del Perú. Esto permitiría una mayor identificación, comprensión y apropiación de las personas capacitadas con la nueva tecnología.
- Presentación de la esposa del personaje principal como parte activa del proceso de construcción. Según las observaciones realizadas en campo, las mujeres desempeñan un papel importante y crucial ya que son el "equipo de motivación", que busca la adecuada finalización de la construcción de la casa de adobe segura y saludable.
- Adición de planos de construcción para tres tipos de casas de adobe que pueden ser construidos por los

pobladores según su estatus económico y posibilidades. Los tipos de casa tienen dos dormitorios (29 m²), tres dormitorios (42 m²) y cuatro dormitorios (54 m²). En cada caso, la cocina mejorada y letrina de pozo seco ventilado se proponen fuera de la vivienda. Los planos de construcción fueron una contribución de CARE-Perú.

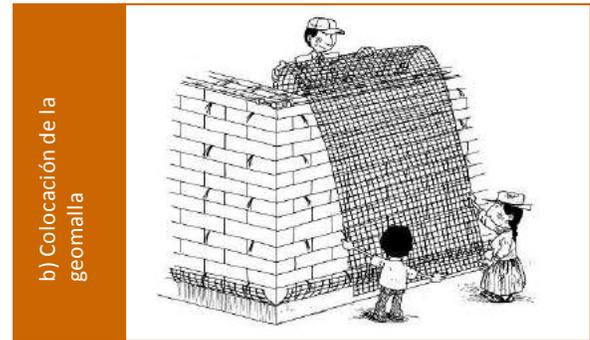
- Descripción de una técnica adicional para envolver las paredes de adobe con las geomallas. Se sugiere envolver la cara interna y externa de la pared de adobe al mismo tiempo, con una sola vuelta del rollo de geomalla. Esta técnica fue recomendada por los albañiles y directores de proyecto, dado que era más fácil y rápida.
- Presentación de una técnica para la fijación de la geomalla a las paredes. Este aporte fue dado por las mujeres involucradas en el proceso constructivo y consta de tejer con hilos de plástico (rafia o cintas de agua) el área superpuesta de la geomalla anclada al sobrecimiento y la geomalla que envuelve a las paredes de adobe. Este tejido ayudará a prevenir el deslizamiento de las paredes de adobe fuera de su base durante un sismo.
- Adición de una lista de materiales y explicaciones detalladas sobre la construcción de la cocina mejorada y la letrina de pozo seco. La cocina mejorada conserva el calor, utiliza menos leña que las estufas tradicionales, cuenta con buena ventilación y reduce la emisión de humos, mitigando las enfermedades respiratorias. La letrina de pozo seco contiene los desechos humanos, proporciona instalaciones sanitarias básicas y su correcto uso previene la contaminación del medio ambiente (Blondet et. al. 2008).

El manual de construcción con adobe está 100% terminado. El costo total de este producto fue de USD 4 200 y el tiempo de desarrollo fue aproximadamente 7 meses. El manual está siendo traducido al inglés. La versión en español está disponible en http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/06/Adobe_Geomesh_Manual_Spanish_Blondet.pdf. La Figura 1 muestra algunas ilustraciones del manual de construcción con adobe.

Figura 1. Ilustraciones del Manual de construcción con adobe



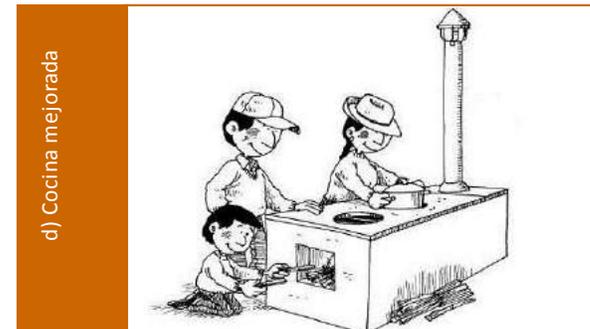
a) Preparación del barro para adobes



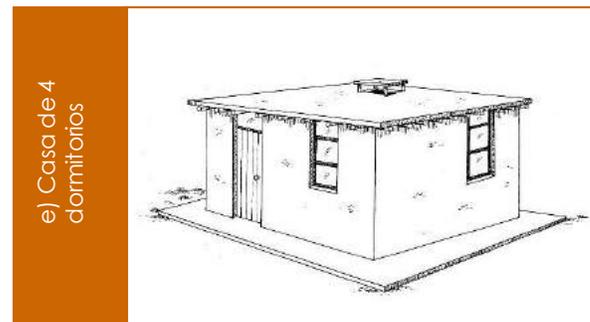
b) Colocación de la geomalla



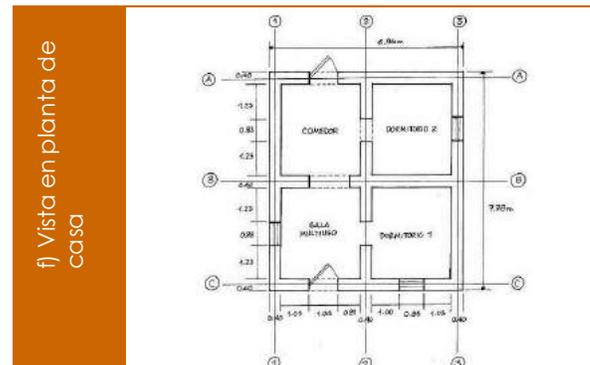
c) Lavado de manos y letrina



d) Cocina mejorada



e) Casa de 4 dormitorios



f) Vista en planta de casa

2.3 Video motivador

Tras el terremoto del 2007 en Pisco (Perú) más de 75 000 viviendas, en su mayoría hechas con adobe, fueron destruidas (INEI 2007a). Durante el proceso de reconstrucción, muchas comunidades rechazaron ser los beneficiarios de programas de vivienda con adobe reforzado. La razón principal fue su preocupación por experimentar otra vez las terribles consecuencias del colapso de sus casas en un futuro terremoto. El propósito del video motivador fue reducir o eliminar los temores de construir con adobe. Esta herramienta audiovisual muestra a las comunidades que es posible vivir con seguridad en una casa de adobe reforzada. El video está dirigido a familias de bajos recursos con el objetivo de motivarlas y mostrarles la oportunidad de vivir una vida mejor en una vivienda de adobe segura y saludable.

El video muestra escenas de los proyectos de reconstrucción desarrollados en el área afectada por el terremoto de Pisco y recoge testimonios motivadores de las personas que viven en casas nuevas de adobe reforzado.

También incluye clips de ensayos de simulación sísmica que muestran claramente que las casas de adobe reforzadas con geomallas no colapsan después de intensa agitación y son, por lo tanto, resistentes a los terremotos. Esta herramienta puede utilizarse como el primer acercamiento a una comunidad para mostrarle los beneficios de tener una casa de adobe construida por ellos mismos. También puede ser usada para la planificación de un proyecto de (re)construcción centrado en la expansión de sus capacidades. Los testimonios dados en este video son la parte más importante de esta herramienta ya que presenta a personas que han superado la adversidad y ahora tienen una casa segura y saludable.

Este video está completamente terminado y presenta subtítulos en inglés. Se encuentra disponible en http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=X7UK39shAtw. El costo total para desarrollar este producto fue de USD 5 000 y tomó alrededor de 4 meses. La Figura 2 muestra algunas imágenes del Video motivador.



Figura 2. Imágenes del Video motivador

2.4 Video técnico

Durante un programa de capacitación a pequeña escala realizado en la PUCP se construyó un módulo de demostración (porción de una casa de adobe) el cual seguía las instrucciones de los manuales de adobe del 2007 (Vargas et al., 2007a; 2007b). El proceso de construcción fue grabado en video con el fin de crear el primer video técnico en construcción de adobe con geomallas. Sin embargo, se necesitaba un nuevo video técnico que muestre la experiencia obtenida en los proyectos de reconstrucción luego del terremoto de Pisco, Perú.

Este video técnico mejorado es el complemento audiovisual del manual de construcción con adobe. Muestra cada paso de la construcción de una casa de adobe reforzada con geomallas, siguiendo las instrucciones contenidas en el manual mejorado. Las escenas fueron capturadas durante la construcción de casas de adobe en las comunidades rurales de Chincha,

Perú. Algunos procesos constructivos no pudieron ser filmados porque ya habían sido realizados; sin embargo, fotos e ilustraciones del manual se añadieron para describir y mostrar correctamente los procesos de construcción faltantes.

Como en el manual de construcción con adobe y el video motivador, el guión fue revisado por el comunicador del equipo con el fin de transmitir un mensaje coherente y fácil de entender.

El video está 100% terminado. El costo total de este producto fue de USD 5000 y el tiempo que tomó fue aproximadamente 10 meses. La versión con subtítulos en inglés puede ser encontrada en <http://vimeo.com/93405811>. Sin embargo, los autores recomiendan crear una versión con voz en inglés. La Figura 3 muestra el proceso de filmación del Video técnico.



Figura 3. Proceso de filmación del Video técnico

2.5 Mesa vibradora portátil

Una de las razones por las que personas de todo el mundo permanecen en alto riesgo sísmico es la falta de 'conciencia sísmica' en la construcción de sus viviendas. Como es bien sabido, el adobe es altamente vulnerable a los efectos de los terremotos. Sin embargo, en la mayoría de los países este conocimiento sólo es poseído por personas involucradas en los campos académicos. Comunidades enteras ignoran la alta vulnerabilidad de sus casas de adobe construidas de forma tradicional, es decir, sin refuerzo sísmico.

La mesa vibradora portátil fue desarrollada para realizar pruebas dinámicas a casas de adobe a escala reducida. Su propósito es crear "conciencia sísmica" y demostrar la importancia del uso de refuerzos sísmicos a las comunidades rurales que usan el adobe de manera tradicional. Dos modelos pequeños de casas de adobe se probarán en secuencia durante las sesiones de demostración: uno sin refuerzo que colapsará de forma similar a las casas de adobe reales durante un terremoto, y un modelo idéntico reforzado con malla de plástico que no colapsará (puede sufrir algún daño). De esta manera, se mostrará que el refuerzo de geomallas es efectivo para prevenir el colapso de las casas de adobe y, así, salvar vidas.

Después de una investigación previa, el equipo especificó los requisitos técnicos para la mesa vibradora del proyecto, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de las ya existentes en el mundo. Los requisitos fueron:

- Frecuencia de vibración: 1 – 3 Hertz
- Desplazamiento horizontal: 50 mm
- Desplazamiento vertical: 15 mm
- Peso del modelo reducido: 785 N.
- Energía: Inducida por el hombre.
- Sistema mecánico: Similar a una bicicleta.
- Forma ergonómica.
- Fácil montaje y mantenimiento.
- Fácil uso y silencioso.

Después de la fabricación de la mesa vibradora, casas de adobe a pequeña escala fueron construidas. Los modelos tenían una base cuadrada 580 mm y 350 mm de alto. Los bloques de adobe fueron de 40 mm x 40 mm x 10 mm. Las casas tradicionales tienen dinteles de puertas y ventanas y no tiene una viga corona para unir todas las paredes. Las viviendas reforzadas tienen una viga corona que actúa como dintel de puertas y ventanas y presentan todas sus

paredes envueltas en geomalla y cubiertas con un enlucido de barro. La construcción de cada modelo llevó 7 días.



La Figura 4 muestra la mesa vibradora portátil.

El modelo sin refuerzo fue ensayado en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la PUCP en diciembre de 2011 (Figura 5). El agrietamiento y colapso del modelo sin refuerzo simuló lo que sucede con casas de adobe reales durante los terremotos. El modelo reforzado fue probado en diciembre de 2013 (Figura 6). Este modelo mostró un excelente desempeño sísmico durante la agitación. El agrietamiento producido fue mínimo y el modelo se mantuvo intacto, demostrando las ventajas de usar refuerzo sísmico. Sin embargo, el modelo se deslizó fuera de la base de madera. Los autores recomiendan crear una base de hormigón donde pueda simularse la geomalla anclada en el sobrecimiento de manera que evite que el modelo deslice sobre su base.

La mesa vibradora portátil puede constituir una importante herramienta de transferencia tecnológica para crear conciencia en las comunidades sobre construcción sismorresistente. Este producto está 100% terminado. El costo total fue de USD 5000 y tomó alrededor de 9 meses. Los autores recomiendan realizar más pruebas para confirmar la efectividad de este producto para motivar el uso de técnicas sismorresistentes en las comunidades. Además, futuros investigadores deben realizar pruebas públicas en un marco de capacitación de pobladores, como uno de los primeros acercamientos para un proyecto de (re)construcción en comunidades rurales. Los comentarios y reacciones deben ser comunicados con el fin de mejorar su uso y su aplicación.



a) Modelo sin refuerzo



b) Fisuras diagonales



c) Colapso total del modelo sin refuerzo

Figura 5. Ensayo del modelo sin reforzar



a) Modelo reforzado antes del ensayo



b) Modelo reforzado durante el ensayo



c) Modelo deslizado de la base

Figura 6. Ensayo del modelo reforzado

3. ACCIONES PARA FINALIZAR EL PROYECTO

El proyecto de adobe PUCP-EERI fue desarrollado para crear herramientas de transferencia tecnológica para todas las personas involucradas en proyectos de (re)construcción. Todos los productos son igualmente importantes, ya que fueron creados en marco de desarrollo humano y aumento de capacidades, y forman parte de un 'kit de herramientas' de transferencia tecnológica que puede ser usado en cualquier parte del

mundo después de una catástrofe. Sin embargo, debido a gastos inesperados y adicionales, algunos productos no pudieron ser acabados. Dada la importancia de todos los productos se sugiere una primera línea de acciones, bibliografía y un presupuesto estimado para realizar una segunda parte de este proyecto, donde puedan ser terminados los productos faltantes.

3.1 Manual para directores de proyectos de (re)construcción/reforzamiento

Este manual será utilizado por profesionales de organizaciones como las ONG, Defensa Civil, organismos de desarrollo a cargo de proyectos (re)construcción o reforzamiento de viviendas. Aunque las recomendaciones serán generalmente orientadas hacia la construcción con adobe en zonas sísmicas, se espera que pudieran ser útiles para otras situaciones de desastre. El manual describe las principales acciones requeridas para implementar un programa de (re)construcción exitoso, desde el momento en que el terremoto (u otro desastre) se produce, hasta el momento en donde las familias obtienen una casa de adobe segura y saludable. El marco presentado en este manual se basará en el enfoque de capacidades de desarrollo humano, donde los beneficiarios no son simples espectadores a la espera de ayuda, sino que están involucrados activamente en la construcción de sus propios hogares, convirtiéndose en agentes de su propio

desarrollo. El índice de este manual está basado en una línea de tiempo que contiene todas las acciones necesarias a partir en el momento de la catástrofe hasta la reconstrucción total de una comunidad. La línea de tiempo está escrita en español y está disponible en:

http://timeglider.com/app/viewer.php?uid=line_6751fc668c0e9d774d63548223381 143. Su costo fue de unos 1.200 dólares y tomó alrededor de 3 meses.

Las acciones futuras deben enfocarse en la recopilación de la experiencia de directores de proyectos de (re)construcción de todo el mundo. Además, la bibliografía sugerida incluye una publicación para ser utilizada en el desarrollo de este producto. Esta publicación se titula *Safer homes, strong communities – A handbook for reconstructing after natural disasters* (Abhas et al., 2010). El tiempo estimado para terminar este producto es de aproximadamente 6 meses y el costo será de USD 4500.

3.2 Manual para capacitadores de construcción

Este manual estará dirigido a las personas a cargo de la capacitación de los pobladores de las zonas rurales en la construcción de casas de adobe seguras y saludables. Contendrá todo el soporte metodológico y estrategias de enseñanza necesarias para lograr una adecuada transferencia de tecnología a los usuarios. Algunas publicaciones han sido reunidas para el desarrollo de la columna vertebral de este manual:

- Earthquake resistant construction of buildings – Guidelines for training instructors (2005).
- Kamayoq: promotores campesinos de innovaciones tecnológicas (Postigo, 2004).

- Metodología y enseñanza para la capacitación en riesgo de desastre (ITDG e Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI).

Las acciones futuras deben centrarse en recoger la experiencia de capacitadores y educadores que participaron en procesos de (re)construcción. Con esta experiencia, la bibliografía sugerida y las recomendaciones de los educadores de la PUCP, se puede desarrollar este manual. El tiempo estimado para terminar este producto es de 6 meses y el costo será de USD 4500.

4. COMENTARIOS FINALES

Las casas tradicionales hechas con tierra y ubicadas en zonas sísmicas están en alto riesgo debido a su inherente vulnerabilidad estructural. Sin embargo y debido a razones económicas, la tierra es único material de construcción que está disponible para muchas comunidades en los países en desarrollo. Por otra parte, muchas veces estas casas están construidas en condiciones insalubres y antihigiénicas. Esta realidad hace imperativa la transferencia de tecnología con materiales educativos adecuados que permitan a las personas alrededor del mundo vivir en casas de adobe seguras y saludables.

El proyecto de adobe PUCP-EERI ha creado herramientas de transferencia tecnología para comenzar una nueva tradición en la construcción con adobe, una tradición de construcción sismorresistente e higiénica. El enfoque de desarrollo humano, basado en la expansión de las capacidades de las personas para optar por mejores condiciones de vida, ha proporcionado un marco eficiente para el desarrollo de este proyecto. Se espera que estas herramientas puedan utilizarse en el futuro (re) proyectos de construcción y beneficien a miles de personas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas, K; Dwyne, J; Phelps, P; Pittet, D; Sena, S. (2010). Safer homes, stronger communities – A handbook for reconstructing after natural disasters. Washington DC, USA: The World Bank.
- Blondet, M.; Villa-García, G.; Brzev, S. (2003). Earthquake-resistant construction of adobe buildings: A tutorial, <http://www.world-housing.net/Tutorials/AdobeTutorial>, published as a contribution to the EERI/IAEE World Housing Encyclopedia. California, USA.
- Blondet, M.; Tarque, N.; Mosqueira, M. (2005). Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería para la costa del Perú. Lima, Perú: PUCP, SENCICO, EERI.
- Blondet, M.; Vargas, J.; Patron, P.; Stanojevich M.; Rubiños, A. (2008). A human development approach for the construction of safe and healthy adobe houses in seismic areas. 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China.
- Earthquake resistant construction of buildings – Guidelines for training instructors (2005). Kathmandu: Asian Disaster Preparedness Center –ADPC; National Society for Earthquake Technology- NSET. Disponible en: http://humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2014/02/guidelines_for_training_instructors_curriculum_for_mason_training.pdf
- Postigo, C. de la T. (2004). Kamayoq: promotores campesinos de innovaciones tecnológicas. Soluciones prácticas para la pobreza, ITDG.
- Sen, A. (2000). Development as freedom. New York, USA: Anchor books (Random House).
- Statistics and Informatics National Institute (INEI). (2007a). Censo de las áreas afectadas por el sismo del 15 de Agosto del 2007. Disponible en: <http://www1.inei.gov.pe/sismo2007/Resultados1.asp?resultado=6>. (Access: June 2009)
- Statistics and Informatics National Institute (INEI) (2007b). Censos nacionales X de población y V de vivienda – Resultados definitivos. Disponible en: <http://inei.inei.gov.pe/inei/RedatamCpv2007.asp?id=ResultadosCensales?ori=C>
- Vargas, J.; Torrealva, D.; Blondet, M. (2007a). Building hygienic and earthquake-resistant adobe houses using geomesh reinforcement. For arid zones. (In Spanish and English). Catholic University of Peru. Editorial Fund. Lima, Peru.
- Vargas, J.; Torrealva, D.; Blondet, M. (2007b). Building hygienic and earthquake-resistant adobe houses using geomesh reinforcement. For highland zones. (In Spanish). Catholic University of Peru. Editorial Fund. Lima, Peru.

AUTORES

Marcial Blondet es profesor principal del Departamento de Ingeniería y Director del programa de Doctorado en Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Obtuvo el título de Ingeniero en Construcciones Civiles por la PUCP (1973) y el grado de Doctor en Ingeniería por la Universidad de California, Berkeley (1981). El profesor Blondet es un especialista en ingeniería sísmica y dinámica de estructuras, con amplia experiencia en el estudio experimental del comportamiento sísmico de las estructuras. Está interesado en el desarrollo de sistemas de refuerzo sismorresistente para viviendas de tierra, en la aplicación del enfoque del aumento de las capacidades en comunidades de bajos recursos para la construcción de viviendas sismorresistentes y saludables, y en la conservación de monumentos históricos de tierra ubicados en áreas sísmicas. Ha publicado manuales de construcción en albañilería confinada y en adobe reforzado.

Alvaro Rubiños es pre docente de la especialidad de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Obtuvo el título de Ingeniero Civil por la PUCP en el 2008. Publicó su tesis titulada 'Propuesta de reconstrucción post-terremoto en adobe reforzado' cuyos lineamientos pueden ser extrapolados para cualquier catástrofe. En el 2011 fundó su propia empresa de diseño estructural y construcción en Perú y habitualmente participa como co-autor en congresos internacionales en temas relacionados con la vivienda rural y reforzamiento con geomallas.