

MODELO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA PARA LA VIVIENDA ALTOANDINA

Silvia Onnis¹; Sofía Rodríguez-Larraín²; Giuseppina Meli³; Silvana Loayza León⁴

Centro Tierra, Departamento de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica del Perú

¹sonnis@pucp.pe, ²srodriguezl@pucp.pe, ³gmeli@pucp.edu.pe, ⁴s.loayzaleon@gmail.com

Palabras clave: capacitación en obra, tecnologías apropiadas, adobe reforzado

Resumen

El gran número de investigaciones sobre el mejoramiento de la vivienda rural en el Perú no siempre ha determinado, en la realidad, la aplicación de las técnicas mejoradas, causadas por deficiencias en el sistema de difusión de las mismas hacia los autoconstructores. En el marco del proyecto “Transferencia tecnológica para la vivienda altoandina” se ha desarrollado una nueva metodología de difusión, orientada a la formación de “Promotores técnicos de construcción segura y confortable”, en técnicas de construcción de viviendas de adobe reforzado (sismo-resistencia) con mallas de sogas y aislamiento con materiales naturales para el confort térmico. La metodología de transferencia tecnológica fue desarrollada y adoptada en la comunidad de Orduña (Departamento Puno), a través de talleres de mejoramiento de edificaciones existentes (abiertos a todos los comuneros) y obra taller de construcción de vivienda piloto (en la cual se capacitaron los promotores técnicos de la vivienda segura y saludable). Las actividades llevadas a cabo durante el proyecto hacen posible el desarrollo de un plan de capacitación replicable que tome en cuenta las características socioculturales de los participantes. Para facilitar la transmisión de conocimientos, se elaboró material didáctico que fue validado en campo tanto por los contenidos y el lenguaje utilizado, como por la presentación gráfica, a fin de obtener un producto amigable y fácilmente comprensible. Este mismo material ha sido reorganizado y propuesto como “kit del promotor técnico” (manual, afiches, maquetas constructivas) a utilizarse como herramientas de apoyo a la actividad de capacitación. Gracias a la obra taller de construcción de la vivienda piloto en la misma comunidad, se capacitaron 24 personas como promotores técnicos. Los elementos del “kit del promotor” fueron utilizados para la difusión de la técnica en otros proyectos de capacitación, obras y cursos universitarios, además el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ofreció la posibilidad a los comuneros capacitados y certificados en el marco del presente proyecto de trabajar en la reconstrucción de viviendas en comunidades cercanas.

1. INTRODUCCIÓN

En las zonas altoandinas del sur del Perú (3500-5000 msnm) gran parte de la población vive en asentamientos rurales dispersos, caracterizados por la falta de servicios básicos y de infraestructura vial, generalmente en condiciones de pobreza y pobreza extrema (INEI, 2015) (Rodríguez-Larraín; Onnis; Vargas, 2017). Los bajos recursos económicos no permiten invertir en el mejoramiento de la vivienda (figura 1) generalmente no apta para resistir las bajas temperaturas nocturnas que se presentan durante todo el año y que pueden llegar a los 15 °C bajo cero durante los fenómenos conocidos como “heladas” (Jimenez; Wieser; Biondi, 2017). Estas afectan anualmente entre mayo y julio generando enfermedades y muertes en las personas y el ganado. Las características constructivas de la vivienda dispersa, en adobe y/o piedra, la hacen vulnerable también a los eventos sísmicos (Vargas, 2016).

Financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el proyecto “Transferencia tecnológica para la vivienda altoandina” (2014-2016) busca reducir la vulnerabilidad de la población a través de la enseñanza de principios de gestión de riesgos (sismos, clima frío, heladas) estableciendo herramientas de capacitación y difusión para la mejora de las condiciones de salud y seguridad de la vivienda, sostenibles y replicables por los programas nacionales de apoyo al desarrollo del sector rural (Rodríguez-Larraín; Onnis; Vargas, 2017).

La búsqueda de nuevas fórmulas de transmisión de conocimientos, nace de la constatación de que el gran número de investigaciones sobre el mejoramiento de las viviendas rurales en el Perú no ha comportado la aplicación en campo de las tecnologías de mejoramiento propuestas. Se ha intentado ir más allá de las cartillas generalmente propuestas por universidades y ministerios a los autoconstructores: estas deberían ser difundidas en el campo y utilizadas por los mismos usuarios, sin embargo, parecen demostrar su ineficacia una vez terminado el periodo de capacitación. En la experiencia del Centro Tierra en varias zonas del Perú, se observa que las cartillas no logran circular entre los autoconstructores, en los canales de difusión tradicionales. Aunque sean disponibles en la web, en general los autoconstructores no siempre pueden acceder a este recurso digital.

Consciente que las tecnologías apropiadas para el sector rural deben ser soportadas por una adecuada estrategia de transferencia tecnológica (Vázquez, 2013), el grupo Centro Tierra apunta a la formación de “promotores técnicos”, personas formadas durante la obra taller para que puedan no solo aplicar las tecnologías transmitidas, sino también ayudar en la difusión de las mismas.



Figura 1. Paisaje de la puna y cabaña de pastores alpaqueros, comunidad alpaquera de Orduña.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Presentar y difundir la metodología de transferencia tecnológica de los conocimientos y técnicas apropiadas que pueden determinar el mejoramiento de la vivienda rural en zonas alto andinas en temas de seguridad (sismo-resistencia), salud y confort; factores que determinan la calidad del hábitat e influyen en el bienestar cultural y social de sus ocupantes.

2.2 Objetivos específicos

- a) Difundir las técnicas de construcción apropiadas al contexto altoandino, elaboradas a partir de una intervención de mejoramiento de las técnicas vernáculas locales con los resultados de investigaciones académicas en cuanto a sismo-resistencia y bioclimática, persiguiendo la sostenibilidad y replicabilidad de las mismas.
- b) Fomentar la replicabilidad del modelo de transferencia tecnológica participativa (TTP) basada en el intercambio de conocimientos entre investigadores y constructores/usuarios, a través del plan de capacitación.
- c) Presentar las herramientas didácticas elaboradas para su utilización por parte de profesionales, técnicos, promotores y estudiantes.

3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

El proyecto de investigación presentado tiene dos componentes importantes, un proceso de investigación aplicada y, paralelamente, acciones de intercambio de conocimientos entre investigadores y usuarios: investigación/acción.

Durante toda la investigación, se intentó generar momentos de intercambio con los comuneros, conscientes de que, para asegurar la sostenibilidad de las tecnologías apropiadas propuestas, se “debe incluir una evaluación permanente de las necesidades sociales, de los recursos naturales, y de la propia tecnología a transferir” (Vázquez, 2013, p.194).

La estrategia de TTP se elaboró paralelamente al proceso de investigación, por etapas: inicialmente se llevó a cabo la recolección de datos a través de una primera fase de (1) análisis y diagnóstico del hábitat y de la vivienda, completada con los datos recogidos en los (2) talleres teórico-prácticos, de tipo informativo y formativo. Estos permitieron generar confianza entre el equipo y los comuneros, antes de pasar a talleres de (3) diseño participativo de vivienda segura y saludable (figura 2). El equipo elaboró el (4) expediente técnico, respondiendo al mismo tiempo a los lineamientos arquitectónicos, estructurales, térmicos y sociales identificados en las fases anteriores. La propuesta de vivienda fue presentada a la comunidad con una maqueta y, una vez aceptada por la comunidad, se construyó la vivienda piloto a través de (5) una obra taller, en la cual se capacitaron los comuneros como promotores técnicos. La construcción del piloto de vivienda además significó la comprobación de la factibilidad de puesta en obra de las soluciones tecnológicas validadas y de la efectividad de los materiales de difusión para la transferencia. La obra taller duró dos meses, en setiembre y octubre de 2015.



Figura 2. Taller participativo de diseño de vivienda (marzo de 2015) y presentación de la maqueta del piloto (abril de 2015)

Por último, se efectuó la (6) sistematización de la experiencia y elaboración del plan de capacitación y del “kit del promotor técnico”, tomando en cuenta las características del contexto y de los participantes. Durante la investigación, el material didáctico fue validado en los contenidos, en el lenguaje y en la gráfica, con el objetivo de llegar a un resultado que haga más simple y rápido el proceso de comprensión, para facilitar luego la aceptación de las propuestas: “El usuario final de la transferencia tecnológica tendrá la potestad de analizarla, adoptarla o rechazarla de acuerdo con su propia racionalidad productiva” (Vázquez, 2013, p. 194).

3.1 Plan de capacitación

El plan de capacitación surge como resultado de la sistematización de las experiencias desarrolladas en campo y de forma participativa. El plan se realiza esencialmente a través

de talleres informativos y formativos. Los talleres informativos se dan al inicio de la experiencia y complementan el levantamiento de datos físicos de las viviendas y el territorio. Los talleres formativos comprenden parte teórica y parte práctica. Su objetivo es crear momentos de intercambio de conocimientos sobre soluciones constructivas que nacen de las técnicas constructivas locales modificadas por el equipo multidisciplinario, proponiendo detalles constructivos que garanticen racionalidad constructiva, seguridad y mayor desempeño térmico. Durante los momentos de capacitación (figura 3), la puesta en práctica de las soluciones tecnológicas propuestas permite validar y medir la aceptación de las mismas por los pobladores.



Figura 3. Talleres de mejoramiento de las edificaciones existentes (noviembre de 2014) y capacitación sobre refuerzo de malla de sogas durante la obra taller (setiembre-octubre de 2015)

El plan propuesto pone énfasis en el aspecto local de las propuestas de intervención y en el carácter participativo de la investigación en todas sus fases. Se desarrolla a través de seis talleres:

1. **Introdutorio:** sirve para levantar información sobre el contexto: territorio, vivienda, formas de vivir, organización social y comunitaria, recursos naturales y humanos disponibles, etc. Es muy importante en esta fase explorar los conocimientos previos y las expectativas de la población frente a la vivienda. Duración: 1 día.
2. **Construcción con materiales naturales:** taller teórico práctico para la correcta fabricación de materiales a base de tierra y fibras (adobe y tierra alivianada). Se refuerzan los saberes locales y se complementan con conocimientos nuevos: pruebas de campo para el reconocimiento de la buena tierra, preparación del adobe según dimensiones y recomendaciones normativas (Norma E.080, 2017) y preparación de la barbotina y de materiales aislantes a base de tierra alivianada con fibras locales. Duración: 1 día.
3. **Muro mejorado:** se transmiten los conocimientos técnicos para construir un muro mejorado de adobe, reforzado con malla de sogas plásticas (drizas) y con aislamiento de colchones de fibras naturales (totora del lago Titicaca) y paja-barro. Es muy importante resaltar la importancia de una buena cimentación para fines estructurales y de protección del agua, en vista que las viviendas locales carecen de este elemento. Las actividades prácticas se organizan a partir de una edificación existente a intervenir. Duración: 3 días.
4. **Techo mejorado:** este taller se enfoca sobre la necesidad de la viga collar como elemento de conexión entre el muro y el techo, y de un techo ligero con capacidad de aislamiento térmico y acústico. En un edificio existente a intervenir, se instalan la viga collar y el falso cielo de totora. Duración: 2 días.
5. **Piso Mejorado y acabados:** se propone un piso compuesto por tres capas con diferentes funciones (anti-humedad, aislamiento, acabado) y la importancia de los revestimientos de tierra para el confort interior. Se proponen cerramientos con contraventanas de aislamiento. Duración: 2 días.

6. Diseño de vivienda: taller de diseño participativo donde el equipo reflexiona con los participantes sobre los aspectos prioritarios a tomar en cuenta, cuales los aspectos arquitectónicos (relación con el contexto, ubicación, funcionalidad), bioclimáticos (funcionamiento térmico de la vivienda, orientación, ventilación e iluminación natural, aportes térmicos pasivos y calefacción, aislamiento e inercia térmica, riesgo de heladas) y de sismo-resistencia (riesgo sísmico, norma E.080, refuerzos, conexiones). Las actividades prácticas constan de ejercicios prácticos de diseño en grupos de mujeres, hombres y jóvenes, que proponen las mejoras que desean para su propio hogar, utilizando como medio de expresión dibujos o maquetas de material moldeable, para permitir a todo participante expresar sus ideas. Los resultados de este taller son muy importantes y deben ser interpretados y tomados en cuenta al momento de diseñar el eventual modelo de vivienda a proponer. Duración: 2 días.

El plan de capacitación está resumido en una tabla que indica en detalle: las clases teóricas a impartir y el material didáctico (afiches) a utilizar, las actividades prácticas y las herramientas y recursos necesarios.

3.2. Kit del promotor técnico

El Kit del Promotor Técnico consta de un conjunto de materiales didácticos a utilizar como herramienta de apoyo a la actividad de capacitación, y comprende: (a) afiches sobre el proceso constructivo y las tecnologías apropiadas propuestas para la construcción de las diferentes partes de la vivienda, (b) manual del promotor técnico, (c) maqueta constructiva. El desarrollo del material didáctico está caracterizado por constantes idas y vueltas del campo al gabinete, para asegurar la efectividad del mismo.

a) Afiches

Los afiches se desarrollaron a partir de los primeros talleres como soporte a la actividad de intercambio de conocimientos con la comunidad. Previamente a las actividades de intercambio, muchos se dibujaron a mano y fueron modificados durante los mismos talleres. Posteriormente, pasaron a una fase de sistematización de contenidos y diagramación, con lo cual se obtuvo un formato que se puede imprimir en dos tamaños: en A4 como folleto de difusión y en A0 como póster utilizado en asambleas y espacios de formación. Todos los afiches propuestos en el manual se comprobaron en campo, con los mismos constructores y usuarios, recogiendo las observaciones en cuanto a contenido y lenguaje apropiado (figura 4).

Durante los primeros talleres se elaboraron los siguientes afiches:

- “Mi casa hoy” (funcionamiento de la vivienda sin aislamiento) y “Mi casa más abrigada” (funcionamiento de la vivienda con aislamiento): necesarios para explicar e informar sobre los métodos de generación de calor al interior de la vivienda y la necesidad de aislar la vivienda y evitar infiltraciones de aire (control de las pérdidas de calor ganado).
- “Construir con tierra” explica gráficamente cómo se forma el suelo y los componentes de la tierra (arcilla, limo, arena, etc.), indicando que la arcilla es el único componente activo.

Durante la obra taller de construcción de la vivienda piloto, se elaboraron:

- Un afiche introductorio que explica el proceso constructivo.
- Un afiche por cada paso del proceso (o elemento constructivo): cimentación; muro de adobe; viga collar; muro reforzado con malla de driza; muro mejorado con totora y paja-barro; techo aislado con totora; piso mejorado; cerramientos.

Los afiches contienen una isometría del elemento constructivo con la explicación de los pasos a seguir y las herramientas necesarias. Durante la obra taller, se colgaron en la pared de la obra para que los capacitados pudieran familiarizarse con la forma de representación, la terminología técnica y a la vez exponer sus dudas y comentarios y proponer cambios. Gracias a este mecanismo de aceptación de los afiches, se mejoró la forma de representación, eliminando totalmente plantas y cortes y prefiriendo definitivamente la

isometría. También se notó que la isometría explotada resulta difícil de entender. Fueron utilizados en los momentos de formación previstos durante la obra taller y para la coordinación de pequeños cambios de detalles en obra. Por último, se colgaron el día de la evaluación final, que consistió en un simulacro de capacitación: dos capacitados, utilizando los afiches y la maqueta constructiva, tuvieron que explicar a los presentes una parte del proceso constructivo (figura 4).



Figura 4. Fases de desarrollo de los afiches, desde su concepción inicial hasta su versión final impresa.

b) Manual del promotor técnico

El “Manual del promotor técnico” es una herramienta indispensable para la capacitación y la formación de promotores técnicos en vivienda segura y saludable que contiene todas las informaciones necesarias para que el promotor pueda fortalecer sus conocimientos o resolver dudas, consultándolo antes de una obra o de impartir una capacitación. Reúne y organiza todos los materiales didácticos (textos, diagramas, dibujos y diseños) producidos durante la investigación y mejorados al momento de la edición, cuidando que los conceptos y las informaciones a transmitir se expongan con un lenguaje fácil de comprender, con la ayuda de dibujos y ejemplos simples al fin de obtener un producto que esté al alcance del mayor número de usuarios (autoconstructores, maestros y albañiles, estudiantes).

El manual consta de tres partes:

- a) Criterios de protección de la vivienda.
- b) Recursos, materiales y elementos constructivos.
- c) Cómo construir mi casa segura y saludable.

La primera y segunda parte (a y b), agrupan el material didáctico desarrollado en los talleres de capacitación teórico-prácticos sobre conceptos básicos en temas de protección contra el frío, aislamiento, refuerzo antisísmico (viga collar y malla de refuerzo), recursos y materiales locales de origen natural, la tierra y su utilización en la construcción.

La tercera parte (c) desarrolla paso a paso el proceso constructivo y las soluciones propuestas. Cada fase de este proceso (cimentación, muros, refuerzo sismo resistente, implementación térmica, etc.) es desarrollada para poder ser aplicada en secuencia con las otras fases del proceso (en caso de nueva construcción), o singularmente (en casos de implementación sobre viviendas existentes). Contiene una síntesis donde se resalta la importancia del tema tratado, conceptos teóricos acompañados por especificaciones puntuales de la Norma E.080 (2017), la miniatura del afiche que sintetiza el proceso constructivo, las herramientas necesarias, los detalles constructivos y la explicación detallada paso a paso a través de fotos y una breve explicación.

En su versión preliminar (pre-manual, figura 5) fue revisado por el maestro de la obra y algunos de los capacitados durante la obra taller: las sugerencias y observaciones ayudaron a la redacción de la versión final. Esta ha sido puesta a la disposición de varios maestros, albañiles y estudiantes, teniendo una muy buena acogida. Actualmente el manual es accesible en la web (Centro Tierra, 2016).



Figura 5. Presentación del pre-manual y portada de la versión definitiva.

c) Maqueta constructiva

La maqueta sintetiza la tecnología constructiva propuesta para la vivienda piloto. Completamente desarmable en todos sus componentes, se utilizó para facilitar la comprensión del sistema y del proceso constructivo y para reforzar los conocimientos estudiados a lo largo de los talleres teórico-prácticos.

El modelo terminado en escala 1/10 representa la sección de uno de los dormitorios de la vivienda piloto. La suma de sus partes explica la relación entre todos los elementos constructivos: muros de adobe con cemento y sobrecimiento de piedra, viga collar, capa de aislamiento térmico de totora, malla de refuerzo con sogas sintéticas (drizas), tres capas de piso (anti-humedad, aislamiento, acabado final), estructura de techo compuesto por vigas, capa de aislamiento térmico de totora, correas de madera y capa impermeable de techo.

La manufactura se realizó bajo la premisa de que la maqueta es una herramienta de enseñanza que debe ser transportable. Por tal motivo, además de la preocupación por representar los materiales de manera que sean cercanos a la realidad, el peso es controlado utilizando materiales como foam o madera balsa para que sea ligera.

Esta herramienta didáctica da la posibilidad de reflexionar y elaborar las informaciones adquiridas con un método distinto del dibujo, donde el ejercicio de desarmar y rearmar se traduce en lo de pensar y entender el sistema constructivo.

En base a la experiencia de su utilización en la comunidad y la acogida obtenida, se puede afirmar que no solo la maqueta constructiva es útil para mostrar el proyecto como un trabajo terminado o enriquecer el proceso de aprendizaje (figura 6), sino que facilita también la exposición de nuevas ideas o de inquietudes en lo que concierne a la exploración de cambios en la técnica constructiva.



Figura 6. Maqueta constructiva desarmable.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este proyecto permitió:

- diseñar y validar una tecnología constructiva que reúne las siguientes características: (1) integración de saberes locales, tradiciones constructivas y arquitectura vernácula, (2) utilización de materiales naturales locales, (3) inclusión de principios de sismo-resistencia y bioclimática, tanto para el diseño de la vivienda, como para las soluciones constructivas,
- aplicar y validar soluciones experimentales de reforzamiento sismo-resistentes provenientes de investigaciones realizadas por equipos de ingenieros de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) integrantes del Centro Tierra,
- aplicar y validar los resultados experimentales de la presente investigación en cuanto a la propiedad de aislamiento térmico de la totora,
- elaborar y validar un material didáctico para la difusión de los principios de gestión de riesgos y aplicación de la tecnología propuesta,
- involucrar a los comuneros en todas las fases del proceso, gracias a lo cual se generó un clima de amistad y confianza entre investigadores y capacitados que fue determinante para el éxito del proyecto,
- la capacitación de 24 promotores técnicos, hombres y mujeres que han participado en la obra taller y recibido un certificado emitido por el Departamento de Arquitectura de la PUCP. La certificación apunta a promover la actividad de réplica de los capacitados.

El proyecto terminó en 2016 pero sigue dando sus resultados en el tiempo. Algunos de los promotores tuvieron la posibilidad de encontrar trabajo en obras de construcción gracias a la capacitación y certificación obtenidas. Por ejemplo, en 2017 fueron contratados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en la campaña de reconstrucción de las comunidades afectadas por el sismo del 1 diciembre de 2016. Gracias a estos eventos, los capacitados han expresado el deseo de profundizar los conocimientos adquiridos con nuevas capacitaciones.

Varios representantes de distritos y comunidades de la región Puno se han mostrado interesados en aplicar la técnica de mejoramiento térmico y reforzamiento sismorresistente en sus viviendas, en locales escolares y comunales, así como en cobertizos para camélidos y vacunos.

La herramienta didáctica está siendo difundida y utilizada en cursos de capacitación, cursos universitarios y obras de restauración. En el marco de una campaña de ayuda a los damnificados de las heladas del 2017, se ha comprobado la sencillez de utilización del manual en las actividades desarrolladas para el mejoramiento térmico y sismorresistente de una vivienda en una comunidad similar. El manual fue utilizado por los pobladores, maestros

y arquitectos en la realización de las actividades, demostrando su aplicabilidad en otras comunidades y la adquisición y asimilación de las temáticas tratadas.

Actualmente el Centro Tierra sigue efectuando el monitoreo constructivo y térmico de la vivienda piloto construida en Orduña y el mejoramiento de la misma, en base a los resultados del monitoreo (proyecto “Estudio del hábitat alto-andino para el mejoramiento de la calidad de la vivienda rural, confort térmico y seguridad constructiva”, 2017-2019). Los nuevos resultados podrían aportar cambios al plan de capacitación y a la herramienta didáctica desarrollada.

5. CONSIDERACIONES FINALES

El Centro Tierra-PUCP tiene entre sus objetivos la reducción de la vulnerabilidad en la vivienda rural con el mejoramiento de las condiciones de salubridad, confort térmico y seguridad. El presente proyecto permitió a nuestro grupo desarrollar por primera vez todo el proceso de diseño y construcción con técnicas mejoradas de una vivienda segura y confortable, con la inclusión permanente del usuario. Se considera que los conocimientos adquiridos y la metodología desarrollada serán fundamentales para futuras experiencias.

De igual importancia son los vínculos entre quienes se involucraron en el proyecto y el equipo de investigación, que permitirán continuar con diferentes actividades que tiendan a mejorar las condiciones de vida en la comunidad de Orduña y sirvan de piloto para su aplicación en otras comunidades similares. La repercusión de la experiencia fuera de la comunidad es un proceso lento, que podría ser soportado por políticas de difusión apropiadas. Con la presente propuesta se espera incidir en las políticas públicas de gestión de riesgos para las zonas alto andinas a través de instituciones como el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento que desarrolla el Programa Nacional de Vivienda Rural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Centro Tierra (2016). Manual del promotor técnico para la construcción de la vivienda altoandina segura y saludable. Lima: Centro Tierra - CIAC - PUCP. Disponible en https://issuu.com/centrotierra/docs/1._manual_del_promotor_t__cnico/46

INEI (2015), Estimaciones y Proyecciones de Población Urbana y Rural por Sexo y Edades Quinquenales, Según Departamento, 2000 - 2015 - Boletín Especial No 19, Instituto Nacional de Estadística e Informática - Perú. Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0844/index.htm>

Jimenez, C.; Wieser, M.; Biondi S. (2017). Improving Thermal Performance of Traditional Cabins in the High-Altitude Peruvian Andean Region. In PLEA 2017 Edinburgh.

Norma E.080 (2017). Diseño y construcción con tierra reforzada. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Disponible en: <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=3478>

Rodríguez-Larraín, S.; Onnis, S.; Vargas, J. (2017). Transferencia Tecnológica para la vivienda alto andina. In: XII Congreso Mundial de las arquitecturas de tierra, Lyon. Villefontaine: Editions Craterre.

Vargas, J. (2016), Buen comportamiento sísmico de casas de tierra reforzadas en Orduña, Perú, en Boletín 49-50 de la Red Proterra, p. 14-15. Disponible en http://www.redproterra.org/uploads/bulletins/Boletin_49-50.pdf

Vázquez, U. (2013). Modelo de transferencia tecnológica en el ámbito rural: Una propuesta de innovación social. En: Aramburu, C. E. Políticas Sociales en el Perú. Lima: PUCP-Departamento de Ciencias Sociales, p. 193-220.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la Comunidad de Orduña por la acogida, la participación y el entusiasmo que nos han permitido alcanzar resultados inesperados; todos los investigadores, asistentes, consultores, practicantes y voluntarios del Proyecto “Transferencia Tecnológica para la vivienda altoandina”; el Centro de Investigación de la Arquitectura y la Ciudad (CIAC-PUCP), por el constante apoyo a la investigación desarrollada.

AUTORES

Silvia Onnis, arquitecta, docente e investigadora en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP); miembro fundador del grupo Centro Tierra-PUCP; fundadora de la asociación Manos a la Tierra; especializada en el Politécnico de Turín en "Hábitat Tecnologías y Desarrollo".

Sofía Rodríguez-Larraín Degrange, arquitecta, docente e investigadora en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Desarrolla su actividad en los campos del diseño y conservación de arquitectura y construcción en tierra, con especial enfoque en la restauración de patrimonio y transferencia tecnológica para poblaciones de áreas rurales. Miembro fundador y coordinadora del grupo de investigación Centro Tierra-PUCP. Miembro de la red iberoamericana PROTERRA.

Giuseppina Meli, arquitecta, docente y asistente a la investigación en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Miembro del grupo Centro Tierra-PUCP; miembro de la asociación Manos a la Tierra; especializada en el Politécnico de Turín en "Hábitat Tecnologías y Desarrollo".

Silvana Loayza León, arquitecta, docente y asistente a la investigación en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Coautora de la propuesta YAKU INTI WASI: Diseño integrado de tecnologías en energías renovables y recursos naturales para una vivienda rural altoandina. Miembro del grupo Centro Tierra-PUCP.