

VIVIENDA ALTO ANDINA CON CONFORT TÉRMICO Y SISMO RESISTENCIA

Arq. Sofía Rodríguez-Larrain Dégrange¹, Arq. Silvia Onnis¹, Arq. Martin Wieser¹, ing. Julio Vargas Neumann¹

¹Grupo de Investigación Centro Tierra, Centro de Investigación de la Arquitectura y la Ciudad (CIAC), Instituto de Ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables (INTE)-PUCP, Avenida Universitaria 1801, San Miguel, Lima 32, Perú. Email: srodriguezl@pucp.pe

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En las zonas alto andinas del Perú, la pobreza y pobreza extrema, unidas a la dispersión de los asentamientos rurales, la falta de servicios básicos y de infraestructura vial, generan una población altamente vulnerable frente fenómenos climáticos extremos como las heladas, siendo las localidades ubicadas por sobre los 3,800 metros de altitud, las más perjudicadas. Más de 650,000 viviendas presentan deficiencias de calidad y/o acceso a servicios básicos (agua potable, desagüe y electricidad). Estas condiciones incrementan los riesgos de afecciones bronco-pulmonares que generan muertes por neumonía, especialmente en niños y en adultos mayores.

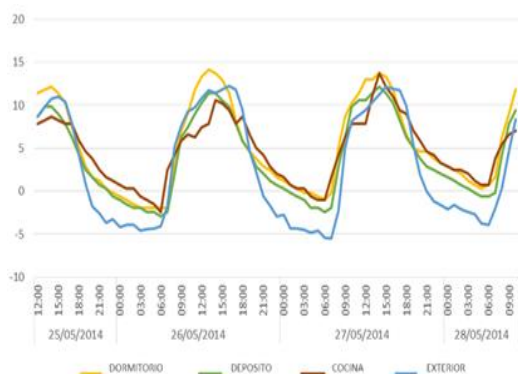


Figura 1. Temperatura del aire de «Cabaña» típica.

Financiado por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) y la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), el proyecto presentado busca establecer

herramientas de transferencia tecnológica para que las poblaciones desfavorecidas, a través de intervenciones en su vivienda, logren mejorar sus condiciones de salubridad, confort térmico y seguridad. Los factores de seguridad y confort son elementos que determinan la calidad de la vivienda influyendo en el bienestar de sus ocupantes y contribuyendo a generar comunidades saludables.

La propuesta se enmarca en la línea de la gestión de riesgos en la vivienda rural alto andina con enfoque sostenible y replicable. Está dirigida a ser realizada a pequeña escala por autoconstrucción y a mayor escala a través de los programas nacionales de apoyo al sector rural.

Los conceptos desarrollados se sustentan en el uso de energías renovables no contaminantes, como la radiación solar, el viento y la geotermia y en el aspecto constructivo se propone la utilización de recursos locales y técnicas vernáculas asociados a nuevas tecnologías de seguridad sísmica investigadas en la PUCP.

La propuesta se pone en práctica a modo de investigación aplicada y participativa con el nombre: “Transferencia tecnológica de propuestas bioclimáticas y sismo resistentes para la mejora del confort y seguridad en la vivienda altoandina”, y se desarrolla en dos etapas: entre los años 2014 y 2016 y luego entre 2017 y 2019.



El caso de estudio se aplica a la comunidad ganadera de Orduña, distrito de Santa Lucía de la provincia de Lampa en la región Puno, situada a una altitud de 4,700 metros en una de las zonas de mayor incidencia de ‘heladas’.

La propuesta generara un modelo replicable que cumple con los criterios básicos de la sostenibilidad en los aspectos sociales, económicos y medio ambientales. En lo social implica que la propuesta sea aceptada por los usuarios, que tenga en cuenta las formas de vida y tradiciones de la comunidad y la individualidad de cada familia. El uso de técnicas y materiales vernáculos en las propuestas contribuye a la identificación cultural y a su apropiación por parte del poblador.

En el aspecto económico se busca bajos costos de la construcción y la posible aplicación del mejoramiento de la vivienda por medio de intervenciones en edificaciones existentes, además del uso de una tecnología que no demande especialización en mano de obra ni equipos, posibilidad de acceso a cualquier lugar donde estén ubicadas las familias en estancias dispersas. Por ello se propone el uso de materiales locales, para minimizar costos de transporte que pueden llegar a ser muy elevados en las condiciones geográficas alto andinas.

Para garantizar la sostenibilidad ambiental es necesario que la huella ecológica de la construcción sea mínima, el diseño bioclimático con el uso de energías renovables, privilegiando materiales naturales biodegradables que no tengan procesos contaminantes en su elaboración, minimizando el transporte con el uso de materiales locales.

2. HALLAZGOS

2.1. Diagnóstico de la vivienda altoandina

La vivienda alpaquera, una **vivienda multi situada**. Cada familia posee una «cabaña» en el fundo alpaquero, vivienda productiva ocupada todo el año por diferentes miembros de la familia, llamada «cabaña» por sus habitantes por la precariedad de su construcción y espacios, es sin embargo la que más se ocupa. Esta es complementada por una habitación/depósito en el caserío, lugar de reuniones y trabajo de la comunidad, posta entre el campo y la ciudad y se ocupa dos a tres noches al mes. Además, la familia necesita una vivienda en la ciudad que provee los servicios de educación y salud para sus hijos, la ciudad soporte de las comunidades. Las tres ubicaciones se complementan para dar lugar a la vivienda alpaquera. La que necesita mayor intervención para la mejora de las condiciones de habitabilidad es la «cabaña» del campo ya que, actualmente, las condiciones de temperatura al interior de los dormitorios son exageradamente bajas.



Figura 2. «Cabaña» alpaquera.

2.2. Condiciones constructivas

Constructivamente se evidencia el déficit de elementos que garantizan la estabilidad de las edificaciones frente a sismos, asentamientos y humedad, como cimientos, sobre cimientos y elementos conectores entre componentes estructurales.



La vivienda está generalmente construida con muros masivos en piedra y tierra, o en adobe. No tiene cimentación, solo se escarba 15 cm para hundir las primeras piedras. El muro va reduciendo su espesor en la parte superior desde 40-45 cm en la base hasta 35 cm. Su altura es reducida entre 1,60 m hasta 2,40 m.

El muro de adobe tiene la misma altura, pero un espesor constante de 30 cm. El bloque típico tiene 40x30x12 cm y se construye poniendo el adobe de soga. El muro está correctamente construido, pero con juntas de mortero excesivas, tiene cimentación de piedra y tierra, constituida por un cimientado de 30 cm de profundidad y un sobrecimiento de altura variable (mín. 20 cm, máx. 110 cm). En general los comuneros prefieren el adobe porque lo siente más “caliente y abrigado”, pero siguen construyendo en piedra por ser un recurso local muy abundante y cercano a las cabañas, mientras que la producción de adobe necesita más tiempo, mano de obra y herramientas.

Los techos tradicionales de paja están desapareciendo, sustituidos por la calamina de zinc, debido a que no hay suficiente paja de ichu y que la calamina ofrece mayor durabilidad, economía y no necesita de mantenimiento.

2.3. Propuesta:

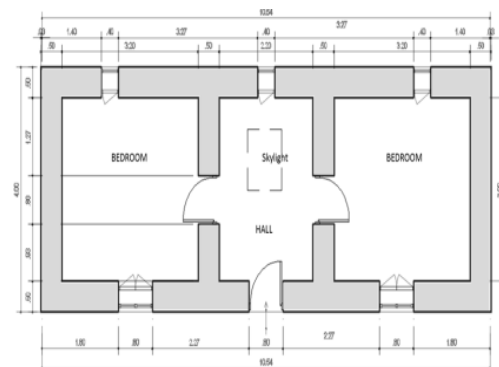
Estrategias sísmo resistentes y bioclimáticas:

El diseño de los ambientes se rige por la Norma Sísmo resistente E-080: Diseño y Construcción con Tierra Reforzada y del Reglamento Nacional de Edificaciones, que establece la relación entre geometría de ambientes y dimensiones de muros en correspondencia con su espesor. Tanto para muros de piedra como de adobe, se refuerza la construcción por medio de sogas de nylon (drizas) y viga collar, garantizando

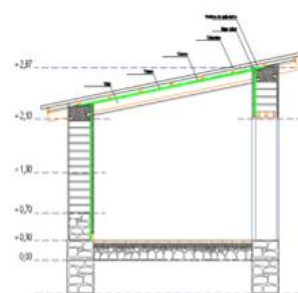
una conexión de los diferentes componentes de la vivienda.

Las estrategias de diseño para mejorar las condiciones térmicas de los espacios interiores consiguen un confort térmico interior de 10°C como mínimo en los momentos más fríos. Estas son:

- Captación solar directa a través de claraboyas o similares y generación de volúmenes compactos con menos superficie expuesta.
- Incorporación de elementos aislantes en los muros y los techos, que mejoren su capacidad de aislamiento para la reducción de pérdidas de calor por conducción y reducción de pérdidas de calor por infiltración y la impermeabilización e incorporación de elementos aislantes en el piso para la reducción de pérdidas de calor por conducción.



(a)



(b)

Figura 3. Prototipo de vivienda alpaquera “Centro Tierra”.



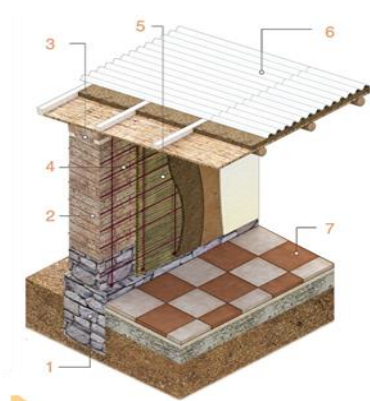


Figura 4. Técnica constructiva ilustrada en el Manual de Capacitación.



Figura 5. Aislamiento interior con fibra de "totora".



Figura 6. Refuerzo sismo resistente con soga de nylon.



Figura 7. Capa aislante del techo: panel de totora y planchas de tierra alivianada.

3. LIMITACIONES DE POLÍTICAS ACTUALES

Política:

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) / Programa Nacional de Vivienda Rural (PNVR). Entrega de módulos habitación con confort térmico.

Limitaciones:

- Módulos construidos en caseríos y poblados donde los criadores de alpaca no viven, en vez de construidos en fundos alpaqueros, donde la vivienda es ocupada todo el año. En el caserío, sólo se usan en promedio dos noches al mes. El resto del tiempo como depósito.
- Una sola habitación, límite de espacio habitable en caso de familias, provoca hacinamiento.
- Costo: 22,000 soles (incluye aporte local)
- Uso de materiales industriales contaminantes y necesita transporte (huella de carbono), además dañinos para la salud: cemento, plástico, brea, tecnopor.
- Diseño toma poco en cuenta inyección de calor exterior, módulo demasiado aislado por tecnopor, no se calienta por radiación solar.
- No tiene refuerzos sismo resistentes.
- Temperatura interior: 4°C (según mediciones hechas en la misma comunidad de Orduña). Prototipo de Centro Tierra: 10°C.

4. OPCIONES DE ACCIÓN

Pasos a seguir propuestos para la réplica y el escalamiento:

- Alianza Universidad/PNVR/ SENCICO.
- Universidad (Centro Tierra) capacita a ingenieros, arquitectos y capacitadores de PNVR y SENCICO en la técnica constructiva mejorada propuesta, aplicando el plan de capacitación diseñado. Una vez



capacitados son promotores capaces de aplicar la técnica mejorada. Reciben certificación PUCP como promotores técnicos.

- Se aplica la técnica mejorada a través de obras-taller que permiten la capacitación de quienes participan. Así se consigue el escalamiento. Las obras-taller se realizan en la construcción de viviendas en los fundos que son dispersos, alejadas unas de otras entre 2 a 4 km.
- Se contempla la organización siguiente: i) Un maestro capacitado por 4 viviendas; ii) un comunero capacitado como residente por cada vivienda; iii) más de 7 comuneras y comuneros se capacitan por cada vivienda, trabajando en la obra bajo la capacitación del maestro capacitado y del promotor técnico; iv) un equipo de la universidad supervisa las obras en los momentos clave: colocación de aislamiento térmico y mallas de sogas. Recepción final de obra; vii) la construcción de las 4 viviendas dura 2 meses.

Se propone aplicar el **Plan de Capacitación** diseñado por Centro Tierra para la **réplica** de la construcción de la vivienda mejorada y la construcción de un piloto a escala de una comunidad (40 familias) con la intervención en los fundos alpaqueros donde viven los pobladores del campo y están expuestos al clima extremo.



Figura 8. Metodología participativa de transferencia tecnológica: Plan de Capacitación.

Especificaciones del módulo a construir:

Área de construcción para un módulo de dos habitaciones y un hall de entrada y distribución: 42m² área construida, 28 m² área neta.



Figura 9. Módulo Centro Tierra: dos dormitorios y un hall (primer plano-al fondo cocina).



Figura 10. Vista interior de un módulo.

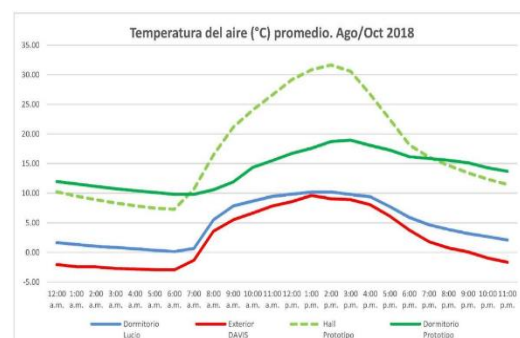


Figura 11. Resultados de monitoreo térmico (septiembre 2018). Temperatura del aire (°C) del prototipo comparada con la vivienda típica y el aire exterior.

Costos:

Depende del lugar donde se va a construir. El costo directo es de S/ 19,000 Soles - los gastos generales casi 40%. Costo total de obra incluido IGV: S/ 31,256 Soles. (Incluye





aporte local). Este costo se ha calculado en base a la construcción simultánea de 4 módulos. (1 maestro).

5. INFORMACIÓN ADICIONAL

- Jiménez, C., Wieser, W., Biondi, S. (2017). Improving Thermal Performance of Traditional Cabins in the High-Altitude Peruvian Andean Region. PLEA 2017 Edinburgh.
- Rodríguez Larrain, D., Onnis, S., Vargas Neumann, J. (2016). Transferencia tecnológica para la vivienda alto-andina. Lyon. Terra 2016. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/0B1Es2MATexJZTVpDYm1rUllpLUU/view>
- Resultados de investigación de Centro Tierra sobre Mejoramiento de Vivienda Altoandina (PUCP-CONCYTEC-2014-2019): documentos de acceso público en Centro Tierra-PUCP, no publicados:
 - Plan de Capacitación del promotor técnico en vivienda segura y saludable.
 - Expediente técnico de construcción del módulo.
 - Resultados de los monitoreos térmico, constructivo y social, después de 4 años de construcción.
 - Evaluación post sismo 2016 (Sismo de Lampa).
- Paneles explicativos presentados a la Bienal de Arquitectura de Trujillo 2018. Disponible en: <https://drive.google.com/open?id=13g9-0awA3WDPoLD0BCrzU7aOTkBvnsgP>

