

# Prototipo de vivienda para un poblador alto andino

## Housing prototype for a high Andean people

Renzo Yanque Anconayra

### Resumen:

La vivienda alto-andina propia de las localidades ubicadas sobre los 4,000 msnm. presenta en la actualidad varios problemas, entre ellos podemos citar: Características térmicas inadecuadas, Contaminación con humo doméstico y ambientes inadecuados para la convivencia familiar.

A fin de aportar a la solución de este problema, presentamos un prototipo de vivienda. habitable y confortable, un abrigo para el usuario y su familia, diseñado de acuerdo a las condiciones térmicas y que aproveche al máximo la forma de vida del poblador y los insumos del lugar.

Consideramos que en el diseño del prototipo de vivienda para una familia alpaquera, se ha respetado las costumbres del poblador y usos de los diferentes ambientes para sus actividades propias, además de emplear los sistemas constructivos establecidos en la zona, utilizando los materiales tradicionales y adicionando otros nuevos, de fácil adquisición en los mercados más cercanos al lugar.

**Palabras clave:** Confort, balance térmico, transferencia de energía, cocinas mejoradas, bajas temperaturas y contaminación doméstica.

### Abstract:

The high Andean own housing in urban areas located above 4,000 meters. currently presents several problems, among them we can mention: inadequate thermal properties, with domestic smoke pollution and inadequate rooms for family living.

To contribute to the solution of this problem, we present a prototype house. habitable and comfortable coat for the user and his family, designed according to thermal conditions and make the most of the lifestyle of the settler and the inputs of the place.

We believe that the design of the prototype housing for alpaca family, has respected the customs of the settler and uses of different environments for their own activities, in addition to using building systems established in the area, using traditional materials and adding new ones, easily acquired by those closest to the market place.

**Keywords:** Comfort, heat balance, energy transfer, improved stoves, low temperatures and domestic pollution.

\* Arq. por la Universidad Nacional de Ingeniería. Con más 7 años de investigación en tecnologías apropiadas para la vivienda rural. Ganador del concurso de creatividad en proyectos innovadores, año 2004, organizado por la ANR.



Clave	Materiales	Espesor	"k"	Resistencia	"U"
		m.	(w/m°C)	(m2°C/w)	(w/m2°C)
M1	Aire exterior			0.08	1.97
	Muro de adobe	0.40	1.29	0.54	
	Aire interior			0.12	
T1	Aire exterior			0.08	0.09
	Paja			11.43	
	Revoque de yeso	0.40	0.04	0.03	
	Aire interior	0.02	0.46	0.12	
V1	Aire exterior			0.08	2.55
	Vidrio	0.01	0.93	0.01	
	Cámara de aire	0.05	0.28	0.18	
	Vidrio	0.01	0.93	0.01	
	Aire interior			0.12	
P1	Aire exterior			0.08	4.41
	Madera rolliza	0.10	3.50	0.03	
	Aire interior			0.12	

Tabla 1. Pérdidas de calor por materiales.

82

Esta investigación considera que el rol de la vivienda es brindar confort y permitir la realización de actividades personales, familiares y sociales necesarias para el bienestar de una familia, por ello:

... un ambiente fisiológico que regule la iluminación, humedad, sonido, temperatura y ventilación; y también un ambiente social que promueva seguridad emocional y asegure la privacidad de la familia y del individuo... (Roza, 1964, p. 16).

Para desarrollar este prototipo de vivienda, se realizó un diagnóstico *in situ*, lo descrito incluyendo la evacuación de humo y el confort térmico, condiciones mínimas de habitabilidad para una vivienda de alpaqueros<sup>1</sup> que habitan sobre los 4000 msnm.

## 1 Marco teórico

Un informe técnico de UNI-ININVI (1985) sobre vivienda propuso y desarrolló un módulo de adobe, de forma cuadrangular, con muescas especiales en los lados para permitir el paso del refuerzo de caña. En los estudios realizados se ensayaron unidades, pilas, muretes, muros y ambientes completos, con

diferentes tipos de arriostres y refuerzos. Lo que permitió formular la Norma Técnica Peruana de Fabricación del Adobe Estabilizado con Asfalto y la Norma E-080 Adobe del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Diversas instituciones estatales y ONGs como INDECI, PREDES en diversos informes oficiales e investigaciones de trascendencia internacional, indican:

... La nieve ocasiona el cierre de caminos, la pérdida de cultivos y pastos alto andinos, la muerte del ganado de la zona, agudas infecciones respiratorias y el deceso de personas, especialmente niños... (INDECI, 2002).

Informes como el de Valera (1998) y Torres (2011) afirman que las cocinas a leña producen una demanda de leña que no soporta ningún ecosistema, debido a la explotación masiva e irracional, que incrementa la tasa de deforestación.

Actualmente las comunidades alto andinas aún conservan la costumbre de cocinar con leña y bosta, es parte de su forma de vida.



Cod. Elemento	Este	Oeste	Norte	Sur	Total
M1	14.02	15.06	16.52	16.52	45.00
T1	33.48	31.75	0.00	0.00	65.23
V1	0.80	0.00	1.40	1.40	3.60
P1	1.33	0.00	0.00	0.00	1.33
					115.16

Tabla 2. Pérdidas de calor por ubicación

Clave	Conductan w/m <sup>2</sup> °C	Area m <sup>2</sup>	Dif. Temperatura (to-ti)°C	Total watts
M1	1.97	45.00	-23.80	-2109.87
T1	0.09	65.23	-23.80	-139.72
V1	2.55	2.72	-23.80	-165.08
P1	4.41	1.33	-23.80	-139.59
				-2554.26

Tabla 3. Pérdidas de calor por ubicación

## 2 Metodología

En esta investigación se utilizaron las siguientes técnicas:

- Revisión bibliográfica: Se consultaron diferentes libros referentes al tema y documentos de la comunidad y de la iglesia evangélica, estos fueron consultados en la comunidad en estudio; el objetivo era lograr el sustento histórico. Así como también se consultó libros y tesis en las principales bibliotecas de la capital y del departamento de Arequipa.
- Observación participativa: Esta técnica se utilizó para conocer las vivencias del poblador alto andino en el quehacer diario, para lo cual se tuvo que vivir junto con ellos participando de sus actividades sociales, económicas y religiosas. Esta técnica de investigación consistía en acompañar en las tareas caseras así como conocer la actividad del pastoreo durante la cual se lleva a cabo el recojo del combustible para poder cocinar.

- Observación directa: Esta técnica permitió observar las viviendas y el modo de vida que se llevaba dentro y fuera de la misma, lo que permitió conocer las deficiencias estructurales, de confort y organización espacial.
- Entrevista: Conocer el punto de vista de los comuneros, especialmente de los ancianos de la comunidad, ellos proporcionaron información sobre las construcciones de las primeras estufas o como ellos llaman “qonchas” así como las principales técnicas tradicionales de construcción para levantar sus viviendas.

## 3 Resultados

Para verificar los resultados y eficiencia del prototipo de vivienda se realizaron los siguientes estudios:

- Balance térmico del proyecto, que consiste en determinar las pérdidas de calor, perimetrales y por convección;
- Ganancia de calor, para ello se precisó conocer el cálculo de ganancia interna, por conducción, y por radiación.

Renzo Yanque Anconayra





Fig. 1. Estructura del techo.

Fuente: Archivo digital del Autor.

84

Con ellos se verificó la propuesta del prototipo de vivienda que esta investigación ha elaborado.

### 3.1 Balance térmico del proyecto

El balance térmico del proyecto se calcula comparando las pérdidas perimetrales y por convección. (ver Tabla 1 y 2, Fórmula 1, 2 y 3)

Las pérdidas por convección pueden producir enfriamiento, intercambiando aire interior por aire exterior, siempre y cuando la temperatura del primero sea mayor que la temperatura del segundo. En el proyecto presentado la temperatura del aire exterior será mucho más baja que la temperatura del aire interior, de esta manera se producirá siempre una pérdida por infiltración y ex-filtración del aire, estas penetran entre los espacios producidos por juntar materiales diferentes, ocurriendo generalmente en los vanos.

### 3.2 Ganancia de calor

#### 3.2.1 Cálculo de ganancia interna

Esta ganancia se produce por la combustión de la bosta en la qoncha durante 3 horas la cual corresponde al tiempo promedio que se emplea para cocinar en la sierra, o dicho de otra manera se utilizara 35 Kg. de bosta para la elaboración de la cena.

La ganancia de energía calorífica se producirá a través de:

- Aire caliente inyectado a través de los tubos a los dormitorios, y mínima pérdida en las estructuras (ver Fig. 1).
- Transferencia de calor a través de las paredes de la estufa (ver Fig. 2).



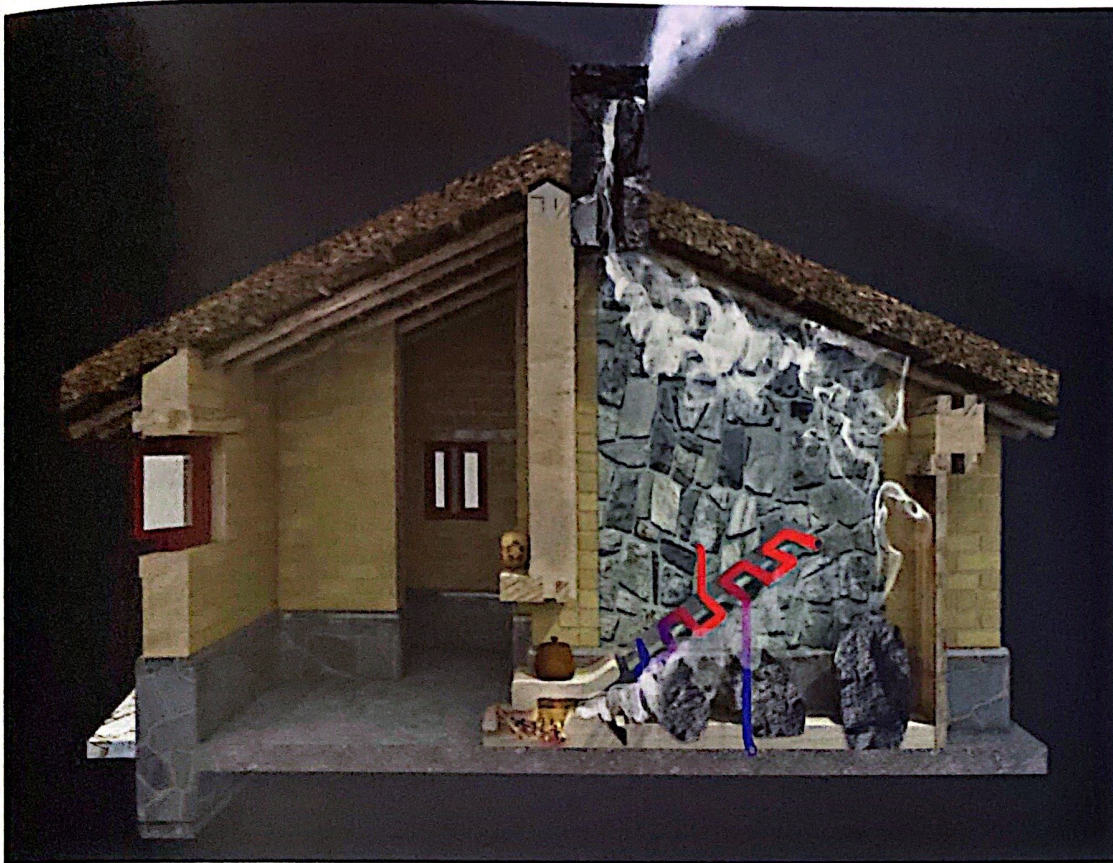


Fig 2. Corte - Chiminea.  
Fuente: Archivo digital del Autor.

- Transferencia de calor a través de los muros pareados<sup>2</sup> que permiten la salida del humo dejando a su paso la energía calorífica en las paredes para luego ser aprovechados por los dormitorios.

**Fórmula 1:** Pérdidas perimetrales

$$Q_p = F_p \cdot P \cdot (t_i - t_o)$$

P = perímetro  
 F<sub>p</sub> = factor de pérdida perimetral (w/m°C)  
 = 4.60, sin aislamiento.  
 = 3.12, con aislamiento 1 pulgada  
 = 1.70, con aislamiento 2 pulgadas

$$Q_p = 4.60 \times 32.5 \times 23.8$$

$$Q_p = -3558.10 \text{ Watts}$$

**Fórmula 3:** Pérdidas perimetrales

$$Q_i = (\text{capacidad calorífica}) \times (\text{cantidad de bosta})$$

$$Q_i = (0.44) \times (35\text{kg})$$

$$Q_i = 15.40 \text{ Kw}$$

**Fórmula 2:** Pérdidas por convección

$$Q_v = N \times H_a \times V \times \text{ADR} \times (t_i - t_o)$$

Q : flujo calorífico generado por la infiltración- exfiltración (watt)  
 N : número de renovaciones de aire del volumen interior por hora ( 2 )  
 H<sub>a</sub> : capacidad calorífica del aire (0.339 Wh/m<sup>3</sup>°C)  
 V : volumen total (85.12m<sup>3</sup>)  
 (t<sub>i</sub>-t<sub>o</sub>): diferencia de temp. interior/ exterior (°C)  
 ADR : relación densidad-aire  
 Nivel del mar = 1.0



Para calcular la energía calorífica que se gana con la cocina mejorada, se consideró del total de la energía calorífica de la bosta sólo el 20%, debido a que el 80% será aprovechado para la elaboración de los alimentos. (ver Foto 3). Considerando que la bosta tiene un poder calorífico de 0.44k w/ Kg. para cocinar una cena promedio se necesita 35 kg. aproximadamente de bosta, de esta energía invertida( $Q_i$ ) sólo se utilizará el 20%.

Solo se considera el 20% para el acondicionamiento térmico de los ambientes (dos dormitorios y un ambiente multiusos) ya que el 80% se utilizará para la elaboración de los alimentos:

**Fórmula 4:**

$$Q_c = 0.2 \times Q_i$$

En donde  $Q_c$  es la energía que se utilizará para calentar los ambientes:

$$Q_c = 3.08 \text{ kw}$$

$$Q_c = Q_{\text{humo}} + Q_{\text{aire caliente}} + Q_{\text{irradiación}}$$

De este total de energía calorífica también se tendrá que descontar pérdidas por transferencia de calor hacia el piso y techo de la cámara de humo, esta pérdida es un estimado del 2%, lo cual significa que la energía calorífica neta ( $Q_n$ ) cedida a los ambientes será de:

$$Q_n = Q_c (98\%)$$

$$Q_n = 3.02 \text{ kw}$$

### 3.3 Balance térmico.

Con la finalidad de encontrar errores de diseño y encontrar el diagnóstico térmico justo se determinan los siguientes valores:

$$\text{Ganancias totales} = 6.83 \text{ kw}$$

$$\text{Pérdidas totales} = 6.96 \text{ kw}$$

Se dice que la casa esta térmicamente confortable cuando se cumple:

*Que la ganancia no sea mayor o menor a las pérdidas en más del 20%*





Fig. 3. Interior de la vivienda.  
Fuente: Archivo digital del Autor.

La expresión se entiende de la siguiente manera:

$$0.8 \leq \text{ganancias totales} / \text{pérdidas totales} \leq 1.2$$

$$0.8 \leq 6.83 / 6.96 \leq 1.2$$

$$0.8 \leq 0.98 \leq 1.2$$

#### 4 Conclusiones

Los indicadores de balance térmico, determinan que el módulo construido, logra el confort requerido, principalmente por la estufa, la única fuente de energía calorífica utilizada. La estufa además de tener una alta efectividad (mayor a 89%) para la elaboración de los alimentos, se aprovecha su energía residual (calor de humo, pérdidas por transferencia de calor hacia las paredes de la estufa). La energía residual de la estufa representa un 20% de la energía invertida que anteriormente se consideraba como pérdida.

Se ha minimizado la contaminación del hogar y sus efectos directos en las infecciones respiratorias

agudas, irritaciones de los ojos, bajo crecimiento intrauterino, quemaduras de niños(as) y riesgo de cáncer en los pulmones.

Se ha logrado una mejor apariencia y calidad de vida del hogar con mayor iluminación diurna, mejor ventilación en la cocina, valorizando este ambiente y el estatus de la familia.

Se logró reducir el tiempo invertido en la recolección del combustible como la bosta y la leña en general.

El nivel de emisión de humo es insignificante, por la mejor combustión de la bosta y leña, así como por el efecto de la chimenea.

La familia cuenta con espacios propios para realizar actividades que en todos los casos no la tenían: cocina-comedor y dormitorios independientes. todos los espacios cuentan con una correcta iluminación y confort térmico (ver Fig.4).





Fig. 4. Perspectiva del prototipo de vivienda  
Fuente: Archivo digital del autor.

## 5 Notas bibliográficas

88

- (1) Alpaqueros, familias o comunidades cuyo sustento económico depende de la crianza de alpacas. "... debido a la gran capacidad de adaptación a grandes alturas, la crianza de alpacas es relevante pues genera productos derivados como carne y fibra, sustento económico de las comunidades altoandinas asentadas sobre los 4 000 msnm de la sierra sur..." (Moya y Torres, 2008).

- (2) Muros pareados.

## 6 Referencias bibliográficas

Reglamento Nacional de Construcciones. (2000) Norma Técnica de Edificación NTE E.080. Lima, CAPECO

Kern, K. (1982). *La casa Auto constructiva*. Barcelona: Gustavo Gili.

ININVI (1985). *Normas técnicas de edificación*. Norma E-80 ADOBE. Lima: ININVI

Moya, E. y Torres, J., (ed) (2008). *Familias alpaqueras, enfrentando el cambio climático*. Lima: Soluciones Prácticas - ITDG.

Oficina Nacional de Desarrollo Comunal.(2003). *Manual para la Construcción de Viviendas con Adobe*. Comisión de reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada (CRYRZA) Proyecto Experimental de Vivienda (PREVI) (Ministerio de Vivienda - Naciones Unidas). Lima: BID.

Pontificia Universidad Católica del Perú - Agencia para el Desarrollo Internacional. *Nuevas Casas Resistentes de Adobe*. Cartilla de Difusión N° 2 Región de la Costa. Lima: PUCP-ADI.

Serrano, P. (1992). *Uso eficiente de la leña*. Santiago de Chile: FUCOA.

Still, D., Foster, J. (2003). Diseño nuevo de la Estufa Lorena en México. En *Aprovecho Research Center*. Recuperado de: <http://solstice.crest.org/discussiongroups/resources/estufas>

Torres, H. (2011). Evaluación de Impacto Ambiental producido por el uso de leña en zonas rurales de la región Tacna. En: *Ciencia y Desarrollo*,13, 92-100.