

IMPACTO ECONÓMICO Y ENERGÉTICO DEL USO DE LA QUINCHA COMO TECNOLOGÍA PARA ALIVIAR EL DÉFICIT HABITACIONAL

Guadalupe Cuitiño¹; Alfredo Esteves¹; Rodolfo Rotondaro²; Graciela Maldonado³

¹ Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV), (INCIHUSA) CCT – Conicet - Mendoza
Tel: 54-261-5244309/4310 Fax: 54-261-5244001. C.e.: gcuitino@lab.cricyt.edu.ar, aesteves@lab.cricyt.edu.ar

² Investigador Independiente CONICET. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo – UBA. Teléfono: (+54-11) 4789-6270-c.e.: rotondarq@telecentro.com.ar

³ Centro Regional de Desarrollos Tecnológicos para la Construcción,
Sismología e Ingeniería Sísmica. (CEREDETEC) Teléfono 0261-4239119 – int. 151-152
c.e.: ngm@frm.utn.edu.ar

Palabras clave: déficit habitacional, térmico, quincha, costo energético

RESUMEN

En la Argentina existen 10.079.846 viviendas (INDEC, 2001). En Mendoza hay 410.332 hogares, y posee un déficit de 120.000 viviendas. El déficit habitacional en la provincia de Mendoza es un tema que cobra cada día más importancia. La solución es poder dar una mirada al pasado para poder dar un paso hacia el futuro. En este trabajo se presentan resultados orientados a la opción de emplear la tecnología de la quincha para aliviar el déficit habitacional y el análisis de las opciones termohigrométricas posibles. La quincha es una tecnología ancestral que tiene sus orígenes en la cultura Quechua, donde este término está relacionado con el uso de la caña. En este caso la caña de Castilla es empleada en la construcción de los muros, donde el esqueleto del muro es de caña entrelazada y la piel está conformada por una mezcla de arena, arcilla y fibra vegetal. En el Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA-CONICET) Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, del CCT CONICET Mendoza, se ha construido un taller experimental con la técnica constructiva de quincha. Este taller ha sido evaluado térmicamente en forma exhaustiva. En este recinto en las noches de invierno, existe entre el ambiente exterior y el interior una diferencia de temperatura de aproximadamente 8 °C, dada la capacidad aislante de la quincha. El costo monetario de fabricación de un muro de quincha es 2,5 veces menos que la de financiación requerida para un muro tradicional. El costo energético demandante de la quincha también es mucho menor (11,5 MJ/m² contra 510 MJ/m² para el muro de ladrillón), razón por la cual resulta interesante de utilizar en momentos de crisis energética, tal como sucede en estos momentos. Todo esto lleva a considerar que en cuanto a lo referido a lo térmico, energético y económico, la mejor opción es la vivienda construida con la tecnología de quincha, sobretudo en aquellos ambientes rurales y rur-urbanos.

1. INTRODUCCIÓN

La vivienda es un derecho reconocido por diversas instituciones alrededor del mundo, la casa es una condición necesaria para que el hombre pueda venir al mundo, crecer, desarrollarse, para que pueda trabajar, educar y educarse, para que los hombres puedan construir esa unión mas profunda y mas funcional llamada familia, (Papa Juan Pablo II, 1987).

El déficit habitacional crea problemas de carácter económico, político, social y cultural. Los miles de argentinos que viven hacinados en villas miserias y taperas son prueba suficiente. Pueden ocasionar delincuencia, resentimiento y ser factor de violencias y extremismos. (Civit Evans, E, 2007).

En la Argentina existen 10.079.846 viviendas. En Mendoza hay 410.332 (INDEC, 2001), de las cuales 81 % corresponde al área urbana y el 19 % al área rural. El déficit habitacional en la provincia de Mendoza es un tema que cobra cada día más importancia.

A pesar de que en las últimas décadas se han implementado diversos programas habitacionales para la mejoras de los barrios (PROMEBA), y la construcción de nuevas viviendas llevadas a cabo por el Instituto Provincial de la Vivienda (IPV), en los distintos departamentos de la provincia, se observa como aún siguen existiendo hogares que tienen las necesidades básicas insatisfechas (NBI), Figura N°1, se consideran hogares con NBI, aquellos en los cuales está presente al menos uno de los siguientes indicadores de privación:

- Hogares que habitan viviendas con más de 3 personas por cuarto (hacinamiento crítico).
- Hogares que habitan en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda

precaria u otro tipo)

- Hogares que habitan en viviendas que no tienen retrete o tienen retrete sin descarga de agua.
- Hogares que tienen algún niño en edad escolar que no asiste a la escuela.
- Hogares que tienen 4 o más personas por miembro ocupado y en los cuales el jefe tiene bajo nivel de educación (sólo asistió dos años o menos al nivel primario).

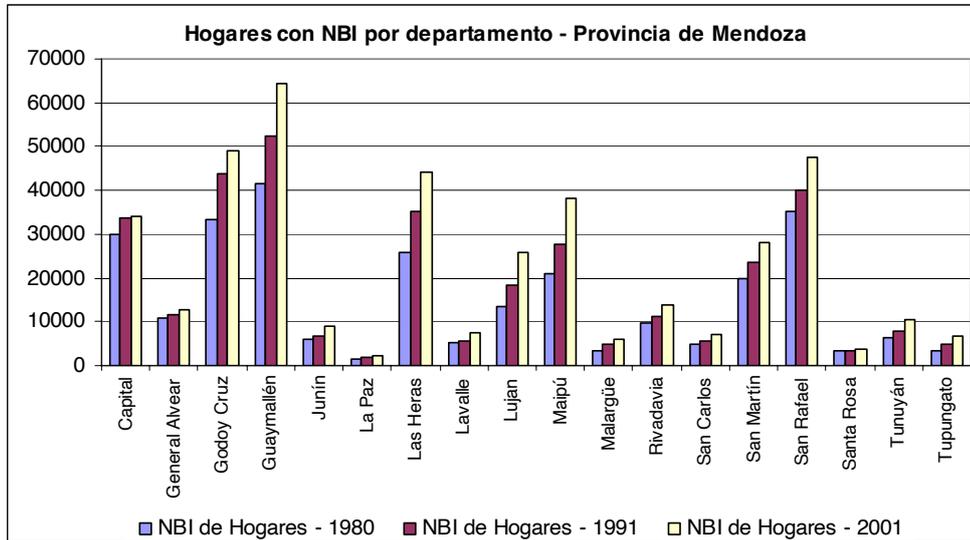


Figura N° 1: Cantidad de hogares con necesidades básicas insatisfechas, en la Provincia de Mendoza.

Se observa, en la Figura N°1, que con el avanzar de las décadas, la cantidad de hogares con NBI va en aumento cualquiera sea la situación política reinante.



Figura N°2: Porcentaje de hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas por departamento, año 2001

En las últimas décadas se han desarrollado tecnologías constructivas, las cuales, son empleadas en un determinado estrato social debido a su costo elevado, dejando de lado en este proceso los sectores más empobrecidos que no pueden acceder a los planes de vivienda. Sin embargo, como se aprecia en la Figura N°2, la necesidad del derecho a una vivienda digna existe, y está asociada a la migración de los pobladores de las áreas rurales hacia las ciudades, dando por resultado que ellos mismos construyan su hábitat. Además, hay carencias en los ingresos monetarios y de tecnologías alternativas, aspectos que generan entre otras cosas, viviendas precarias inseguras para su habitabilidad y a la sociedad el crecimiento de asentamientos marginales.

En estos casos, la solución es poder dar una mirada al pasado para poder dar un paso hacia el futuro. Es así, que se propone obtener una vivienda digna, segura, habitable para todos los miembros

de la familia y de bajo costo, empleando una tecnología ancestral, pero conformándola con un procesamiento actual que la hace apropiada ante las solicitaciones higiénicas y térmicas actuales, es decir construir viviendas con materiales locales, donde uno de ellos puede ser la tierra cruda, (como fuente de material arcilloso/arenoso).

En este trabajo se presentan resultados orientados a la opción de emplear la tecnología de la quincha para aliviar el déficit habitacional y el análisis de las opciones termohigrométricas posibles.

La quincha es una tecnología que tiene sus orígenes en la cultura Quechua, donde este término está relacionado con el uso de la caña. En este caso la caña de Castilla (*Arundo Donax*) es empleada en la construcción de los muros, donde el esqueleto del muro es de caña entrelazada y la piel está conformada por una mezcla de arena, arcilla y fibra vegetal.

En el Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA-CONICET) Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, perteneciente al CCT, se ha construido un taller experimental con la técnica constructiva de quincha (Fernández, 2005). El mismo se encuentra emplazado en la ciudad de Mendoza, y funciona como taller para el armado de hornos solares, destiladores y otras tareas afines.

La estructura principal está conformada por una serie de rollizos de eucalipto, sobre los cuales se disponen palos rollizos horizontales, armando una estructura vinculada. En la construcción del taller se empleó una de las muchas técnicas utilizadas en esta tecnología para el armado de los muros, una de ellas son los muros huecos de quincha, es decir que tienen cañas de Castilla, en ambas caras de los rollizos, dejando una cámara de aire entre ellas y luego en el exterior son revocadas con la mezcla de arena – arcilla y fibra vegetal, sin embargo aquí surge el problema de que en estos espacios se puede producir anidamiento de insectos o arácnidos.

En el prototipo este problema fue resuelto rellenando el espacio existente entre las cañas y dando a los muros un correcto acabado superficial, tal como se muestra en la Figura N°3 a.

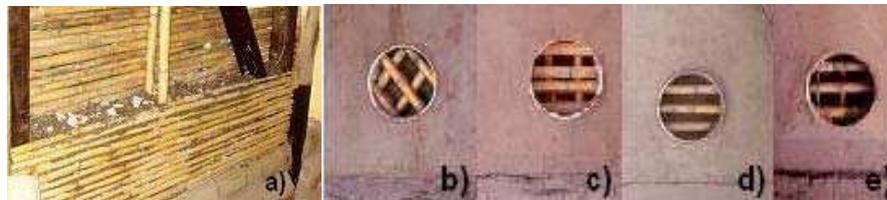


Figura N° 3: Diseños de entramados en paredes hechas de quincha: **a)** Horizontal bilateral continua sin espaciar, **b)** espaciada a 45°, **c)** dos horizontales juntas separadas por una vertical, **d)** horizontal alternada y **e)** una horizontal alternada con una vertical

También se optó por realizar paredes con diversos entramados de cañas en forma unilateral, evitando el utilizar la cámara entre ambos laterales de las cañas, realizando posteriormente el revoque de las mismas con la mezcla de barro.

Sin embargo no hay que olvidar que dado que el barro, sobre todo la arcilla, absorbe humedad por capilaridad, es importante hacer una barrera o zócalo ente el suelo natural y las paredes de quincha, Figura N°4, para lo cual se recurrió al empleo del ladrillo, se hacen cinco o seis hiladas de ladrillos para asegurar de que no existirá humedad en las paredes por capilaridad.



Figura N°4: a) Proceso de embarrado de las paredes y b) paredes terminadas.

El techo del taller experimental, está construido de rollizos canteados de álamo, caña de Castilla para el cielorraso, una lámina de polietileno de 150 μ como barrera de vapor, una capa de hormigón alivianado con pomeca puzolánica y finalmente una membrana asfáltica. Al techo se le ha dejado un alero de 0.50 m para proteger a los paneles de los muros con quincha de la posible degradación por lluvia. En el interior, el piso es de hormigón armado.

2. COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA QUINCHA COMPARADO CON EL LADRILLO COMUN COCIDO.

En este trabajo se analiza el impacto que supone cubrir el déficit habitacional tomando en cuenta, el comportamiento térmico y energético de la tecnología de quincha, comparándola con el comportamiento de la construcción tradicional que se estima que es construcción con ladrillón.

Para realizar las mediciones de temperatura y humedad, se dispusieron dos sensores marca Hobo de temperatura con humedad relativa RH (C) 1996 Onset, uno en el interior del local y otro para medir las condiciones exteriores, a una altura aproximada de 2m, Figura N°5, los mismos toman un dato cada 15 minutos. Una estación meteorológica marca Devis modelo Weather Wizard III donde se toman datos de viento, un solarímetro marca Kipp & Zonen que toma datos de radiación solar global sobre el plano horizontal y se almacena en un data logger Hobo 4 channels external (C) 1998 Onset, la frecuencia también es de 15 minutos.

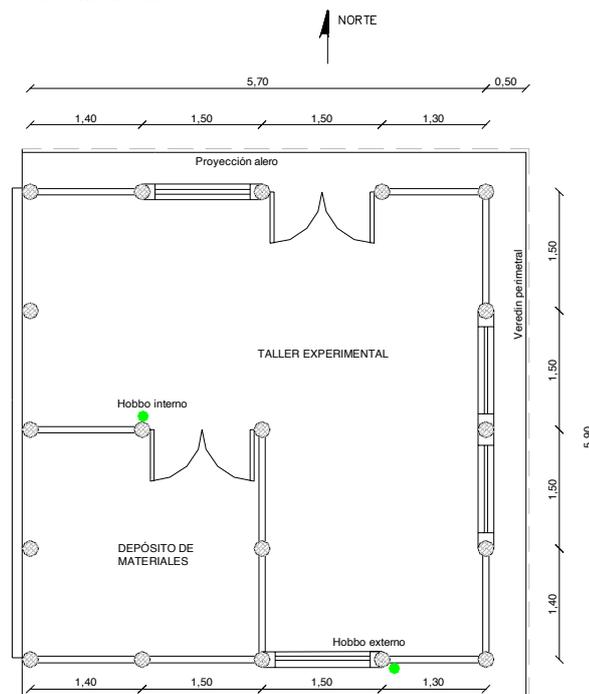


Figura N°5: Plano del taller construido con la tecnología de quincha.

En la Figura N°5 se observa que la orientación de la fachada principal es la Norte, hacia donde posee una ventana de vidrio simple de 3 mm de espesor y 2,46 m² de superficie y no posee ninguna protección de postigones y cortinas, permitiendo la entrada de radiación para calefaccionar en forma natural el interior, dos ventanas hacia la orientación Este y una hacia el Sur, con iguales características y medidas a la anterior.

Para realizar y ajustar la simulación térmica de invierno, se utilizó el programa Simedif (Lesino et al 2000). Se eligieron cinco días hábiles representativos del mes de julio y cinco de agosto. A partir de los datos de radiación y temperatura exterior se simuló la respuesta interior de la quincha y se hicieron los ajustes necesarios para que la respuesta fuera representativa de los valores medidos durante la experimentación.

Luego se consideró una construcción de iguales características y medidas pero con muros de ladrillón (e=0.18).

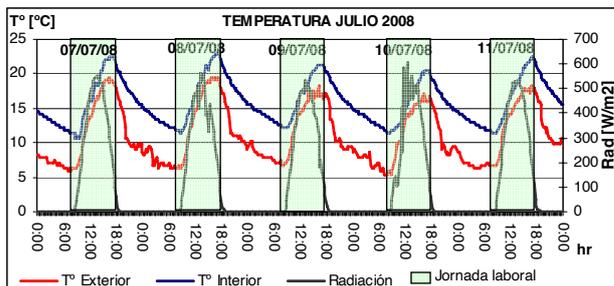


Figura N°6: Temperatura exterior e interior de los días analizados para el mes de Julio

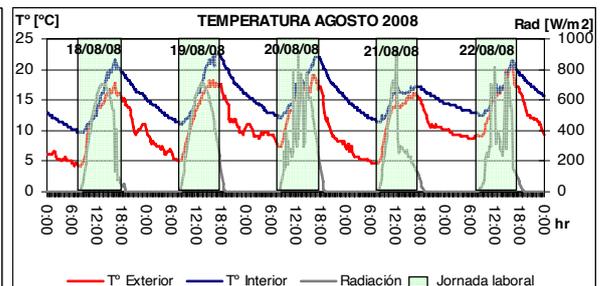


Figura N°7: Temperatura exterior e interior de los días analizados para el mes de Agosto

En las Figuras N° 6 y 7, se observa que en la noche entre el ambiente exterior y el interior existe una diferencia de temperatura de aproximadamente 8 °C, dada la capacidad aislante de la quincha. Durante el día, esa diferencia es menor debido que el trabajo de taller demanda tener la puerta abierta, por ello, la temperatura interior tiende a asemejarse a la exterior.

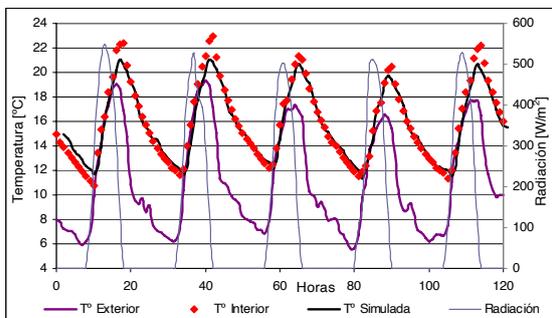


Figura N°8: Resultados del análisis obtenidos con el programa Simedif – mes de agosto

Figura N°9: Resultados del análisis obtenidos con el programa Simedif – mes de julio

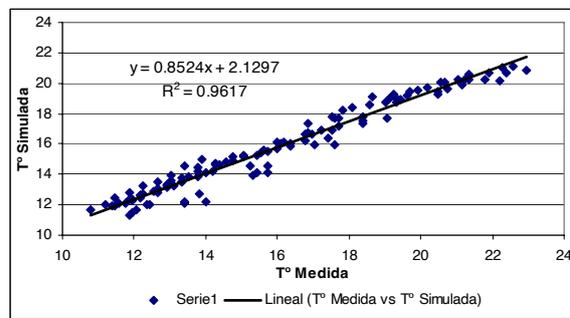
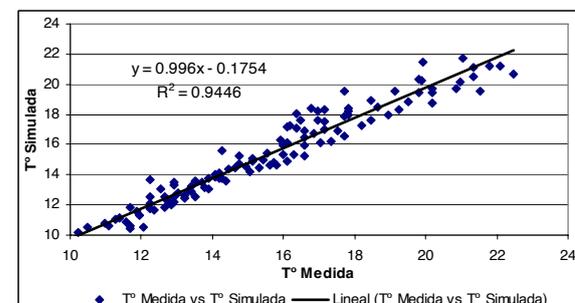
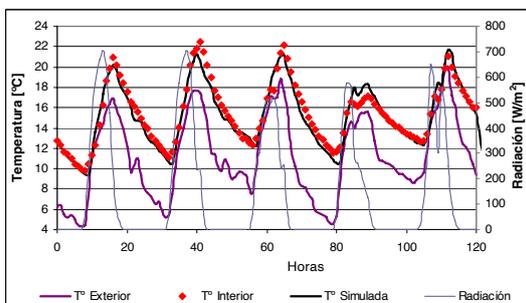


Figura N°10: Resultados del análisis obtenidos con el programa Simedif – mes de agosto

Figura N°11: Correspondencia entre los valores de temperatura medidos vs simulados–agosto

Figura N°9: Correspondencia entre los valores de temperatura medidos vs simulados–julio



En las Figuras N° 8 y 10, se observa que en la noche la temperatura exterior descende rápidamente, pero la del interior del taller lo hace lentamente, debido a la inercia térmica del muro en combinación con una baja transmitancia térmica otorgada por la presencia de la caña, que crea una cámara de aire en el interior del muro. También se observa que la amplitud térmica en el interior del taller es de 10°C y en el exterior es de 14°C, lo cual indica que, dado que la temperatura del local descende tan poco, al día siguiente puede llegar rápidamente, con la radiación propia de la época invernal, a una temperatura confortable de trabajo.

En las Figuras N° 9 y 11, se aprecia que el grado de correspondencia, dado por el índice de determinación de $R^2 = 0.96$ para julio y $R^2 = 0.94$ para agosto.

A partir de la simulación generada en el programa Simedif, para el caso de la quincha, podemos simular ahora el mismo recinto pero en este caso haciendo uso de la mampostería de ladrillos, considerando paredes de $e = 0.18$ m de espesor.

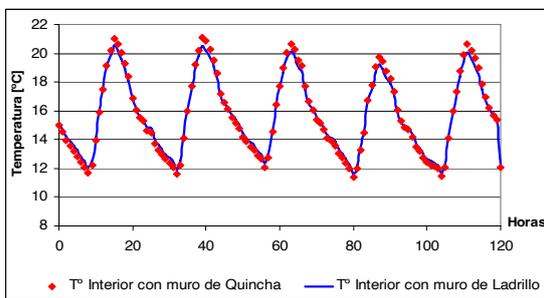


Figura N°12: Resultados del análisis obtenidos con el programa Simedif – mes de julio

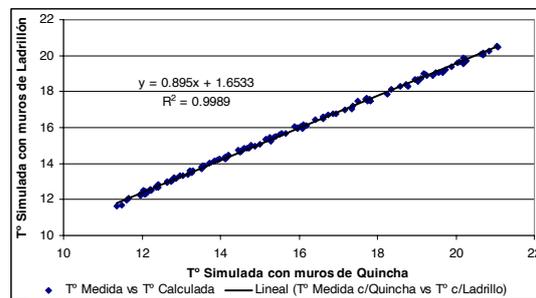


Figura N°13: Correspondencia entre los valores de temperatura simulados quincha vs simulados ladrillo – mes de julio

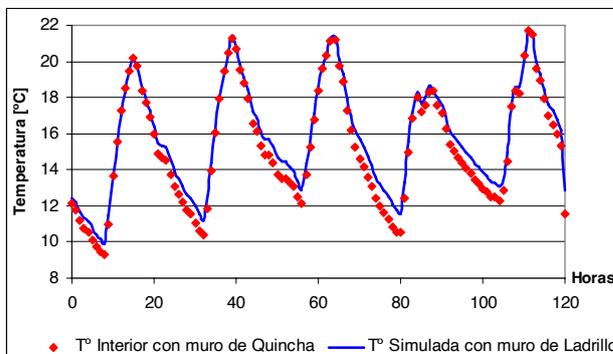


Figura N°14: Resultados del análisis obtenidos con el programa Simedif – mes de agosto

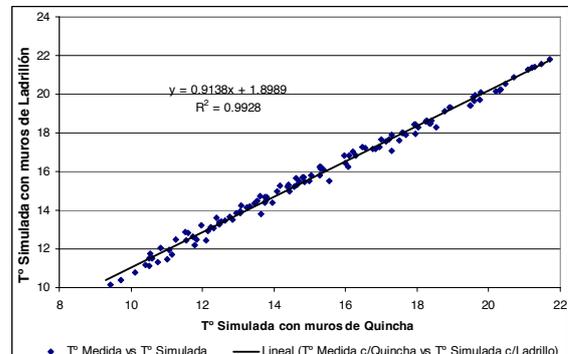


Figura N°15: Correspondencia entre los valores de temperatura simulados quincha vs simulados ladrillo – mes de agosto

En las Figuras N° 12 y 14, se aprecia que el comportamiento del taller construido con la tecnología tradicional de ladrillos da una respuesta muy similar a la de la misma estructura simulada con la tecnología de quincha, y las Figuras N° 13 y 15 muestran que el grado de correspondencia entre los valores de temperatura simulados entre la construcción con ladrillo y con quincha, para julio y agosto, es de $R^2 = 0.9989$ y $R^2 = 0.9928$, respectivamente.

Es interesante notar que para un muro de quincha de un espesor de $e = 0.075$ m la conductancia térmica es de $K = 2.7$ W/m²°C (Mercado et al, 2006); este valor se comparó con un muro de ladrillo, con revoque en ambas caras, se obtiene un muro de $e = 0.20$ m cuya conductancia es $K = 2.54$ W/m² °C.

Es decir que una casa construida con quincha tendrá un comportamiento térmico similar a como si fuera de ladrillo.

3. COSTO ENERGÉTICO Y MONETARIO

Actualmente las construcciones de hormigón armado y ladrillo, tienen una fuerte demanda local debido principalmente a la cultura respecto de su comportamiento sismorresistente, sin embargo, hay que considerar el alto costo energético que demanda la fabricación de estos materiales de construcción, en comparación con el bajo costo energético de los materiales de la quincha. Además, esta última posee la ventaja de una reutilización de las materias primas, barro y caña, para realizar las reparaciones de la vivienda, en su defecto también puede ser reutilizada para la construcción de una nueva vivienda o una ampliación y este proceso se realiza en forma más rápida que para caso de las construcciones de hormigón y ladrillo.

Tabla N°1: Valores de contenidos energéticos y costos monetarios (Fernández et al, 2005)

Sistema constructivo	Contenido energético de los materiales			Costo monetario [\$]
	Estructura [MJ/Kg]	Vano [MJ/Kg]	Total [MJ/m ²]	
Mampostería de 0.18 y H° A°	2.0	2.14	510	63
Quincha Tradicional y rollizos	0.42	0.02	11.0	26.4

El costo monetario y energético de la construcción de 1 m² de muro de quincha y otro igual de hormigón y ladrillón, sin tener en cuenta la mano de obra, se presenta en la Tabla N°1. Se puede observar que el costo monetario de fabricación de un muro de quincha es 2,5 veces menos que la de financiación de un muro tradicional. El costo energético demandante también es mucho menor (11,5 MJ/m² contra 510 MJ/m² para el muro de ladrillón), lo cual lleva a considerar que en cuanto a lo referido a lo térmico, energético y económico, la opción mas conveniente es la vivienda construida con la tecnología de quincha.

Tomando en cuenta el déficit de 120.000 viviendas en Mendoza y de alrededor de 2.000.000 de viviendas en el país, necesarias para solventar las viviendas en mal estado, construir nuevas, etc. (Civit Evans, E, 2007), y su costo energético y monetario de cada tipo de vivienda, podemos construir la Tabla N°2, donde se expresan los montos necesarios para reducir el déficit habitacional. De ellos se puede considerar el 40% a construir en zona rural y rur-urbana, donde se utilizaría la técnica de quincha.

Tabla N°2: Costos energéticos y monetarios de las construcciones tradicionales y con quincha.

Tipología	Costo energético por vivienda	Costo monetario por vivienda	Costo del déficit	
			Energético	Monetario
Vivienda Tradicional (lad+H°A°)	510MJ/m ² *60 m ² /viv = 30,6 GJ/viv	63\$/m ² *60 m ² /viv = 3780\$/viv	40%*120000viv *30,6GJ/viv = 1.468.800 GJ	40% * 120000viv * 3780\$/viv = 181.440.000\$
Vivienda de quincha	11MJ/m ² *60m ² /viv = 0,66 GJ/viv	26,4\$/m ² *60m ² /viv = 1584\$/viv	40%*120000viv* 0,66GJ/viv = 31.680 GJ	40% * 120000viv * 1584\$/viv = 76.032.000\$
Ahorro			1.468.800GJ - 31.680GJ = 1.437.120 GJ	181.440.000\$ - 76.032.000\$ = 105.408.000\$

Se puede observar el impacto que genera la construcción con quincha en la construcción de viviendas que van destinadas a la zona rural y rur-urbana de la provincia.

El costo energético es de aproximadamente 46 veces menor en las construcciones con quincha, con lo cual también se reduce la contaminación ambiental, y en cuanto al costo monetario se está realizando un ahorro de más de un millón de pesos, los cuales pueden ser destinados para satisfacer otras necesidades y poder ofrecer una mejor calidad de vida.

4. CONCLUSIONES

El déficit habitacional en Mendoza es de aproximadamente 120.000 casas, valor que puede ser reducido si optamos por implementar tecnologías alternativas posibles como es el caso de la **quincha**.

La tecnología de la quincha, puede pensarse como una solución para aliviar el déficit habitacional existente en la Provincia de Mendoza. Las construcciones con quincha térmicamente tienen un comportamiento similar a las construcciones con ladrillón, con la diferencia de que las paredes de quincha tienen un espesor de 0,075 m y las de ladrillo son de 0,18 m de espesor. Esto se debe a que la combinación del barro con la caña confiere a la pared una muy buena inercia térmica y la cámara de aire generada por la caña aísla el interior de las inclemencias climáticas exteriores.

También se debe considerar los elevados costos de la construcción, comparativamente las construcciones de quincha son 2,5 veces más baratas que las de ladrillón, esto es sin tener en cuenta la mano de obra, aunque cabe mencionar que en este tipo de construcciones, dada la sencillez de la tecnología, se alienta la autoconstrucción.

Finalmente se rescata el tema ambiental, donde se observa que el costo energético de producir una pared de quincha es 46 veces menor que la de una pared de hormigón y ladrillo, además del hecho de que los materiales de la quincha pueden ser reutilizados para hacer las refacciones de las mismas viviendas y de esa forma no se generan desperdicios, lo cual no es posible en las construcciones tradicionales.

La consideración de esta tecnología de construcción tiene en nuestro país, una especial importancia si se analizan tanto las posibilidades de su desarrollo y normalización como así también que los sectores en situación de pobreza aún llegan casi al 50% de la población. La tecnología de la quincha tiene un valor, además, histórico-cultural, ya que como técnica de entramado (dentro de los sistemas de la construcción con tierra cruda) ha sido y es utilizada en las arquitecturas vernáculas y presenta una opción actual posible para el campo de la Producción Social del Hábitat. Y no es menor la consideración de que en zonas afectadas por sismos, los sistemas de entramado permiten soluciones con mejor comportamiento sismorresistente comparados por ejemplo con las mamposterías confinadas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Civil Evans, Edgardo. 2007. Tremendo crecimiento del déficit habitacional. Diario Los Andes. <http://www.losandes.com.ar/notas/2007/12/7/opinion-250570.asp> (Mayo de 2009)
- Fernández, José Esteban; Esteves, Alfredo; Oviedo, Gustavo; Buenanueva, Fernando. 2005. *La quincha, una tecnología alternativa eficiente para la auto construcción. Aspectos educativos*. En Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. (Vol. 9 Argentina. ISSN 0329-5184).
- Flores Larsen, Silvana; Lesino, Graciela. 2001. *Modelo Térmico Del Programa Simedif de simulación de Edificios*. Energías Renovables y Medio Ambiente (Vol. 9, pp. 15 - 24, Argentina. ISSN 0328-932X)
- Hays, Alain; Matuk, Silvia. 2003. *Técnicas Mixtas de Construcción con Tierra*. (Coordinación de Proyecto Proterra del CYTED. Julio).
- INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Dirección Nacional de Políticas Habitacionales. 1991 – 2001. <http://www.indec.gov.ar> (Febrero de 2009).
- Lesino, Graciela; Flores Larsen, Silvana. 2000. *Simedif para windows*. En Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. (AVERMA Vol. 3).
- Mercado, María Victoria; Esteves, Alfredo. 2006. *Muro solar pasivo en viviendas construidas con quincha*. En Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. (Vol. 10, Argentina. ISSN 0329-5184)

Cuitiño, Guadalupe: Ingeniera Civil UNC, becaria tipo I del Conicet. Estudiante del doctorado de Ciencias exactas con especialidad en energías renovables.

Esteves, Alfredo: Ingeniero Industrial UNC. Dipl. Proyectista e Instalador de Sistemas de Energía Solar. Sevilla-España. Investigador independiente CONICET. Docente de la Facultad de Arquitectura Universidad de Mendoza y Facultad de Ciencias Agrarias UNC. Miembro de Jurados en Concursos y Congresos Nacionales e Internacionales. Ha publicado numerosos trabajos respecto del uso de energía solar en el hábitat humano.

Rotondaro, Rodolfo: Arquitecto con título de magíster del Centro Internacional de la Construcción en Tierra, cratere. Investigador Independiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET, y Profesor Adjunto de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, fadu UBA. Ha publicado numerosos trabajos y dirigido varios proyectos respecto del uso de tierra en la construcción.

Maldonado Graciela: Doctora en Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional. Directora del Centro Regional de Desarrollos Tecnológicos para la Construcción, Sismología e Ingeniería Sísmica. (CEREDETEC). Ha realizado numerosos trabajos de investigación y servicios respecto de la construcción sismoresistente.