

PROCESO DE EVALUACIÓN DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO. CASO DE LA QUINCHA.

Guadalupe Cuitiño¹; Alfredo Esteves²; Alejandro Hernández³

¹⁻²Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV), (INCIHUSA) CCT – Conicet - Mendoza Tel:261-5244309/4310. E-mail: gcuitino@mendoza-conicet.gov.ar, aesteves@mendoza-conicet.edu.ar

³Universidad Nacional de Salta, Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO-CONICET) Salta Capital Tel. 0387-4255424 E-mail: alejo@unsa.edu.ar

RESUMEN: En el presente trabajo se presenta una recopilación de los trabajos realizados durante la investigación del comportamiento de las construcciones con tecnología de quincha en zonas sísmicas. Se presentan conclusiones obtenidas de los trabajos donde se ensayaron y clasificaron los suelos aptos para este tipo de construcción. Se dan valores correspondientes con el comportamiento térmico de muros de quincha y de un taller construido con esta tecnología. Se muestra que los paneles de quincha presentan resultados estructurales aceptables por normativa vigente ante el choque blando. Finalmente se hace una reseña del estudio económico realizado en las construcciones de quincha respecto de las construcciones de hormigón y ladrillo.

PALABRAS CLAVES: Quincha, Clasificación de suelos, Transmitancia térmica, Choque blando.

INTRODUCCIÓN

La tecnología de la “tierra cruda”, es considerada como óptima desde el punto de vista del equilibrio y protección del medio ambiente, por ser poco agresiva, constitutiva de soluciones útiles para resolver las necesidades habitacionales en medios rurales, e identificatoria de segmentos específicos de períodos históricos de la arquitectura, se presenta como una parte insustituible del patrimonio de la Humanidad. Esto lo saben, lo sustentan y defienden los pueblos con tradiciones locales, especialmente las ligadas a cultos ancestrales a la tierra. Con sabiduría popular producen “arquitectura sin arquitectos” adecuándose al clima y costumbres de cada sitio y sociedad, concertando calidad de vida con utilización racional de los recursos físicos aprovechables a la vez de optimizar las alternativas disponibles para reducir el déficit habitacional. (Chiappero R, et al; 2003). Sin embargo, en las zonas sísmicas, es necesario contribuir con ensayos estructurales y conocimientos profundos para determinar la forma y modos precisos y sistemáticos con que deben realizarse las construcciones para evitar su derrumbamiento que tantas víctimas han producido la arquitectura de tierra en el mundo.

A continuación se presenta un trabajo que compendia, los avances realizados en la construcción y el comportamiento de las construcciones de quincha. El trabajo se encuentra en el marco de la tesis doctoral *Arquitectura en zonas sísmicas. Estudio energético, ambiental y técnico económico de construcciones sustentables con quincha*. Se estudiaron diversas características de las construcciones con quincha, desde los materiales intervinientes hasta su respuesta estructural, como una forma de darle mayor credibilidad constructiva en todos los ámbitos, tanto social como profesional, permitiendo realizar aportes a los pedidos de normativas para legalizar las construcciones con barro.

ETAPAS DE ANÁLISIS:

El análisis de las construcciones de quincha se realizó en cuatro fases, no necesariamente correlativas. Las mismas se explican a continuación:

En una primera fase se estudió cuáles son las zonas geográficas de Mendoza de donde se podrían realizar las extracciones de suelos, cuya característica principal fuese cohesivo, es decir que tenga presencia de arcilla de calidad suficiente. En las Figuras 1 - 2 se muestran las zonas de extracción de los suelos: Malargüe ubicada Sur de la provincia, Lavalle al Norte de la Provincia, Salto de las Rosas y la Villa 25 de Mayo, ambos localizados en el departamento de San Rafael en el Sur de la provincia. Para la toma de las muestras, primero se retiró la capa vegetal que contenía mucha materia orgánica, y luego se extrajeron las cantidades de suelos necesarios para clasificarlos. A continuación, se las llevó al Laboratorio de Suelos de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza, para su apropiada clasificación.



Figura 1: (Izq) Yacimiento La Bebida de material cohesivo ubicado en Malargüe al Sur de la provincia de Mendoza. (Der) Suelo cohesivo ubicado en Lavalle, al Norte de la provincia de Mendoza.



Figura 2: (Izq) Ladrillera Llanos. Extracción material cohesivo en Salto de las Rosas. (Der) Material cohesivo extraído de la Villa 25 de Mayo. Ambos de San Rafael, en el Sur de la provincia de Mendoza.

Se identificó cada suelo de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Terzaghi, et al; 1973). Luego mediante el ensayo de sedimentación se determinó la textura de los mismos. Posteriormente se evaluaron a la flexión y a la compresión mezclas de diferentes proporciones de suelo, arena fina y fibra de alfalfa. Las diferentes proporciones permiten conocer la proporción que presenta las mejores resistencias y menor retracción lineal. Dichos ensayos se muestran en la Figura 3, donde se puede observar los instrumentos empleados en los ensayos. Se determinó que el mejor suelo para ser empleado en los siguientes ensayos de quinchas fue el correspondiente a Salto de las Rosas. Estos resultados se encuentran reflejados en el trabajo publicado en Cuitiño et al, 2012 presentado en la XII SIACOT Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra.

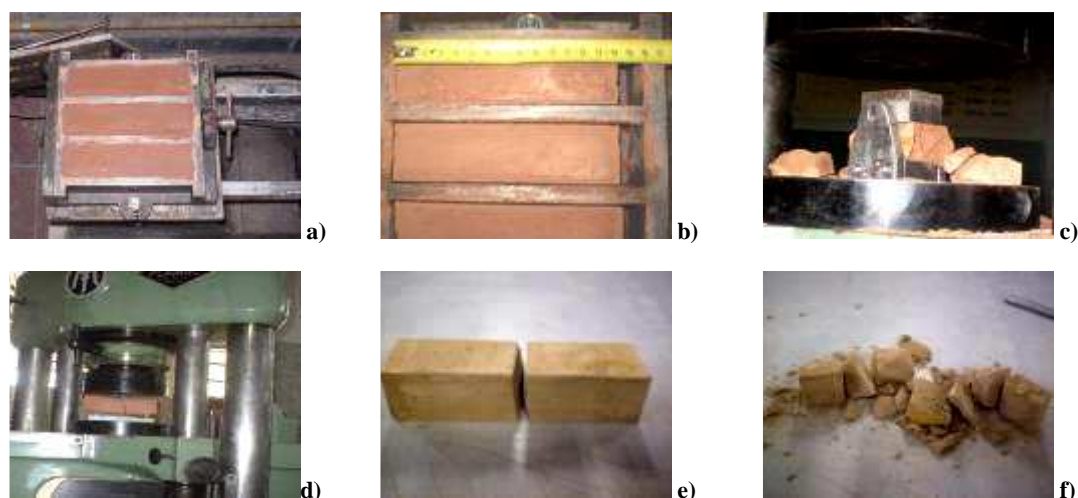


Figura 3: a) Armado de probetas, b) Medición de la retracción de las probetas, c) Ensayo de compresión, d) Máquina universal de ensayo a compresión de las probetas, e) Probeta del suelo S2 ensayada a la flexión, f) Estado de la probeta luego del ensayo a compresión.

En una segunda fase, se realizó un estudio completo sobre el comportamiento térmico, tanto de los muros de quincha (probetas) como de un taller construido con esta tecnología en 2004.

Se ha evaluado térmicamente el taller experimental realizando mediciones térmicas y generando una simulación con SIMEDIF (Flores Larsen et al, 2001) en base a estas mediciones que permiten evaluar su inclusión en otras localidades de Argentina (Cuitiño et al., 2010-a). En este caso, se puede observar que las construcciones de quincha son térmicamente similares a las de ladrillo, es decir, los muros construidos con aquella tecnología, que tienen 0.075m de espesor, resultan equivalentes a los de ladrillo de 0.18 m de espesor. Siendo además que en el primer caso se emplean materiales naturales sin industrializar, dando como resultado un menor costo energético. Estos datos coinciden con lo expresado anteriormente (Fernández, et al., 2005).

Tomando en cuenta estos resultados y con el objeto de precisar mejor los valores de transmitancia térmica, dado que la conformación del muro es heterogénea, se realizó en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el estudio de la conductancia térmica de los muros de quincha realizando mediciones en probetas de 0.094m de espesor. También se construyeron probetas aportando una placa de aislante térmico de 5mm de espesor, tratando de conformar un muro conservador para zonas frías. Los resultados se indican en la Tabla 1 con los valores finales otorgados mediante método de conductancia térmica en caja caliente. En la Figura 4 se aprecia el proceso de construcción de los paneles de quincha desde la disposición de las cañas de Castillas (*Arundo donax*) hasta la puesta de las probetas en la máquina de placa caliente para la determinación de la conductancia (Cuitiño et al; 2011).

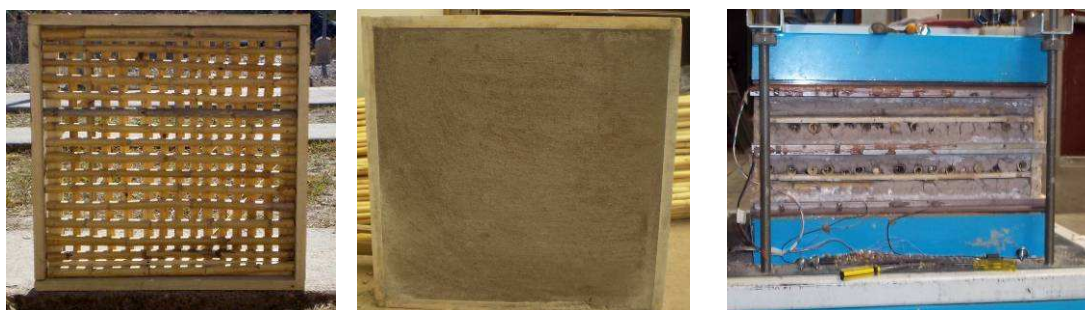


Figura 4: Armado de las muestras de quincha: entramado interior, muestra final revocada y paneles en la máquina de placa caliente en el INTI para el ensayo de conductancia térmica.

En la tercera fase se procedió a realizar el estudio estructural. Se armaron los paneles de quincha y se ensayaron mecánicamente para determinar su comportamiento. Los ensayos fueron: choque blando (según Norma IRAM 11.596/07), carga vertical (según Norma IRAM 11.588/72) y carga horizontal (según Norma IRAM 11.598/97). Para el ensayo de choque blando, el cual se muestra la disposición del panel en la Figura 5, se construyeron cuatro paneles de 1.20 m x 1.80 m x 0.10 m, debido a que la máquina de ensayo responde a estas medidas. Además, también responden a una habitación modulada de 2.80 m x 2.80 m, con la ayuda de columnas de rollizos de aproximadamente 0.20 m de diámetro, y a la altura de 1,80m del panel se suma el zócalo de ladrillo o piedra que debe ir por debajo para alcanzar los 2,40 m. Las características constructivas bien detalladas de la tecnología de quincha propuesta se puede consultar en Cuitiño et al, 2010-a. Los resultados obtenidos del ensayo de choque blando permite aseverar que los paneles de quincha han pasado con éxito el ensayo, sufriendo una deformación permanente inferior a los 3.6 mm, que es el requerido por la Norma. Esto otorga seguridad a los habitantes de la vivienda construida con esta tecnología, al momento de evaluar el cerramiento exterior de una vivienda, y su resistencia al viento o fuerza de choque de algún tipo. Estos datos se encuentran en evaluación en un trabajo enviado a la Revista Informes de la Construcción.



Figura 5: Panel de quincha para ensayo de choque blando, saco de cuero con 30Kg de arena empleado en el ensayo. A la derecha panel deformado luego del ensayo.

En el futuro se espera publicar el comportamiento estructural de los paneles de quincha frente a cargas verticales y cargas horizontales, para aportar mayor información sobre la respuesta de este tipo de construcciones principalmente en las zonas sísmicas, las cuales, cada día se emplean con mayor frecuencia al momento de buscar una solución habitacional.

Como cuarta fase, se hizo un análisis económico comparativo, entre una construcción aplicando la tecnología de quincha, (donde se considera que se emplean materiales naturales y se realiza por autoconstrucción), con la construcción tradicional de hormigón y ladrillo. El análisis detallado y valores se encuentran en Cuitiño et al, 2009-b. De ese trabajo se puede concluir que para una vivienda de 52.5m², en la construcción tradicional con terminaciones, el ahorro obtenido para la quincha es del 30% respecto de la construcción tradicional, siendo que en el caso de la quincha la construcción de la mayor parte de la vivienda se realiza por autoconstrucción, a diferencia de la construcción tradicional que se necesita de mano de obra especializada.

La Tabla 1 resume los valores obtenidos en las distintas fases y permite tomar en cuenta las ventajas enormes que se obtienen de la implementación de esta tecnología para aquellos enclaves con necesidades concretas y falta de recursos económicos y energéticos.

Tabla 1: Resumen de valores descriptivos de la quincha.

Etapa	Descripción	Unidades	Valores
Primera Etapa	Proporción de muestra de suelo		Suelo Original + 20% en peso de Arena negra – 1.5% en peso Alfalfa
Segunda Etapa	Conductancia Térmica sin aislación	W/m ² K	2.64
Segunda Etapa	Conductancia Térmica con aislación	W/m ² K	2.02
Segunda Etapa	Conductancia térmica ladrillo	W/m ² K	2.40
Segunda Etapa	Amplitud térmica exterior	°C	14
Segunda Etapa	Amplitud térmica interior	°C	10
Tercera Etapa	Resistencia a choque blando	Joule	360
Cuarta Etapa	Ahorro de construcción	%	30
Cuarta Etapa	Costo energético quincha	MJ/m ²	11
Cuarta Etapa	Costo energético ladrillo	MJ/m ²	510

CONCLUSIONES

El suelo en su estado natural no sirve para ser empleado directamente en la construcción, por ello se le debe agregar un cierto porcentaje de arena y fibra vegetal. En base a los ensayos realizados concluimos que cada suelo es diferente y requiere de distintos agregados. Respecto de la resistencia a la compresión conviene trabajar con menos cantidad de arena y prácticamente sin agregado de fibra vegetal, sin embargo la arena sirve para dar estructura a la mezcla y evitar que se fisure el muro durante el proceso de secado. De los ensayos realizados, se pudo rescatar que el suelo de Salto de la Rosas, es el que presenta mejor comportamiento respecto de la tensión compresión, tensión de rotura y la fisuración, concluyéndose que la mejor mezcla de suelo para la construcción de quinchas el que está compuesto por suelo original + 20% de arena + 1.5% fibra vegetal.

El comportamiento térmico de la quincha en las diferentes zonas bioclimáticas de la región Centro – Oeste de Argentina es favorable, tanto para la época invernal como estival, mostrando valores de amplitud térmica interior del orden de los 9°C y 7°C respectivamente, lo cual es muy deseable si se considera la amplitud térmica exterior es del orden de los 14°C para los mismos casos. La conductancia térmica medida para una quincha de 0,094 m de espesor es de 2,64 W/m²K entre superficies. Si se adiciona una placa de poliestireno expandido de 5mm de espesor y con una densidad de 15 Kg/m³, éste cambia a 2.02 W/m²K. En base a estos resultados obtenidos en el ensayo de transmitancia térmica, podemos concluir que la tecnología de quincha es aceptable para ser empleada en los muros de cerramientos de una vivienda.

Respecto de su comportamiento mecánico se puede aseverar que los paneles de quincha han pasado con éxito el ensayo de choque blando, sufriendo una deformación permanente inferior a los 3.6 mm, que es el requerido por la Norma. Respecto de la resistencia mecánica, correspondiente a una energía de choque de 180J y 360J, presentaron un comportamiento aceptable debido a que resistieron el impacto sin sufrir deterioros que pusieran en riesgo la seguridad estructural del muro. Esto otorga seguridad a los habitantes de la vivienda construida con esta tecnología, al momento de evaluar el cerramiento exterior de una vivienda, y su resistencia al viento o fuerza de choque de algún tipo.

A partir del análisis económico se observa que en una construcción tradicional el 33% del monto total de la obra debe ser invertido en la mano de obra, que en el caso de la quincha este valor se reduce debido a que la autoconstrucción permite abaratar los costos de la obra. También se observa que en el caso de las construcciones de quincha con terminaciones se tiene un ahorro económico aproximadamente del 30%.

También se debe apreciar el hecho de que los materiales utilizados para la construcción de los paneles de la quincha (caña y barro) permiten ser reutilizados en caso de que sea necesario realizar alguna reparación de los muros, las cuales pueden ser llevadas a cabo por sus mismos dueños sin necesidad de contratar ayuda especializada.

Se puede concluir que, a partir de los resultados obtenidos en las diferentes etapas de esta investigación, que la tecnología de quincha presenta una solución viable, tanto térmicamente, estructural como económica, para ser aplicada en las áreas rurales o aisladas, donde la construcción tradicional de hormigón y ladrillo es inalcanzable, ya sea por las distancias o por la situación económica no puede ser empleada.

A futuro se pretende continuar estudiando mejoras tanto en el aspecto térmico como estructural, con el objetivo de poder incorporar esta tecnología en otras zonas geográficas de la Argentina y que la misma sea aprobada por los entes municipales.

Finalmente, se espera poder localizar principalmente comunidades en áreas rurales, para poder transmitir la tecnología desarrollada por medio de talleres prácticos, donde se pueda construir una habitación donde se desarrollen todas las etapas investigadas durante la investigación.

REFERENCIAS:

- Chiappero Rubén, Supisiche María. 2003. Arquitectura en tierra cruda. Editorial Nobuko. ISBN: 987-20641-5-6.
- Cuitiño G; Esteves A; Rotondaro R; Maldonado G. 2009-a. Impacto económico y energético del uso de la quincha como tecnología para aliviar el déficit habitacional. VIIIº Seminario Iberoamericano de construcción con tierra. IIº Seminario Argentino de arquitectura y construcción con tierra.
- Cuitiño G; Esteves A; Rotondaro R; Maldonado G. 2009-b. Análisis económico comparativo de soluciones habitacionales alternativas con quincha respecto de las construcciones tradicionales. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (Vol. 13. Argentina. ISSN 0329-5184).
- Cuitiño G; Esteves A; Maldonado G, Rotondaro R. 2010-a. Análisis y reflexiones sobre el comportamiento higrotérmico de construcciones con quincha. Estudio del caso de un taller experimental en Mendoza. Revista ÁREA. 0328-1337.
- Cuitiño G; Rotondaro R; Esteves A; Maldonado G. 2010-b. Clasificación y estudio experimental del comportamiento de suelos mendocinos para la construcción de quinchas. . Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (Vol. 14. Argentina. ISSN 0329-5184).
- Cuitiño G; Esteves A; Rotondaro R; Maldonado G; Hernández A. 2011. Análisis del comportamiento termico de muros de quincha. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (Vol. 15. Argentina. ISSN 0329-5184).
- Flores Larsen, Silvana; Lesino, Graciela. 2001. Modelo Térmico Del Programa Simedif de simulacion de Edificios. Energías Renovables y Medio Ambiente (Vol. 9, pp. 15 - 24, Argentina. ISSN 0328-932X)
- Terzaghi, Karl; Pack, Ralph. 1973. Mecánica de suelos en la ingeniería práctica. Editorial El Ateneo.

SUMMARY:

This paper presents a summary of the work developed during the investigation of constructions with wattle technology in seismic zones. The conclusions obtained in this works, includes a tested and classified of soils suitable for this type of construction. Also analyzed the thermal behavior of the walls and a workshop constructed with wattle. Wattle panels presents results acceptable by standard against the tender shock. Finally, a review of the economic study carried out in constructions with wattle respect of buildings of concrete and brick.

KEY WORDS: Wattle, Soils classification, thermal transmittance, Tender shock.