

# PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA QUINCHA EN LA ECOVILLA TUNDUQUERAL, ARGENTINA

Laura Marín Carrillo

Arquitecta independiente, [laura.marincarrillo@gmail.com](mailto:laura.marincarrillo@gmail.com)

**Palabras clave:** Uspallata-Mendoza, muro fajina, sismicidad, comportamiento térmico, ordenanza municipal

## Resumen

La provincia de Mendoza se ubica en el Centro-Oeste de la República Argentina, en la denominada zona templada central. La localidad de Uspallata se encuentra a 100 km al Oeste en el departamento de Las Heras. En este entorno se encuentra la Ecovilla llamada Tunduqueral, emprendimiento inmobiliario que incluye dentro de su plan de desarrollo un sector destinado a viviendas, un área destinada al esparcimiento y otra a los cultivos orgánicos. En las construcciones realizadas con técnica constructiva artesanal de cerramiento conocida como quincha, bahareque, fajina o encañizado se promueve el uso de materiales naturales como la tierra, madera, cañas, paja, guano, etc. Un proyecto piloto que sirvió como ejemplo para lograr regular y otorgar un marco legal a las construcciones de quincha en zonas rurales y del secano del departamento (Ordenanza Municipal N° 45/16). En este trabajo se presenta como se ha resuelto la técnica constructiva, sus características sísmicas y su comportamiento térmico.

## 1 INTRODUCCIÓN

La provincia de Mendoza se encuentra ubicada en el Centro-Oeste de la República Argentina, en la denominada zona templada central, sus coordenadas son 32° 88' de latitud Sur, 68°85' longitud Oeste y a 827 msnm. Está dividido en 18 departamentos.

En el departamento de Las Heras, está situada la localidad de Uspallata. Constituye un enclave con características particulares desde el punto de vista climático; geológico y geomorfológico que le otorgan favorables condiciones para el desarrollo de las poblaciones.

A 2000 m sobre el nivel del mar y con un clima riguroso y frío, con una temperatura media anual de 10,5°C y mínimas absolutas que pueden llegar a superar en invierno los -17 °C. Las precipitaciones promedio son de 156 mm anuales. El mes más húmedo es febrero con un promedio de 25mm y los meses más secos son abril y mayo con un promedio de 6mm.

En este entorno se encuentra la ecovilla llamada Tunduqueral<sup>1</sup>, un emprendimiento inmobiliario que incluye dentro de su plan de desarrollo un sector destinado a viviendas, un área reservada al esparcimiento y otra a los cultivos orgánicos. Está diseñado y planificado con principios de permacultura, donde los objetivos se enfocan a generar recursos energéticos y alimenticios de manera sostenible.

Iniciado en el año 2010, la ecovilla cuenta con una superficie total de 24 ha, con treinta lotes están destinados a viviendas, distribuidos en una superficie aproximada de 8,5 ha. Cada lote tiene una superficie que oscila entre los 2.000m<sup>2</sup> y 2.500m<sup>2</sup>. Planificado bajo un reglamento interno, las viviendas deben cumplir con normas de construcción en donde se respete al entorno y se aprovechen los recursos naturales.

En las construcciones predominan el uso de técnica constructiva artesanal de cerramiento conocida como quincha, bahareque, fajina o encañizado, la cual utiliza materiales naturales como la tierra, madera, cañas, paja, guano, entre otros. Actualmente hay construidas once viviendas y un salón de usos múltiples comunitario.

<sup>1</sup> propiedad de Tunduqueral S.R.L., sociedad conformada por los italianos Antimo Zazzaroni y Renato Bertini

En la Argentina, el adobe fue el material escogido durante generaciones para la edificación de viviendas y se aplicó probablemente por su fácil elaboración y disponibilidad local. Sin embargo, por las condiciones sísmicas de algunas regiones, su vulnerabilidad no tardó en quedar en evidencia, lo que fue determinante en los mayores desastres naturales que azotaron a Mendoza y San Juan durante el siglo pasado. Por este motivo, las construcciones en tierra en general fueron prohibidas en la provincia de Mendoza en favor de los materiales industrializados, entre ellos el ladrillo cerámico y el cemento.

En este trabajo se presenta la evaluación del proyecto que sirvió para demostrar los beneficios constructivos, ambientales, sociales, económicos y habitacionales de la tierra como material de construcción. Se adoptó la técnica constructiva conocida como quincha, la cual sumada a los aportes de investigadores, constructores y técnicos que intervinieron en la ejecución, permitió la modificación del Código de Edificación municipal vigente y la aprobación de una ordenanza para su uso en el departamento de Las Heras.

## 2 PROCESO CONSTRUCTIVO

### 2.1 Preparación del terreno y cimentaciones

El terreno donde se ubican las construcciones no siempre es plano, por lo tanto en algunos casos ha sido el necesario nivelarlos, intentando generar el menor impacto al paisaje. De acuerdo al proyecto y los cálculos estructurales, se realizaron las cimentaciones específicas y seguras, siguiendo las normativas de construcción vigentes en los códigos de construcción provincial y departamental.

Para proteger a la fundación contra la erosión que produce el salitre se le añadieron aditivos hidrófugos a la mezcla del hormigón. Antes del llenado del hormigón armado se dejaron previstos los pases para las tuberías de agua y desagüe cloacal.

Las construcciones se distanciaron del suelo a través de las fundaciones de hormigón amado que sobresalen del terreno como mínimo 20 cm del nivel del piso original, de modo tal que las estructuras maestras y portantes de madera de la quincha no se exponen de forma directa a la humedad. Además de evitar que animales venenosos, pequeños roedores y plagas lo utilicen como refugio.



Figura 1. Detalles constructivos de la preparación del terreno y cimentaciones

### 2.2 Estructura principal o portante

Las estructuras se verificaron según el Código de Construcciones Sismorresistentes (CCSR/87) y reglamentos CIRSOC<sup>2</sup> desarrollados por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) cuyo objetivo es reglamentar normas relativas a la seguridad, durabilidad y calidad de las estructuras y construcciones que se realizan en el territorio de la República Argentina, respetando las características geopolíticas, técnicas y económicas del país y sus diferentes regiones.

<sup>2</sup> Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles

La estructura básica está conformada por columnas y vigas portantes de madera pino Paraná o eucalipto, con un diámetro entre 0,18 m y 0,20 m, que atienden los cálculos estructurales verificados y cumplen el papel fundamental de equilibrio y resistencia. Las uniones entre las columnas y vigas de madera se hicieron por medio de anclajes metálicos. Para una mayor fijación, se colocaron con varillas roscadas y pernos con tuercas hexagonales.

Las columnas de madera de las estructuras principales y secundarias, y las vigas de fundación de hormigón se unieron por medio de platinas metálicas diseñadas según cálculo, a través de tacos metálicos de expansión y varillas roscadas.

Antes de posicionar las columnas, se las revistió con una capa de brea o pintura asfáltica en la parte inferior, ya que están en contacto con el hormigón, por lo que se las protegió de la humedad.

### **2.3 Estructuras o elementos secundarios**

Se colocaron diagonales entre vigas y columnas, llamadas “Cruz de San Andrés”, para rigidizar la estructura portante de la construcción.

Los vanos para las puertas se ubicaron junto a las columnas. Así, se consiguió mejor apoyo y, de esta manera, no se debilitó la pared. Los vanos para ventanas se definieron entre parantes consecutivos.

Por el clima de la zona, los aleros son fundamentales, teniendo como medida de referencia mínima los 0,50m a 0,60m, para preservar a los muros de posibles lluvias directas.

En algunas construcciones los pisos se ejecutaron suspendidos, separándolos del piso natural 0,20 m mínimo, para generar una cámara de aire entre el terreno natural y el nivel del piso terminado.

### **2.4 Estructura auxiliar**

Para sostener y consolidar el relleno en el muro se emplearon alfajías de madera de 1” x1” o ¾” x 1”, cada 10 cm de separación, según la luz del vano a cubrir. En otras construcciones se utilizaron cañas.

La trama, liviana y flexible, se colocó en forma doble, clavada a las columnas de madera, lo que ayudó a rigidizar al muro, a la vez que permitió la mejor adherencia del relleno y colaboró en el aislamiento térmico del muro.

### **2.5 Cubierta de techos**

La cubierta es con una capa de machimbre, con aislación hidrófuga con características respirables, aislación térmica de lana de vidrio, más otra capa de machimbre y aislación hidrófuga de membrana geotextil, la cual, al ser elastoplástica, soporta eficientemente la dilatación frío-calor que indefectiblemente ocurre en el clima del lugar. Además la cubierta es resistente y protege del granizo y el peso de la nieve.

Se colocan listones de apoyo de dimensiones variables para contención de la aislación térmica. En las construcciones se utiliza la lana de vidrio, la cual brinda buenas ventajas para el aislamiento térmico: en invierno mantiene el calor interior evitando que se pierda por el techo (más de un 60% del calor se puede perder en un techo mal aislado). Mientras que en verano impide la entrada a través del techo del calor proveniente del exterior y de la radiación solar. La lana de vidrio, por ser incombustible por naturaleza, mejora la protección contra incendios y sirve tanto para aislamiento térmico, como aislamiento acústico.



Figura 2. Detalles constructivos de la técnica quincha. Estructuras de madera, platinas y cubiertas de techos

## 2.6 Instalaciones sanitarias y eléctricas

Cuando se diseñó el proyecto se consideró la distribución de las tuberías de agua y electricidad, ya que éstas se colocaron al momento de hacer el piso, las paredes y el techo.

Las tuberías de desagüe bajan de los lavatorios de la cocina, del baño y de la lavandería externamente para facilitar su reparación y evitar el debilitamiento de las paredes. En las zonas de baño y cocina, para proteger los muros de quincha del posible paso de la humedad, se colocaron como recubrimiento placas de yeso y terminación cerámica.

Para los desagües cloacales se utilizaron biodigestores con peine y nicho petrificante.

Para las instalaciones eléctricas, según los códigos vigentes; deben estar dentro de tuberías de plástico para aislarlas de la construcción, reduciendo de este modo la posibilidad de incendios.

Los caños se fijaron a los muros con grapas si estaban expuestos, y si se empotraron se ataron con alambres a las alfajías.



Figura 3. Detalles constructivos. Construcción en seco elegida para las instalaciones

## 2.7 Proceso de relleno

El relleno se comporta como una piel, un cerramiento, por lo tanto no cumple una función estructural. Colabora en el aislamiento térmico y regula los intercambios higrotérmicos entre el medio exterior y el ambiente interior de la construcción.

La mezcla para el relleno de los muros de quincha está compuesta por tierra arcillosa, agua, paja de alfalfa o centeno y estiércol. Las materias primas, como la tierra, son obtenidas del mismo terreno donde se construye, ya que las características del suelo son óptimas para reutilizarlas al extraerlas de la excavación para los cimientos e instalaciones sanitarias. La alfalfa y el centeno se cultivan en la finca aledaña.

La tierra es seleccionada, utilizándose aquella que en su composición granulométrica contenía granos finos y un porcentaje de arcilla que le da plasticidad a la amalgama.

Las fibras vegetales se cortan entre 0,05 m y 0,10 m. Las fibras ayudan a disminuir el coeficiente de conductividad térmica del relleno y evitan las fisuras por contracción de secado del mismo.

La mezcla se prepara en una pileta en donde se unen los diferentes componentes y luego se deja decantar entre 10 a 15 días, lo que le otorga flexibilidad, maleabilidad y fácil adherencia a la estructura.

## 2.8 Proceso de revestimientos

El revoque proporciona durabilidad, elasticidad y disminuye la permeabilidad de la pared. Se coloca una capa constituida de arena fina, tierra arcillosa, estiércol, y engrudo de harina, leche y agua. Para aumentar la impermeabilidad se le agrega una mezcla de aceite de lino y cera de abeja, a la que en algunos casos se le incorpora ferrite, para darle color a los muros.

El revestimiento de la tierra (que es ignífuga) cubre las estructuras en su totalidad. De esta manera se las protege de las fuentes de calor y, por consiguiente, de posibles incendios que pudieran ocasionarse.

Como primicia se busca lograr una terminación lisa, para evitar que queden orificios y se recomienda realizar un mantenimiento permanente. Así, se asegura que no haya presencia de insectos.

En promedio se logra un muro terminado de espesor de 30 cm.



Figura 4. Detalles constructivos de la técnica quincha. Relleno y revestimiento.

### 3. COMPORTAMIENTO TÉRMICO

Estudios de medición térmica realizados en el salón de usos múltiples del complejo, en los que se emplearon sensores marca Hobe ubicados en espacios interiores estratégicos y una estación meteorológica marca Pegasus en el exterior para medir la temperatura y radiación solar, verificaron el comportamiento de las construcciones de quincha en zona de montaña.

La prueba realizada durante una semana, en el mes de septiembre con un intervalo de toma de datos cada 15 minutos, demostró, por ejemplo, que habiendo en el exterior temperaturas

de -6°C, en el interior, en el mismo tiempo, se tenían temperaturas de aproximadamente 10°C, por lo tanto una diferencia de 16°C. Igualmente se pudo apreciar que por la inercia térmica propia de los muros de tierra y el doble vidrio hermético de las ventanas, la temperatura interior disminuía lentamente permitiendo la recuperación rápida en las horas de sol. Mientras en el exterior las amplitudes térmicas alcanzaban valores de 26°C, en el interior se percibían 14°C como máximo. En el interior los muros mantienen la temperatura estable, con poca variación.

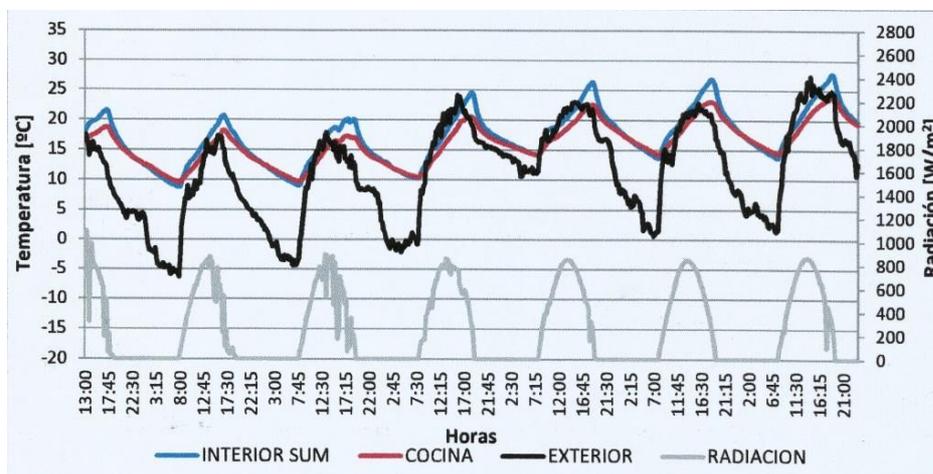


Figura 5. Curvas comparativas de temperatura del interior SUM, cocina, exterior y radiación (Cuitiño et al., 2016)

Tabla 1. Datos de temperaturas medidos en la semana

Fecha	Interior SUM (°C)			Cocina (°C)			Exterior (°C)		
	Temperatura máxima y mínima	Amplitud		Temperatura máxima y mínima	Amplitud		Temperatura máxima y mínima	Amplitud	
24-9-15	21,53	13,08	8,44	18,69	13,16	5,53	17,5	3,3	14,2
25-9-15	20,69	8,84	11,85	18,20	9,48	8,71	17,3	-6,3	23,6
26-9-15	20,12	9,11	11,01	17,32	9,68	7,63	17,9	-4,4	22,3
27-9-15	24,55	10,24	14,31	20,53	10,41	10,11	24,1	-2,1	26,2
28-9-15	26,42	14,21	12,20	22,63	14,21	8,41	23,1	9,2	13,9
29-9-15	26,94	13,69	13,25	23,11	14,29	8,82	22,9	0,6	22,3
30-9-15	27,82	13,76	14,06	24,02	14,40	9,61	27,4	1,4	26,0

#### 4. LEGISLACIÓN

Mendoza se encuentra en una zona sísmicamente activa. La región se ubica sobre la placa continental sudamericana, la cual, en su movimiento hacia el oeste, se enfrenta con la placa oceánica de Nazca, justo a lo largo de la fosa oceánica Peruano-Chilena, lo que ha contribuido durante millones de años a la ubicación de las zonas volcánicas y sísmicas. Las tres fallas activas del territorio son: Barrancas (Maipú); la del Cerro de la Cal (norte de Las Heras y Gran Mendoza); y la de Uspallata – Potrerillos.

El Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES) tiene como objetivo realizar estudios e investigaciones básicas y aplicadas de sismología e ingeniería sismorresistente destinados a la prevención del riesgo sísmico, mediante el dictado de reglamentos que permitan en forma óptima la estabilidad y permanencia de las estructuras civiles existentes en las zonas sísmicas de Argentina. Según el mapa de zonificación sísmica realizada por el mismo, Uspallata se localiza en la zona 4, considerada peligrosa. Tiene un máximo riesgo de sufrir movimientos telúricos de gran magnitud y con efectos de destrucción elevada.

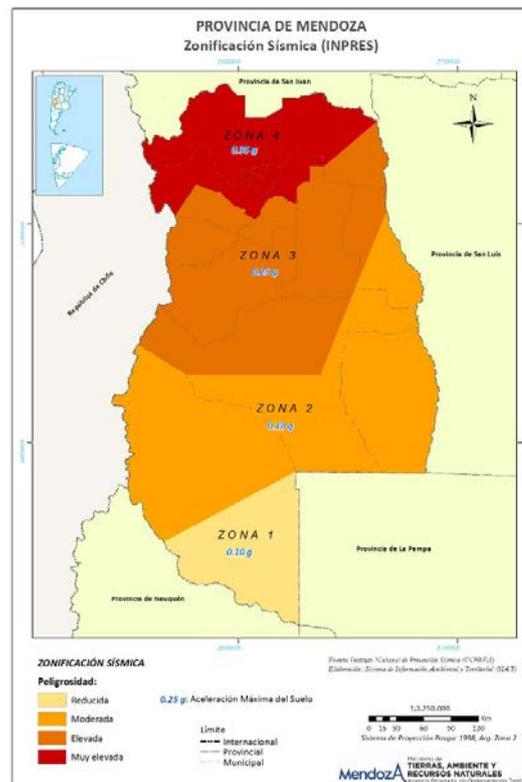


Figura 6. Mapa de la zonificación sísmica de Mendoza (INPRES)

La Municipalidad de Las Heras, en su Código de Edificación, Ordenanza 220/85 capítulo V.4.1, en su apartado c considera edificios no viables a “aquellos construidos con mampostería de adobes y/o ladrillos y/o otros materiales y/o sistemas constructivos no aprobados por las normas municipales vigentes”.

En los inicios del proyecto se presentó la documentación técnica en la Dirección de Obras Privadas de la Municipalidad de Las Heras, referida al método constructivo de cerramiento de quincha. En una primera instancia la misma fue analizada por los técnicos del municipio y fue desaprobada, ya que la consideraban como un sistema portante.

Por lo tanto se adjuntaron ensayos realizados por el Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE) CONICET y el Centro Regional de Desarrollos Tecnológicos de la Construcción, Sismología e Ingeniería Sísmica (CeReDeTeC), dependiente de la Universidad Tecnológica Nacional, los cuáles junto a los prototipos que se estaban construyendo en la ecovilla demostraron que las construcciones debían ser consideradas mixtas, cuyos materiales estructurales estaban constituidos por las fundaciones de hormigón armado, barras de acero, rollizos de madera de eucaliptus o pino (*Pinus elliotii*), anclajes metálicos y platinas metálicas. Como elementos no estructurales el cerramiento de barro propuesto.

Se comprobó que las estructuras portantes se verificaron según el Código de Construcciones Sismorresistentes (CCSR/87) y reglamentos CIRSOC. Por lo tanto el modelo presentado cumplía con los requisitos en general y con las normas de carácter funcional en particular del Código de Edificación municipal.

Las construcciones satisfacían los requerimientos de seguridad contra incendio de acuerdo a las exigencias de la Ley de Higiene y Seguridad argentina.

De esta manera, luego de un largo proceso, se logró que la Dirección de Obras Privadas redacta un informe de aval, enviándolo a las diferentes áreas legales correspondientes y así, el 8 de septiembre del año 2016, el Concejo Deliberante de Las Heras promulgó la ordenanza N°45/16 por la cual se aprobó el uso de la técnica constructiva denominada “muro fajina” o “quincha modificada”, como cerramiento constructivo en áreas rurales o de secano del departamento. Dicha norma legal quedó reglamentada por el Decreto N°3825.

Se reivindicó que las construcciones de tierra en zonas de alta amenaza sísmicas son la prueba de eficiencia siempre y cuando, como con todo material, estén bien construidas atendiendo a sus limitaciones y alcances.

## **5. CONSIDERACIONES FINALES**

Para ejecutar este tipo de construcciones se deben conocer las propiedades de los materiales a usar como son: las maderas, las fibras vegetales, y las características del suelo.

Exige calidad constructiva en la ejecución de la estructura.

Deben proyectarse previamente los detalles constructivos de cimentaciones, ensamblajes, anclajes metálicos, etc.

Se debe contar con el asesoramiento técnico de profesionales capacitados.

Son técnicas que brindan calidad estructural y flexibilidad a la sollicitación de diversos esfuerzos, siendo técnicas sismo resistentes. Tienen la característica de ser estructuras livianas.

El uso de la tierra da respuesta a condiciones ambientales en un comportamiento térmico y acústico, potenciando el ahorro energético.

La reconsideración de esta tecnología de construcción tiene una especial importancia si se analizan tanto las posibilidades de su desarrollo y normalización, ya que en la zona montañosa analizada hay un gran déficit habitacional, sumado a la lejanía de la zona urbana y los centros de producción de los materiales provenientes de procesos industriales como el cemento y el acero. Por lo tanto se presenta como una alternativa viable el poder utilizar la mayoría de los materiales del entorno, siendo de nulo o bajo costo. Durante el proceso de construcción se utilizan pequeñas cantidades de agua, poca energía, ya que el trabajo es manual y se generan muy pocos residuos. Cumple así varios principios que le confieren sostenibilidad.

Capacitando técnicamente a las personas que habitan el lugar sobre el uso de la quincha, se les daría la posibilidad de acceder a una vivienda digna.

Rescatar un sistema constructivo tradicional dándole sentimiento de identidad y propiedad por parte de los usuarios.

Cabe destacar la importancia de despertar el interés de los entes estatales hacia la arquitectura de tierra y procurar que ellos inviertan recursos en proyectos, propiciando la creación de cadenas de producción de insumos y materiales, formación de profesionales en la academia, capacitación de mano de obra técnica, financiación bancaria y subsidios de vivienda.

## **REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**

Cuitiño, G.; Esteves, A.; Marín, L.; Bertini, R. (2016). Salón de usos múltiples con tecnología de quincha en zona de montaña. Análisis térmico de su comportamiento. 39ª Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES).

## **AGRADECIMIENTOS**

La autora agradece a Renato Bertini, socio propietario de la Ecovilla Tunduqueral y a Guadalupe Cuitiño y Alfredo Esteves, investigadores del Instituto de Ambiente, Habitat y Energía (INAHE)-CCT-Mendoza - CONICET, por su apoyo e invaluable aportes para lograr la aprobación de la ordenanza municipal y realizar el presente trabajo.

## **AUTORA**

Laura Inés Marín, argentina, maestra en arqueología y patrimonio de la Universidad Autónoma de Madrid; y arquitecta de la Universidad de Mendoza.