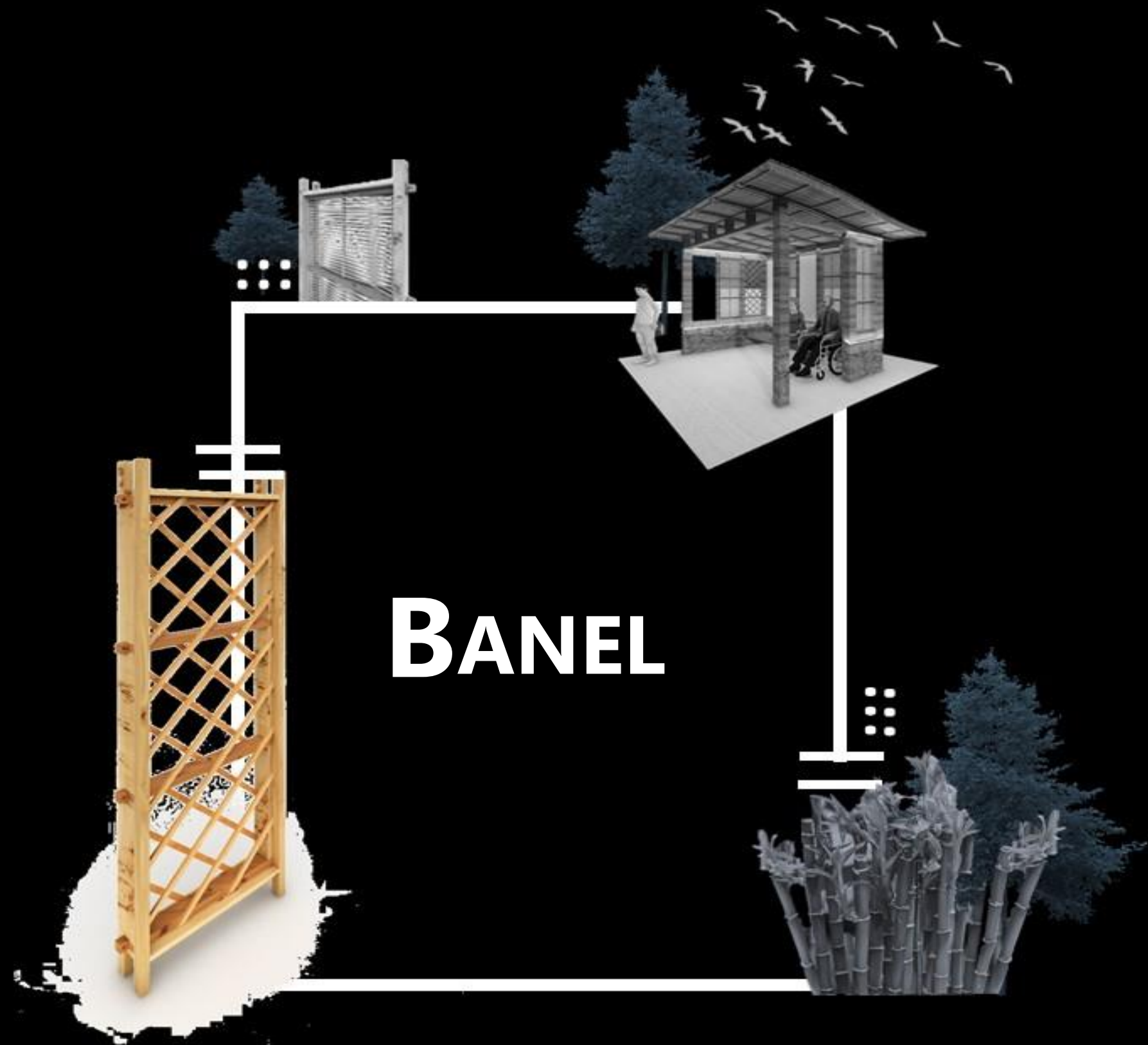






Prototipo Modular En Bahareque

Juanfelipe Ruiz Camacho

Trabajo de grado presentado para optar por el título de Arquitecto

Director:
Arq. Carlos Alfredo Castro

Universidad Santo Tomás Tunja
Facultad de Arquitectura
Tunja, Colombia
2024 – 1

RESUMEN

Las edificaciones tradicionales con tierra han venido evolucionando y mejorando su técnica constructiva a lo largo del tiempo, en la presente monografía se evidencia el proceso histórico y los diferentes sistemas constructivos entorno el bahareque, arquitectura que se caracteriza por el trabajo en comunidad, ya que en su mayoría son grupos familiares que diseñan y edifican sus propias viviendas por medio de una metodología empírica, con conocimientos transmitidos de generación en generación.

Aun cuando existen múltiples técnicas y normativas que evidencian diferentes procesos y usos de materiales, no existe un diseño o metodología que conserve y adapte los principios constructivos del bahareque artesanal a técnicas estandarizadas que no requieran mano de obra especializada, que sean de fácil ensamble, y se elaboren bajo la autoconstrucción. Lo anterior motivó la presente investigación, cuyo objetivo es diseñar y construir un prototipo habitable modular en bahareque mediante la tecnificación de su proceso constructivo, a realizar diferentes modelos de muros en bahareque:

El primero a escala 1:5, en donde la versatilidad en el armado fue pieza fundamental para lograr un diseño modular. El segundo, (prototipo final) a escala 1:2, paneles ensamblados con piezas en madera con relleno de diferentes tipos de tierra (arcillosos, limosos, arenosos), ensamblados posteriormente a una estructura portante compuesta por pilares y vigas en madera. Como resultado se generó una guía de armado detallada, un paso a paso para construir (sin necesidad de tuercas o tornillos) una estructura en bahareque, evocando los principios y ventajas constructivas del mismo, con materiales renovables y amigables con el medio-ambiente, pero con la facilidad de la estandarización, posibilidad de prefabricación y armado in situ, la adaptación de técnicas de ebanistería a un diseño modular, recuperando su legado constructivo.

Palabras claves: Bahareque, estandarización, prototipo, tecnificación, diseño modular.

ABSTRACT

Traditional buildings with mud have been evolving and improving their construction technique over time. This monograph shows the historical process and the different construction systems around bahareque, an architecture that is characterized by community work, since in most of them are family groups that design and build their own homes using an empirical methodology, with knowledge transmitted from generation to generation.

Even though there are multiple techniques and regulations that prove different processes and uses of materials, there is no design or methodology that preserves and adapts the construction principles of artisanal bahareque to standardized techniques that don't require specialized labor, that are easy to assemble, and are made under self-construction. The above motivated the present research, whose objective is to design and build a modular habitable prototype in bahareque through the modernization of its construction process, to make different models of walls in bahareque:

The first at 1:5 scale, where versatility in assembly was a fundamental piece to achieve a modular design. The second, (final prototype) at a 1:2 scale, panels assembled with wooden pieces filled with different types of mud (argillaceous, silty, sandy), subsequently assembled to a supporting structure composed of wooden pillars and beams. As a result, a detailed assembly guide was generated, a step by step to build (without the need for nuts or screws) a structure in bahareque, evoking its construction principles and advantages, with renewable and environmentally friendly materials, but with the easiness of standardization, the possibility of prefabrication and assembly on site, the adaptation of scarfing techniques to a modular design, recovering its construction legacy.

Key words: Bahareque, standardization, prototype, technification, modular design.

INTRODUCCIÓN

El tema de la presente monografía surgió por el interés de las condiciones estructurales y arquitectónicas de las viviendas construidas con tierra (bloques de tierra comprimidos, tapia pisada y bahareque) característicos por su durabilidad en el tiempo y el uso de materiales renovables, ejemplo de ello la arquitectura colonial Colombiana, en donde se destacan edificaciones en los centros históricos de diferentes municipios en los departamentos de Santander, valle del cuaca y el eje cafetero; vestigios del pasado que, por la globalización y el crecimiento paulatino de los centros urbanos, en su gran mayoría han sido remplazados por construcciones de acero y concreto.

Arquitectos Colombianos como Simón Vélez y Jaime Higuera emplean una técnica constructiva enfocada a edificaciones sostenibles, resaltando y rescatando el uso de materiales como la guadua y el barro que van más allá del mero carácter estructural y funcional, obras de arte habitables, una definición apropiada para los proyectos arquitectónicos de estos bio-constructores del país; Por otro lado, las dinámicas sociales en el territorio nacional reflejan una desigualdad económica y cultural con años de prevalencia, a nivel arquitectónico y enfocado a la arquitectura con tierra, las consecuencias del olvido traen consigo casas edificadas bajo autoconstrucción, sin ningún seguimiento, estudio previo de suelos, ni un diseño arquitectónico o estructural adecuado, en la mayoría de los casos bajo conocimientos empíricos que ponen en riesgo la vida de los grupos poblacionales marginados.

Al formar parte del patrimonio de la humanidad, la arquitectura vernácula y construcciones en tierra fueron y siguen siendo utilizadas por grupos poblaciones en donde el recurso constructivo que predomina es la tierra, el bajo o nulo costo y la accesibilidad a este material permite satisfacer sus necesidades al poder construir un refugio o vivienda para sí mismos. A pesar de que son procesos de enseñanza que se transmiten de generación en generación, existen lugares en donde este tipo de arquitectura emplea modelos cuya estructura apenas se mantiene en pie, y al momento de algún sismo o catástrofe natural, se derrumban afectando no solo la vivienda en sí, sino la calidad de vida de los habitantes.

La técnica constructiva del bahareque, que aunque está presente en la NSR-10 en el título E “viviendas de uno y dos pisos” y tiene múltiples métodos de construcción en todo el mundo (transmitidos por medio de videos, artículos, ensayos, manuales, entre otros), no destaca dentro de las primeras opciones al momento de desarrollar un proyecto arquitectónico de vivienda; esa es la problemática que abordó esta investigación, el hecho de que una técnica constructiva que: no contamina, es económica, emplea materiales renovables y reciclables, maneja un confort térmico y acústico, y que desarrollada de manera adecuada no necesita de mano de obra especializada; no tenga un modelo estandarizado para que las personas del común tengan acceso a los beneficios y oportunidades que puede llegar a ofrecer este sistema constructivo.

El bahareque, a diferencia de los bloques de tierra comprimidos y la tapia, es un sistema constructivo que posibilita un alcance estructural más complejo, al ser su estructura con pórticos en madera o guadua, esta permite diseños variables que pueden llegar a ser modulares; además, la tierra o embutido que se aplica dentro de la estructura, está presente en cualquier lugar. Para este proceso existen diferentes manuales y artículos como, por ejemplo; el ensayo: “Ensayos a mezclas de barro estabilizadas para el relleno y empañetado” de Andrea Mara Henneberg-De León y Daisy Briceño, en donde se realizaron ensayos a diferentes muestras de tierra, con adiciones cal, cemento y arena en diferentes dosificaciones, esto definió la elasticidad, plasticidad y permeabilidad de la mezcla. Trabajos como este aportan al desarrollo adecuado en la experimentación de nuevas técnicas de construcción para la estabilización de muros en tierra.

El objetivo del presente trabajo de grado busca desarrollar una alternativa a la técnica constructiva del sistema tradicional del bahareque, por medio del diseño y la construcción de paneles modulares en madera con relleno y revestimiento en tierra. Innovación en la técnica, con procesos de armado claros e intuitivos para que la elaboración del prototipo pueda desarrollarse con mano de obra no especializada. Una investigación que comprende el análisis de los diferentes procesos constructivos del bahareque, definiendo puntos clave que aportan al cumplimiento de los objetivos; esta fue la metodología aplicada para el desarrollo del proyecto.



Fotografía muro de barro, elaboración propia

FORMULACIÓN DEL PROYECTO

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La problemática evidenciada, más que responder a una solución de vivienda de arquitectura en tierra, se enfoca en las debilidades de la técnica y los riesgos de diseñar erróneamente una vivienda bajo el sistema constructivo del bahareque. Cecilia López Pérez (2009) expresa que “Uno de los inconvenientes cuando se habla de edificaciones construidas en tierra es su deterioro con el paso del tiempo por factores climáticos, especialmente la humedad y la erosión causada por la lluvia.” (p.26). La técnica con la que se construye este tipo de arquitectura no maneja un diseño estandarizado que tenga en cuenta las variadas determinantes y posibles afectaciones del medio, y a pesar de construirse con recursos renovables, se necesita la experimentación en obra, la evidencia de diferentes modelos o prototipos de muros que cumplan la composición estructural y base rectora de una construcción en bahareque.

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

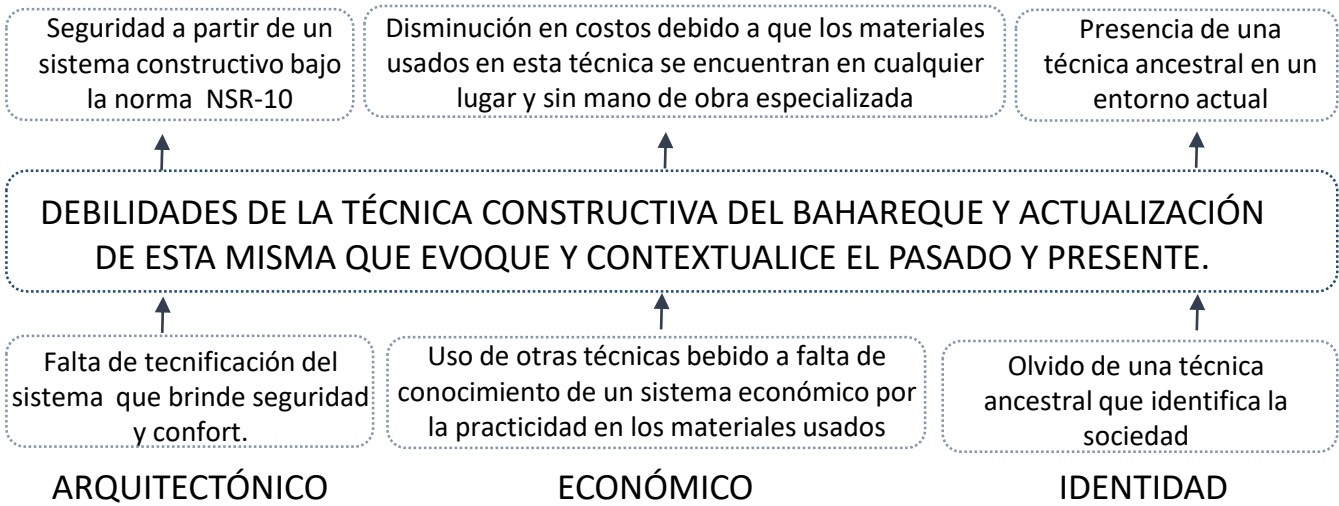


Gráfico delimitación del problema, elaboración propia

JUSTIFICACIÓN

Al diseñar un panel de bahareque se resalta la importancia de construcción bajo los objetivos del desarrollo sostenible ya que la materia prima son materiales renovables, la transformación física de la tierra y la madera no genera un gasto energético considerable que afecte negativamente al ambiente, y además son materiales que se encuentran con gran facilidad en el medio, sin necesidad de recorrer grandes distancias para su traslado a obra.

En su estudio, Juan David Bautista y Nelson Fabian Loaiza (2018) concluyeron que “Dentro del sector de la industria, la construcción es la mayor consumidora de recursos naturales, sin dejar por fuera que la industria asociada a esta actividad es una de las principales causantes de la contaminación atmosférica.” (p.16).

Comparando otros sistemas constructivos que generan escombros, alteraciones al medio, emisión de partículas a la atmosfera y gases contaminantes, el diseño adecuado de un

sistema prefabricado en bahareque no generaría residuos ni desperdicios, y si lo hiciera, se adaptarían para formar parte de la mezcla de tierra que se embute en el muro; y además los costos de construcción en obra se reducirían, generando oportunidades de adquisición a personas o familias con bajos recursos económicos.

A nivel estructural y técnico, la modulación por medio de ensambles optimiza los espacios y disposiciones entre cada elemento constructivo, creando una estructura que, condicionada bajo los componentes técnicos del bahareque (pie derecho, riostra, solera) destacaría por su versatilidad y traería impregnada conceptos asociados a la ebanistería y el “Shinmei-zukuri”, estilo arquitectónico tradicional japonés, en donde el ensamblado se realiza sin tornillos, tuercas o puntillas; esto compaginaria con el concepto de diseño de este trabajo de grado: rescatar el carácter constructivo de la tierra por medio de la modulación del bahareque.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un prototipo habitable modular en bahareque mediante la tecnificación de su proceso constructivo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un prototipo modular enfocado a la protección y habitabilidad.
- Modificar la técnica constructiva del bahareque, tomando como referencia la estructura principal del mismo y adaptarlo a paneles prefabricados.
- Optimizar el sistema estructural del bahareque con funciones prácticas, versátiles y de fácil ensamble.

ALCANCE

Alcance tecnológico, diseñar y construir un prototipo habitable con paneles prefabricados en bahareque a escala 1:2, y elaborar una guía de armado detallada.

CONCEPTO

Rescatar el carácter constructivo de la tierra por medio de la modulación del bahareque, en donde interactúen los diversos materiales propiamente naturales como la piedra, la tierra y la madera; creando en conjunto un espacio habitable que evoca la arquitectura ancestral en tierra y la adapta a nuestros días.

METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto de investigación se desarrolló bajo el estudio de las viviendas en bahareque a través del tiempo (estado del arte), enfocándose en los procesos constructivos, cómo se hacían y que materiales se usaban; la metodología de trabajo es analítica, en donde se hacen comparaciones entre los diferentes métodos de ese proceso constructivo en la actualidad, definiendo las características en común y las posibles alternativas para poder innovar y diseñar un concepto industrializado. “La originalidad consiste en el retorno al origen; así pues, original es aquello que vuelve a la simplicidad de las primeras soluciones”, Antonio Gaudí. La monografía se desarrolla en tres etapas: La primera comprende el análisis y descripción de proyectos arquitectónicos construidos en bahareque, innovaciones y experimentaciones referente al sistema constructivo, además de la formulación del proyecto. La segunda parte consiste en propuesta proyectual, en la experimentación en cuanto a generar un diseño modular, desarrollando prototipos de paneles que basan su estructura en la composición estructural del bahareque, guiándose bajo el concepto de diseño:

rescatar el carácter constructivo de la tierra por medio de la modulación del bahareque. Por último, la construcción a escala de un prototipo habitable (paradero de bus), con su respectiva guía de armado, y evidencias del proceso de diseño; el construir un paradero a escala 1:2 se realiza con la intención de demostrar que los paneles prefabricados funcionan, y que, dependiendo de las necesidades de uso, pueden disponerse para distintos proyectos arquitectónicos, más no el de solucionar una problemática referente al tema de movilidad urbana.

MARCO HISTÓRICO

Para lograr ver un panorama completo de los inicios de la construcción en tierra es necesario devolvemos en el tiempo a los primeros asentamientos de la humanidad, donde se puede evidenciar este material empleado para diferentes tareas primordiales en el día a día, inicialmente fue de gran ayuda para la construcción de refugios y en seguida se fue perfeccionando la técnica llegando así a construir templos, murallas o todo tipo de edificaciones que requerían en su momento, la técnica se pulió a tal punto de que actualmente se encuentran vestigios de estas primeras civilizaciones y asentamientos lo cual evidencia la eficacia del material en la construcción. En la evolución de este sistema la tierra estuvo siempre presente sin embargo se fue desarrollando poco a poco con diferentes finalidades, inicialmente este funcionaba como pega con el fin de apelmazar las piedras, luego de ver la eficacia del material se desarrollaron ladrillos los cuales eran secados al sol y colocados sobre una plataforma de tierra compactada, se han usado diferentes técnicas dentro de la evolución de esta, llegando al punto de unir la tierra con otros materiales como la paja, carrizo o plantas que permiten tener mejor compactación del material.

Según Pinos & Baculima (2014), las evidencias de patrimonio arquitectónico se encuentran alrededor de todo el mundo, algunos ejemplos son expuestos en la siguiente tabla:

PATRIMONIO ARQUITECTONICO EN TIERRA		
AMÉRICA	- Bolivia - Brasil - Cuba - Ecuador - El Salvador - Estados Unidos	- Guatemala - México - Perú - Uruguay - Venezuela
EUROPA	- España - Francia - Portugal - Reino Unido	
ASIA	- Azerbaijan - China - Irán - Japón - Nepal - Oman	- Pakistan - Rep. de Korea - Siria - Turkmenistan - Uzbekistan - Yemen
AFRICA	- Argelia - Benin - Ghana - Madagascar - Mauritania	- Mali - Marruecos - Tunez - Uganda
Diez por ciento de la "Lista del Patrimonio Cultural de la Humanidad" está constituido por monumentos construidos en tierra		



Figura 05: Castillo de San Felipe¹¹
América - Colombia



Figura 06: Ingiripasa¹²
América - Ecuador

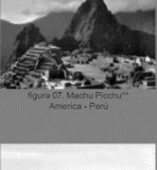


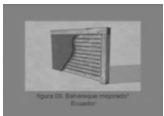
Figura 07: Ruinas de Teotihuacán¹³
América - México



Figura 08: Ruinas de Tulum¹⁴
América - México

Fuente: Lista de patrimonio mundial de la UNESCO

Mundialmente las regiones con mayor índice de construcción en tierra actualmente son lugares de población vulnerable y con bajos recursos económicos, estas son África, Oriente medio y América Latina; enfocándonos en América latina encontramos que según Pinos & Baculima (2014) hay diferentes técnicas que se aplican en cada uno de los países en los que se encuentra este método constructivo



Ecuador (bahareque)

- Bahareque con entramado de madera rústica, relleno de pared con arcilla (usualmente con cubierta de teja y paja). (Figura 09)
- Bahareque mejorado, con entramado de madera aserrada, relleno con adobe prensado (usualmente con la cubierta de teja).
- Bahareque prefabricado, con un entramado de madera aserrada, relleno de la pared con paneles entramado de bambú (usualmente con cubierta de teja).

Panamá (quincha)

Se conoce como quincha al cerramiento (pared) que posee un entramado de madera rústica con relleno de barro. (con cubierta de tejas). (Figura 10)

Brasil (taipa)

- Taipa con entramado de madera rústica y relleno de la pared con tierra. (Figura 11)
- Taipa prefabricada, con entramado de madera y revoco de la pared con tierra.

Argentina (quincha)

Es presentada la técnica del estanteo-quincha, con entramado de madera rústica montada sobre horcones¹⁵, y con las sujeciones de los listones horizontales a los pilares por medio de tientos de cuero, alambre o clavos y con un revoco de tierra con cal. (Figura 12)

Bolivia (tabiques)

Se conoce la técnica denominada tabique con entramados de madera, rellenos de la pared con barro. (Figura 13)

Venezuela (bahareque)

- Bahareque tradicional con entramado de madera con horcones y cañas, relleno de la pared con tierra y paja. (Figura 14)

¹⁵ Madero vertical que sirve para sostener vigas.



Fuente: Recuperación Del Sistema Constructivo en La Técnica Del Bahareque en La Contemporaneidad, 2014.

- Bahareque prefabricado, con entramado formado por paneles de madera prefabricados fijados al piso, relleno de la pared con arcilla, paja y cal.
- Bahareque con piedra, con entramado de madera con horcones y cañas, relleno de la pared con piedra ligada con tierra-cemento.
- Bahareque con coco entramado de madera y cañas, relleno de la pared rellena de concha de coco ligados con arena, cemento.

Tal como se puede apreciar, las variantes de los sistemas constructivos no son muchos, existiendo un patrón de la técnica que consiste en el entramado como base y luego un relleno en las paredes en el que se utiliza la tierra como material principal. (Ostero, 2003)

Perú (quincha)

- Quincha tradicional, con entramado de guadúa o troncos y pared rellena con arcilla (cubierta de teja y paja). (Figura 15)

- Quincha prefabricada, emplea paneles modulares consistentes en bastidores de madera rellenos con caña trenzada y recubiertos con barro o algún otro material como yeso o cemento. (Fundación Wikimedia, Inc., 2013)

Colombia

- Bahareque de tierra, entramado de madera aserrada y guadúa o solo guadúa, que utilizan barro como material complementario. (Figura 16)
- Bahareque de tabla, conformado por entramados de madera aserrada y guadúa y recubrimiento con tablas de madera dispuestas de forma vertical. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2005)

Cabe mencionar que estos sistemas son los más conocidos, ya que otros han ido desapareciendo, sin embargo es necesario conocer los más usados para entender las variaciones y las similitudes que posee cada uno.

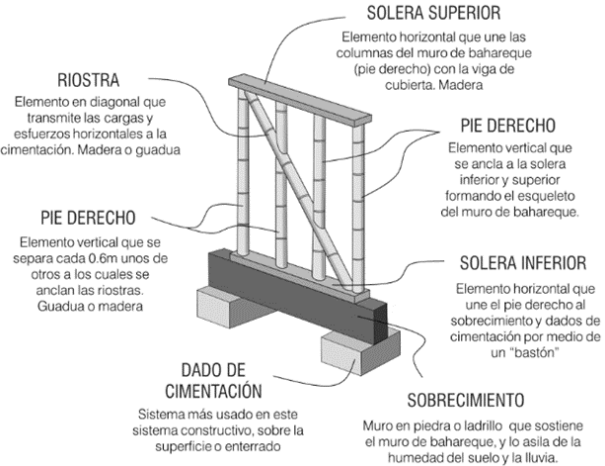
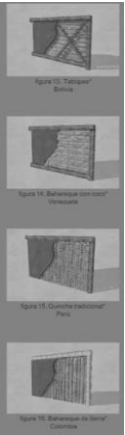


Diagrama composición estructura de bahareque, elaboración propia

En cuanto al muro de bahareque, existen diferentes técnicas constructivas que han evolucionado en el tiempo, variando su materialidad, función y acabados:



Tipologías de muros de bahareque, elaboración propia

- BAHAREQUE EMBUTIDO CON TIERRA:**
Estructura de madera o guadua con parales horizontales en ambas caras del muro para contener la mezcla de barro, que posteriormente se embute a la estructura; mezcla conformada por tierra, arena y fibras naturales, el revestimiento o acabado exterior se realiza con cal y tierra.



Casa en bahareque, san José de bolívar, Venezuela. Fuente: Guía de diseño para la vivienda de bahareque encementado

• BAHAREQUE EN TABLAS DE MADERA:

Estructura interna hueca, revestida en el exterior con tablonés de madera en posición vertical en ambas caras del muro. Aunque no es muy común, existe el bahareque metálico con el mismo procedimiento que el de madera, pero con láminas metálicas.



Vivienda Risaralda, Colombia. Fuente: Guía de diseño para la vivienda de bahareque encementado

• BAHAREQUE CEMENTADO.

Técnica más reciente en donde la estructura se envuelve en esterillas de guadua, se fija una malla metálica al muro, y se procede a realizar el recubrimiento con una mezcla de mortero, creando un acabado moderno



Bahareque encementado, Ricaurte valle de magdalena Colombia. Fuente: Guía de diseño para la vivienda de bahareque encementado.

VENTAJAS

La economía se ve reflejada en este tipo de sistema constructivo, debido a la disponibilidad inmediata de los materiales, facilidad en cuanto al traslado y moldeado, resistencia a factores como la compresión, y sus características químicas como la capacidad de aislamiento térmico y acústico son excelentes; la inercia térmica favorece el acondicionamiento ambiental en el interior de la construcción, refrescando los espacios internos en lugares con climas cálidos, y manteniendo un clima templado en lugares con climas fríos.

La madera y su estructura flexible es una excelente opción para la construcción en zonas sísmicas altas, como caso puntual, en el año de 1999 en la ciudad Armenia ocurrió un terremoto con una magnitud de 6,2, y las estructuras que soportaron esta energía y quedaron en pie estaban construidas bajo esta técnica constructiva; el bajo peso estructural comparado con otros sistema constructivos que utilizan concreto y acero, lo hace adecuado para edificarse en terrenos con poca capacidad portante.

DESVENTAJAS

Los principales riesgos de construir estructuras en bahareque están supeditados a factores externos como el fuego, ya que tienen materiales combustibles y con la mínima aparición de una llama de fuego pueden generar un gran incendio. De igual manera la humedad es un factor de gran cuidado, ya que puede generar pudrición en las maderas y afectar la consistencia de la estructura; ya sea por goteras en el techo, filtraciones por tuberías defectuosas o el mal drenaje de aguas del terreno, los daños a la infraestructura obligan a cambiar las estructuras afectadas por otras de la misma consistencia, forma y dureza.

RECOMENDACIONES

Al momento de empezar la construcción y levantar los muros en bahareque es necesario cubrirlos con materiales impermeables, se aconseja construirlos en los meses de verano. Los muros de bahareque no se consideran como un sistema portante, por ello es necesario que existan dilataciones entre los muros y las soleras o vigas superiores que complementan el sistema aporticado de la estructura, esto con el fin de evitar agrietamientos en la estructura por exceso de esfuerzos en los muros de bahareque.

La cubierta para este sistema estructural debe ser con elementos livianos, y los aleros deben ser anchos y abarcar gran superficie desde el borde del muro para evitar que el agua lluvia moje y afecte las paredes; los zócalos o sobrecimientos en piedra, deben tener una altura adecuada para que las salpicaduras del agua lluvia no alcancen los muros. Estas últimas recomendaciones son esenciales al momento de diseñar y definir medidas y proporciones de los elementos constructivos para una edificación en bahareque, Jaime Higuera, arquitecto santandereano lo define como: “Buenas botas y buen sombrero”.

BAHAREQUE DE ESTILO TEMBLORERO

En Colombia, más específicamente la zona del eje cafetero, el bahareque y sus tipologías antes descritas toman reconocimiento en los centros históricos de los municipios de Antioquia y Caldas, si bien el bahareque con tierra estuvo presente desde la época de la colonia, las catástrofes naturales, problemas sociales y la migración de la sociedad a centros urbanos, incentivaron la evolución de este sistema constructivo para crear estructuras que soportaran más cargas y mejoraran sus cualidades de sismo resistencia.

El estilo temblorero surgió en Manizales a finales del siglo XIX y principios del XX para solucionar estas necesidades, creando una nueva tipología estructural: en donde los primeros pisos de las edificaciones estaban conformados por muros densos y pesados con adherencia al suelo, absorbiendo las cargas y energía sísmica; y los pisos superiores, más livianos y flexibles, en muros disipadores de energía capaces de moverse sin desplomarse. Con estos principios de construcción se crearon diversas tipologías estructurales de bahareque temblorero en Colombia:

1. Tipología

- 1er nivel, tapia pisada.
- 2do nivel, bahareque embutido con tierra.



Fuente: Ponencia estilo temblorero y bahareque en Manizales

2. Tipología

- 1er nivel, tapia pisada y mampostería
- 2do nivel, bahareque embutido con tierra.



Fuente: Ponencia estilo temblorero y bahareque en Manizales

3. Tipología

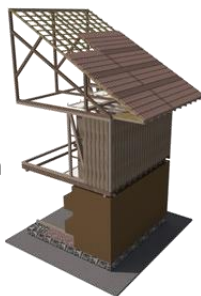
- 1er nivel, mampostería
- 2do nivel, bahareque embutido con tierra.



Fuente: Ponencia estilo temblorero y bahareque en Manizales

4. Tipología

- 1er nivel, tapia pisada
- 2do nivel, bahareque en tablas de madera.



Fuente: Ponencia estilo temblorero y bahareque en Manizales

5. Tipología

- 1er nivel, mampostería
- 2do nivel, bahareque metálico.



Fuente: Ponencia estilo temblorero y bahareque en Manizales

6. Tipología

- 1er nivel, mampostería
- 2do nivel, bahareque cementado.



Fuente: Ponencia estilo temblorero y bahareque en Manizales

MARCO CONCEPTUAL

Definición de conceptos antes mencionados que aportan para el entendimiento y contextualizan las relaciones y afectaciones entre los elementos estructurales del sistema constructivo de bahareque.

ARQUITECTURA VERNÁCULA

Construcción tradicional en donde se utilizan materiales locales presentes en el ambiente mas cercano, los modelos y formas de construcción marcan un rasgo característico de la población y son acordes a la zona geográfica en donde se ubique.

HUMEDAD POR CAPILARIDAD

Se genera por el exceso de agua dentro del suelo, propiedad de los líquidos para ascender a través de los poros de la cimentación y muros afectando su capacidad estructural, se puede evitar con una adecuada impermeabilización en las uniones entre los cimientos y el muro.

CARGA ESTRUCTURAL

Fuerzas externas aplicadas a un sistema estructural, se divide en: cargas muertas, fuerzas que son constantes en magnitud, el peso propio de la estructura; cargas vivas, fuerzas que no son de carácter permanente, ocupación de una vivienda o edificio por parte de los habitantes.

ENSAMBLE

Proceso de unir piezas de madera para la creación de un nuevo elemento, las juntas son los rasgos que definen el ensamble, ya que las partes tienen que complementarse en cuanto a su forma y geometría para crear una cohesión exitosa.

ARQUITECTURA MODULAR

Diseño de sistemas compuestos por volúmenes o elementos de igual forma, tamaño y funcionalidad (mismas características físicas) que se conectan entre sí, ampliando o reduciendo espacios. Cada volumen o módulo puede sustituirse por otro, sin afectar la composición.

ENERGIA SÍSMICA

Energía que es liberada en forma de calor, se irradia y propaga hacia la superficie en forma de ondas sísmicas, generando tensiones en la corteza terrestre y por ende los temblores.

ARQUITECTURA SUSTENTABLE

Construcciones hechas por el hombre cuyo objetivo es limitar y reducir los impactos negativos causados en el entorno próximo, haciendo uso responsable de los recursos y materiales para edificar, sin dejar de satisfacer sus necesidades, buscando impactar de manera positiva el ámbito económico, social y medioambiental.

MARCO NORMATIVO

Asociado a la técnica constructiva del bahareque se pueden encontrar varias referencias de normas, cartillas, manuales y guías que delimitan las posibilidades y orientan un desarrollo adecuado para el proyecto en cuestión.

- “Patrimonio y arquitectura en tierra, avances de investigación”: Detalla la evolución de arquitectura con tierra en Colombia, analizando los comportamientos estructurales de las edificaciones, definiendo cantidades de mezcla para la elaboración de muros en bahareque y tapia pisada.
- “Manual de construcción sismo resistente de viviendas en bahareque encementado”: Proporciona información detallada sobre los elementos estructurales, más que todo en guadua, que conforman un sistema constructivo en bahareque desde la cimentación hasta la cubierta. Con ilustraciones y ejemplos de viviendas.
- “Manual de diseño para maderas del grupo andino”: Expone las diferentes características de las maderas que son aptas para la construcción y acabados en un proyecto arquitectónico, mas no propone ejemplos para el diseño. Es una guía muy completa sobre los tipos y usos que puede llegar a tener la madera.
- “Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10_Título E-casas de uno y dos pisos Capítulo E.7 Bahareque encementado”: Toda la normativa posible aplicada al bahareque encementado, cantidades, tipos de uniones, distancias de los elementos constructivos de esta sistema constructivo.
- “BIO construcción al detalle”: Documento ilustrado que expone diferentes proyectos arquitectónicos en tierra en Latinoamérica, destacando ilustraciones con detalles técnicos.

- “Bahareque guía de construcción parasísmica”: Esquemas detallados de las edificaciones y sus posibles afectaciones según el terreno en donde se implanten. Paso a paso de como se seca la madera, como se tala y divide en secciones, tipos de cimentaciones, estructura y relleno del sistema constructivo

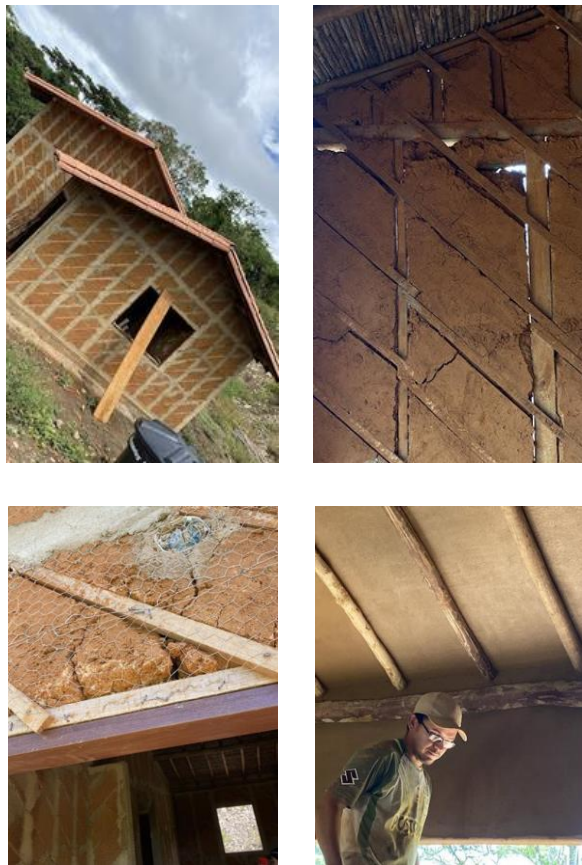
MARCO REFERENCIAL

EXPERIENCIAS PERSONALES:
XXXV TALLER DE CONSTRUCCIONES EN TIERRA

Nombre de la obra: Casa Barú
Ubicación: Barichara-Santander
Arquitecto: Jaime Higuera Reyes
Año de construcción: 2022
Sistema constructivo: Bahareque tecnificado con estructura en madera
Uso: Vivienda unifamiliar



Fotografías casa barú, elaboración propia



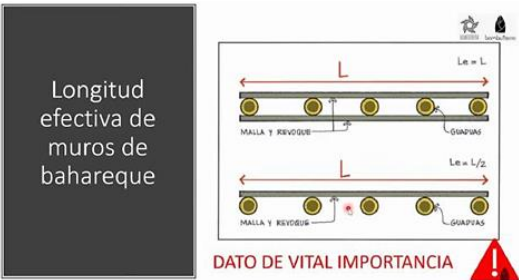
Fotografías casa barú, elaboración propia

El bahareque tecnificado como sistema constructivo que se rige bajo la normativa del título E de la NSR 10, es la técnica en donde se edifica la estructura en madera, anclada con uniones metálicas a la placa de contrapiso y a la cubierta; la mezcla del embutido es exclusivamente con tierra y arena, el pañete de mortero se aplica sobre una malla gallinero que se incrusta a la estructura de madera posterior al secado de la mezcla de barro.

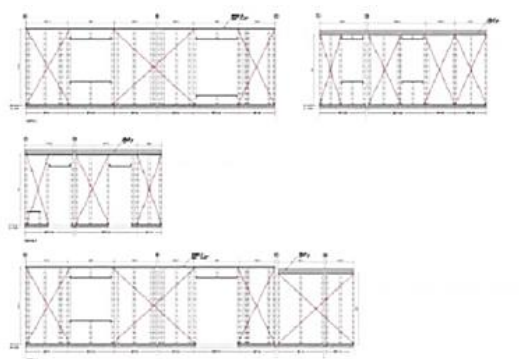
Implementación de cintas de madera a 45° separadas cada 25 cm para contener el embutido de tierra, pie derechos separados verticalmente a 90 cm unos de otros, unión de elementos constructivos por medio de uniones metálicas pernadas. Conexiones eléctricas ubicadas en el interior de los muros.

EXPERIENCIAS PERSONALES:
CURSO VIRTUAL - ACADEMIA BAMBUTERRA

Nombre de la obra: Casa Hospedaje
Ubicación: Tepoztlan-Mexico
Arquitecto: Bambuterra
Año de construcción: 2019
Sistema constructivo: Sistema BIBA, estructura en bambú
Uso: Vivienda unifamiliar



Capturas de pantalla, presentación proyecto casa-hospedaje sistema BIBA, academia bambuterra



Capturas de pantalla, presentación proyecto casa-hospedaje sistema BIBA, academia bambuterra

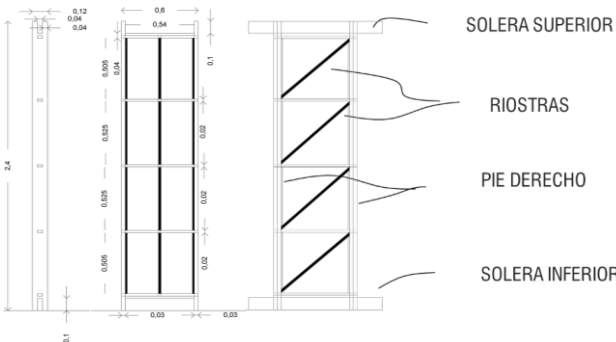
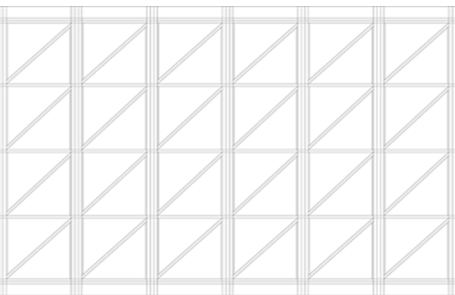
Un desarrollo constructivo basado en implementación y transformación de un material natural, la guadua. El estudio de arquitectura bambuterra diseño y construyó un panel cuya estructura de montaje es prefabricada. Una guía de instalación facilita el armado, que tiene que ser con mano de obra especializada, la mezcla del barro se limita a tierra arcillosa y arena, para después hacer un revoque con cemento.

El predimensionamiento en los muros del sistema BIBA depende de la altura del nivel de contrapiso. Existe una modulación del muro en parte iguales, pero aun así son parte de una unidad que no se puede separar en caso de que sea necesario, no existe una modulación completa. Existe un sobrecimiento de muy poca altura entre el piso y el comienzo del muro en bahareque.

PROPUESTA PROYECTUAL

De acuerdo con la información recopilada, teniendo claros los objetivos y el concepto de diseño, la propuesta inicia con el diseño de paneles en madera, que basado en la composición estructural de un muro en bahareque, se transforman y adaptan para la creación de un diseño modular en donde cada estructura se complementa y ensambla con la anterior, creando una “trama estructural”.

RE-COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL:



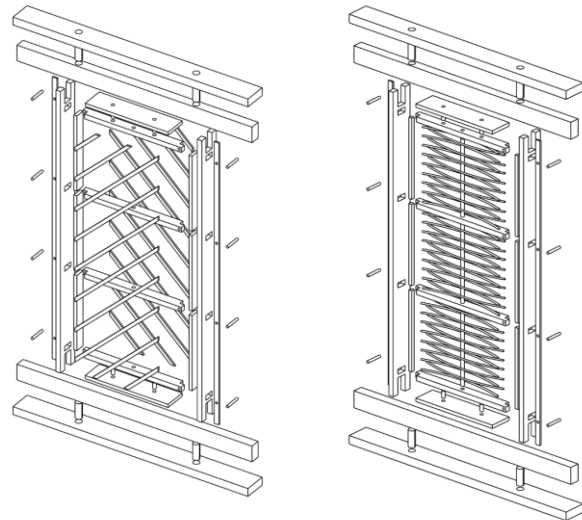
1 er diseño de nueva estructura de muro de bahareque, elaboración propia

Los proyectos del marco referencial, y el manual de diseño para madera del grupo andino, definieron las proporciones para la evolución de la estructura de bahareque.

ARQ. MODULAR = VERSATILIDAD + MONTAJE

Para el ensamblaje entre cada panel se utilizó el mecanismo de encajes de forma vertical, entre cada uno de los 4 soportes del panel. Se definió un sistema estructural (BANEL) para 2 tipologías de muro: Panel en tierra y Panel tejido con chusque o caña brava.

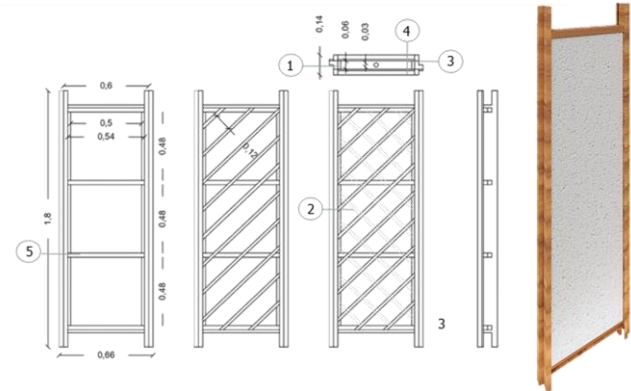
ENSAMBLE



Despiece estructura "BANEL", elaboración propia

PANEL CON TIERRA

Las tiras de madera en diagonal están separadas paralelamente cada 12 cm permitiendo la fijación de la tierra en el panel por ambos costados del mismo; cuando la tierra ya esta seca se ancla la malla gallinero a las tiras diagonales y a los soportes horizontales con clavos, realiza el revoque en tierra generando más soporte al muro, y finalmente se hace un pañete con cal para un acabado fino.

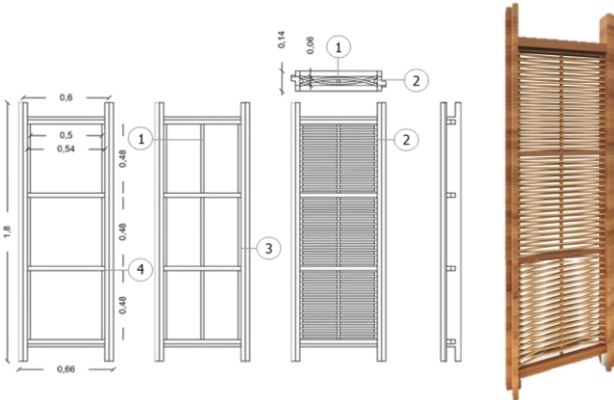


2do diseño estructura panel en tierra "BANEL", elaboración propia

- 1. Relleno, mezcla entre tierra y paja
- 2. Tiras de madera en diagonal a 45 °_2 x 1 cm
- 3. Tablón madera de pino _50 x 2 x 4 cm
- 4. Pañete en cal_ 3 mm
- 5. Soporte horizontal madera de pino 66 x 2 x 4 cm.

PANEL CON CHUSQUE

Un listón de madera de pino de 2m ubicado verticalmente dentro del panel, es el encargado de soportar la presión que ejercen las cañas entrelazadas horizontalmente; este listón atraviesa los soportes horizontales, anclándose fijamente a la estructura.

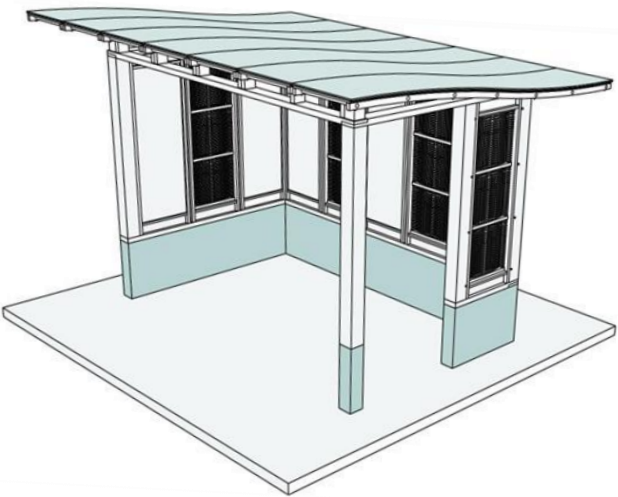


2do diseño estructura panel en caña "BANEL", elaboración propia

- 1. Listón cilíndrico en madera de pino_ 2m
- 2. Tira de caña o chusque_ 60cm
- 3. Tablón madera de pino_ 200 x 4 x 2 cm
- 4. Soporte horizontal madera de pino 66 x 2 x 4 cm

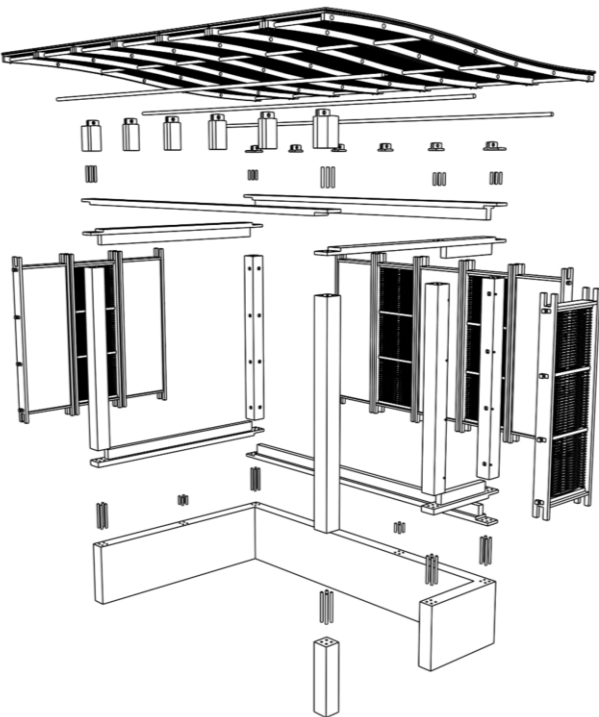
PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

Culminando con la última etapa que comprende este proyecto de grado, una vez establecido el diseño de un prototipo de panel de bahareque "BANEL" se procede con la implementación de este para el uso de un espacio habitable (por motivos del transcurso del semestre académico se escogió un paradero de bus), realizando un diseño apropiado en donde se adapte y se pueda construir a esc 1:2 el prototipo BANEL.

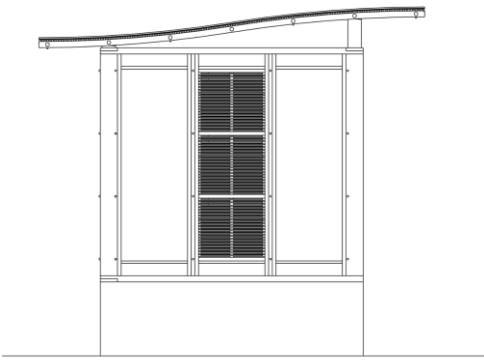


Diseño paradero de bus con estructura en bahareque BANEL, elaboración propia

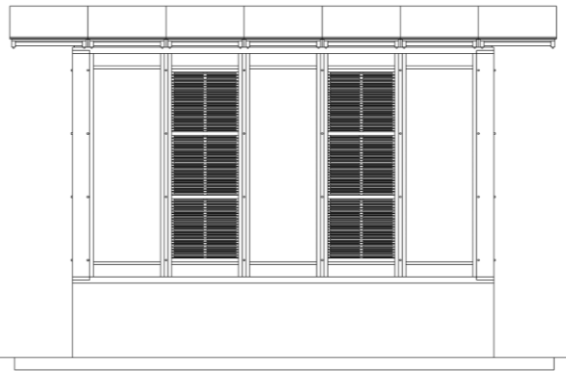
Para este diseño se tomaron en cuenta las recomendaciones descritas en el marco teórico, un sobrecimiento lo suficientemente alto para evitar la humedad por capilaridad; cubierta diseñada bajo el mismo principio de modulación y ensamble de elemento que los paneles, ligeras en cuanto a su peso, y con aleros anchos desde el borde del muro, buenas botas - buen sombrero (sin hablar de la estructura BANEL).



Despiece estructura paradero de bus, elaboración propia



Fachada lateral, elaboración propia



Fachada posterior, elaboración propia

BAHAREQUE



MODULAR

¿QUÉ ES?

"PAREDES DE CAÑA Y TIERRA"



ARQUITECTURA MODULAR

- Elementos constructivos iguales y separados entre sí
- Los módulos son similares en tamaño, forma y función por lo que son fácilmente producibles y reemplazables

VERSATILIDAD + MONTAJE SENCILLO

PANEL CON CAÑA BRAVA

Un tabón de madera de pino de 2m colocado horizontalmente dentro del panel, en el extremo de soporte la presión del viento. Los cables horizontales horizontalmente, para sujetar las vigas, los cables horizontales, se colocan formando la estructura.

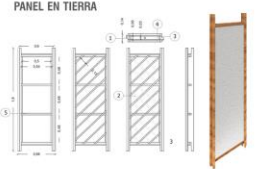
1. Listón dividido en madera de pino 10x
2. Espalda de cable 10mm
3. Tabón madera de pino 100 x 4 x 2 cm
4. Cables horizontales madera de pino 60 x 2 x 4 cm



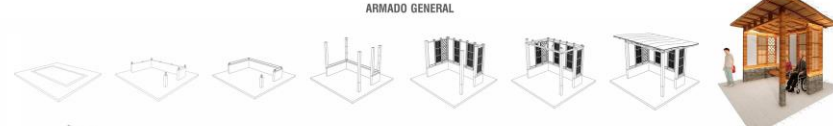
PANEL EN TIERRA

Los tiras de madera en diagonal están colocadas horizontalmente dentro del panel, en el extremo de soporte la presión del viento. Los cables horizontales horizontalmente, para sujetar las vigas, los cables horizontales, se colocan formando la estructura.

1. Tabón madera de pino 100 x 4 x 2 cm
2. Espalda de cable 10mm
3. Tabón madera de pino 100 x 4 x 2 cm
4. Cables horizontales madera de pino 60 x 2 x 4 cm



ARMADO GENERAL



FACHADA POSTERIOR



FACHADA LATERAL



BANEL

POR QUE MODULAR?

Teniendo en cuenta que Banel inicio como un proyecto de vivienda en el cual se buscaba la practicidad con un diseño prefabricado y versátil a fin de prevenir los riesgos que genera la auto-construcción y la mala orientación por parte de un profesional. A partir de esto se plantea un sistema que no requiera de mano de obra especializada y se adapte a cualquier lugar, estas condiciones fueron resueltas con sistemas constructivos industrializados y modulares que permitan la estandarización para diferentes construcciones.

POR QUÉ BAHAREQUE?

- A lo largo de la investigación se evidenciaron diferentes proyectos alrededor del mundo en los cuales se hacía uso de materiales que no son comunes como (Tierra, cañón) y otros como el concreto prefabricado, proyectos que buscaban practicidad con este tipo de materiales, es por esto que se plantea un sistema el cual se evidencia en este territorio pero generando esa practicidad que se requiere como proyecto modular.

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y construir un prototipo habitable modular en bahareque

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar un prototipo modular enfocado a la protección y habitabilidad
- Modificar la técnica constructiva del bahareque, tomando como referencia la estructura principal del mismo y adaptarla a paneles prefabricados
- Optimizar el sistema estructural del bahareque con funciones prácticas, versátiles y de fácil ensamble

FILOSOFÍA

- MODULACIÓN CONSCIENTE
- Incentivar a los arquitectos para la creación y experimentación con procesos constructivos que no sean comunes, enfocándose en innovar y crear espacios que sean económicos, versátiles y recalquen la identidad del lugar.

CONCEPTO DE DISEÑO

Rescatar el carácter constructivo de la tierra por medio de la modulación del bahareque, en donde interactúan los diversos materiales, propiamente naturales como la piedra, la tierra y la madera, creando en conjunto un espacio habitable que evoca la arquitectura ancestral en tierra y la adapta a nuestros días.

BANEL

La transformación del bahareque hacia un modelo totalmente prefabricado en cuanto a su estructura y montaje, innovando en cuanto al ensamble, ya que son laminas de madera que **NO REQUIEREN DE TORNILLOS O TUERCAS** para su montaje, solamente ensamblar piezas prefabricadas para la estructura.

La esencia de la arquitectura en tierra, del barro se representa al momento cuando se finaliza el armado, procediendo a aplicar la greda, seguido del revoque de cemento, cal y arena, finalizando con revestimientos naturales

PROTOTIPO MODULAR

Teniendo como base la estructura del bahareque embutido, o en tierra, se realiza un proceso de modulación y adaptación del mismo para cubrir la necesidad de refugiarse en un determinado espacio.

Este proceso da como resultado la creación de un prototipo modular en bahareque, cumpliendo con las recomendaciones del "manual de diseño para maderas del grupo andino", así como diferentes proyectos de vivienda y experimentaciones en bahareque en diferentes países de América Latina y México.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
USTA TUNJA

CONTENIDO:
INFORMACION

DISEÑADO POR:
JUANFELIPE RUIZ CAMACHO

DOCENTE: ARG. CARLOS CASTRO
PERIODO 2023- II

T-X

BAHAREQUE



MODULAR

¿QUÉ ES?

"PAREDES DE CAÑA Y TIERRA"



ARQUITECTURA MODULAR

- Elementos constructivos iguales y separados entre sí
- Los módulos son similares en tamaño, forma y función por lo que son fácilmente producibles y reemplazables

VERSATILIDAD + MONTAJE SENCILLO

PANEL CON CAÑA BRAVA

Un tabón de madera de pino de 2m colocado horizontalmente dentro del panel, en el extremo de soporte la presión del viento. Los cables horizontales horizontalmente, para sujetar las vigas, los cables horizontales, se colocan formando la estructura.

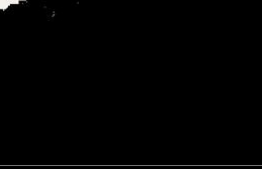
1. Listón dividido en madera de pino 10x
2. Espalda de cable 10mm
3. Tabón madera de pino 100 x 4 x 2 cm
4. Cables horizontales madera de pino 60 x 2 x 4 cm



PANEL EN TIERRA

Los tiras de madera en diagonal están colocadas horizontalmente dentro del panel, en el extremo de soporte la presión del viento. Los cables horizontales horizontalmente, para sujetar las vigas, los cables horizontales, se colocan formando la estructura.

1. Tabón madera de pino 100 x 4 x 2 cm
2. Espalda de cable 10mm
3. Tabón madera de pino 100 x 4 x 2 cm
4. Cables horizontales madera de pino 60 x 2 x 4 cm



ARMADO GENERAL



FACHADA POSTERIOR



FACHADA LATERAL



BANEL

POR QUE MODULAR?

Teniendo en cuenta que Banel inicio como un proyecto de vivienda en el cual se buscaba la practicidad con un diseño prefabricado y versátil a fin de prevenir los riesgos que genera la auto-construcción y la mala orientación por parte de un profesional. A partir de esto se plantea un sistema que no requiera de mano de obra especializada y se adapte a cualquier lugar, estas condiciones fueron resueltas con sistemas constructivos industrializados y modulares que permitan la estandarización para diferentes construcciones.

POR QUÉ BAHAREQUE?

- A lo largo de la investigación se evidenciaron diferentes proyectos alrededor del mundo en los cuales se hacía uso de materiales que no son comunes como (Tierra, cañón) y otros como el concreto prefabricado, proyectos que buscaban practicidad con este tipo de materiales, es por esto que se plantea un sistema el cual se evidencia en este territorio pero generando esa practicidad que se requiere como proyecto modular.

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y construir un prototipo habitable modular en bahareque

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar un prototipo modular enfocado a la protección y habitabilidad
- Modificar la técnica constructiva del bahareque, tomando como referencia la estructura principal del mismo y adaptarla a paneles prefabricados
- Optimizar el sistema estructural del bahareque con funciones prácticas, versátiles y de fácil ensamble

FILOSOFÍA

- MODULACIÓN CONSCIENTE
- Incentivar a los arquitectos para la creación y experimentación con procesos constructivos que no sean comunes, enfocándose en innovar y crear espacios que sean económicos, versátiles y recalquen la identidad del lugar.

CONCEPTO DE DISEÑO

Rescatar el carácter constructivo de la tierra por medio de la modulación del bahareque, en donde interactúan los diversos materiales, propiamente naturales como la piedra, la tierra y la madera, creando en conjunto un espacio habitable que evoca la arquitectura ancestral en tierra y la adapta a nuestros días.

BANEL

La transformación del bahareque hacia un modelo totalmente prefabricado en cuanto a su estructura y montaje, innovando en cuanto al ensamble, ya que son laminas de madera que **NO REQUIEREN DE TORNILLOS O TUERCAS** para su montaje, solamente ensamblar piezas prefabricadas para la estructura.

La esencia de la arquitectura en tierra, del barro se representa al momento cuando se finaliza el armado, procediendo a aplicar la greda, seguido del revoque de cemento, cal y arena, finalizando con revestimientos naturales

PROTOTIPO MODULAR

Teniendo como base la estructura del bahareque embutido, o en tierra, se realiza un proceso de modulación y adaptación del mismo para cubrir la necesidad de refugiarse en un determinado espacio.

Este proceso da como resultado la creación de un prototipo modular en bahareque, cumpliendo con las recomendaciones del "manual de diseño para maderas del grupo andino", así como diferentes proyectos de vivienda y experimentaciones en bahareque en diferentes países de América Latina y México.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
USTA TUNJA

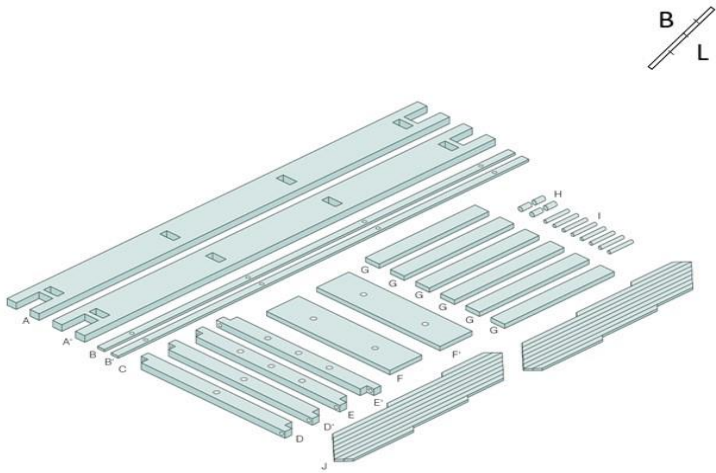
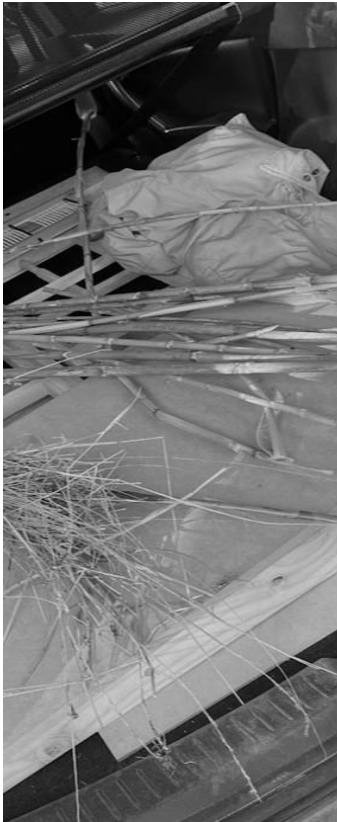
CONTENIDO:
INFORMACION

DISEÑADO POR:
JUANFELIPE RUIZ CAMACHO

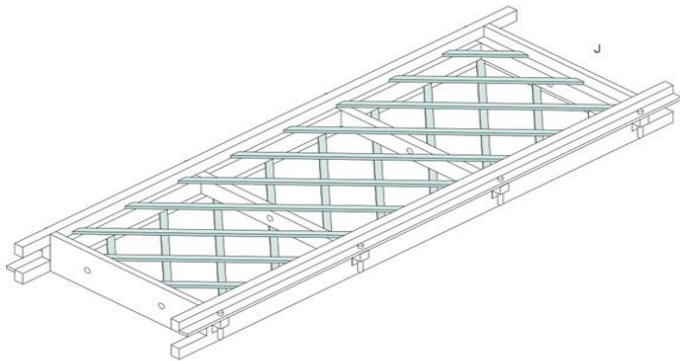
DOCENTE: ARG. CARLOS CASTRO
PERIODO 2023- II

T-X

ANEXOS



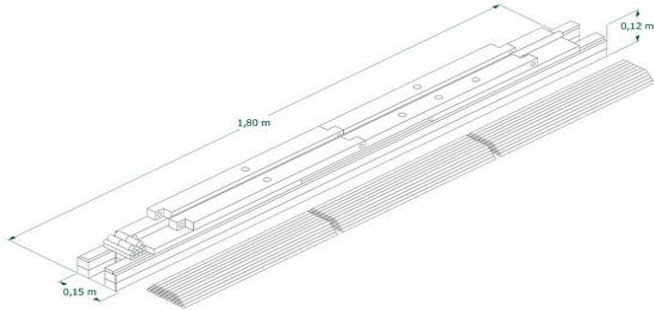
Piezas Modulo con barro



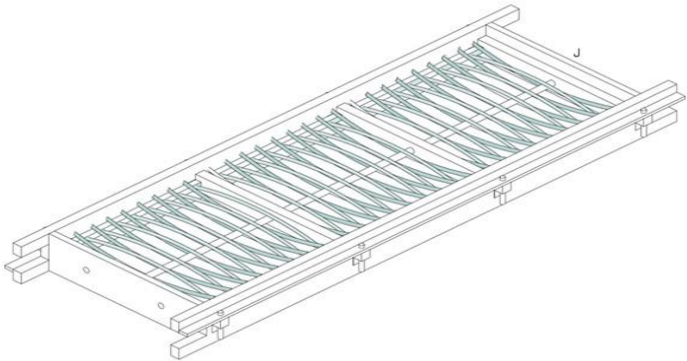
Ensamble entramado en madera, diagonales cada 12 cm cara 1



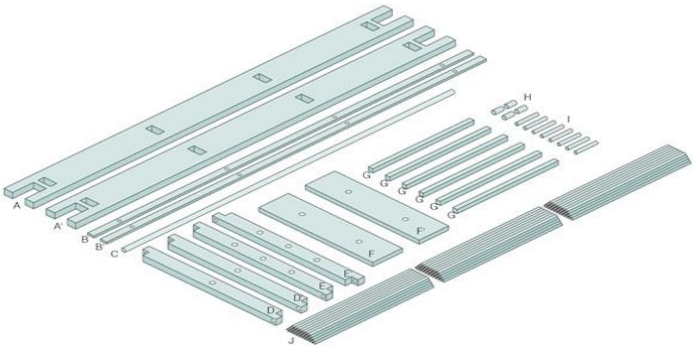
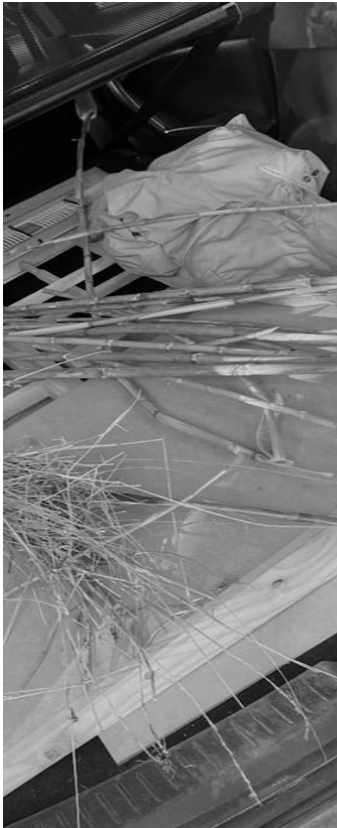
ANEXOS



Piezas Modulo con caña brava

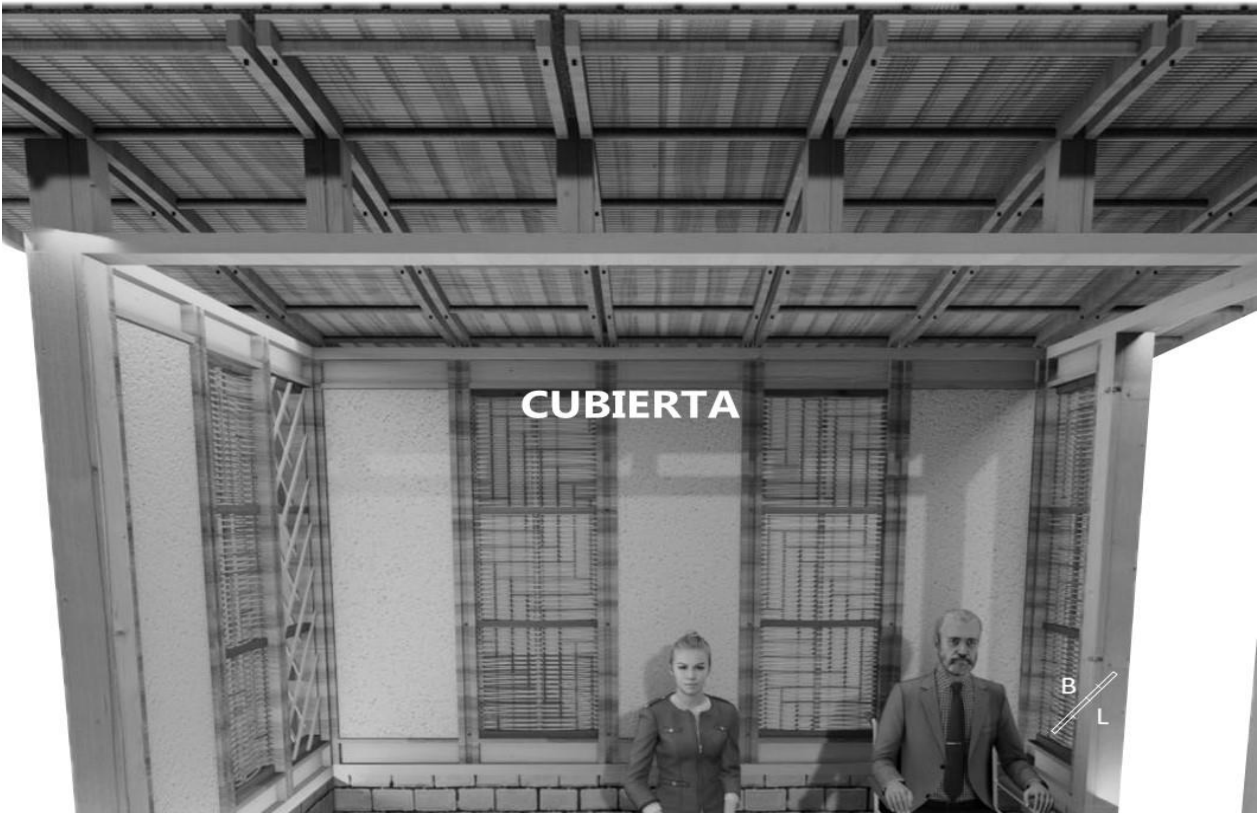


Ensamble entramado en caña

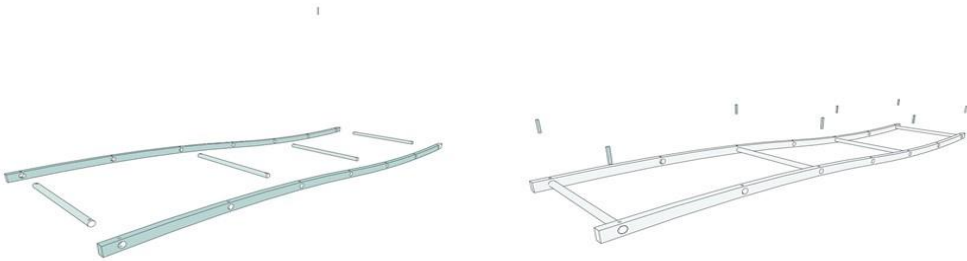


Piezas Modulo con caña brava





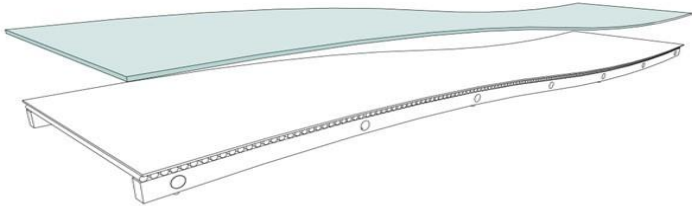
MODULOS



Ensamble y ajuste con tarugos de estructura de la cubierta



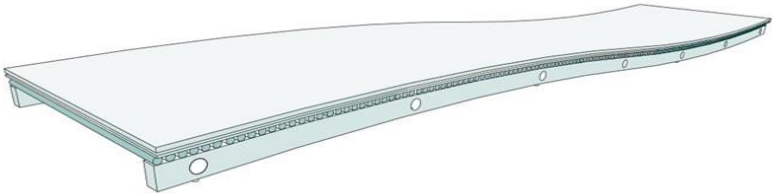
MODULOS



Instalación de Lamina en madera, acabado final



MODULOS

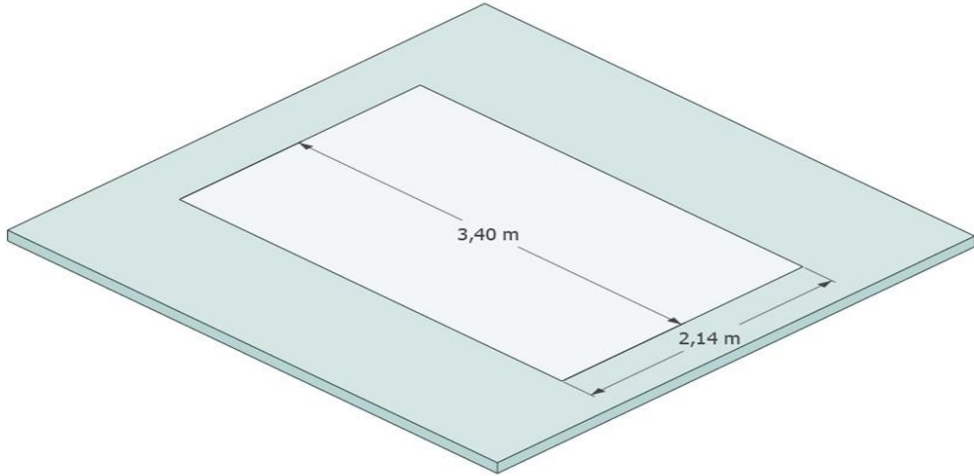


Construcción final





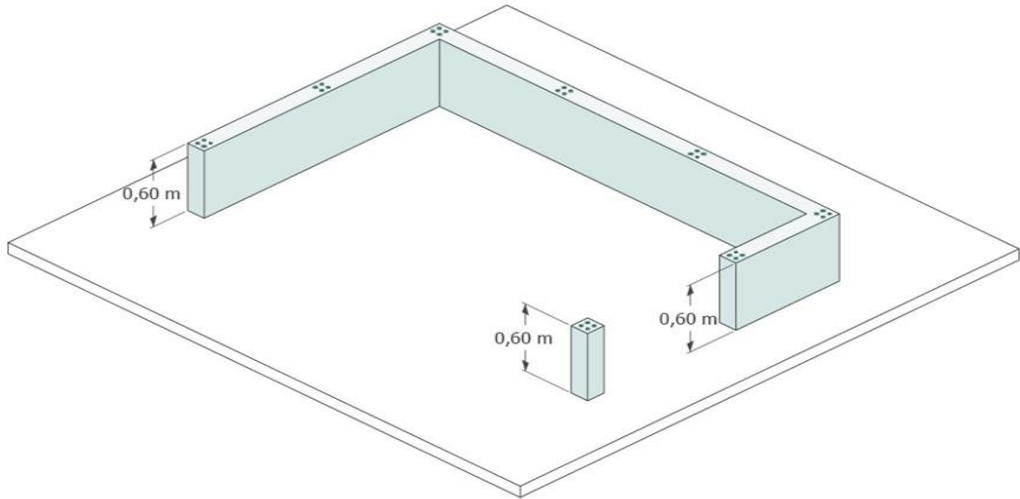
● ● SOBRECIMIENTO



Se construye una placa de cimentación con un grosor de 10 cm.



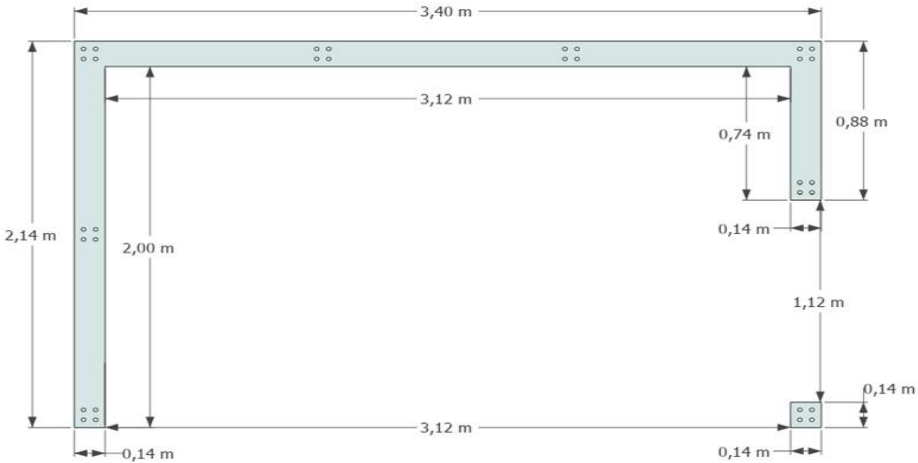
● ● SOBRECIMIENTO



Perspectiva de sobrecimiento de mampostería en piedra.



● ● SOBRECIMIENTO

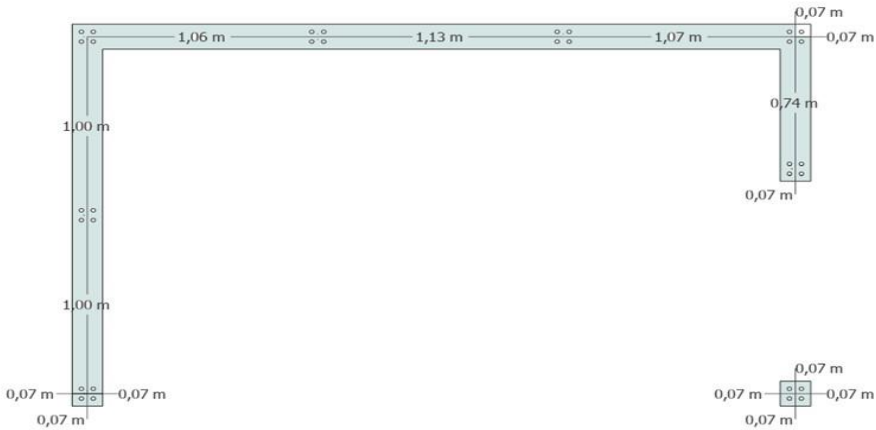


Planta de cotas generales de sobrecimiento de mampostería en piedra.



ANEXOS

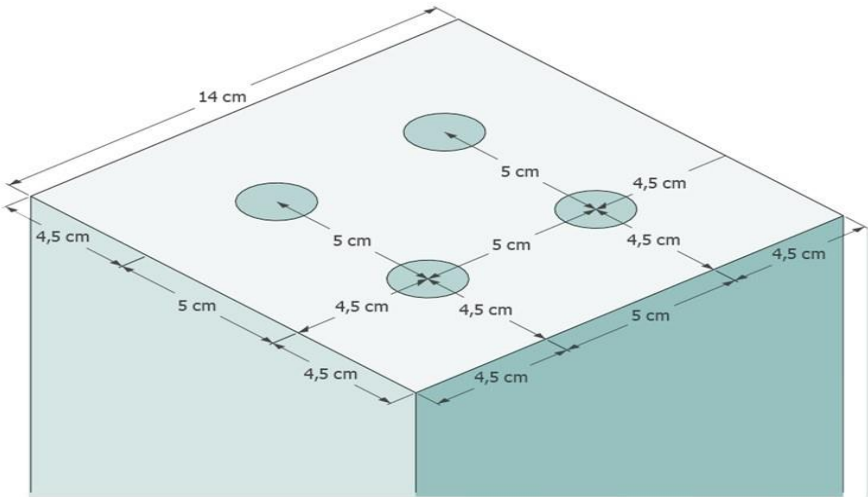
SOBRECIMIENTO



Planta de ejes y conexiones de sobrecimiento de mampostería en piedra con la solera inferior.



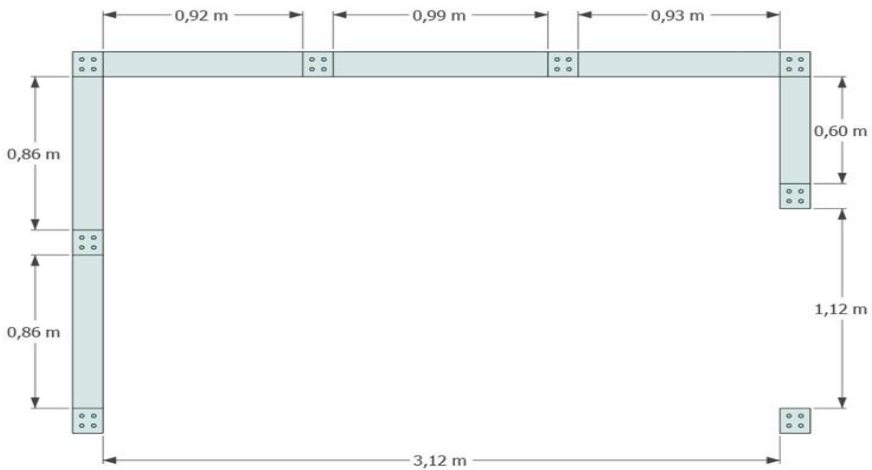
SOBRECIMIENTO



Detalle ubicación de pernos para anclaje del sobrecimiento con la solera inferior



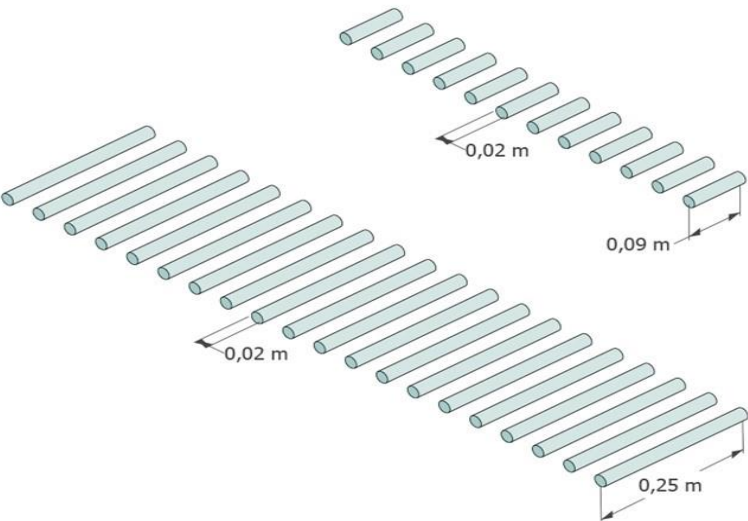
SOBRECIMIENTO



Planta distancia entre anclajes de pernos para conexión del sobrecimiento con la solera inferior.



SOBRECIMIENTO

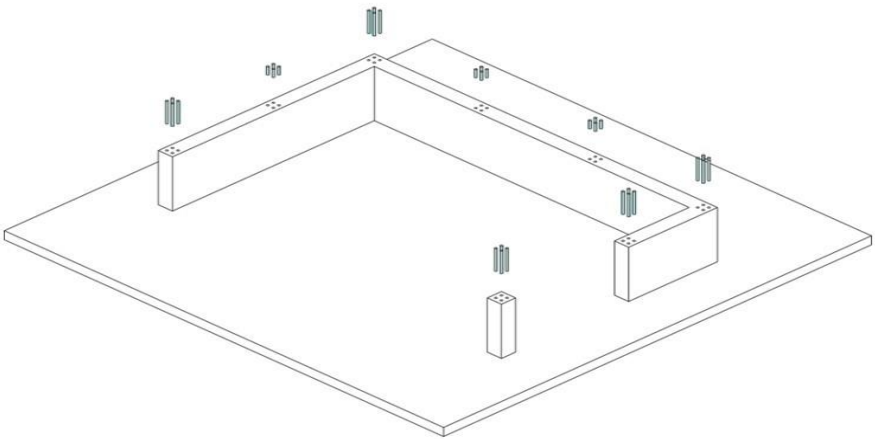


Pernos para anclaje de sobrecimiento a la solera inferior



ANEXOS

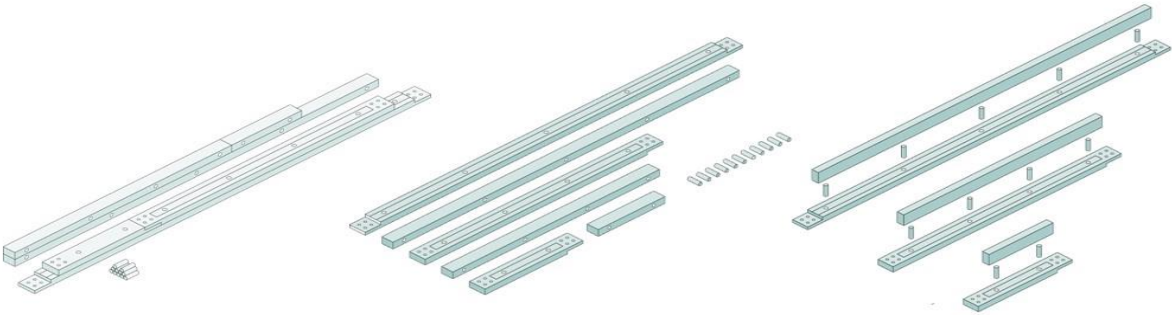
SOBRECIMIENTO



Instalación de pernos al sobrecimiento



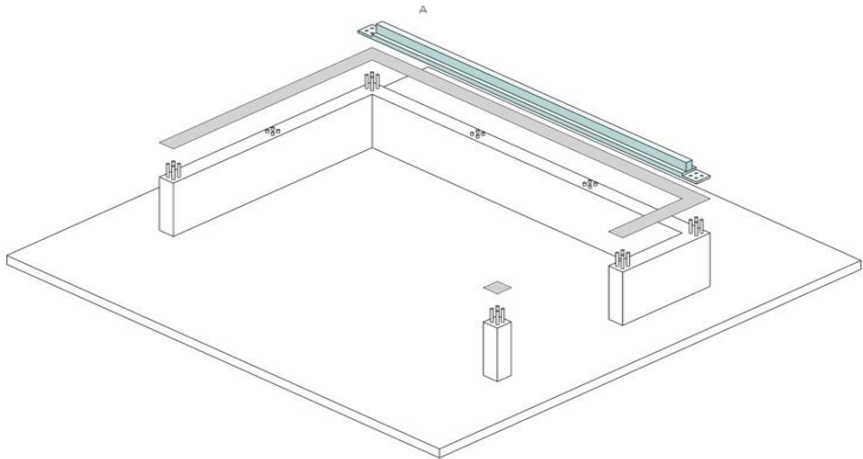
SOLERA INFERIOR



Piezas de armado y proceso de ensamble de solera inferior



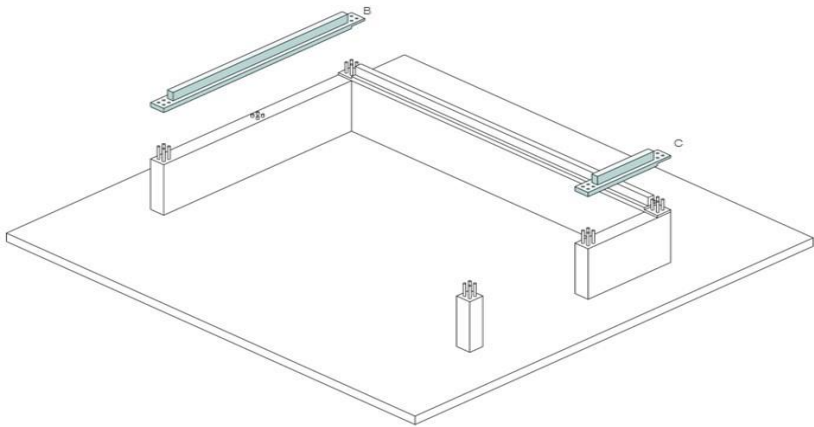
SOLERA INFERIOR



Instalación lámina impermeable y solera inferior A.



SOLERA INFERIOR

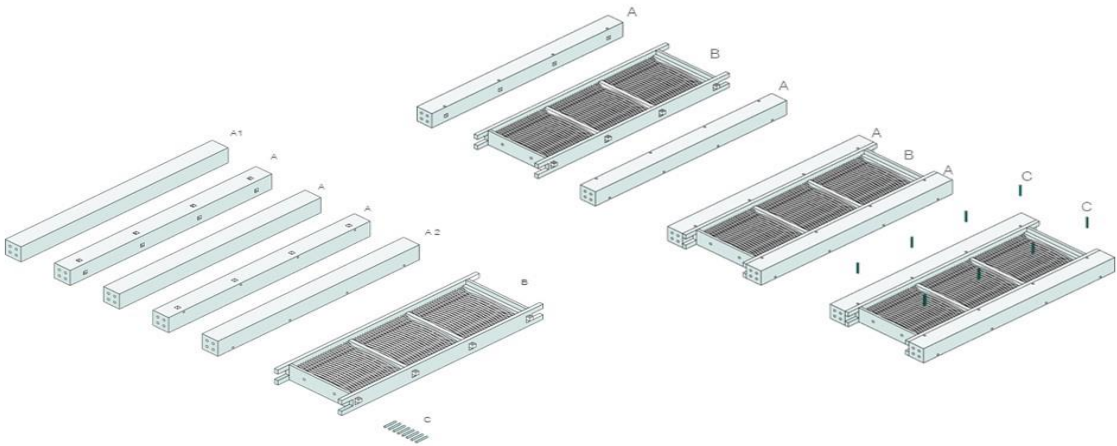


Instalación solera inferior B y C.



ANEXOS

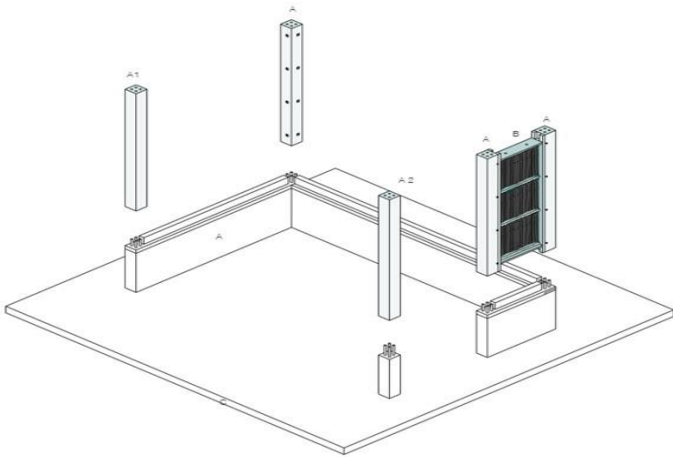
ESTRUCTURA



Arme modulo B con piezas A (Columnas)
Estas se fijan con Tarugos.



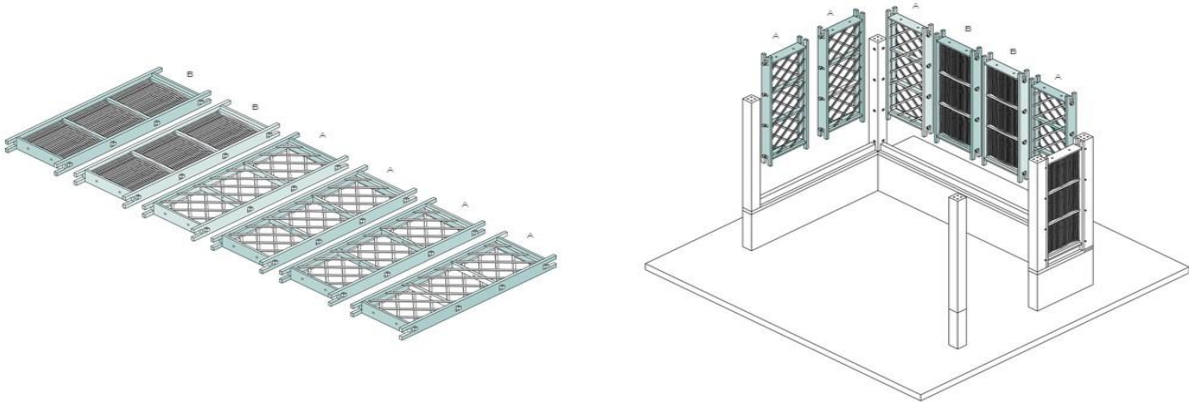
ESTRUCTURA



Arme solera inferior con columnas y modulo B
Columnas A y Modulo B obligatoriamente se unen
antes de instalarse en la solera inferior.



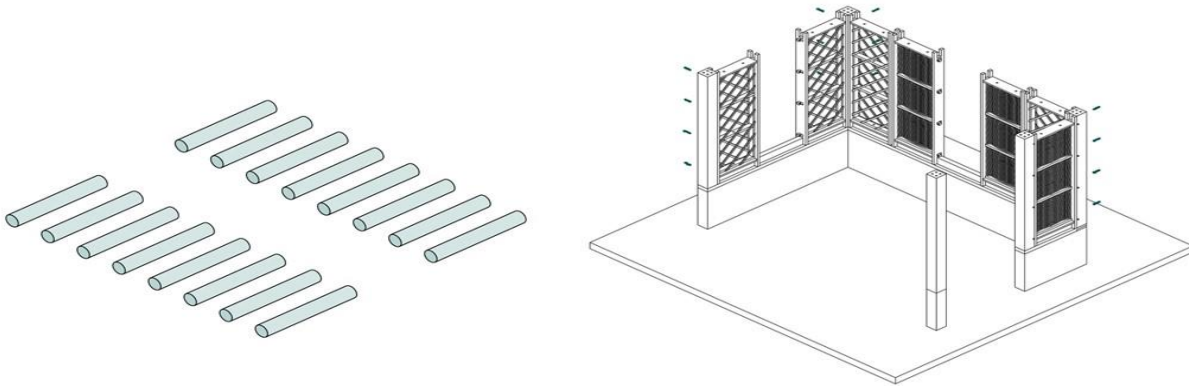
MODULOS



Módulos e instalación de estos con la estructura y
solera inferior.



MODULOS

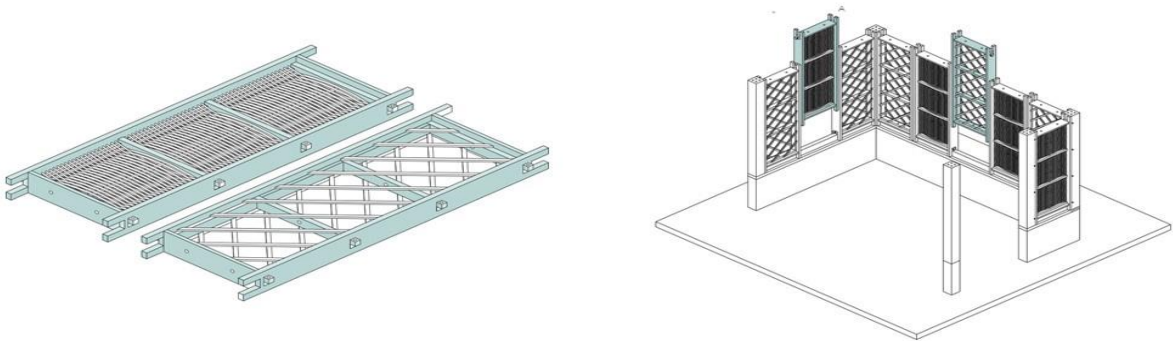


Se aseguran los módulos con la estructura con
tarugos de 10 cm de largo y radio de 1 cm.



ANEXOS

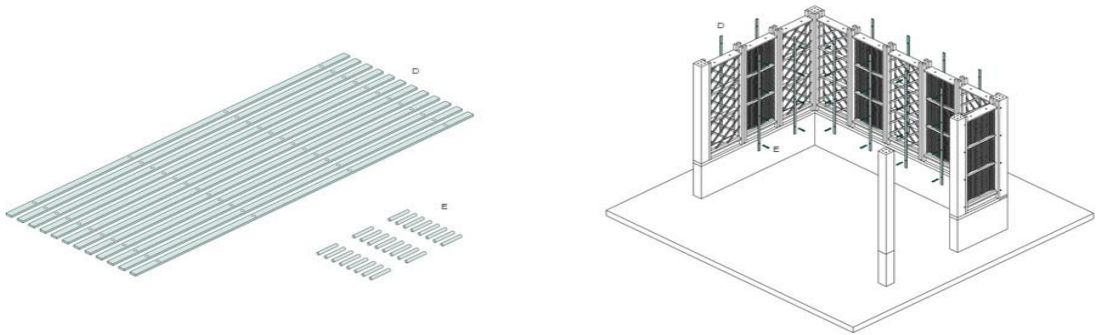
MODULOS



Instalación de módulos restantes, estos son los últimos en instalar pues es la única forma en que encajan exactamente los módulos adyacentes a las columnas.



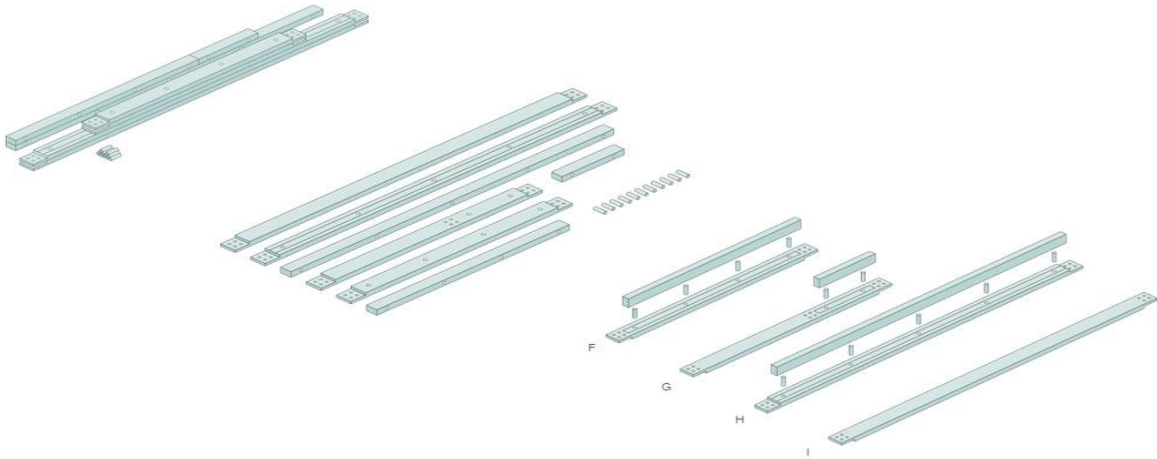
MODULOS



Se instalan los recubrimientos de las uniones de cada módulo, estas se unen directamente al módulo ayudando a dar rigidez y consistencia al muro.



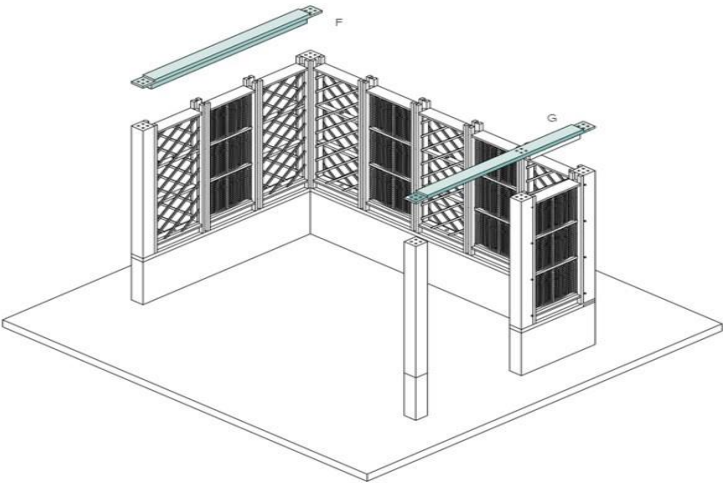
SOLERA SUPERIOR



Piezas de armado y proceso de ensamble de solera superior



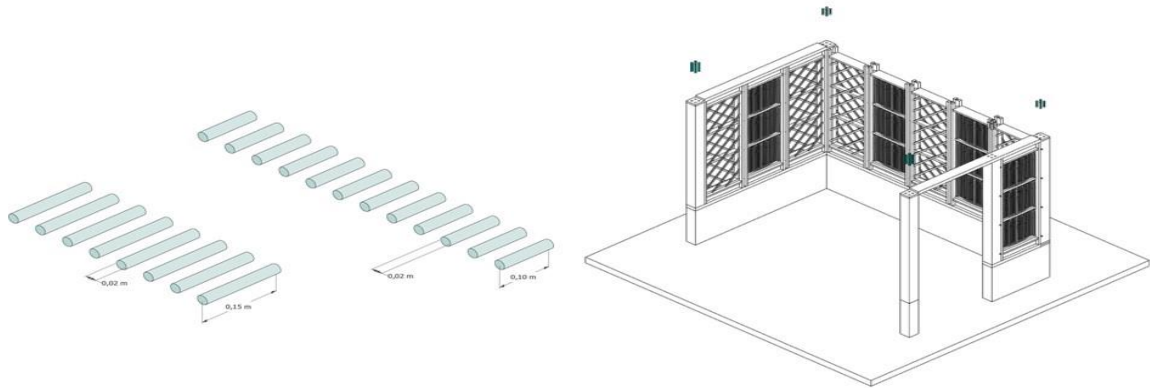
SOLERA SUPERIOR



Instalación solera superior F y G.



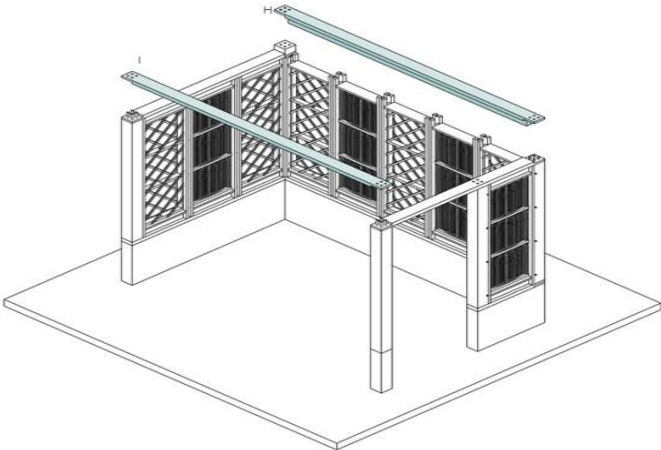
MODULOS



Instalación de tarugos a fin de fijar soler superior F y G.



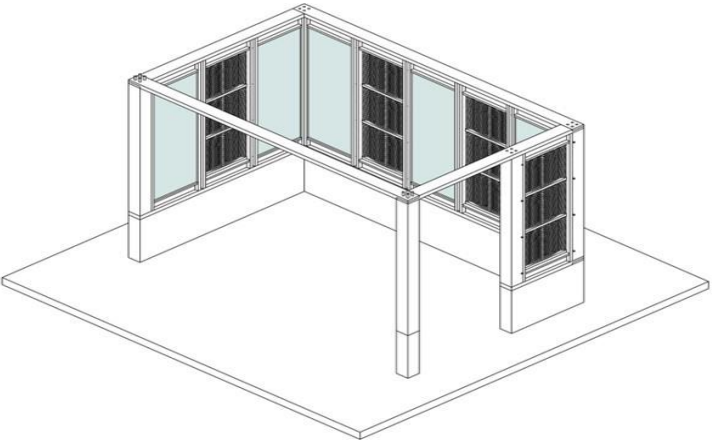
MODULOS



Instalación solera superior H -I.



MODULOS

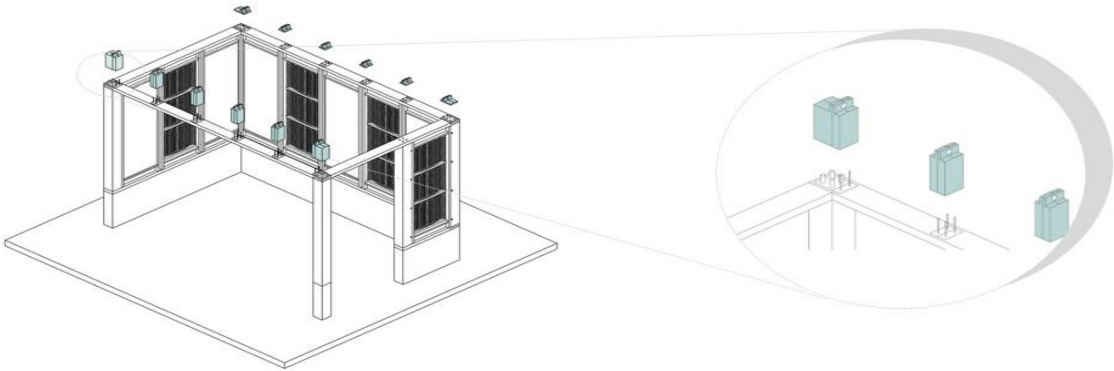


Rellenar muros con mezcla de barro.

Nota: Para la mezcla que se realiza para cada módulo se requiere 1 bulto de tierra, 1/4 de arena, paja, medio de agua.
(El barro debe estar remojado mínimo 5 días a fin de activar la grada).



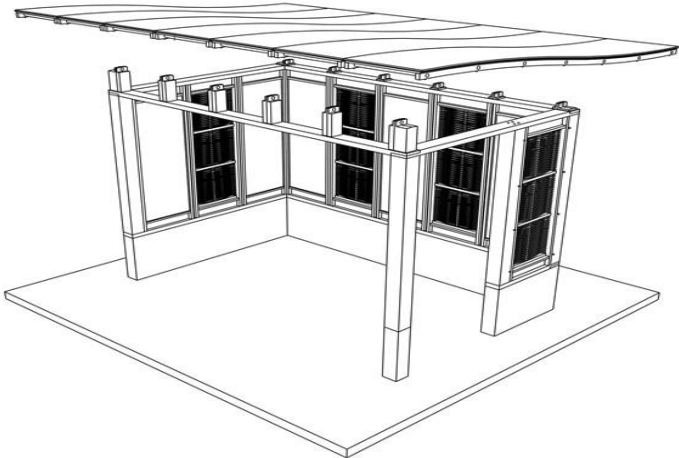
CUBIERTA



Instalación y detalle de Punteros (soportes de cubierta) con anclajes de tarugos para lograr la conexión de solera superior a punteros.



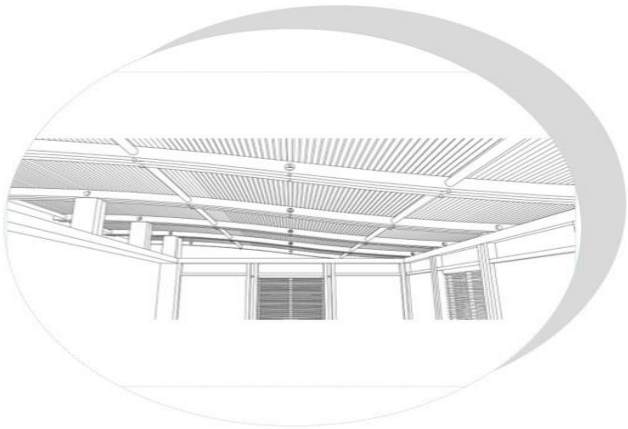
CUBIERTA



Se sitúa la cubierta sobre los punteros



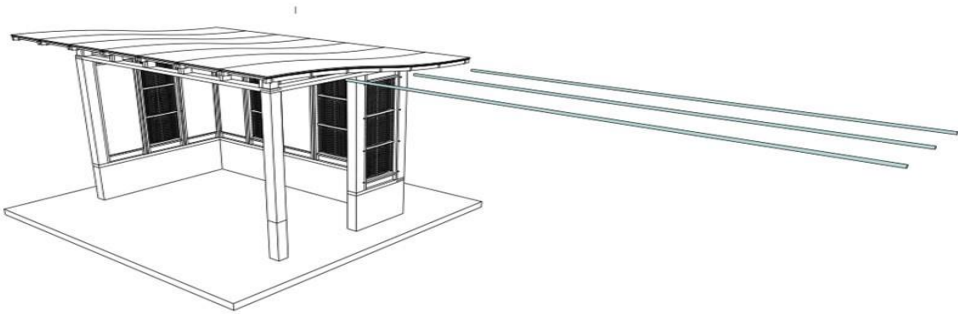
CUBIERTA



Se sitúa la cubierta sobre los punteros



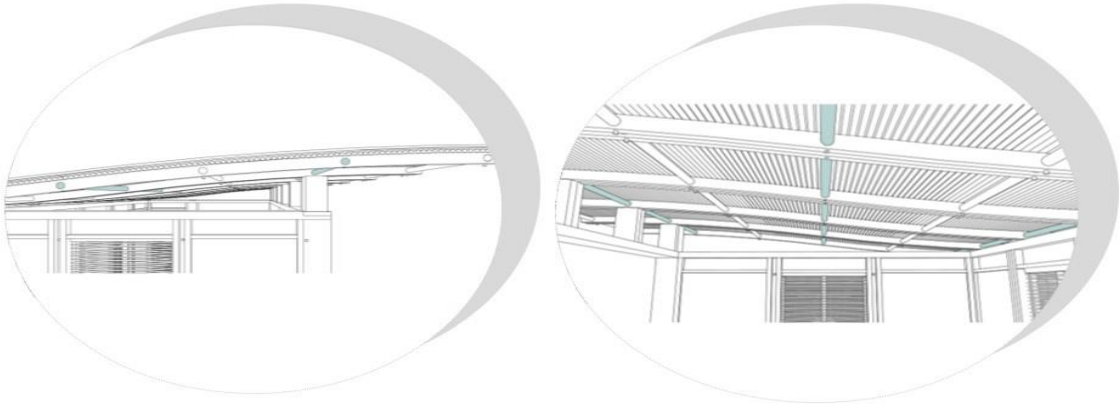
CUBIERTA



Ajuste de cubierta con pasadores que amarren todos los módulos de esta



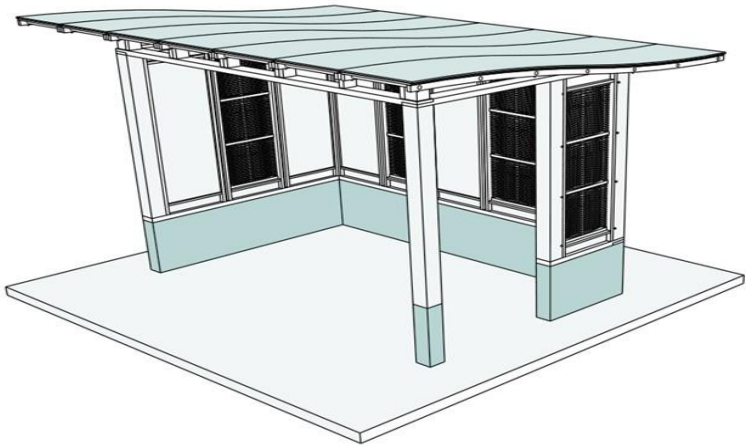
CUBIERTA



Detalle ajuste de cubierta con pasadores que amarren todos los módulos de esta



● ● P_{ARADERO}



Construcción final



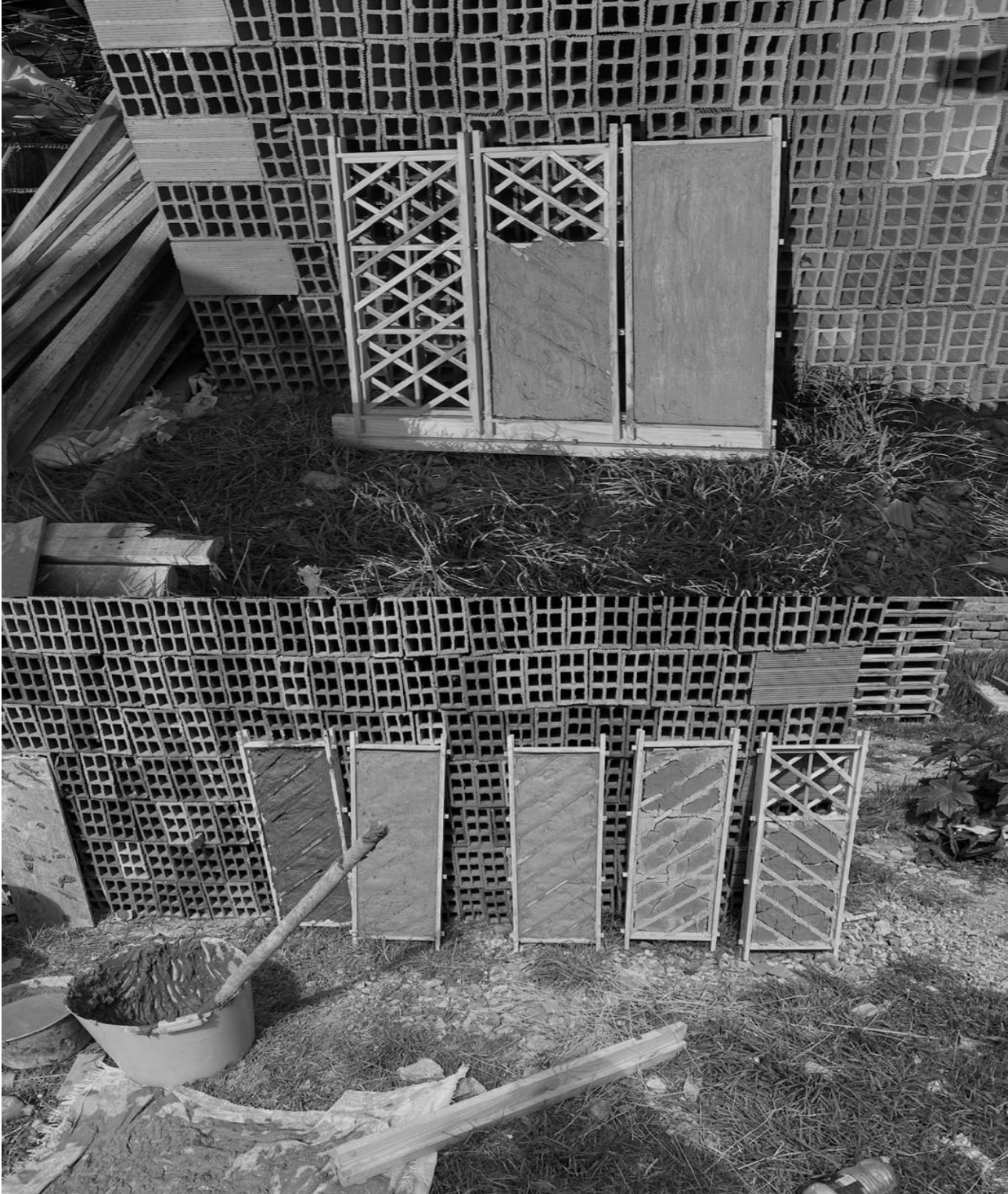
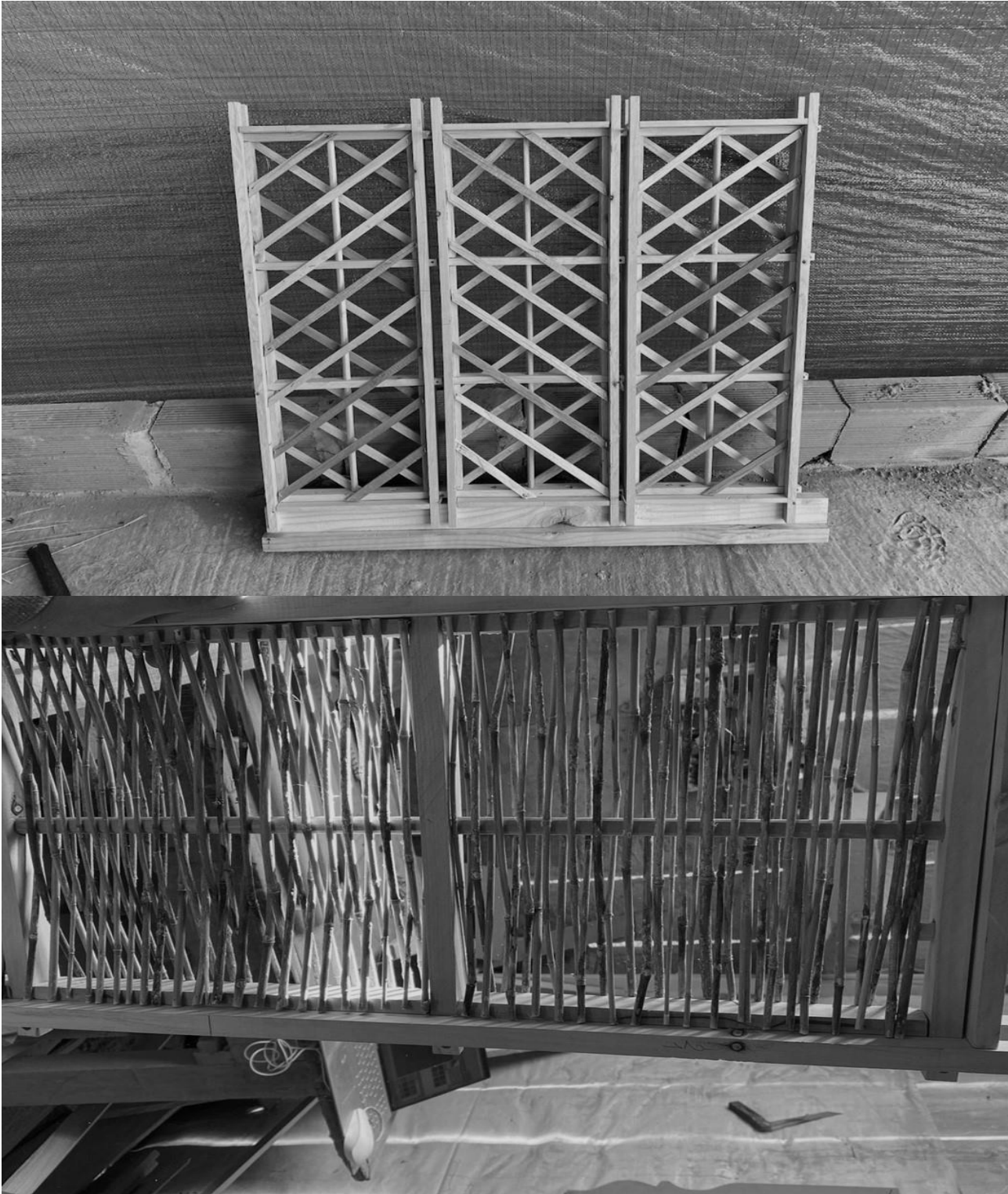
● ● P_{ARADERO}



Construcción final



ANEXOS









CONCLUSIONES

Un proyecto de investigación que concluya con la construcción, ya sea de un prototipo a escala o maqueta física, enriquece y ayuda a comprender realmente el funcionamiento de la propuesta arquitectónica sea cual sea el proyecto. En mi caso particular, aprendí a reconocer el valor de la tierra y de la prácticas relacionadas con arquitectura vernácula; modelos constructivos que realmente van de la mano con la arquitectura sustentable, y que desarrollados a mayor profundidad pueden servir como un recurso arquitectónico que solucione y mejore la calidad y los estilos de vida.

El haber desarrollado una guía detallada facilitó la comprensión del proyecto por parte de los carpinteros que hicieron los elementos para el posterior ensamble, cumpliendo uno de los objetivos, “Optimizar el sistema estructural del bahareque con funciones prácticas, versátiles y de fácil ensamble “.

Debido a que los paneles se hicieron, ensamblaron y se les aplicó la mezcla de barro y acabados en cal, en un municipio a 27 km de distancia del lugar de la presentación, se cumplió con la idea de estandarización y prefabricación ya que ningún panel sufrió afectaciones durante el traslado, cargue y descargue (acción realizada por el suscrito y una acompañante).

REFERENCIAS

- Muñoz, J. y Paradiso,M. y Dal Savio,M. (2016). el “estilo temblorero” y el “bahareque” en la formación universitaria: arquitecturas patrimoniales con tierra en el paisaje cultural cafetero de Colombia [archivo PDF]. Recuperado de <https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/construccioncantierra/article/view/996/1435>
- Lántic colonial. (2016).Ensamble en madera de la cultura japonesa. <https://www.anticcolonial.com/naturelovers/ensambles-en-madera-de-la-cultura-japonesa/>
- Casanova, S.A.(2011). Vivienda económica construida con bahareque en Bosa. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/13948>
- Muñoz.J.(2016). Seminario interdisciplinar ingeniería, riesgo y cultura[archivo PDF]. Recuperado de [https://idea.manizales.unal.edu.co/publicaciones/eventos/Seminario Interdisciplinar Ingenieria/03/3.pdf](https://idea.manizales.unal.edu.co/publicaciones/eventos/Seminario_Interdisciplinar_Ingenieria/03/3.pdf)
- Robledo,J. (1996). La ciudad en la colonización Antioqueña: Manizales.Editorial Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Bogotá.
- Carazas, W.(2002).Adobe: Guía de construcción parasísmica [archivo PDF]. Recuperado de <http://repo.fundasal.org.sv/56/1/Adobe.pdf>
- Carazas, W. y Rivero, A.(2002).Bahareque: Guía de construcción parasísmica [archivo PDF]. Recuperado de https://www.misereor.org/fileadmin/user_upload_misereororg/cooperation/es/construccion/guia-de-construccion-bahareque-parasismica.pdf
- Vacacela, N. (2015). Paneles de bahareque prefabricado y aplicación a una vivienda. (Trabajo de grado, Universidad Estatal de Cuenca). Cuenca, Ecuador [archivo PDF]. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23224>
- Guerrero,L (2017). Pasado y porvenir de la construcción con bajareque. Revista Gremium. <https://editorialrestauro.com.mx/pasado-y-porvenir-de-la-construccion-con-bajareque/>
- Empresa Sura. (2020). Construcciones en bahareque conocimiento para el desarrollo de las capacidades [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.segurossura.com.co/empresasura/Documentacion%20Formacion/ficha-tecnica-estructuras-bahareque.pdf>
- Roux, R. (2018). Bahareque y su Inercia Térmica para muros de viviendas de Interés Social. (artículo, revista legado de arquitectura y diseño, universidad autónoma del estado de mexico) [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/4779/477954382024/html/#:~:text=El%20bahareque%20es%20una%20t%C3%A9cnica,realizaci%C3%B3n%20se%20requiere%20de%20vegetaci%C3%B3n.>