



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Estrategias de diseño de refugios temporales en
situaciones post-catástrofes, en la zona de Vargas
(Venezuela).

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Arquitectura Avanzada, Paisaje,
Urbanismo y Diseño

AUTOR/A: Maimone Farias, Andrea

Tutor/a: Serrano Lanzarote, Apolonia Begoña

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

Resumen

La crisis climática global ha desencadenado múltiples consecuencias significativas, destacándose el incremento en la frecuencia y severidad de catástrofes naturales. Entre las principales causas de esta problemática se encuentran las actividades humanas, particularmente la emisión de gases de efecto invernadero, de los cuales el sector de la construcción es un contribuyente destacado, generando hasta el 40% de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂) (Velázquez, 2023)

Venezuela no es ajena a estos impactos. En las últimas décadas, el país ha experimentado una creciente incidencia de eventos climáticos extremos, como inundaciones y deslizamientos de tierra, fenómenos que han sido exacerbados por el cambio climático. Estas situaciones han provocado la destrucción de infraestructuras y desplazado a miles de personas. Ante este panorama, se vuelve crucial implementar estrategias que reduzcan los efectos negativos y garanticen la seguridad de las comunidades afectadas.

Esta investigación se centra en explorar soluciones de diseño arquitectónico para la creación rápida de refugios que atiendan de manera eficaz las necesidades de las personas desplazadas por desastres naturales. Estos refugios deben ser duraderos, accesibles, sostenibles y adaptables a las condiciones cambiantes de los terrenos y las necesidades humanitarias. La arquitectura efímera surge como una respuesta viable, enfocándose en la construcción de estructuras temporales diseñadas para proporcionar refugio, logística y atención a las comunidades afectadas.

No existe un modelo único de refugio ideal, ya que cada situación demanda una solución específica. Sin embargo, el objetivo es avanzar hacia un proceso flexible que se adapte a distintos contextos, tomando en cuenta factores esenciales como la dignidad y el bienestar de las personas afectadas.

Es fundamental que estas soluciones arquitectónicas no solo se vean desde una perspectiva técnica, sino también como parte de una producción cultural que cobra significado en el contexto social, histórico y cultural de cada comunidad.

Palabras claves

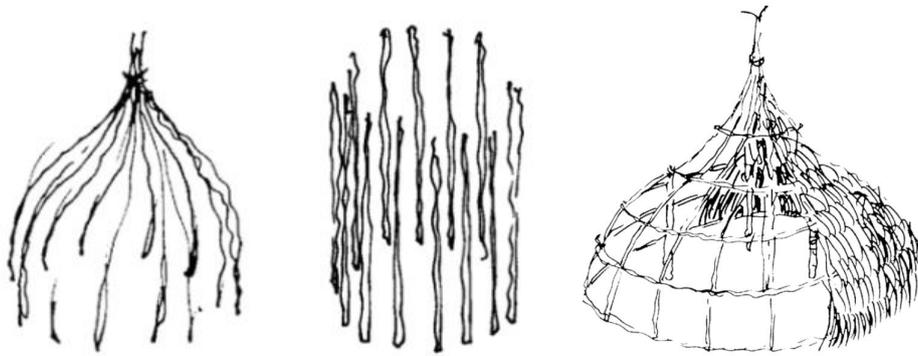
Crisis climática; catástrofes naturales; arquitectura efímera; materiales locales; flexibilidad y modulación; refugios temporales; resiliencia; respuesta humanitaria.

Índice

Resumen	2
Palabras claves	3
Capítulo 01: Introducción	5
1.1 Introducción	6
1.2 Planteamiento del problema	7
1.3 Metodología	8
1.3 Objetivos generales	9
1.4 Objetivos específicos	9
Capítulo 02: Características del entorno.....	10
2.1 Lugar de estudio.	11
2.2 Causa: vulnerabilidad	17
2.3 Efecto: Necesidad de refugio.....	18
2.5 Arquitectura vernácula en Venezuela.....	20
2.5.1 Herencia indígena	21
2.5.2 Herencia colonial	28
Capítulo 03: Sistema constructivo.	29
3.1 Bahareque	30
3.2 Caña guadua	33
3.3 Panel de caña.....	41
3.4 Eco panel	43
3.5 Domo techo.....	45
3.6 Sugarcrete	48

Índice

Capítulo 04: Evaluación de los sistemas constructivos	52
4.1 Indicadores ambientales	55
4.1.1 Estanquidad	55
4.1.2 Inercia térmica.	55
4.1.3 Comportamiento sismo resistente	56
4.1.4 Comportamiento frente a el fuego	57
4.2 Indicadores tecnológicos	58
4.2.2 Montaje y desmontaje:	58
4.2.3 Ciclo de vida: residuos de materias prima	58
4.3 Indicadores sociales	59
4.3.1 Aceptación social:	59
3.2.2 Material local:	59
4.4 Cuadros comparativos	61
4.5 Análisis constructivo	65
Capítulo 05: Criterios de diseño de refugio	66
5.1 Criterios básicos	67
5.2 Criterio para el diseño de un refugio	68
Capítulo 06: Conclusiones	86
Referencias bibliográfica	88



Capítulo 01

Introducción

Imagen de fruto vivos en: *el perro y la rana*

1.1 Introducció

En un context de emergència, se desencadenen diversos escenaris en los que una de las necesidades más urgentes es la provisión de un hábitat transitorio adecuado. En este sentido, la arquitectura de emergencia desempeña un papel fundamental, aportando soluciones inmediatas y eficaces frente a las necesidades básicas de las personas afectadas.

La rapidez en la respuesta es crucial, lo que convierte la gestión eficiente del tiempo en el principal desafío arquitectónico en situaciones de desastre. Así, la arquitectura de emergencia puede definirse como "la respuesta constructiva ante las necesidades humanas que surgen en circunstancias críticas, materializadas en infraestructuras que buscan ofrecer soluciones inmediatas que van desde la protección y el refugio temporal hasta la atención médica en las zonas afectadas" (Maiztegui, 2020).

A pesar de los avances tecnológicos, los desastres naturales siguen causando pérdidas humanas, destrucción material y un número considerable de personas desplazadas. Este trabajo busca desarrollar estrategias de resiliencia enfocadas en el diseño de alojamientos temporales de emergencia. La planificación anticipada se convierte en un elemento esencial para preparar respuestas efectivas ante estas crisis, así como para guiar los procesos de reconstrucción con la participación activa de la comunidad afectada. Este enfoque es clave para restablecer la calidad de vida de las personas tras eventos catastróficos.

El objetivo principal de este proyecto es proporcionar un entorno seguro y digno a las personas afectadas por desastres naturales.

En el primer capítulo se analizarán las catástrofes naturales, incluyendo su tipología y origen. Se recopilará información detallada sobre el área de estudio, teniendo en cuenta sus condiciones climáticas, geográficas y topográficas. Además, se examinarán las viviendas tradicionales de los aborígenes desde perspectivas social, espacial, tecnológica y ambiental.

El segundo capítulo se enfocará en casos de estudio sobre sistemas constructivos inspirados en las viviendas vernáculas. Se explorarán los sistemas tradicionales que utilizan materiales vegetales y locales como aquellos modernos que han sido industrializados. A través de este análisis, se buscará definir una línea de diseño para el alojamiento post-catástrofe, asegurando que sea coherente con el entorno y que incluya la participación activa de la comunidad afectada en la reconstrucción de sus hogares. Este enfoque integrador permitirá avanzar hacia soluciones más eficaces, adaptadas a las realidades específicas de cada contexto y orientadas a una recuperación integral tras una catástrofe natural.

1.2 Planteamiento del problema

La región de Vargas en Venezuela ha sido históricamente vulnerable a desastres naturales debido a su geografía montañosa, su proximidad al mar y las intensas lluvias que suelen afectar la zona. Esta combinación de factores ha generado numerosos eventos catastróficos, entre los cuales destacan las inundaciones y deslizamientos de tierra que, con frecuencia, han puesto en riesgo la vida de sus habitantes y la infraestructura de la región.

Uno de los eventos más devastadores fue la tragedia de Vargas en diciembre de 1999, donde intensas lluvias provocaron deslizamientos masivos que arrasaron con comunidades enteras, dejando miles de muertos y desaparecidos, y destruyendo viviendas e infraestructuras. Este evento puso de manifiesto no solo la vulnerabilidad física del territorio, sino también las profundas carencias estructurales de Venezuela en cuanto a planificación urbana, mitigación de riesgos y respuesta rápida a desastres.

A lo largo de los años, el país ha continuado enfrentando problemas de infraestructura, los cuales se han visto agravados por la crisis económica y política. Venezuela carece de instalaciones adecuadas para hacer frente a emergencias naturales, incluyendo sistemas eficientes de drenaje, programas de vivienda de emergencia y refugios temporales bien distribuidos. En muchas regiones del país, la infraestructura vial, sanitaria y energética está severamente deteriorada, lo que agrava las dificultades en momentos de desastre. En Vargas, esta situación es particularmente crítica, ya que la geografía accidentada de la zona hace que muchas comunidades sean de difícil acceso, especialmente en situaciones de emergencia.

A nivel nacional, Venezuela enfrenta una serie de desafíos en la gestión de infraestructuras clave. Las carreteras y puentes que conectan zonas rurales y urbanas se encuentran en mal estado, lo que impide una respuesta rápida y efectiva durante desastres. Además, las redes eléctricas y de agua potable sufren frecuentes cortes, lo que afecta la capacidad de brindar servicios básicos en momentos de crisis. A esto se suma la falta de un sistema de planificación urbana que considere las amenazas del cambio climático y las condiciones geográficas únicas de regiones como Vargas.

El cambio climático ha exacerbado estos problemas, aumentando tanto la frecuencia como la intensidad de los fenómenos climáticos extremos. Según informes de expertos, Vargas es una de las regiones más afectadas por los efectos del calentamiento global en Venezuela, y la falta de infraestructuras adecuadas hace que la población se enfrente de manera continua a riesgos de desastres. Los sistemas de alerta temprana son limitados y las acciones de prevención, como el reordenamiento de asentamientos en zonas de alto riesgo, han sido insuficientes. Esto pone a Vargas en una situación de vulnerabilidad crónica frente a nuevos desastres.

Ante este panorama de vulnerabilidad en la zona y la precariedad de las infraestructuras en Venezuela, busca contribuir al desarrollo de soluciones arquitectónicas adaptadas a la realidad del país. El objetivo es diseñar refugios temporales sostenibles, eficientes y resistentes que no solo respondan a la necesidad inmediata de albergue tras un desastre, sino que también se integren al contexto local mediante el uso de materiales y mano de obra disponibles. La motivación principal es proporcionar a las comunidades afectadas una herramienta que les permita enfrentar el futuro con mayor resiliencia, reduciendo los riesgos de desplazamiento masivo y protegiendo la dignidad de las personas en situación de emergencia.

1.3 Metodología

Fase 1. Trabajo bibliográfico:

- Se llevará a cabo un estudio exhaustivo del área, analizando sus características climáticas, geográficas y topográficas para comprender mejor las condiciones y factores que afectan el entorno.
- Análisis de las diferentes situaciones de emergencia, provocadas por desastres naturales (inundaciones, terremotos, deslizamientos) ocurridas durante los últimos diez años en esta zona.
- Investigar distintos sistemas y componentes constructivos del área. Recopilando datos tales como: fabricante, descripción del sistema, campo de aplicación, materiales, tipología, características, de esta manera poder establecer éxitos y fracasos, de los procesos aplicados.

Fase 2. Trabajo de campo:

- Recopilación de información en el sitio, incluyendo un reportaje fotográfico de las zonas afectadas.
- Realización de un estudio topográfico que tome en cuenta las áreas de riesgo y la presencia de cuerpos de agua.
- Se buscará comprender cómo las condiciones climáticas impactan en los patrones de vida y en la economía local.
- Establecimiento de parámetros de evaluación para la adaptación de sistemas constructivos y materiales a la localidad. Esto permitirá determinar la opción más adecuada para crear un sistema enfocado en la sostenibilidad, que responda a las características del sector y las necesidades de sus usuarios. Se abordarán aspectos técnicos, procesos de fabricación, puesta en obra e información visual.

Fase 3. Trabajo de despacho:

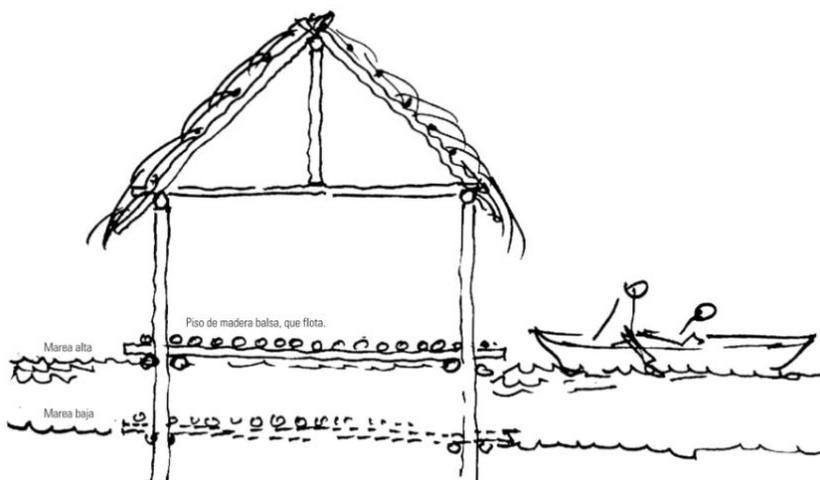
- Definición de línea de diseño para un prototipo de refugio, que contenga criterios básicos de diseño, fases del proceso, esquemas conceptuales.
- Esquema de proceso de montaje y desmontaje.
- Elaboración y generación de planos arquitectónicos, elaboración de modelo tridimensional, donde se recopilará información sobre su geometría, diseño, estructura y materiales.

1.3 Objetivos generales

Definir estrategias de diseño arquitectónico con el fin de proponer soluciones que permitan la implementación de refugios, satisfaciendo de manera efectiva las necesidades inmediatas de las personas afectadas por desastres naturales o situaciones de emergencia en Varga, Venezuela.

1.4 Objetivos específicos

- Determinar y conocer las causas de la implantación de alojamiento de emergencia.
- Recopilar información y referentes que sirvan de base para el desarrollo del nuevo prototipo.
- Estudio de las propiedades de materiales locales de origen vegetal para el desarrollo de la propuesta.
- Realización de prototipo posible, respondiendo a la vulnerabilidad de la zona ante un desastre natural, dando una solución a su contexto social e histórico.



Capítulo 02

Características del entorno.

Imagen 01: Palafito

Fuente: *El perro y la rana*

2.1 Lugar de estudio.

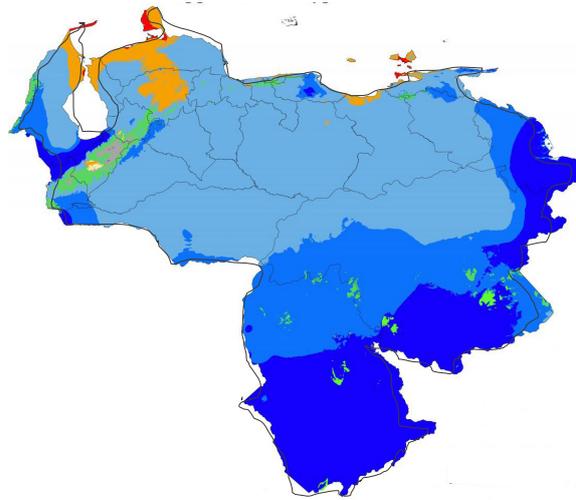
Venezuela se encuentra ubicada en la parte septentrional de América del Sur. El territorio nacional se puede dividir en nueve zonas o regiones en cuanto a características geográficas y climáticas. El país tiene una biodiversidad muy alta. Existen hábitats que van desde las montañas de los Andes en occidente hasta la selva tropical de la cuenca del Orinoco en el sur. Está expuesta a numerosos eventos naturales: inundaciones, deslizamientos de tierra, sequías periódicas y terremotos, cuyas consecuencias pueden ser devastadoras, agravadas por la vulnerabilidad de la población. Los deslizamientos más relevantes, por su magnitud e impacto, han ocurrido en las ciudades, en el cual las zonas informales son las más afectadas.

Los sismos cuyos focos se encuentran en territorio venezolano o en sus cercanías están esencialmente relacionados a las zonas de contacto entre las placas Sudamericana y del Caribe con varias fallas activas entre las que destacan las del sistema Boconó-San Sebastián-El Pilar, de oeste a este del país, recorriendo el arco andino costero. Los sismos más recientes en la memoria colectiva son los de Caracas de 1967 (Mg 6.3) y en la localidad de Cariaco, Estado de Sucre de 1997 (Mg. 7.0) con afectación importante en términos de víctimas y daños materiales.

El peligro de inundación, tanto fluvial como urbana y costera es alto. Se espera que en los próximos 10 años se produzca al menos una inundación potencialmente dañina y mortal. En el año 2000 se registraron fuertes lluvias donde miles de personas perdieron sus hogares y se convirtieron en refugiados. (Wilson, 2020)

El calor extremo se clasifica como alto: se espera que en los próximos cinco años ocurra al menos una exposición prolongada al calor extremo, causando estrés térmico.

Tipos de clima en Venezuela



A - zona tropical

- Af (Bosque tropical lluvioso)
- Am (Monzón tropical)
- Aw (Sabana tropical)

B - zona seca

- BWh (Desierto cálido)
- BSh (Semidesértico cálido)
- BSk (Semidesértico frío)

C - Zona altas templadas

- Cwb (Tierras altas templadas / inviernos secos)
- Cfb (Tierras altas templadas sin estación seca)

C - Zona alpinada

- ETH (Tundra alpina)
- ETF (Capa de hielo alpina)

Imagen 02: Mapa de clasificación climática de Köppen de Venezuela

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Clima_de_Venezuela

Según el último informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC, 2013), las continuas emisiones de gases de efecto invernadero provocarán un calentamiento adicional, y con seguridad se registrarán niveles extremos de temperaturas cálidas de manera más frecuente en la mayoría de las zonas del planeta en los próximos 50 años.

Todos estos factores se agravan cuando las viviendas no se adaptan a las condiciones ambientales, además la mayoría de los venezolanos vive en asentamientos informales y, generalmente en viviendas inadecuadas, (Genatios y Lafuente, 2004). con problemas tales como:

Agua:

- En 2011, el 95,9% de las viviendas en Venezuela tenían acceso a agua potable, según el Censo de Población y Vivienda del INE.

- La frecuencia de abastecimiento de agua variaba: el 62% recibía agua diariamente, el 26,9% cada 2 o 3 días, el 7,4% una vez a la semana y el 3,7% cada 15 días.

- A pesar de esto, había 1.281.091 viviendas sin acceso a agua, lo que representaba el 15,60% del total. (INE, 2011)

- Un 5% de la población se abastece de agua a través de camiones cisterna

Saneamiento

- En 2011, el 58,8% de las viviendas en Venezuela estaban conectadas a un sistema de saneamiento por cloaca, el 18,6% tenía pozo séptico y el 1,2% contaba con letrina.

- El 21,4% restante de las viviendas no disponía de un sistema de saneamiento adecuado.

- Según el Banco Mundial, solo el 23% de la población tenía acceso a "instalaciones de saneamiento mejoradas" que no se compartían con otros hogares y donde los excrementos se eliminaban de forma segura. (Word Bank, 2020).

Electricidad

- En 2011, el 98,2% de las viviendas en Venezuela tenía servicio eléctrico, mayormente a través de la red pública.

- En 2020, el 100% de la población tenía acceso a electricidad, pero ninguna se abastecía con fuentes renovables.

- La crisis energética desde 2009 ha obligado a los venezolanos a adaptar sus rutinas, afectar servicios esenciales y recurrir a conexiones informales para obtener electricidad. (Word Bank, 2020).

Gestión de residuos

- En 2011, el 73,1% de los hogares en Venezuela tenía servicio de recogida de basura, mientras que el 11% utilizaba depósitos colectivos.

- El 15,9% de los hogares restantes se deshacía de los residuos enterrándolos, quemándolos o arrojándolos a cuerpos de agua u otros lugares.

- En 2010, se estimó que la generación anual de residuos sólidos municipales en Venezuela era de 9.779.093 toneladas. (De La Rica y Duran, 2022)

Existe una amplia presencia de lo que se conoce como "casas informales" o "viviendas improvisadas". Estas estructuras suelen ser el resultado de asentamientos informales o invasiones de tierras, donde las personas construyen sus viviendas de manera espontánea y sin el permiso o la supervisión de las autoridades municipales. Las casas informales suelen estar construidas con materiales económicos y disponibles localmente, como bloques de concreto, láminas de metal, cartón, plástico y madera. Estas viviendas suelen carecer de servicios básicos como agua potable, electricidad y alcantarillado, lo que las hace especialmente vulnerables a los desastres naturales y las condiciones climáticas extremas.

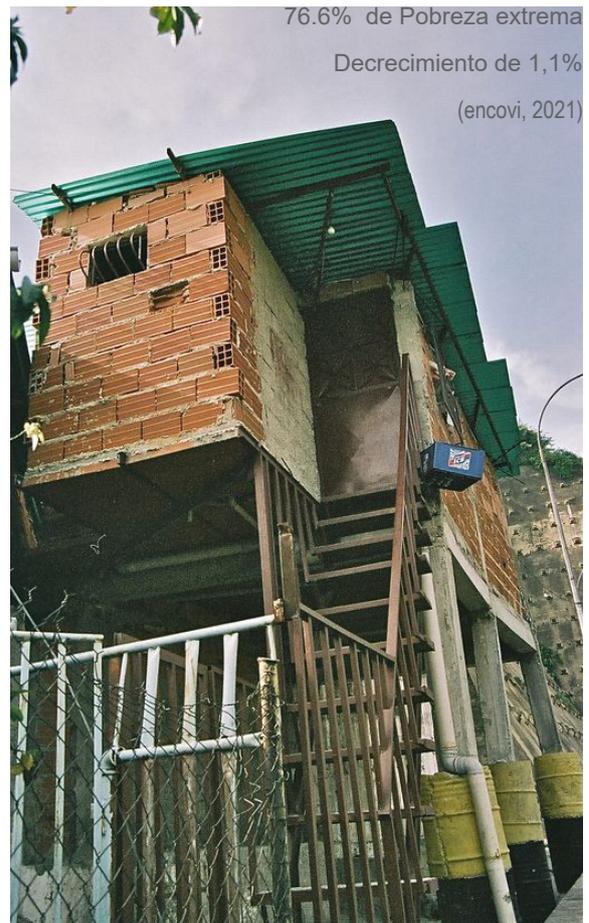


Imagen 03: Ranchos venezolanos, Petare

Fuente: (Genatios, C., & Lafuente, E. 2004)

El estado Vargas, ubicado en el centro-norte de Venezuela, con una extensión de 1.497 km², 0,16% del territorio nacional. Alberga una población de 486.824 habitantes (censo 2023). Limitado por el mar Caribe y la cordillera de la costa, su clima varía desde tropical-cálido hasta tropical templado, con temperaturas promedio entre 25°C y 28°C y precipitaciones escasas y poco regulares, salvo en áreas más elevadas donde el clima es húmedo. (Venezuela-tuya, s.f)

La geografía del municipio se caracteriza por una región montañosa y una franja costera delgada, con la Cordillera de la Costa como su frontera natural, que incluye el Parque Nacional El Ávila. Su punto más alto es el Pico Naiguatá a 2.765 m s. n. m.

Cuenta con unos 70 ríos que fluyen hacia el Mar Caribe, con vegetación xerófila en la costa y bosques tropófilos en zonas más altas. El estado actúa como un punto de convergencia para los ríos de Caracas y otras localidades, ya que varios de ellos desembocan en el mar Caribe. La mayoría de estos ríos son quebradas que nacen en el cerro Ávila. Entre las quebradas destacan la quebrada de Germán, en La Guaira, y la quebrada de Mapurite, en Maiquetía. Debido a su cercanía con Caracas, la mayoría de los ríos y quebradas del estado Vargas se han convertido en canales para el transporte de desechos, que finalmente desembocan en el mar Caribe. (Wayback Machine, n.d.)

En cuanto a la economía, se basa en diversas actividades, destacando el turismo. Grandes inversiones se han hecho en infraestructura turística como residenciales, hoteles, restaurantes y mantenimiento de playas. Aunque es un estado costero, la actividad pesquera es moderada, produciendo aproximadamente 3.300 toneladas de pescado al año, con especies comerciales como el coro-coro, el pargo y el mero, y el puerto de "Mosquero" como centro de distribución principal. Es considerado la puerta de entrada del país, ya que en él se ubica el puerto y el aeropuerto más importante de la nación. (Venezuela-tuya, s.f)



Imagen 03: Estado Vargas

Fuente: <https://www.venezuelatuya.com/estados/vargas.htm>

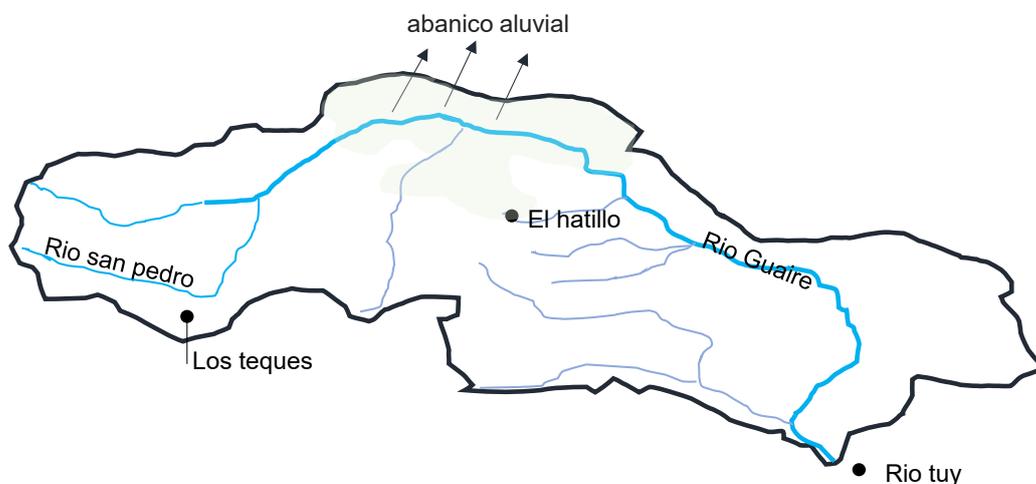


Imagen 04: Estado Vargas.

Fuente: Reelaboración propia a partir de instituto geografía simón bolívar

Estado Vargas

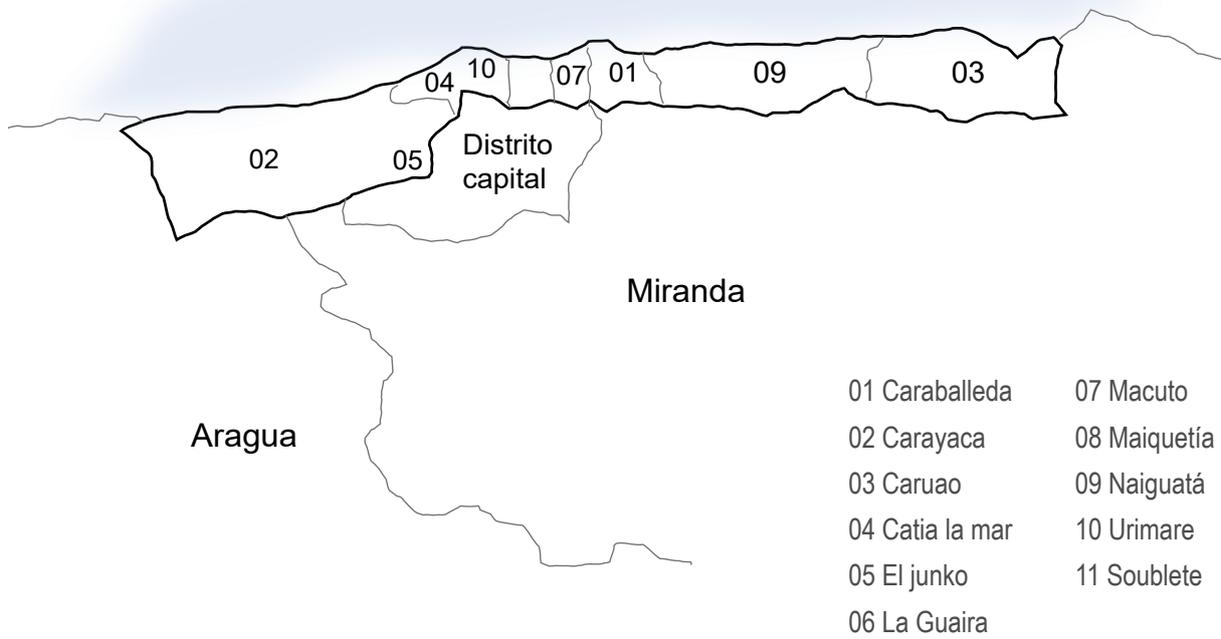


Imagen 05: Estado vargas

Fuente: <https://www.venezuelatuya.com/estados/vargas.htm>



Catàstrofes: Impactos

Se han reportado varios acontecimientos similares al ocurrido en la misma zona, entre los cuales se destacan:

1798: El río Osorio aumenta su caudal entre, fuertes precipitaciones que se extienden por 60 h; el centro de La Guaira se ve afectado siendo destruidas algunas casas.

1951: Un fenómeno meteorológico similar sucede en la misma zona cuando el río Naiguatá cambia de cauce arrasando consigo numerosas casas mientras que otros ríos como el Osorio y el Caracas crecen por las precipitaciones afectando, el primero de ellos, a la ciudad de La Guaira. Estas precipitaciones se calcularon en cerca de 530 mm de agua en tan sólo 60 horas.

1999: Tragedia de Vargas. El deslave y derrumbes de las laderas montañosas de la serranía del Ávila se originaron el 15 de diciembre de 1999. Por las pendientes se arrastraron sedimentos, volúmenes considerables de agua y rocas que alcanzaban una velocidad de 200 kilómetros por hora. El barro proveniente de las montañas derrumbo las viviendas en un abanico aluvial, un accidente geográfico formado por una corriente de agua que fluye rápidamente y al entrar en una zona más tendida se extiende en una llanura plana.

Se trató de uno de los peores desastres que se hayan registrado en Latinoamérica, conocido mundialmente como el "*Desastre de Vargas de 1999*". Se las llamó "*lluvias extraordinarias*" dado que, en esa época, usualmente baja en precipitaciones, se registraron una cantidad equivalente al 80% mayor de lo que suele caer en todo un año en Vargas, según expertos. (Medina, 2012)

"El día que la montaña se tragó al mar"

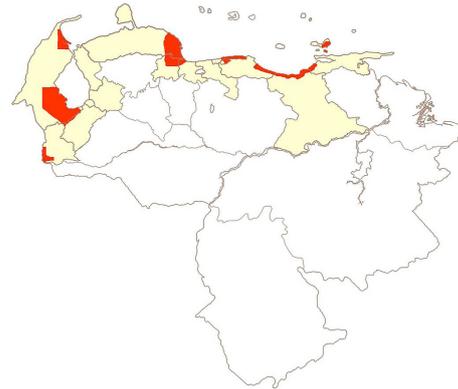


Imagen 07: Mapa que detalla las zonas afectadas (en rojo)

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Tragedia_de_Vargas



Imagen 08: mapa de Venezuela

Fuente: <https://www.google.es/maps>

El desastre natural provocó una devastación significativa en la región, con más de 100.000 personas evacuadas de sus hogares y alrededor del 10% de las viviendas, aproximadamente 8.000, destruidas por completo. Además, varios hospitales y centros de atención médica resultaron dañados, lo que dificultó la prestación de servicios de salud a los afectados. Los sistemas de aguas negras y blancas colapsaron, empeorando la situación sanitaria en la zona, se inició una etapa de alto riesgo sanitario y de epidemias.

La infraestructura vial sufrió graves daños, con aproximadamente el 85% de las carreteras principales destruidas, lo que dificultó enormemente la movilidad y el acceso a las áreas afectadas. La gran mayoría de la población del estado, alrededor del 70%, unas 240.000 personas, se vio afectada de alguna manera por el desastre, ya sea directa o indirectamente.

Además, el desastre causó la paralización de importantes nodos de transporte y actividades recreativas, como el puerto y el aeropuerto, lo que afectó aún más la capacidad de respuesta y recuperación de la región. La infraestructura educativa también sufrió, con aproximadamente el 30% de las escuelas y colegios afectados por los daños.

En términos económicos, los daños materiales se estimaron en alrededor de 4.000 millones de dólares, lo que representa una pérdida significativa para la región y sus habitantes.

Imagen 09: Deslaves en la costa del litoral (1999).

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Tragedia_de_Vargas



El rescate de los supervivientes comenzó días después del desastre, coordinado por el gobierno nacional y con la participación de las fuerzas armadas, Defensa Civil, la Policía Metropolitana, y la comunidad tanto nacional como internacional. El Aeropuerto Internacional de Maiquetía Simón Bolívar sirvió como base de operaciones para trasladar a los sobrevivientes a refugios, siendo el principal el Poliedro de Caracas, que permanecieron allí durante trece meses. En ambas ocasiones, al finalizar el período de emergencia, fue necesario realizar una considerable inversión en reparaciones y remodelaciones. (Lorenzo, 2016) También se llevaron a unidades educativas, empresas y polideportivo, entre otros.

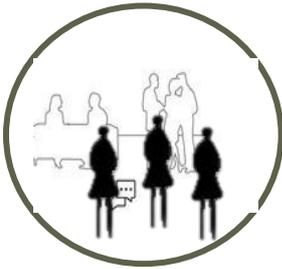
Lo que nos lleva a el rechazo de este tipo de soluciones ante una catástrofe, debido a que las condiciones de estos lugares son inadecuadas, con falta de servicios básicos y hacinamiento, lo que provocó problemas de higiene, seguridad y salud. Además, la convivencia en espacios reducidos exacerbó tensiones sociales, aumentó la violencia y generó conflictos con la población local. El deterioro de las infraestructuras, sumado al desarraigo emocional de los refugiados, empeoró su situación, haciendo que esta solución temporal se convirtiera en un nuevo desafío.

Organizaciones internacionales enviaron carpas, cocinas de campaña, personas especialistas en desastres, medicinas y alimentos.

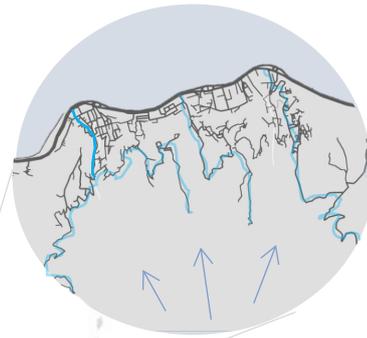
Los esfuerzos iniciales en el año 2000 se centraron en la remoción de escombros y la restauración de infraestructuras clave, como la Autopista Caracas – La Guaira. También se inició a la re-ubicación de los damnificados en otros estados.

Esquema de proceso de estudio

1. Vulnerabilidad



2. Necesidad de refugio



3. Respuesta



- 1. Ambiental: Confort y seguridad ante riesgos**
- 2. Ciclo de vida: Montaje, mantenimiento, desmontaje, reciclaje**
- 3. Social: participación, adaptación social.**

Imagen 02: Mapa de Venezuela

Fuente: Reelaboración propia a partir de pacheco Troconis

2.2 Causa: vulnerabilidad

El estado de Vargas enfrenta un peligro latente debido a la ubicación de viviendas en zonas vulnerables, como márgenes de quebradas, gargantas de torrentes y áreas propensas a deslizamientos. A pesar de los desastres ocurridos en 1999, muchas viviendas permanecen en estas áreas, algunas construidas por el gobierno a través de la "Misión Vivienda". Además, la falta de mantenimiento de canalizaciones y represas aumenta el riesgo de nuevos desastres.

Ante desastres se entiende como resultado de factores históricos, sociales y culturales, que interactúan con fenómenos naturales potencialmente destructivos como huracanes, sismos y lluvias intensas. En el caso de Vargas, su ubicación geo-históricamente vulnerable en el litoral central de Venezuela, entre el mar caribe y la cordillera de la costa, lo expone a riesgos significativos. La formación de plataformas costeras a lo largo de los siglos ha permitido la ocupación urbana, pero también ha aumentado la exposición a desastres naturales, como los aludes torrenciales.

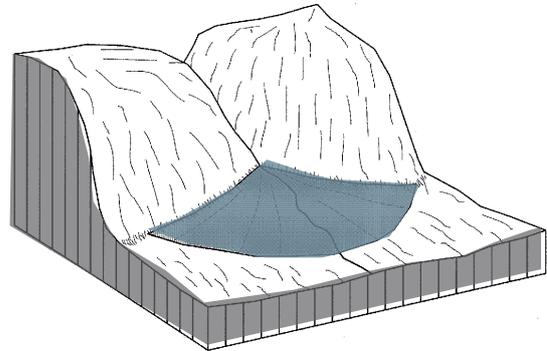
Aunado a esto los asentamientos humanos en áreas de riesgo y la falta de infraestructura adecuada para la gestión de desastres aumenta la vulnerabilidad de Vargas frente a eventos catastróficos.

Factor social / económico:

Aparte de las causas naturales, los desastres en Vargas parecen responder a una serie de factores de índole social y económica, entre los cuales pueden mencionarse:

- Carencia de comportamientos, actitudes y valores en la población acordes con la prevención de riesgos y desastres.
- Falta de conciencia de prevención.
- Ausencia de políticas públicas sobre educación para el riesgo y los desastres.
- Propuestas educativas aisladas del sector universitario: duplicidad de esfuerzos, y escasa cobertura y efectividad.

- Predominancia del paradigma de la atención de desastres en lugar de la gestión de riesgos: atención de las emergencias más que la prevención integral y cambio de actitudes ante los desastres



Fotografía 10: Esquema ábaco aluvial

Fuente: (Tepedino, 2014)



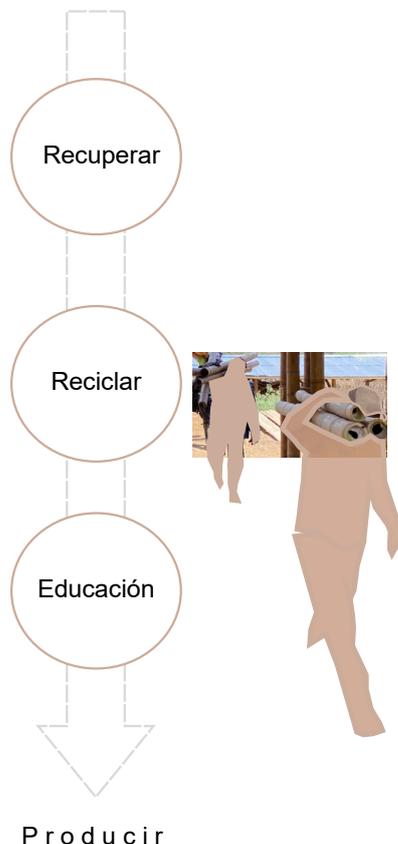
Imagen 11: Deslaves en la costa del litoral (1999).

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Tragedia_de_Vargas

2.3 Efecto: Necesidad de refugio.

Proporcionar viviendas adecuadas es fundamental para garantizar la seguridad y bienestar de las comunidades, especialmente en situaciones de emergencia. Estas viviendas deben ofrecer espacio suficiente y protección contra amenazas climáticas y para la salud, así como disponibilidad de servicios, instalaciones, materiales e infraestructura básica. Además, deben ser asequibles, accesibles y culturalmente adecuadas, permitiendo un acceso sostenible a recursos naturales y servicios comunes. La rapidez en el montaje y desmontaje es esencial para una respuesta efectiva en desastres, sin comprometer la seguridad estructural del prototipo.

A la hora de planificar refugios, se utiliza una clasificación basada en el tiempo de uso. En el caso de Venezuela, el tipo de refugio más adecuado es el progresivo, debido a factores políticos, los elevados costos de adquisición y transporte, y la resistencia de las comunidades locales a aceptar refugios que difieren significativamente de sus costumbres culturales. A lo largo del trabajo, analizaremos la tipología y los sistemas constructivos más adecuados..



2.4 Actuación: Respuesta.

La reconstrucción Según Ian Davis en su libro arquitectura de emergencia hay 3 formas básicas de respuesta.

- Formas de viviendas que ignoran las costumbres culturales de los ocupantes, por ejemplo, las casa pre fabricada al estilo occidente, totalmente extraña a los modelos tradicionales y en contra de los deseos de los ocupantes
- Soluciones universales: pero estas al igual que la anterior ignoran los temas de la localidad, y dan por sentado la forma de vida de los pueblos
- Se intenta buscar una solución reconociendo estas cuestiones culturales y tomando en cuenta sus técnicas constructivas haciéndolas mas seguras (Davis, 1980)

La respuesta indígena en nuestro caso, será la forma más rápida y eficaz sobre todo para construir sus propias casas, a personas que han quedado sin empleo temporalmente. Apoyar a las organizaciones locales, sobre todo a las cooperativas y fomentar las técnicas de construcción a prueba de terremotos que utilizan los materiales tradicionales y las técnicas de construcción existentes, el resultado que obtendremos es que se mantenga las casas del sitio, pero con una estructura segura. Se debe organizar programas que constan de las siguientes actividades:

- Recuperar los materiales procedentes de la casa destruidas
- Reciclar
- Organizar programas educacionales
- Enseñarles a los constructores locales las técnicas más seguras y eficiente.
- Construir una casa modelo utilizando técnicas que garanticen su seguridad



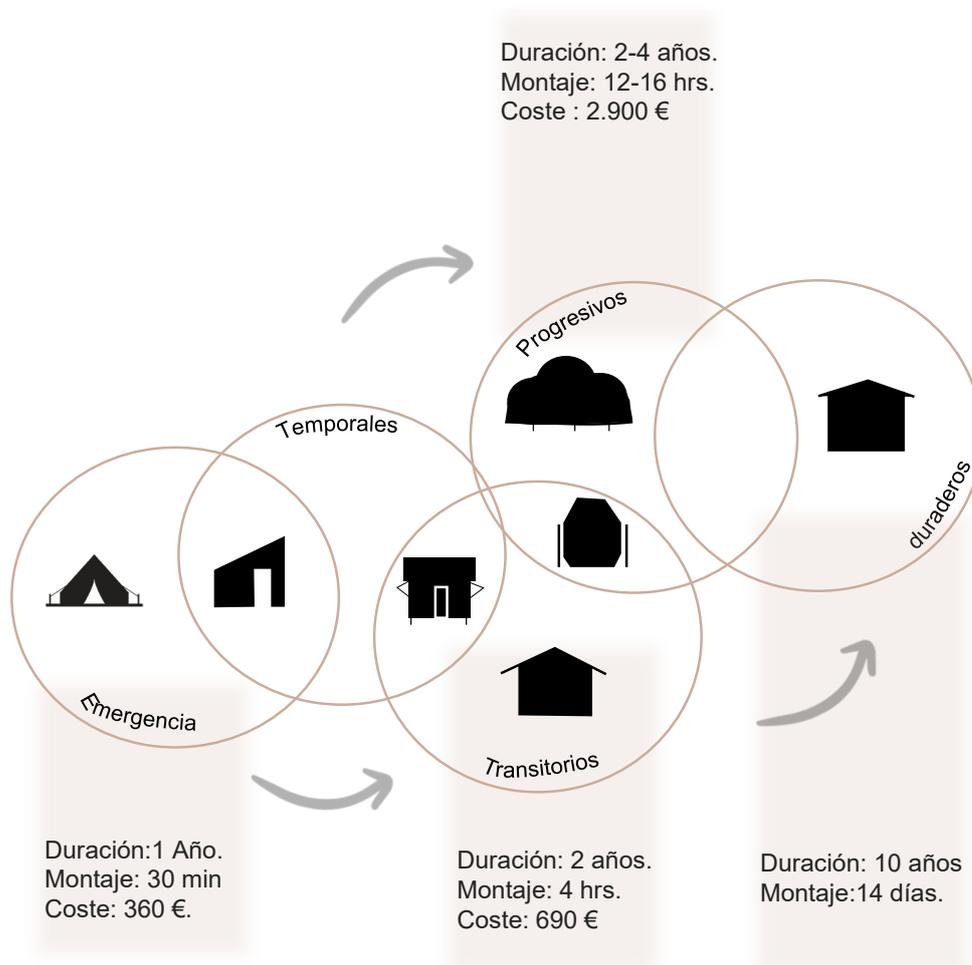
ACNUR



Refugio Azraq



"El loco del desierto"



Fotografía 13: Clasificación de refugios

Fuente: <https://eacnur.org/es/actualidad/noticias/emergencias/refugio-que-es-como-se-construye-y-que-tipos-hay>

2.5 Arquitectura vernàcula en Venezuela.

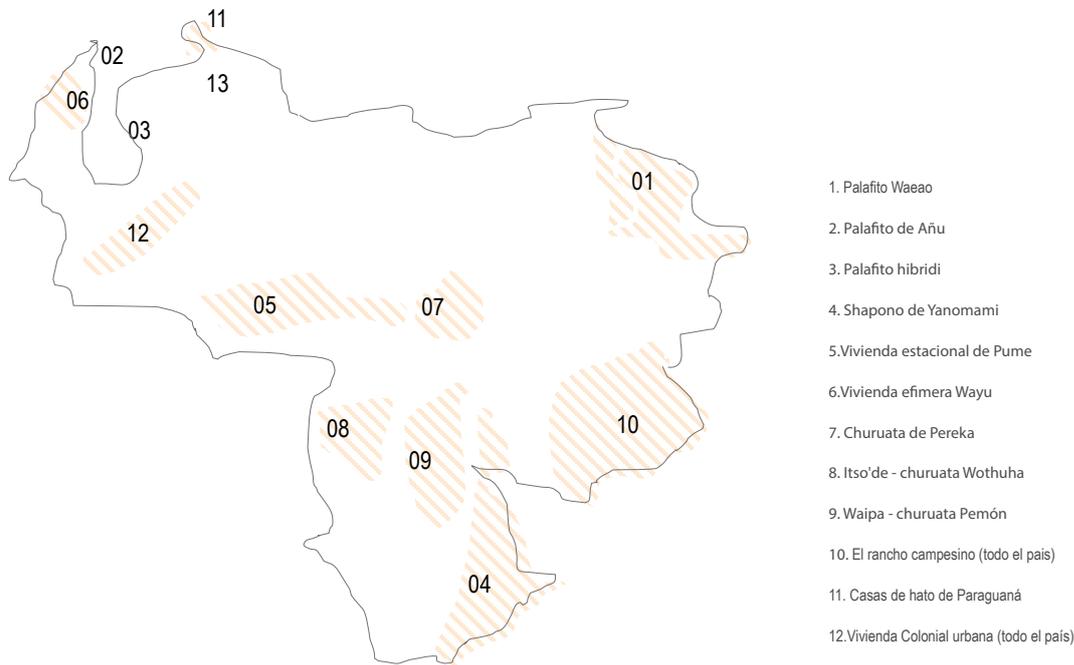


Imagen 14: Localización de las tipologías de vivienda vernàcula

Fuente: (Gasparini, 1986)

La arquitectura vernàcula es una manifestaci3n que combina elementos simb3licos y funcionales para abordar la necesidad b1sica de refugio. Seg3n la Carta Internacional del Patrimonio Vern1culo Construido del Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS), se refiere a las estructuras f1sicas surgidas de comunidades arraigadas en su territorio, reflejando su identidad cultural y social.

Sus caracter1sticas principales incluyen la utilizaci3n de materiales locales y biodegradables, una fuerte dependencia de la econom1a regional, y la transmisi3n de conocimientos a trav3s de la tradici3n. Elementos como las t3cnicas de construcci3n, la forma volum3trica, el color y las relaciones espaciales son distintivos.

Diversos relatos de exploradores y misioneros, desde los tiempos de Col3n hasta el siglo XIX, han dejado constancia de las viviendas tradicionales en Venezue-

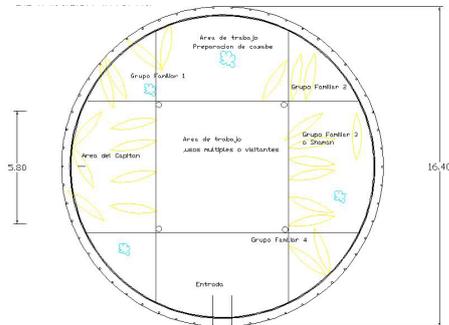
la. Naturalistas como Humboldt, Codazzi y Schomburgk, entre otros, documentaron estas estructuras en sus expediciones por el pa1s. En particular, Michelena y Rojas describieron detalladamente las viviendas palaf1ticas de los Warao en 1855, un aporte significativo que resalta la importancia de estas construcciones en la historia venezolana (Gasparini, 1986).

Sin embargo, en el 3ltimo siglo, junto con la industrializaci3n y la globalizaci3n, ha llevado a una transformaci3n significativa en los estilos de vida y la arquitectura, reemplazando r1pidamente las construcciones vern1culas con nuevas tipolog1as modernas, alejadas de su entorno natural (Contreras, 2015). Sin embargo, a3n persisten diferentes ejemplos de arquitectura vern1cula, siendo esas un gran ejemplo para tomar en cuenta a la hora de dise1nar nuevos prototipos de h1bitat.

2.5.1 Herencia indígena

- Churuata piaroa.

Se ubica en el amplio territorio al este del río Orinoco y afluentes, entre Puerto Ayacucho y San Fernando de Atabapo, Estado Amazonas.



Aspectos formales:

Presenta formas simples y elementales, Una construcción de planta circular cuyo techo se prolonga hasta el suelo creando un volumen en forma de cúpula de doble curvatura que alcanza los 17 metros de diámetro y más de 12 de altura (Vivas, 1928).

Aspectos funcionales:

Alberga unas ocho familias en su interior. En su interior contiene 4 horcones para colgar hamacas. La luz atraviesa la palma de manera suave, creando una sombra que impide que los transeúntes sean claramente visibles desde el exterior, quienes están en el interior, por el contrario, sí pueden ver a quien entra: es una medida de seguridad. Está en penumbra y tiene muy poca ventilación. Uno de sus aspectos negativos es que el humo de los fogones de leña, dispuestos en el interior de esta vivienda comunal, tiene poca evacuación, solo por pequeñas aperturas temporales y por filtración a través de la cubierta vegetal.



Aspectos estructurales:

Esqueleto estructural: De horcones, palos, vigas y viguetas, con un amarrado de los elementos estructurales mediante bejucos. Sobre los horcones se apoyan las vigas soleras. En algunos casos, los horcones rústicos tienen cabeza en forma de horqueta (Y) o en otros se les hace una muesca para recibir la viga

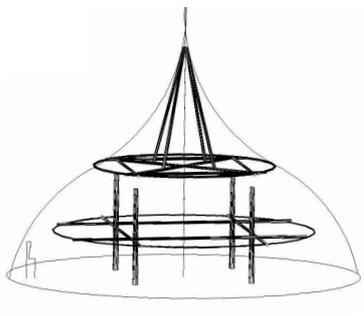


Imagen 15: churuata

Fuente: (Vivas,1928)

Cubiertas cónicas: “techo en tierra” de palma o paja soportada por la estructura, siendo esa impermeabilizada para evitar acumulación de calor. Realizada con un diseño ligero para facilitar el transporte y evitar sobrecargas estructurales.

Cimentación: los horcones se hincan directamente en la tierra o en bases de piedra (Gasparini & Margolies, 1980)



Asentamiento

Las frecuentes mudanzas de los asentamientos comunales de las etnias Eñepá (Panare) y Wóthuha (Piaroa) dentro de sus territorios (en las sabanas y la selva respectivamente), requieren la renovación de sus conjuntos habitacionales, compuestos de una o dos chruatas (de manera genérica, vivienda colectiva indígena de planta circular u oval) y de varias viviendas de trabajo abiertas

Estas construcciones tienen una durabilidad de hasta 20 años, pero a menudo la comunidad las abandona antes (unos 10 años). En ambos casos, el grupo desplaza su asentamiento a kilómetros de distancia abandonando sus construcciones vegetales y sus siembras (conucos)

Se caracteriza por su carácter estacional, vinculado a actividades agrícolas diferenciadas entre la época de lluvias y la seca. Tienen dos asentamientos en distintas zonas de los Llanos bajos, uno más permanente (al que regresan por varios años) y otro de carácter temporal y efímero, junto a un río (Gasparini & Margolies, 1980). Carece de trama urbana que la defina



Imagen 16: Churuata

Fuente:

<https://chruatasyagrupo.blogspot.com/p/yekuana.html>

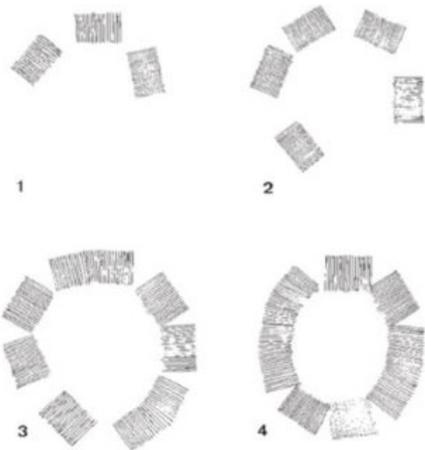
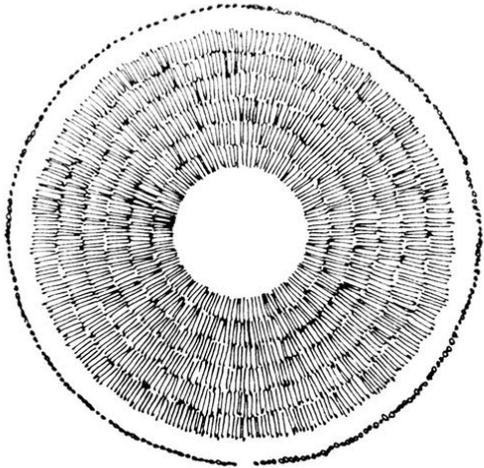


Imagen 17: Planta y sección shabono

Fuente: <https://arquitecturayempresa.es/noticia/el-shapono-shabono-vivienda-colectiva-de-los-yanomami>

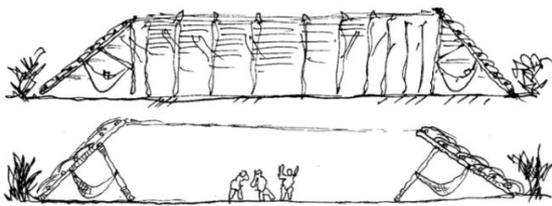


Imagen 18 : Sección shabono

Fuente: (Vivas, 1928)

• Shabono

Ubicación: Sur del estado Amazonas, en la zona interna de la selva, cercanos a los caños menores de la gran red fluvial de la región, los asentamientos más poblados se encuentran en el Alto Orinoco (Harris & Hutchison, 2011).

Aspectos formales:

Se distinguen por su diseño sencillo y la falta de decoraciones. El tamaño lo determina la cantidad de habitantes de cada comunidad, varía constantemente y puede decirse que sus medidas van desde los 20 a 50 m de diámetro

Aspectos espacial - funcional

El conjunto tiene capacidad para albergar hasta 400 personas y promueve el uso compartido de los espacios en lugar de dar prioridad a los individuales. La hamaca se destaca como un ejemplo de mobiliario versátil, adaptándose a diversos usos y necesidades en los espacios polivalentes, configurados mediante el mobiliario.

La singularidad del valor espacial se manifiesta en el shapono en su totalidad, con su gran círculo formado por las viviendas de "techo en tierra" y su área central y colectiva, integrando espacios techados y abiertos. Este círculo está delimitado por una serie de para-vientos conocidos como "tapirí", que cuentan con una sola pendiente. En ocasiones, en lugar de formar un círculo completo, se organizan en una hilera. Cada para-viento pertenece a una familia y su parte inferior se utiliza como espacio de almacenamiento y protección. Los tapirí se unen para formar un círculo, dejando solo algunas puertas que conectan el shapono con el exterior. (Team, 2023)

” The Yanomami believe strongly in equality among people. Each community is independent of others, and they do not recognize ‘chiefs.’ Decisions are made by consensus, frequently after long debates where everybody has a say.



Tapari



Km 0



Horcones



Estructura



Asentamiento

Imagen 18

Fuente: <https://arquitecturayempresa.es/noticia/el-shapono-shabono-vivienda-colectiva-de-los-yanomami>

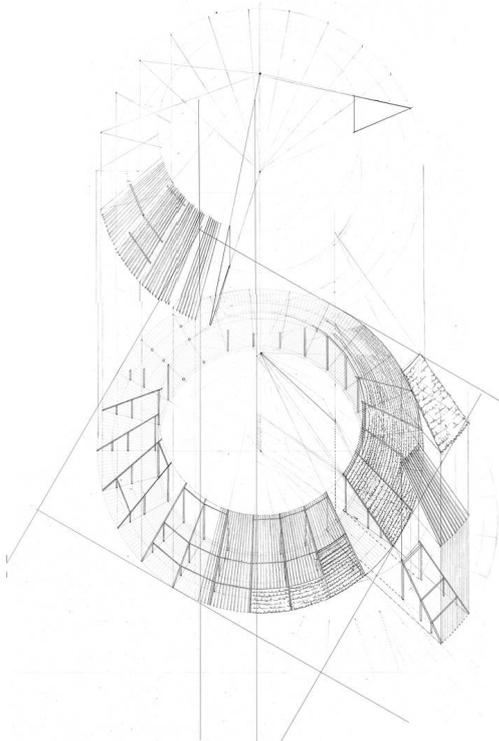


Imagen 19: Tapirí

Fuente: <https://arquitecturayempresa.es/noticia/el-shapono-shabono-vivienda-colectiva-de-los-yanomami>

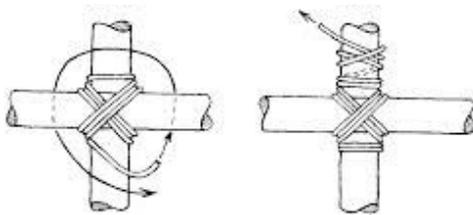
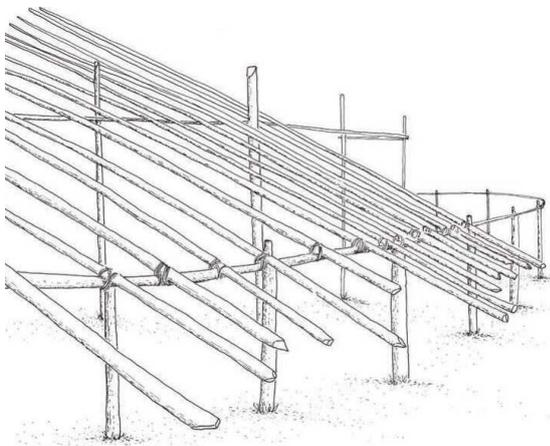


Imagen 20: amarre con behuco

Fuente: <https://arquitecturayempresa.es/noticia/el-shapono-shabono-vivienda-colectiva-de-los-yanomami>

La duración del shapono es limitada, aproximadamente unos dos años, debido a problemas como la filtración de agua de lluvia a través del techo o la infestación de insectos. Cuando el shapono se deteriora, se quema y se reconstruye en el mismo sitio o en las cercanías del asentamiento anterior.

Aspectos estructurales.

Se trata de un arreglo arquitectónico circular compuesto por una serie de estructuras que rodean un espacio central al aire libre.

En la construcción de estas viviendas, se sigue un proceso tradicional que implica la elaboración de una estructura principal de palos gruesos, llamados alanzo, que se fija al suelo. Sobre esta base, se entrelazan palos más delgados, conocidos como fitefi, formando una red que se asegura con bejucos. Encima de esta estructura se disponen troncos menores en líneas ovaladas, los cuales servirán como soporte para el techo elaborado con hojas de palma, conocidas como coaisijenacö. Estas hojas se colocan en capas superpuestas y se atan a la estructura con bejucos, empezando desde abajo hacia arriba. Esta labor es realizada principalmente por hombres jóvenes bajo la supervisión de los ancianos, mientras que las mujeres se encargan de preparar las hojas, limpiándolas, cortándolas y expandiéndolas, así como de preparar los bejucos enrollándolos y humedeciéndolos para darles flexibilidad.

Las herramientas empleadas en este proceso incluyen hachas, machetes y cuchillos de origen externo, además de herramientas tradicionales yanomami como la corteza de bambú biselada y los dientes para raspar y cortar.

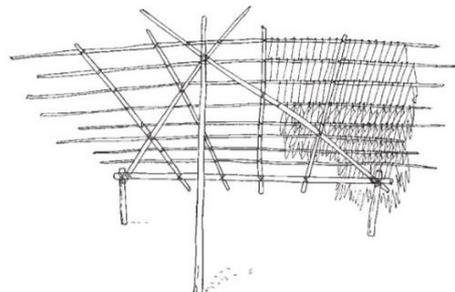
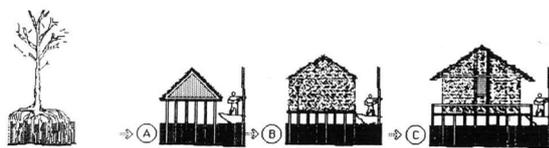


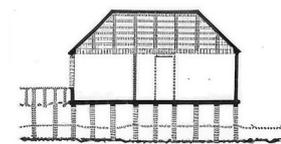


Imagen 20: Palafito del lago de Maracaibo

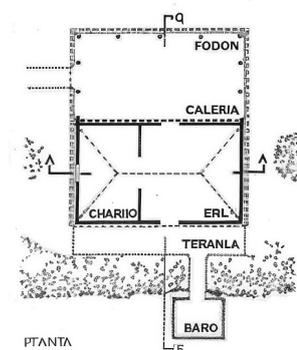
Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Palafito#/media/Archivo:Palafitos_Lago_de_Maracaibo.jpg



FACHADA



SOCCION 4 A



PLANTA

Imagen 21: Palafito en la Laguna de Sinamaica

Fuente: <https://www.ietcc.csic.es/>

• Palafito

La idea original para la construcción de sus viviendas está vinculada a los árboles de los bosques costeros de las regiones donde se establecieron principalmente, conocidos como manglares, siendo el árbol de Manglar rojo de raíces anchas, que sirvieron como primeros cimientos de esas antiguas casas.

Aspectos formales

Las viviendas predominantes en la región suelen tener una estructura rectangular o, ocasionalmente, circular, con paredes de altura limitada que no superan los dos metros. Esta característica contribuye a una sensación de amplitud y apertura en el espacio habitable, acentuada por la permeabilidad de los materiales utilizados para cerrar los planos, que sugiere una conexión fluida entre el interior y el exterior.

Aspectos espaciales-funcionales

La cocina puede estar adjunta o conectada a la vivienda principal mediante una pasarela, especialmente cuando no está ubicada dentro del mismo espacio habitacional o en el exterior. Por lo general, esta cocina está abierta o cuenta con grandes aberturas para permitir la ventilación del humo. El fogón se construye típicamente con piedras y barro directamente en el suelo, o a veces se coloca en un cajón de tablas de madera a la altura de una mesa. Algunas viviendas también tienen un baño conectado a la estructura principal a través de una pasarela y/o un tanque de almacenamiento (Servigna, s.f).

Aspectos estructurales

El método constructivo implica el uso de horcones o pilotes clavados profundamente en el suelo, sobre los cuales se disponen troncos horizontales llamados "burros". Encima de estos se colocan varillones de mangle mulato muy cercanos entre sí para formar el piso de la vivienda, que se eleva aproximadamente a 1,20 metros sobre el nivel del agua, ajustándose a las variaciones de las mareas. La planta de la vivienda es rectangular, con dimensiones 15 - 65 m

La estructura perimetral está compuesta por horcones de 2 metros clavados en la plataforma, reforzados con pies de amigo en ángulo de 45 grados en las esquinas inferiores y una viga solera en la parte superior. El techo, a dos o cuatro aguas, se construye con una armadura de varas inclinadas que van desde la viga solera hasta la cumbre, sobre las cuales se colocan varillas cada 30 centímetros para sostener el techo, hecho de fajos de enea con un grosor de 30 centímetros. Los cerramientos consisten en juncos de enea entretejidos y sujetos con varas de mangle horizontales clavadas en los horcones. Las esteras de enea se utilizan también para cubrir la plataforma. Por lo general, hay una o varias ventanas pequeñas, ubicadas comúnmente en el lado corto opuesto a las brisas. La puerta de acceso se sitúa en el centro de una fachada larga. El espacio interior suele ser único, con un uso diferenciado entre el día y la noche, destinado a cocinar y estar durante el día, y a dormir durante la noche (Gasparini & Margolies, 2005).

Materiales.

El tipo de vivienda tradicional utiliza principalmente materiales locales, con una estructura compuesta por horcones o pilotes de madera de mangle rojo, blanco y prieto, que ofrecen resistencia y una descomposición lenta. Además, se emplea el botoncillo por su mayor durabilidad en el agua, y en menor medida la vera, aunque es más resistente pero requiere un mayor esfuerzo en su trabajo. Para la estructura de la cubierta se utilizan varas y viguetas de mangle, mientras que los cerramientos se elaboran con esteras de marishy o majagua, o enea. Los techos están compuestos por fajos de enea, con una durabilidad aproximada de 8 a 12 años. Estos materiales provienen principalmente del ecosistema de la Laguna de Sinamaica, integrando así los recursos locales en la construcción de estas viviendas tradicionales.

Imagen 24: Asentamiento palafítico

Fuente: (De la Cruz, 1979).

Asentamientos

Se refiere a un modelo disociado disperso donde las viviendas no están conectadas entre sí peatonalmente y se encuentran distanciadas, ya sea de forma aislada o agrupadas por familias (Villanueva, 1980). Esta área se caracteriza por ser una zona lagunar y cenagosa ubicada en la transición entre la tierra y el mar. Está sujeta a las mareas pero protegida de las corrientes, y es un hábitat propicio para el crecimiento del manglar.

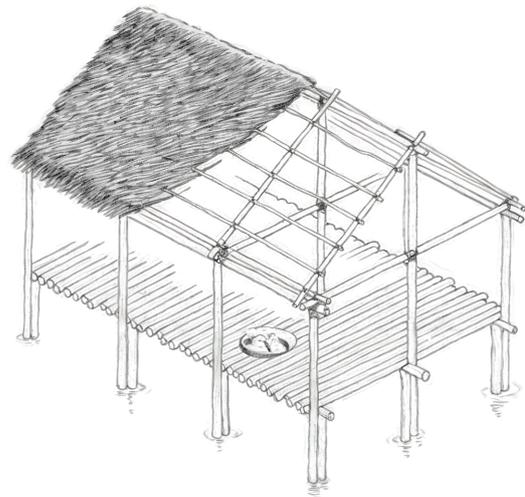


Imagen 22: Viñetas de Maracaibo.

Fuente: (De la Cruz, 1979).



Imagen 23: Asentamiento palafítico disociado disperso.

Fuente: (Gasparini, 2005).



2.5.2 Herencia colonial

La arquitectura colonial venezolana surge durante el período de dominio español. La arquitectura de esta época se caracteriza por una fusión entre las influencias indígenas y europeas. Se incorporaron elementos indígenas como techos de palma, tabiques y horcones de madera, que se combinaron con los modelos arquitectónicos europeos, dando lugar a estructuras con un estilo distintivo y propio.

Aspecto formal

Se distingue por su simplicidad y una clara organización volumétrica, evitando recargos ornamentales y manteniendo una escala humana, alejada de la monumentalidad. Utiliza materiales locales como madera, caña, adobe y arcilla de manera racional, creando ambientes frescos y confortables mediante el control de la luz y la sombra. Las edificaciones coloniales presentan patios internos con galerías cubiertas y vegetación, mientras que los aleros y balcones techados protegen de la luz y la lluvia.

Aspectos espaciales-funcionales

Su tipología arquitectónica se caracteriza por presentar plantas en forma de U con un patio central, acompañadas de galerías que flanquean el cuerpo principal. La planta es rectangular, con habitaciones y otras dependencias distribuidas alrededor de un patio central, junto a una entrada principal que incluye un zaguán.

Aspectos estructurales

En la colonia los materiales principales se encontraban de manera natural, como la piedra, la arcilla, la madera y la caña amarga. También se hacía uso del yeso y la cal para el cubrimiento de las edificaciones.

Las excavaciones y los cimientos son poco frecuentes en la construcción tradicional. En zonas áridas de los valles larenses se encuentran edificaciones cuyas tapias se apoyan sobre el suelo arcilloso arenoso.

Cimentaciones aisladas: los horcones se hincan directamente en la tierra o en bases de piedra.

La estructura está dada por un esqueleto de pilares y vigas de madera duras, dispuestos generalmente en una planta ortogonal.



Imagen 25: Hacienda Santa Filomena en Jarí, Estado Mérida

Fuente: (Gasparini, 2005).

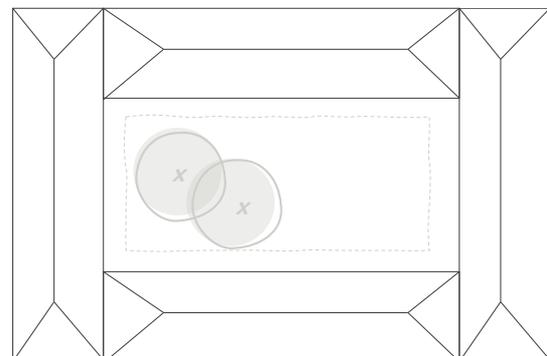
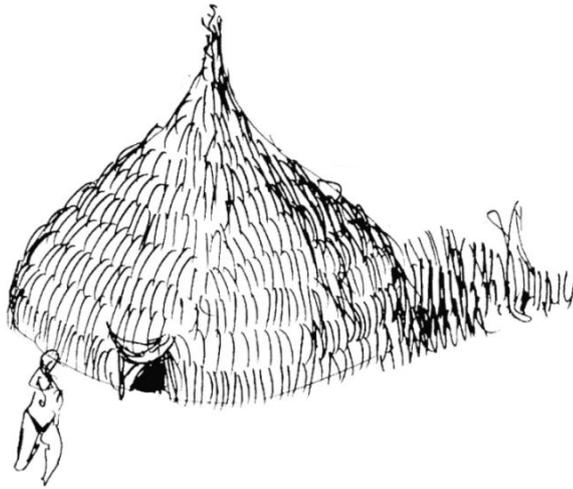


Imagen 26: Esquema de planta cubierta de casa tradicional

Fuente: Dibujo propio



Capítulo 03

Sistema constructivo.

Imagen de fruto vivas en: *el perro y la rana*

3.1 Bahareque



Descripción general

La arquitectura campesina del bahareque se destaca como una de las primeras técnicas de construcción resistente a los terremotos en Venezuela. Reconocida por su resistencia sísmica, rapidez de construcción y costos bajos, esta técnica precedió al uso generalizado de ladrillos y morteros de cemento en las ciudades. Las construcciones de bahareque, también conocidas como "arquitectura sin arquitectos", fueron desarrolladas por diferentes comunidades indígenas y campesinas debido a su facilidad de construcción, formando parte integral de su cultura y tradiciones tanto en áreas rurales como urbanas. En la actualidad, el bahareque es una técnica tradicional que se está re-introduciendo para abordar el déficit de vivienda en América Latina. Su enfoque práctico la convierte en una forma colaborativa de arquitectura, involucrando a las comunidades en el proceso constructivo. Esta práctica, denominada "bio-arquitectura", contribuye a reducir las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, destacándose por su sostenibilidad y respeto al medio ambiente.

Materiales

Materiales de la región: Piedra, arcilla, paja, bahareque, madera, arena, grava, ladrillo, teja de barro.

Materiales industrializados: Cemento, calhidra, clavos, alambrito, malla de gallinero, fieltro asfáltico.

Estructura

El bahareque en-cementado se compone de dos componentes principales: el armazón y el revestimiento. Ambas partes se combinan para formar un material compuesto que funciona como un tipo de sándwich.

- Armazón: La estructura se construye utilizando un armazón de guadua o, preferiblemente, madera aserrada, que consiste en dos soleras, una inferior y otra superior, unidas por piezas verticales, que se conectan entre sí mediante clavos o tornillos. Además, puede incluir refuerzos diagonales.
- Estructura maestra: madera o caña, a veces forman partes técnicas como bahareque y tapia
- Estructura auxiliar: Tiene como función sostener el relleno. Construida por materiales vegetales, se recomienda el uso de la caña brava o madera para favorecer a la adherencia del relleno. (Si usas caña, guadua, o bambú es preferible colocar la parte interna de la caña hacia las caras exteriores para favorecer la adherencia del revestimiento)

-Recubrimiento: El recubrimiento se fabrica con mortero de cemento aplicado sobre malla de alambre. La malla puede estar clavada directamente al entramado sobre esterilla de guadua, o sobre un entablado

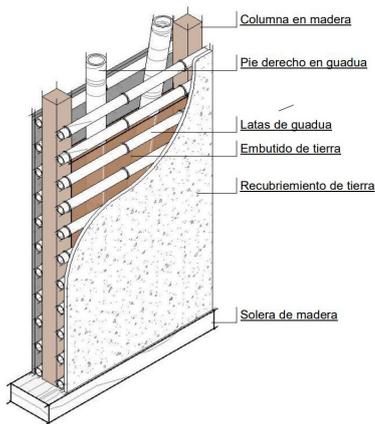


Imagen 27: Bahareque de muros macizos

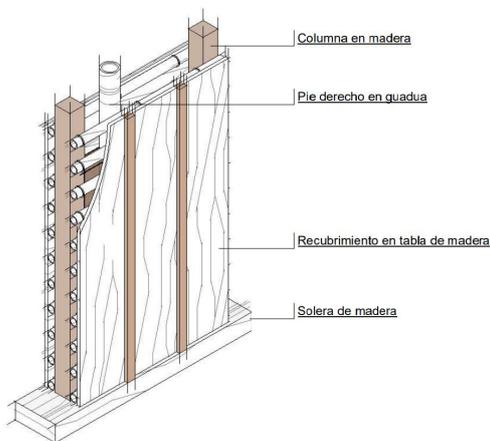


Imagen 28: Bahareque de muros huecos

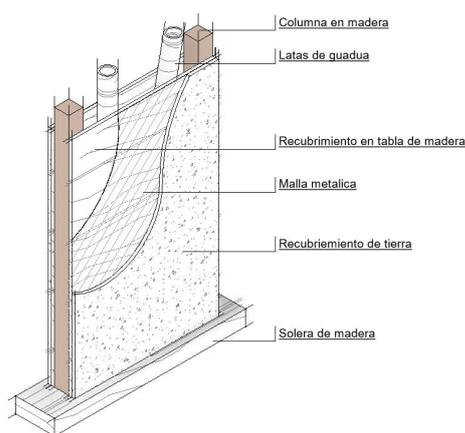


Imagen 29: Bahareque de muros metálico.

Fuente: <https://www.desenredando.org/public/libros/2005/cersvm/mre-Bahareque.pdf>

Entramado.

El entramado de la pared de bahareque se compone de elementos verticales llamados paraleles o pies derechos, que se unen a elementos horizontales conocidos como soleras, junto con otros elementos inclinados llamados riostras. Estos forman un marco estructural que proporciona una buena resistencia a las cargas estructurales.

Los paraleles, generalmente de guadua con un diámetro promedio de 12 cm, se colocan a distancias uniformes que pueden variar entre 30 cm y 40 cm. Se colocan en las soleras inferior y superior, que pueden estar hechas de madera aserrada o guadua, y se refuerzan con riostras, que suelen ser de guadua también. La estructura de la pared es similar en todos los tipos de bahareque, ya sea maciza o hueca.

Clasificación:

- Muros macizos: Compuestos por latas de guadua, cañas, esterilla o varitas de chusque que contienen la tierra en el interior del muro.
- Muros huecos: Presentan un espacio vacío entre los elementos de cerramiento.
- Muros metálico: La estructura de maderas y guadas se reviste con módulos de lámina metálica lisa.
- Bahareque en-cementado: sigue el mismo esquema estructural que el bahareque tradicional, pero se distingue por su revestimiento. En esta técnica, la estructura de madera se cubre con una esterilla sobre la cual se fija una malla metálica para servir de base al enlucido de cemento. Este enlucido puede ser alisado para obtener una superficie lisa que luego se pinta con pintura a base de agua. Sin embargo, esta combinación presenta desafíos debido a las diferencias en la flexibilidad de la estructura y la rigidez del acabado de cemento. Además, el revestimiento de cemento puede obstruir la capacidad del muro de respirar, lo que podría causar problemas de humedad y afectar la integridad estructural.

Principales riesgos

- Regularidad en planta: Irregularidades: una configuración arquitectónica que adolece de irregularidades, tanto en planta como en altura, puede resultar vulnerable ante fuerzas sísmicas, por la posibilidad de concentración de tensiones, aparición de torsiones globales por irregularidad en la distribución de masas y de rigideces. Las formas regulares pueden ser asimétricas en términos de rigidez, lo que se puede corregir redistribuyendo adecuadamente las cargas. Debido a la flexibilidad relativa de los diafragmas de madera, las plantas muy alargadas pueden comportarse como vigas cuando están sujetas a cargas laterales, lo que puede provocar grandes deformaciones. Por lo tanto, se recomienda que los muros resistentes a las cargas laterales no estén separados entre sí por más de dos veces su longitud.

- Cantidad de muros en las dos direcciones: para que una edificación no experimente efectos nocivos de torsión global, debe tener un número significativo de muros, homogéneamente distribuidos en planta, en ambas direcciones. Distribución asimétrica o ausencia de muros en una dirección.

- Adición: Es importante evitar la incorporación o modificaciones en el exterior o interior de las edificaciones utilizando materiales y sistemas constructivos distintos al bahareque. Se aconseja que todas las adiciones y modificaciones en estructuras de bahareque se realicen con este material. En caso contrario, es necesario aislar la adición o modificación para que funcione de manera independiente a la estructura de bahareque.

- Techos: Cuando se empleen las tejas de barro como cubierta, es importante evitar que entren en contacto directo con la guadua, ya que esto puede facilitar la humedad por capilaridad, lo que conlleva a su deterioro.

- Cielos rasos: Es fundamental que los cielos rasos permitan la adecuada ventilación de las cubiertas y entrepisos.

- Revestimientos: Es aconsejable evitar revestimientos pesados en las fachadas. En los baños, se recomienda revestir completamente la zona húmeda, para lo cual se sugiere fijar el revestimiento con mortero sobre una malla clavada directamente en la guadua, prescindiendo de la esterilla. Todo revestimiento de fachada debe estar firmemente asegurado para prevenir su desprendimiento durante los sismos.

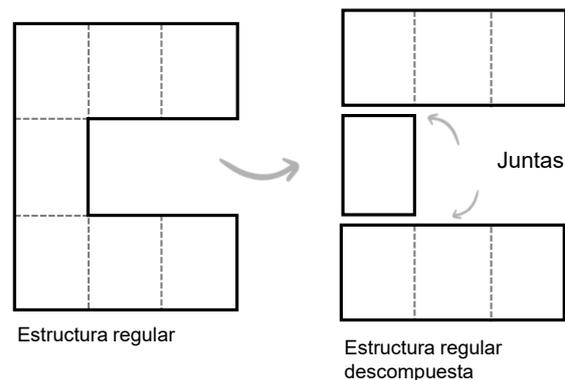


Imagen 30: Regularidad en planta

Fuente: <https://www.desenredando.org/public/libros/2005/cersvm/mre-Bahareque.pdf>

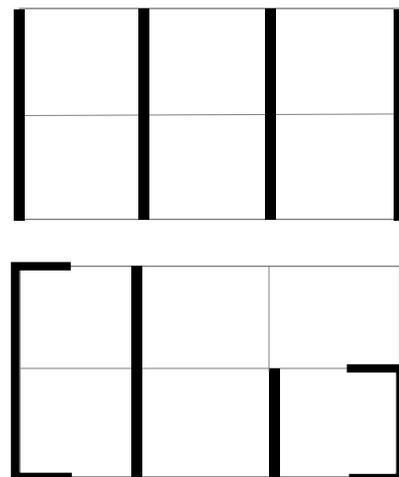


Imagen 31: Muros en las dos direcciones:

Fuente: <https://www.desenredando.org/public/libros/2005/cersvm/mre-Bahareque.pdf>

3.2 Caña guadua



Descripción general

La caña, una gramínea gigante de la familia del bambú, fue identificada por Humboldt y Bonpland en Colombia en 1806 como *Bambusa guadua*, y posteriormente en 1822 como *Guadua angustifolia* por Kunt (Encalada Pinargote, 2012). El bambú destaca por su rápida renovación y propiedades físico-mecánicas, siendo una opción ideal para obras con bajo impacto ambiental. Este material versátil puede utilizarse en diversas aplicaciones, como estructuras, revestimientos y pisos, promoviendo un cambio hacia la construcción sostenible en un contexto de crisis ambiental global.

Las propiedades físico-mecánicas

Se destaca su relación resistencia/peso, lo que la hace adecuada para una amplia gama de construcciones, desde viviendas modestas hasta grandes estructuras monumentales. Con una resistencia a la tracción de 28000 Kg/pulg², supera al acero, cuya resistencia es de 23000 Kg/pulg². Sin embargo, debido a la naturaleza del material, se recomienda un diseño y manejo cuidadosos para preservar la integridad de los tallos de guadúa, siguiendo las pautas establecidas en la normativa nacional. La caña guadua presenta diversas ventajas y desventajas en su uso en construcción:

Ventajas:

- Es un material ligero, fuerte y de fácil manipulación, pudiendo superar en durabilidad a la madera si se utiliza adecuadamente.
- Su costo es económico y está al alcance de diferentes estratos sociales.
- Su utilización tiene impactos positivos en términos ecológicos y ambientales, contribuyendo a la preservación de los bosques naturales.
- Se puede cortar con herramientas manuales tanto en sentido transversal como longitudinal y es compatible con una amplia gama de materiales de construcción.
- Construcción modular

Desventajas:

- Al ser un material orgánico, tiene un tiempo de vida limitado. Aunque existen métodos de conservación que pueden prolongar su vida útil, no pueden detener por completo su deterioro con el tiempo.
- Es altamente inflamable cuando está seco, por lo que requiere ser tratado con sustancias ignífugas para reducir el riesgo de incendio.

Proceso:

- **Cosecha:** La recolección se realiza entre los 11 y 16 meses después de la siembra, cuando los tallos dejan de crecer y las hojas se marchitan y caen. La corteza de la caña se vuelve quebradiza, señalando su madurez. La plantación se quema para eliminar malezas y plagas, y luego se corta manualmente o con máquinas para su transporte al Ingenio.

- **Limpieza:** Se retiran todas las ramas, hojas y nudos, con cuidado de no rasgar o cortar la caña. Se comprueba a resistencia de las cañas a flexión y el tamaño de la punta.

- **Curado:** Es fundamental para protegerla contra los insectos que se alimentan de madera. Debe llevarse a cabo justo después de cortarla, con el fin de hacerla menos susceptible a los ataques, especialmente del escarabajo del bambú, atraído por la savia de la caña. El curado implica eliminar la savia de la caña para reducir el riesgo de infestación. Algunos métodos comunes incluyen: curado por inmersión, curado por humo, curado por calentamiento, curado en la mata

- **Corte:** Después de cortar la caña de guadua, es recomendable hacerlo justo debajo del primer nudo para prevenir el crecimiento de nuevas ramas. Una vez que se haya cortado y liberado la caña del bosque de guaduas, se sugiere arreglar el tocón para que quede plano. Esto ayudará a prevenir la acumulación de agua, lo que podría provocar la pudrición de las raíces. (Morán Ubidia, J. 2009).

- **Clasificación:** Utilizando un calibrador, se clasifican las cañas según el tamaño de su base. Se dividen en cinco categorías, desde la número 1, que es la más grande, hasta la número 5, que es la más pequeña. Se eliminan las partes torcidas de la base.
- **Secado:** Para garantizar la calidad de la caña guadua en construcción, es necesario secarlas previamente para evitar su contracción debido a la pérdida de agua. Se emplean dos métodos:



Cosecha



Curado



Clasificación

Imagen 32: Proceso de elaboración

Fuente: <https://www.guaduabamboo.co/canas-de-bambu-guadua>

- Secado: se clasifican en lo siguientes:

El secado natural: que consiste en disponer los tallos de forma separada para permitir la circulación del aire, y el secado artificial. El proceso natural se realiza bajo cobertura durante aproximadamente dos meses hasta que la caña alcance un equilibrio de humedad adecuado según las condiciones ambientales. (Armijos J y Armijos P, 2005).

Secado artificial: Según lo destacado por Hidalgo (1981), se emplean cámaras donde las cañas de bambú se exponen durante 20 minutos a temperaturas entre 120 y 150 grados centígrados en Japón, con el fin de agilizar el proceso de secado. Aunque este método acelera el secado, puede provocar agrietamiento o fisuras en las cañas.

El objetivo del secado de la caña guadúa es alcanzar un contenido de humedad del tallo de aproximadamente entre el 10 % y 15 %, según lo señalado por Encalada Pinargote. Este nivel de humedad ayuda a prevenir ataques de hongos y reduce el peso de la caña, entre otros beneficios. Hay diversas técnicas de secado artificial como hornos de secado, inyección de aire caliente, secado al sol.

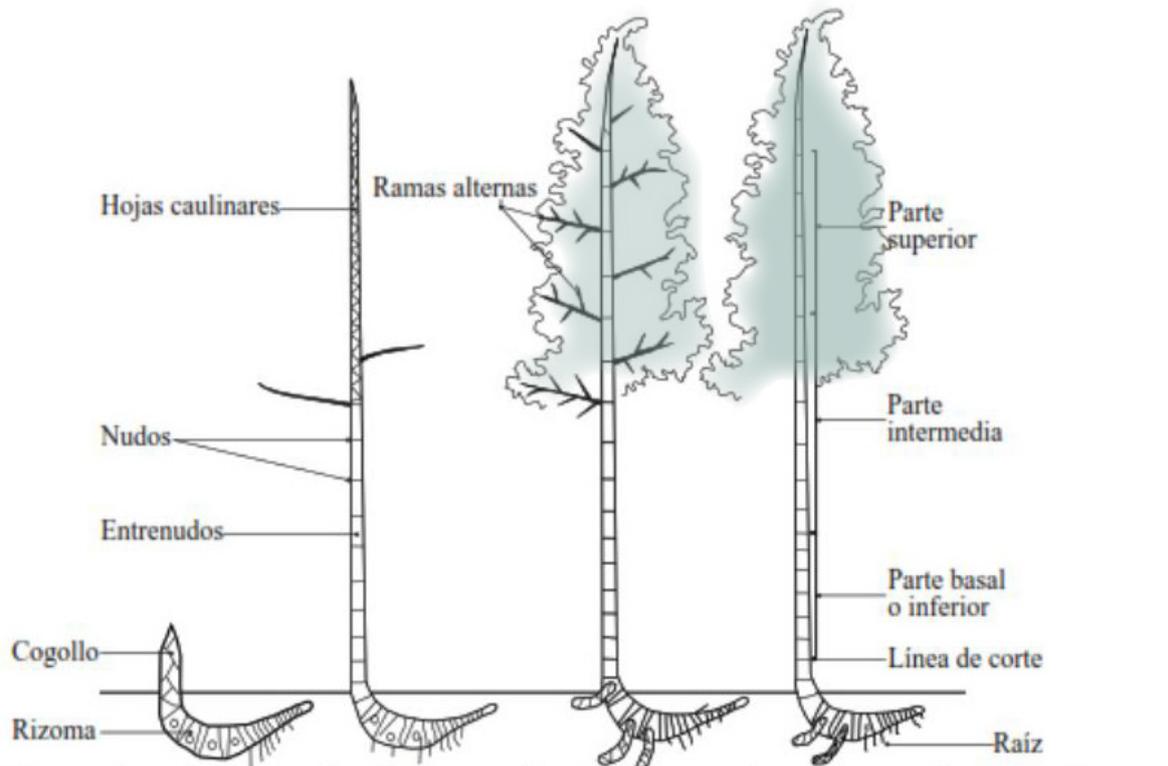


Secado

Imagen 33: Proceso de producción de caña

Fuente: <https://www.guadubamboo.co/cañas-de-bambu-guadua>

	Diámetro		Espesor	Longitud	Años de maduración
Dimensiones de Guadua Bamboo	∅ 5 – 7cm	∅ 11-13 cm	13 mm	3 - 6 m	4 – 6 años
	∅ 7-9 cm	∅ 13-15 cm			
	∅ 9-11 cm	∅ 15-17 cm			



Edad: 30 días

Alimento



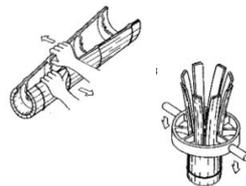
Edad: 1 año

Canasta y paneles tejidos



Edad: 2 años

Tableros de esterilla y latas



Edad: 3 años

Estructuras y baldosas laminadas

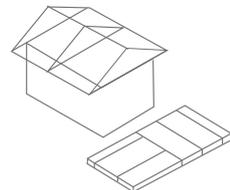


Imagen 34: Composición de la caña guadua

Fuente: (Hidalgo, 1981)

Uniones.

- Conexiones con clavos: Las conexiones con clavos deben emplearse únicamente para ajustar temporalmente el sistema durante el ensamblaje y no deben considerarse como conexiones fuertes entre elementos estructurales.

- Uniones pernada: En el caso de las uniones pernadas, al perforar la guadua para insertar los pernos, se recomienda utilizar un taladro de alta velocidad y evitar golpes. Se debe asegurar que todos los agujeros a través de los cuales pasen los pernos estén rellenos con mortero de cemento. Este mortero debe tener la consistencia suficiente para penetrar completamente en los agujeros. Para verter el mortero, se perfora la guadua con un taladro y se coloca utilizando un embudo o una pequeña bomba casera. Los pernos pueden fabricarse en el lugar de trabajo utilizando barras de refuerzo roscadas, o utilizando barras comerciales con rosca continua.

Las uniones con pernos metálicos son las más empleadas hoy en día, dadas las garantías que ofrece a pesar de su bajo coste económico y la sencillez de su ejecución. Frente a estas ventajas, las uniones realizadas con pasadores o clavijas, más elaboradas y exigentes, se reservan para ocasiones singulares.

- Unión con cimientó: En la unión de soleras de guadua a los cimientos, se debe evitar el contacto directo con el suelo o la mampostería. Para ello, se emplea un separador de metal o material impermeable que transmita las fuerzas de compresión de manera continua a la cimentación. Las fuerzas de tracción se transfieren mediante conexiones pernadas, donde un perno atraviesa la guadua y se ancla al cimientó. Este tipo de conexión es adecuado para resistir tracción, pero no es apropiado para momentos. El separador también actúa como tope para el movimiento horizontal entre el muro y el cimientó, siendo necesario colocar separadores adicionales cada cierta distancia o en puntos específicos como esquinas o bordes de aberturas. Para mayor eficiencia en la resistencia al corte, se recomienda el uso de un tubo empotrado en el concreto del cimientó.

En casos donde no se requiere resistencia a la tracción ni al corte, la guadua puede empotrarse en el concreto y separarse de este mediante una membrana bituminosa. Estas conexiones también son aplicables para anclar columnas formadas por más de una guadua. (Martínez, 2022)

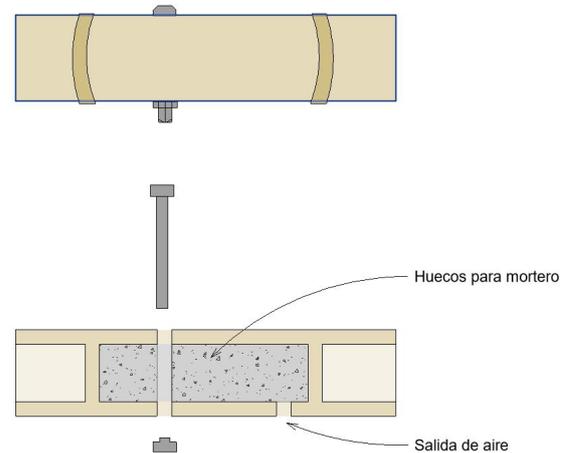


Imagen 35: Unión pernada

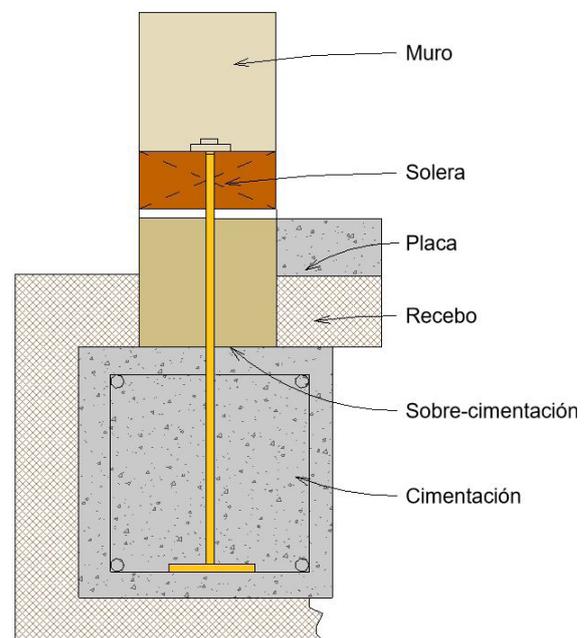


Imagen 36: Unión pernada

Fuente: <https://www.desenredando.org/public/libros/2005/cersvm/mre-Bahareque.pdf>

- Unión entre muros: Cuando los muros que necesitan conectarse se encuentran en planos distintos y perpendiculares entre sí, se recomienda emplear pernos en ambas direcciones, ya sea en estructuras de madera aserrada o de guadua. Estas uniones fuera del plano pueden presentarse en esquina, en forma de T o en forma de cruz.

- Unión entre muro y cubierta: La conexión se realiza uniendo los elementos verticales de guadua con la solera. Esto se logra mediante el uso de pernos insertados en los cañutos rellenos con mortero de cemento. Es crucial que el extremo relleno esté confinado con un zuncho para prevenir la fisuras longitudinal de la guadua debido a los esfuerzos cortantes. Cuando se construyen muros mediante paneles, es necesario colocar un elemento continuo que conecte las soleras de los paneles. Sobre este elemento se instala la cubierta, y las tejas deben sujetarse a las soleras para formar un conjunto integrado.

- Uniones rellena de mortero: Prácticamente cualquiera de las uniones anteriores, exceptuando quizás las uniones tradicionales, pueden combinarse con la inyección de mortero de cemento Portland en la cavidad intermodal de las cañas que intervienen en la unión. Este tipo de unión fue descubierta por el arquitecto colombiano Simón Vélez a finales del siglo XX, en torno a la década de los 80. Se emplea habitualmente en combinación con las uniones apernadas, y conlleva una mejora notable de su resistencia estructural, rigidizándola e impidiendo que se produzca el aplastamiento del rollizo en la dirección perpendicular a la fibra. (Martínez, 2022)

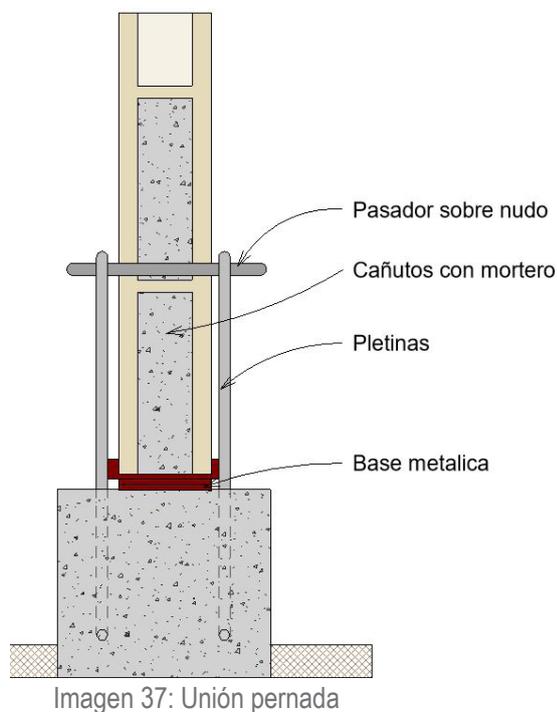


Imagen 37: Unión pernada

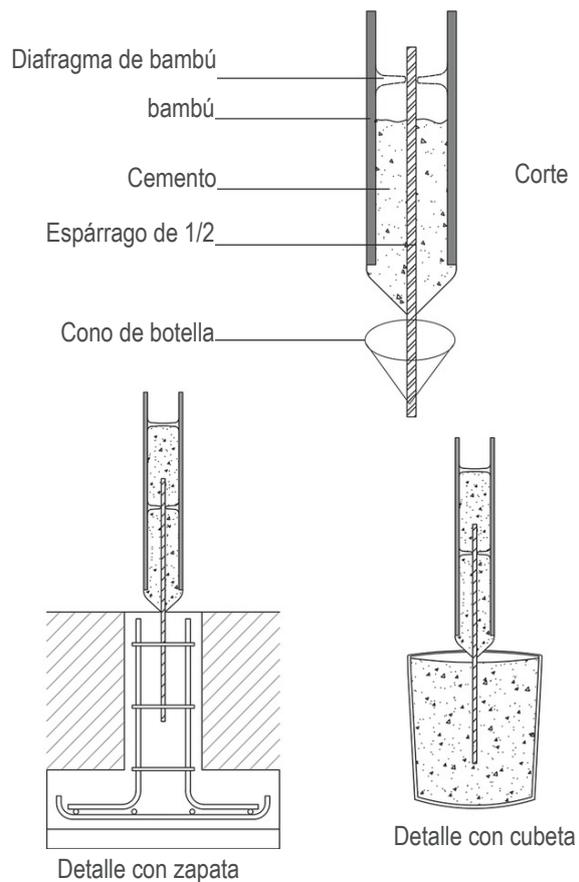
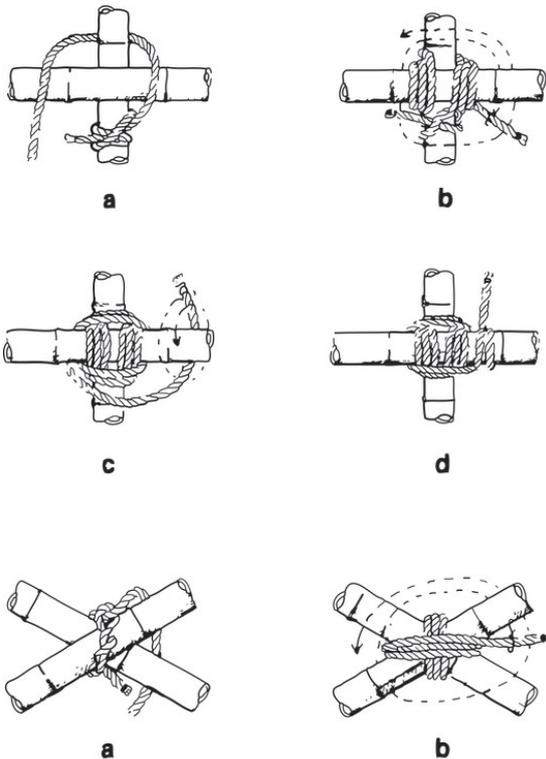


Imagen 38: Unión con zapata

Fuente: <https://tocamaderablog.com/uniones-bambu/>

Uniones sostenibles

• Unión amarrada: Amarre cuadrado y amarre de aspas. Hoy en día están en desuso, ya que no garantizan la estabilidad ni la rigidez estructural de la conexión. Pero, aun así, pueden emplearse para recubrir o reforzar otro tipo de uniones, mejorando también su acabado desde el punto de vista estético. (Vergara, 2024)



• Uniones de Encaje: Unión en Cruz con pasador, unión lateral con pasador y clavijas y unión de esquina.

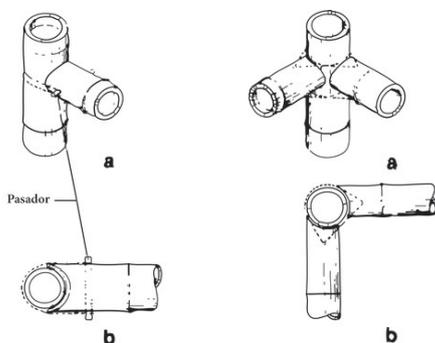
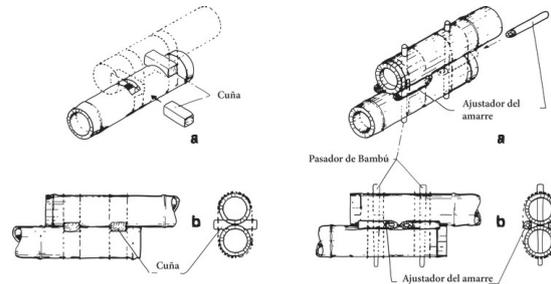


Imagen 39: Uniones

Fuente: <https://tocamaderablog.com/uniones-bambu/>

• Empalmes de Piezas Horizontales: Unión con doble cuña de madera y unión con pasadores y ajustadores del amarre.



• Uniones impresas: en la actualidad, gracias a las nuevas tecnologías como las máquinas de impresión 3D, podemos realizar uniones que se adaptan específicamente al diseño del proyecto. Lo habitual es que se produzcan con polímeros plásticos, pero, recientemente, se ha empezado a utilizar el bioplástico, el cual tiene un menor impacto medioambiental asociado.

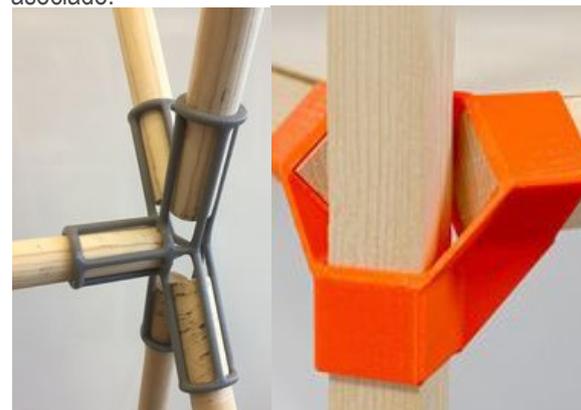
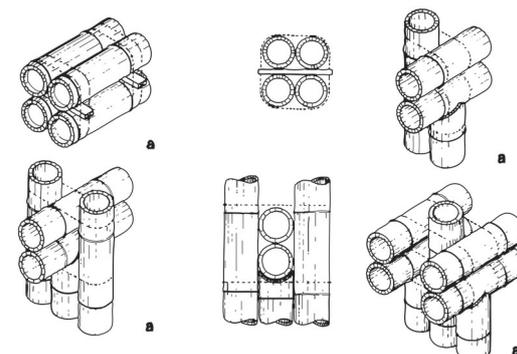


Imagen 40: Uniones

Fuente: <https://arquitectura-sostenible.es/construccion-bambu/>

Soportes de Vigas Horizontales: Viga de cuatro elementos, doble viga Central, doble viga lateral, vigas dobles laterales.



• Uniones ensambladas: Permitir la máxima superficie de contacto entre tallos que se encuentran angularmente es el objetivo de estas uniones. Para ejecutarlas es necesario entallar o moldear el extremo de la pieza que queda interrumpida para recibir la pasante. Esta entalladura debe realizarse a una distancia de entre 4 y 6 cm de un nudo. Las uniones en “boca de pescado” y “pico de flauta” son las más representativas de esta tipología. En ambas es posible mejorar la conexión entre tallos dejando una “oreja” en el punto más bajo del corte para permitir una unión más firme.

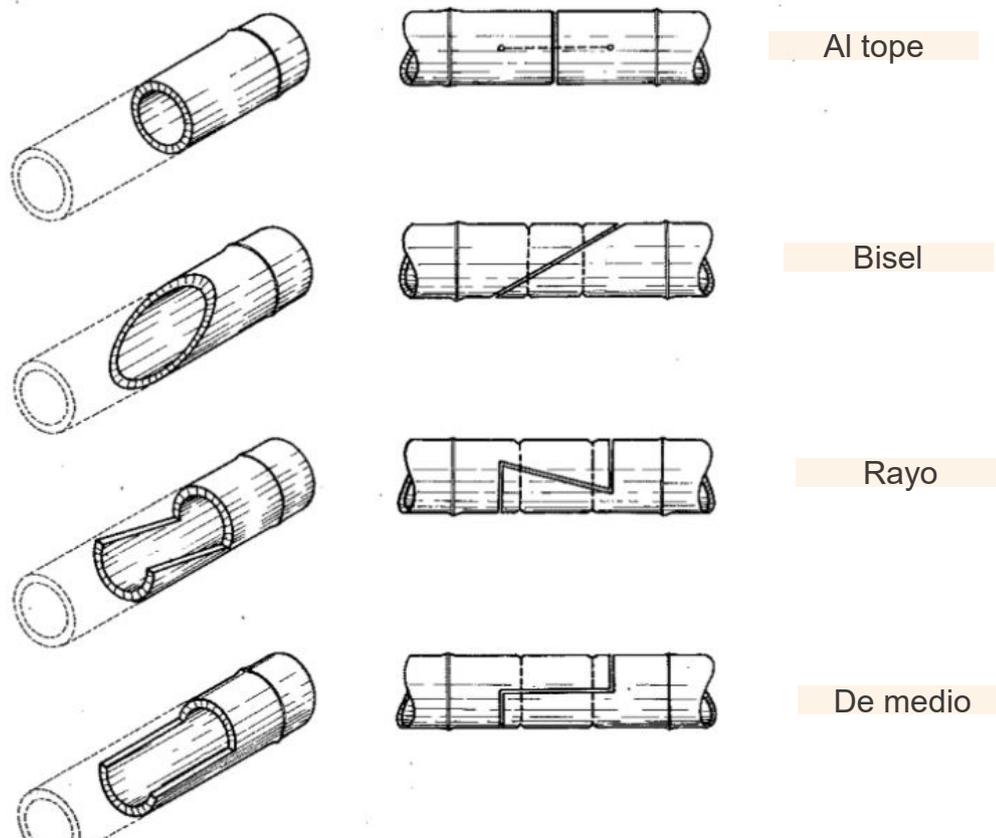
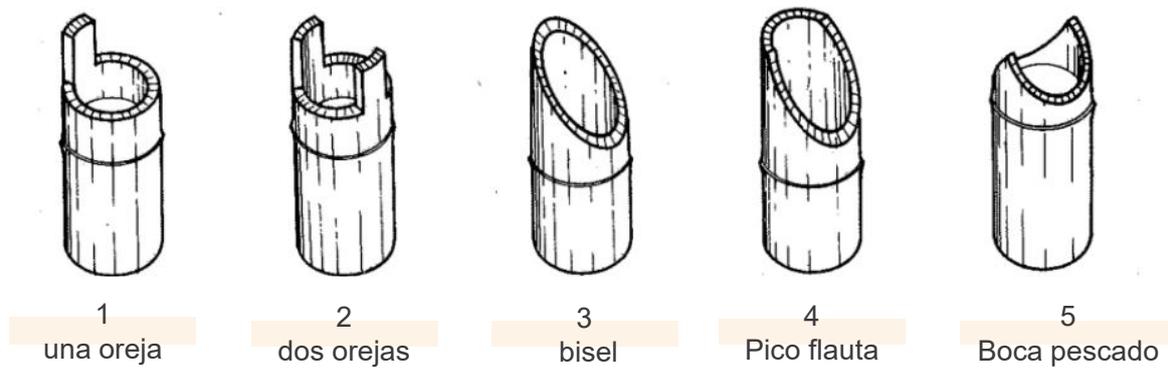


Imagen 41: Tipo de uniones ensambladas

Fuente: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27883/Manual-Construccion-Bambu.pdf?sequence=1>.

3.3 Panel de caña



Descripción general

Referente: Construcción sostenible a partir de paneles.

Autor(es): Alfredo Rolando Erreyes Padilla Tatiana Carolina Gómez

Institución: Universidad Central Ecuador / Año:2015

El panel de caña guadua es un material de construcción innovador que combina la sostenibilidad con la eficiencia funcional. Este panel se elabora a partir de caña guadua, y se integra con otros componentes para mejorar sus propiedades estructurales y de aislamiento.

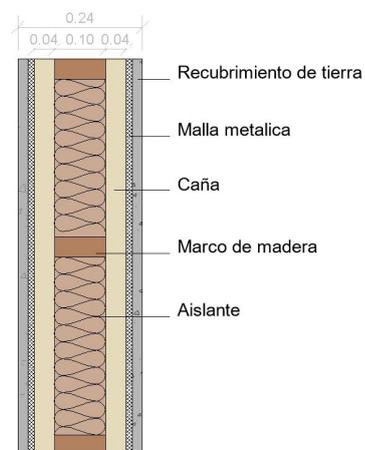
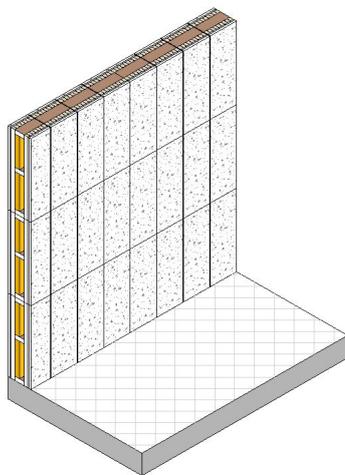
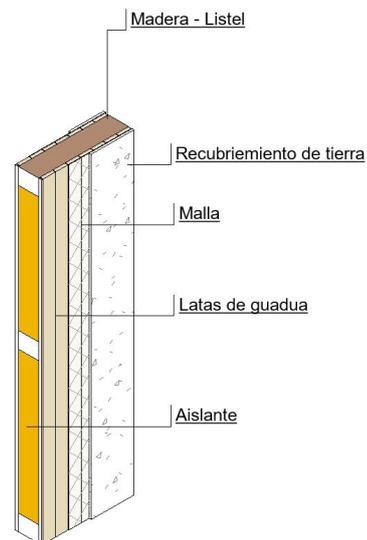


Imagen 41: Panel de caña

Elaboración propia a partir de: <https://bambu.com.ec/wp-content/uploads/2021/01/T-UCE-Construccion-sostenible-a-partir-de-paneles-prefabricados-de-cana-guadua-y-poliuretano.pdf>

Proceso de elaboración:

- Realización del marco portante de madera de sección 3cm x 3cm, y de 20cm x 70cm, cabe recalcar que esta medida del panel se debe por motivos de poder ensayar en el laboratorio.
- Cortar la caña guadua previamente curada de tal manera que se pueda armar en el marco portante de madera de 20cm x 70cm.
- Colocación la caña guadua al marco de madera con clavos de media pulgada, este procedimiento se lo hace primeramente en una cara del panel.
- Colocación de la espuma de poliuretano en medio del panel.
- Colocación la caña de guadua en la otra cara del panel con el mismo procedimiento anterior, quedando serado completamente el panel.
- Colocación una malla fina recubriendo todo el panel con el fin de ganar adherencia entre el panel y el mortero que colocaremos más adelante.
- Realización del mortero para recubriendo con relación 1:2.5
- Recubrimiento del panel con una capa de mortero con el fin de darle una mejor apariencia estética y una protección adicional al panel ante los agentes externos como agua, hongos, plagas, etc.
- Curado de los paneles de Caña Guadua



Imagen 42: Panel de caña

Elaboración propia a partir de: <https://bambu.com.ec/wp-content/uploads/2021/01/T-UCE-Construccion-sostenible-a-partir-de-paneles-prefabricados-de-cana-guadua-y-poliuretano.pdf>

3.4 Eco panel



Descripción general

Consiste en un panel construido utilizando cañas, como la guadua o el bambú, que se unen y fijan mediante diversas técnicas para formar una superficie plana y resistente. Estos tableros se emplean en la construcción, particularmente en revestimientos, techos, y muros, aprovechando las propiedades naturales de la caña, como su ligereza, flexibilidad y resistencia.



Imagen 43: Eco tableros

Fuente: <http://www.ecotableros.com/tableros/>



Proceso constructivo.

- **Selección:** Se seleccionan los tallos de guadua, asegurándose de elegir aquellos que sean rectos y de buen tamaño. Una vez seleccionados, los tallos se separan y se limpian. Después de la limpieza, los tallos se cortan en secciones uniformes. Estas secciones se ensamblan en paquetes que servirán como la estructura base del panel.

- **Tratamiento:** Los paquetes de guadua se introducen en una caldera donde se someten a altas temperaturas con vapor, alcanzando alrededor de 135 grados Celsius. Este proceso de inmunización ayuda a proteger la guadua contra la descomposición y los ataques de insectos.

- **Secado:** Se coloca en túneles de secado diseñados para reducir la humedad a niveles óptimos. Este paso es crucial para evitar la deformación y el deterioro del material debido a la humedad.

- **Encolado:** Las secciones de guadua se encolan cuidadosamente para crear una unión fuerte y duradera entre ellas. Finalmente, los paquetes de guadua se colocan en una prensa para aplicar presión y asegurar que las secciones queden firmemente unidas. El resultado final es un panel de guadua sólido, resistente y listo para su uso en una variedad de aplicaciones arquitectónicas y de construcción. Este proceso garantiza que cada panel cumpla con los más altos estándares de calidad y rendimiento. (Tableros – Eco-tableros De Colombia, n.d.)



Latas de caña



Tratamiento



Encolado

Imagen 44: proceso de laminado

Fuente: <http://www.ecotableros.com/tableros/>

3.5 Domo techo.



Descripción general

Es un techo de diseño orgánico, con forma de cúpula o bóveda, construido con materiales vegetales y revestido con mortero de tierra, cal o cemento. Se podría clasificar como una cubierta híbrida en la construcción con tierra, retoma materiales que como consecuencia de la crisis energética y las problemáticas ambientales están renaciendo, tales como la tierra y la guadua. Los análisis teóricos realizados indican que mientras que la losa plana soporta tanto tracción como compresión, la cúpula trabaja únicamente a compresión, siendo esta fuerza menor en los puntos más altos de la curvatura central. Por consiguiente, aprovechando la flexibilidad de las cañas, se optó por la forma de doble curvatura o cúpula, permitiendo que estas adopten su propia estructura. Estéticamente, esta elección resultó en un espacio arquitectónicamente atractivo, espacioso y acogedor. Esta característica posibilita la construcción de muros más bajos, pero más estables y seguros, lo que se traduce en una reducción de costos. Además, el diseño del Domo caña distribuye la carga entre cuatro muros de soporte, re-forzándolos y mejorando su resistencia frente a fuerzas laterales. Esta demostrado la eficacia del Domo caña como techo resistente a los sismos, protegiendo las viviendas incluso en un temblor de 5,8 grados.

Recepción al producto

Se han comprobado en talleres y proyectos, mostrando una rápida aceptación social y transferencia de conocimientos. Esto facilita la capacitación laboral y demuestra su viabilidad para una adopción generalizada. Además, requiere pocas herramientas y ofrece flexibilidad en los materiales utilizados. La técnica del domo caña es sencilla y accesible: es una "técnica blanda". Quienes la aplican deben conocer y estudiar materiales no convencionales. Estos materiales, al no estar estandarizados, requieren un conocimiento práctico avanzado, especialmente en términos de estructura para asegurar la durabilidad de la guadua, que es esencial para la construcción de una cubierta.

Material:

- Materiales para el recubrimiento: Cemento, arena, agua
- Materiales para el domo: 4 piezas de madera 4" x 1" x 3,80m, 4 piezas de madera de 2" x 2" x 3,80m, Caña verde 3/4", 100 unidades
- Malla de gallinero de 1/2", Alambre de construcción
- Materiales para el marco: 4 piezas de madera de 4"x 3" x 3,804, Piezas de madera de 4" x 4" x 1,00 m, 2 kg de clavos de 2 1/2" 2 kg de clavos de 3 11/2"
- Mano de obra: Auto-construcción, No especializada

Proceso constructivo:

- Estructura base: Se establece la base del Domo caña, que puede ser de madera o metal, según el diseño y las necesidades del proyecto.

- Montaje de la estructura de caña: Se arma la estructura de caña siguiendo el diseño de la cúpula o bóveda, asegurando la correcta disposición de los elementos y su fijación a la base. Con las latas se elabora la estructura de la trama con diferentes posibilidades formales, la superficie se teje como una malla o cuadrícula, dependiendo de la forma: cúpula o bóveda. Se puede amarrar las latas con alambre, aunque se facilita más con tiras plásticas denominadas “zunchos”, colocadas en forma de cruz. Los zunchos plásticos son usados generalmente para las instalaciones eléctricas y este recurso resulta más ágil de amarrar que el alambre. La función que cumplen estos amarres es la misma de los hierros en la estructura de concreto, ya que la totalidad de ésta debe funcionar como la cestería: flexible pero resistente. La dirección de la colocación de la malla o retícula se hace de acuerdo a la forma de la construcción. Si la planta de la cubierta es cuadrada, se colocan en forma de cuadrícula y con la misma dirección de las vigas de amarre; si es en forma abovedada se colocan diagonal a las vigas. Es muy importante la forma de ensamblar estas latas a la viga de amarre, ya que de ahí depende el funcionamiento estructural y la amplitud del espacio. Es fundamental prever un sistema de desagüe de aguas lluvias.

Cuando la luz o distancia entre las paredes es mayor a tres metros se requiere además apuntalar esta red o malla desde abajo pues, dada la flexibilidad de este canasto, se puede deformar con el peso del mortero de tierra.

- Revestimiento: Se aplica el revestimiento exterior e interior utilizando los materiales adecuados, como barro mezclado con paja o suelo-cemento, asegurando una cobertura completa y uniforme. La capa de mortero no debe superar los 8 cm para evitar sobrecargar la estructura.

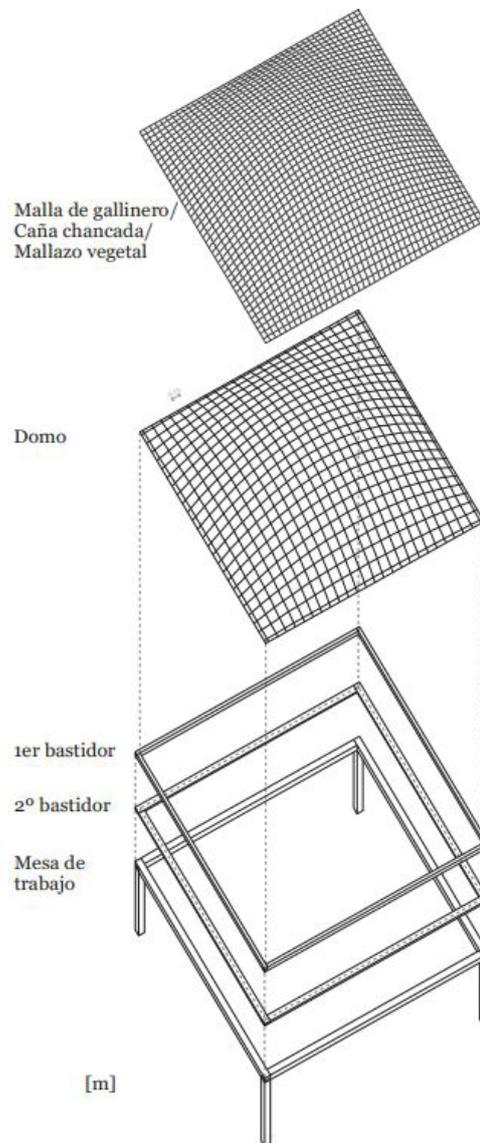


Imagen 44. Desglose de domo caña

Fuente: <https://oa.upm.es/68261/>

La tierra es usada como material de aislamiento térmico y acústico. La función de este material, como ocurre con el bahareque tradicional para paredes, es aplicarse como envoltura; también sirve de protección, de cobijo, ya que “es como la piel, pues regula la temperatura, la humedad y el sonido” (Garzón, 2011). La tierra al ser un material no combustible protege las estructuras contra incendios; adicionalmente Aplicación de la guadua para la construcción de cubiertas con tierra.

- Revoco: Se sugieren tres tipos de revestimiento: Para elaborar el revoco se coloca sobre la tela que sirve para soportar el mortero en dos a tres capas: la primera de tierra, fibra vegetal, cal y arena; la segunda de cal, arena y cemento; y, la tercera, de arena y cemento. Éstas constituyen la base de la cubierta para la colocación del manto asfáltico impermeabilizante. La granulometría de las capas debe ir disminuyendo para llegar menos porosa a la superficie.

- Impermeabilización y acabado: Usada en algunas de estas experiencias se ha hecho con materiales comerciales como la tela asfáltica, que está elaborada con tres materiales: cartón, asfalto y aluminio, de 1.2 mm a 3 mm, o también puede aplicarse una pintura impermeabilizante con fibras, colocada en tres capas y con una membrana flexible. La se aplica sobre la última capa delgada de mortero de cemento y arena, la cual debe estar ya seca para asegurar su durabilidad. En el caso del manto asfáltico se coloca una mano de emulsión asfáltica diluida en agua y se deja secar. Sobre esa base se instala el manto y, en las uniones y en la base, se adhiere con soplete con cuidado para evitar futuras goteras.

- Desagüe: En el diseño de las cubiertas debe de proyectarse previamente los aleros, los detalles de unión de volúmenes y la forma de escurrimiento de las agua lluvias; pues además de cubrir, la cubierta puede servir para la recolección y aprovechamiento de éstas, un elemento importante en los tiempos que corren. Igualmente con las formas orgánicas las filtraciones pueden causar deterioro en la estructura por lo tanto el proyecto debe planearse integralmente y, en especial, los encuentros entre las cubiertas y las canales de las aguas de lluvias



Imagen 44. Elaboración de las tramas de latas



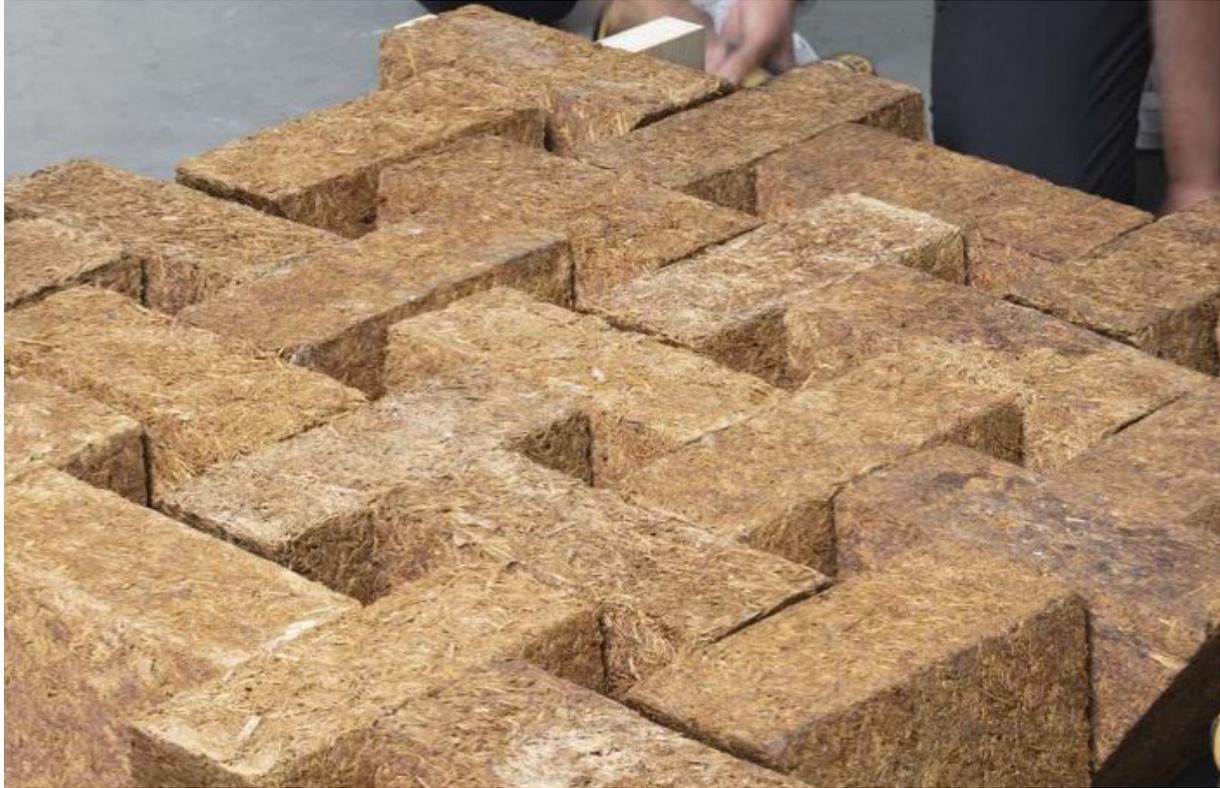
Imagen 45: Apuntalamiento



Imagen 46: Colocación de malla de gallinero

Fuente: https://www.researchgate.net/publication/356137118_Aplicacion_de_la_gadua_para_la_construccion_de_cubiertas_con_tierra_basadas_en_el_domocana

3.6 Sugarcrete



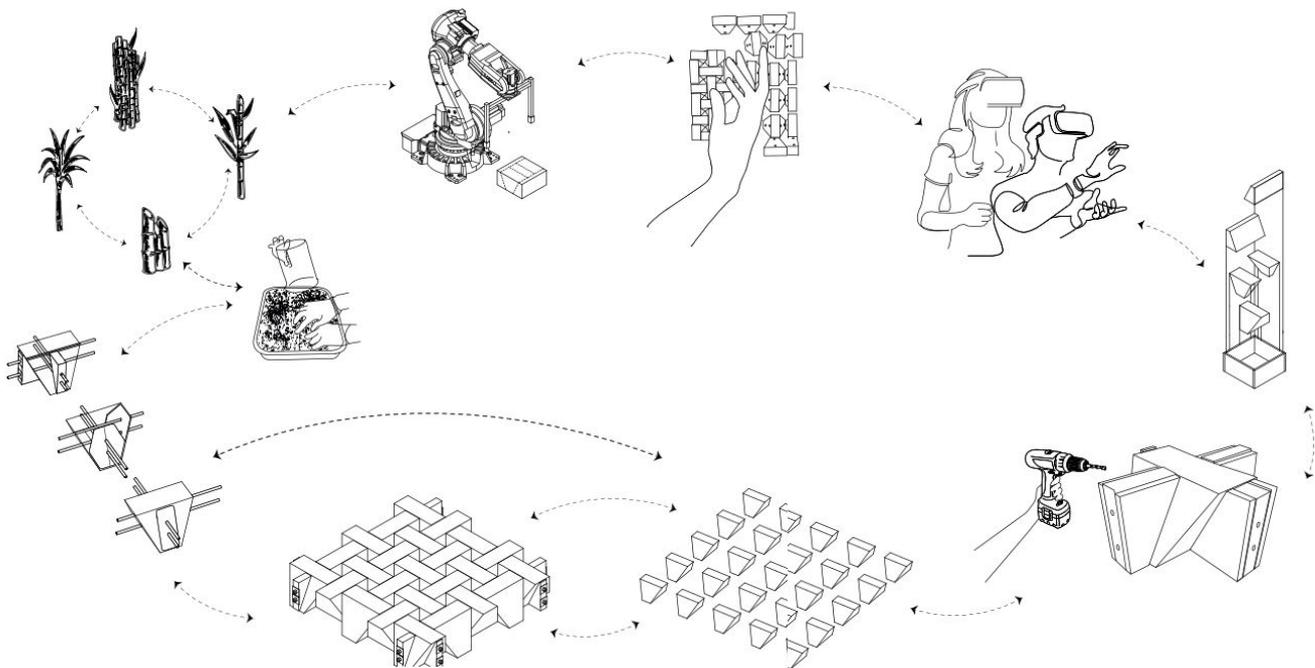
Descripción general

Es una alternativa con baja huella de carbono a los ladrillos y bloques de hormigón, desarrollada por la Universidad de East London (UEL). Este material utiliza fibras de caña de azúcar, residuos de la producción de azúcar, combinadas con aglutinantes minerales de arena para crear ladrillos con una huella de carbono seis veces menor que los ladrillos de arcilla tradicionales. Este material de bajas emisiones de carbono es solo una parte de los objetivos del proyecto. La iniciativa busca ofrecer soluciones de construcción viables, sostenibles y seguras, utilizando biorresiduos como recurso principal para mejorar el bienestar y la seguridad de la comunidad.

Material: Cal viva, piedra caliza, arcilla, arena, desechos de caña de azúcar (bagazo).

Ventajas:

- Es un producto que es un desecho, que es un subproducto de la caña de azúcar
- Es de origen vegetal y tiene una huella de carbono negativa valor.
- Su peso, tiene muy , lo que da como resultado ladrillos ligeros que se pueden transportar fácilmente, siendo así eficiente en la construcción.
- Resistencia a la compresión, lo que hace que adecuados para edificios de baja altura construcción
- Tiene una buena resistencia térmica.
- Arquitectura participativa, son fáciles de fabricación in situ o fuera de ella.
- Dado a que está hecha por residuos, es un material con potencial para la economía circular. Sugarcrete. (n.d.). University of East London. <https://uel.ac.uk/sugarcrete>



Proceso:

1. La caña de azúcar se cosecha y el bagazo es un subproducto.
2. El bagazo se combina con un aglutinante mineral para crear un material de construcción.
3. Utilizando modelado digital avanzado, se crea una forma geométrica y se utiliza un brazo robótico para cortar el molde para esta forma.
4. Los bloques fueron moldeados dentro de una caja de madera, utilizando el molde de espuma cortado por el brazo robótico.
5. Para asegurar que los agujeros de perforación estuvieran alineados de manera igual, se creó y utilizó un dispositivo de guía.
6. Una vez que cada pieza estuvo preparada, se alinearon y estuvieron listas para el ensamblaje.
7. Los bloques se entrelazaron entre sí utilizando varillas de acero creando tensión en el marco exterior. Debido a la forma geométrica y al tensado del marco, no se utilizó aglutinante en el interior de la losa.

Origen del bagazo:

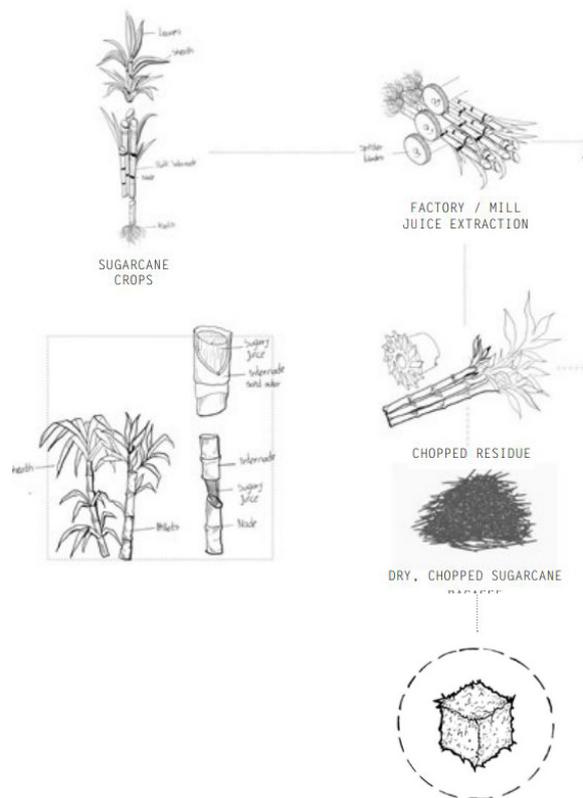
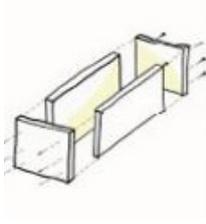


Imagen 47: Sugarcrete

Fuente: <https://uel.ac.uk/sugarcrete>

Hacer el molde.



Utilizamos madera reciclada para hacer el molde. El tamaño del molde depende del tamaño del panel necesario. Cubra la superficie interior del molde con aceite.

Preparar y mezclar



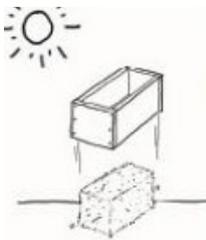
Pesar y preparar los materiales de agua, cal y bagazo, seguido de mezclar bien el material. Primero mezcle cal y el agua, luego agregue el bagazo poco a poco. Dejar se mezcla durante 1 minuto o más.

Molde



Después de que la mezcla esté bien mezclada, vierta la mezcla en el molde. Golpee / presione la mezcla repetidamente para tener un panel compacto.

Secado



Después de llenar el molde hasta el nivel necesario, déjelo secar durante 3 días. Después, retira suavemente el molde de la mezcla para que se seque más rápido.



Preparación



Compactan



Secado



Imagen 48: Sugarcete

Referente: <https://uel.ac.uk/sugarcete>

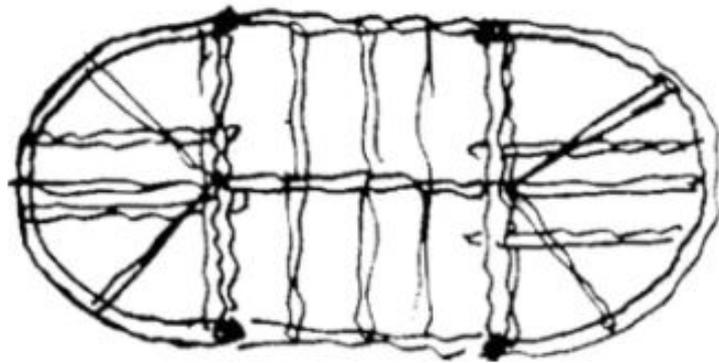
Características de resistencia:

- Resistencia al fuego: La cal de bagazo no se quema a altas temperaturas. La combinación de desechos de caña y cal puede soportar el calor incluso a 900 hasta 1200 grados centígrados. Es apto para usar como material aislante en la construcción. El hormigón de cáñamo tiene una conductividad térmica muy baja y resistencia al fuego.
- Resistencia térmica: Los resultados indicaron que la placa de Sugarcrete tiene una resistencia térmica comparable a la de la placa de corcho. Se necesitan más pruebas para determinar la resistencia térmica exacta y la conductividad térmica del material Sugarcrete.
- Resistencia a la intemperie (exterior: agua y sol): El prototipo ha pasado por el proceso de intemperie químico desde junio de 2021. Se colocó al aire libre y estuvo expuesto al sol, las lluvias y el clima de Londres.
- Resistencia compresión: El patrón geométrico auto-portante necesita varillas de tensión para estabilidad. Una sección de 0.01 m² puede soportar hasta 50 kN de compresión. Para una losa de 3x3 m que soporte 100 kg, se requiere una varilla con capacidad de tracción de 15-20 kN.
- La losa con varillas de soporte de tensión fue probada con un peso gradual de personas, alcanzando una capacidad de carga final de 600 kg al soportar a 8 personas con un peso promedio de 75 kg cada una.



Imagen 49: Sugarcrete

Referente: <https://uel.ac.uk/sugarcrete>



Capítulo 04

Evaluación de los sistemas constructivos

Imagen de fruto vivos en: *el perro y la rana*

Cuando se lleva a cabo una arquitectura de emergencia, el estudio de los materiales más económicos y las posibilidades que ofrecen se vuelven relevantes en las construcciones para personas vulnerables, se persigue lograr más y mejores resultados con una menor cantidad de recursos. La construcción que se plantea ha de ser sensible a la circunstancia de catástrofe y aquí se pone de manifiesto, esa temporalidad para terminar convirtiéndose en algo permanente querido por los habitantes. Se trata de respetar el contexto y tradición, siendo una pieza más en el espacio urbano.

Tras recopilar diversas técnicas y sistemas innovadores que emplean materiales locales, se procede a evaluarlos con el contexto antes estudiado. Los sistemas constructivos se analizan mediante indicadores, descritos y valorados, donde identificaremos los puntos favorables y críticos de cada sistema constructivo.

Partiendo de los tres pilares fundamentales en los que se basa la sostenibilidad (ambiental, económico y social), y una re-interpretación de indicadores usados como sistema de evaluación en Level(s), (el marco europeo para edificios sostenibles) (ITeC, 2020)

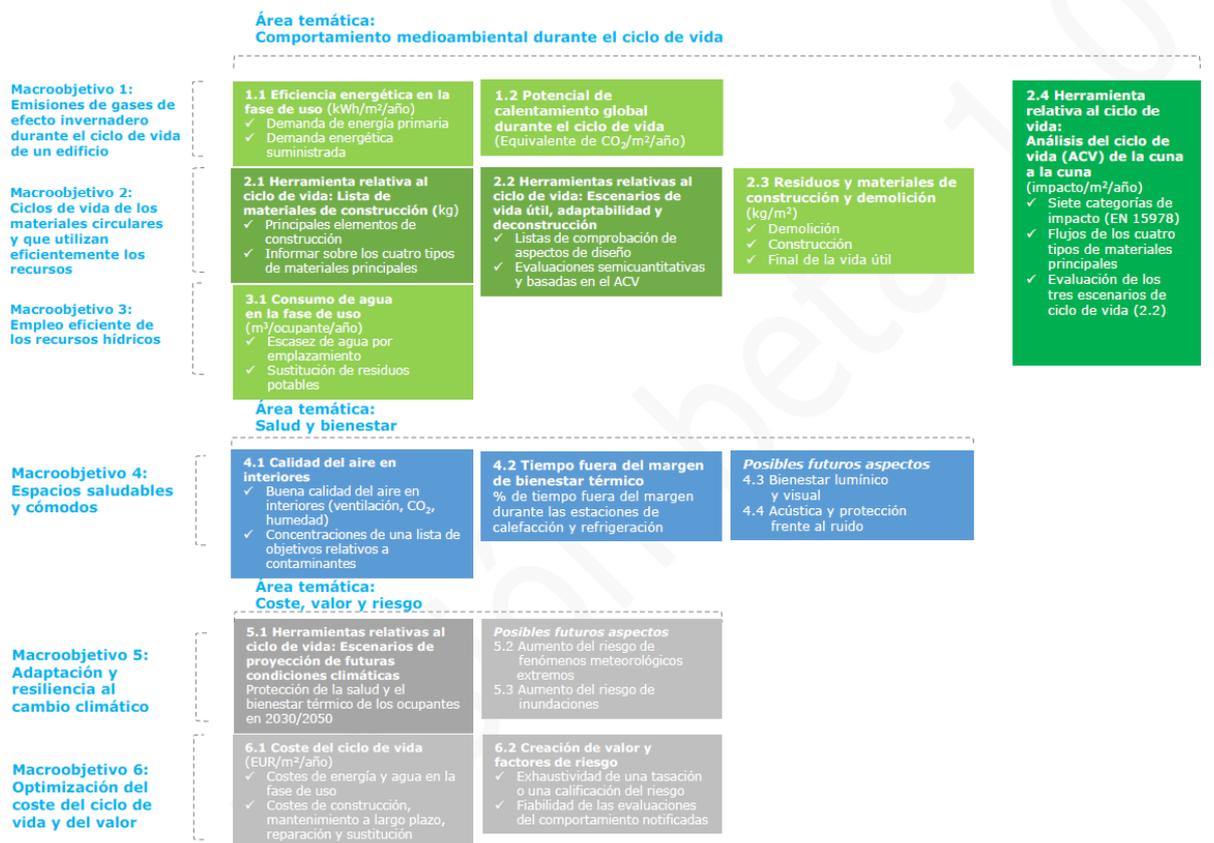


Imagen 51: Visión general del marco level(s)

Fuente: <https://itec.es/infoitec/sostenibilidad/levels-el-marco-europeo-para-edificios-sostenibles/>

Partimos de los siguientes indicadores:

1

Ambientales - cambio climático

- 1.1 Estanquidad
- 1.2 Inercia térmica.
- 1.3 Sismo resistente
 - Forma regular:
 - La estabilidad
 - La ductilidad
- 1.4 Comportamiento a el fuego

2

Tecnológico - Económico

- 2.1 Montaje y desmontaje
 - Auto-construcción
 - Pre fabricados
 - Herramientas básicas
- 2.2 Ciclo de vida
 - Impacto ambiental
 - Distancias cortas de transporte
 - Reutilización

3

Sociales

- 3.1 Material local
- 3.2 Aceptación social
 - Integración.
 - Identidad.

4.1 Indicadores ambientales

4.1.1 Estanquidad

La estanquidad es una cualidad que se define por la habilidad de impedir que entren elementos externos, como líquidos, partículas o aire, dentro de una pieza, circuito o espacio cerrado. Dado que el espacio de estudio sufre inundaciones, estudiaremos la estanquidad de los materiales, para bloquear las infiltraciones de aire no deseadas y garantizar la hermeticidad en los materiales. Evitando grietas, fisuras y mal uniones entre diferentes elementos constructivos mal sellados. (Paula.S., 2020)

- Estanquidad alta: 3 (Sobre-cimiento > 40cm. Cerramiento continuo, estanco e impermeabilizado, permite la construcción en altura)
- Estanquidad media: 2 (Sobre-cimiento \geq 40cm. Cerramiento continuo sin impermeabilización)
- Estanquidad media: 2 (Sobre-cimiento <40cm. Cerramiento discontinuo, no permite la construcción en altura)

4.1.2 Inercia térmica.

La inercia térmica refleja la capacidad de un edificio para mantener una temperatura interior relativamente constante, a pesar de las variaciones en la temperatura del entorno.

El sistema debe garantizar la inercia térmica para adaptarse a los cambios de temperatura y proteger la vivienda del clima exterior. La capacidad de aislar térmicamente un sistema depende del grosor del componente y la conductividad térmica del material.

Los materiales con baja conductividad térmica son mejores aislantes, ya que ofrecen mayor resistencia al paso del calor. Seleccionar materiales con baja conductividad térmica es fundamental para optimizar la eficiencia energética del edificio.

La tierra tiene una buena capacidad de inercia térmica, y al agregar elementos vegetales como la paja a la mezcla, se mejora el aislamiento, por lo que se consideran positivos los revestimientos con mayor contenido de fibras vegetales. Por otro lado, los sistemas con espacios huecos o que utilizan menos tierra son menos efectivos como aislantes. Los sistemas mixtos tienen una composición de materiales heterogénea, lo que hace que los cálculos de conductividad térmica sean más complejos y dependan de la forma y diseño de la estructura. Las conductividades para los materiales:

Adobe: 0,2-0,82 W/mK (Aguirre & Alberoni, 2018).

Caña guadua: 0.05 a 0.17 W/mK (González, M. 2020).

Bahareque: 0,2-0,82 W/mK

Los cerramientos de los sistemas mixtos tienen una sección menor que un muro de adobe o tapial, pero la conductividad térmica del bahareque es más baja para la misma sección, por lo que en general se considera un buen aislante. Dado que la diferencia entre los sistemas radica en los diseños y formas de la estructura, la evaluación de la inercia térmica tiene en cuenta el grosor de los cerramientos:

- Alta inercia térmica: 3 (Revestimiento poroso, con un espesor de relleno superior a 20 cm)
- Media inercia térmica: 2 (Relleno interior, con un espesor de relleno de 20 cm)
- Baja inercia térmica: 1 (Interiores huecos)

4.1.3 Comportamiento sismo resistente:

De acuerdo con la norma venezolana edificaciones sismo resistentes: Covenin 1756-2001 las edificaciones de vivienda (categoría: otras edificaciones), frente a un sismo moderado (nivel de daño 2), la construcción debe garantizar la protección de los ocupantes y la funcionalidad de las estructuras, aunque puedan presentarse daños en un sismo muy fuerte, la finalidad es minimizar los riesgos para las personas.

Forma regular: La edificación debe tener una geometría simple tanto en planta como en elevación. Las formas complejas, irregulares o asimétricas resultan en un mal desempeño durante un sismo. Una geometría irregular provoca torsión en la estructura, haciendo que gire de manera desordenada. La falta de uniformidad concentra fuerzas intensas en algunas esquinas, dificultando su resistencia. (Henneberg de León; 2015).

Se recomienda que la longitud en planta sea $L2/L1 \leq 2.3$ (Cardona, 2004) Debido a que influye en la respuesta estructural ante la transmisión de ondas en el terreno producidas por el movimiento sísmico.

A medida que aumenta la longitud en planta, el comportamiento estructural tiende a deteriorarse, ya que la respuesta de la estructura a las ondas puede variar significativamente de un punto de apoyo a otro en el mismo edificio (Grases, 1987). Los edificios largos son más susceptibles a problemas debido a los efectos torsionales del movimiento del terreno. Para abordar este problema, se insertan juntas totales, de manera que cada sección del edificio se trate como una estructura más corta (Grases, 1987). Estas juntas deben ser diseñadas para evitar colisiones entre las partes separadas, debido al movimiento independiente de cada una.

Si $L1 < 0.4 L$, se puede considerar Planta regular. Criterio de la OPS (Organización Panamericana de la Salud, 2004.)

Si $L1 < 0.2 L$, se puede considerar Planta regular. Criterio europeo.

Si $L1 < 0.25 L$ se puede considerar como una planta regular. Esta consideración es aplicable a las plantas en forma de E, T, L, H, entre otras.

Las construcciones ligeras soportan mejor los terremotos, ya que generan menos fuerza sísmica debido a su bajo peso. En contraste, las estructuras pesadas experimentan mayores esfuerzos durante los sismos. La estabilidad es crucial; los edificios deben ser firmes y equilibrados para evitar vuelcos o deslizamientos en caso de cimentación deficiente. La ductilidad de los materiales, especialmente en cerramientos, es esencial. Aunque la tierra es frágil, su resistencia sísmica mejora con refuerzos dúctiles como vegetales. Controlar el desprendimiento y las fisuras con mallas y revoques aglutinantes evita daños visibles después de un sismo (Hays & Matuk; 2003). Finalmente, es preferible rigidizar las conexiones horizontales y evitar estructuras como tímpanos, ya que estas tienden a colapsar primero en un terremoto. Diseños de techos a dos aguas tienen un peor rendimiento sísmico comparado con techos a cuatro aguas.

- Comportamiento sismo resistente bueno: 3
(Estructura simétrica con armado vegetal abundante, menor peso propio (aligerado), revoque exterior, $h = 8e$, uniones con clavos)
- Comportamiento sismo resistente normal: 2
(Estructura simétrica con armado vegetal, sin aligerar, $h = 8e$, uniones atadas)
- Comportamiento sismo resistente malo: 1
(Mayor peso propio, tierra sin refuerzo vegetal, $h > 8e$)

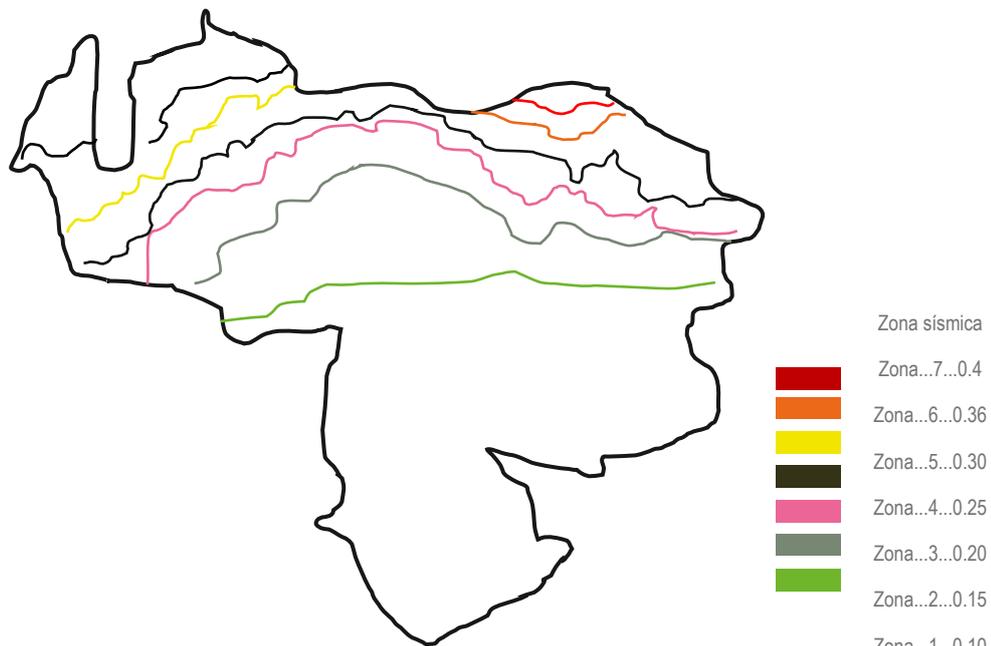


Imagen 51: Mapa de zonificación sísmica

Fuente: <http://www.funvisis.gob.ve/index.php>

4.1.4 Comportamiento frente a el fuego

La reacción de un material al fuego está asociada a la facilidad con la que un material se enciende y la propagación del fuego en condiciones específicas, mientras que, si se habla de resistencia al fuego, se habla de la capacidad del material de mantener su capacidad de sellado y aislamiento de la transferencia de calor, y la resistencia estructural bajo exposición al fuego (Xiao, Y., & Ma, J. 2012).

La guadua y la madera son materiales combustibles por lo que se recomienda aplicar una capa que retarde la expansión de este o corta fuegos. Sin embargo, materiales como la tierra, cal presentan mejor comportamiento ante el fuego.

- Comportamiento aceptable: 3 (Revoques de tierra)
- Mal comportamiento: 1 (Madera o caña sin revoque)

4.2 Indicadores tecnológicos

4.2.2 Montaje y desmontaje:

Este indicador evalúa la facilidad de construcción de viviendas de emergencia, destacando la importancia del uso de mano de obra no especializada. La auto-construcción y la arquitectura participativa son esenciales para crear un entorno colaborativo, permitiendo que la comunidad se involucre activamente.

El uso de sistemas industrializados proporcionan ventajas al reducir la necesidad de mano de obra y acelerar el proceso de construcción mediante el uso de elementos prefabricados que garantizan consistencia y facilitan el desmontaje. Son diseños intuitivos y de fácil ensamblaje, minimizando la necesidad de herramientas especializadas.

La integración de materiales locales y la participación de la comunidad en el proceso de construcción, siguiendo la inspiración de arquitectos como Diébédo Francis Kéré y Shigeru Ban, es crucial para el éxito de estos proyectos. Kéré ha demostrado que el uso de materiales autóctonos y un diseño modular simple puede incentivar la participación comunitaria, ya que la población local posee un conocimiento profundo de las propiedades y el manejo de estos materiales. Por otro lado, el arquitecto japonés Shigeru Ban sostiene que la durabilidad de una construcción «no tiene nada que ver con los materiales», como lo ejemplifican sus estructuras construidas con papel o cartón.

- Muy Bueno: 3 (Auto-construcción, pre fabricados, material local, herramientas básicas)
- Bueno: 2 (Auto-construcción, Material local, herramientas básicas con electricidad)
- Malo: 1 (Mano de obra especializada, maquinas)

4.2.3 Ciclo de vida: residuos de materias prima

Analizar el ciclo de vida completo de los materiales permite elegir opciones más sostenibles que reduzcan el consumo de recursos, la energía y las emisiones a lo largo de todo el proceso. (España, 2024). El ciclo de vida de los materiales de construcción se compone de varias etapas:

Extracción de materias primas: La extracción y preparación de las materias primas requiere mucha energía, lo que tiene un alto impacto ambiental.

Fabricación: En esta fase, las materias primas se transforman en productos de construcción que deben cumplir con los estándares legales, técnicos y comerciales establecidos. La fabricación tiene un impacto ambiental considerable, principalmente debido al elevado consumo de energía y recursos necesarios para obtener el producto final

Distribución y transporte: El transporte de los materiales desde su fabricación hasta el lugar de uso también genera impactos.

Uso y mantenimiento: Durante la fase de uso, los edificios deben ser eficientes energética-mente para minimizar su impacto.

Reciclaje: Es importante cerrar el ciclo reutilizando y reciclando los materiales al final de su vida útil.

Disposición final: Los residuos que no puedan reciclarse deben gestionarse adecuadamente para evitar impactos.

- Reciclaje: 3 (bajo impacto ambiental de extracción y fabricación, distancias cortas de transporte, reutilización)
- Infra Reciclaje:1 (medio impacto ambiental de extracción y fabricación, distancias largas de transporte, reutilización)

4.3 Indicadores sociales

4.3.1 Aceptación social:

Se valora la capacidad de en saltar la arquitectura de los aborígenes venezolanos. La aceptación social de los materiales de construcción está fuertemente ligada a factores como:

Integración con el entorno: Utiliza materiales y técnicas constructivas propias de la región. Respeta y se adapta a las condiciones climáticas, topográficas y culturales del lugar. Incorpora elementos naturales como vegetación, cuerpos de agua, etc. Para crear una conexión con el entorno.

Sostenibilidad: Emplea técnicas y materiales de construcción locales y sustentables. Aprovecha los recursos naturales como la luz, el viento y la vegetación para lograr eficiencia energética. Minimiza el impacto ambiental mediante un diseño respetuoso con el entorno.

Expresión de la identidad reflejara las tradiciones, costumbres y estilos arquitectónicos históricos de la zona. Incorpora símbolos, motivos y elementos decorativos que representan la identidad cultural del lugar. Crea espacios y formas que evocan la idiosincrasia de la comunidad.

- Muy Bueno: 3 (Integración con el entorno, sostenibilidad , expresión de la identidad local).
- Bueno: 2 (Integración con el entorno, sostenibilidad)
- Malo: 1 (Expresión de la identidad local).

3.2.2 Material local:

Se considerará la facilidad con que los materiales y productos puedan adaptarse a la localidad de estudio, con el objetivo de lograr proyectos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, que reflejen la identidad cultural y fortalezcan el desarrollo económico y social de las comunidades. Además, es fundamental que, en situaciones de emergencia, estos materiales y productos sean de fácil acceso, reduciendo el transporte

- Muy Bueno: 3 (El sistema está compuesto predominantemente por materias primas locales).
- Bueno: 2 (El sistema utiliza en su mayoría materias primas locales, pero incluye algunos materiales tecnológicos o importados).
- Malo: 1 (El sistema depende principalmente de materias primas importadas).

En resumen tenemos que:

Indicadores ambientales

Responder a todos los factores bioclimáticos para garantizar un confort de los habitantes, aspectos como la orientación, la ventilación, la iluminación natural y el aislamiento térmico son fundamentales para lograrlo.

Indicadores tecnológico

Los países en desarrollo se enfrentan a una limitación presupuestaria. Por esta razón, Los materiales y técnicas tradicionales marcan un punto de partida a la hora de diseñar un refugio, dejando de lado ornamentos innecesarios. Esto no significa renunciar al aspecto "artístico" propio de los arquitectos, sino enfocarse en la sostenibilidad, la adaptación al entorno y técnicas experimentales. Materiales simples como tierra, madera o cartón permiten a las personas participar directamente en la construcción de sus viviendas.

La facilidad de construcción es fundamental para responder rápidamente a situaciones de desastre, permitiendo a las comunidades levantar refugios temporales por sí mismas. es por ello que se requieren procesos de construcción simples y accesibles. La arquitectura participativa refuerza el sentido de pertenencia y garantiza que las soluciones respondan a necesidades reales, aprovecha los conocimientos y habilidades de la comunidad

El uso de elementos prefabricados como paneles, módulos o estructuras livianas facilita el montaje y desmontaje de las construcciones. Estos componentes pueden transportarse fácilmente y ensamblarse sin necesidad de mano de obra especializada, lo que permite una construcción rápida y flexible, adaptándose a las necesidades cambiantes de las comunidades.

Indicadores sociales

El uso de materiales locales como la tierra enfrenta desafíos de aceptación social en Venezuela, iniciativas como la estandarización, el empoderamiento comunitario y una mejor planificación local podrían ayudar a aumentar su adopción. Pero persisten obstáculos como la burocracia y la falta de implementación sistemática de políticas de desarrollo local.

La industria de la construcción supone una de las que más recursos mundiales consume, convirtiéndose de este modo en una de las actividades más insostenibles del planeta. De ahí que trabajar con materiales como la tierra y caña, materiales ligados a los conceptos de ecología, economía y sostenibilidad.

4.4 Cuadros comparativos

Indicadores		Bahareque		Caña guadua		Panel de caña
Estanqueidad	3	Lamina impermeabilizante	3	Tratamientos impermeabilizantes (aceite de linaza, barniz marino)	3	lamina impermeabilizante
Inercia	2	Varia por su composición específica. e:0.15 m	3	Cámaras de aire en su interior, lo que reduce la transferencia de calor y mejora su capacidad de aislamiento térmico. e: 0.15 m	3	Posee una cámara aislante, con un espesor total de 0.25 m
Comportamiento sísmoresistente	1	Atado de la estructura, armado vegetal abundante, peso propio reducido, uniones con clavos	3	Tiene poco peso y alta resistencia debido a que es circular y tiene entrenudos muy cercanos	2	Atado de la estructura, armado vegetal abundante, peso propio reducido, uniones con clavos
Comportamiento a el fuego	3	La tierra es un buen aislante. e: 0,15m	1	Material vegetal sin proteger	3	Posee revocos de tierra
Montaje y desmontaje	2	Autoconstrucción, Material local	2	Autoconstrucción, Material local	3	Autoconstrucción, pre fabricados, material local
Ciclo de vida	3	Prefabricación de los elementos vegetales	3	Prefabricación de los elementos vegetales	3	Prefabricación de los elementos vegetales, infra reciclaje del mallazo
Material local	3	Caña y madera de la zona	3	Material local encontrado en diferentes zonas de Venezuela	3	materia prima local
Aceptación social	3	Integración con el entorno, expresión de la identidad local, sostenibilidad	3	Integración con el entorno, expresión de la identidad local, sostenibilidad	3	Integración con el entorno, expresión de la identidad local, sostenibilidad
Totales:	20		21		23	

1

Estanquidad
Inercia térmica.
Sismo resistente
Comportamiento a el fuego

2

Ciclo de vida
Montaje y desmontaje

3

Material local
Aceptación social

Indicadores		Eco panel		Domo techo		Sugarcrete
Estanqueidad	2	Tratamientos impermeabilizantes (aceite de linaza, barniz marino)	3	Impermeabilización de la cubierta	3	Lamina impermeabilizante
Inercia	1	e:17mm	2	Espesor reducido, pero sus materiales tiene inercia	2	e: 0.10 m
Comportamiento sísmoresistente	0	Su uso es de tabiquería, no estructural	3	Ligero, sin tímpano, transmite cargas a los 4 muros sobre los que se sustentan	3	Resistencia a la compresión
Comportamiento a el fuego	2	35% afectado	2	Material vegetal, pero protegido por una capa de tierra.	3	La cal de bagazo no se quema a altas temperaturas. La combinación de desechos de caña y cal puede soportar el calor incluso a 900 hasta 1200 grados centígrados
Montaje y desmontaje	3	Autoconstrucción, pre fabricados, material local	2	Autoconstrucción, Material local	3	Autoconstrucción, pre fabricados, material local
Ciclo de vida	2	Prefabricación de los elementos vegetales, impacto en su fabricación	3	Prefabricación de los elementos vegetales, infra reciclaje del mallazo	3	Prefabricación de los elementos vegetales, infra - reciclaje de barras metálicas
Material local	2	Materia prima local, procesada para su industrialización	3	Cana de 2-3 cm de diámetro	3	Residuos de la caña
Aceptación social	3	Integración con el entorno, expresión de la identidad local, sostenibilidad	3	Integración con el entorno, expresión de la identidad local, sostenibilidad	3	Integración con el entorno, expresión de la identidad local, sostenibilidad
Totales:	15		20		23	

1

Estanquidad
Inercia térmica.
Sismo resistente
Comportamiento a el fuego

2

Montaje y desmontaje
Ciclo de vida

3

Material local
Aceptación social

A continuación describo propiedades de los materiales usados en los sistemas constructivos estudiados, que ayudaran a entender y a usar el mismo.

	Bahareque	Caña guadua	Panel de caña
Dimensiones	<p>Grosor total: 15 - 20 cm. Altura: 3 m. Estructura de guadua: Postes de 12 x 12 cm.travesaños de 6 x 6 cm. Relleno: Barro con paja, 2-3 capas. Acabado: Estuco de cal, 1-2 cm</p>	<p>Diametro : 15 cm, con un promedio de 9-13 cm. Espesor: entre 0.788 cm y 1.823 cm Longitud: 10 metros hasta 2.50 metros</p>	<p>Espesor: 24 cm. Alto: 70cm Marco de madera relleno de aislamiento, poliuretano, cemento caña, recubrimiento con mortero</p>
Densidad	<p>600 kg/m³. Esta densidad representa una mezcla comúnmente equilibrada entre barro y materiales vegetal.</p>	<p>600 - 900 (kg/m³)</p>	<p>Suma de varios materiales</p>
Conductividad térmica	<p>0,17 w/mk. Es relativamente baja.</p>	<p>0.10 a 0.15W/mK.</p>	<p>0.2 - 0.5 W/mK. Estructura de Caña de Guadua (0.11 - 0.15 W/mK) Revestimiento de Mortero de Cal (0.16 - 0.29 W/mK) Capa Aislante Adicional (lana de roca: 0.033 - 0.045 W/mK)</p>
Humedad	<p>Los materiales utilizados en el bahareque, como la tierra, las cañas y la madera, son susceptibles al deterioro por efecto de la humedad.</p>	<p>10% y el 20% Se determina por el punto de saturación de la fibra.</p>	<p>suma de varios materiales</p>

	Eco panel	Domo techo	Sugarcrete
Dimensiones	Espesor: 17 mm Ancho: 122cm Largo: 244cm Peso: 35kg	guadua, adobe, aislamiento, impermeabilización Diámetro Total: 10 metros Altura: 6.5 metros (0.65 diámetro) Espesor de Estructura: 15 cm (estructura de caña) Revestimiento Exterior: 5 cm (mortero de cal)	Cal viva, piedra caliza, arcilla, arena, desechos de caña de azúcar (bagazo). 10x10x10 cm. Peso: 0,44kg
Densidad	0.7 g/cm ³	400 a 800 kg/m ³ .	baja densidad
Conductividad térmica		0.2 - 0.5 W/mK. Estructura de Caña de Guadua (0.11 - 0.15 W/mK) Revestimiento de Mortero de Cal (0.16 - 0.29 W/mK) Capa Aislante Adicional (lana de roca: 0.033 - 0.045 W/mK)	0,65 W/mK huella: 0.061(KgCoe)
Humedad	10%	suma de varios materiales	10% y el 20%. Tomo la humedad de la caña

4.5 Análisis de los sistemas constructivos

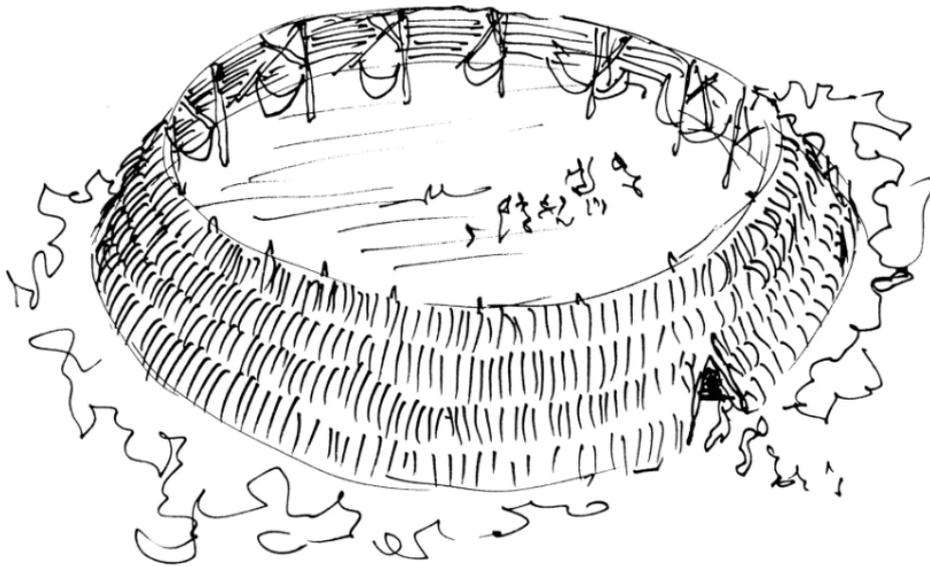
Podemos observar que el bahareque ha demostrado ser simo resistente, en países como Colombia y Peru existen normas que regulan y garantizan la seguridad de este sistema, además de su bajo coste o su simplicidad constructiva. Requiere muy pocos recursos y emplea materiales locales, lo que le convierte en una técnica excelente para construir viviendas en zonas donde estos recursos son limitados, Sin embargo, se requiere de una mano de obra especializada, y el proceso constructivo requiere largas horas de trabajo.

En cuanto a la guadua se determina que es un material de construcción sostenible, duradero y económico. Posee una notable resistencia y flexibilidad. Sus propiedades mecánicas son comparables e incluso, en ciertos casos, superiores a las de materiales tradicionales como el concreto, el ladrillo y la madera. Ofrece diversas ventajas, entre ellas su bajo costo, alta resistencia y capacidad de crecimiento y regeneración. La guadua puede ser tratada para mejorar su resistencia al fuego. Aunque es un material combustible. (Bambusa, 2024). Al estudiar los diferentes tipos de uniones de la caña se observa algunas soluciones mas sostenibles que otras.

Un aporte a destacar de los paneles de caña es su fabricación en módulos industrializado que permite un montaje más rápido en el sitio, reduciendo significativamente los tiempos de construcción y costos. Los módulos se construyen en entornos controlados, lo que asegura una mayor calidad y consistencia en los materiales y técnicas de construcción. Sin embargo, el uso del poliuretano como aislante aumenta la propagación del fuego, se recomienda sustituirlo. Las mallas metálicas pueden reciclarse y reutilizarse, pero su fabricación frecuentemente requiere recursos no renovables y procesos que producen una huella de carbono considerable.

El domo techo ofrece grandes beneficios gracias a su construcción con materiales vegetales. A pesar de no ser un sistema estandarizado y requerir un alto nivel de conocimientos, se adapta rápidamente a nivel social y facilita la transferencia de conocimientos. No obstante, recomendamos reemplazar el cemento por materiales con una menor huella de carbono.

Por ultimo el sugarcrete ofrece oportunidades a los materiales locales y los subproductos agrícolas e industriales no utilizados, Siendo esta una solución eficaz para la gestión de los residuos agrícolas.



Capítulo 05

Criterios de diseño de refugio

Imagen de fruto vivas en: *el perro y la rana*

5.1 Criterios básicos

En capítulos anteriores se analizó la situación de vulnerabilidad en Venezuela y su necesidad de refugios ante catástrofes naturales. Se estudiaron sistemas de construcción de vivienda vernácula, que utilizan materiales locales y tecnologías de baja complejidad. Sistemas que son mejor recibidos por la población, ya que se adaptan mejor al clima y generan empleo para los afectados durante el proceso de construcción de nuevas viviendas, tal como lo explica Ian Davis en su libro sobre arquitectura de emergencia.

Además, se investigaron sistemas constructivos que buscan reducir el impacto ambiental, como los eco paneles en Colombia y el sugarcrete, los cuales se caracterizan por el uso de sistemas modulares industrializados. Estos estudios han permitido identificar pautas y puntos de partida para la propuesta de este trabajo de investigación, considerando un destino geográfico cuyas características influirán en el diseño para resolver la problemática de refugio post catástrofe en Venezuela.

Es fundamental evitar soluciones genéricas y superficiales que no tengan en cuenta los factores geográficos, culturales y económicos. Además, es importante ofrecer una respuesta versátil con un diseño simple y básico, que integre elementos locales y mejore la calidad de vida de las personas afectadas, adaptándose al estilo de vida de cada comunidad. Esto no implica crear un diseño único para cada desastre, sino desarrollar un enfoque flexible que considere las condiciones sociales y tradiciones locales, incorporando detalles que enriquezcan el diseño. Por eso, se emplearon los siguientes indicadores para definir una propuesta adecuada de vivienda de emergencia:

Condiciones ambientales: Resistencia sísmica, estanquidad, inercia térmica y comportamiento ante el fuego, con el fin de tener el mejor confort y seguridad en el refugio.

Indicadores tecnológicos: Sistematización para un montaje rápido y una cadena de producción orientada a la reducción de costos, tomando en cuenta el ciclo de vida del material, dejando 0 residuos.

Indicadores sociales: Uso de materiales ligados a conceptos de ecología, economía, sostenibilidad y adaptación cultural, con una arquitectura participativa que elija formas y materiales apropiados a los modos de vida y la realidad cultural.

Estos permitirán que el trabajo trascienda el concepto inicial y se traduzca en un conjunto de recomendaciones prácticas que aborden dimensiones, funcionalidad, transporte, costo estimado, montaje, desmontaje, materiales, entre otros. El objetivo es ofrecer a los afectados por el desastre una solución de refugio rápida y efectiva, basada siguiendo los lineamientos necesarios.

5.2 Criterio para el diseño de un refugio

Los refugios deben crear espacios interiores acogedores que permitan a los usuarios realizar sus actividades diarias y sentirse como en casa. Es necesario adaptarlos a los diversos usuarios necesitados en la zona, lo cual implica construir módulos que, a través de combinaciones, puedan satisfacer las diferentes necesidades de cada familia. Para ello, se han definido una línea a seguir:

•1. Selección del lugar:

Elige una ubicación segura, alejada de riesgos como deslizamientos o inundaciones. Asegúrate de que esté cerca de recursos esenciales como agua y leña.

•2. Reúne materiales locales

Para completar estos diseños, es importante emplear estrategias simples y comprensibles, de modo que los miembros de la comunidad puedan implementarlas fácilmente. Usar materiales locales que reflejen las tradiciones culturales ayuda a crear un ambiente interior más familiar. Además ahorra tiempo y costes en transporte, facilidad y alcance.

Ciclo de vida

Fase 1

Montaje

Fase 2

Participación
ciudadana

Fase 3

Ocupar / utilizar
-
mantenimientos

Fase 4

Desmontaje

Fase 5

Reciclaje



Imagen 51: Ladrillo de adobe

Fuente: <https://www.doityourself.com/stry/how-to-make-adobe-brick>

Cuadro de materiales locales

Materiales locales				
Origen	Descripción	Tipo	Uso	Industrial
Mineral	Tierra cruda	Bahareque, adobe, tapia	Muros, cubierta	Bloques, paneles
	Tierra cocida	Teja y ladrillo		
	otros	Piedra, grava, arena, cal, pigmentos, listones de madera	Cimientos, muros, cubierta, solera	
Vegetal	Maderas	curarire, araguaney, mangle rojo, cují, ébano	Cimientos, muros, cubierta, plataformas, vigueta	Listones, chapas, laminas
	horcones	daguaro, el quiebra-hacha, el balaustre, piriche, cacho de toro, caruso, flor amarilla, ébano	estructura	
	Bambú	Guadua angustifolia	Estructura, muros, cubierta, solera, carpinterías, revestimientos	
	Caña y carrizo	Caña brava y amarga (<i>Gynerium sagittatum</i>)	combinada con tierra, para cerramientos (encañado del bahareque) y techos (de torta, de teja o de palma)	Lianas, cuerdas
	Palma	palma manaca y temiche	Revestimiento de muros, cubierta, unión de estructuras (bejuco)	
	Bejuco	lianas y ramas flexibles	elementos de ligadura para amarrar elementos estructurales y entramados de madera	
Animal	Cuero	Para amarrar elementos de madera	Estructuras, revestimiento de muros, cubierta, carpintería.	
	Estiércol de vaca	Añadido a enlucidos para mejorar la resistencia al agua.	muros, cubierta, carpintería.	

(Gasparini & Margolies, 2005).

A la hora de definir los materiales a usar, uno de los criterios a tomarse debe ser economía circular.

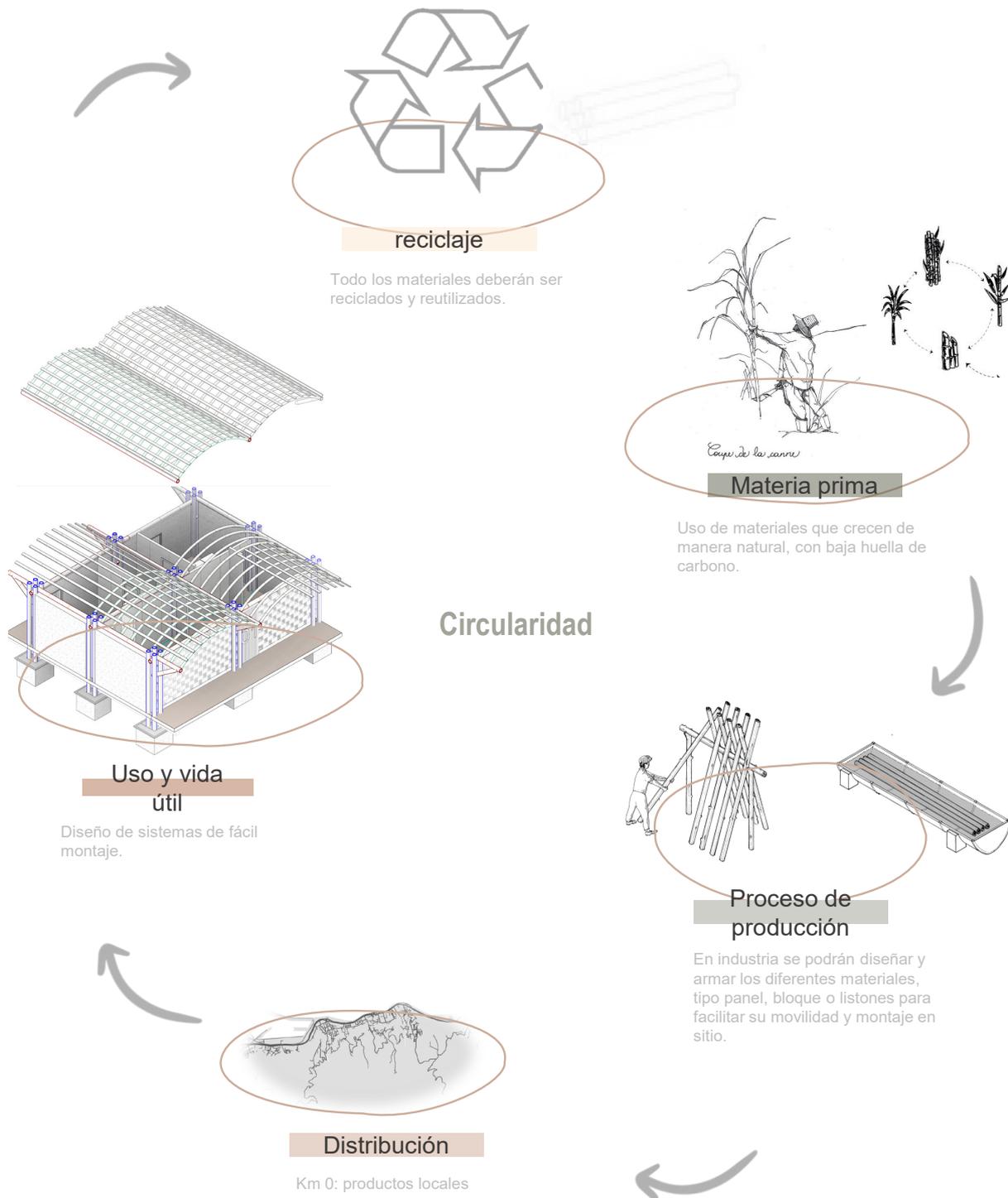


Imagen 52: Esquema de circularidad

Fuente: Reelaboración a partir de: Gasparini & Margolies, 2005

3. • Diseño constructivo:

Como se mencionó en capítulos anteriores, es esencial utilizar sistemas constructivos comunes en la región, lo que facilita la participación de la comunidad local en la instalación. Asimismo, el empleo de elementos prefabricados, como paneles, módulos o estructuras ligeras, agiliza tanto el montaje como el desmontaje de las edificaciones. Se recomienda el uso de:

-Cimientos: horcones / guadua se hincan directamente en la tierra o en bases de piedra (gasparini & margolies, 1980)

-Sobre-cimiento o encepado: Piedras trabadas con un mortero de tierra, cal-arena o cemento. La altura del encepado es de 20 a 60 cm (Borges & Yáñez, 1989).

-Estructura: Partiendo de una estructura modulares para garantizar la facilidad de montaje, economía en tiempo y costo. Se plantea la utilización de guadua. Uso de uniones ensambladas que permitan la máxima superficie de contacto entre tallos.

-Solera: estructura de madera de la zona, revestida por planchas de aglomerado de caña compactado, como se vio en el referente de eco panel y sistemas como sugarcree

-Cubierta: El techo domo que se caracteriza por su sencillez y accesibilidad, sin embargo, requiere de conocimiento avanzado. Incluir vegetación en este, con el fin de mejorar el aislamiento.

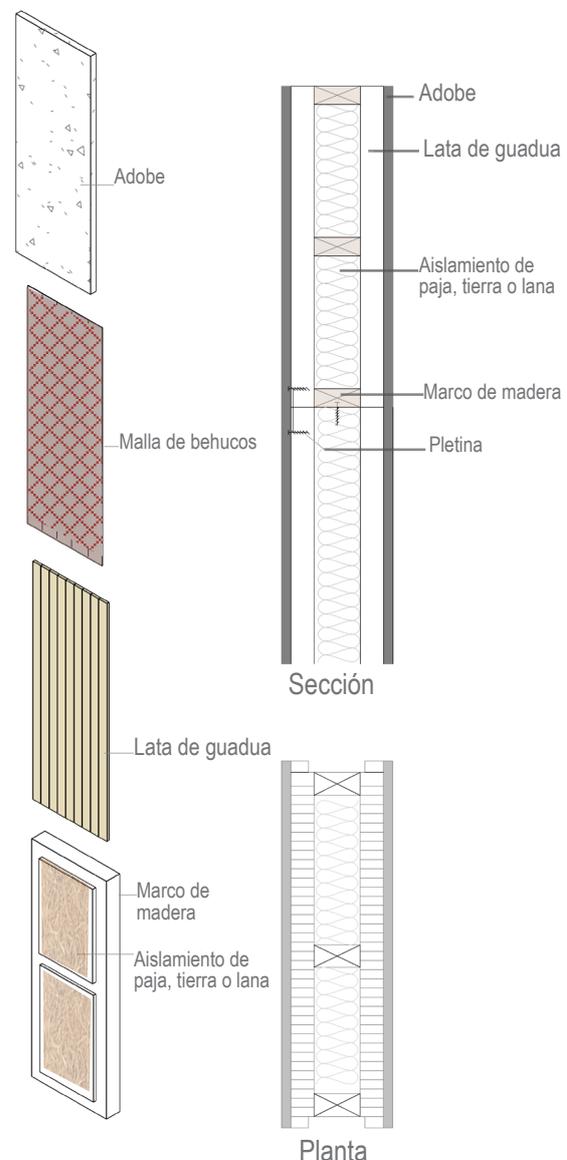
-Muros: uso de un sistema prefabricado de paneles de caña revestido en adobe para la realización de los cerramientos. Se trata de un material que tiene una larga tradición de uso en Venezuela y que cumple con características como solidez y liviandad, fundamentales para el desarrollo de un sistema prefabricado de rápido montaje con bajas demandas tecnológicas; este sistema se reconoce por Alfredo Rolando Erreyes Padilla Tatiana Carolina Gómez en la Universidad Central Ecuador / Año:2015

-Aislamiento: de tipo vegetal, acompañado tierra y vegetación según sea el caso.

-Carpintería: marcos de madera revestidas con latas de caña

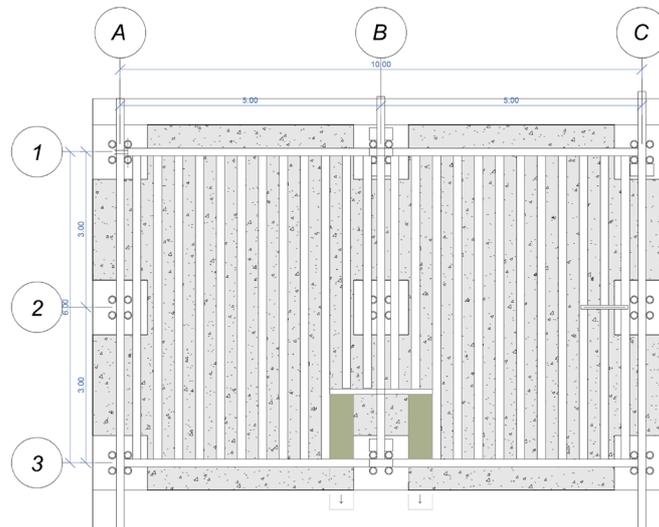
-Mobiliario: La hamaca se destaca como un ejemplo de mobiliario versátil, adaptándose a diversos usos y necesidades en los espacios polivalentes, configurados mediante el mobiliario.

- Sistema de anclajes: y uniones deberá estar compuesto por sistemas al estilo LEGO, lo que permite la construcción del refugio sin requerir grandes conocimientos técnicos.

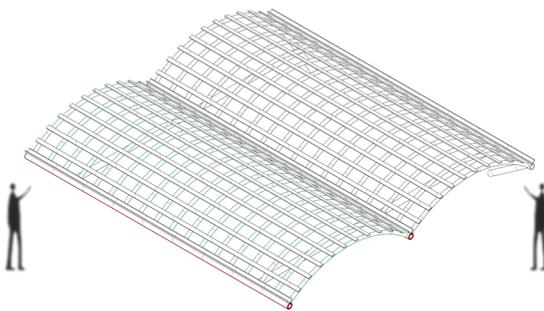
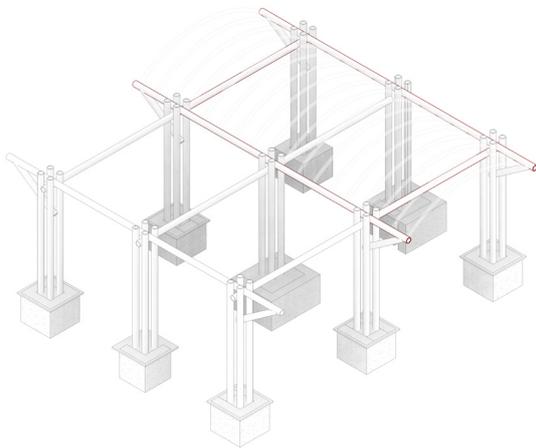


Detalle de panel

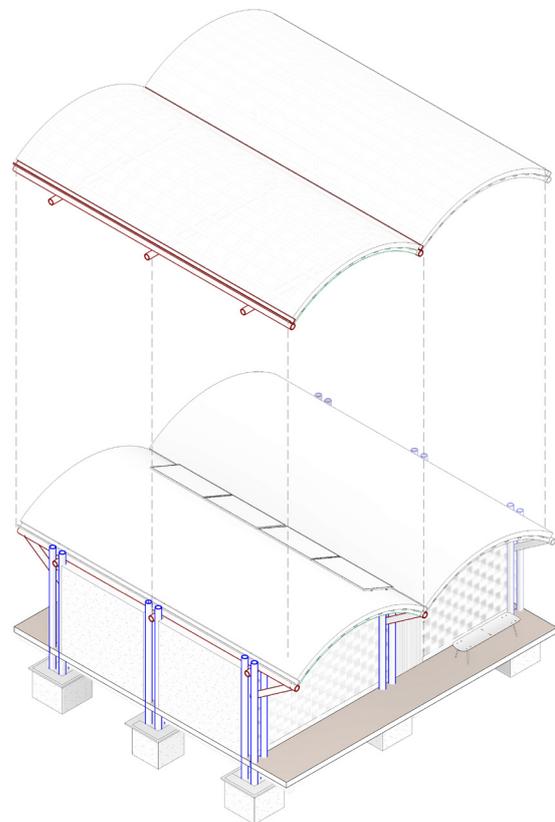
La estructura de caña guadua, habitual en esta zona. Sus propiedades físicas y mecánicas la hacen ideal para la construcción. Los pilares realizados con cuatro cañas guaduas que van desde los cimientos hasta la cubierta, se entrelazan con las vigas dándole la estabilidad necesaria a el refugio. La construcción del domo-caña de la cubierta se realiza desde abajo, como un prefabricado; para ello primero se teje en el piso y se pone encima de la estructura para después colocar el revoque con tierra, impermeabilizante y capas vegetales.



Planta de cimentación



Montaje de cubierta

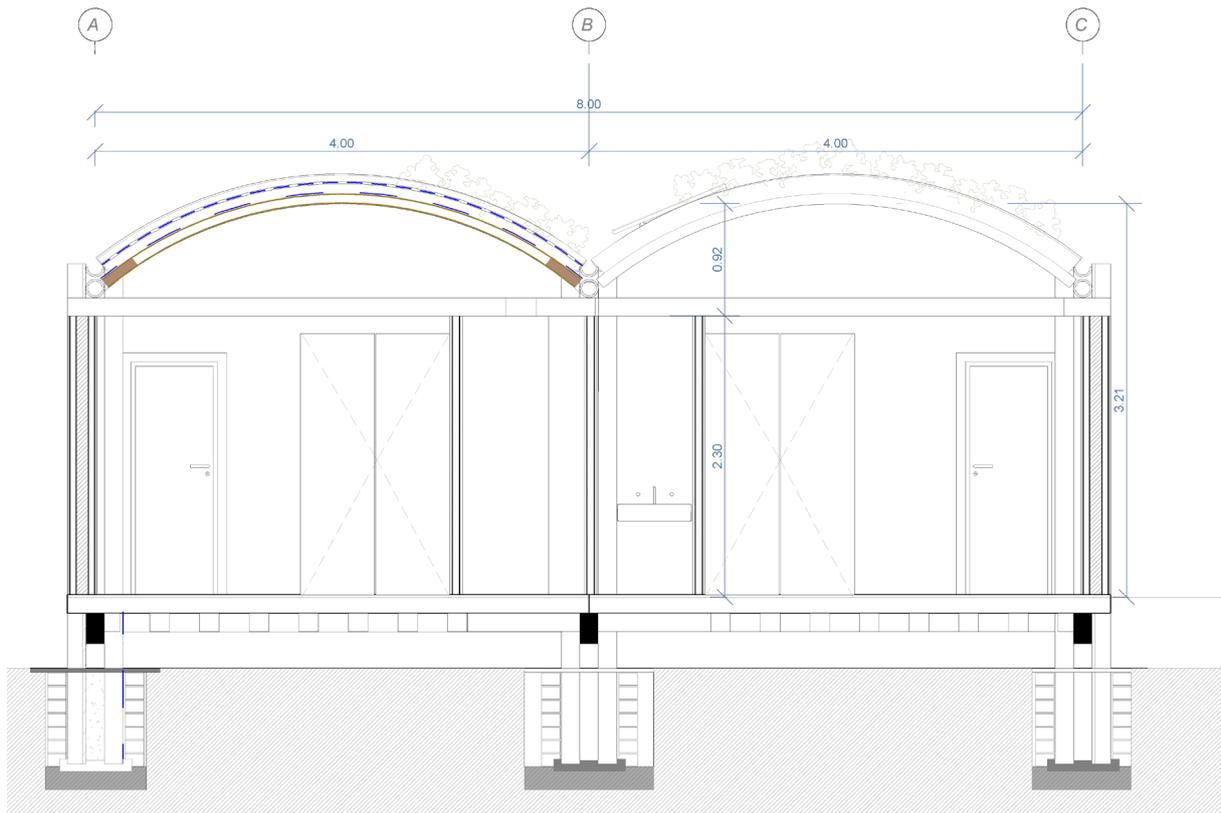


Esquema de estructura

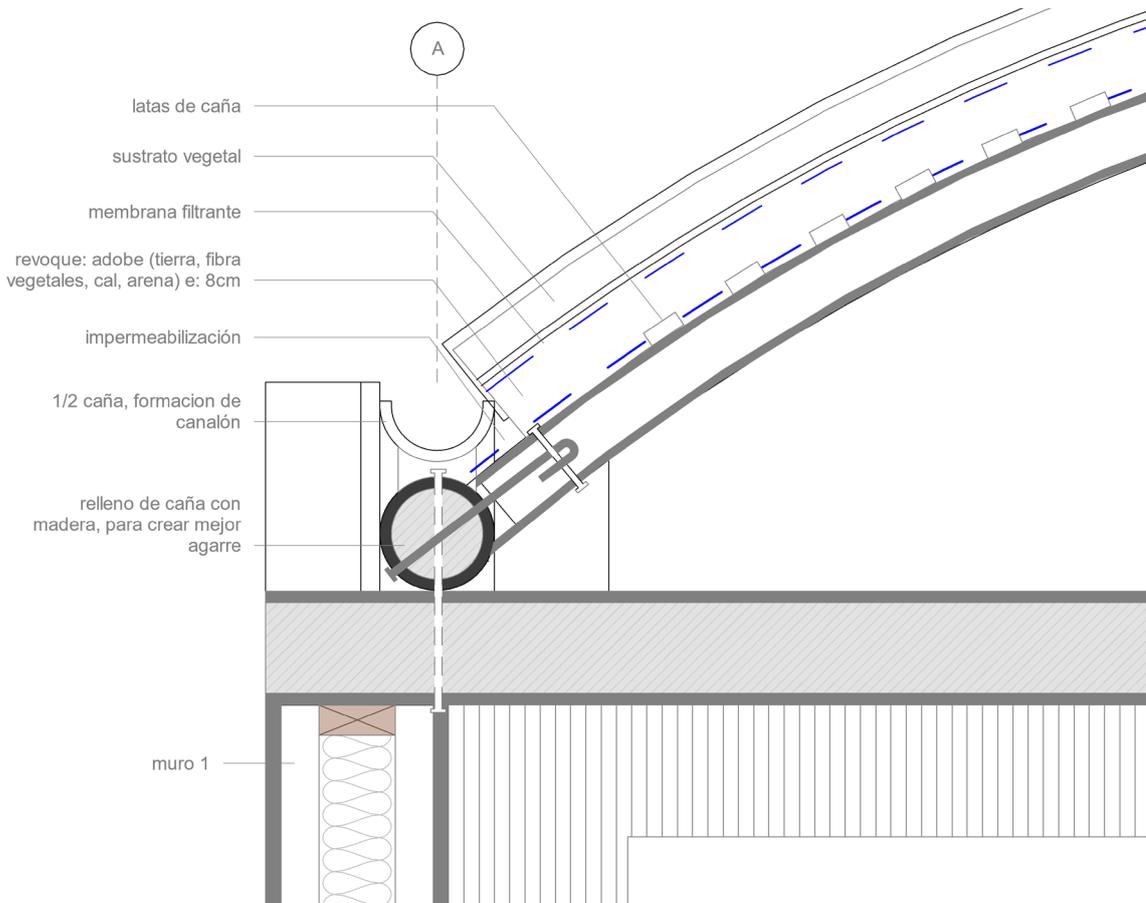
-Sistema constructivo: paneles pre-fabricados con materiales locales, pilares y viga de caña, cubierta con domo techo

-Materiales: Guadua

- Sistemas pasivos: Cubierta verde, aseos secos, sistema doble fachada



Detalle de posible solución de cubierta tomando de referencia el domo techo, anteriormente estudiado



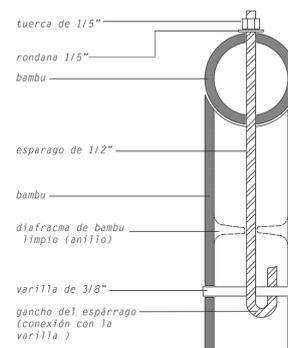
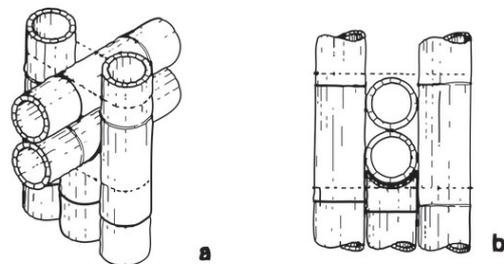
Debido a que la caña es hueca y cilíndrica, no es posible realizar uniones de la misma manera que con la madera. El uso de clavos y alambres debe ser muy limitado, ya que los primeros pueden provocar rajaduras y los segundos no ofrecen suficiente resistencia.

Por esta razón, se recomienda utilizar ensambles tradicionales, rellenar la caña con cuñas de madera y adobe

Para conectar dos elementos, se propone uniones tipo "pico de flauta" con gancho en forma de J, donde la caña se talla para adaptar la curvatura de la pieza con la que se unirá. Para las uniones de los pilares verticales con las vigas horizontales, utilicé pletinas con pernos.

El uso del bejuco, una técnica tradicional empleada por los indígenas, es también un método de gran funcionalidad y conocido entre los locales..

O uniones metálicas industrializadas



Detalle de uniones

4. Arquitectura participativa:

Organizar programas educativos. Plantear centros de formación sobre el diseño que se ejecutara, integrando en el proceso a la población afectada. Es fundamental involucrar a la comunidad afectada para integrar sus tradiciones culturales y adaptar las soluciones a las necesidades de los usuarios, ofreciendo así medidas efectivas para mitigar los efectos del desastre. Se recomienda que un equipo técnico trabaje junto a la comunidad durante la construcción, estableciendo pautas y guías para asegurar un montaje adecuado, estable y duradero, empleando métodos más limpios y sostenibles.

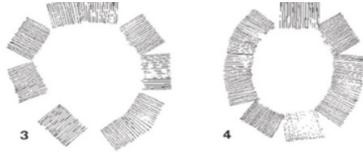
5. Diseño e innovación:

El diseño arquitectónico debe centrarse en satisfacer necesidades clave como la resiliencia, la privacidad y la circularidad. Es esencial incorporar elementos tradicionales de la vivienda venezolana, los cuales han sido moldeados por factores como la economía, el clima y la cultura. Las casas típicas suelen incluir patios, corredores y caneyes. Estos espacios son fundamentales para asegurar la aceptación de los refugios, ya que ofrecen una familiaridad y comodidad con la que los habitantes ya están acostumbrados. Considerar estos aspectos es crucial para crear un entorno que no solo sea funcional, sino también acogedor y culturalmente relevante.

Es importante tener en cuenta factores ergonómicos, la disposición de los espacios y las circulaciones, ya que estos elementos hacen que el diseño sea efectivo en este contexto. El diseño debe crear atmósferas adecuadas para habitar, que reflejen las características de las comunidades afectadas y sean aceptadas por los usuarios. La innovación en el diseño radica en mejorar la calidad de vida de los usuarios mediante el uso de materiales y técnicas constructivas locales, conocidas por la población. De esta manera, la innovación en los refugios se centra en su integración y transformación social, proporcionando espacios donde los usuarios puedan desarrollar sus actividades y contribuir a su mejora.

Además, el diseño debe incorporar una versatilidad que permita su adaptación a diversos usos, ajustándose a las necesidades específicas de diferentes individuos, considerar la inclusión de particiones internas ligeras y espacios diáfanos. La capacidad de poder ampliarse es otro punto importante, con envolventes desmontables fijadas mecánicamente.

5.1 Forma - implantación

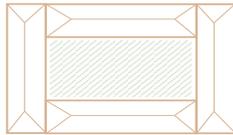


Herencia indígena

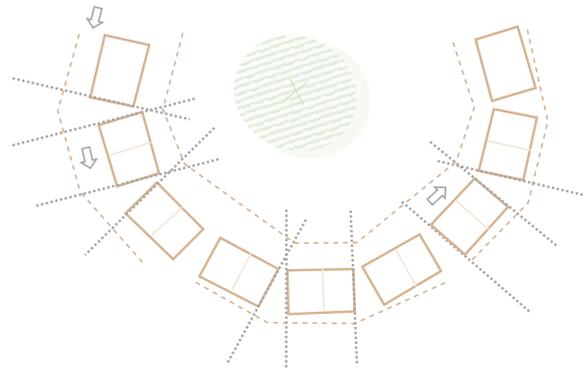
El emplazamiento usado en la arquitectura del shabono, donde por su forma circular deja un patio central, sirviendo a actividades de los usuarios.

Uso del caney

+



=

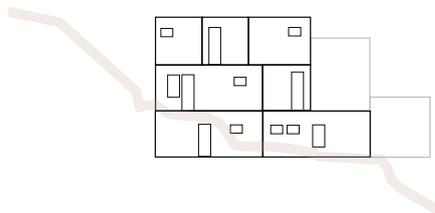


Herencia colonial

En las casas coloniales se distribuyen al rededor de un patio central, manteniendo una relación estrecha con el exterior

Imagen 53: Esquema de diseño

Fuente: elaboración propia



Vivienda informal

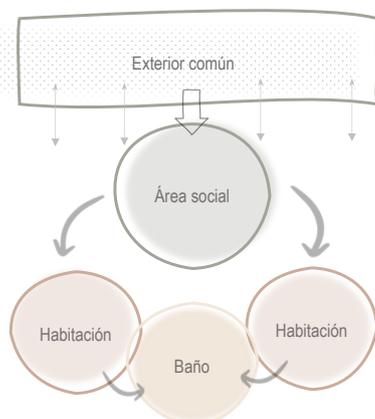
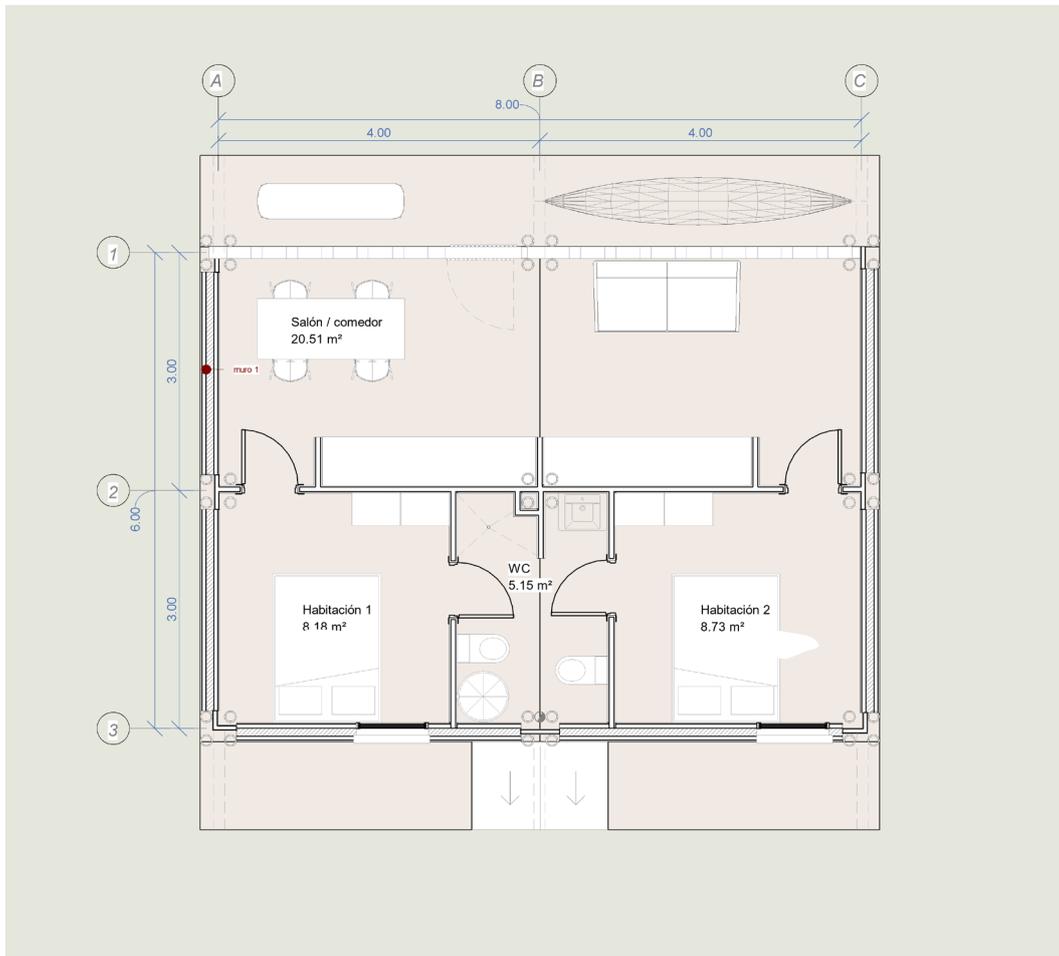
La falta de servicios de las viviendas informales en Venezuela nos lleva a conjugar en el proyecto depósitos de agua que van a aprovechar el agua de lluvia, además de plantear sistemas pasivos de protección solar.

5.1 Función

Se parte de un módulo base, conformado para satisfacer la necesidades. Se recomendará una vivienda con el mínimo de 45m², que contemple un programa de área básico de una vivienda.

Donde se distribuyen un área de comedor/cocina/salón, permeable a el exterior, y otra ala privada que contemplara las habitaciones con el baño.

Las relaciones entre los módulos y el tratamiento exterior fomentan la vida en comunidad y la normalización del estilo de vida de los refugiados. La sensibilización con las tradiciones locales es un punto a destacar.



Esquema funcional de una vivienda

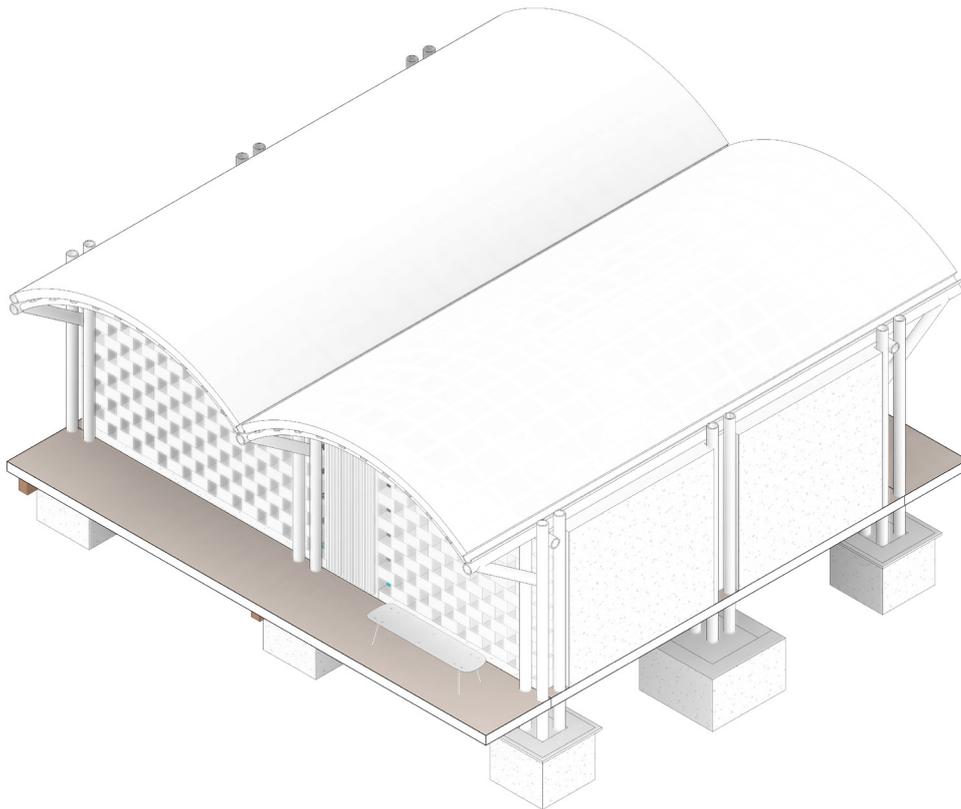
Salón/comedor/cocina: 20 - 30m²

Habitación 1: 9m²

Habitación 2: 9m²

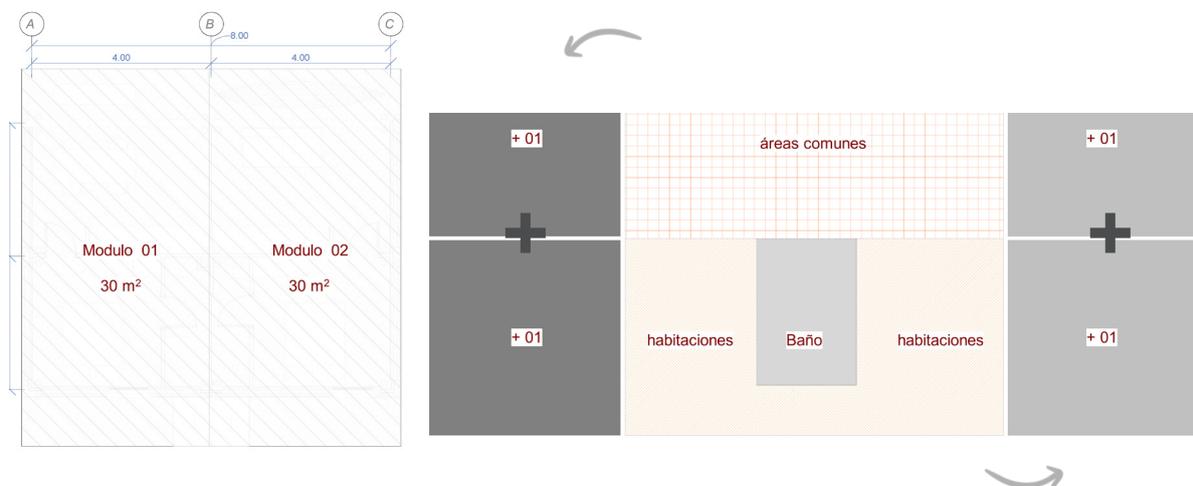
Baño: 5m²

5.1 Espacio - módulos



Dividido en dos alas, día / noche. Un espacio diáfano que servirá para las diferentes actividades que pueda necesitar los individuos, vinculada con el exterior. Diseñado para poder ampliarse y crecer de manera horizontal.

Esta basado en el sistema de arquitectura progresiva en casos de post catástrofe que consiste en la construcción de refugios humanitarios con la intención de convertirse en arquitecturas permanentes mediante una ampliación gradual (refugios progresivos) o la construcción de un núcleo que quedará integrado en la futura vivienda permanente.



Esquema de módulos

6. Sistemas pasivos:

-Cubiertas y fachadas vegetales: capa que ayudara a aislar el interior, mejorando el confort del mismo, ademas promueve el cultivo de plantas de consumo para los refugiados.

-Protección solar: con el fin de reducir la radiación solar en las aberturas de las fachadas, se recomiendan elementos como toldos, sistemas de lamas horizontales móviles, contraventanas, persianas, estudiando previamente la orientación solar.

-Enfriamiento natural del aire: utilización de sumidero natural de CO₂, como la vegetación y el agua.

-Diseño frente inundaciones: ante lo expuesto sobre las posibles inundaciones en zonas vulnerables, se recomienda la impermeabilizante de la envolvente y elevación del refugio.

-Instalación de agua: uso de "baños secos". opera de manera cíclica: produce abono y fertilizantes para una huerta asociada, mientras que su cubierta recoge agua de lluvia, la cual se utiliza para el lavado y riego, además de cumplir con las funciones de un baño tradicional.

- Instalación eléctrica: uso de paneles fotovoltaicos.



Imagen 54: Cubiertas y fachadas vegetales-H&P arquitectos aseo 2

Fuente: <https://www.designboom.com/architecture/hp-architects-toigetation-2-unicef-vietnam-11-09-2016/>



Imagen 56: Baño seco - inteligencias Colectivas Palomino

Fuente: https://www.archdaily.cl/cl/02-224541/inteligencias-colectivas-palomino-sociedad-en-construccion-zoohaus-pei?ad_medium=gallery

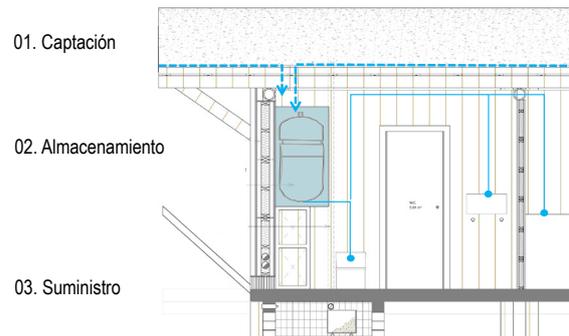


Imagen 55: Protección solar de Escuelas Móviles - Amadeo Bennetta & Dan LaRossa

Fuente: <https://www.archdaily.co/co/02-301806/es-cuelas-moviles-building-trust-ironwood>

6.1 instalaciones

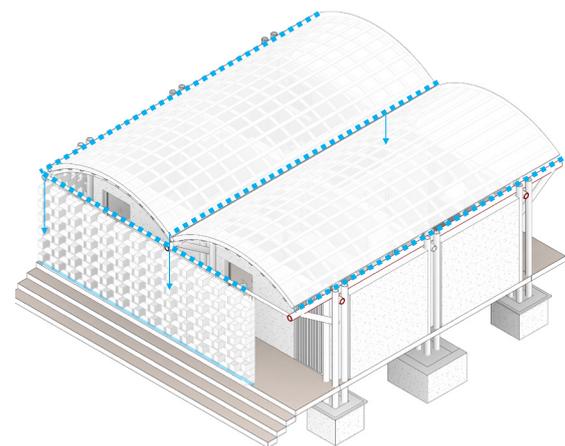
Se proponen conceptos de viviendas productivas capaces de generar alimentos para satisfacer las necesidades de los refugiados. Estas viviendas incluirán huertos, conucos, y muros hidropónicos, así como sistemas de riego por goteo y recolección de aguas de lluvia. Además, deberán ser auto-suficientes en la producción de energía mediante paneles solares, energía eólica, entre otras fuentes. Las viviendas también deben ofrecer un alto nivel de confort, flexibles y adaptarse a diferentes tipos de usuarios.



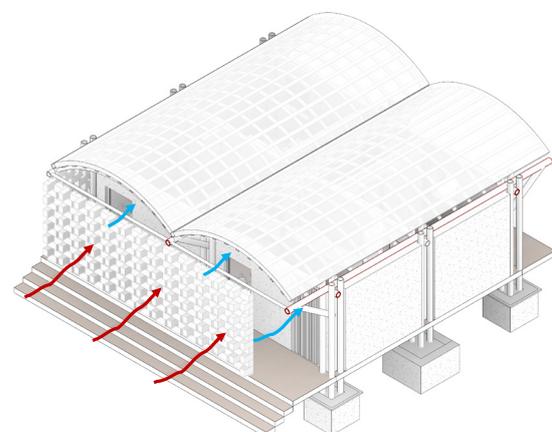
Deposito de agua - Baño seco



Esquema de vivienda

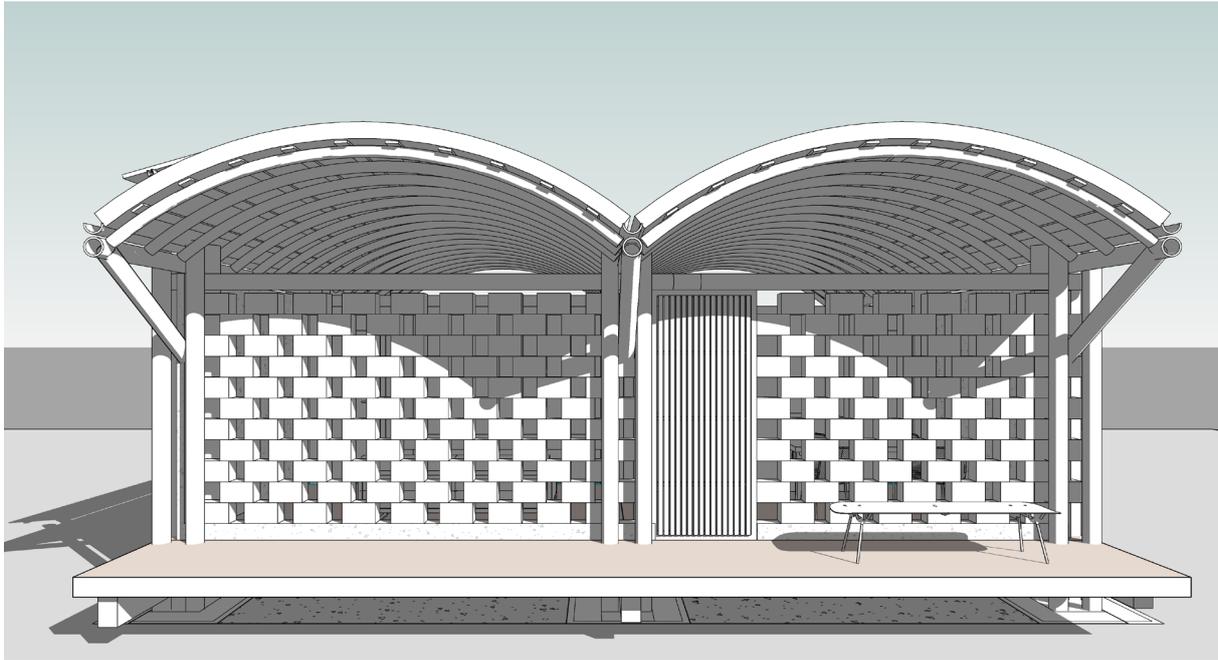


Prototipo de recolección agua de lluvia

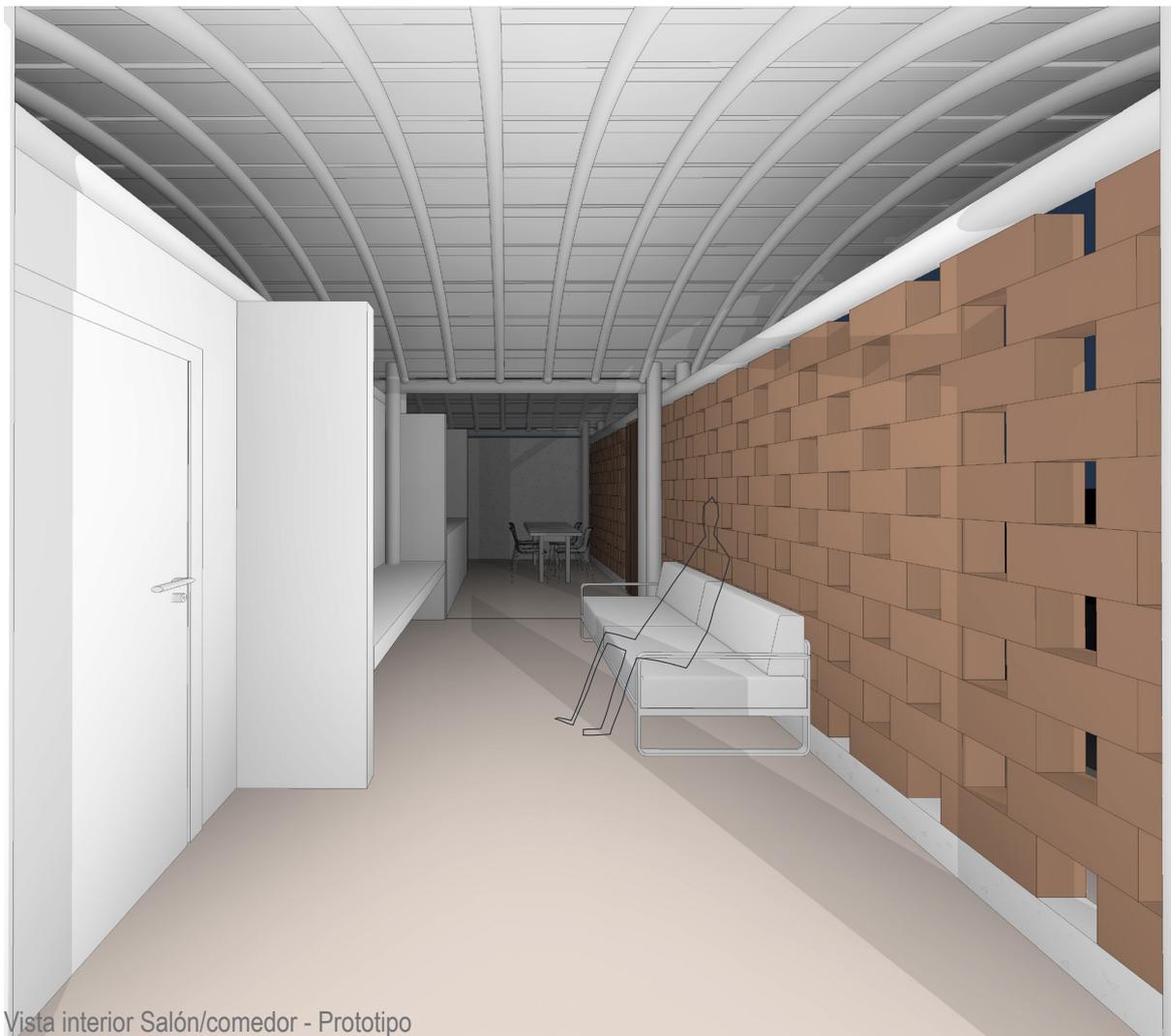


Recorrido del aire caliente - frío

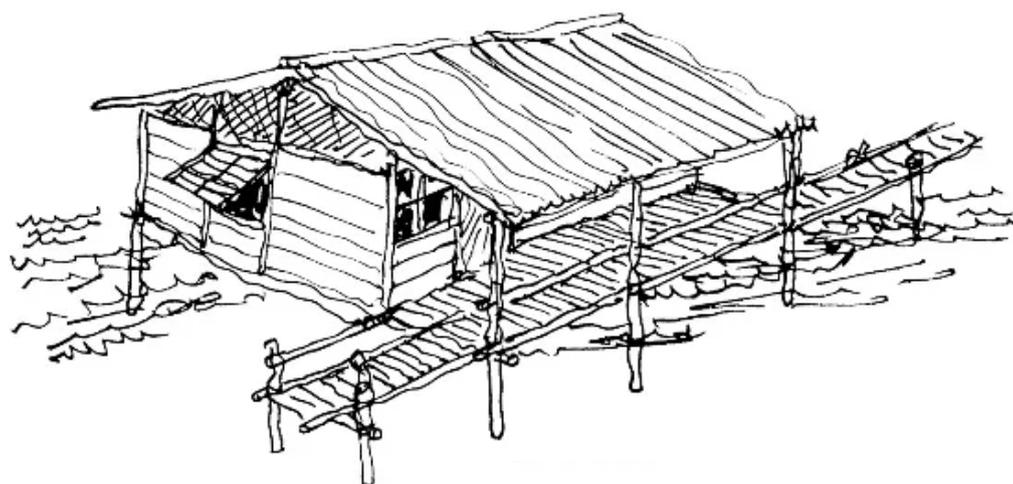
Vistas



Fachada principal - Prototipo



Vista interior Salón/comedor - Prototipo



Capítulo 06

Conclusiones

Imagen de fruto vivos en: *el perro y la rana*

Este proyecto se ha enfocado en desarrollar recomendaciones y características para el diseño de refugio post-catástrofe en Venezuela.

Se ha analizado el mapa de vulnerabilidades y amenazas de Venezuela para definir las problemáticas existentes. Debido a la continua vulnerabilidad de la región, se ha determinado que el refugio debe ser una estructura modular y flexible que pueda servir como vivienda a largo plazo, cumpliendo con los requisitos básicos de habitabilidad

Se observaron las soluciones constructivas habituales, lo cual ha sido esencial para determinar qué aspectos deben priorizarse en este tipo de intervención. Se concluye que la mejor opción es utilizar materiales propios de la región, que evoquen la cultura y tradiciones locales, siendo además fáciles de transportar y montar con sistemas de anclaje familiares para la comunidad. Estas características permiten que los refugios sean rápidamente desplegados en situaciones de emergencia y aceptados por la población local.

Es verdad que el uso de materiales locales favorece una rápida aceptación debido a su disponibilidad y familiaridad, permitiendo la participación activa de la comunidad en la construcción. En contraste, elementos industrializados y tecnológicamente complejos suelen ser ajenos a la cultura local y pueden resultar incómodos para los usuarios, sin embargo, la incorporación de elementos prefabricados e industrializados que optimicen tiempo y costos puede complementar la construcción tradicional, especialmente en situaciones de urgencia. Esta combinación permite aprovechar las ventajas de ambas técnicas y responde a la necesidad de rapidez en el montaje. Es esencial incluir a los futuros habitantes en el proceso de diseño, asegurando que las soluciones propuestas se adapten a sus necesidades y preferencias, incrementando así las posibilidades de éxito del refugio en contextos post-catástrofe. Con el tiempo, estas estructuras pueden evolucionar para convertirse en viviendas permanentes.

Se han elaborado una serie de lineamientos a seguir para el diseño de un prototipo de refugio adaptable a las condiciones propia de la zona, dejando claro las características que se deben de tener. Utilizando técnicas ancestrales y lecciones de los aborígenes ,respetando las condiciones climáticas locales, basadas en soluciones pasivas. Además, establece una línea de investigación sobre la innovación e industrialización de sistemas constructivos vernáculos, con el objetivo de mejorarlos.

Uno de los lineamientos a destacar es el rol participativo de una comunidad en la construcción de sus refugios, para asegurar que estos espacios respondan efectivamente a sus necesidades y contextos específicos. Fortaleciendo el sentido de pertenencia y soluciones adecuadas a las costumbres propias. Además, esta participación fomenta la resiliencia, ya que los miembros adquieren conocimientos y habilidades que les permiten adaptar y mantener sus refugios a largo plazo, promoviendo una recuperación más rápida y eficiente ante futuras adversidades.

Como arquitectos y diseñadores, asumimos la responsabilidad de mejorar la calidad de vida en comunidades afectadas por desastres, enfocándonos en la dimensión transformadora de nuestra profesión. Nuestro objetivo es ofrecer soluciones que promuevan una recuperación rápida, sostenible, vinculada a el entorno, siguiendo los tres pilares de la sostenibilidad: ambiental, económico y social. Nos comprometemos a brindar apoyo a quienes más lo necesitan, actuando como agentes de cambio tanto en el ámbito ecológico como social.

*" O salvamos los árboles y vivimos con ellos
o desaparecemos del universo "*

Arturo Eichler

Bibliografía

Referencias

- Ángel, C., & Garzón, L. (2017). "Aplicación de la guadua para la construcción de cubiertas con tierra, basadas en el domocaña". *Revista Nodo*, 12(23), 49-61.
- Armijos, J. F., & Armijos, P. J. (2005). *Aplicación de conceptos bioclimáticos al diseño de una vivienda de caña guadua en Cuenca* (Tesis doctoral no publicada). Universidad de Cuenca.
- Contreras, M. W., Owen, C. M. E., Garay, J. D. A., & Contreras, M. Y. (2018).
Elaboración de tableros aglomerados de partículas de caña brava (*Gynerium sagittatum*) y adhesivo urea.
- Davis, I. (1980). *Arquitectura de emergencia*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili.
- De La Rica, J., & Duran, A. M. (2022). *Ficha detallada prácticas constructivas locales – Venezuela: culturas constructivas locales para hábitats sostenibles y resilientes*. <https://hal.science/hal-03941015>
- Encalada Pinargote, N. (2012). *Contribución al estudio de la Guadua angustifolia y su uso en la construcción sostenible*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Franco, J. T. (2017, 14 de septiembre). *In 4 days, 100 volunteers used mud and reeds to build this community center in Mexico*. ArchDaily. https://www.archdaily.com/628163/in-4-days-100-volunteers-used-mud-and-reeds-to-build-this-community-center-in-mexico?ad_medium=gallery
- Gasparini, G., & Margolies, L. (1980). *Inca architecture*. Indiana University Press.
- Gasparini, G., & Margolies, L. (1986). *Arquitectura popular de Venezuela*. Armitano.
- Gasparini, G., & Margolies, L. (2005). *Arquitectura indígena de Venezuela*. Editorial Arte.
- González Bejarano, S., & Silva Delgado, E. (2016, abril). *Arundo donax L.: Material de construcción*.
- Guadua Bamboo. (s.f).- *The Best Construction Bamboo*. Bamboo Poles from Colombia -
<https://www.guaduabamboo.com/bamboo-poles>
- Harris, R. H., & Hutchison, P. (2011). *Amazonas* (p. 162). Alhena Media.
- Hidalgo López, Ó. (2003, noviembre). *Bamboo: The Gift of the Gods*.
- Hidalgo, Ó. (1981). *Construcción con bambú*. Universidad Nacional de Colombia.
Centro de Investigación de Bambú y Madera (CIBAM). Estudios Técnicos Colombianos Ltda.

- ITeC. (2020, 3 de diciembre). *Level(s), el marco europeo para edificios sostenibles*. ITeC - Instituto de Tecnología de la Construcción. <https://itec.es/infoitec/sostenibilidad/levels-el-marco-europeo-para-edificios-sostenibles/>
- Lorenzo, J. C. D. (2016, 7 de agosto). *Arquitectura de Venezuela. Poliedro de Caracas*.
Puente de Mando. <https://www.puentedemando.com/arquitectura-de-venezuela-poliedro-de-caracas/>
- Maiztegui, B. (2022, 14 de septiembre). *Arquitectura de emergencia, ¿construcción local o pre-fabricación?*
ArchDaily México. <https://www.archdaily.mx/mx/939302/arquitectura-de-emergencia-construccion-local-o-prefabricado>
- Martínez, A. (2022, 23 de octubre). #79 *Construir con bambú: Las uniones*. Casas Saludables y Eficientes.
<https://www.igmapacheco.com/p/79-construir-con-bambu-las-uniones>
- Olmo, G. D. (2019, 12 de diciembre). *Cómo fue la tragedia de Vargas, el peor desastre de la historia reciente de Venezuela: “Creíamos que era el fin del mundo.”* BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-50695328>
- Piesk, S. (2012, enero). *Arish: Palm-leaf Architecture*.
- Pmedina. (2012, 16 de diciembre). *Tragedia de Vargas: El día que la montaña avanzó hasta el mar*.
La Voz. <https://diariolavoz.net/2012/12/16/edda-pujadas-el-dia-que-la-montana-avanzo-hasta-el-mar/>
- Rarispe. (2023, 19 de mayo). *Barbara Brändli. Orígenes y originarios*. Centro Cultural UCAB.
<https://centrocultural.ucab.edu.ve/origenes-y-originarios/>
- Souza, E. (2024, 28 de agosto). *From Agro-Waste to Sustainable Structures: Concrete Alternatives Made from Sugarcane*. ArchDaily. <https://www.archdaily.com/1001501/from-agro-waste-to-sustainable-structures-concrete-made-from-sugarcane>
- Tableros – *Ecotableros de Colombia*. (s.f). <http://www.ecotableros.com/tableros/>
- Team, A. (2023, 4 de febrero). *The Shabonos: Circular communal dwellings of the Yanomami tribes in Venezuela*.
ArchEyes. <https://archeyes.com/yanomami-communal-shabono/>
- VenezuelaTuya. (s.f). *La Guaira (Vargas hasta 2019)* Venezuela Tuya.
<https://www.venezuelatuya.com/estados/vargas.htm>
- Velazquez, L. (2023, 14 de junio). *La huella de carbono en la construcción*. Eadic.
<https://eadic.com/blog/entrada/huella-de-carbono-ciclo-de-vida-de-la-construccion/>

Vivas, F. (1928). *Las casas más sencillas*. El Perro y la Rana.

Zazu Vives, B. (2021). *Innovación en los sistemas mixtos con tierra: Esmeraldas, Ecuador*

(Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid). <https://oa.upm.es/68261/>