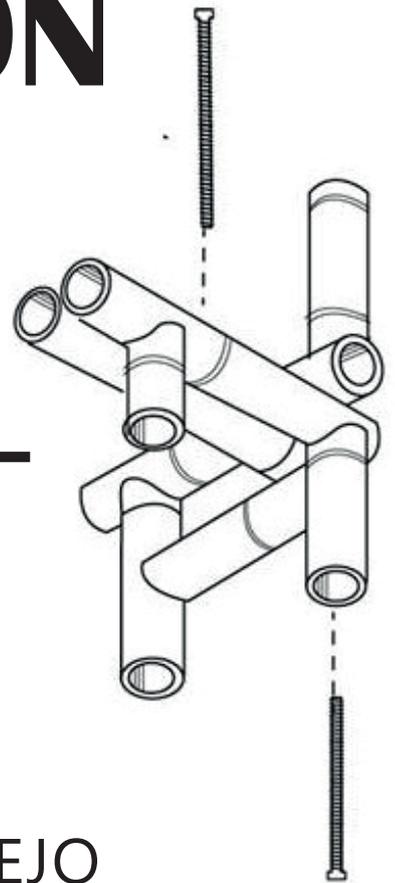
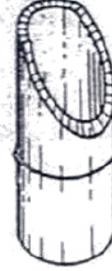
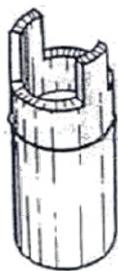


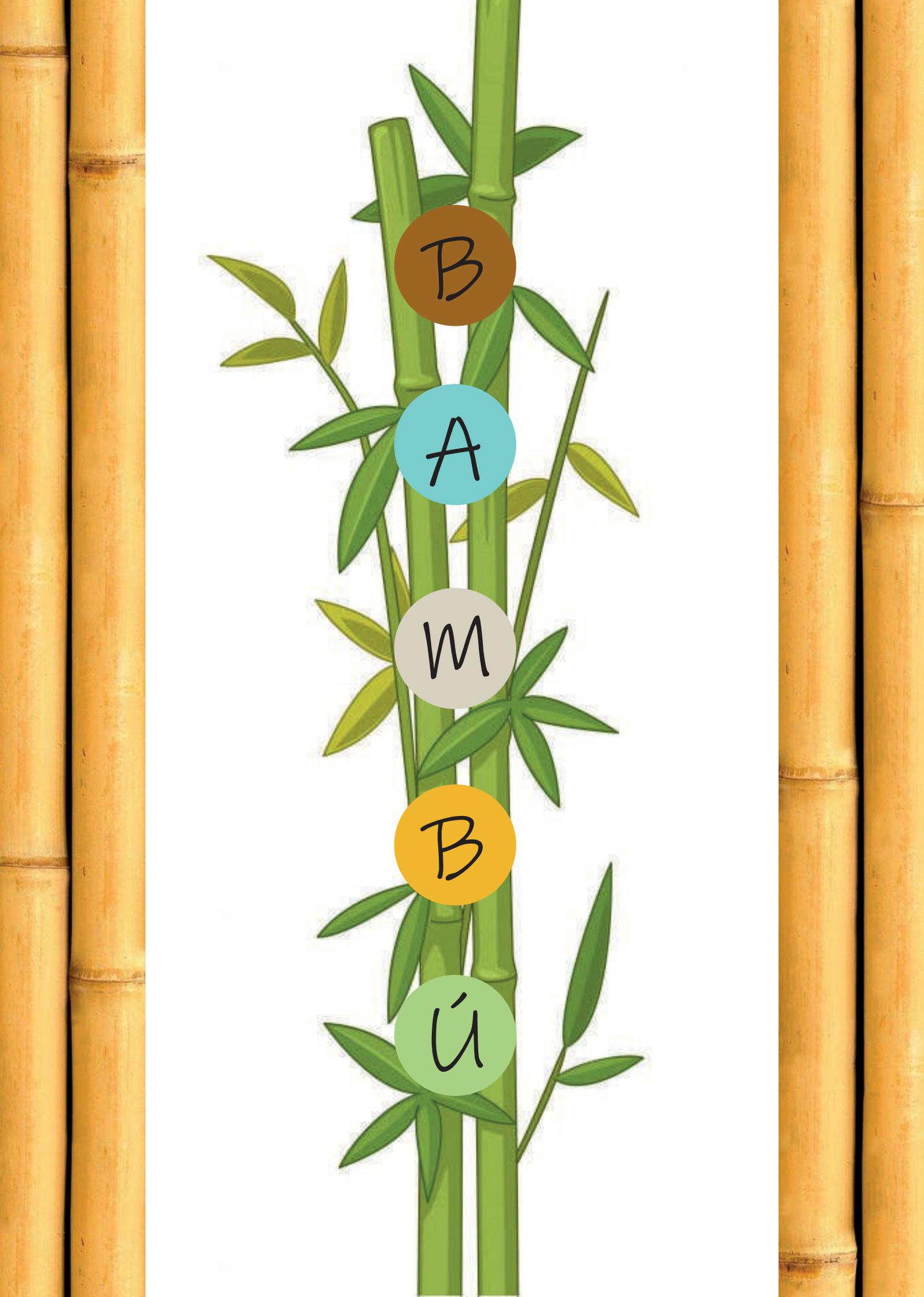
ARQUITECTURA
SOSTENIBLE

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SOCIAL RURAL CON BAMBÚ



PARROQUIA CHIRIJOS, PORTOVIEJO





B

A

M

B

U

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SOCIAL RURAL CON BAMBÚ

PARROQUIA CHIRIJOS, PORTOVIEJO



FINANCIADO POR |





Mancha de Sembrío de Caña Guadua.

SOCIOS DEL PROYECTO

Red internacional del bambú y ratán. – INBAR
Carreras de arquitectura e ingeniería civil de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí – PUCESM
Portovivienda EP

COORDINACIÓN

Consuelo Pérez Rendón.

REDACCIÓN

Carlos Montes, Consuelo Pérez Rendón, Fabricio Almeida Quilez, Juan Fernando Quiroz Alonso, Patricia Vargas Villegas, Romina Manzaba Carvajal.

EDICIÓN

Romina Manzaba Carvajal.

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Carrera de Arquitectura-Profesores: Carlos Calzadilla Guerra, Consuelo Pérez Rendón, Fabricio Almeida Quilez, Luis Menéndez Sánchez, Santiago Granda Tamayo.

Estudiantes que diseñaron la vivienda “Hojas de bambú”: Agustín Vera Vega, Gabriela Galárraga Corral, Galo Merizalde Barberán, Jorge Zambrano Alcívar, Melanie Moreira Briones, Rhona Ponce Vera, Soledad Loaiza Castro.

Carrera de Ingeniería Civil-Profesores: Juan Fernando Quiroz Alonso, Santiago Trujillo Tamayo.

INBAR

Fabián Moreno Ortiz, Pablo Izquierdo Salvador.

GOBIERNO PROVINCIAL DE MANABÍ

César Cabrera Andrade.

ESTUDIANTES ETCSB – INBAR

Álvaro Zambrano Bailón, Antonio Holguín Holguín, Carlos Andrés Párraga Moreira, Danny Zambrano Delgado, Geovanny Zambrano Bailón, Janeth Alcívar Sornoza, José Tuarez Cobeña, Juan Carlos Vera Vélez, Junior Eneser García Vélez, Katherine Pico Pico, Laura Valdez Guerrero, Leonardo Tuarez Vera, Patricio Ponce Macías, Pedro Sabando Sacón, Rocío Álava Mora.

FOTOS, ILUSTRACIONES Y DIAGRAMAS

Carlos Montes, Carlos Párraga, Consuelo Pérez, el quipo estudiantes PUCESM Grupo "Hojas de bambú", Fabián Moreno Ortíz, Juan Quiroz, Patrica Vargas, Pedro Dueñas, Rafael López, Romina Manzaba.



Agradecimientos

Nuestro sincero agradecimiento a los compañeros técnicos de INBAR Fabián Moreno y Pablo Izquierdo, por su disposición humana, transmisión de conocimientos y experiencias sobre el bambú.

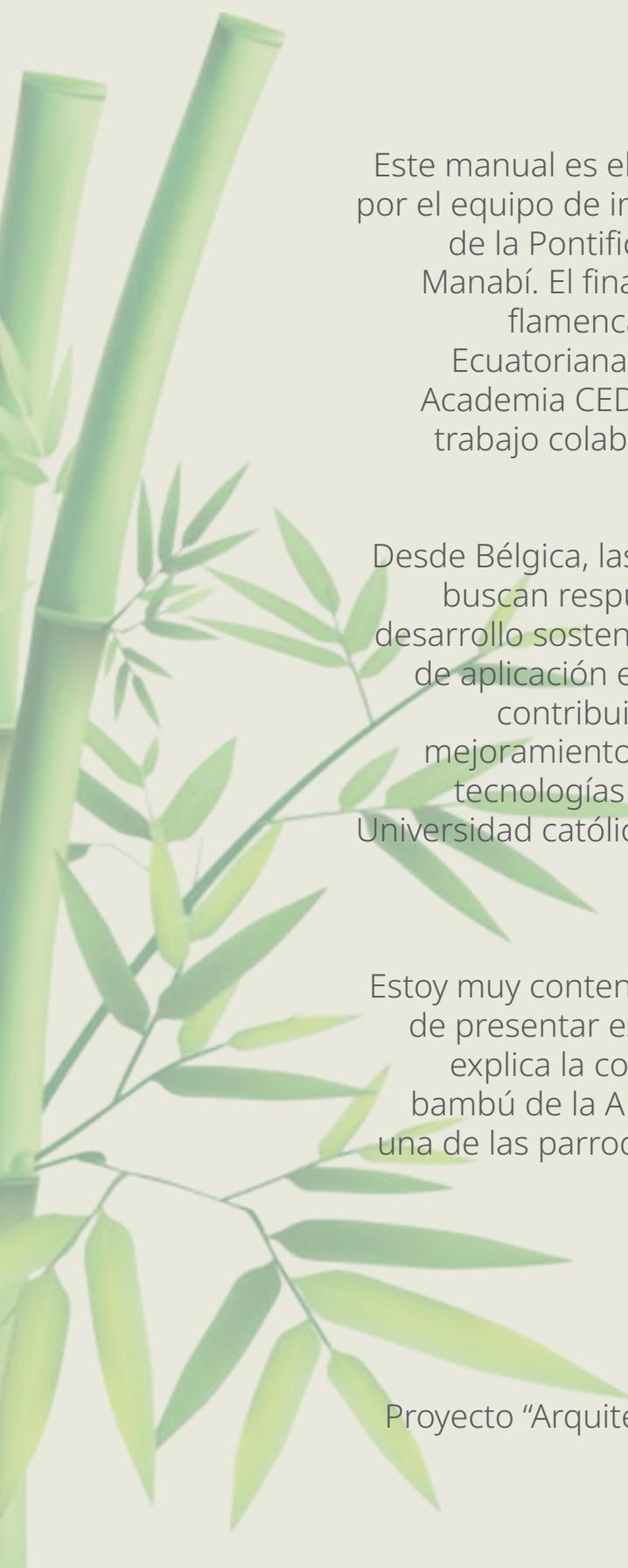
A los estudiantes de la Escuela Taller de Construcciones Sostenibles con Bambú de INBAR, que construyeron la vivienda social rural en la parroquia de Chirijos, por su trabajo comprometido, voluntario y solidario.

Al equipo de investigación de las carreras de Arquitectura e Ingeniería Civil de la PUCESM.

A César Cabrera por compartir su experiencia y su apoyo durante los talleres verticales y de maquetería.

Un especial agradecimiento al grupo de expertos que nos acompañaron durante el diseño: Alex Albuja, Hernán Aguirre, Pedro Córdova y Robinson Vega.

Finalmente, agradecemos infinitamente al equipo de CEDIA que nos apoyó durante toda la intervención facilitando el día a día del proyecto.



PREFACIO

Este manual es el resultado del excelente trabajo realizado por el equipo de investigación de la Carrera de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí. El financiamiento de la cooperación académica flamenca de Bélgica VLIRUOS y de la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia CEDIA ha significado un apoyo crucial para el trabajo colaborativo realizado por la PUCESM e INBAR.

Desde Bélgica, las universidades agrupadas en la VLIRUOS buscan respuestas a los desafíos globales y locales de desarrollo sostenible. El bambú tiene un enorme potencial de aplicación en la construcción y otros sectores, puede contribuir a la dinamización de la economía local y mejoramiento de la calidad de vida. La transferencia de tecnologías y conocimientos desde mi universidad, la Universidad católica de Lovaina, -KUL- ha contribuido a este resultado.

Estoy muy contento con el resultado y estoy muy orgulloso de presentar este hermoso y bien ilustrado manual, que explica la construcción de una vivienda social rural de bambú de la A a la Z y que se la podrá ver construida en una de las parroquias rurales de Portoviejo ¡Me dan ganas de empezar a construir con bambú!

Prof. Karl Meerbergen
Coordinador KUL

Proyecto "Arquitectura sostenible posterremoto – Manabí.

AL LECTOR

El objetivo de este manual es ofrecer una guía de fácil lectura y comprensión, mediante un lenguaje sencillo y directo que explique paso a paso el proceso de construcción de una vivienda social rural. El manual consta de 5 capítulos. En el Capítulo 1 se encuentran los antecedentes que explican el contexto de la colaboración PUCESM, INBAR y PORTOVIVIENDA EP, el glosario, abreviaciones y la explicación de contenidos al lector.

En el Capítulo 2 se exponen algunos elementos necesarios para comprender el proyecto dentro del contexto local y nacional, respecto a la urgencia del cambio climático y se referencia la metodología de diseño conceptual de la vivienda social rural como un ejercicio pedagógico de la academia. Se incluye un análisis de la política pública sobre vivienda social, tanto desde el Estado central como desde el GAD de Portoviejo con la nueva ordenanza sobre bambú. También se describe la relación que tiene este proyecto con la arquitectura vernácula.

Desde el capítulo 3, se abordan los aspectos técnicos de la construcción de la vivienda social rural, se inicia con la explicación de aspectos sobre el tratamiento del bambú para garantizar una buena calidad y durabilidad de bambú que a su vez va a tener impacto en la calidad final de la vivienda: selección, corte, traslado, preservado, secado, almacenamiento. También se explica el trámite para obtener el permiso de construcción que toda vivienda está obligada a tener, tanto en el área urbana como rural. En el caso de la vivienda social rural de Chirijos, por ser una parroquia del Cantón Portoviejo, este permiso debe otorgar el GAD de Portoviejo.

Se hace un análisis de la lista de herramientas y materiales necesarios para esta vivienda en particular, luego se hace una descripción del sistema de moldes ajustables y la prefabricación de cerchas y paneles. A continuación, se explica el proceso de construcción en sí mismo, esto es: la preparación del terreno de construcción, cimentación, instalación de columnas y cerchas, piso, revestimiento, techo, cerámica, baño seco y cálculo estructural. Al final se hacen algunas conclusiones y recomendaciones y se incluye la bibliografía utilizada.

Se finaliza el manual ofreciendo una lista de contactos sobre: mano de obra especializada, proveedores de materiales y servicios conexos disponibles en Manabí.

INTRODUCCIÓN

El presente manual busca capacitar en la aplicación de buenas prácticas constructivas en bambú, un material abundante en el territorio ecuatoriano, teniendo como ejercicio la construcción de un “vivienda social rural”, que pone como manifiesto la gran necesidad de generar una vivienda digna a la población.

Este manual se realiza a partir de un primer ejercicio de diseño conceptual de la vivienda social rural, abarcando hasta el cálculo estructural y las diferentes especialidades, todo dentro del marco del proyecto de investigación “Arquitectura sostenible post terremoto - Manabí”, que muestra el déficit de la vivienda luego del terremoto del 16 de abril de 2016. Este proyecto se desarrolla en la Parroquia de Chirijos, sector de El Paraíso; es un primer ejemplo de diseño conceptual e innovación de materiales de construcción, técnica constructiva y estandarización.

El manual está dirigido a maestros de obra, operarios y subcontratistas del sector público o privado, es una guía que servirá a todos aquellos que busquen construir una vivienda digna a un precio razonable, cumpliendo con los niveles de confort térmico, sismo resistente y con un diseño que corresponde a la identidad manabita.



Plantación de Caña Guadua.

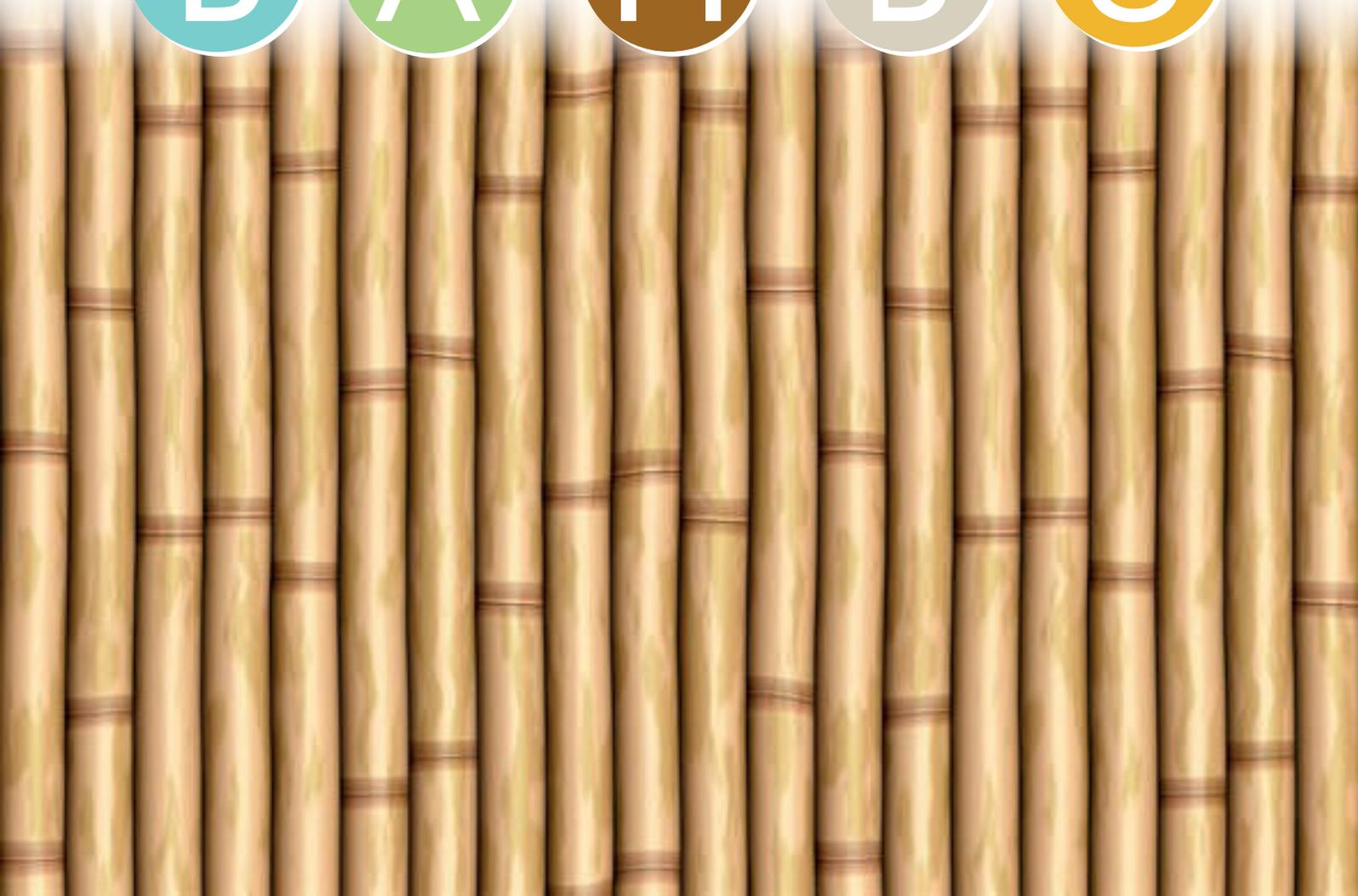
B

A

M

B

Ú



CONTENIDO

CAPITULO I PRELIMINARES

14

- Antecedentes
- Glosario
- Abreviaciones

CAPITULO II EL BAMBÚ EN EL CONTEXTO ECUATORIANO

19

- ¿Cómo se diseñó la vivienda social rural?
- Bambú como materia prima de construcción
- El bambú más vigente que nunca en el contexto Ecuatoriano
- Arquitectura vernácula, una herencia invaluable de uso del bambú
- ¿Qué nos propone el Estado para mejorar la vivienda social?
- Ordenanza Municipal

CAPITULO III PROPIEDADES DEL BAMBÚ

36

- Aspectos técnicos preliminares
- ¿Cómo cosechar el culmo?
- Caña bambú picada
- Un transporte con previsión
- Preservación, para ganar vida útil del bambú
- La importancia del secado
- En el almacenamiento, la clave es la clasificación
- ¿Cómo tramitar el permiso de construcción obligatorio
- Herramientas y equipos que vas a utilizar
- Preparación del terreno
- Materiales para realizar los cortes del bambú
- Ensamble de cerchas
- Elevación de cerchas

CAPÍTULO IV PREFABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS

53

- Ahora podrás prefabricar los elementos de tu vivienda, más rápido y más fácil
- Piezas que componen el molde ajustable
- Accesorios
- Posibilidad de montar y desmontar
- ¿Cómo funciona?
- ¿Cómo preparar los componentes de tu vivienda?
- Tipos de corte para uniones
- Tipos de uniones
- Estructura de Pórticos
- Estructura Aporticada
- Panel Ajustable
- Acabados para muros
- Acabados generales
- Esta nueva máquina te ayudará a hacer varios cortes de la caña

CAPITULO V PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA VIVIENDA SOCIAL RURAL

86

- Especificaciones del Terreno
- Desarrollo arquitectónico
- Composición del Suelo
- Modelado y Análisis Estructural
- La Construcción In-situ
- Especialidades eléctricas y sanitarias

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **114**

BIBLIOGRAFÍA **117**

CONTACTOS INTERESANTES **118**



CAPITULO I PRELIMINARES

ANTECEDENTES

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí -PUCESM- en alianza con la Red Internacional por el bambú y ratán -INBAR- siendo socios del proyecto "Arquitectura sostenible posterremoto - Manabí" financiado por la VLIRUOS presentan una propuesta de proyecto en la convocatoria de CEDIA Fondo 1 a 1 que fue aprobada en junio 2021 con una contribución de 20.000 dólares de CEDIA y 20.000 dólares de INBAR.

En el marco de este segundo proyecto, las dos instituciones pretenden aportar en la solución del problema actual de la vivienda construida con bambú que presenta varias ineficiencias: baja durabilidad, vulnerabilidad a la humedad y a la luz, ataque de insectos, rayos ultra violetas, riesgo de sismos y exceso de consumo de energía, por lo que es necesario incorporar nuevas tecnologías a fin de optimizar la calidad, aumentar la velocidad de construcción, abaratar costos y adaptarla a la cultura, al clima y a la urgencia de disminuir los efectos del cambio climático.

Por su parte, INBAR se encuentra implementando la Escuela Taller de Construcciones Sostenibles con Bambú (ETCSB) de Manabí, financiado por la Agencia Española para la Cooperación Internacional -AECID-. Esta escuela taller busca la formación técnica de mano de obra especializada en este tipo de construcciones, capacitando a jóvenes en condiciones de pobreza y vulnerabilidad, aportando a promover el uso de la caña guadua Gak como material sostenible y reducir el uso de materiales convencionales (Cemento, hierro y madera) y así, fortalecer la cadena de valor de la construcción que beneficiará a las economías locales proveedoras de materia prima.

Los estudiantes y técnicos de ETCSB de INBAR pusieron en práctica la fabricación de cerchas o muros portantes, la elaboración de puertas y ventanas y posteriormente la limpieza del terreno, nivelación, preparación, cimentación, instalación de los muros portantes y columnas de bambú, techo y terminados.

El equipo de investigación estuvo acompañado de varios expertos en diseño, construcción y cálculo estructural.

Los objetivos del proyecto son:

OG: Contribuir al mejoramiento de la calidad de la vivienda social y sostenible.

OE1

Diseñar y construir un prototipo de caña guadúa con criterios de eficiencia energética y confort térmico mediante procesos de simulación y optimización matemática para uso de Portovivienda en proyectos o programas de vivienda social.

OE2

Transferir tecnología generada en la PUCESM a maestros de obra y aprendices constructores con caña guadúa de la Escuela Taller en construcciones sostenibles con bambú (ETCSB) de INBAR.

Para el logro del objetivo, el proyecto contiene tres actividades principales:

1. Diseño conceptual de un prototipo de vivienda sostenible con bambú con criterios de eficiencia energética y confort térmico, que incluya cálculo estructural.
2. Transferencia tecnológica a través de la construcción del prototipo para vivienda donde participa también Portovivienda EP, involucrando en el proceso constructivo a estudiantes y maestros de la ETCSB.
3. Manual de capacitación para aprendices y maestros constructores de la ETCSB, herramienta para la capacitación y para la certificación de competencias.

Con estas actividades, la Carrera de Arquitectura y la Carrera de Ingeniería civil de la PUCESM, cumplen generando nuevas ideas, innovando con materiales de construcción, nuevas técnicas de construcción y cálculo estructural para optimizar el proceso constructivo de la vivienda social rural. Esta parte del proyecto es complementada por el rol fundamental que tiene la Escuela Taller de Construcción sostenible con bambú -ETCSB- de INBAR, a través de la participación de 13 estudiantes entre hombres y mujeres en la construcción.

GLOSARIO

Aguas servidas: Son las aguas que se originan de las actividades domésticas: lavado de ropa, cocina y servicio higiénico.

Carga viva: Es el peso de muebles y personas, es decir todo lo que se pueda mover, también se le conoce como mobiliario.

Cercha: Armazón reticular de barras rectas interconectadas en nudos que forman ángulos permitiendo obtener estructuras triangulares o piramidales. Esta estructura permite la transmisión de peso por lo que constituye una pieza estructural.

Culmo: Del latín "culmus" o tallo, es la parte de la caña guadúa que va de un nudo a otro, morfología propia de las gramíneas que tienen un tallo con nudos macizos y entrenudos huecos.

Fisura: Hendidura o grieta producidas en un objeto.

Latilla: Piezas unidas de caña picada para formar largas planchas.

Panel modular: Panel fabricado con caña guadúa y coco que se ensambla como un lego con otro panel.

Saneamiento: Es la condición de salud relacionada con la disponibilidad de agua potable, tratamiento y eliminación de excrementos humanos y aguas residuales.

ABREVIACIONES

- **ETCSB** ● Escuela Taller de Construcciones Sostenibles con Bambú
- **GAD** ● Gobierno Autónomo Descentralizado
- **GaK** ● Guadua angustifolia Kunth
- **Ha** ● Hectárea
- **INBAR** ● Organización Internacional del Bambú y el Ratán
- **INPC** ● Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador
- **MAG** ● Ministerio de Agricultura y Ganadería
- **META** ● Manabí y Esmeraldas Territorios Activos
- **MIDUVI** ● Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
- **ODS** ● Objetivos de Desarrollo Sostenible
- **OSC** ● Organizaciones de la Sociedad Civil
- **PDOT** ● Planes de Ordenamiento y Desarrollo Territorial
- **PBRP** ● Plan de Reconstrucción y Reactivación Productiva.
- **PUCESM** ● Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí
- **UCSG** ● Universidad Católica Santiago de Guayaquil

An illustration of several bamboo stalks and leaves. The stalks are green with visible nodes and are tied with light-colored bands. The leaves are small and green, some pointing upwards and others downwards. The background is white.

CAPITULO II
EL BAMBÚ
EXCELENTE
OPORTUNIDAD
DE DESARROLLO
SOSTENIBLE

¿CÓMO SE DISEÑÓ LA VIVIENDA SOCIAL RURAL?

Este proyecto además de haber proporcionado un diseño de vivienda social rural, constituyó un ejercicio pedagógico para las Carreras de Arquitectura e Ingeniería Civil. En Arquitectura se organizaron 8 grupos dentro de la materia de Diseño arquitectónico y urbano -DAU- cada uno conformado por estudiantes de diferentes semestres con el propósito de integrar a toda la carrera en el proceso. Cada grupo bajo la dirección de un profesor trabajó durante 16 semanas de clases en el diseño. Se organizó un concurso bajo los siguientes criterios:

Diseño Conceptual

- Distribución espacial: requerimientos mínimos espaciales, accesibilidad universal.
- Flexibilidad de transformación y crecimiento (el módulo deberá ser capaz de generar continuidad constructiva, brindar soluciones de expansión).
- Integración de aspectos culturales e identitarios de la ruralidad manabita, desde un enfoque de innovación estética.
- Cambio de paradigma, de lo artesanal y rudimentario al confort y estética.

Eficiencia

- Adaptación de los paneles a diferentes diseños y distintas soluciones a las uniones de los materiales.
- Criterios de sismo resistencia y eficiencia energética.
- Reducir tiempos de montaje y costo de construcción.

Uso de Materiales

→ Uso modular de los paneles (diseño de módulos de pared, estos pueden contemplar una pared completa, o módulos de acuerdo a la funcionalidad, muro ciego, panel de ventana, panel de puerta).

→ Uso de materiales a base de caña guadúa.

→ Uso de otros materiales:

-Cubierta: Láminas de galvanizado, zinc, materiales no convencionales (tetra pak, PVC), lozas alivianadas con esterilla de bambú y recubrimiento asfáltico.

-Para cocina, baños y zonas húmedas: Ladrillo, fibrocemento, bloque, enlucidos de cemento, otros.

Al final del semestre se realizó la selección de un proyecto ganador de entre los 8 diseños presentados. En la selección participaron docentes de otras universidades, el director Regional y dos técnicos de INBAR. El proyecto ganador fue "Hojas de bambú" cuyo proceso de construcción es el objeto de este manual.

Los estudiantes de Ingeniería Civil dentro de la materia de topografía y mecánica de suelos, participaron en el análisis de suelos y planos hidrosanitarios. La facultad de arquitectura realizó el plano eléctrico. Como parte de un Convenio previo entre la PUCESM y el Gobierno provincial de Manabí, un arquitecto fue delegado como técnico especializado en construcciones con bambú, para apoyar al equipo de investigación.

El diseño de estructuras con bambú será parte del aprendizaje para la PUCESM en los próximos años, con la firme convicción de que la academia debe producir nuevos conocimientos y tecnologías para contribuir con el desarrollo local.



Docentes y Estudiantes PUCESM.
Fuente: Fotografía de Pedro Dueñas / Edición Patricia Vargas, 2022.

BAMBÚ COMO MATERIA PRIMA DE CONSTRUCCIÓN

El uso del bambú para vivienda está aumentando en todo el mundo, dato alentador dado los beneficios que éste proporciona al mejoramiento de la calidad de vida de millones de personas, al medio ambiente y a la economía verde, sobre todo ahora que enfrentamos las graves consecuencias del cambio climático y el reto que tienen los países de cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS-.

El buen aprovechamiento del bambú puede contribuir con el ODS1 relacionado al fin de la pobreza, ODS7 energía asequible y no contaminante, ODS8 trabajo decente y crecimiento económico, ODS9 industria, innovación e infraestructura, ODS10 reducción de las desigualdades, ODS11 ciudades y comunidades sostenibles, ODS12 producción y consumo responsables, ODS13 acción por el clima, ODS15 vida de ecosistemas terrestres, y ODS17 alianzas para lograr los objetivos.

Como material de construcción el bambú se utiliza en diferentes formas: como caña rolliza para las columnas y encofrando, como caña picada para muros y enquinche, como latilla para cercas y otros. Los brotes de algunas especies de bambú se pueden utilizar en la alimentación, también se puede extraer una fibra para elaboración de textiles. A nivel industrial es utilizado para la fabricación de muebles, componentes de interiores en vehículos, teléfonos móviles y miles de artículos para uso doméstico. Como combustible o bioenergía se puede utilizar como leña o carbón para cocinar o calentar, también se puede transformar en gas para los mismos usos¹. El bambú puede reemplazar a la madera y generar beneficios económicos, sociales y ambientales.

La variedad *Guadua angustifolia* "GaK" utilizada mayormente para la construcción, es una especie botánica de la subfamilia de las gramíneas *Bambusoideae*.

¹ INBAR. ODS 13-Cambio climático. <https://www.inbar.int/es/programmes/sdg13-climate-change/>

Su hábitat natural es la selva tropical húmeda sobre todo a orillas de los ríos, se extiende por las selvas de las Guyana, Surinam, Brasil, Ecuador, norte de Bolivia, Colombia, Perú en América del Sur y en Centro América se encuentra en México, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, y Panamá².

La caña guadúa además de todos los servicios ecosistémicos que brinda (captura y fijación de carbono, recuperación de suelos degradados, retención y preservación de la humedad en el suelo y en el ambiente, conservación y regeneración del hábitat para numerosas especies, evita deslizamientos de las laderas y riveras hídricas) (INBAR 2021)³, tiene características físicas y químicas que le otorga gran resistencia y flexibilidad, ideales para la construcción sismo resistente, bioclimática, confortable y sostenible, por lo que se le ha llamado el “acero vegetal” y la FAO organización de Naciones Unidas la definió como el “vegetal del milenio”. Por su versatilidad y uso también se la ha llamado la “planta de los 1000 usos”.

¿Cómo favorece para la lucha contra el cambio climático?

Según investigaciones realizadas por INBAR, una hectárea de bambú bien manejado puede capturar casi 13 toneladas de CO₂ cada año. De acuerdo a la misma fuente, el bambú y ratán pueden reemplazar a productos como el PVC, el acero y el hormigón reduciendo las emisiones de CO₂ y, por consiguiente, reduciendo la sobre explotación de los recursos forestales. Si Manabí posee 145.000 Ha de bambú, con un buen manejo se podría captar alrededor de 1'015.000 toneladas de CO₂ por año, es decir, el 3.8% del total nacional, de acuerdo con los datos del Banco Mundial, proporcionados en el año 2018. En ese año el Ecuador produjo 39.530.000 toneladas de CO₂.

² Wikipedia: *Guadua angustifolia*. https://es.wikipedia.org/wiki/Guadua_angustifolia.

³ Documento Técnico Jorge Enrique Catpo Chuchón, Santos Raphael Paucar Cárdenas, Jayaraman Durai, Trinh Thang Long, Li Yanxia 2021 Servicios Ecosistémicos y Análisis Costo-Beneficio de Bosques Naturales y Sistemas Mixtos de Plantación de Bambú en el Perú. 2021.

³ Banco mundial, Banco Mundial. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT>



La vivienda de bambú, una herramienta de la arquitectura sostenible.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.

EL BAMBÚ MÁS VIGENTE QUE NUNCA EN EL CONTEXTO ECUATORIANO.

Ecuador cuenta con aproximadamente 600.000 Ha de bambú y Manabí tiene 145.000 Ha., lo que representa el 23%, mayor superficie a nivel nacional⁴. En el Ecuador se pueden encontrar unas 47 especies, 12 de ellas endémicas y otras han sido introducidas sobre todo desde el Asia⁵. El Cantón Portoviejo cuenta con 9.510 Ha de guaduales⁶.

⁴ Ministerio de Agricultura y Ganadería, Mesa Sectorial del Bambú, Red Internacional del Bambú y el Ratán, 2018. Ecuador: "Estrategia Nacional del Bambú. 2018-2022. Lineamientos para un desarrollo verde e inclusivo. Versión resumida".

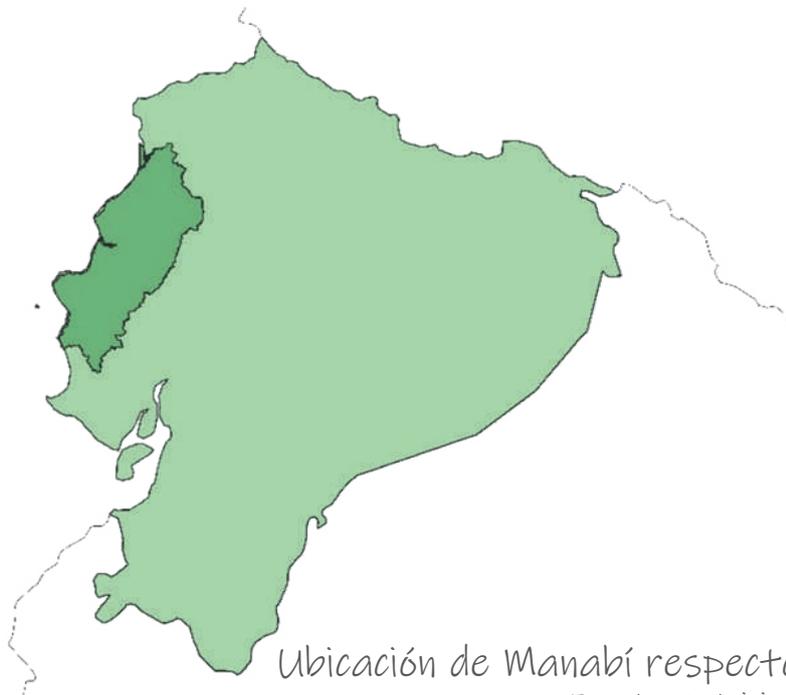
⁵ Izquierdo, Pablo y Moreno, Fabián. Evaluación regional de recursos de bambú mediante la aplicación móvil.

⁶ GAD Portoviejo. Ordenanza que incorpora a la normativa municipal las reglas e incentivos para la construcción, conservación y aprovechamiento sostenible de la guadúa y otros bambúes en el Cantón Portoviejo, 2021.

La caña guadúa o caña *Guadua angustifolia* Kunth, abreviada GaK guarda una estrecha relación con la vida cotidiana y la cultura de los manabitas desde tiempos inmemoriales. Los Manteño - Huancavilca utilizaban la caña guadúa y el palo de balsa para construir grandes embarcaciones que utilizaron para intercambiar productos llegando hasta México al norte y hasta Chile al sur (Ministerio de cultura y patrimonio 2022)⁶. También utilizaron en la construcción de vivienda y de las tolas como recintos mortuorios (Touchard 2006)⁷.

En las zonas rurales de Manabí, el bambú además de ser utilizado como material de construcción es una fuente de ingresos adicionales para la economía familiar, aspecto importante del aprovechamiento de este recurso renovable, porque en la mayoría de los casos se trata de una población que vive en situación de pobreza y pobreza extrema.

El valor agregado que este proyecto propone con nuevas técnicas de construcción, innovación de materiales y diseño conceptual, es clave para motivar a las familias, sector público y privado a aumentar el uso del bambú como principal material de construcción para la vivienda y sobre todo para vivienda social.



Ubicación de Manabí respecto a Ecuador.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.

⁶ Ministerio de cultura y patrimonio. <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/manteno-huancavilca-500-1532-a-c/>. 2022.

⁷ Touchard, Anne. *Una casa Manteña puede esconder otra: evaluación preliminar de la tola J6 de Japotó (provincia de Manabí, Ecuador). Primera Parte: Resultados preliminares del Proyecto Manabí Central. Avances de investigación en el Ecuador prehispánico. Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos. 2006.*

ARQUITECTURA VERNÁCULA, UNA HERENCIA INVALUABLE DE USO DEL BAMBÚ

En Manabí se construye con caña guadúa desde la época precolombina, así lo atestiguan los restos encontrados en Hojas de Jaboncillo, Japotó (Touchard 2006), Agua Blanca (Camino 1999).



Maquetas precolombinas de la Costa de Manabí
Fuente: Camino, Miguel, 1999.



Maqueta de Vivienda Coaque
Fuente: Camino, Miguel, 1999.



Figura # 41. Representación de una importante vivienda manabita urbana, característica del periodo Colonial, basada en dibujo de Absalón Tola.
Fuente: Macias, Palma y Zambrano, 1997: 102.

Maqueta de Vivienda Colonial
Fuente: Camino, Miguel, 1999.

Luego en la época colonial también fue utilizado para el muro en enquinche, para techos, cerramientos, etc.

La vivienda de la región costera durante la época colonial y prehispánica tenía las siguientes características (Camino 1999):

a) Es una construcción sobre pilotes de madera o caña.

b) La construcción de muros y techos se hace con materiales livianos.

c) El techo a dos o cuatro vertientes.

d) Aireación total o casi total gracias a que es una estructura sobre elevada con pilotes.

Todos estos factores son ideales para el clima y la humedad propias de la Costa, además que proporciona un aislamiento del suelo y de las inundaciones.

“La casa de los Abuelos” construida en 1890 y ubicada en la Parroquia de Honorato Vásquez del Cantón Santa Ana, es uno de los mejores ejemplos de la tipología arquitectónica vernácula de Manabí, ahora declarada parte de los “Bienes culturales Patrimoniales Inmuebles” por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador –INPC-. Esta casa muestra “los tres espacios”, que caracteriza la funcionalidad de la vivienda manabita, un espacio social con la cocina y sala y una azotea o terraza para guardar los alimentos o cultivar hierbas aromáticas. Utiliza materiales de construcción propios de la zona como madera (moral bobo, tillo, guachapelí, pechiche, teca, caña guadúa y hojas de cade).

Además de los aspectos culturales, identitarios y patrimoniales de la “Casa de los abuelos”, es importante destacar los aspectos ecológicos y de sostenibilidad, al utilizar materiales de la zona que se pueden reemplazar de manera indefinida, evita emisiones de CO2 que se generarían con el transporte y la fabricación de materiales que se producen fuera de lo local.

Los más de 100 años de existencia de esta vivienda muestra la alta durabilidad si se da un buen mantenimiento, además de haber soportado el fuerte sismo del 2016. El diseño permite una excelente aireación que regula la temperatura interna, lo que implica ahorro de electricidad por uso de aire acondicionado como no sucede con las construcciones modernas de hormigón.



Vistas Vivienda "La casa de los Abuelos"
Fuente: INPC, 2016.

El diseño conceptual realizado por los estudiantes de Arquitectura de la PUCESM llamado "Hojas de bambú", responde a esta tipología, como se verá más adelante, mantiene "los tres espacios", el sobre elevamiento, el uso de materiales y técnicas constructivas innovadoras retomando las técnicas ancestrales.

¿QUÉ NOS PROPONE EL ESTADO PARA MEJORAR LA VIVIENDA SOCIAL?

En el Ecuador se ha avanzado mucho en materia de regulación, estrategias de desarrollo y propuestas de política pública para impulsar al sector del bambú, así tenemos la Norma Ecuatoriana de Construcción capítulo (NEC)- SE – GUADÚA (2016) y la “Estrategia Nacional del Bambú. Lineamientos para un desarrollo verde e inclusivo 2018 – 2022”. Varias provincias que tienen guaduales en su territorio, han incorporado a sus Planes de Ordenamiento y Desarrollo Territorial –PDOT- estrategias económicas, sociales y ambientales relacionadas con el bambú.

En relación a la vivienda también hay avances significativos, algunos GADs cantonales ya han aprobado ordenanzas que permiten y regulan la construcción con bambú. En 2021, se emitió el Plan Nacional de Hábitat y de Vivienda que privilegia la construcción de vivienda con materiales alternativos como el bambú y propone varios programas en todo el país desde una lógica de planificación urbana territorial integral.

Algunas de estas iniciativas surgieron para responder a la falta de vivienda agravada por terremoto de Manabí y Esmeraldas en abril 2016. Los datos obtenidos por el Comité del Plan de Reconstrucción y Reactivación Productiva -PRRP- 2017, mostraron que “35.264 viviendas fueron afectadas (54% en el área urbana y 46% en el área rural), pero a finales del 2017 la cantidad subió a 70.080 viviendas afectadas en las dos provincias⁸.

⁸ META. Manabí y Esmeraldas Territorios . Diagnóstico sobre las Construcciones con bambú en Esmeraldas y Manabí, y su influencia en la Reactivación productiva, en el marco del proyecto Ciudadanía: repensando el Territorio post terremoto.

A pesar de contar con un contexto aparentemente favorable, todavía no se han dado suficientes impulsos a la construcción sostenible con bambú desde la política pública en el país. Paradójicamente, luego del terremoto, la mayor parte de la vivienda social que se construyó para aquellas familias que perdieron sus viviendas, no fueron construidas con bambú, siendo el material más idóneo para una vivienda digna, sismo resistente, adaptada al clima, a la cultura e identidad locales. Esto se debe a que el MIDUVI no tiene tipologías constructivas aprobadas con bambú⁹. De los 22 reasentamientos en terrenos urbanizados por el Estado durante el mismo periodo, solo el proyecto Nueva Chorrera en el Cantón Pedernales, utilizó bambú, lo que constituye el 3.73% de las viviendas construidas posterremoto⁹. Para este proyecto se entregaron 250 Bonos de vivienda que les dio derecho a recibir una vivienda de 53m² de dos plantas con una sala, comedor y cocina en la planta baja y dos dormitorios y baño en la planta alta. El cimiento está construido con hormigón y las paredes con caña picada y enlucidas solo el interior. Incluyendo los costos de urbanización cada vivienda costó 49.000 dólares y solo fueron entregadas 164 de las 250 planificadas. Posteriormente, algunas familias continuaban viviendo en carpas y se ha constatado problemas de provisión de los servicios básicos⁹.

Paralelamente, otras iniciativas de organizaciones de la sociedad civil –OSC– aportaron soluciones eficientes y rápidas a la situación de emergencia habitacionales diseñadas mayoritariamente con bambú. De acuerdo a la fuente, entre el 20% y 46% de las acciones las realizaron organismos no estatales.

De esto se concluye que las iniciativas no estatales pueden ser más eficientes que aquellas que provienen del Estado, lo que abre un debate necesario sobre la política pública en el tema de la vivienda.

⁹ META. *Manabí y Esmeraldas Territorios . Diagnóstico sobre las Construcciones con bambú en Esmeraldas y Manabí, y su influencia en la Reactivación productiva, en el marco del proyecto Ciudadanía: repensando el Territorio post terremoto.*

Quizás nuevas estrategias de colaboración entre el estado con el sector privado y las OSC, mediante la asignación de recursos y normativas claras que respondan a las estrategias nacionales de sostenibilidad del sector y que a su vez dinamicen el mercado interno evitando trámites innecesarios y largos, podrían ser una buena solución de política pública.

El Plan Nacional de Habitat y Vivienda cuyo lema es “No queremos una ciudad de cemento, queremos un proyecto verde” expone algunas cifras importantes:

a) En el Ecuador existen 4.7 millones de viviendas, pero hay un déficit de 2.7 millones de viviendas, de las cuales:

-2'078.512 no están en condiciones aceptables, (1'300.960 en las zonas urbanas y 703.553 en las zonas rurales).

-Faltan 665.612 vivienda para satisfacer las necesidades de los hogares (286.753 en zonas urbanas y 378.859 en zonas rurales).

b) 493.000 familias viven en hacinamiento.



PLAN NACIONAL DE HÁBITAT Y VIVIENDA

 Gobierno del Encuentro | Juntos lo logramos

Diseño de campaña Plan Nacional de Hábitat y vivienda
Fuente: website MIDUVI, s.f.



**No queremos una
ciudad de cemento**



**Queremos un
proyecto verde**

*Eslogan de campaña Plan Nacional de Hábitat y vivienda.
Fuente: Website MIDUVI, s.f.*

El actual gobierno se ha planteado reducir el déficit tanto en calidad como en cantidad en un 23% en los 4 años, lo que significa 462.980 soluciones habitacionales que beneficiará a 2.97 millones de personas y creará 1.06 millones de empleos. El Plan prevé varias acciones paralelas:

- a) 227.355 Kits semilla para provisión de agua, saneamiento, ampliación y mejoramiento, además de conectividad y eficiencia.
- b) 129.800 títulos de propiedad otorgados.
- c) 320 proyectos de hábitat y espacio público: articulación con los GADs, recuperación urbana sostenible de barrios, parques inclusivos, comunidades productivos y construcción de espacios colectivos del encuentro, y finalmente,
- d) 105.824 vivienda progresiva, industrializada, materiales alternativos. Entre estos materiales estaría el bambú.

La importancia de las cifras expuestas pretenden informar a los lectores de este manual, acerca de los compromisos adquiridos por el actual gobierno en materia de vivienda social, de esta manera, todo ciudadano o ciudadana podrá dar seguimiento al Plan.

ORDENANZA QUE INCORPORA A LA NORMATIVA MUNICIPAL LAS REGLAS E INCENTIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA GUADÚA Y OTROS BAMBÚES EN EL CANTÓN PORTOVIEJO.

Aprobado el 8 de julio 2021.

Es necesario conocer esta ordenanza para aprovechar la exoneración y reducción de las tasas municipales al momento de tramitar el permiso de construcción obligatorio, cuando se construye con bambú. Por otro lado, la ordenanza proporciona lineamientos para promover desarrollo sostenible del sector del bambú en el Cantón Portoviejo.

La ordenanza desarrollada como una de las actividades del proyecto de INBAR titulado: “Apoyo a la construcción sostenible a través de la Escuela Taller de Manabí” -ETRM-, donde participaron también: la Dirección de Desarrollo Económico del GAD Portoviejo, junto con la empresa PORTOVIVIENDA EP y la Dirección General del Proyecto de Saneamiento UGP.

Además de mencionar la importancia del adecuado manejo y aprovechamiento del bambú para proteger el medio ambiente y para generar oportunidades de desarrollo económico y social en las localidades, la ordenanza subraya la importancia de las construcciones sostenibles como un derecho de las personas y de la naturaleza:

1. Mejorar las condiciones y la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras.
2. Lograr la preservación, protección y restauración del medio ambiente.
3. Alcanzar el buen vivir, que incluye el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.
4. Erradicar la pobreza a través del desarrollo sustentable.

En coherencia con los puntos anteriores, se hace necesaria la generación de un instrumento normativo para el Cantón Portoviejo para promover y habilitar las construcciones con bambú. Como toda normativa la ordenanza permite armonizar las competencias de administración pública del GAD con los derechos establecidos en la constitución. Así mismo, tomar en cuenta el uso y gestión del suelo en la planificación, garantizar el acceso a la vivienda digna de las poblaciones más vulnerables, dinamizar la cadena productiva del bambú, mejorar la cultura tributaria y de cumplimiento normativo en zonas rurales con incentivos a la construcción sostenible con bambú, minimizar los riesgos ante siniestros y brindar apoyo al desarrollo científico, tecnológico y técnico.

“La norma para la construcción con la especie de bambú caña guadúa GaK vigente en el Ecuador, está hecha hasta para “dos niveles o pisos para el diseño de vivienda, equipamientos en general y estructuras de soporte e infraestructuras, con cargas vivas máximas repartidas de hasta 2,0kN/m²”.

Incentivos de la ordenanza para el manejo de bosques naturales:

1. La caña guadúa y el bambú es declarado recurso estratégico en el ámbito ambiental, productivo, económico y social para el Cantón y por lo tanto es protegido.
2. Promueve y brinda asistencia técnica para el manejo de bosques naturales de caña guadúa coordinada con otras instituciones de educación superior y el sector público y privado.
3. Siembra y manejo sostenible en las riberas de los ríos, capacitación, exoneración de pago predial para propietarios que tenga guaduales o bambúes naturales.
4. Incentivos para el uso y aprovechamiento sostenible del bambú en construcciones y nuevas actividades económica relacionadas a la cadena productiva.

Exoneración de tasas o impuestos municipales para vivienda:

- a) En el caso de que se utilice un prototipo de vivienda provisto por PORTOVIVIENDA EP, cuyo elemento principal es caña guadúa u otros bambúes, serán exonerados el 100% del pago de tasas municipales: aprobación, supervisión, control y regulación de planos.
- b) También hay exoneración de impuestos en el caso de que no se utilicen los prototipos de Portovivienda EP.



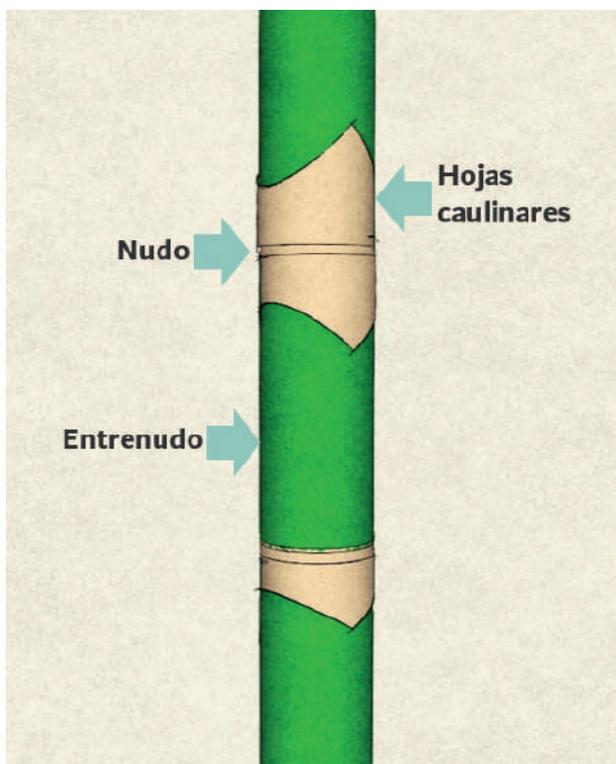
CAPITULO III PROPIEDADES DEL BAMBÚ

ASPECTOS TÉCNICOS PRELIMINARES

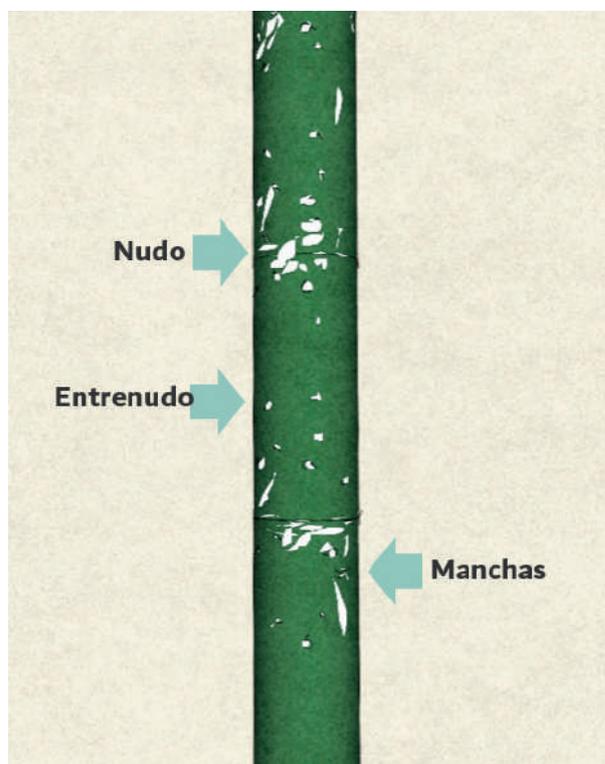
Para obtener una buena calidad y durabilidad en los proyectos de construcción se debe considerar los mejores materiales, más aún cuando estos materiales son naturales y tienen sus propios procesos para llegar a sus mejores condiciones antes de ser usados. Las consideraciones importantes para el bambú es identificar si llegó a la madurez suficiente para ser empleado, y el método de corte.

Para seleccionar, se debe observar:

- Es muy importante determinar la edad de corte, la edad optima del bambú para ser usada en la construcción es de 4-6 años de edad, edad en la tiene menos humedad y un tejido más resistente.
- Observar el color nos ayuda también a determinar si el bambú está listo para ser usado. A medida que pasa el tiempo los culmos pierden el color el verde intenso con mucho brillo a un verde opaco en algunos casos hasta amarillos grisáceos.
- Cuando el bambú no presenta hojas caulinares está lista para ser usado, estas hojas crecen en los bambúes jóvenes y aparecen en cada nudo.
- La aparición de manchas blanquecinas es un indicativo que el culmo este maduro.
- Cuando el bambú está totalmente amarillo blanquecino significa que ha pasado la edad para ser usado para la construcción, razón por la cual se recomienda usar como abono.
- Se debe observar que el bambú maduro no presente agujeros producidos por aves o insectos, de lo contrario deberá ser desechado.



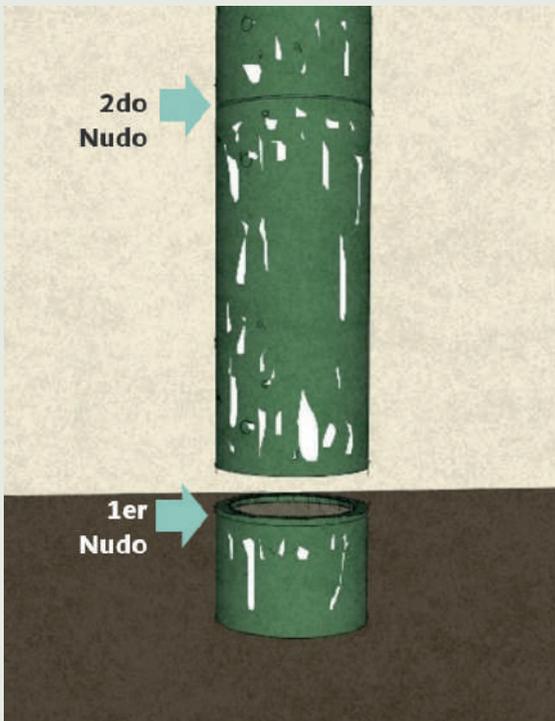
Culmo de bambú joven.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



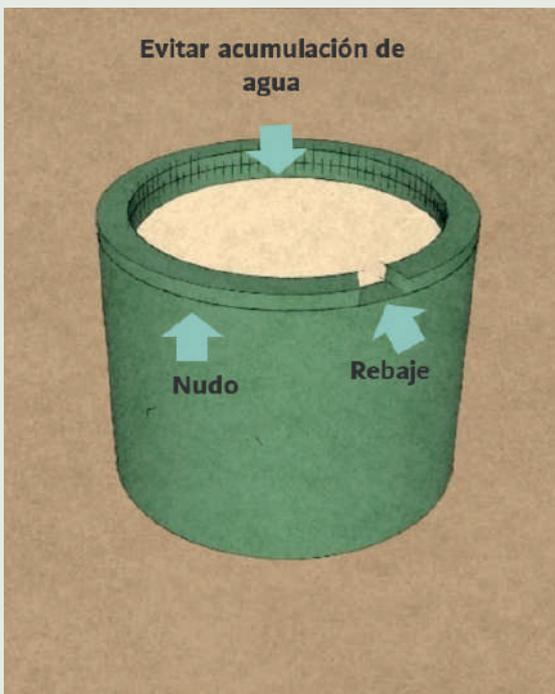
Culmo de bambú maduro.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

¿Cómo cosechar el culmo?

- Terminando el proceso de selección de culmos para ser usados en la construcción, se procede al corte de los tallos, el cual deberá ser recto en dirección de la caída. El corte debe ser al ras por encima del primer o segundo nudo considerando esta medida por encima del nivel del suelo.
- Después del corte se debe tener cuidado que el culmo no sufra algún daño durante la caída.
- Si el tallo restante en el suelo no se encuentra al ras del nudo se hará un rebaje hasta el nudo para evitar la acumulación de agua, y así no se pudra las raíces.
- Con los culmos cortados para la construcción se procede a quitar las ramas de manera cuidadosa evitando dañarlos.



Corte de culmo.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Rebaje hasta el nudo.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

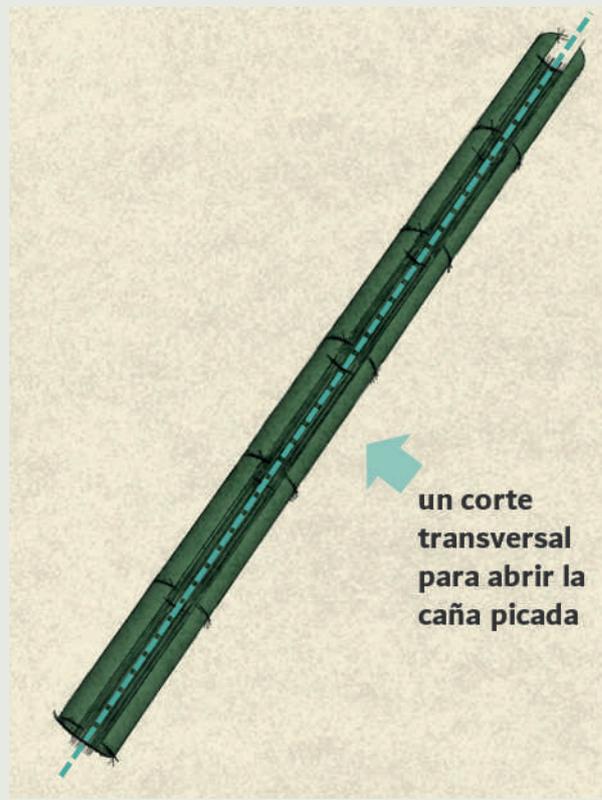
Otros cortes a considerar, Caña bambú picada

Una vez cortadas las cañas de bambú, se puede separar una parte para realizar la caña chancada o también conocida como caña picada o esterilla; la cual sirve para forrar los muros, cielos rasos, entre otros. Este corte requiere de mucho cuidado.

- Picar con un hacha o machete los nudos, con separación de aproximadamente 1 a 2 cm en sentido paralelo a la caña, continuar con el corte longitudinalmente hasta la mitad del entrenudo, este proceso se repite en todos los nudos.
- Luego realizar un corte longitudinal de un extremo al otro, esto provocara la rotura de la caña.
- En seguida se debe abrir completamente la caña, dando como resultado una tira de aproximadamente 20 cm de ancho por todo el largo de la caña.
- Una vez abierto se retira de la parte interna una piel blanda y blanquecina, de deberá dejar limpio para evitar aparición de hongos, esta limpieza se puede realizar con machete.



Corte de culmo para caña picada.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Corte transversal de la caña para abrir la caña picada.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Vista interior de caña picada.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



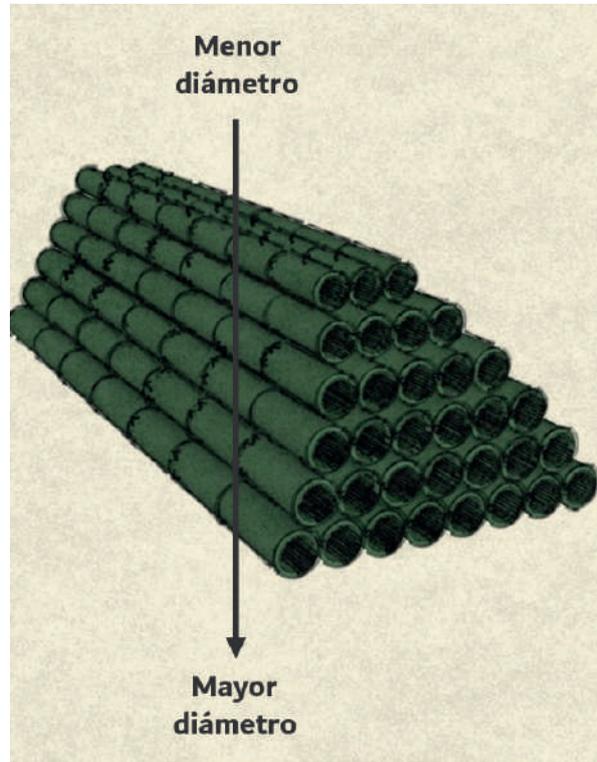
Vista exterior de caña picada.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

Un transporte con previsión

- El bambú tiene que pasar por un proceso de aclimatación cerca al lugar donde se va a construir, por lo que deberá ser trasladado desde la zona de cosecha.
- El transporte de los culmos debe cumplir con las normas locales para ser trasladado, se deberá usar un vehículo con el tamaño adecuado, garantizando el cuidado del material.
- Al momento de agrupar los culmos se debe colocar los de mayor diámetro en la parte inferior y de manera escalonada terminando con los de menor tamaño encima, para evitar que se aplasten.



Apilado correcto para el traslado.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Aclimatación en el lugar del proyecto.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

Preservación para ganar vida útil del bambú

Existen diversos métodos para el preservado del bambú, el propósito es sumar vida útil a la caña, y que no sufra de daños por hongos, microbios o algún factor natural. En el presente manual se desarrollará la preservación química el cual es el más utilizado por su eficiencia antes los microorganismos, menor costo y es menos contaminante para el medio ambiente. Para realizar la preservación química se debe determinar que el bambú debe tener la edad adecuada es decir conservando su color verde opaco. El proceso de preservación es el siguiente:

- Se debe tener un espacio amplio y profundo de modo que pueda ingresar la caña en su totalidad y pueda recibir muchas cañas al mismo tiempo. Una manera de lograr este espacio es cavando en el suelo y cubrir todo el fondo hasta el borde con un plástico grueso, asegurando los bordes con un contrapeso, el fondo debe tener una ligera inclinación.

En el espacio dispuesto a modo de piscina se debe realizar una solución con la siguiente proporción: 100 litros de agua mezclado con 2 a 2,5 de bórax y similar para el ácido bórico, mezclar todo el contenido, proteger los ojos al momento de hacer la mezcla.

La solución no pierde su efectividad entre 1 a 2 meses, luego de este tiempo la solución es inactivo.

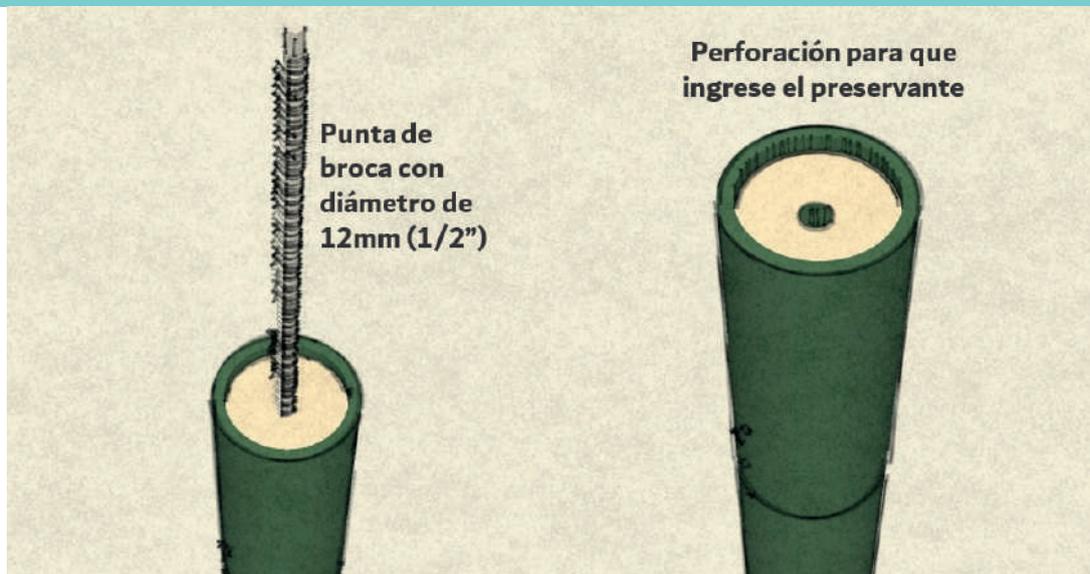


Sumergir la caña.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Cubrir con plástico negro
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

Antes de sumergir la caña se debe realizar perforaciones en su interior, en sentido longitudinal atravesando los nudos con una varilla de acero larga de punta de broca con un diámetro de 12mm (1/2") aproximadamente, esto servirá para que al sumergir el líquido penetre toda la caña.



Perforación interior - nudos.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

Agujero interior de nudo.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

- Una vez terminada las perforaciones se sumerge en la piscina las cañas. Para asegurar que la caña este totalmente sumergida se coloca pesos encima de ellas. La caña debe estar sumergida como mínimo 5 días y para la caña chancada se debe sumergir 1 día.
- Terminando el tiempo de inmersión se retira la caña, se debe apilar las cañas en sentido vertical para eliminar todo el contenido que puede estar dentro de ella. Se debe de girar 2 veces al día durante 2 días, para asegurarnos que no quede residuos de líquido en el interior.

Colocar 1 tabla en ambos extremos de la caña y encima de cada una colocar un peso para asegurar que todas las cañas están sumergidas



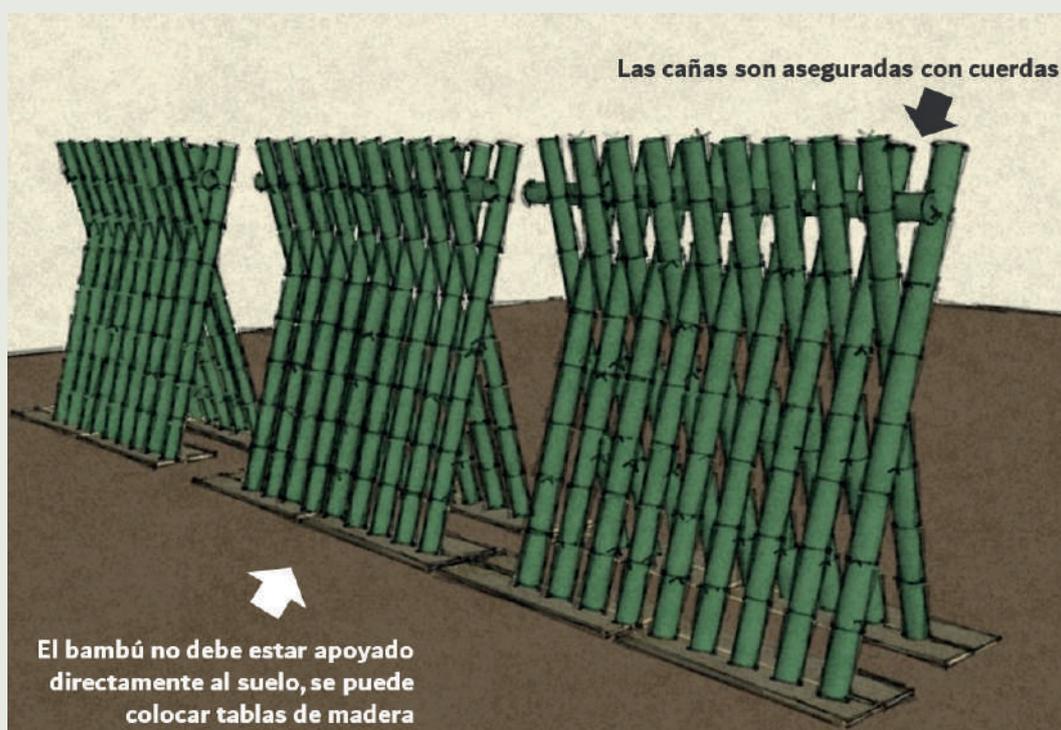
Pesos en las cañas para asegurar inmersión de todas.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

La importancia del Secado

El último proceso de la caña antes de ser usado en obra es el secado, el secado es importante porque así se evita que sufra deformaciones, fisuras y daños, llegando a tener un material en óptimas condiciones para la obra. Existen diversos métodos para el secado de la caña, el que explicaremos a continuación es el secado al aire libre, el más empleado.

- La caña debe ser colocado ligeramente inclinada de manera intercalada colocando una en sentido opuesta a la que se ubica al lado, formando como "X", apoyados uno a uno y asegurados por cuerdas.

- Todas las cañas deben estar aisladas del suelo, por lo que pueden tener como base tablas de madera.
- El secado debe realizarse en un lugar con cubierta para evitar el sol directo y no deben tener muros para tener flujo de aire.
- Para tener un secado uniforme se debe invertir la posición de las cañas, este trabajo se debe realizar a diario durante los primeros 15 días como mínimo.
- El tiempo de secado es variable porque depende de las condiciones climáticas del lugar donde se ubique. En lugares cálidos el tiempo de secado puede variar entre 2 y 3 meses.



*Secado al aire libre.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.*

EN EL ALMACENAMIENTO, LA CLAVE ES LA CLASIFICACIÓN

El almacenamiento debe ser en una zona donde no esté en contacto con la humedad del suelo, por eso se debe apilar el bambú encima de un soporte de madera para que no esté en contacto con el suelo.

El lugar de almacenamiento debe ser ventilado y protegido de la radiación solar, para lo cual se debe tener una cobertura.

Para acelerar procesos de diseño o constructivos se recomienda separar y clasificar en grupos que tengan similar diámetro del culmo.



Clasificación en grupos con similar diámetro.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

¿CÓMO TRAMITAR EL PERMISO DE CONSTRUCCIÓN OBLIGATORIO?

El permiso de construcción es el documento otorgado por la autoridad municipal competente para ejecutar una obra de construcción conforme a las normas, requisitos básicos:

- a. Ingresar a la página del Municipio de Portoviejo y buscar el trámite Permisos municipales (planos):

<https://online.portoviejo.gob.ec/>

Servicios más utilizados



Declaración de Patente
Declaraciones



Permisos Municipales (Planos)
Trámites



Suspensión de Patente
Patente

- b. Crear un usuario, descargar, llenar y firmar el Acuerdo de responsabilidad. Necesita un correo electrónico y no olvidar la clave.

PORTOVIEJO *digital*

Consulta tus deudas AQUÍ

Crear Usuario y Firmar Acuerdo de Responsabilidad

VIVIENDA SOCIAL RURAL

Paso 0 Registro

Paso 1 Introducción

Paso 2 Activación

Paso 3 Cédula frontal

Paso 4 Cédula trasera

Paso 5 Datos personales

Paso 6 Captura de foto

Crea tu usuario y contraseña firmando el acuerdo de responsabilidad de uso y medio electrónico, sin tener que venir a las ventanillas del Municipio de Portoviejo

- Al crear tus credenciales de acceso firmando el acuerdo de responsabilidad de uso y medio electrónico con firma electrónica simple, puedes acceder a todos los servicios en línea del Municipio de Portoviejo. Recomendado

CREAR USUARIO FIRMANDO EL ACUERDO

Descargar formulario de acuerdo de responsabilidad para entregar en ventanilla (clic aquí)

- c. Acudir al Municipio de Portoviejo para obtener la lista de documentos necesarios y realizar el perfil biométrico.
- d. Entregar los documentos planos y acta de responsabilidad debidamente firmados por los profesionales que realizaron los planos y el residente de obra.

Para iniciar el trámite de debe pagar los impuestos prediales, posteriormente hay que pagar el certificado de solvencia o cumplimiento y finalmente, una vez aprobado el trámite, la tasa de aprobación de planos que da paso al permiso de habitabilidad.

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS QUE VAS A UTILIZAR

El sistema constructivo de bambú no requiere de maquinaria pesada para realizar los trabajos de edificación por lo que facilita la construcción. A continuación, se describirá las herramientas y equipos para realizar una edificación, los materiales están agrupados en base a las diferentes etapas que tiene la construcción esto para garantizar que se haga en el menor tiempo posible. También debemos recordar que es importante considerar las herramientas de seguridad como: casco, careta de protección, lentes de protección y guantes de hilo, para asegurar no tener accidentes al momento de realizar los trabajos.

Herramientas para preparación del terreno, nivelación de terreno y cimentación

1. **Estacas de madera o barras de refuerzo:** se usan para marcar las esquinas del proyecto interiores y exteriores.

2. **Martillos, combo o mazo (*):** se debe adquirir de diferentes tamaños y materiales considerando además el de goma y de madera.

3. **Cuerda delgada o piola:** se usan como templadores al momento de marcar el terreno.

4. **Cinta métrica o flexómetro:** debe tener una longitud mínima de 30m para medir los perímetros y distancias largas con precisión.

5. **Cintas métricas de 5m (*):** se utiliza para medidas cortas.

6. **Escuadra fija:** se usa para asegurar la ortogonalidad en esquinas es decir trazar las perpendiculares.

7. **Nivel de manguera (*):** para nivelar los trazos de cimentación.

(*) Estas herramientas se necesitarán en todos los procesos hasta el final de la construcción.

8. **Estacas de madera o barras de refuerzo:** se usan para marcar las esquinas del proyecto interiores y exteriores.

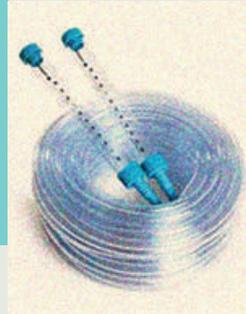


Cinta métrica

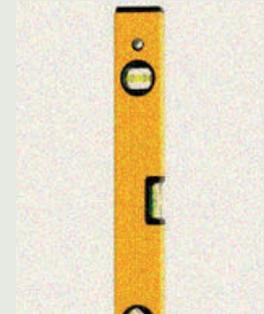


Escuadra

9. **Martillos, combo o mazo (*):** se debe adquirir de diferentes tamaños y materiales considerando además el de goma y de madera.



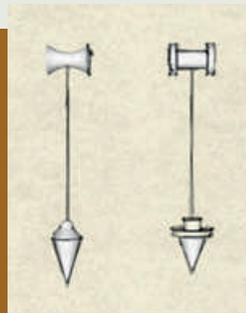
Nivel de manguera



Nivel de burbuja

10. **Cuerda delgada o piola:** se usan como templadores al momento de marcar el terreno.

11. **Cinta métrica o flexómetro:** debe tener una longitud mínima de 30m para medir los perímetros y distancias largas con precisión.



Plamada



Tiralíneas

12. **Cintas métricas de 5m (*):** se utiliza para medidas cortas.

13. **Escuadra fija:** se usa para asegurar la ortogonalidad en esquinas es decir trazar las perpendiculares.



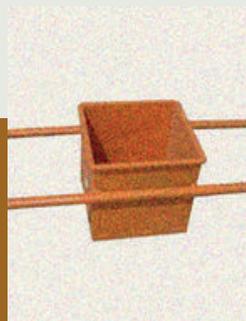
Plamada



Tiralíneas

14. **Nivel de manguera (*):** para nivelar los trazos de cimentación.

15. **Parihuelas:** es una herramienta que nos ayuda a transportar las mezclas para fabricación del hormigón.



Parihuela



Pico y pala

(*). Estas herramientas se necesitarán en todos los procesos hasta el final de la construcción.

16. **Baldes (*):** Se usa para transportar agua, o materiales de construcción.

17. **Picos y palas:** para hacer las excavaciones para la cimentación.

18. **Extensiones eléctricas (20m o más) (*):** el largo total dependerá de la distancia de punto eléctrico más cercano.

19. **Amoladora eléctrica con base o soporte (*):** Se usa para cortar el acero

20. **Carretillas tipo Buggy (*):** se utiliza para transportar diferentes materiales.

21. **Mezcladora:** es una máquina que se usa para mezclar diferentes elementos que componen el hormigón.

22. **Compactadoras manuales tipo plancha y vibradora:** estas máquinas permiten acelerar el proceso de compactación de tierras.



Amoladora



Carretilla



Mezcladora



Extensiones



Tipo vibradora



Tipo plancha

(*). Estas herramientas se necesitarán en todos los procesos hasta el final de la construcción.

Materiales para realizar los cortes del bambú



Formón



Taladro



Sierra Copa

1. **Lápices (*)**: Para marcar el bambú.

2. **Machete o cuchillo grande (*)**: Se utiliza para cortar diversos materiales como el bambú.

3. **Sierra circular eléctrica (*)**: para cortar el bambú, también se puede cortar con el serrucho.

4. **Limas metálica o escofina (*)**: para dar el acabado final a los cortes del bambú.

5. **Formón de mano para tallar madera (*)**: Es una herramienta manual, que se utiliza para hacer los diferentes cortes como boca de pescado, pico de flauta. Necesita de un mazo para realizar el trabajo.

6. **Taladro eléctrico (*)**: se recomienda como potencia mínima de 1200 kW, 800 rpm.

8. **Un set de Sierra Copa de 50-110mm (*)**: para realizar el corte tipo boca de pescado con la medida correcta según detalle.



Lápices



Machete



Sierra circular



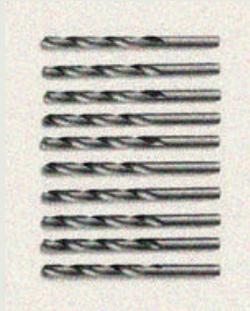
Escofina

(*) Estas herramientas se necesitarán en todos los procesos hasta el final de la construcción.

Para trabajos en vigas y columnas



Cuerdas

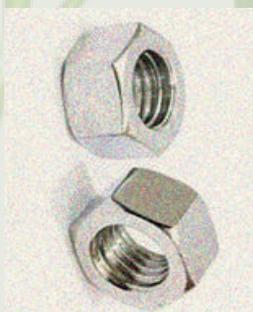


Brocas

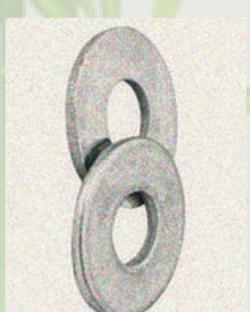


Varilla
Roscada

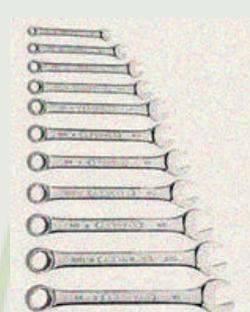
1. **Cuerdas (*)**: el espesor recomendado es de 15 a 18mm.
2. **Brocas (*)**: de 11 mm y 12mm, se usa con el taladro para realizar diferentes perforaciones en el bambú.
3. **Pasadores o varillas de acero roscada (*)**: Se utiliza para fijación entre bambús.
4. **Tuercas y arandelas (*)**: Se usa para unir los elementos.
5. **Llave de boca mixta (*)**: Sirve para ajustar las uniones aseguradas con tuercas.



Tuercas



Arandelas



Llave de
boca mixta

(*) Estas herramientas se necesitarán en todos los procesos hasta el final de la construcción.

Ensamble de Cerchas

1. **Sierras Copas de 25-40 mm (*)**: para perforar los entrenudos y rellenar el bambú.

Elevación de Cerchas

1. **Escaleras (*)**: se recomienda utilizar la de simple de un tramo, tipo doble de tijera, escalera telescópica y una escalera articulada multiusos.
2. **Culmos de Bambú (*)**: los cortes sobrantes se deben conservar porque serán usados como apoyo o diversas actividades.
3. **Piezas cortas de madera (*)**: Se usan como apoyos para trasladar las cerchas.
4. **Grapadora manual (*)**: se utiliza para la instalación de la caña picada y la malla hexagonal que sirve de base para el enlucido.
5. **Grapas industriales (*)**: sirva para fijar la caña picada y la malla hexagonal.



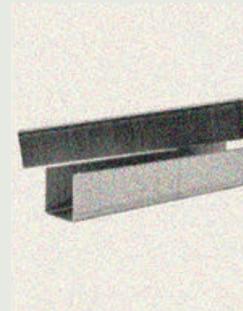
Sierra copas



Escaleras



Grapadora



Grapas

(*) Estas herramientas se necesitarán en todos los procesos hasta el final de la construcción.

The image features a stylized illustration of bamboo stalks and leaves. The stalks are green with visible nodes and are tied with light-colored bands. The leaves are small and green, scattered around the stalks. The background is white.

CAPITULO IV PREFABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS

AHORA PODRÁS PREFABRICAR LOS COMPONENTES DE TU VIVIENDA, MÁS RÁPIDO Y MÁS FÁCIL.

El diseño del sistema de moldes ajustables tiene el propósito de acelerar el proceso de construcción, estandarizando la fabricación de muros o cerchas estructurales de bambú.



Armado de pórticos en el Sistema de molde ajustable.
Fuente: Consuelo Pérez, 2022.

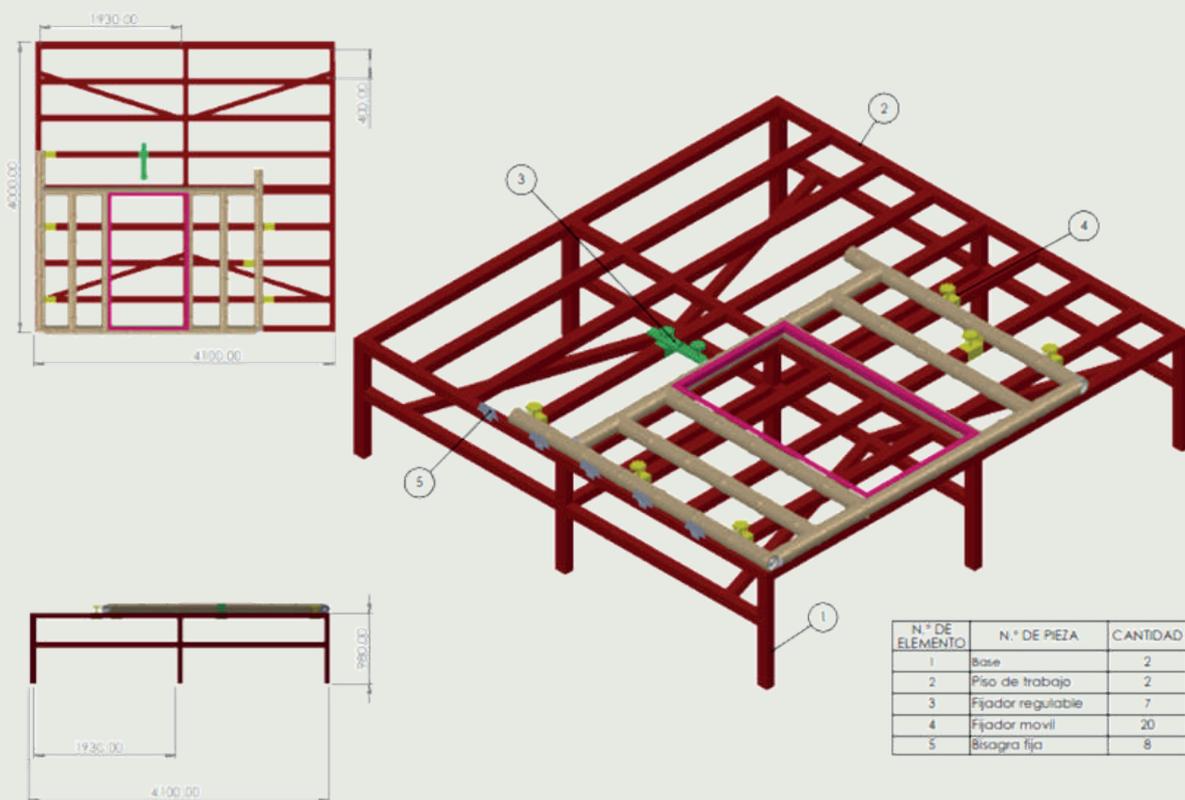
¿Para qué sirve?

- Fabricar diferentes diseños de muros o cerchas estructurales.
- Debe permitir fabricar muros o cerchas estructurales de las siguientes medidas.
 - o 0.5mx1m
 - o 1mx2m
 - o 2mx4m
 - o 4mx4m
- Permite un máximo ajuste para trabajar con un material como el bambú que tiende a rodar.
- Permite acoplar puertas y ventanas.
- Permite extender en altura y hacer inclinaciones.
- Permite hacer cerchas con inclinación.
- Facilita el ensamble entre culmos.

¿En qué consiste?

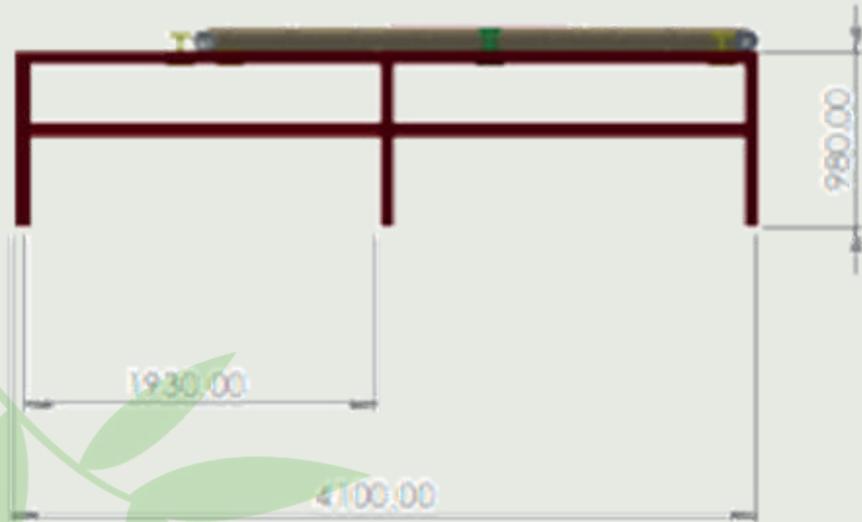
El sistema de moldes ajustables es una matriz o estructura metálica desmontable, en forma de mesa compuesta por dos secciones principales:

1. Una base armable con una altura de 0.8m y extensible hasta 1.20m.
2. Dos estructuras tipo cama o parrilla de 2mx4m cada una, estos elementos están sobre la base como se ve en la foto y conforman el Piso de trabajo.

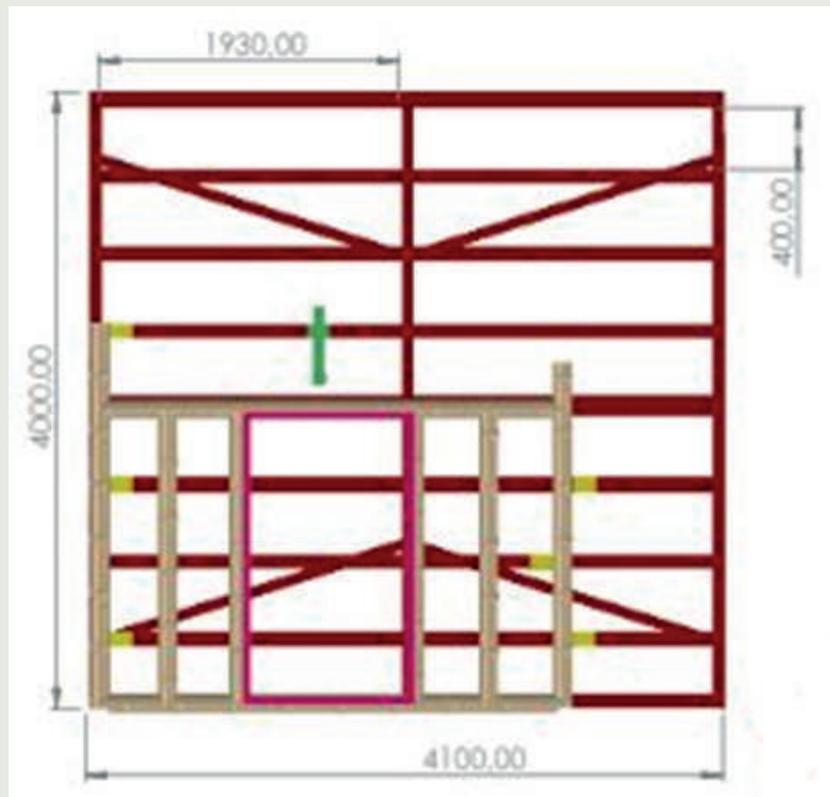


Estructura metálica desmontable.
Fuente: Carlos Montes, 2022.

Sobre las transversales de la parrilla se ubican fijadores móviles que aseguran las vigas o cúlmos principales del bambú en vertical, adicionalmente, un fijador regulable con mecanismo de telescopio permite fijar las vigas que se encuentran en horizontal.



Perfil del molde ajustable con culmos de bambú sobre el piso de trabajo, asegurados por los fijadores móviles.
Fuente: Carlos Montes, 2022.



Vista área del molde ajustable. Se puede apreciar claramente cómo este diseño permite definir puertas e inclinaciones para el techo. También se puede incluir ventanas.
Fuente: Carlos Montes, 2022.

PIEZAS QUE COMPONEN EL MOLDE AJUSTABLE

Extensibles de un máximo de 40 cm.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Fijadores móviles.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Fijadores tipo C de las bases intermedias.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Elementos transversales para uniones entre bases.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



PIEZAS QUE COMPONEN EL MOLDE AJUSTABLE

Parrilla o cama de 2mx4m.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Bases de los moldes.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Pernos de longitud de 2
pulgadas y espesor de 3/8".
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



ACCESORIOS

Base del fijador de
telescopio.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Extensibles con accesorio
para ángulos del fijador con
mecanismo de telescopio.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



ACCESORIOS

Extensible del fijador de
telescopio.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Arandelas de diámetro de 1"
por 3 mm de espesor.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Pernos con tuerca con longitud
de 3 1/2" y 3/8 de espesor.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Pernos con tuerca con longitud
de 3 1/2" y 3/8 de espesor.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Pernos con cabeza de plástico
para fijadores móviles y tipo
telescopio.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



POSIBILIDAD DE MONTAR Y DESMONTAR

Es una mesa que consta de 9 postes que se van anclando, que puede variar o cambiar de acuerdo a las exigencias de la aplicación. Estos postes son apoyos que sostienen toda la estructura. Los materiales utilizados minimizan el peso de estructura y al ser montable y desmontable, permite un fácil transporte al lugar de construcción o taller donde se prepara la construcción.

Se ha utilizado tubos de hierro galvanizado para evitar que se oxide y de esta manera asegurar una mayor vida útil.



Molde ajustable montado.
Fuente: Carlos Montes, 2022.

¿Cómo funciona?

Funciona como una mesa que tiene unos "topes", sobre la cual, se van ensamblando las cañas unas a otras hasta formar cerchas o muros. Esta estructura garantiza que las cerchas tengan medidas idénticas para de esta manera instalarlas directamente en la construcción. Una vez fabricadas, las cerchas se pueden adaptar a cualquier diseño conceptual de vivienda, es decir, se pueden fabricar en serie, estandarizando el proceso constructivo, ahorrando tiempo y dinero.



Topes del sistema.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

- Postes: Los postes externos son fijos, en cambio los postes transversales vienen por partes y se pueden retirar, lo que permite el montaje y desmontaje. Estos pueden ser ajustados con tornillos o simplemente con pasadores.

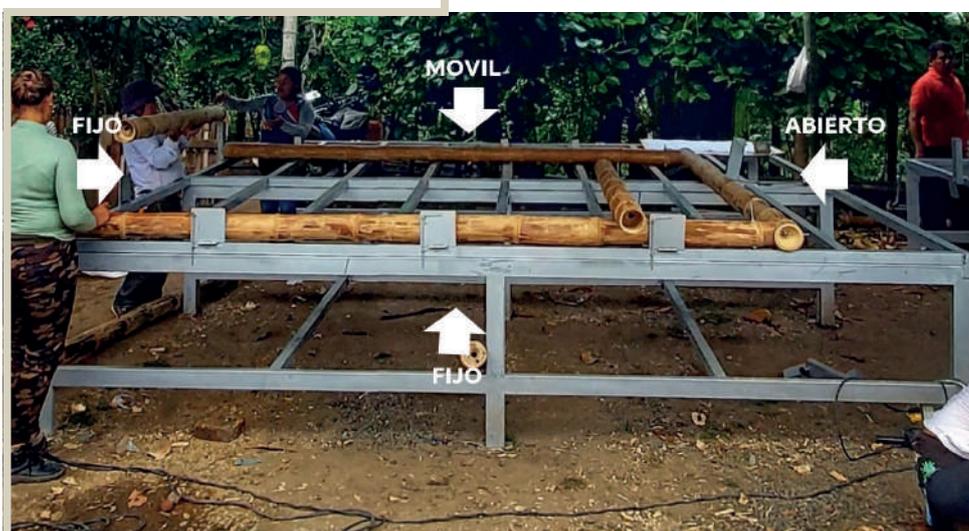


Topes del sistema.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Topes del sistema.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

- Rieles: Para el rodamiento de los rieles, están previstas unas guías internas que corren dentro del perfil y que van encajando según se desee. Se utiliza unas ruedas dentadas que se ajustan con las manos para determinar las medidas deseadas.



Fijador móvil en el sistema de molde ajustable.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

- Para fijar las cañas y evitar que rueden al interior, se colocan unos pequeños apoyos, que logran fijar o inmovilizar varios culmos al mismo tiempo. Dos rieles son fijos, mientras un tercero se puede mover hacia afuera y hacia adentro para lograr cerchas de diferentes medidas en horizontal. Un lado permanece vacío, es decir sin riel, para dejar pasar las cañas fuera de la mesa de trabajo y calibrar las diferentes medidas en vertical; más altos o inclinados para techos.

Para las inclinaciones se colocaron unas barras a diferente altura y tiene un ángulo que da forma al techo regulado con pequeñas bisagras y uniones, para de esta manera, ajustar la distancia de acuerdo al diseño conceptual arquitectónico. Otros topes permiten dejar espacios para puertas y ventanas de tamaño estándar, utilizando a la vez unos acoples especiales. A pesar de la versatilidad del diseño del molde ajustable, este no permite la colocación de diagonales.

¿CÓMO PREPARAR LOS COMPONENTES DE TU VIVIENDA?

El sistema constructivo tiene componentes que deben considerarse desde la etapa de diseño para asegurarnos que el producto final tenga un buen acabado.

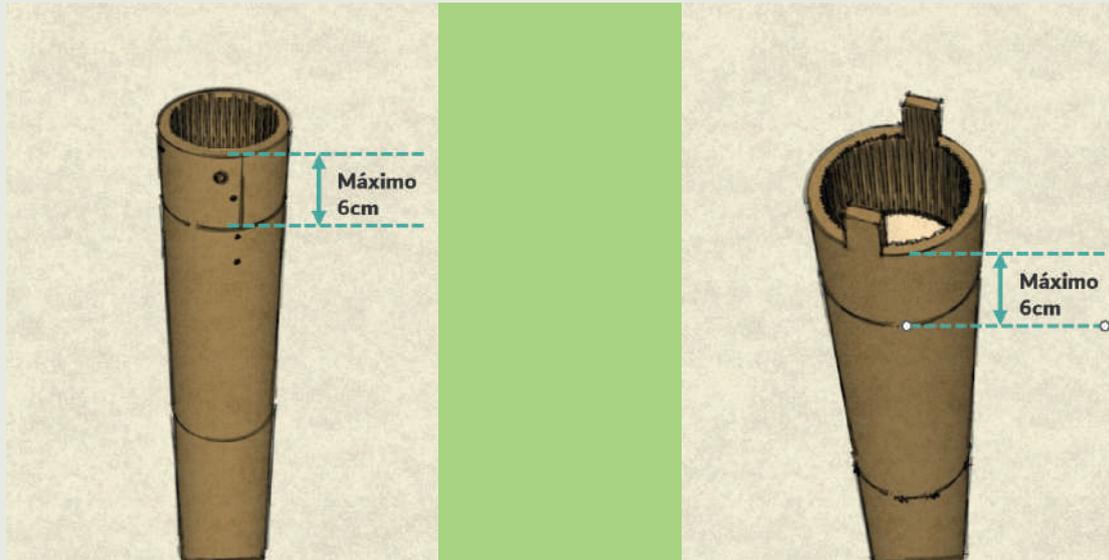
¿Cómo hacer los cortes del bambú para las uniones?

Con la experiencia adquirida en la construcción con bambú se han identificado técnicas que aseguran una mayor resistencia y estabilidad en la estructura. En este apartado indicaremos donde se debe realizar los cortes del bambú y que consideraciones se deben tener antes de realizarlo.

- Para todos los tipos de corte del bambú se debe realizar no más de 6cm separado de un nudo, esto se hace para evitar que el culmo se abra.
- Cada bambú debe ser cortado de tal manera que quede un nudo en cada extremo.
- Los diferentes tipos de cortes son utilizados para asegurar mayor contacto entre las piezas de bambú, eso le da rigidez en las esquinas.
- Evitar el uso de clavos o alambres para la fijación de las uniones, ya que dañan la estructura del bambú y la debilitan.

Tipos de Cortes para uniones

1. **CORTE TIPO RECTO:** El corte debe ser en forma perpendicular al culmo, es decir perpendicular a las fibras para evitar que estas sufran rajaduras y no olvidemos que el corte debe ser como máximo a 6cm de un nudo. En otros casos se dejan salientes a modo de "orejas", esto se hace para dar mayor estabilidad a las uniones.



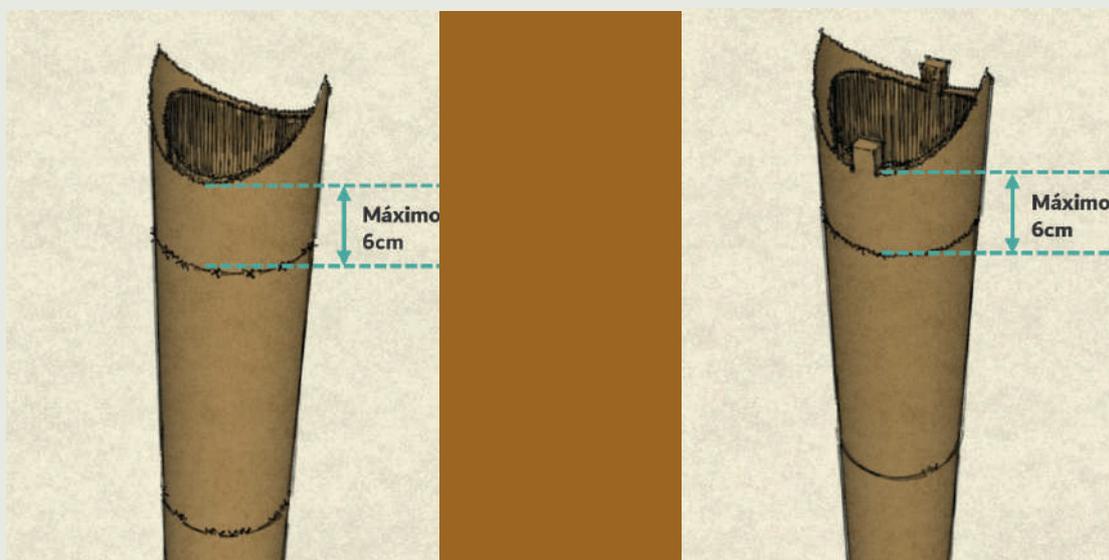
Corte recto.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.

Corte recto con orejas.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.

2. **CORTE TIPO "BOCA DE PESCADO":** Este corte se utiliza para unir 2 piezas de bambú de manera perpendicular, es un corte cóncavo en sentido transversal al eje longitudinal del bambú, terminando en algunos casos en punta o recto en un área mínima.



Boca de pescado.

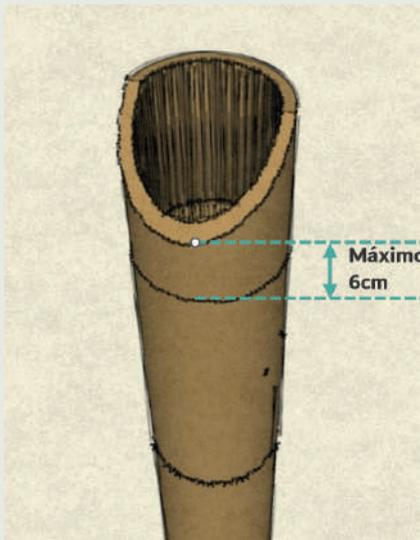
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

Boca de pescado con orejas.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.

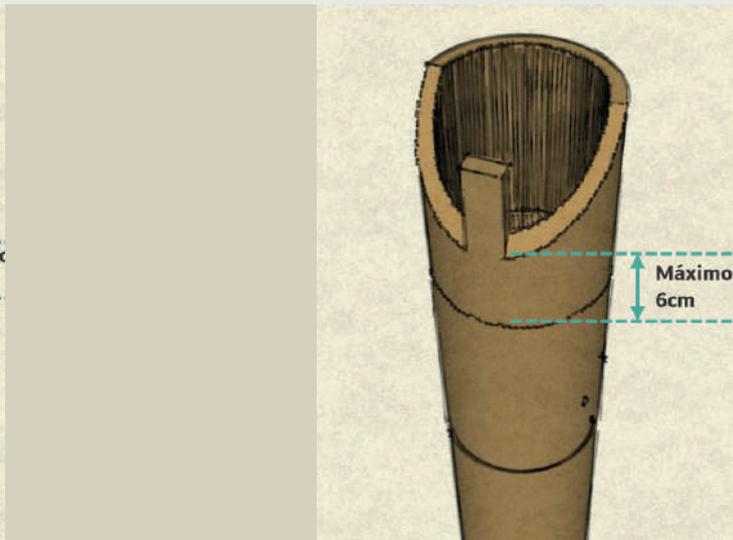
Otra técnica también utilizada es no cortar en su totalidad el borde del bambú, si no dejar unas salientes a modo de “orejas” que se ubica en el punto más bajo del corte y sirve para insertarse perpendicularmente en otro bambú, el cual previamente se le realiza 2 perforaciones para poder encajar las “orejas”. La boca de pescado se logra con un primer corte con una sierra de copa.

3. CORTE TIPO “PICO DE PLAUTA: El corte debe ser en forma perpendicular al culmo, es decir perpendicular a las fibras y debe ser como máximo a 6cm de un nudo. En otros casos se dejan salientes a modo de “orejas”.



Pico de flauta.

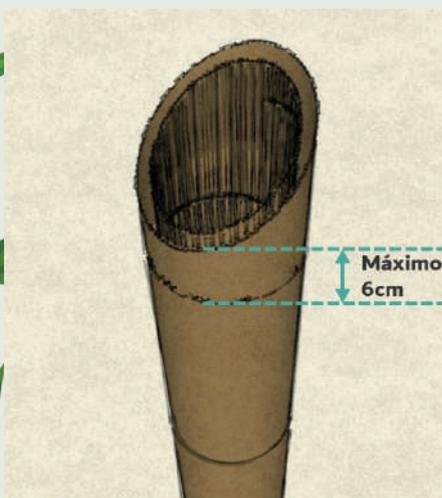
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Pico de flauta con orejas.

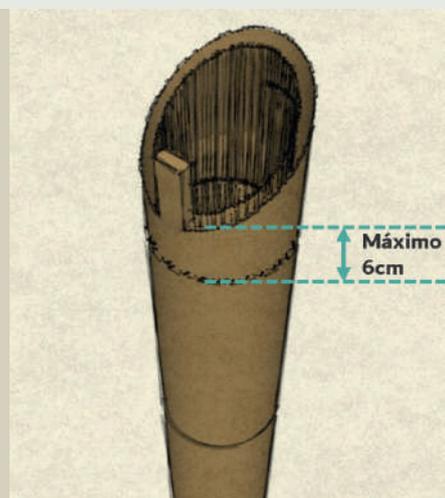
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

4. CORTE A BISEL: Este corte se utiliza para uniones con un ángulo diferente al de 90°, es un corte recto transversal o diagonal al eje longitudinal del bambú.



Corte a bisel.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Corte a bisel con orejas.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.

Tipos de Uniones

EMPERNADAS



1. Perforar con el taladro.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



2. Se clava la varilla.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



2. Se coloca la varilla.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



4. Asegurar por ambos lados.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.

- Las uniones se pueden realizar con varillas de acero roscado o pernos de acero galvanizado. El beneficio de usar las varillas es que se puede obtener diferentes tamaños según sea la necesidad de la obra.
- En estas uniones se pueden fijar dos o más cañas, las cuales son perforadas de manera perpendicular al bambú.
- Las perforaciones son realizadas previamente con el taladro y una broca con el espesor similar al perno. Esta perforación debe pasar en el punto medio del entrenudo, en el eje y con una separación mínima de 60 mm del nudo.
- Se asegura con pernos y arandelas por ambos lados, es decir al inicio y fin de la varilla.



1. Limpieza interior del culmo.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



3. Forma de gancho.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



5. Perno tensor.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

PERNO TENSOR

– Esta unión está conformada por culmos con corte boca de pescado unido a un bambú de forma perpendicular.

– Para realizar la unión se requiere dos piezas: una de varilla roscada que tendrá un lado doblado con forma de gancho que se le llama perno tensor y el otro lado estará asegurado por una tuerca; y una segunda pieza que es una varilla recta que será asegurada con tuercas por ambos lados.

– Antes de unir ambas piezas se debe limpiar el interior del culmo donde se ubicará el lado de gancho de la varilla roscada, para dejar pasar el gancho.

– Para realizar la forma de gancho se calienta la varilla para luego darle la forma final.



2. Se calienta la varilla.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



4. Perno de anclaje perpendicular
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



6. Instalar y asegurar.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

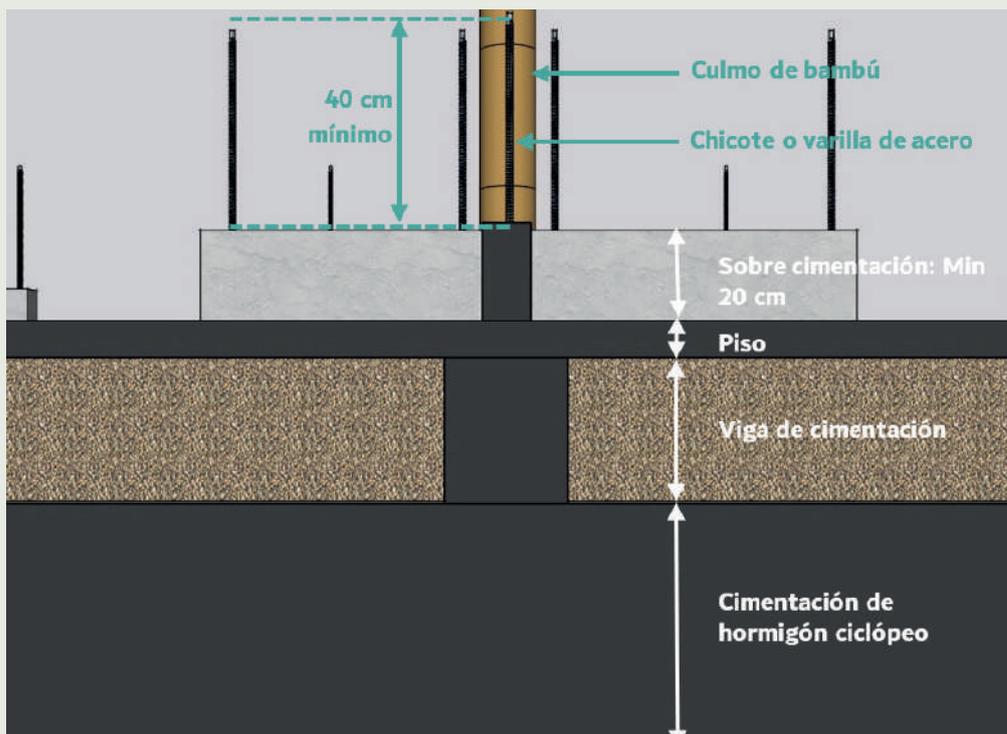
MUROS PORTANTES

El muro portante o muro de carga se les llama así a las paredes de una edificación que tendrá una función estructural, ya que los muros soportarán el peso de otros elementos estructurales como la cubierta. Además de recibir las cargas verticales, resisten las fuerzas horizontales o fuerzas de tracción.

Considerar que se debe evitar la exposición directa del bambú a la lluvia, sol, salinidad, y otras condiciones climáticas. Para lo cual el diseño debe mediante soluciones formales y arquitectónicas evitar esta exposición.

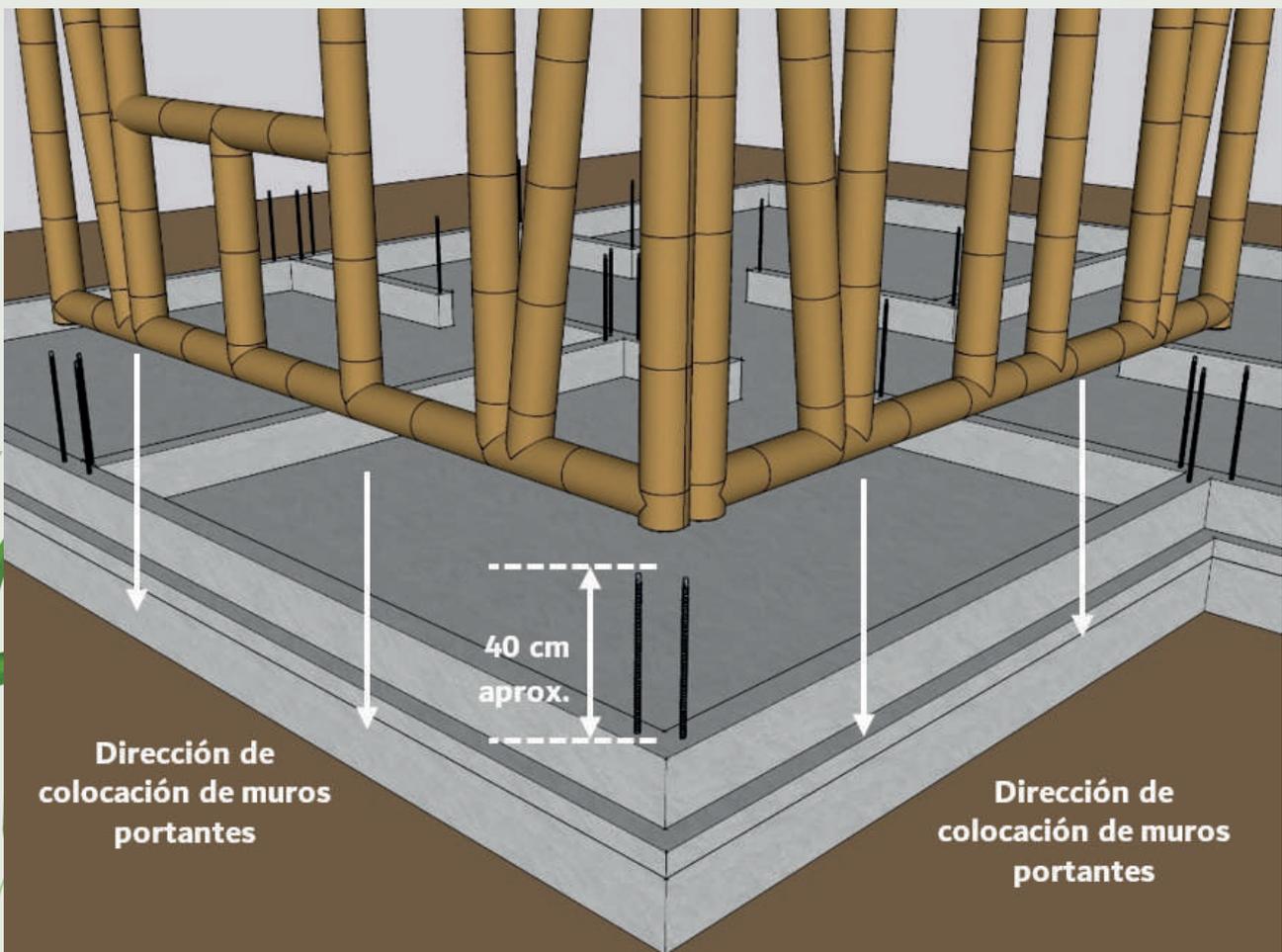
El proceso constructivo inicia desde la cimentación que incluye el cimiento, sobrecimiento, losa y pisos, en este caso se debe regir a las normas establecidas para el cálculo estructural y deben ser desarrolladas por el profesional pertinentes. Para todos los casos una forma de anclar los muros en el cimiento es mediante varillas de acero, posteriormente luego de anclar cada muro se debe empernar cada muro en los elementos verticales, luego se realizará el recubrimiento de los muros según el diseño seleccionado y por último los muros con cercha serán unidos a la cubierta. Todos los procesos mencionados serán descritos en el siguiente apartado.

Uniones de Cimiento y Muro



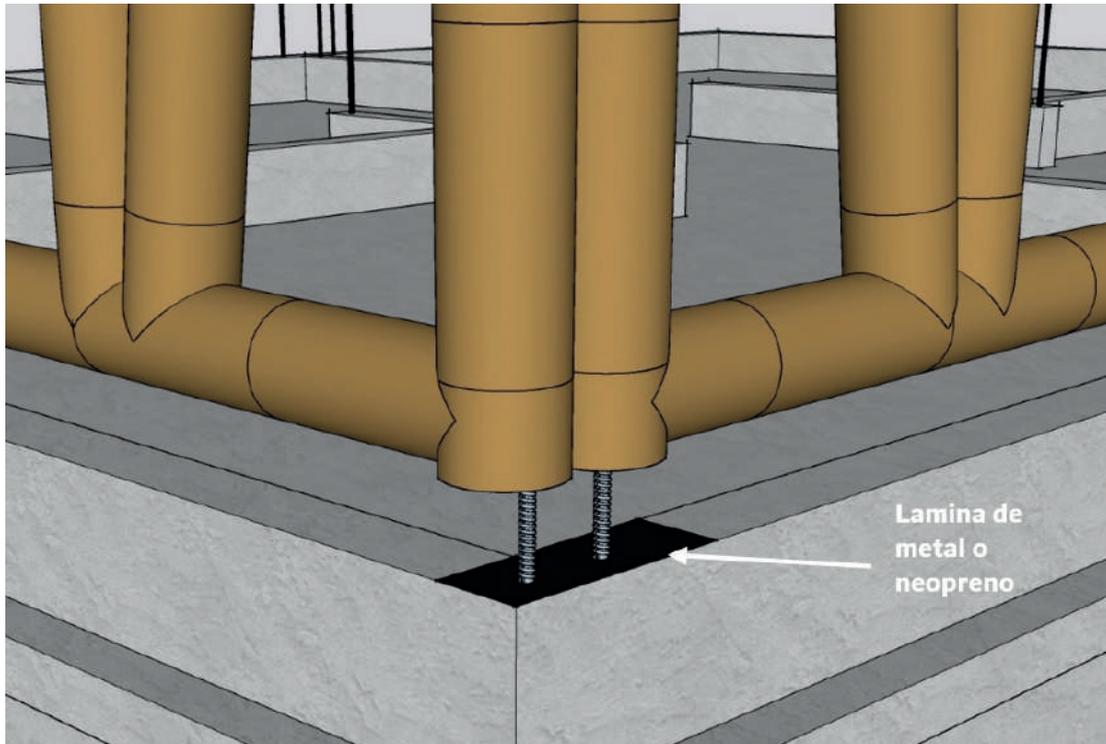
Anclaje en cimiento para recibir los muros portantes.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

- Para proteger los muros de bambú de la humedad del suelo se realiza previamente un muro de cimentación por encima del cimientado.
- En el cimientado y en el muro de cimentación se debe dejar ancladas varillas con un diámetro mínimo de 9mm, en estas varillas es donde el muro descansará y se anclará, esta varilla tendrá una longitud mínima de 40cm sobre la cimentación.
- Antes del montaje el bambú del muro donde anclara las varillas, deberá estar limpio en su interior y tener una abertura para que la varilla se encaje de manera correcta.
- Los entrenudos atravesados por la varilla deberán ser rellenados de mortero, por lo que se hará un agujero en el bambú a unos 50cm aproximadamente desde el encuentro con el cimientado.



Visualización de muros en anclajes.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

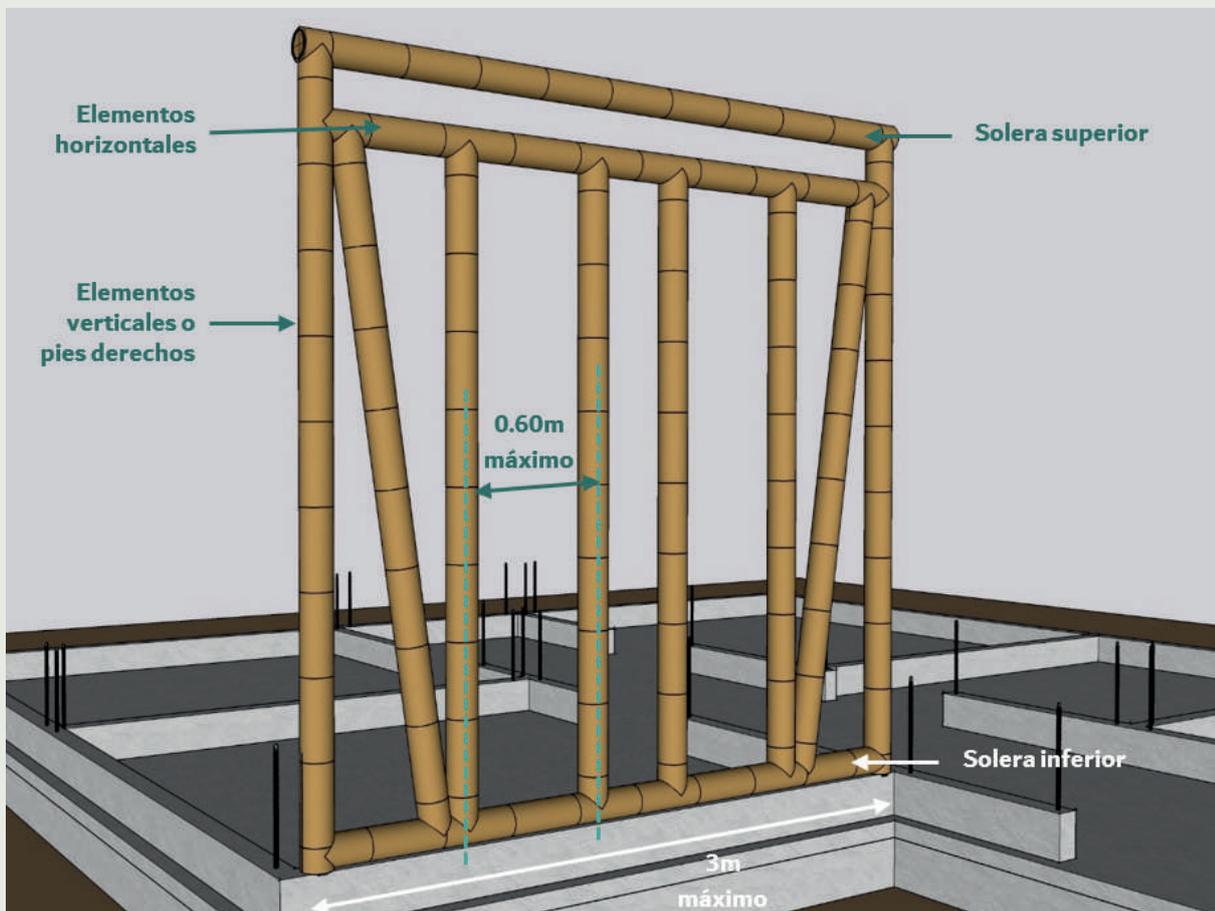
- Antes de realizar el relleno de mortero se recomienda colocar una plancha metálica de 2mm de espesor o una plancha de neopreno en el encuentro del culmo con el sobrecimiento, para lugares con mucha sal en el ambiente o humedad se recomienda el neopreno. Esto se realiza para evitar en la humedad del suelo penetre en el bambú y además evitar que penetre algún insecto (ver figura 59).



*Recomendación para uniones entre sobrecimiento y culmo.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.*

ESTRUCTURA DE PÓRTICOS

Los muros de bambú están constituidos por una solera inferior, solera superior, elementos horizontales, elementos verticales llamados pies derechos y diagonales para darle estabilidad a la estructura. Los muros portantes deben tener continuidad desde la cimentación, se deben tener algunas consideraciones para realizar los pórticos:

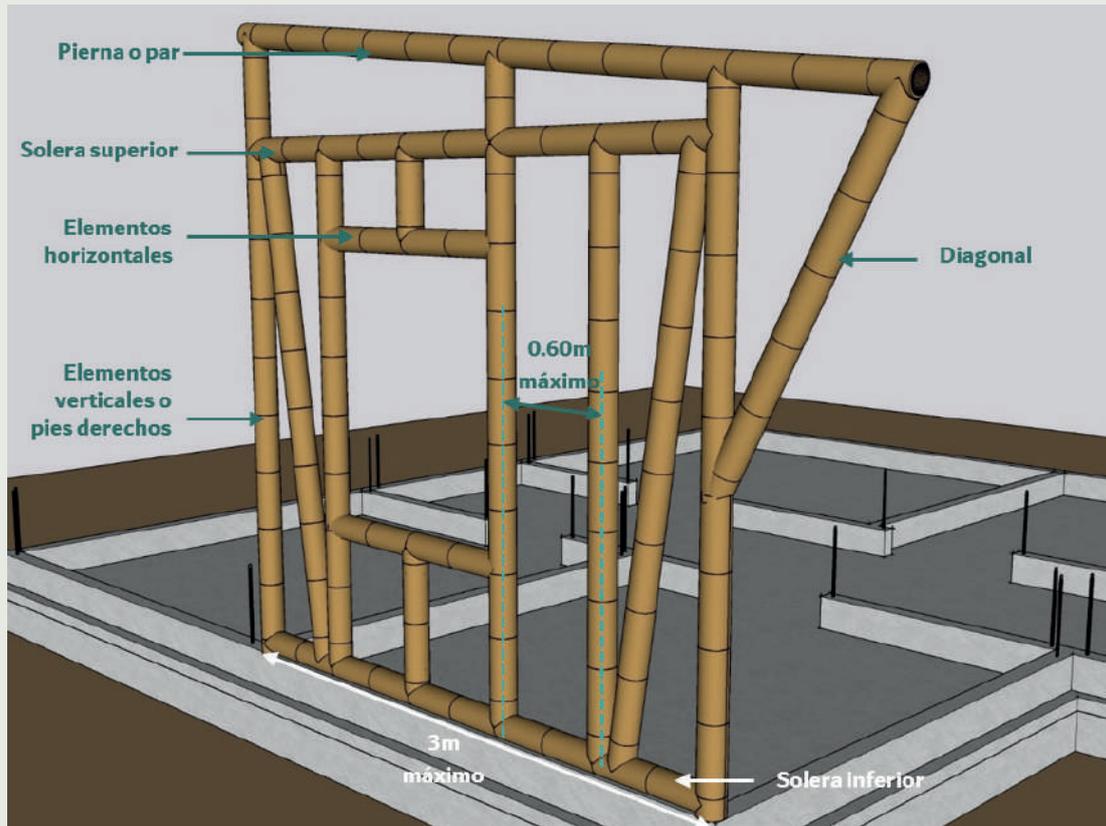


Estructura de Pórtico.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

- La dimensión máxima de un pórtico es de 3.5m, si se quisiera un pórtico con mayor dimensión se tendrá que fabricar un pórtico adicional, donde ambos pórticos no podrán ser mayor a 3m cada uno.
- La unión entre dos culmos perpendiculares dentro de la estructura será mediante la unión boda de pescado y la unión entre dos culmos de manera diagonal será con la unión pico de flauta.
- La separación entre dos culmos verticales o pies derechos no puede ser mayor a 0.6m a eje.
- La estructura interior del pórtico puede ser modificada para colocar vanos, pero se debe considerar los puntos antes mencionados.

ESTRUCTURA DE CERCHAS

La cercha es el sistema triangulado de elementos estructurales que en su interior tiene interconexiones para dar mayor rigidez, estos elementos están conectados por nodos que para el bambú son los nudos, el propósito de los nudos es repartir las cargas verticales a través de ellos y repartir de manera uniforme el peso propio de la cubierta.

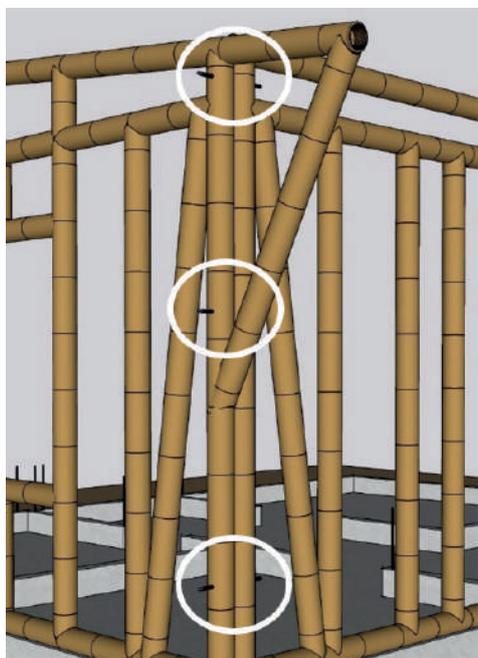


Estructura de Cercha.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

Existen pórticos tipo cerchas que tienen la misma función portante y los mismos criterios de diseño que el muro portante. Las cerchas son el apoyo entre el muro y la cubierta, el propósito es que todo el peso del techo se transmita hasta la cimentación.

Uniones entre muros

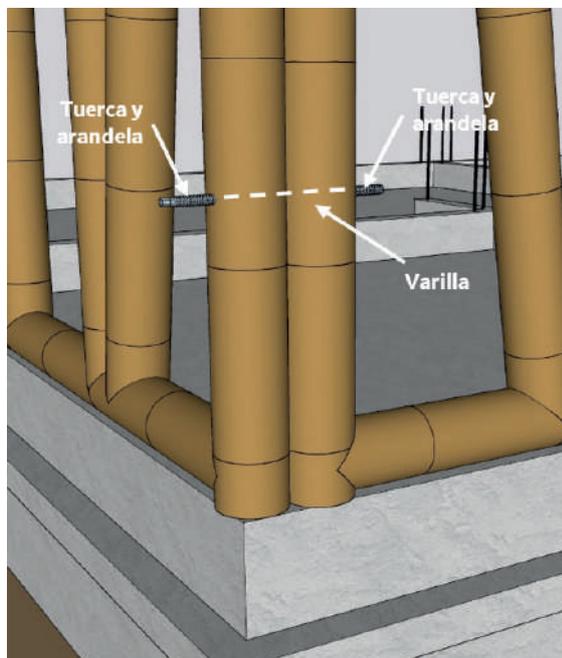
Su unión se realiza mediante pernos o varillas de acero roscada que debe tener como mínimo 9mm de diámetro, esta unión debe tener como mínimo tres conexiones por unión, colocadas a cada tercio de la altura del muro. Los muros pueden estar unidos en planos perpendiculares o en el mismo plano.



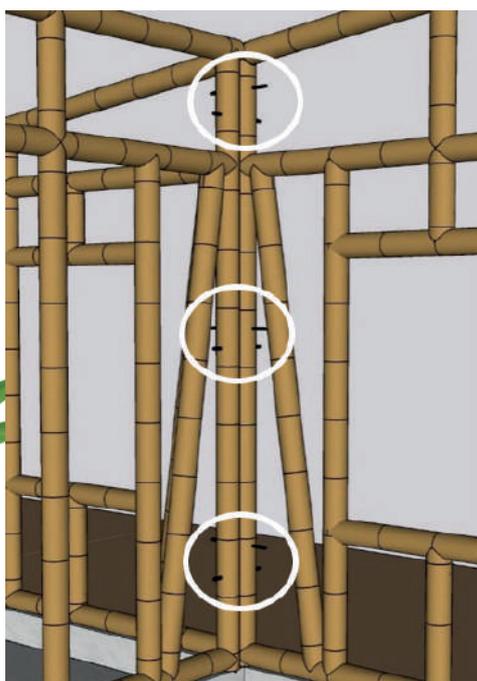
Colocación de varilla cada 1/3.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

Para el caso de muro perpendiculares, se deben unir mediante pernos en una dirección atravesando las uniones de 2 cumbos en una dirección. Para el caso de 3 o más cumbos, las uniones en forma de T o en cruz, son aseguradas en ambos extremos.

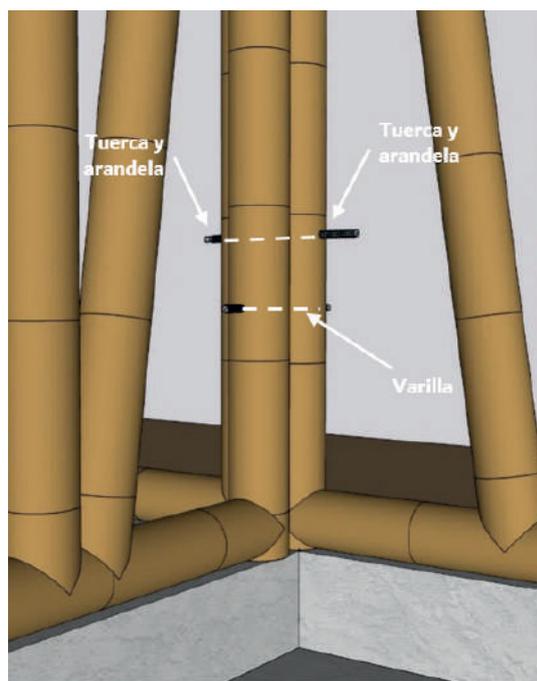
Para muros que se encuentran en el mismo plano la conexión es similar a la conexión con los cimientos mediante pernos, tuercas y arandelas, debe tener como mínimo dos conexiones por unión, colocados cada tercio de la altura del muro.



Unión de dos cumbos.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Colocación de varilla cada 1/3.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

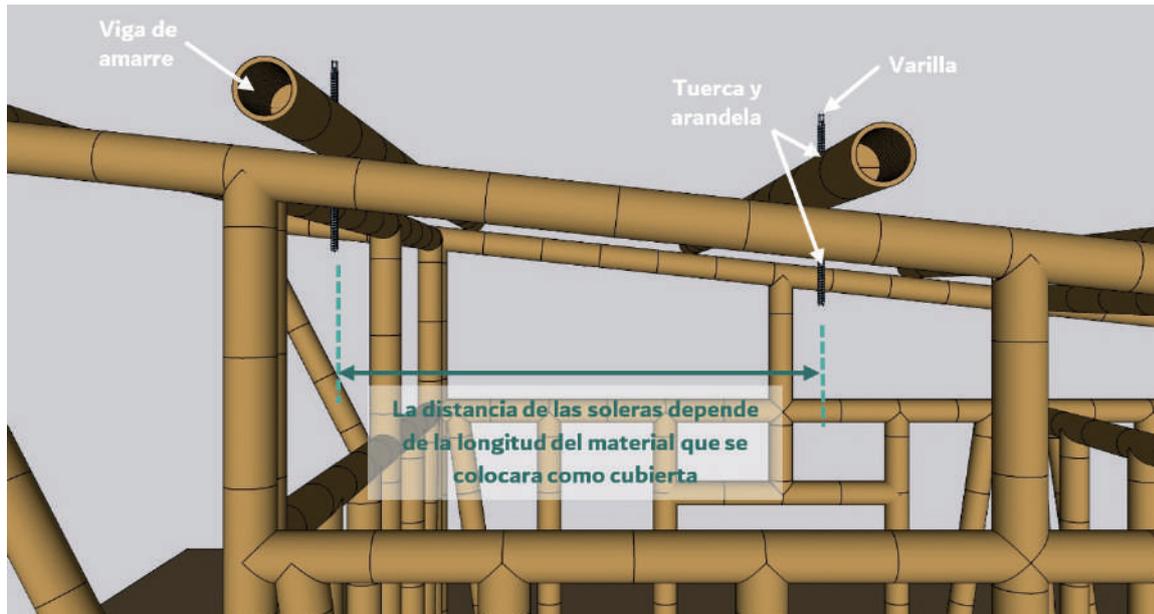


Unión de tres cumbos.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

Uniones entre muro y cubierta

Para realizar esta unión se debe tener una viga de amarre a nivel de cubierta. Se debe lograr la continuidad estructural de la cubierta con los muros que lo soportan.

En el caso del muro portante se debe conectar mediante pernos con las soleras, teniendo luces máximas de metros entre muros para soportar la cubierta.



Colocación de varilla cada un tercio / unión de tres cumbreros.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

ESTRUCTURA APORTICADA

El sistema a porticado está conformado por los elementos estructurales que consisten en columnas y vigas conectados a través de nudos, formando pórticos que resisten las fuerzas horizontales y verticales. En este tipo de estructura los muros de fachada y divisorios son elementos no estructurales, por lo cual no aportan resistencia.

Columna

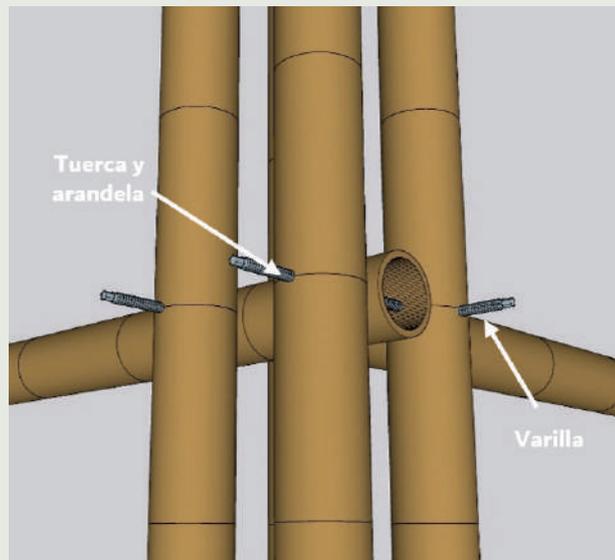
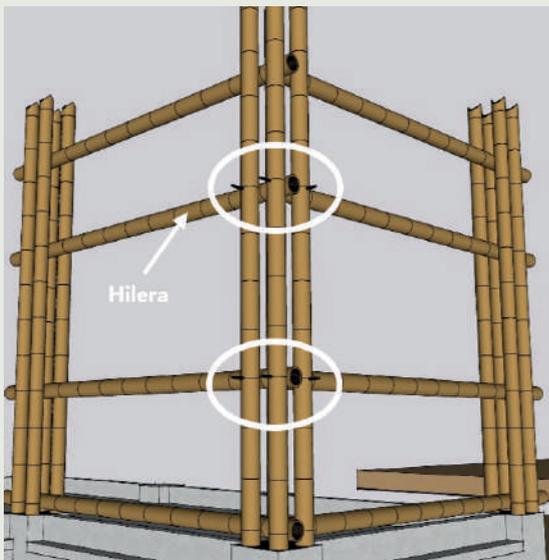
Las columnas en el sistema de bambú, este compuesto por dos o más piezas, colocadas de forma vertical.

Estas columnas están unidas mediante una base de concreto o dado de concreto y para reforzar se encuentran unidas por pernos que se distancia máximo 50 cm desde la base y de igual manera desde el dintel o techo.

Viga

Las vigas están compuestas por una o más culmos. Para dar mayor rigidez se dividen las vigas en hilera superior y en hilera inferior con un máximo de separación de un metro.

Similar a los muros portantes al diseñar en este sistema estructural siempre se debe evitar que el bambú este expuesto a condiciones climáticas de manera directa para extender su tiempo de durabilidad. De igual manera el cálculo estructural para la cimentación debe ser desarrollado por el profesional correspondiente para determinar su composición y dimensión.



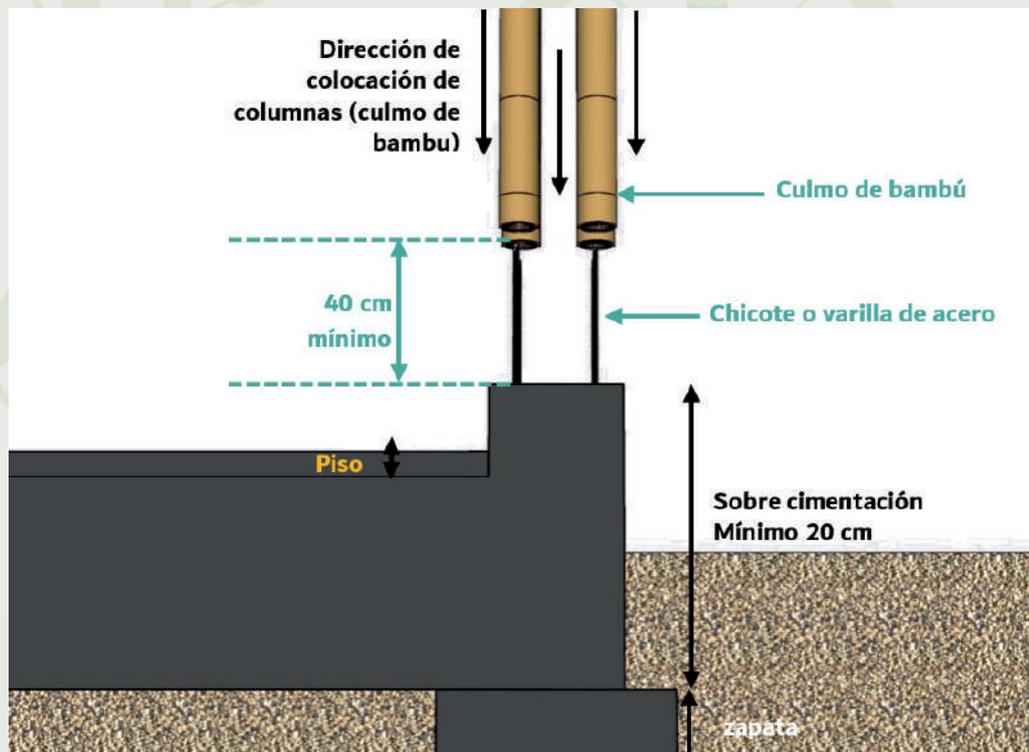
Colocación de varilla entre la estructura de columna viga.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

Uniones entre cimiento y columna

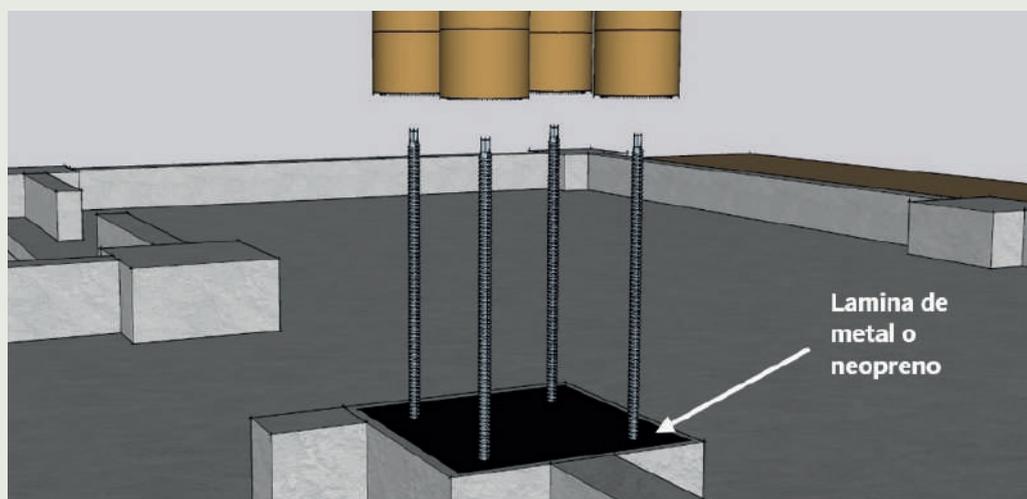
- Para proteger la estructura vertical del sistema aporticado se debe construir previamente un sobrecimiento a modo de dado de concreto reforzado con varillas.
- Desde la zapata, pasando por el sobrecimiento se debe dejar unas varillas ancladas que debe sobresalir mínimo unos 40 cm en un diámetro mínimo de 9mm, sobre las varillas se colocarán uno a uno los culmos de manera vertical, estos culmos son las columnas en el sistema a porticado, esta columna puede estar conformada por 2 o más culmos.
- Antes del montaje los culmos para la columna deberá estar limpio en su interior y tener una abertura en el nudo para que la varilla se encaje de manera correcta.

- Los entrenudos de las verticales que conforman la columna deberán ser rellenados de mortero, por lo que se hará un agujero en el bambú a unos 50cm aproximadamente desde el encuentro con el cimiento, no realizar este relleno hasta que las columnas no estén unidas por las vigas o estructuras.

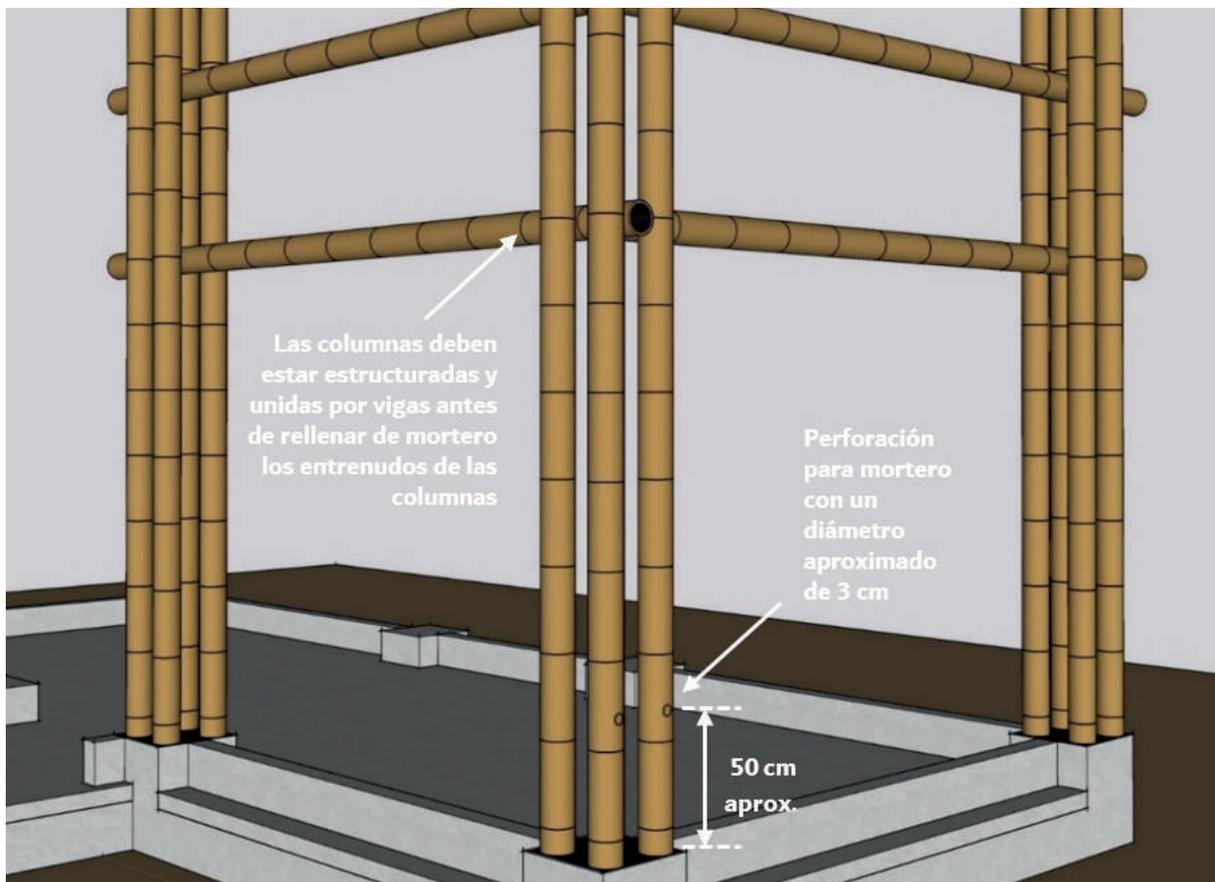
- Antes de realizar el relleno de mortero en las columnas se recomienda colocar una plancha metálica de 2mm de espesor o una plancha de neopreno en el encuentro del culmo con el sobrecimiento, para evitar que la humedad del suelo penetre en el bambú y además evitar que penetre algún insecto.



Unión de Cimiento y Columna.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Recomendación para uniones entre sobrecimiento y culmo.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Perforación en culmos de columna para mortero.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

PANEL AJUSTABLE

Adicional al sistema de moldes ajustables se diseñó el sistema de paneles ajustables con el propósito de acelerar el proceso de construcción, estandarizando la fabricación, pero con la propiedad adicional de no requerir mano de obra especializada al ser auto construible por el usuario, este panel no posee las características estructurales de su antecesor.

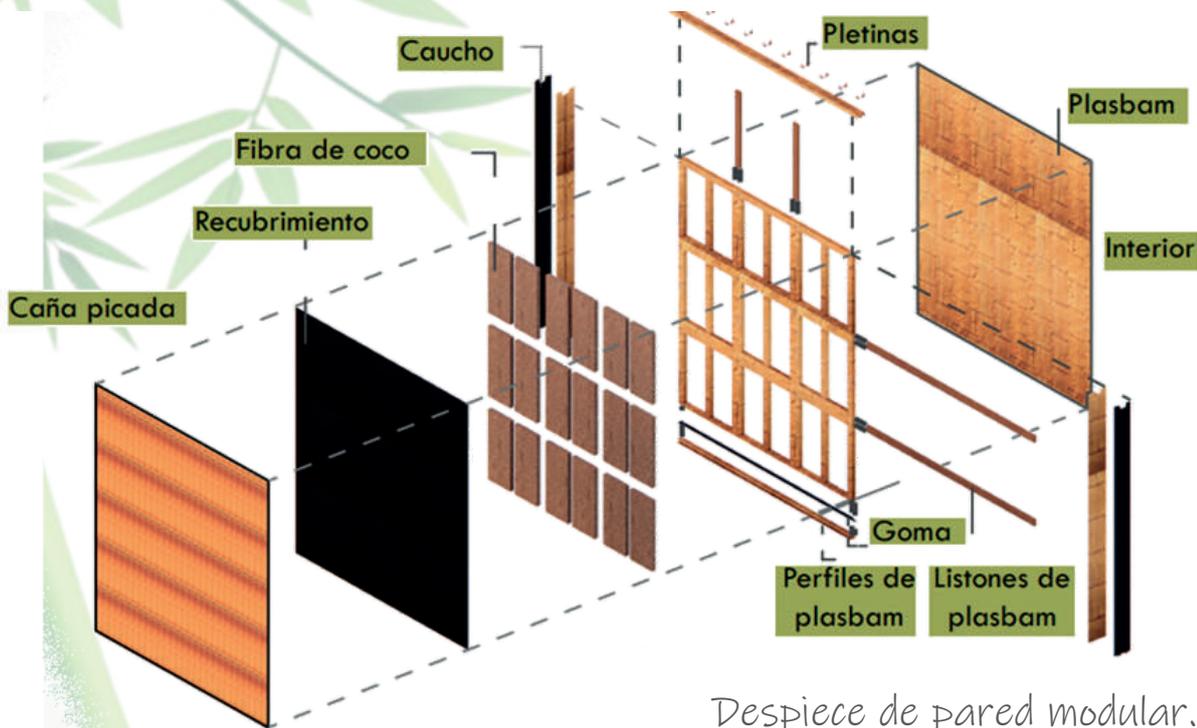
¿Para qué sirve?

- Fabricar diferentes diseños de muros basado en dimensiones modulares.
- Debe permitir fabricar muros de hasta 4mx4m antes de requerir un apoyo o pilar.
- Permite acoplar puertas y ventanas. Relleno de paños en pórticos estructurales.
- Su ensamble es sencillo y no requiere mano de obra especializada.

¿En qué consiste?

El sistema de paneles ajustables es un módulo tipo lego, que conecta piezas entre sí por medio de tiras, consta de los siguientes componentes:

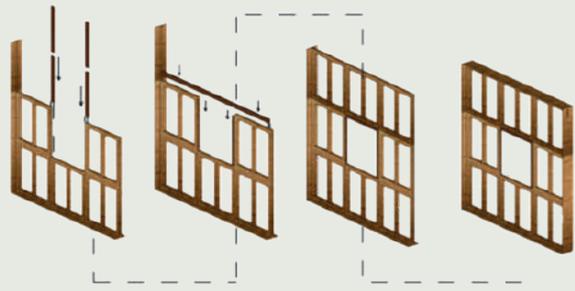
1. Marcos de madera cuadrícula o rectangulares por pieza que tiene un canal en todo su contorno.
2. Un contorno de madera en forma de T que encierra todas las piezas que conforman el muro y que se ancla al pórtico estructural mediante pernos.
3. Tiras de madera que unen las piezas en vertical y horizontal.
4. Un revestimiento que puede ser instalado por pieza o cubriendo la totalidad de los marcos que conforma el muro, este revestimiento se ha pensado sea con un material prefabricado en desarrollo o caña picada tratada.



Despiece de pared modular.
Fuente: Estudiantes PUCESM grupo "Hojas de Bambú", 2022.

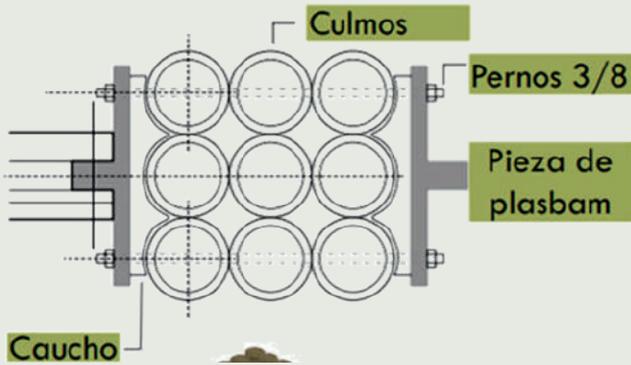
El sistema dependiendo de los recursos económicos existentes puede aumentar o reducir los componentes de revestimientos, la imagen superior es un ejemplo del caso más completo.

Marcos de madera cuadriculares o rectangulares más el contorno de confinamiento del mismo material.



Estructura de panel modular.

Fuente: Estudiantes PUCESM grupo "Hojas de Bambú", 2022.



Anclaje del sistema de paneles ajustables con los culmos que conforman el sistema de pórticos.

Anclaje de pared con columna.

Fuente: Estudiantes PUCESM grupo "Hojas de Bambú", 2022.



Panel Ajustable.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.



Piezas que componen el molde

Marcos de madera de dimensiones variables.



Marcos de Madera.

Fuente: Fabricio Almeida y Carlos Párraga, 2022.

Marcos de madera de dimensiones variables.



Listones de Madera.
Fuente: Fabricio Almeida y Carlos Párraga, 2022.

Revestimiento para el caso básico



Revestimiento.

Fuente: Fabricio Almeida y Carlos Párraga, 2022.

Piezas de contorno anclada al pórtico estructural.



Base del molde ajustable.

Fuente: Fabricio Almeida y Carlos Párraga, 2022.

ACABADOS PARA MUROS

El recubrimiento de los muros es diverso, el siguiente apartado se describirá dos de los más usados.

- **Recubrimiento con Caña Picada**

- La caña picada debe tener un proceso de selección donde la caña no presente huecos u otras imperfecciones, ya que el propósito de este recubrimiento es exhibir el material.

- La caña picada debe ser instalada en el muro de tal manera que no queden aberturas para evitar el ingreso de insectos.

- Antes de realizar los cerramientos con caña picada se debe considerar los pases para las instalaciones eléctricas y sanitarias.

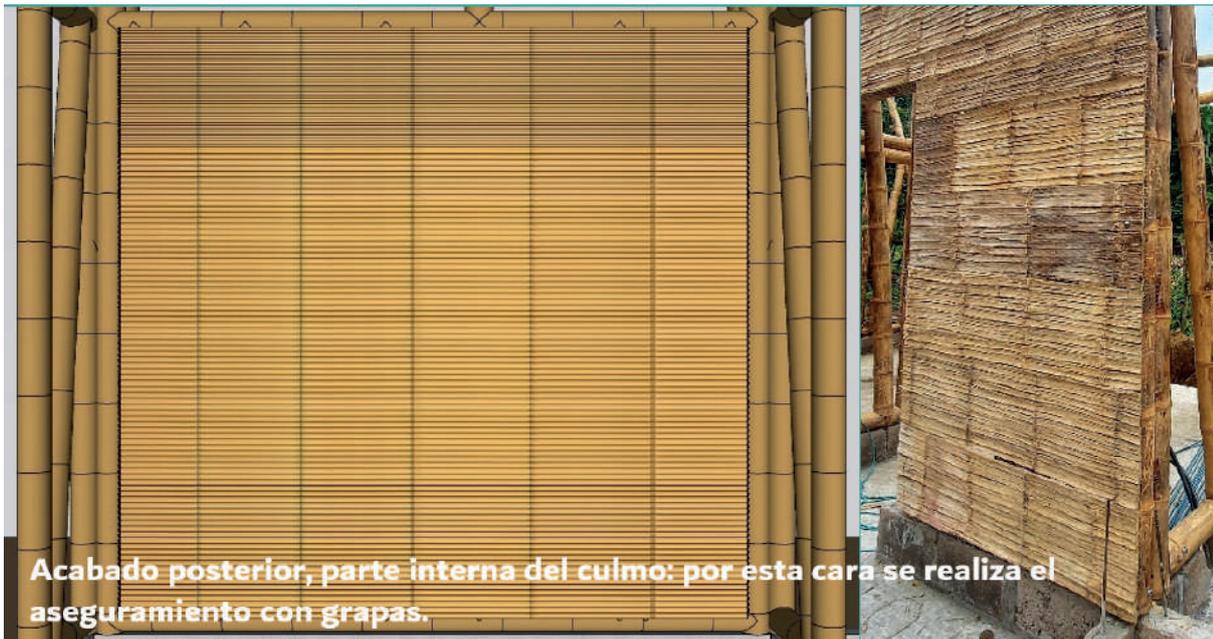


Acabado frontal, parte externa de culmo

Recubrimiento con caña picada.

Fuente: Patricia Vargas, 2022.

- Una manera de asegurar la caña es con grapas, las cuales deben ser colocadas con mucho cuidado para asegurarse que están uniendo la caña picada con el cumbo de bambú.



Recubrimiento con caña picada.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

• Recubrimiento con mortero de arena/cemento

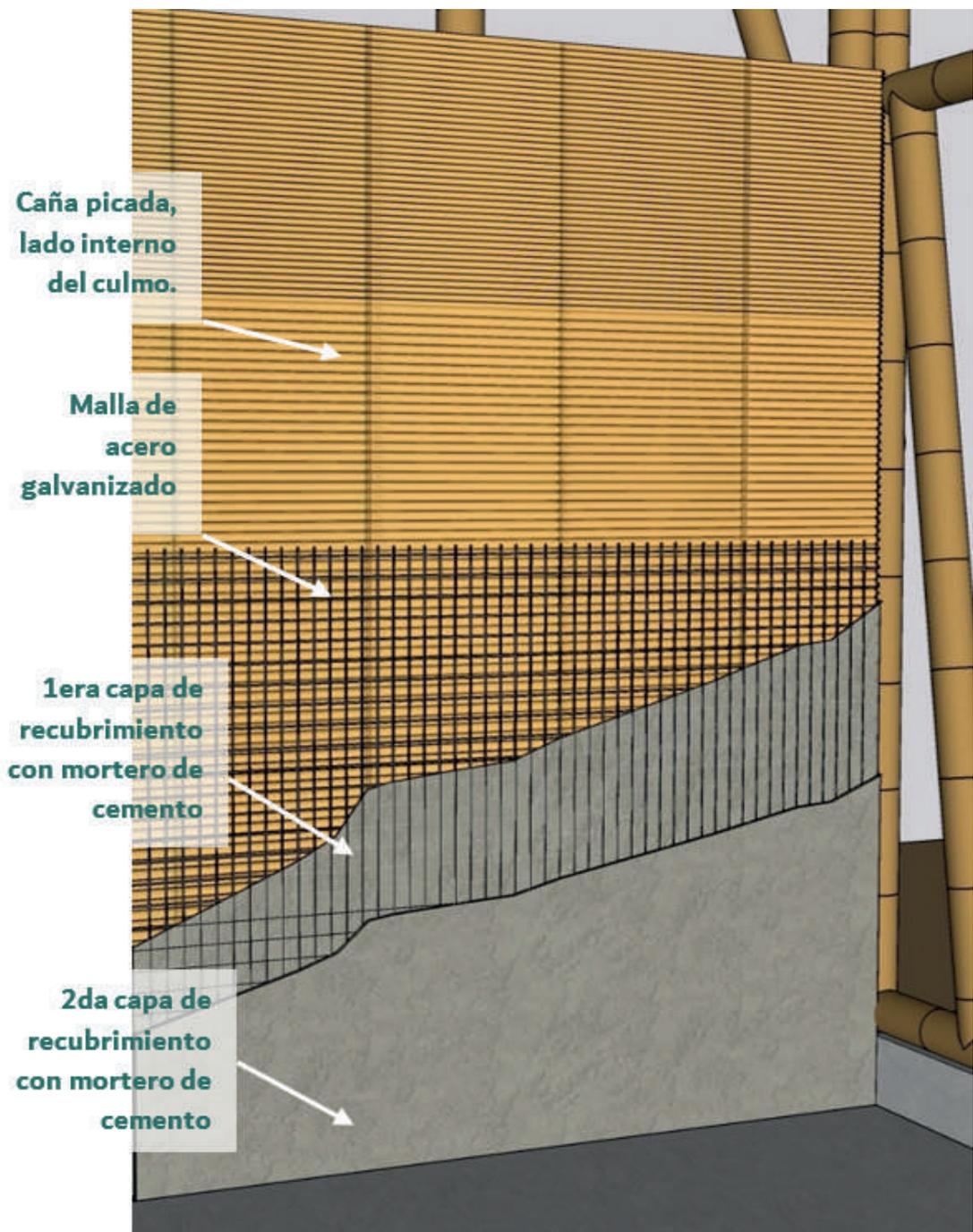


Recubrimiento con mortero de arena/cemento.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

- Primero se debe instalar la caña picada, la parte externa del culmo es la que se recubre con mortero, por lo que la caña picada debe ser fijada con grapas por este lado a la estructura de bambú.

- Encima de la caña picada se coloca la malla de acero galvanizado delgada con un diámetro que no supere los 1.25 mm las cuales también son aseguradas con grapas.

-Al final de este proceso se recubre con el mortero, se aplica 2 capas, en la segunda capa es donde se debe dar un acabado uniforme.

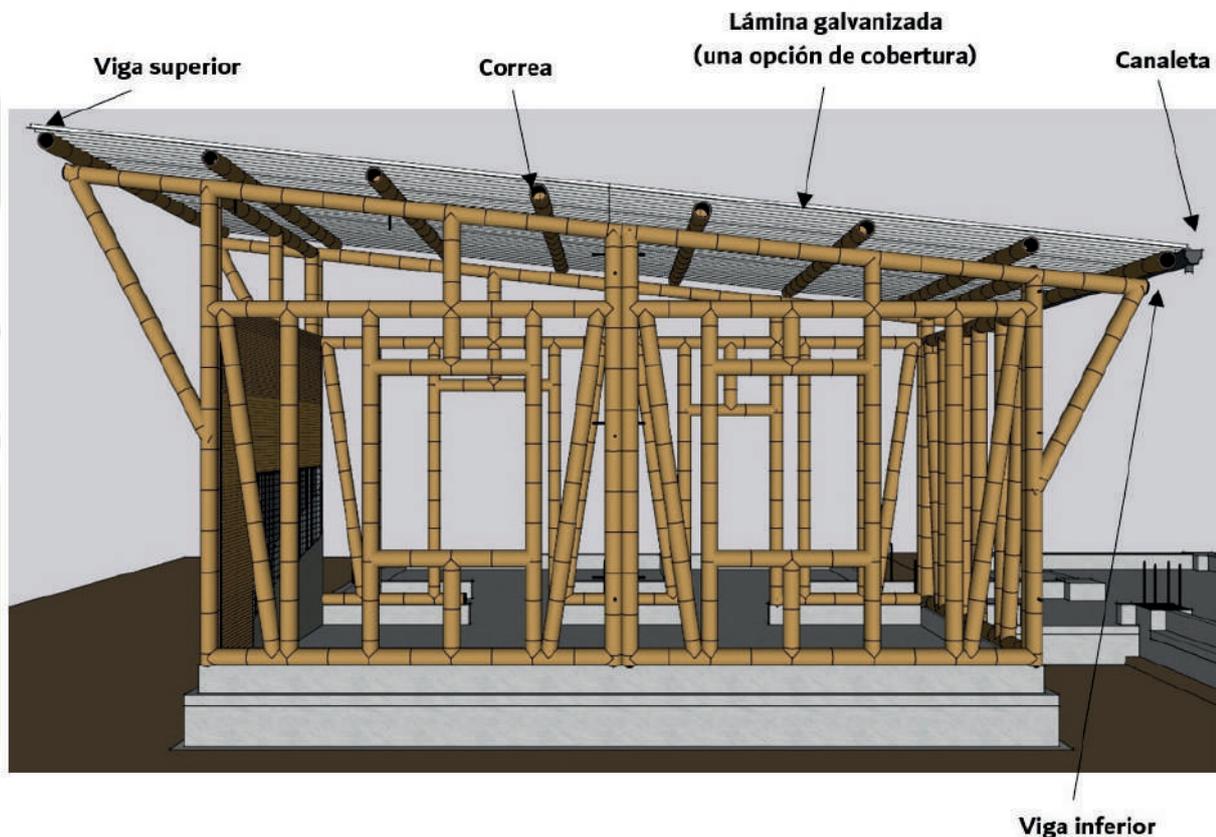


Recubrimiento con mortero de arena/cemento.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

• Recubrimiento de Cubierta

La función de la cobertura es dar protección a la edificación contra las condiciones ambientales, además se debe considerar las diferentes cargas que deberá soportar.

- Las pendientes que debe tener la cubierta son de entre 20 a 30 grados de inclinación en zonas de lluvia intensa.
- Al rededor del perímetro de la vivienda se recomienda que la cubierta sobresalga del nivel del muro con aleros mínimos de 50cm para asegurar que los muros de bambú no sean dañados por los rayos del sol y la lluvia intensa. Para aleros mayores de 60cm, se Debra considerar un apoyo adicional.
- La cubierta es un sistema estructural formado por vigas y correas, cuya función es sostener el recubrimiento final que puede ser de diferentes materiales, como el mismo bambú, laminas, tejas o malla de acero con mortero.



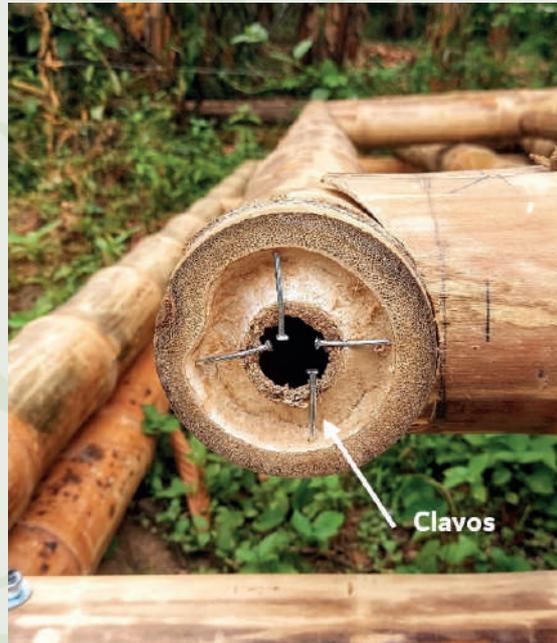
Recubrimiento con mortero de arena/cemento.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

- La modulación para las viguetas y correas varía dependiendo del material que se colocara como cobertura ya que se debe asegurar que el material sea contenido dentro de esta modulación.

ACABADOS GENERALES

Cerrar las terminaciones de las cañas:

- Se debe cerrar las terminaciones de cada pieza de caña que queda expuesta, para ello previamente se debe dejar unos clavos colocados de manera circular.
- Luego se debe sellar con mortero o también se puede usar una mezcla de yeso.
- Como acabado final se puede pintar.



Terminación de caña.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

Cortar sobrantes de varillas

- Luego de la fijación de las varillas con pernos y arandelas, se dan casos donde quedan partes de las varillas expuestas, se recomienda cortar esos excesos por un tema de seguridad y estética.



Corte de varillas expuestas fuera de los pernos.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

ESTA NUEVA MÁQUINA TE AYUDARÁ A HACER VARIOS CORTES DE LA CAÑA ¿EN QUÉ CONSISTE?

Está compuesta de dos bases:

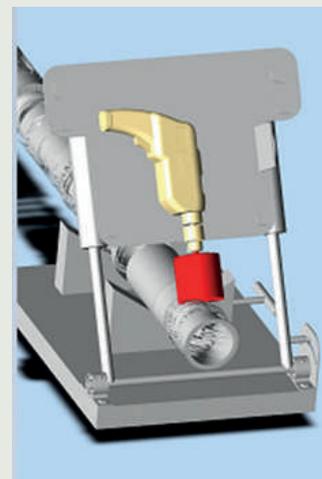
La primera base contiene las chumaceras de piso y los apoyos autolineadores para las vigas de bambú, además, incluye entre los apoyos una abrazadera regulable con un mecanismo de cadena que imposibilita el movimiento de la viga de manera vertical.

La segunda base se une a la primera por medio de un eje que se fija en las chumaceras, sobre esta base reposa el taladro tipo industrial, las guías de la segunda base permiten que el taladro descienda con facilidad y realice la operación de perforación según las exigencias del operario. A un lado del taladro se encuentra un graduador que indica el ángulo de inclinación del mismo y a un lado de una de las chumaceras, una guía con un perno ajustable en cualquier momento permite fijar e inmovilizar el ángulo seleccionado. La máquina permite realizar perforaciones desde 20° hasta 150°, siendo más frecuentes las perforaciones de 45° y 90°.

¿Cómo funciona?

La máquina en funcionamiento ha mostrado que el sistema de sujeción logra que el culmo no se mueva.

Para mejorar el funcionamiento se podría modificar las brocas de corte para que tengan un mayor avance, quizás unas brocas para perforar vigas de concreto.



Maquina de corte de culmos.
Fuente: Carlos Montes



CAPITULO V
PROCESO
CONSTRUCTIVO
DE LA VIVIENDA
SOCIAL RURAL

Y AHORA TE EXPLICAREMOS EL PASO A PASO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TU NUEVA VIVIENDA.

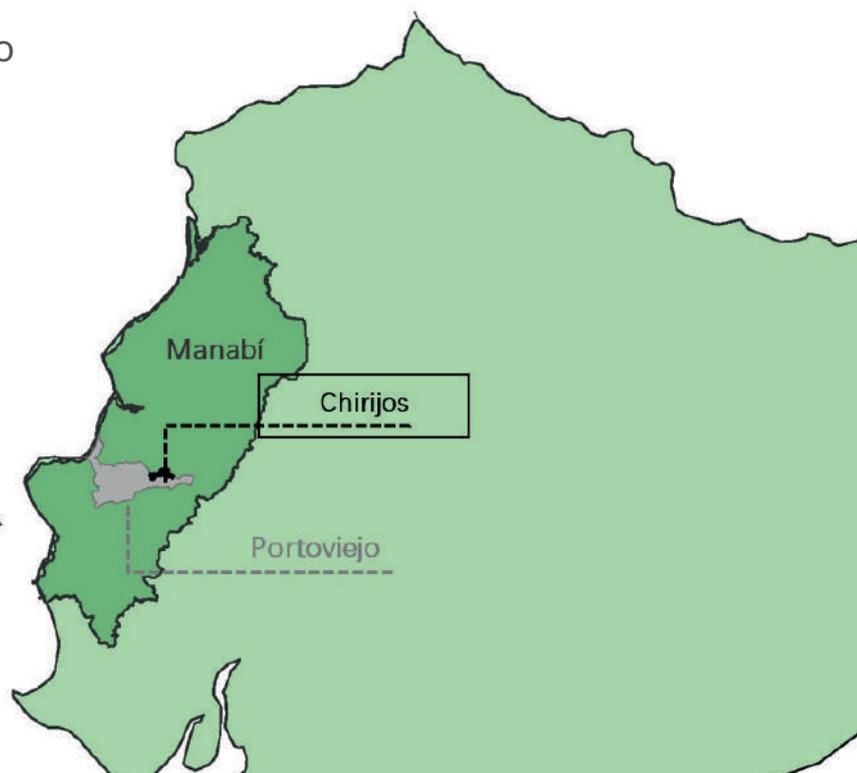
A continuación, se detalla el proceso in-situ y de instalación de los diferentes componentes que forman la Vivienda Social Rural, desarrollados cronológicamente según sus etapas constructivas.

En primera instancia, se determinan las especificaciones del terreno y la explicación de los respectivos estudios de suelo y diseño estructural.

En efecto, se da a conocer el programa de necesidades y la cuantificación de áreas inmersas en los planos arquitectónicos de la vivienda, que dan apertura a la explicación del proceso constructivo de la vivienda, explicando sus etapas de: Limpieza del terreno, Trazado y Replanteo, Cimentación, Contrapiso, Sistema estructural, Instalaciones, Paneles, Puertas y ventanas, Cubierta y por último Pisos y acabados.

Especificaciones del terreno

El predio se encuentra ubicado en la parroquia rural Chirijos, a 30 kilómetros del casco urbano del cantón Portoviejo correspondiente a la provincia de Manabí.



Mapa de ubicación de Parroquia rural Chirijos, Cantón Portoviejo
Fuente: INEC 2022, elaboración Patricia Vargas, 2022.

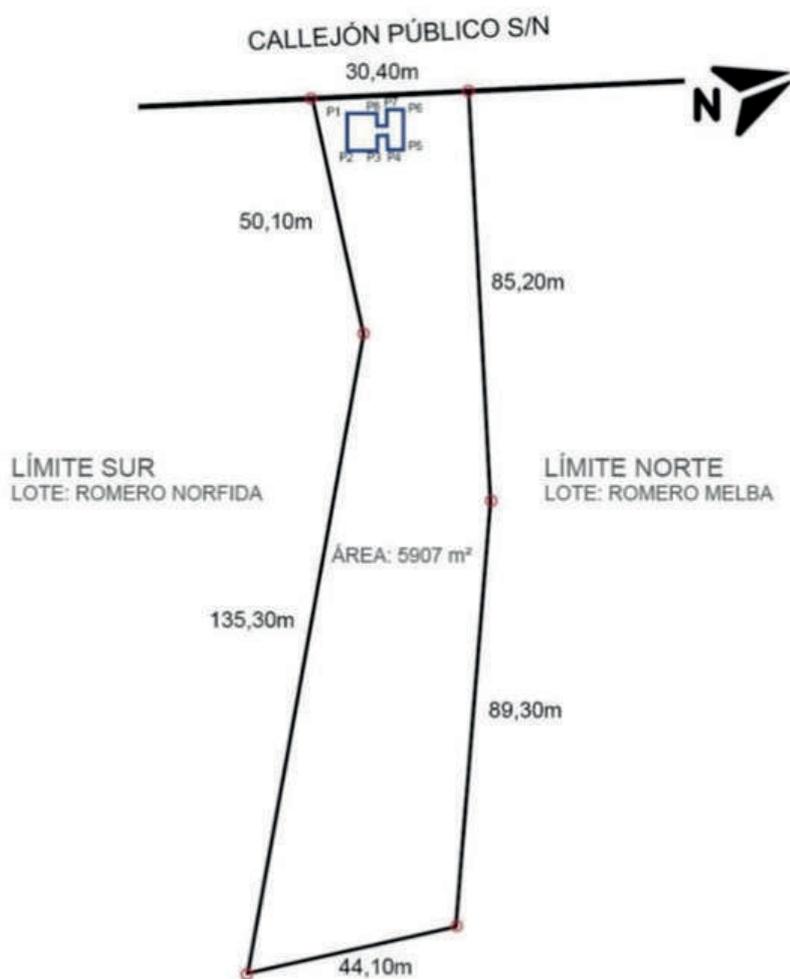
Sobre un camino vecinal, a 2,60 km del centro comercial de esta parroquia, se ubica el lote de forma poligonal, con 5907,35 m² de área, cuyos perímetros corresponden a las siguientes dimensiones:

- Fachada Frontal: 30,40 m
- Fachada Lateral-Norte: 174,50 m
- Fachada Lateral-Sur: 185,40 m
- Fachada Posterior: 44,10 m

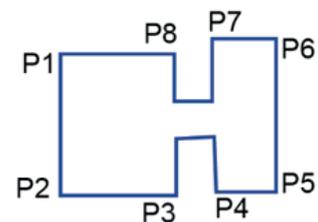
Sus Coordenadas geográficas son UTM- WGS84 17S:

E: 585,408.17
N: 9,884,670.20

Se muestra la implantación de la vivienda especificando límites, perímetros y área del terreno. Así mismo, se adjunta un esquema de los vértices de construcción y sus respectivas coordenadas de geolocalización.



Coordenadas de Implantación



P1	E: 585268.7487	N: 9884600.1317
P2	E: 585275.8244	N: 9884596.6182
P3	E: 585278.5818	N: 9884602.1713
P4	E: 585279.6278	N: 9884603.9407
P5	E: 585281.1399	N: 9884606.9859
P6	E: 585273.7955	N: 9884610.6328
P7	E: 585272.2834	N: 9884607.5876
P8	E: 585271.5061	N: 9884605.6848

Dimensiones del terreno.
Fuente: PUCE Sede Manabí, 2022.

Se consideró emplazar la edificación sobre una superficie de terreno libre de deslizamientos o riesgos físicos; de esta forma la construcción es considerada como “aislada”. Respecto a su entorno inmediato, alberga una amplia gama de especie vegetales como árboles de papaya, plátano y frutales.



Terreno de implantación de la Vivienda Social Rural “Hoja de bambú”.

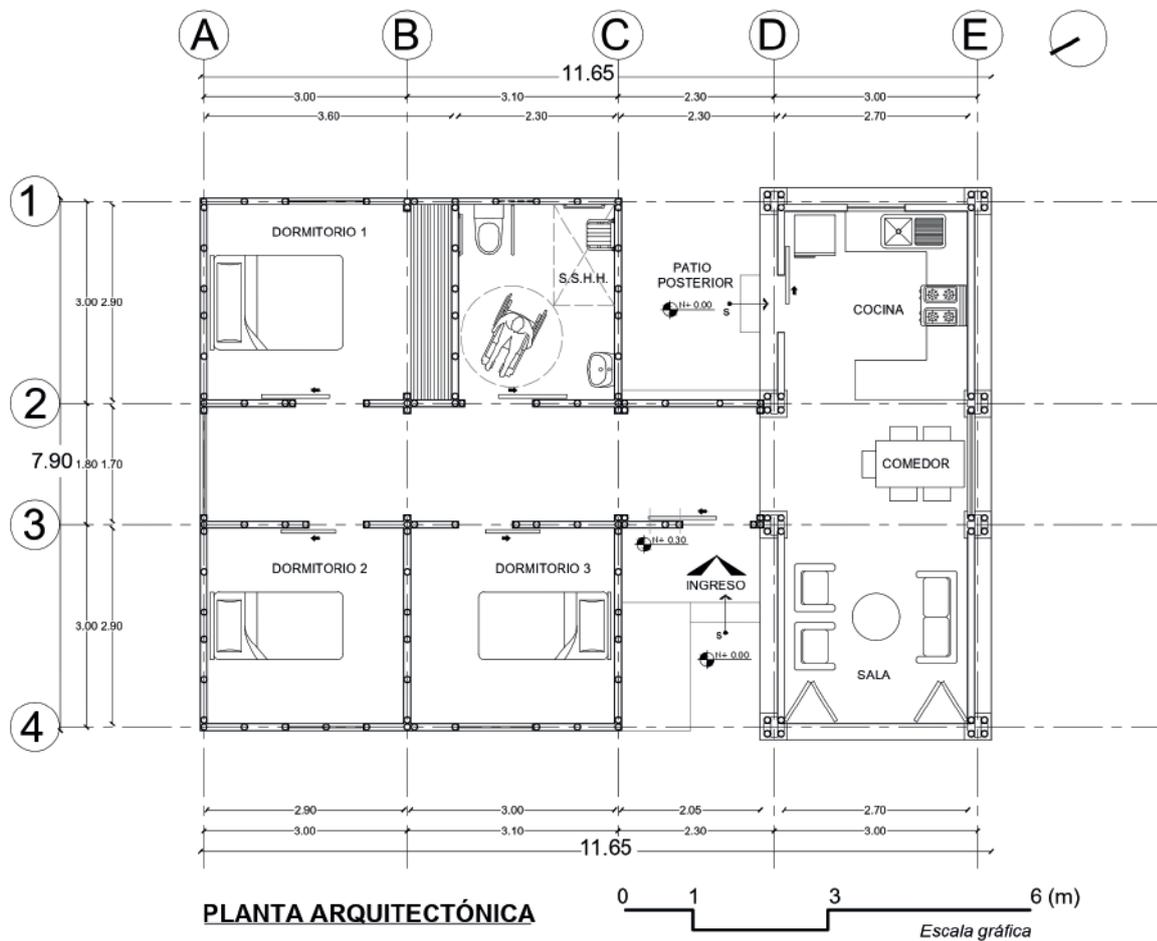
Fuente: Fabián Moreno, 2022.

Desarrollo arquitectónico

Este proyecto social tiene un área de construcción de 75,67 m², correspondientes al 1% de ocupación (COS) y utilización (CUS) del suelo, implantados sobre un cuadrante de 11,65m de ancho por 7,90m de largo.

El inmueble contiene 9 espacios arquitectónicos cubiertos, como parte del programa de necesidades mínimo de una vivienda unifamiliar, entre los cuales se incluye: Hall de ingreso, sala, comedor, cocina, batería sanitaria, pasillo de distribución y tres dormitorios.

El lector podrá conocer las características de cada espacio y sus dimensiones, según sea a una zona semiprivada o privada.



Planta arquitectónica de la Vivienda Social Rural "Hoja de Bambú".
Fuente: PUCE Sede Manabí, 2022.

- **Hall de Ingreso:** espacio construido por un sistema de muros portantes, que se conecta con la puerta de acceso principal de 1,00m de ancho por 2,05m de altura. Sus dimensiones corresponden a 2,05m de ancho por 1,70m de largo, cuyo piso se encuentra a un nivel de 0,30m sobre la superficie del terreno.

ZONA SEMIPRIVADA: espacio sin muros divisorios constituido por la sala, comedor y cocina. Cubierto y delimitado por paneles de caña picada, sujetos a un sistema estructural porticado, tradicional in-situ.

- **Sala:** sus dimensiones corresponden a 2,70m de ancho por 2,90m de largo para albergar un sofá de dos plazas, dos sillones y una mesa de centro. Este espacio es contiguo al comedor y cocina y alberga un ventanal de cuatro hojas plegables de 2,70m de ancho.

- **Comedor:** espacio ubicado entre la cocina y la sala, que limita con la fachada lateral sur de la vivienda. Sus dimensiones corresponden a 2,70m de ancho por 1,70m de largo para emplazar un set de mesa y cinco asientos. Se dispone una ventana corrediza de dos hojas de 1,50m de ancho.
- **Cocina:** espacio contiguo al comedor que dispone una encimera en L sobre una superficie de 2,70m de ancho por 2,90m de largo; es el punto de acceso hacia el patio posterior a través de una puerta corrediza de 1,00m de ancho. Se dispone un fregadero y una ventana corrediza de dos hojas de 1,50m de ancho.

ZONA PRIVADA: constituida por el pasillo, dormitorios y batería sanitaria. Cubierto y delimitado por pórticos y cerchas en caña guadua revestidos con latilla de caña, a través de un sistema estructural portante.

- **Pasillo de distribución:** espacio de conexión directa con el Hall de ingreso. Sus dimensiones de 1,70m de ancho por 6,10m de largo dan acceso a tres dormitorios y la batería sanitaria. Incluye una ventana corrediza de dos hojas de 1,50m de ancho.
- **Dormitorios (3):** espacios diseñados sobre cuadrantes de 2,90m de ancho por 3,60m - 2,90m - 3,00m de largo respecto a cada dormitorio. Se incluye una puerta y una ventanacorrediza de 1,00m y 1,10m de ancho, respectivamente. El dormitorio 1 es considerado el cuarto máster que incluye un armario de 0,60m W.
- **Batería Sanitaria:** característica por ser un espacio inclusivo para personas con movilidad reducida, con dimensiones de 2,90m de ancho por 2,30m de largo que permiten a una persona en silla de ruedas realizar sus maniobras de giro. Incluye una puerta corrediza de 1,00m de ancho, así como una ventana alta corrediza de dos hojas de 0,50m de ancho. Se encuentra equipado con barras de apoyo antideslizantes.

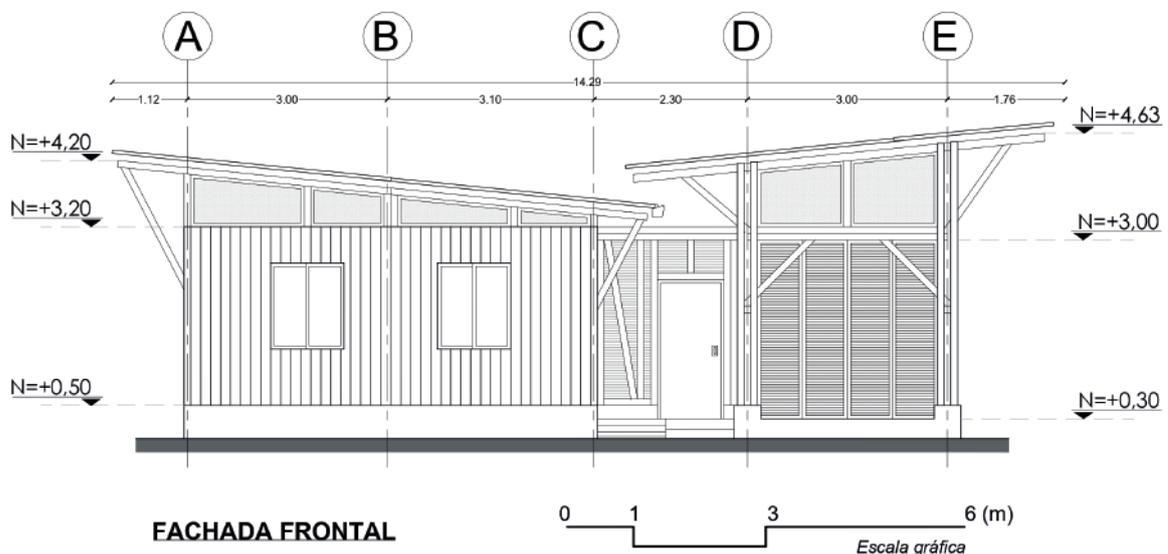
Culminada la explicación de las características arquitectónicas, es fundamental conocer los metros cuadrados de superficie por espacio, que han permitido construir una vivienda social de 75,67m² de construcción, área que se encuentra por encima de los estándares prestablecidos en los programas habitacionales del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI.

ESPACIO	ÁREA
Hall de Ingreso	4,37 m ²
Sala	8,55 m ²
Comedor	5,22 m ²
Cocina	8,55 m ²
Pasillo	10,55 m ²
Dormitorio 1	11,78 m ²
Dormitorio 2	9,45 m ²
Dormitorio 3	9,76 m ²
Batería Sanitaria	7,44 m ²
Área de Construcción	75,67 m ²

Cuantificación de Áreas de la Vivienda Social Rural.
Fuente: PUCE Sede Manabí, 2022.

Respecto a la composición de sus fachadas y elementos que determinan la tipología constructiva y arquitectónica de este diseño, es recurrente desarrollar un breve análisis crítico respecto a cada elevación.

Fachada Frontal



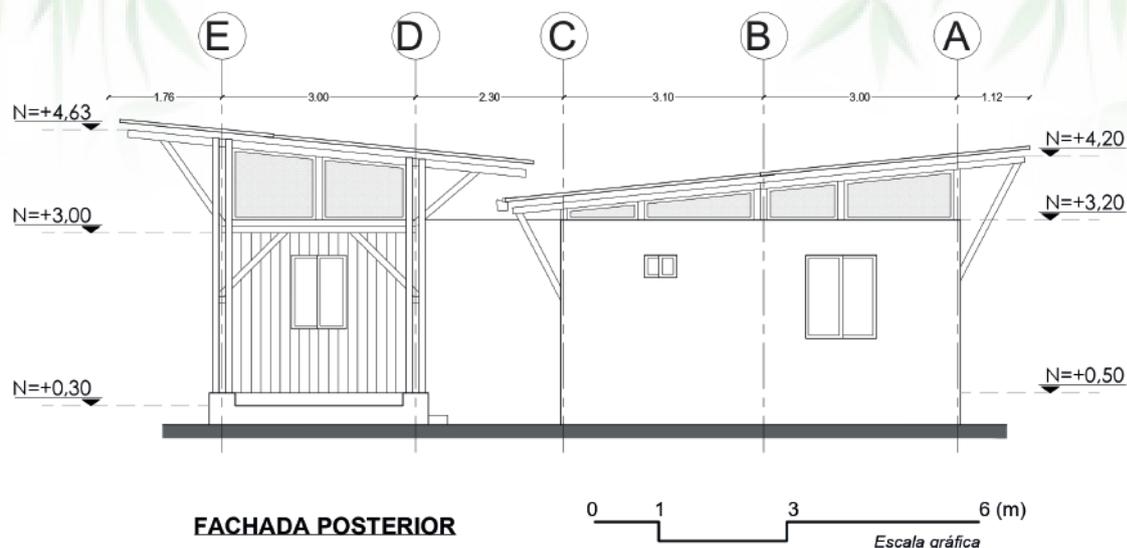
Fachada Frontal-Oeste.
Fuente: PUCE Sede Manabí, 2022.

Su composición y sistema estructural permiten distinguir una arquitectura vernácula. Esta fachada se caracteriza por la conformación de tres volúmenes correspondientes a la zona privada, semiprivada y hall de ingreso. Presenta cerchas con paneles de latilla de caña guadua, enlucidos con mortero de cemento y acabado final en pintura. Alberga una puerta de ingreso principal a la vivienda, al igual que ventanas corredizas en el bloque de dormitorios y un ventanal de cuatro hojas plegables en la sala.

La fachada frontal y posterior disponen vanos o cavidades por encima de las cerchas para promover la ventilación cruzada. Sobre estos volúmenes se diferencian dos cubiertas con pendientes orientadas hacia el bloque intermedio o hall de ingreso.

La vivienda se encuentra a un nivel de piso terminado de 0,30m sobre la superficie del terreno; los cotas más altas de ambas cubiertas son 4,20m y 4,63m.

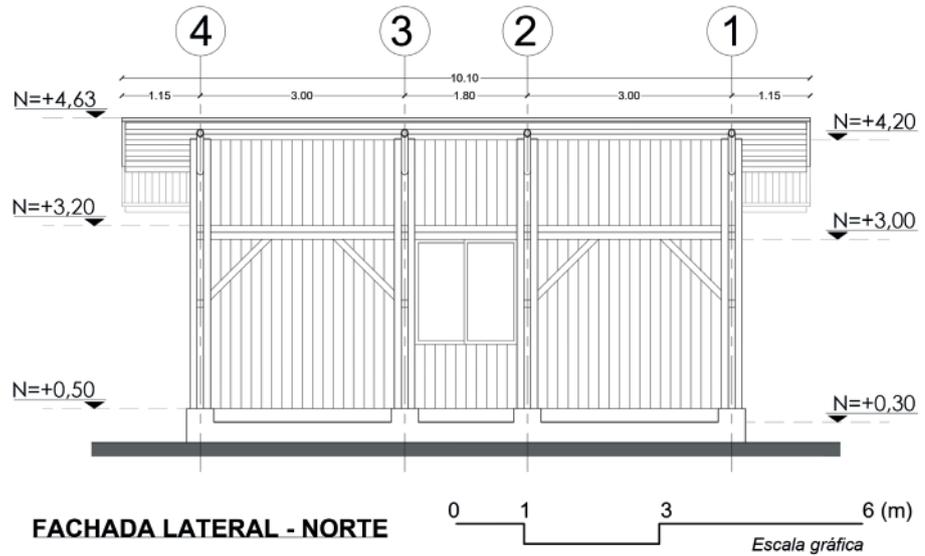
Fachada Posterior



Fachada Posterior-Este.
Fuente: PUCE Sede Manabí, 2022.

Se diferencian dos volúmenes correspondientes a las zonas privada y semiprivada, y entre estos, un patio exterior como espacio de lavandería. Se emplazan tres ventanas corredizas de diferentes tamaños y se conservan los sistemas porticados y portantes de cerchas, característicos por la disposición oblicua de cañas que nacen desde los pilares hacia las secciones de cubierta en voladizo.

Fachada Lateral Norte

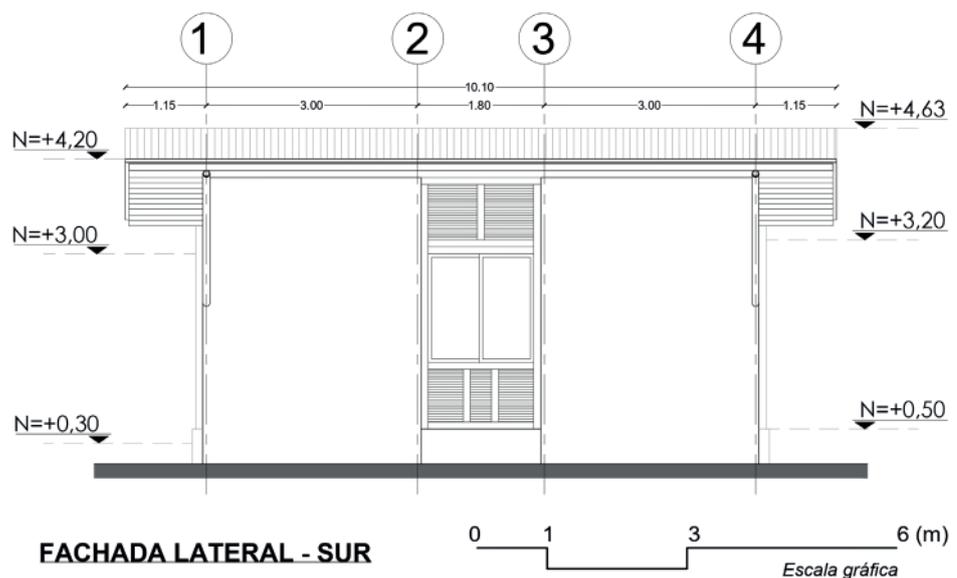


Fachada Lateral-Norte.
Fuente: PUCE Sede Manabí, 2022.

Esta elevación visualiza el sistema estructural portante en caña guadúa. Se prefabrican muros de 3,00m de ancho conformados por culmos de caña verticales, horizontales y oblicuos, cuyas uniones se realizan utilizando varilla roscada y pernos.

Precisamente, desde este plano, se distingue la ventana corrediza de dos hojas situada en el pasillo. En esta elevación, el acabado de sus muros deja visible el revestimiento en caña picada.

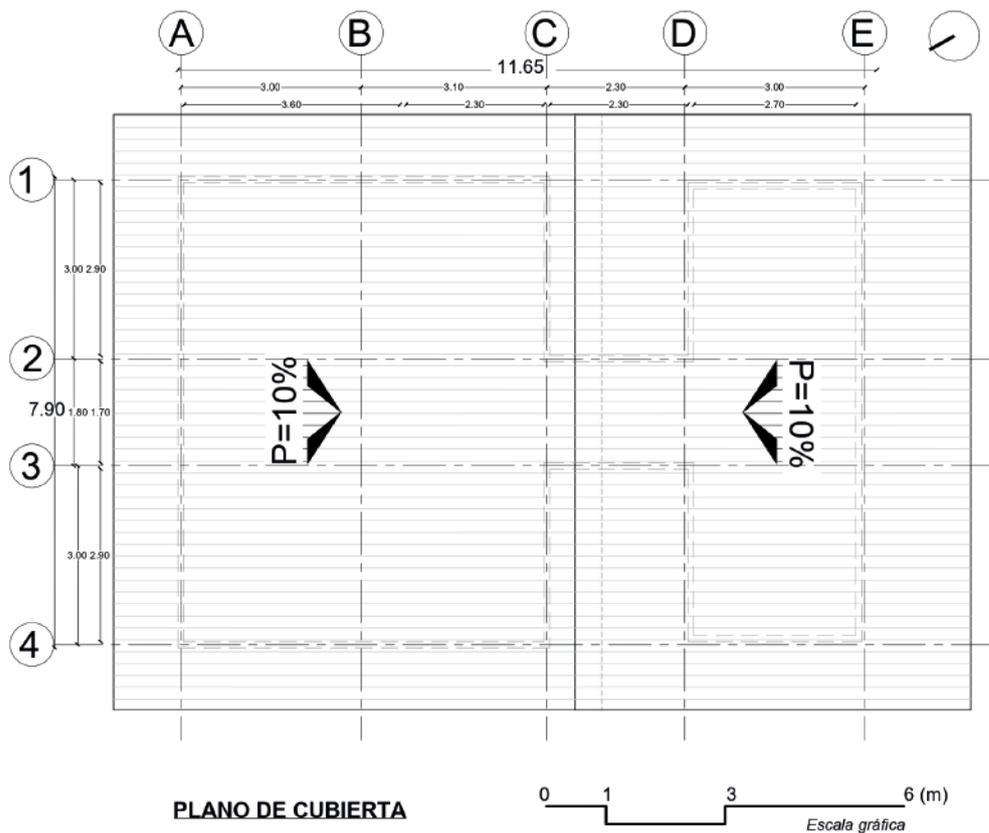
Fachada Lateral Sur



Fachada Lateral-Sur.
Fuente: PUCE Sede Manabí, 2022.

Respecto a la fachada Lateral-Sur, que limita con la sala, comedor y cocina, se visualiza una ventana corrediza y niveles en cubierta de 4,20m y 4,63m sobre la superficie del terreno. Sin embargo, un aspecto elemental que diferencia esta fachada de la Lateral Norte es el tipo de acabado en caña picada, enlucido con mortero de cemento y una capa final de pintura.

Cubierta



Fachada Lateral-Sur.
Fuente: PUCE Sede Manabí, 2022.

Referente a los elementos de cubierta (Imagen), se establecen dos planos independientes de láminas galvanizadas de 0,30mm de espesor, que cubren los dos bloques de sistemas constructivos, cuyas pendientes convergen hacia el hall de ingreso, entre los ejes C y D del plano arquitectónico.

Las cubiertas tienen pendientes del 10%, con volados de 1,15m hacia sus fachadas frontal y posterior y, volados de 1,12m y 1,76m hacia sus fachadas laterales.

COMPOSICIÓN DEL SUELO

El tipo de suelo del sitio donde está construida la vivienda, se determinó en base a la Microzonificación Sísmica del Cantón Portoviejo, cuyas especificaciones fueron útiles para determinar las fuerzas sísmicas de diseño, de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción: Cargas Sísmicas. Diseño Sismo resistente NEC-SE-DS.

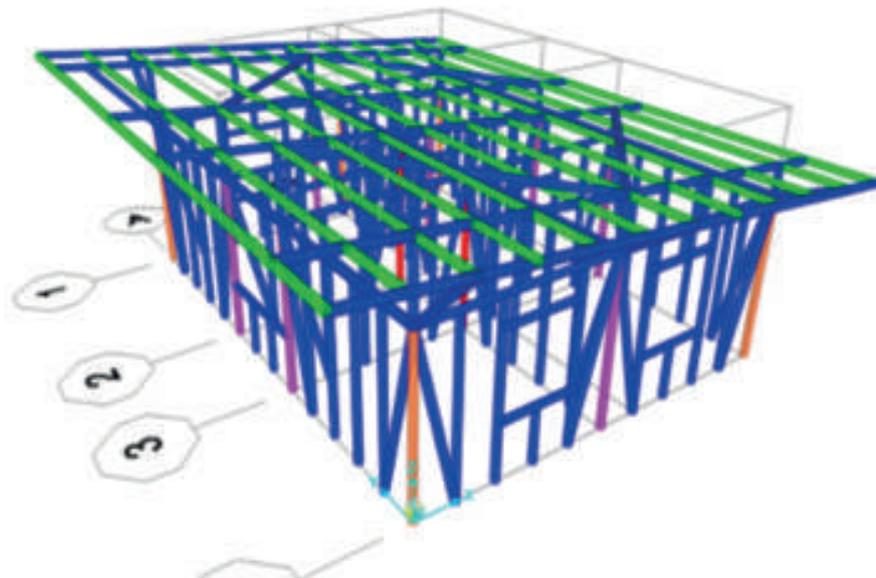
En vista de que las condiciones del suelo cumplían con las especificaciones para el cálculo estructural, se conservó el mismo material de relleno; sin embargo, se hicieron trabajos de nivelación y compactación de su superficie.



Retroexcavadora utilizada para limpieza y nivelación del terreno.
Fuente: PUCE Sede Manabí, 2022.

Modelado y Análisis Estructural

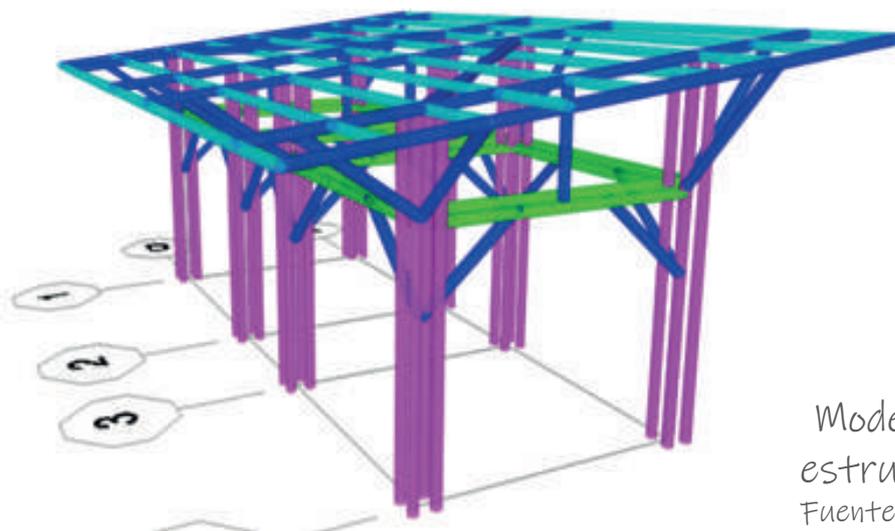
La vivienda cuenta con dos sistemas estructurales, correspondientes a muros portantes, con elementos verticales, horizontales y diagonales de caña guadúa, mientras que el otro es un sistema de pórticos a momento con pilares de cuatro culmos de caña, cuyas directrices se sustentan en la Norma Andina para Diseño y Construcción de Casas de Uno y Dos Pisos en Bahareque Encementado NEC-DR-BE.



Modelado de sistema estructural portante.
Fuente: Juan Quiroz, 2022.

Ambas estructuras se modelaron en el software SAP2000 24 Ultimate, para conocer sus cargas y deformaciones. Para el sistema de pórticos se ha determinado el número mínimo de culmos necesario en cada miembro, considerando la posibilidad de realizar conexiones simples con varillas roscadas y mortero inyectado. Las diagonales de las esquinas son indispensables para mantener la estabilidad de estos sistemas, puesto que todas las conexiones se consideran articuladas.

El análisis sísmico consistió en el análisis modal espectral. Se verificó que las derivas inelásticas de entrepiso no excedieran el 2% y que las propiedades de la caña guadúa se establecen en base a la Norma Ecuatoriana de la Construcción: Cargas Sísmicas. Diseño Sismo resistente NEC-SE-DS.



Modelado de sistema
estructural porticado
Fuente: Juan Quiroz, 2022.

El diseño estructural se ha realizado por medio de planillas de cálculo de Excel, con base en la norma Structural Design of Bamboo ISO 22156, por el método de esfuerzos admisibles (ASD).

De la modelación, el análisis y el diseño de ambos sistemas estructurales, se concluye que:

- Ambos sistemas estructurales tendrán la rigidez suficiente para evitar el colapso durante un evento sísmico importante.
- Los sistemas de muros portantes de caña guadúa son más rígidos que los sistemas de pórticos a momento y mantiene muy bajas las deformaciones laterales por sismo y viento, sin embargo, presenta una mayor densidad de culmos de GaK por metro cuadrado de construcción.
- Los culmos de caña que componen los muros portantes alcanzaron relaciones demanda/capacidad menores al 80%, lo que sugiere que los parantes podrían haber sido separados a mayor distancia que lo que recomienda la Norma Andina.
- Los culmos de caña que componen el sistema porticado presentaron relaciones demanda/capacidad menores al 60% (con excepción de las correas de techo), lo que indica que se podría optimizar la estructura reduciendo el número de culmos en los miembros; sin embargo, a menor cantidad de elementos, más especializadas serán las uniones.
- La norma ISO 22156 y la NEC-GUADUA son conservadoras al establecer que las propiedades mecánicas de las cañas, no obstante, no se consideran sus compatibilidades de deformaciones entre culmos, a pesar de establecer uniones mecánicas.
- No existe una variada producción investigativa respecto a la ductilidad y la resistencia que la caña presenta en los sistemas con GaK, de manera que el estudio se limita al comportamiento elástico de las fuerzas sísmicas $R=2$.

LA CONSTRUCCIÓN IN-SITU

Limpieza del Terreno

Culminada la fase de estudios y diseño, inician los trabajos in-situ. Se desarrolla un reconocimiento del terreno de la vivienda social rural; se procede a ejecutar actividades de limpieza y desalojo manual y mecánico de desechos y residuos orgánicos, a fin de tener un espacio constructivo apto para emplazar desarrollar la cimentación. En la imagen, se observa un antes y después de la limpieza del terreno.

Trazado y Replanteo

Posterior a la limpieza y nivelación del terreno, se procede a realizar el trazado de los ejes constructivos de la vivienda. A efectos de demarcar la proyección de los elementos de cimentación, se utiliza cinta métrica y mangueras transparentes con agua, como instrumento de nivel.



Antes y después de la limpieza del terreno.

Fuente: Carlos Párraga, Consuelo Pérez, 2022.



Trazado de ejes y componentes de cimentación.
Fuente: Ghyslaine Manzaba, 2022.

Se forman cuadrantes o ángulos rectos en todos los vértices de construcción, con estacas y listones de madera, sobre los cuales inicia y culmina la trayectoria de la piola o cordel para los ejes.



Formación de cuadrantes y límites de excavación.
Fuente: Ghyslaine Manzaba, 2022.

Se demarca el perímetro de los elementos de cimentación en el terreno, se excava la superficie del terreno según estos límites e inician las labores de encofrado y armado de zapatas y vigas.



Trazado de perímetros y excavación de la cimentación.
Fuente: Ghyslaine Manzaba, 2022.

Cimentación

Sistema de Zapatas aisladas

El área semiprivada (sala-comedor-cocina) se encuentra apoyada sobre ocho zapatas de cimentación de 60 centímetros de profundidad, cuya sección de 0,40x0,40m sirve de soporte para formar las columnas de bambú.

La conexión entre zapatas se establece mediante cadenas de cimentación, de sección 0,25x0,30 m, dispuestas sobre una capa de 50cm de profundidad de hormigón ciclópeo con áridos de 35 mm.

Fundida la base de hormigón ciclópeo, se procede al armado y fundición de las cadenas.



4. Armado de cadenas de cimentación.
Fuente: Fabián Moreno, 2022.



1. Zapatas de cimentación.
Fuente: Ghyslaine Manzaba, 2022.



2. Base de cadenas de cimentación.
Fuente: Ghyslaine Manzaba, 2022.



3. Fundición de base de hormigón ciclópeo.
Fuente: Fabián Moreno, 2022.

Al culminar la cimentación de zapatas aisladas, es momento de fundir el contrapiso con una chapa de hormigón armado que incluye la malla electrosoldada de $\varnothing 6$ mm.



Malla electrosoldada de contrapiso de Sistema estructural porticado.
Fuente: Fabián Moreno, 2022.

Losa de Cimentación

Los muros portantes del área privada (dormitorios, baño y pasillo) se encuentra sostenidos sobre una losa de cimentación de 8 cm de ancho. Esta losa de cimentación se constituye por una malla electrosoldada de $\varnothing 6$ mm y una chapa de hormigón armado de 7,5 cm de espesor.

A lo largo y ancho de este tipo de cimentación, se distribuyen cadenas, de sección 0,25x0,30m, de la misma composición que las cadenas del sistema porticado, con base de hormigón ciclópeo y estribos de Ø8mm cada 20 cm de separación, que arriostran la losa.

Armadas las cadenas y dispuesta la malla electrosoldada, es momento de fundir la losa. Un aspecto importante a mencionar es que el hormigón utilizado para todos los elementos de cimentación tiene una resistencia a la compresión de 240 kg/cm³.

Además, la conexión entre la losa de cimentación y el muro portante se realiza a través de una hilera de bloque aligerado de sección 10x20x40 cm. Precisamente a través de las cavidades de estos elementos, los chicotes o varillas (nacen desde las cadenas) sobresalen hacia la superficie en cada nodo o punto de intersección entre cadenas. Para compactar los chicotes entre los bloques, sus cavidades son rellenas de hormigón.



Malla electrosoldada previo fundición de losa de cimentación.
Fuente: Fabián Moreno, 2022.



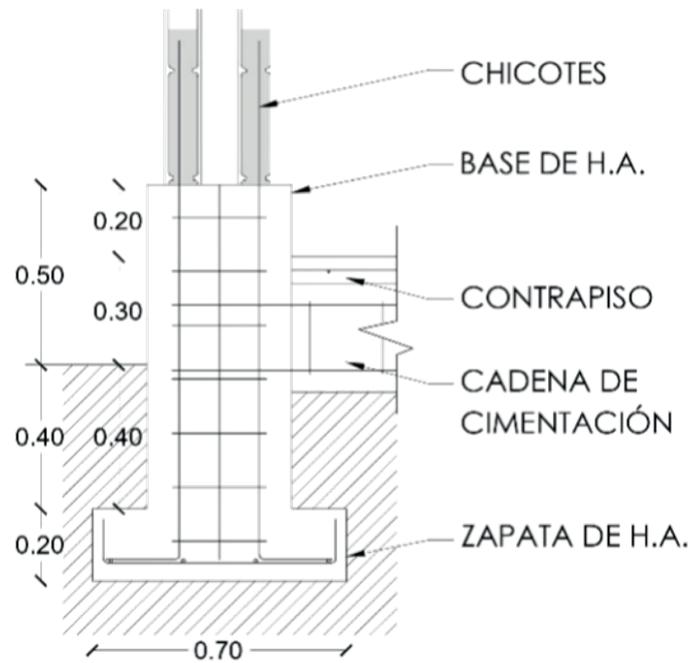
Fundición de Losa de cimentación.
Fuente: Fabián Moreno, 2022.



Cavidades de bloques rellenas de hormigón.
Fuente: Fabián Moreno, 2022.

Porticado

Sobre la superficie del terreno y en el sistema de zapatas aisladas, se estructura una base de hormigón armado de 50 cm de altura con 4 varillas de $\varnothing 16\text{mm}$ que funcionan como piezas de inserción para cada uno de los cuatro culmos que conforman el pilar.



Sección de zapata aislada con base de H.A. para formación de pilares.
Fuente: PUCE Sede Manabí, 2022.

Una vez conformados los pilares, en total 8 unidades, se arma in-situ todo el conjunto de cañas que actúan como vigas y elementos oblicuos de sujeción entre pilar y pilar. Este sistema se lo considera tradicional, ya que todo el trabajo de cortes, uniones y arriostramientos se los ejecuta en la obra; a diferencia del sistema de muros portantes cuyos pórticos y cercas se han prefabricado y su proceso en obra es netamente de instalación.



Pilares con cuatro culmos.
Fuente: Fabián Moreno, 2022.

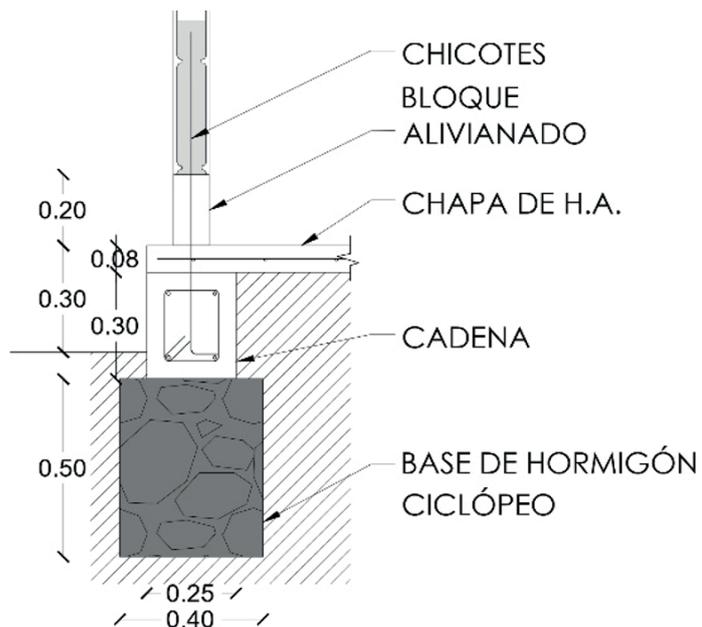


Instalación de Culmos.
Fuente: Consuelo Pérez, 2022.

Portante

El Sistema de muros portantes, como su denominación lo indica, está conformado por pórticos y cerchas cuya capacidad estructural permite sostener todos los elementos de la vivienda, sin necesidad de recurrir a un sistema de pilares y vigas.

Este sistema es instalado sobre la losa de cimentación, cuyo proceso de armado permite instalar en obra todos los elementos portantes prefabricados sobre hileras de bloque aligerado.



Sección de cadena de cimentación sobre base de hormigón ciclópeo.
Fuente: PUCE Sede Manabí, 2022.



Inserción de cercha en base de bloque y chicotes.
Fuente: Consuelo Pérez, 2022.

Los elementos verticales de pórticos y cerchas se insertan sobre el eje de diseño a través de los chicotes compactados en la base de bloques. Una vez colocados, se emplean elementos como varilla roscada y pernos, para unir pórticos y cerchas entre sí, a través de sus extremos laterales.



Unión mecánica entre pórtico y cercha.
Fuente: Ghyslaine Manzaba, 2022.

Al finalizar todos los procesos de instalación de muros sobre sus respectivas bases de ladrillo, se procede a inyectar de hormigón aquellos culmos que están sujetos a los chicotes.

Sujeción de Paneles

Cada uno de los paneles que conforman la vivienda, son anclados a los pórticos y cerchas a través de grapas industriales dispuestas a una distancia de 7-10cm sobre el eje vertical del culmo.



Inserción de muro sobre base.
Fuente: Consuelo Pérez, 2022.



Panel de revestimiento.
Fuente: Patricia Vargas, 2022.

Puertas y Ventanas

Al haber culminado la construcción de todos los pórticos, cerchas y paneles, se continúa con la fase de instalación de puertas y ventanas.

Precisamente la estructura, jamba y dinteles que sostienen estos elementos arquitectónicos, corresponde a módulos de caña guadúa en cada muro.

La puerta principal dispone de un marco en Laurel y una base en tableros de caña *Angustifolia* y *Phyllostachys*. Respecto a las puertas de habitaciones, baño y patio exterior, los marcos también son elaborados en Laurel pero su base de tableros es elaborada solamente con caña *Angustifolia*. Su instalación se realiza mediante bisagras de sujeción entre la estructura de caña y el marco de las puertas y ventanas.

Las ventanas tienen una estructura y composición similar a las puertas.



Estructura de Ventana.
Fuente: Consuelo Pérez, 2022.



Puerta principal.
Fuente: Carlos Párraga, 2022.



Modelo de Ventana.
Fuente: Carlos Párraga, 2022.

Cubierta

A través del sistema de cerchas de caña guadua, se sujetan las láminas galvanizadas que conforman la cubierta. Precisamente existen dos planos oblicuos que cubren el sistema de muros portantes y porticado de la vivienda; a través de elementos de sujeción mecánica, como varillas roscadas y pernos, se anclan las correas de la estructura de la cubierta hacia las cerchas de ambos bloques. La cubierta situada sobre el sistema estructural de muro portante alberga un canal recolector de aguas lluvias.



Estructura y material de cubierta.
Fuente: Ghyslaine Manzaba, 2022.

Pisos y Acabados

Respecto a los acabados, se puede indicar que se han utilizado piezas cerámicas para revestir los pisos de la vivienda, en tono claro y de configuración cuadrada. Desde el espacio interior de las habitaciones, el acabado de las paredes dejará “vista” la estructura de los pórticos, cerchas y la latilla de caña picada.

Así mismo, se determina que el acabado de las paredes que limitan con espacios de uso compartido (pasillos, sala, comedor, cocina) es enlucido de mortero de cemento y una capa final de pintura, al igual que en determinados revestimientos de la fachada frontal, posterior y lateral sur.

También existen otros paneles prefabricados dispuestos en las fachadas, cuya apariencia exterior muestra la latilla de caña picada “en bruto”.

Toda edificación de bambú debe preservarse y tener un buen acabado para darle un valor estético agregado a la vivienda de arquitectura vernácula, utilizando recursos como ceras, lacas, barnices o pintura.



Sobrepiso cerámico.
Fuente: Ghyslaine Manzaba, 2022.



Latilla de caña picada.
Fuente: Ghyslaine Manzaba, 2022.



Paredes con enlucido de cemento.
Fuente: Ghyslaine Manzaba, 2022.

Sistema Eléctrico

Las instalaciones eléctricas van por paredes y techo, a través de tuberías plásticas. Todos los cables llegan a una caja de control o panel de breaker, que tiene conexión directa con la acometida eléctrica y un medidor.

Tanto las cajas ciegas y tuberías van empotradas a los paneles de caña picada que conforman la vivienda; actualmente se disponen 10 puntos de tomacorrientes en un solo circuito. Además, se proyectan 9 puntos de luz y una conexión adicional para la ducha del baño.

Baño Ecológico o Baño Seco

Otra de las innovaciones que se integran a la vivienda social rural, es el sistema de baño ecológico o baño seco. En zonas rurales este sistema es ideal porque no cuentan con una red de alcantarillado, lo que obliga a las familias a instalar un pozo séptico, contaminando con heces fecales el agua subterránea, ríos o esteros, que a su vez es utilizada para el consumo humano¹. El agua contaminada produce desnutrición infantil, problemas de crecimiento y bajo desarrollo intelectual.

Se calcula que una persona puede gastar hasta 10.800 litros de agua por año, cada vez que utiliza un servicio higiénico tradicional². En zonas donde el agua es escasa el baño ecológico es la mejor solución para ahorrar agua.

Bajo un correcto funcionamiento, no produce malos olores y se basa en la fermentación aeróbica, lo que permite secar o degradar la materia fecal para transformarse en abono que puede utilizarse posteriormente para la agricultura.

¹ "Se calcula que unas 829 000 personas mueren cada año de diarrea como consecuencia de la insalubridad del agua, de un saneamiento insuficiente o de una mala higiene de manos, siendo que la diarrea es ampliamente prevenible y la muerte de unos 297 000 niños menores de cinco años podría prevenirse cada año si se abordasen estos factores de riesgo".

Fuente: OMS. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#:~:text=El%20agua%20contaminada%20y%20el,fiembre%20tifoidea%20y%20la%20poliomielitis>.

² <https://www.lavabosduchas.es/blog/bano-seco/>

En cuanto a la orina, esta se filtra en el suelo impidiendo malos olores, la urea que contiene puede ser utilizado como fertilizante para la agricultura.

Algunas de las ventajas del baño seco²:

- Son baratos
- Ahorran agua
- No utilizan electricidad
- No contaminan
- No necesitan red de alcantarillado
- Fácil instalación
- Sirve de abono

De fácil uso, el sanitario seco cuenta con un diseño ergonómico, que lo hace muy eficiente separando las orinas de las heces fecales. Como se ve en la imagen, cuenta con un ducto bajo el piso que llega hasta la caneca de carga, donde se depositarán las heces. Este mismo ducto sirve para conectar la chimenea de gases que evitará malos olores.



Sanitario.

Fuente: Rafael López, 2022.



Sección de Baño seco

Fuente: Rafael López, 2022.

² <https://www.lavabosduchas.es/blog/bano-seco/>



Caneca de Carga.
Fuente: Rafael López, 2022.



Rampa.
Fuente: Rafael López, 2022.

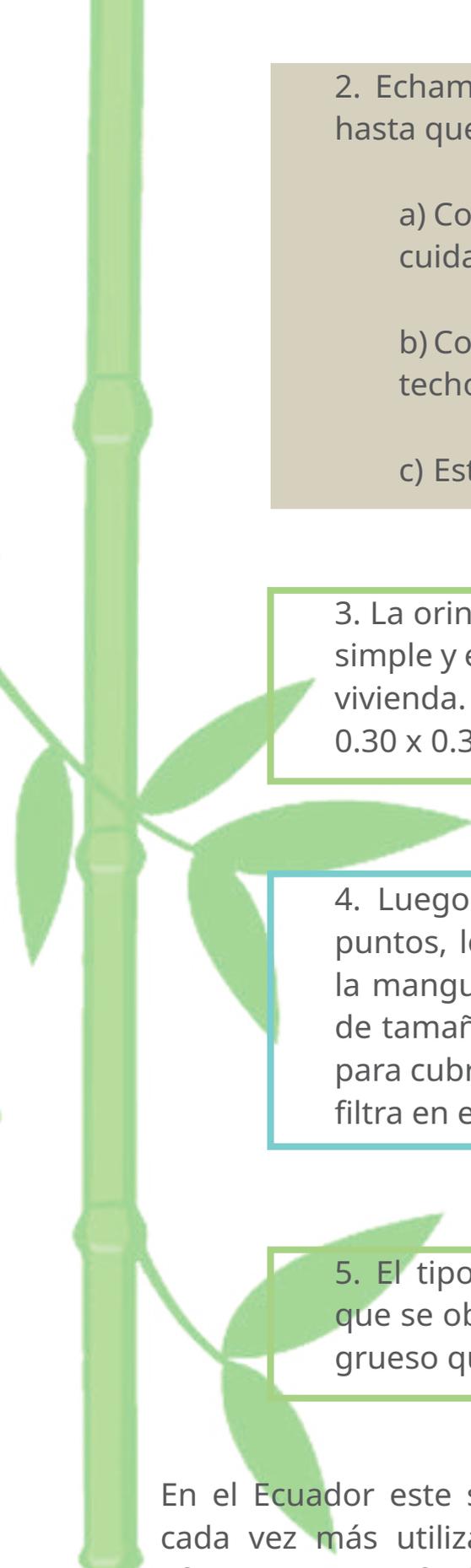
¿Cómo funciona?

Después de cada uso, el usuario debe arrojar en la tasa o sanitario un poco del aserrín que encuentra en el gabinete para caneca de aserrín y así tapar las heces fecales. El papel higiénico debe ser recogido en un basurero para no mezclar con las heces fecales u orina. Las heces fecales caen en la caneca de carga y no es necesario vaciar hasta cuando alcance un cierto volumen.

Modo de limpieza y descarga:

1. Para vaciar la caneca de carga, realizamos los siguientes pasos:

- a) Retiramos el techo plástico del foso o cámara de descarga.
- b) Quitamos el calzador bajo la rampa de carga.
- c) Tomamos la caneca y vaciamos las heces en un sitio seleccionado previamente, por ejemplo, en un lugar de compostaje o directamente en la tierra de cultivo para que sirva de abono.



2. Echamos hojas, aserrín o cualquier material seco hasta que cubra el fondo de la caneca.

a) Colocamos la caneca en su rampa y la elevamos cuidando que calce bien con la boca del ducto.

b) Colocamos el calzador y cerramos el foso con el techo.

c) Está listo para usarse.

3. La orina llega hasta una cámara de infiltración muy simple y eficiente que se encuentra en el exterior de la vivienda. Para construir la cámara se cava un hueco de 0.30 x 0.30 x 0.40.

4. Luego perforamos un galón plástico en muchos puntos, lo llenamos de piedra chispa e introducimos la manguera. Finalmente, colocamos ladrillos, piedra de tamaño medio, arena y encima una capa de tierra para cubrir completamente el drenaje de orina que se filtra en el suelo.

5. El tipo de aserrín que mejor funciona es el fino, que se obtiene del uso de una sierra, no así el aserrín grueso que es desecho de la cepilladora.

En el Ecuador este sistema de baño ecológico o baño seco es cada vez más utilizado, sobre todo en zonas rurales, por su eficiencia, costo, facilidad de uso. Sin duda es la mejor opción de infraestructura sanitaria para una vivienda social rural de bambú, aumenta la sostenibilidad porque implica menor contaminación, ahorro de recursos, reciclaje y reutilización como abono para la agricultura y en su conjunto, constituye una solución ecológica y apropiada para zonas rurales.

CONCLUSIONES

El presente manual es resultado de un interesante ejercicio de investigación aplicada realizado dentro de una alianza estratégica entre la academia, un organismo internacional y un gobierno local. Las experticias complementarias de cada una de estas instituciones, han hecho posible obtener una serie de productos muy útiles para mejorar el sistema de construcción con bambú. La PUCESM aportó con un diseño de vivienda social, cálculo estructural y los estudios hidrosanitarios y eléctricos de la vivienda “Hojas de bambú”, mientras que INBAR con los estudiantes de la ETCSB realizó la construcción de la vivienda social en Chirijos. Con Portovivienda EP se coordinó la obtención del permiso de construcción.

Los resultados del proceso de investigación son bastante alentadores puesto que se logró diseñar dos estructuras portantes, la una con el sistema de moldes ajustables para prefabricar cerchas y la segunda paneles ajustables en forma de lego, a la que se integró un eco-material de caña picada, fibra de coco y resina ecológica. Esto constituye un gran paso porque permite estandarizar procesos, facilitando el prefabricado de componentes.

Luego de este primer ejercicio de diseño y construcción de vivienda social rural, nuevas hipótesis de trabajo han surgido, las mismas que deberán seguir siendo investigadas para ir mejorando gradualmente las técnicas, procesos y materiales para la construcción con bambú. La vivienda social rural de Chirijos ya es un caso de estudio para probar algunas de las hipótesis de trabajo. El siguiente paso es iniciar nuevos análisis para medir el comportamiento de la estructura, techo, cerchas, paneles y materiales utilizados.

La experiencia de investigación también aporta con nuevos criterios que servirán para mejorar las ordenanzas municipales para la construcción con bambú, ampliando y promoviendo el sector con una política pública más eficiente. En Manabí particularmente, el déficit de vivienda acrecentado luego del terremoto de abril 2016 hace imperativo contribuir con nuevas soluciones a este problema.

El prototipo de vivienda social rural “Hoja de Bambú” podrá ser replicado por Portovivienda EP para ofrecer oportunidades de vivienda digna, sana, sismo resistente y con bajo consumo energético porque ahorra agua y luz eléctrica (iluminación y aireación). El costo de la vivienda podrá disminuir en el futuro optimizando ciertos procesos, que para en el caso actual, por ser la primera experiencia de construcción de este prototipo fueron un poco más altos de los calculados al inicio. La PUCESM continuará experimentando nuevos procesos de diseño, cálculo estructural y optimización de la construcción con bambú.

Cumpliendo con el objetivo que tiene este manual de transferir el conocimiento adquirido durante el proceso de investigación, se ofrece el presente documento a aquellos que deseen construir y vivir en un espacio sano, digno, acorde con la identidad y cultura manabitas, a aquellos que están conscientes de la importancia de contribuir con la lucha contra el cambio climático que nos afecta a todos y todas, y especialmente, a aquellos que ven en el sector de la construcción con bambú una oportunidad de contribuir con la economía local, de generar fuentes de trabajo, y de crear iniciativas colectivas para el mejoramiento del hábitat y utilizar de manera sostenible los recursos disponibles.

RECOMENDACIONES

Impulsar y profundizar nuevas alianzas estratégicas entre la academia, los gobiernos locales, la cooperación internacional y las organizaciones de la sociedad civil, son la clave para la innovación tecnológica del sector del bambú. Manabí siendo la provincia con mayor cantidad de guaduales, tiene un enorme potencial de desarrollo económico, tecnológico y sostenible si se impulsan proyectos y programas para una futura industrialización, el aprovechamiento y manejo sostenible del bambú podría ser una de las principales estrategias de desarrollo de la provincia. Y esto solo es posible, con investigación y trabajo de campo. Es con esta consigna que publicamos este manual, que tiene como fin la divulgación y transferencia de conocimientos logrados en la investigación.

Los gobiernos locales tienen la tarea de continuar con la elaboración y promulgación de ordenanzas y coordinar con los organismos del Estado una coherente política pública para el sector del bambú.

Respecto a los aspectos técnicos en las etapas del diseño del prototipo y de la construcción, será necesario realizar una evaluación entre los equipos de la ETCSB y de la PUCESM para encontrar soluciones a algunos problemas que surgieron durante estos procesos.

Bibliografía

Banco mundial, Banco Mundial. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT>

Documento Técnico Jorge Enrique Catpo Chuchón, Santos Raphael Paucar Cárdenas, Jayaraman Durai, Trinh Thang Long, Li Yanxia 2021 Servicios Ecosistémicos y Análisis Costo-Beneficio de Bosques Naturales y Sistemas Mixtos de Plantación de Bambú en el Perú. 2021.

GAD Portoviejo. Ordenanza que incorpora a la normativa municipal las reglas e incentivos para la construcción, conservación y aprovechamiento sostenible de la guadúa y otros bambúes en el Cantón Portoviejo. 2021.

INBAR. ODS 13-Cambio climático. <https://www.inbar.int/es/programmes/sdg13-climate-change/>

Izquierdo, Pablo y Moreno, Fabián. Evaluación regional de recursos de bambú mediante la aplicación móvil.

INPC. Ficha INPC. Casa de los Abuelos aprobado en 2016.

META. Manabí y Esmeraldas Territorios . Diagnóstico sobre las Construcciones con bambú en Esmeraldas y Manabí, y su influencia en la Reactivación productiva, en el marco del proyecto Ciudadanía: repensando el Territorio post terremoto.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Mesa Sectorial del Bambú, Red Internacional del Bambú y el Ratán, 2018. Ecuador: "Estrategia Nacional del Bambú. 2018-2022. Lineamientos para un desarrollo verde e inclusivo. Versión resumida".

Ministerio de cultura y patrimonio. <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/manteno-huancavilca-500-1532-a-c/>. 2022.

Wikipedia: Guadua angustifolia. https://es.wikipedia.org/wiki/Guadua_angustifolia

Touchard, Anne. Una casa Manteña puede esconder otra: evaluación preliminar de la tola J6 de Japotó (provincia de Manabí, Ecuador). Primera Parte: Resultados preliminares del Proyecto Manabí Central. Avances de investigación en el Ecuador prehispánico. Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos. 2006.

Contactos Interesantes

OBREROS ESPECIALIZADOS EN CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ

- | | |
|------------------------------|------------|
| – Álvaro Zambrano Bailón | 0969272597 |
| – Antonio Holguín Holguín | 0986530460 |
| – Danny Zambrano Delgado | 0959255698 |
| – Geovanny Zambrano Bailón | 0988458806 |
| – Janeth Alcívar Sornoza | 0997068311 |
| – José Tuarez Cobeña | 0981278463 |
| – Juan Carlos Vera Vélez | 0959977487 |
| – Junior Eneser García Vélez | 0991238343 |
| – Katherine Pico Pico | 0967012120 |
| – Laura Valdez Guerrero | 0969460492 |
| – Leonardo Tuarez Vera | 0990803111 |
| – Patricio Ponce Macías | 0982619633 |
| – Rocío Álava Mora | 0995276621 |

FABRICACIÓN DE PUERTAS, VENTANAS Y PANELES AJUSTABLES

- | | |
|---------------------------------|------------|
| – Carlos Andrés Párraga Moreira | 0968116212 |
|---------------------------------|------------|

BAÑO ECOLÓGICO O BAÑO SECO

- | | |
|---|------------|
| – Puerto Bambú.
Diseño y
construcción
sustentable.
Puerto Rico -
Manabí. Rafael
López | 0990564569 |
|---|------------|

Contactos Interesantes

TABLILLA – ECOMATERIAL.

- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, el Instituto de Habitat, Diseño y Construcción (IHADIC) y Ecomateriales.
Arq. Robinson Vega. 0993064623
0988601847

ESCUELA TALLER DE CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES CON BAMBÚ –ETCSB- INBAR

- Fabián Moreno (Gerente) 0984663309

PUCE SEDE MANABÍ

- Fabricio Almeida (Coordinador de la carrera de Arquitectura) 0987223615
- Juan Fernando Quiroz (Director de postgrado de Ingeniería Civil) 0959057626