



ESTRUTURAS DE BAMBÚ PARA ANIMALES DE CORRAL: DIVULGACIÓN DE TÉCNICA CONSTRUCTIVA EN LA AMAZONÍA

Andrea Salomé Jaramillo Benavides

Pontificia Universidad Católica del Ecuador- sede Ibarra
asjaramillo@pucesi.edu.ec

Esteban Franklin Tello Coello

Universidad Regional Amazónica Ikiam
esteban.tello@est.ikiam.edu.ec

Fabiola Stephania López Mendoza

Universidad Regional Amazónica Ikiam
fabiola.lopez@est.ikiam.edu.ec

Jorge Alejandro Batres Quevedo

Universidad Regional Amazónica Ikiam
jorge.batres@ikiam.edu.ec

Resumen

En la región amazónica las actividades económicas generan gran presión sobre los recursos naturales. El uso de un recurso natural endémico, abundante y renovable como el bambú es una alternativa a la explotación maderera y un apoyo a las actividades desarrolladas en comunidades rurales. En este contexto, el proyecto de vinculación “Construcción colaborativa de infraestructuras con bambú en zonas rurales”, desarrollado dentro del grupo de investigación en Arquitectura y Construcción Sostenible, cuyo objetivo fue fortalecer los conocimientos sobre construcción de infraestructuras agropecuarias con Bambú y culminó con la propuesta de diseño de dos modelos de infraestructura rural con bambú, presentada en dos manuales de construcción que serán divulgados en la región amazónica de Ecuador, Perú y Colombia. La ejecución del proyecto contribuye a la divulgación del conocimiento sobre el uso sostenible del bambú en estructuras de producción de animales de corral.

Palabras clave: Arquitectura Sostenible. Proyecto de Vinculación. Bambú. Infraestructura Rural. Amazonía.

ESTRUTURAS DE BAMBU PARA ANIMAIS DE CULTURA: DIVULGAÇÃO DA TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO NA AMAZÔNIA

Resumo

Na região amazônica as atividades econômicas geram grande pressão sobre os recursos naturais. O uso de um recurso natural endêmico, abundante e renovável como o bambu é uma alternativa à atividade madeireira e de apoio aos meios de vida das comunidades rurais. Neste contexto, foi desenvolvido o projeto de extensão “Construção colaborativa de infraestruturas com bambu em áreas rurais”, dentro das ações do Grupo de Pesquisa em Arquitetura e Construção Sustentável, cujo objetivo foi o reforço de conhecimentos sobre a construção de infraestruturas agrícolas em bambu e culminou na concepção da proposta de dois modelos de infraestrutura rural em bambu, apresentados em manuais de construção que serão divulgados na região amazônica do Equador, Peru e Colômbia. A execução do projeto contribuiu para a disseminação do conhecimento sobre o uso sustentável do bambu nas estruturas para animais de cultura.

Palavras-chave: Arquitetura Sustentável. Projeto de Extensão. Bambu. Infraestrutura Rural. Amazônia.

BAMBOO STRUCTURES FOR FARM ANIMALS: DISSEMINATION OF CONSTRUCTION TECHNIQUE IN THE AMAZON

Abstract

In the Amazon region, economic activities generate great pressure on natural resources. The use of an endemic, abundant and renewable natural resource such as bamboo is an alternative to logging and supports activities carried out in rural communities. In this context, the extension project "Collaborative construction of infrastructures with bamboo in rural areas", developed within the research group on Architecture and Sustainable Construction. The objective was to strengthen knowledge about the construction of agricultural infrastructures with bamboo. The results were two models of rural infrastructure with bamboo, presented in two construction manuals that will be disseminated in the Amazon region of Ecuador, Peru and Colombia. The execution of the project contributes to the dissemination of knowledge about the sustainable use of bamboo in farm animal production structures.

Keywords: Sustainable Architecture. Extension Project. Bamboo. Rural Infrastructure. Amazon.



INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la región amazónica abarca aproximadamente el 43% del territorio nacional y está habitada por menos del 10% de la población del país, asentada principalmente en zonas rurales (Secretaría Técnica de la Circunscripción Territorial Amazónica, 2021). La mayor parte está cubierta de bosques y alberga a 11 nacionalidades (Achuar, Andwua, Cofán, Kichwa, Quijos, Secoya, Shiwiar, Shuar, Siona, Waorani y Zápara) que a lo largo de los años han coexistido con los diversos ecosistemas del entorno natural. La base económica de la Amazonía ecuatoriana es la extracción petrolera, seguida por la minería, el comercio, el turismo, la ganadería y la agricultura; lo que, a medida que la población crece, genera grandes presiones ambientales.

En la Amazonía ecuatoriana la población rural cría sus animales de corral a pequeña escala y para esto construyen informalmente con los diversos materiales disponibles: madera, bambú, bloques de cemento o cualquier desecho que puedan reciclar. En esta situación se identifican dos problemáticas: la primera relacionada al uso inadecuado de los recursos naturales como el bambú, ya que sus propiedades no son aprovechadas en su totalidad al ser aplicado sin conocimientos técnicos; la segunda está relacionada a la necesidad de buscar mejores condiciones para los animales, donde se reduzca su estrés y mejore su salud.

Desde el área de la Arquitectura sostenible, en colaboración con la Red Internacional del Bambú y el Ratán – INBAR, se pudo desarrollar este proyecto que impulsa el uso del bambú como alternativa constructiva en estructuras rurales para animales de corral, por medio de la divulgación de su uso. El énfasis en su preservación y aplicación apropiadas para prolongar la vida útil de las edificaciones, contribuye además a la mejora de la percepción que tiene la población sobre el bambú como material de construcción.

Por sus características de resistencia y rápido crecimiento, el uso del bambú se plantea como una alternativa que sustituya las maderas, principalmente en construcción, lo que contribuiría a mitigar problemáticas como la degradación del suelo y la deforestación, aproximando el material a la cotidianidad de comunidades rurales de la región que ya cuentan con él, para que lo puedan utilizar como un recurso dentro de sus actividades económicas (INBAR, 2023).

En la Amazonía se pueden encontrar varias especies de bambú, entre estas la *Guadua angustifolia Kunth* (conocida como caña guadúa) y el *Dendrocalamus asper* (conocido como bambú gigante o simplemente bambú); son comúnmente utilizadas en la construcción de asentamientos de las comunidades, en algunos casos replicando técnicas constructivas vernáculas (Londoño, 2021), pero en otros, simplemente aplicando el material de forma intuitiva, sin que se aprovechen

al máximo sus propiedades físico mecánicas, lo que reduce su eficiencia y acarrea problemas como su degradación precoz.

En este contexto y en colaboración con el proyecto Bambuzonía, de la Red Internacional del bambú y el Ratán (INBAR), se desarrolló entre los años 2021 y 2023 el proyecto de vinculación: “Construcción colaborativa de infraestructuras con bambú en zonas rurales” cuyo objetivo principal fue fortalecer los conocimientos de construcción de infraestructuras agropecuarias con Bambú y su mantenimiento, basados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción: Estructuras de Guadua- GaK (INEN, 2016), por medio de la generación de un manual que será divulgado en la región amazónica de Ecuador, Colombia y Perú.

Las normativas de construcción con bambú de Colombia NSR-10 (AIS, 2010), Perú E-100 (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2012) y Ecuador NEC-guadua (INEN, 2016) son muy similares en su planteamiento, debido a: la proximidad geográfica de los tres países, a las colaboraciones existentes entre los profesionales que las elaboraron y a que la *Guadua angustifolia Kunth*, es el bambú endémico, cuyo uso se ha diseminado de forma predominante en la región; aunque cabe mencionar que la normativa de Perú se extiende a otras especies. Este es un escenario que facilita la replicabilidad de los resultados del proyecto en la región Amazónica de los tres países.

MATERIALES Y MÉTODOS

Al iniciar el proyecto de vinculación “Construcción colaborativa de infraestructuras con bambú en zonas rurales”, se conformó un equipo de siete estudiantes y dos profesores de la carrera de Arquitectura de la Universidad Regional Amazónica Ikiam, a quienes se socializó las condicionantes de diseño de las infraestructuras: el bambú debía ser el material protagónico, el resto de materiales debían estar disponibles en la región amazónica y ser accesibles a la población, las propuestas debían ser fáciles de construir y replicar.

Como punto de partida se realizó una breve investigación sobre el contexto, clima, topografía, condiciones económicas y sociales de la región amazónica en Ecuador. La estrategia adoptada fue investigación de campo, pues de recolectaron los datos directamente del lugar, se revisó bibliografía especializada y se consultó con técnicos de instituciones especializadas de la zona sobre elementos como: las dimensiones mínimas en las cuales una cabra y una gallina se pueden desarrollar, la altura, la dirección solar, el emplazamiento. Además, se realizaron algunas sesiones

vía *Zoom* con expertos en el manejo y uso sustentable del bambú, académicos, constructores y profesionales para obtener orientaciones de diseño y constructivas.

El siguiente paso fue el proceso de diseño, desarrollado por medio de la elaboración de bosquejos y maquetas de las infraestructuras para albergar gallinas y cabras. Para esto se realizaron 4 propuestas, 2 diseños para corral de gallinas y 2 para cabras. Después de las largas revisiones con los expertos para definir los diseños finales se seleccionaron 1 propuesta para cabras y 1 propuesta para gallinas. A continuación, estos diseños fueron digitalizados por medio de la herramienta *Sketchup* (para el modelado 3D), *AutoCAD* (para generar los planos arquitectónicos y constructivos) y *Escape* (para generar renders sobre el modelado).

Para iniciar la elaboración de los manuales de construcción, en coordinación con un equipo de estudiantes y docentes de Arquitectura de la Universidad Regional Amazónica Ikiam, quienes estaban realizando paralelamente el diseño de otras infraestructuras rurales complementarias, se definieron los estilos gráficos, paletas de colores, avatar y formatos de página con la finalidad de mantener la misma imagen, estilo y calidad en la presentación de los manuales de construcción de los proyectos.

Los manuales de construcción fueron elaborados con las siguientes secciones: a) aporte social de la infraestructura en las comunidades amazónicas; b) criterios de diseño; c) replanteo; 2) cimentación; 3) prefabricación montaje de cerchas y colocación de piso; 5) vigas y cubiertas; 6) acabados, corral y puertas.

Finalmente, para la validación del manual constructivo en bambú se seleccionó un grupo de estudiantes de la materia de Tecnologías de la construcción II de la carrera de Arquitectura Sostenible de la Universidad Regional Amazónica Ikiam para que, únicamente basados en el manual, interpreten la información y desarrollen maquetas a escala de las infraestructuras para cabras y gallinas. Los estudiantes ofrecieron su retroalimentación sobre los contenidos del manual y esto permitió realizar los ajustes finales necesarios para que tenga mayor claridad en la información presentada y que sea más fácil de comprender.

La versión final del manual fue entregada en formato digital a INBAR, para que continúen con el proceso de revisión y divulgación.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se consiguió elaborar dos manuales de construcción de infraestructuras en bambú, una para albergar cabras y otra para gallinas ponedoras. En estos documentos digitales se detalla paso a paso

los criterios de diseño formales y constructivos que fueron usados; además, se resalta el aporte social a las comunidades amazónicas. A continuación, se describen brevemente los contenidos.

Aporte social en las comunidades amazónicas

Para el diseño y construcción de estructuras pecuarias el bambú fue el material protagonista; desde un punto de vista social se evoca el uso de un material utilizado en construcciones vernáculas de la zona. Por otro lado, al promover el uso adecuado del bambú en la construcción se busca reducir la explotación de los bosques maderables, ya que el bambú es un recurso que crece y se renueva con mayor rapidez.

El manual recopiló de forma ordenada y sistematizada información e instrucciones sobre el diseño y construcción de estructuras de bambú para uso pecuario. Esta será una guía para las comunidades amazónicas, que encontrarán en sus páginas técnicas adecuadas y de fácil entendimiento para obtener construcciones de bambú de calidad, adaptables al entorno y sencillas de armar.

Criterios de diseño

En relación al diseño, ambas infraestructuras tienen las mismas dimensiones y fueron trabajadas a partir del mismo módulo estructural. Lo que las diferencia son los acabados ya que dependen de su uso final, ya sea para albergar gallinas o cabras.

Materialidad

Dentro de los manuales se detalló el uso del bambú como material protagonista, aplicado por medio de técnicas adecuadas para la construcción, para conseguir edificaciones resistentes y estéticamente agradables al entorno amazónico.

Se especificó que el bambú, antes de ser utilizado en la construcción, debe pasar por los procesos de avinagrado y secado. Se diseñaron cerchas prefabricadas usando pasadores metálicos para las conexiones que posteriormente deben ser montadas en la obra. Para la cimentación se utilizan llantas recicladas, piedras y hormigón, las cerchas de bambú son fijadas por medio de varillas. La cubierta metálica a dos aguas, fijada a vigas de bambú asentadas sobre las cerchas y

grandes aleros protegen la parte principal de la estructura de bambú de los rayos solares y de la lluvia.

Figura 1 – Materialidad de la infraestructura para cabras



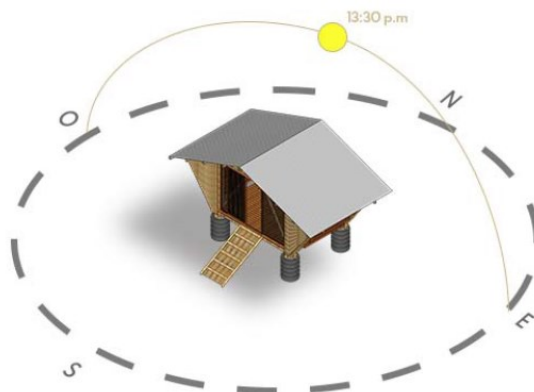
Fuente: Jaramillo, A.; Berrú, P.; Batres, J. (2022b)

La prefabricación de componentes constructivos y el uso de materiales reciclados facilita la construcción, reduce el tiempo en obra y contribuye a disminuir los desperdicios.

Análisis climático y de entorno

Considerando las características del clima amazónico, se indica la orientación que debería tener la edificación al implantarse en el terreno para evitar al máximo la posible incidencia directa de la luz solar al interior de los espacios y permitir la circulación de aire, lo que simultáneamente previene daños por la humedad. La parte más larga de la construcción debe estar en sentido Este – Oeste, tal como muestra la figura 2.

Figura 2 – Orientación de las edificaciones en el terreno



Fuente: Jaramillo, A.; Berrú, P.; Batres, J. (2022a)

En ambos manuales la edificación está elevada del piso y diseñada para que todas sus fachadas permitan el paso de aire a través de sus componentes constructivos. La altura del cumbrero y las aberturas en las fachadas a sus extremos facilitan la ventilación para que el aire caliente y los malos olores sean expulsados de su interior.

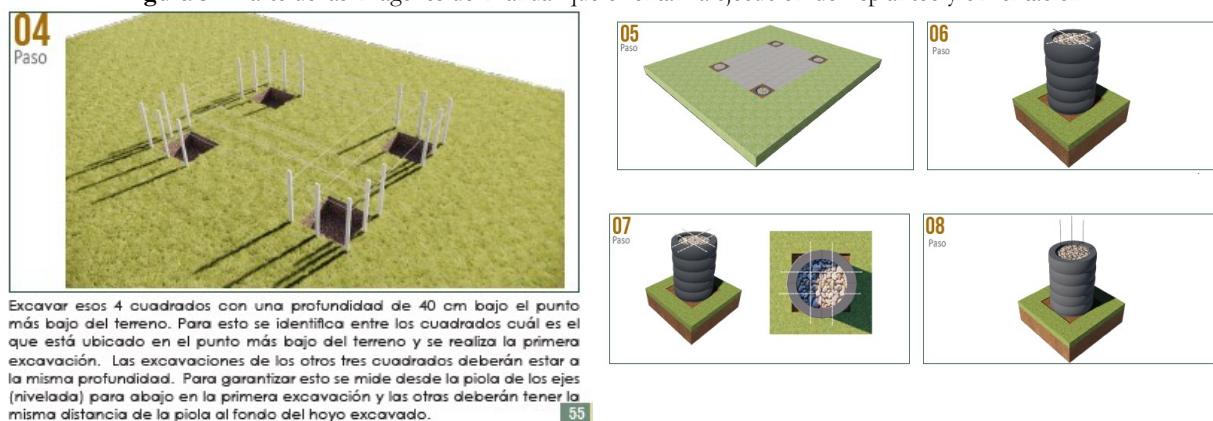
Proceso constructivo

Antes de iniciar con las explicaciones sobre la construcción de las edificaciones, en los manuales se presenta una lista con fotografías de materiales y herramientas necesarios para la ejecución de la obra.

Replanteo y cimentación

Los manuales prevén la implantación de cada infraestructura en un área de terreno de 6m x 5m y describen de manera escrita y gráfica cómo pasar las medidas del manual al terreno; de la misma forma se indica cómo realizar el mejoramiento del terreno, las excavaciones y la ejecución de las cimentaciones con llantas recicladas, dejando sobresalir en la parte superior las varillas en donde se fijarán los pórticos estructurales de bambú.

Figura 3 – Parte de las imágenes del manual que orientan la ejecución del replanteo y cimentación

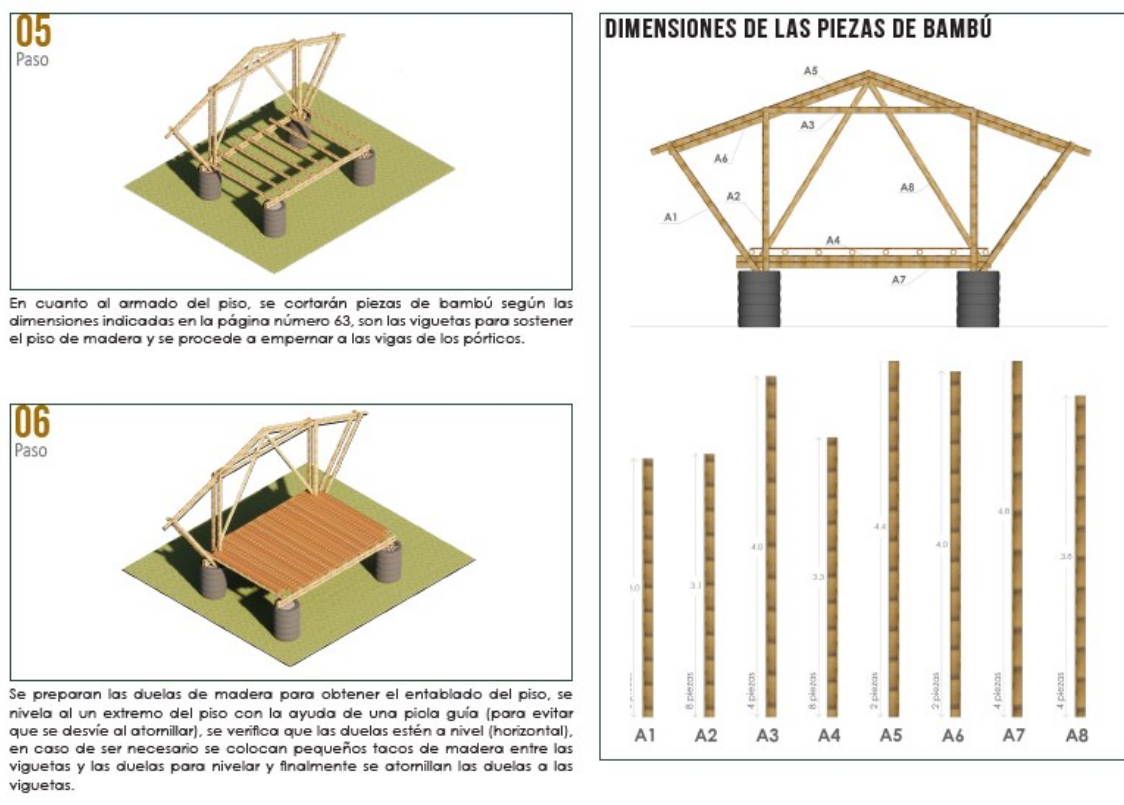


Fuente: Jaramillo, A.; Berrú, P.; Batres, J. (2022b)

Prefabricación de cerchas, montaje y colocación de piso

Los manuales especifican la forma en que se deben prefabricar las dos cerchas de bambú para cada infraestructura, que fueron diseñadas pensando en la facilidad de armado y montaje. Todos los elementos de bambú tienen cortes rectos y son unidos por medio de varillas roscadas, tuercas y arandelas. La prefabricación se realiza en el suelo. Posteriormente se colocan las bases de los pórticos y se fijan sobre las cimentaciones (figura 4).

Figura 4 – Prefabricación de cerchas de bambú y montaje



Fuente: Jaramillo, A.; Berrú, P.; Batres, J. (2022a)

Las cerchas se unen entre sí en la parte baja por medio de elementos de bambú sobre los cuales se atornillan las duelas de madera que conforma el piso.

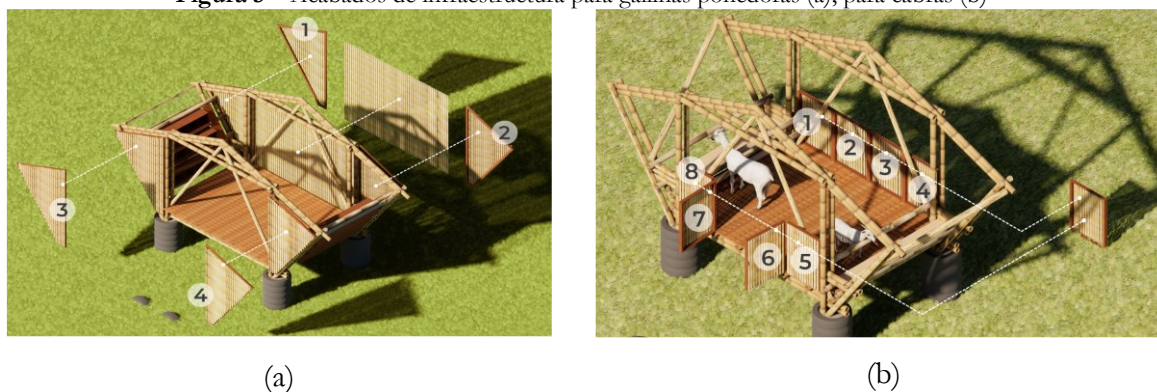
Vigas y cubiertas

Las vigas de bambú son fijadas sobre los pórticos y sobre ellas se fijan las placas metálicas para la cubierta. El diseño de la cubierta a dos aguas permite que se escurra fácilmente el agua de lluvias, muy frecuentes en la región. Además, la altura de la estructura y su diseño facilita que el viento entre y evacúe el aire caliente que se acumula en la parte alta, manteniendo el espacio interior fresco.

Acabados, cerramiento y puertas

En este punto hay diferencias entre las infraestructuras de ambos manuales. En el caso de las gallinas ponedoras, se propusieron cubículos de madera, caña picada para las paredes y mallas de protección para el cerramiento, además de la puerta de ingreso y la rampa (figura 5a). Para el caso de las cabras se armaron comederos laterales y bastidores para el corral en bambú, también una rampa y una puerta (figura 5b).

Figura 5 – Acabados de infraestructura para gallinas ponedoras (a), para cabras (b)

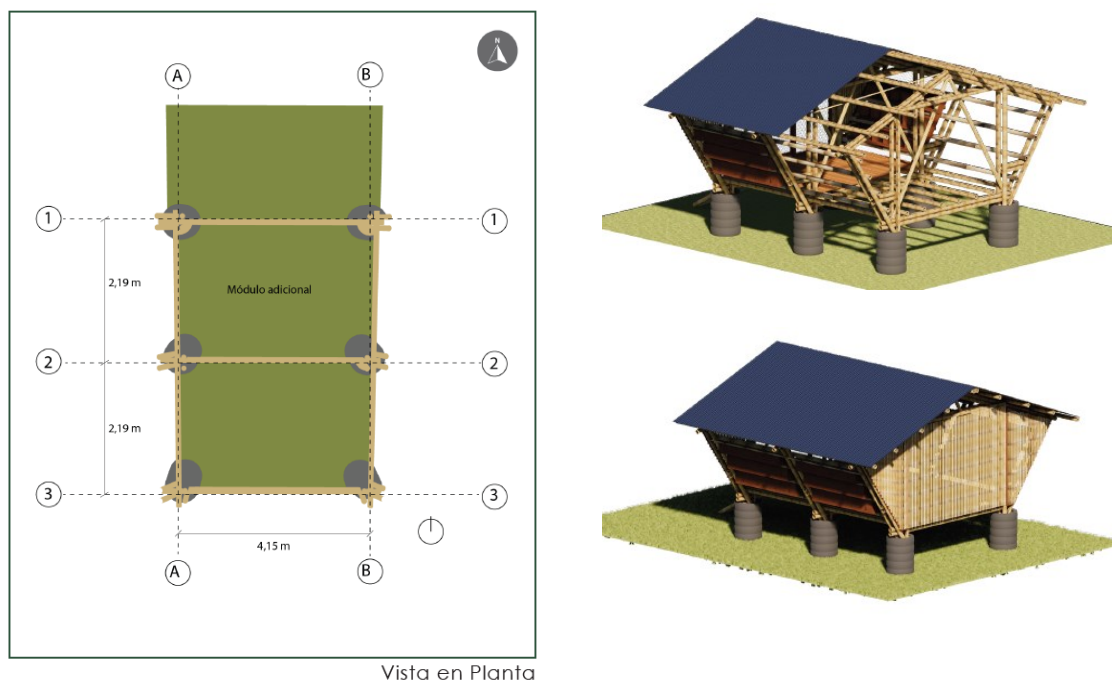


Fuente: Jaramillo, A.; Berrú, P.; Batres, J. (2022b)

Posibilidad de ampliación

Ambas propuestas de infraestructura contemplan la posibilidad de ampliación, aumentando uno o más módulos en la cara opuesta al ingreso (figura 6), para esto, solo se debe seguir la modulación estructural, aumentar un pórtico y agregar los elementos constructivos tal como se hace para el módulo base.

Figura 6 – Posibilidad de ampliación de las infraestructuras



Fuente: Jaramillo, A.; Berrú, P.; Batres, J. (2022a)

Todos los pasos del manual pueden ser desarrollados con materiales fáciles de conseguir en la región y con herramientas menores.

Cronograma y cuantificación de materiales

Finalmente, los manuales indican el tiempo necesario para la construcción de cada estructura pecuaria, que será alrededor de 8 días. También presentan una tabla con la cuantificación de los materiales necesarios en cada caso.

Versión final del manual

La versión final de los manuales en formato digital se obtuvo luego de los ajustes realizados después de la validación, que estaban principalmente enfocados en el lenguaje utilizado y en incluir más especificaciones en las imágenes.

El archivo fue entregado a INBAR para su revisión y actualmente también se encuentra en revisión en la Universidad Regional Amazónica para su publicación y divulgación con las comunidades de la Amazonía.

CONSIDERACIONES FINALES

Por medio de la ejecución de este proyecto, fue posible aproximar a los estudiantes y profesores al conocimiento sobre el contexto amazónico y la posibilidad de uso del bambú como una alternativa a la madera en el área de la construcción. Esto sirvió de base para realizar dos manuales para construir infraestructura agropecuaria con bambú para gallinas ponedoras y para cabras.

Los dos diseños propuestos en los manuales consideran aspectos de replicabilidad como: fácil construcción, modulación, prefabricación y uso de herramientas menores.

AGRADECIMIENTOS

A la Red Internacional del Bambú y Ratán – INBAR, por medio del proyecto “Bambuzonía” con auspicio del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola - FIDA.

REFERENCIAS

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica-AIS. (2010). *NSR-10. Reglamento colombiano de construcción sismorresistente*. https://nuevalegislacion.com/files/susc/cdj/conc/nsr_10.pdf
- Barnet, Y., Cerrón, T., Paucar, R., Jabrane, F. & Serra, A. (2022). *Manual de construcción de estructuras livianas con bambú en el Perú: Guía Técnica*. https://www.inbar.int/wp-content/uploads/2022/07/2022_Manual-de-construccion-de-estructuras-livianas-con-bambu-en-el-Peru_INBAR_Web.pdf
- INEN – Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2016). *NEC-SE-Guadúa: Estructuras de Guadúa*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEBMAR-2017.pdf>
- INBAR – Red Internacional del bambú y el Ratán (2023). *Innovación y promoción del bambú a través de procesos de investigación-acción para una agricultura resiliente en Colombia, Ecuador y Perú – Bambuzonía*. Recuperado de: <https://www.inbar.int/es/project/bambuzonia/> Recuperado el 18 de agosto de 2023.
- Jaramillo, A.; Berrú, P.; Batres, J. (2022a) *Manual de construcción de Corral progresivo para gallinas ponedoras*. INBAR- Ikiam (En proceso de revisión).
- Jaramillo, A.; Berrú, P.; Batres, J. (2022b) *Manual de construcción de Corral progresivo para cabras*. INBAR- Ikiam (En proceso de revisión).
- Londoño, X. (2021). *Diversidad de bambúes en las provincias amazónicas de Napo, Pastaza y Morona Santiago - Ecuador: Guía Técnica*. <https://www.inbar.int/wp-content/uploads/2022/03/Guia-Especies-de-Bambu-Amazonia-Ecuador.pdf>.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2012). *Norma Técnica E-100: Bambú*. <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=180>
- Secretaría Técnica de la Circunscripción Territorial Amazónica - CETEA (2021). *Programa de desarrollo integral de la circunscripción territorial especial amazónica mediante gestión eficiente del fondo común*. https://www.secretariadelamazonia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/02/Proy_Programa_desarrollo_Ctea_act_2022.pdf

Recibido em: 02/10/2023

Acceto em: 28/03/2024