

**Dr. Francisco Javier Soria López**

Director de la División de Ciencias y Artes

para el Diseño UAM Xochimilco

**INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL**

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

Departamento de Tecnología y Producción

Periodo: 01 de noviembre de 2017 al 02 de mayo de 2018

Proyecto: Desarrollo de materiales y técnicas de construcción de bajo impacto ambiental para el diseño arquitectónico y la conservación del patrimonio edificado.

Clave: XCAD000349

Responsable del Proyecto: Dr. Francisco Javier Soria López

Asesor Interno: Dr. Francisco Javier Soria López

Carlos Alberto Mercado Pérez Matrícula: 2123061658

Licenciatura: Arquitectura

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Tel: 41214569

Cel.: 04455 54142731

Correo electrónico: [ce\\_marche@hotmail.com](mailto:ce_marche@hotmail.com)

## **ÍNDICE**

<b>Introducción</b> .....	3
<b>Objetivo general</b> .....	3
<b>Actividades realizadas</b> .....	4
<b>Metas alcanzadas</b> .....	12
<b>Resultados y conclusiones</b> .....	12
<b>Recomendaciones</b> .....	12
<b>Bibliografía</b> .....	12
<b>Anexos</b> .....	14

## **Introducción**

Como estrategias constructivas para contrarrestar el impacto ambiental que acecha al Planeta Tierra, se han intentado reinterpretar los diversos sistemas constructivos que se remontan a la época prehispánica, que hasta fechas contemporáneas se han mantenido y perdurado y las cuales se erigieron con base en materiales pétreos, o bien, sustraídos de recursos inherentes al planeta, tales como la tierra compactada o bahareque, el adobe, el barro, la madera, la paja, el bambú, etc. Pero que al mismo tiempo se han sustituido por procesos y materiales industrializados principalmente dentro de zonas urbanas, disminuyendo en gran medida los materiales eco sustentables y, por ende, el aprovechamiento de sus beneficios y atributos naturales.

Dichos materiales han estado presentes a lo largo del tiempo y gracias a su disponibilidad en distintos tipos de ecosistemas, aunado a sus propiedades térmicas y acústicas; y a las propiedades de estos para crear ambientes y espacios confortables, fueron y han sido fundamentales en temas constructivos desde tiempos pretéritos.

En este proyecto, se hace una reinterpretación de estos sistemas constructivos fundamentada en la unión de la tierra compactada y el bambú, pretendiendo en medidas casi nulas la utilización de elementos constructivos o estructurales industrializados, que, por ser zonas rurales, se dificulta el acceso y, además, rompe con el concepto por el cual parte esta investigación, de tal manera que el proyecto se convierte en materia eco-sustentable y que puede prescindir de mano de obra calificada para la posibilidad de reproducción del modelo tipo.

## **Objetivo general**

Desarrollar paso a paso el procedimiento constructivo de un prototipo de vivienda antisísmica y eco-sustentable que reduce al mínimo el impacto ambiental, aumentando la resiliencia de la vivienda, utilizando materiales de la región permitiendo construir viviendas de bajo costo y fomentando su reproducción auto-constructiva para las comunidades de escasos recursos en zonas rurales en pequeñas comunidades del Estado de Morelos, convirtiendo esta investigación en una herramienta técnica que facilite su realización, prescindiendo de mano de obra calificada y fomentando a su vez, nuevas técnicas constructivas que afronten temas en materia ambiental y el incremento a la exploración de conocimientos en campos con poco impulso.

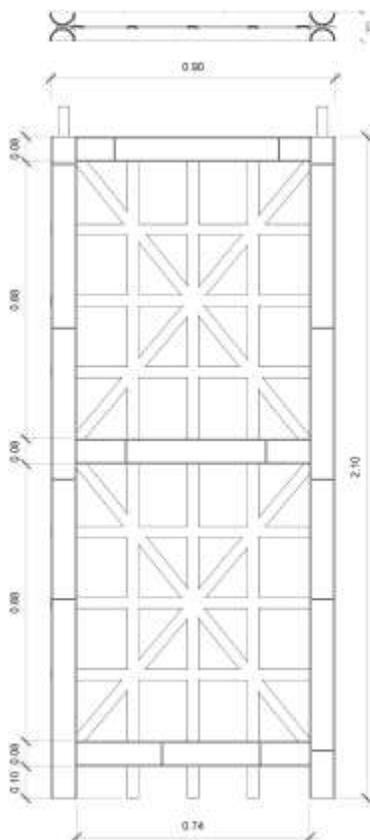
## Actividades realizadas

Se desarrollaron diseños de plantas tipo que resolvieran las necesidades básicas de vivienda, incluyendo dentro del programa arquitectónico, un pórtico de acceso, dos habitaciones, cocina, un baño completo, y cuarto de servicio, que se desplantan en un área total de setenta metros cuadrados.

Aunado a estas necesidades, se estudiaron las de tipo funcional, considerando en primera instancia el tipo de estructura que en este proyecto es uno de los temas que rigieron el desarrollo conceptual.

Siendo la estructura el tema medular del proyecto, se hizo un análisis minucioso de diversos tipos de paneles prefabricados, utilizando mitades de bambú cortadas en su sentido longitudinal y unidas entre sí a contra cara, reforzadas estas, con latillas o secciones del perfil circular del tramo completo de bambú, formando crucetas o contraventeos, fijados a los soportes principales, formando los paneles prefabricados.

Los modelos se realizaron a prueba y error y a escala real para analizar tanto el comportamiento estructural del material como la relación tiempo/costo para la fabricación de cada tipo de panel, logrando el diseño y la confección de ocho tipos de paneles prefabricados para el ensamble de la estructura de bambú, de los cuales, se contemplan los siguientes:



### PANEL MURO (PM)

Es el primer modelo prefabricado del cual se derivan los siguientes.

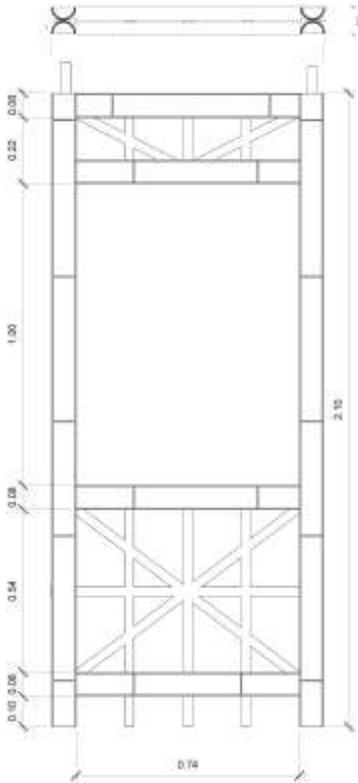
Las medidas de este modelo se estandarizaron en 0.90m de ancho efectivo por 2.10m de alto efectivo. Se fabricó con dos postes principales de bambú cortado por la mitad en su sentido longitudinal y unidos entre sí a contra cara, dos refuerzos extremos formando un marco y un refuerzo central a 1.05m de altura, que le da rigidez al marco principal. Los elementos del marco principal se unen entre sí mediante la sujeción de tuercas y tornillos, y latillas de bambú que forman un traslape entre un elemento y otro para lograr el marco completo. Por último, se refuerza secundariamente con latillas de bambú, formando un contraventeo y una estructura secundaria en retícula en los vanos formados por los elementos principales, rigidizando la estructura del panel. Este tipo de panel se localiza en los planos utilizando la nomenclatura

PM y es el principal tipo de desplante para muros.

### **PANEL VENTANA 1 (PV1)**

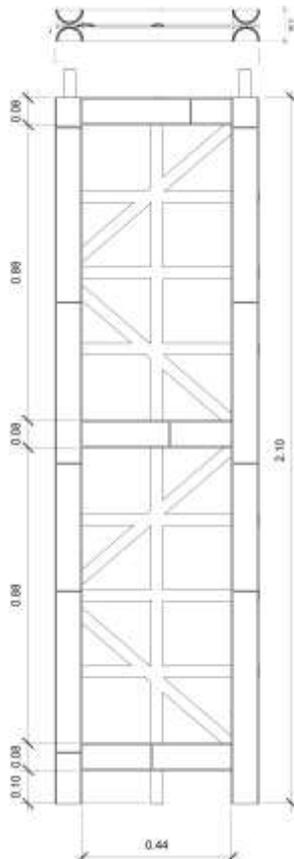
Este segundo tipo de panel es el complemento del panel muro (PM), sin embargo, su funcionalidad radica en la iluminación y ventilación natural.

De la misma forma que el panel PM, las medidas de este modelo se estandarizaron en 0.90m de ancho efectivo por 2.10m de alto efectivo, la conceptualización del armado de la estructura del panel se mantiene en este y en todos los prefabricados, con sus respectivas variaciones, en este caso, se parte de los dos postes principales y los dos extremos, la diferencia reside en los refuerzos intermedios, uno de ellos a una altura de 0.80m y el otro a una altura de 1.80m, haciendo la función de cerramiento formando el vano para la ventana. El refuerzo reticular y contraventeo de latillas, ahora son en la parte superior e inferior del vano. El panel se localiza en los planos con la nomenclatura PV1.



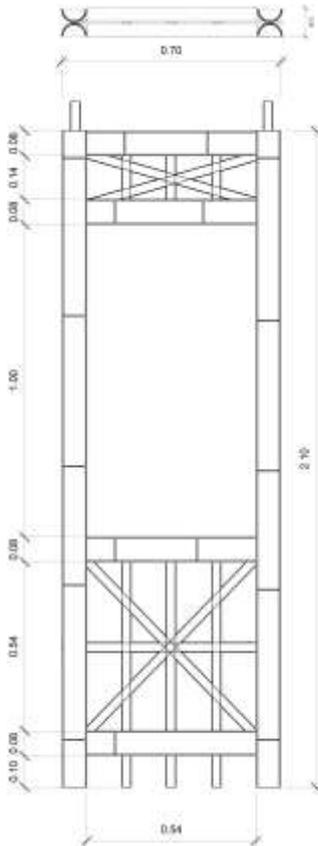
### **PANEL MURO DE AJUSTE (PMA)**

Este panel, a diferencia del PM, reduce sus dimensiones a 0.60m de ancho efectivo por 2.10m de altura efectiva. Su configuración se conceptualiza con la finalidad de rematar la terminación de muros, vueltas, mochetas o muros envolventes. Se pueden localizar en los planos con la nomenclatura PMA. Al igual que el panel PM, el panel PMA se configura a partir de un marco principal, un soporte central a 1.05m de altura y refuerzos secundarios de latilla de bambú en retícula y contraventeo. Su funcionalidad también reside en ser complemento del panel principal (PM), pues además de hacer su función de ajuste, complementa al panel PM en caso de exceder la cota longitudinal que obedezca al proyecto, de tal manera que, si la medida de desplante es menor a la disposición de los paneles PM, este se



puede sustituir por un PMA para respetar la cota real que se presente en el proyecto.

### **PANEL VENTANA 2 (PV2)**



Para el segundo tipo de panel para ventana, se reduce el ancho efectivo a 0.70m y la altura efectiva se mantiene en 2.10m. Al igual que el panel PV1, se mantiene el marco inicial de bambú unido a contracara y los soportes secundarios a 0.80m y 1.80m de altura respectivamente y los espacios entre los refuerzos extremos y centrales son reforzados secundariamente con el mismo criterio de los paneles anteriores; refuerzo reticular y contraventeo con latillas de bambú. En esta versión de panel para ventana, resulta un vano de 0.54m x 1.00m, ideal para ventilar espacios reducidos como baños o cuartos de servicio. Este tipo de panel se localiza en los planos con la nomenclatura PV2.

### **DISEÑO DE CUBIERTA PROPUESTA #1 (PANELES: PC, PCA, PCA2)**

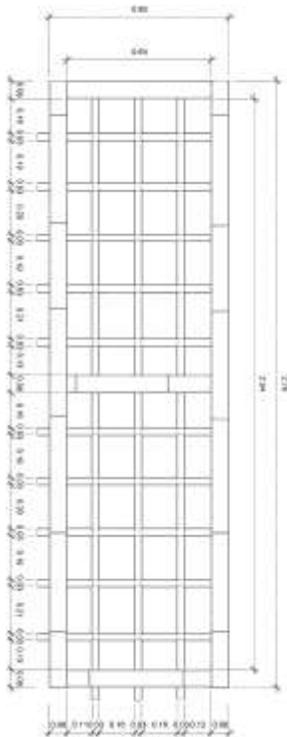
Uno de los elementos más importantes y de mayor complejidad para este proyecto, sin duda, es la cubierta.

Para la proyección de esta primera propuesta, se diseñaron tres tipos de paneles; un panel principal (PC), y dos paneles de ajuste (PCA y PCA2). La variación entre estos se presenta en su medida longitudinal efectiva; 2.70m, 2.40m y 1.50m respectivamente, pues en su ancho efectivo, se mantienen todas en 0.80m; medida que obedece a la pendiente que se obtiene al proponer una techumbre a dos aguas, concepto que se le atribuye a las viviendas típicas de la zona.

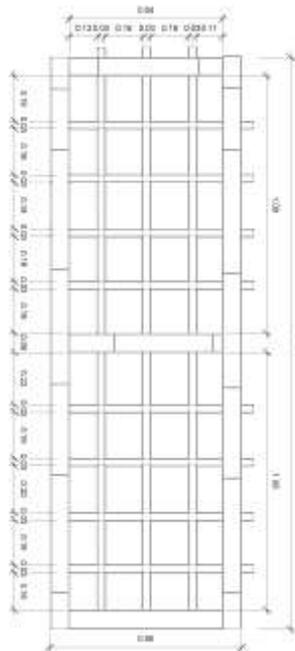
A diferencia de los paneles para muro (PM) o paneles para ventana (PV), los paneles para cubierta (PC) están reforzados con una retícula de latilla de bambú, prescindiendo del contraventeo que se mostraba en los paneles anteriores. Otra disimilitud en comparación con los paneles verticales es su modo de sujeción, que parte de la configuración principal de los PM y PV; con latilla de bambú, tuercas y tornillos, sin embargo, la composición de los PC cuenta con otra característica; su diseño está influenciado por prefabricados industrializados como Multypanel o decks de madera sintética, los cuales tienen un sistema de machimbrado para su

instalación más eficiente. En el caso de los PC, se considera esta opción tipo machimbrado para la sujeción de panel y panel, teniendo en dos extremos una “entrada” y en los otros dos una “salida”, de tal manera que puedan “embonar” y cerrar la sujeción.

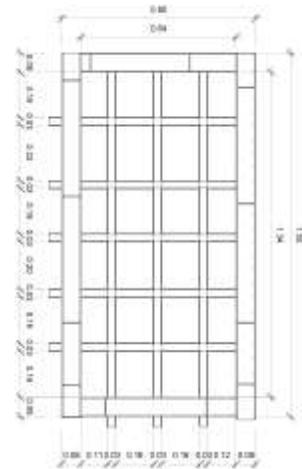
**PANEL CUBIERTA (PC)**



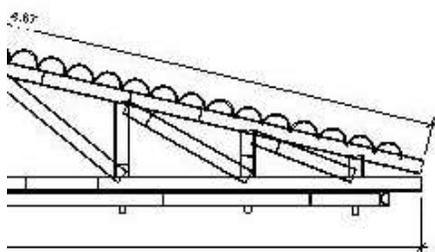
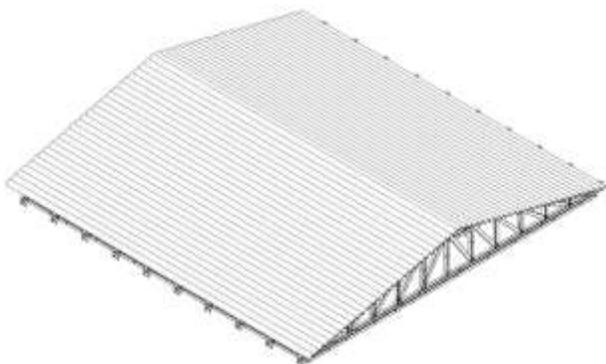
**PANEL CUBIERTA AJUSTE (PCA)**



**PANELCUBIERTA AJUSTE 2 (PCA2)**



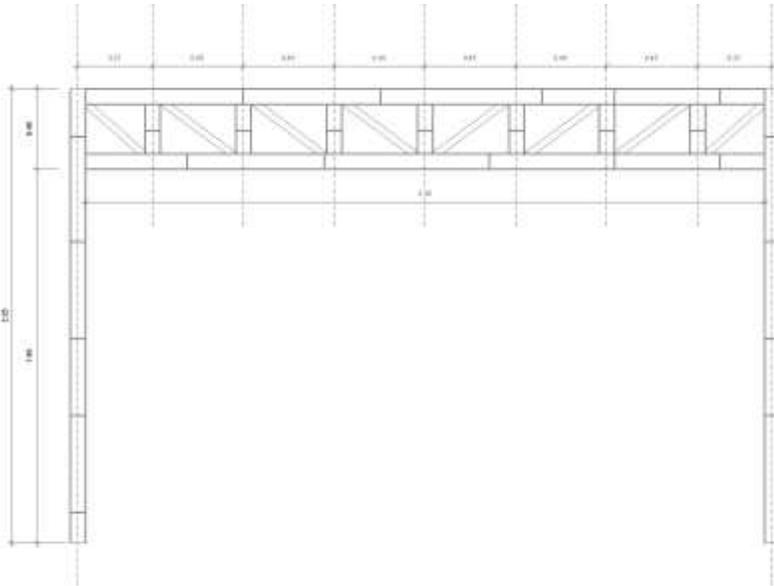
**DISEÑO DE CUBIERTA PROPUESTA #2 TRAMOS DE BAMBÚ**



La segunda propuesta para el diseño de la cubierta, consiste en tramos completos de bambú cortados por la mitad en su sentido longitudinal, y fijados al panel de armadura con el lado cóncavo a la vista, de tal manera que permita la adherencia de la capa de tierra posterior al armado, la cual le da el acabado final a la cubierta. Esta solución resulta más eficiente constructivamente, temporalmente y económicamente gracias a su facilidad de maniobra para la instalación y al tiempo ahorrado al prescindir de una prefabricación de los paneles de la propuesta de cubierta #1.

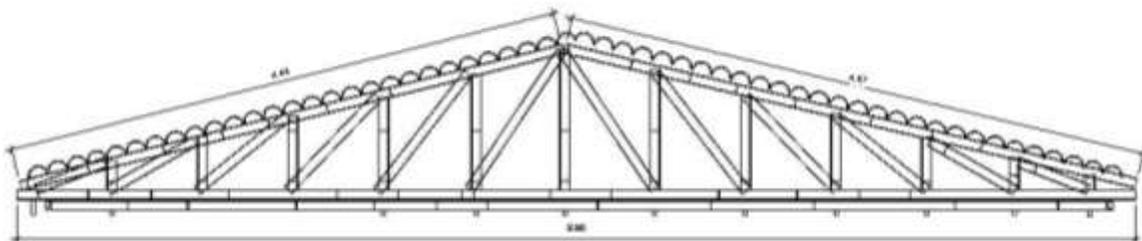
## PANEL DE CERRAMIENTO/PÓRTICO (PP)

Este modelo de panel está configurado para el área del pórtico principal, el cual tiene un claro de 3.60m que se libra con una armadura de tipo alma abierta, reforzada en su sentido transversal con tramos de bambú a contracara a cada 0.45m y latilla de bambú, repartiendo cargas diagonalmente. Esta misma armadura, se soporta a los extremos con dos postes principales de 2.10m de altura que, a su vez, cierran la continuidad de los muros desplantados. El panel en forma de portería confina el acceso a la vivienda, al mismo tiempo que sirve como apoyo para las armaduras triangulares de la cubierta de dos aguas y a pesar de existir dos aberturas de acceso, una de ellas se solventa con la armadura triangular que se auto soporta por seguir la trayectoria de la pendiente.

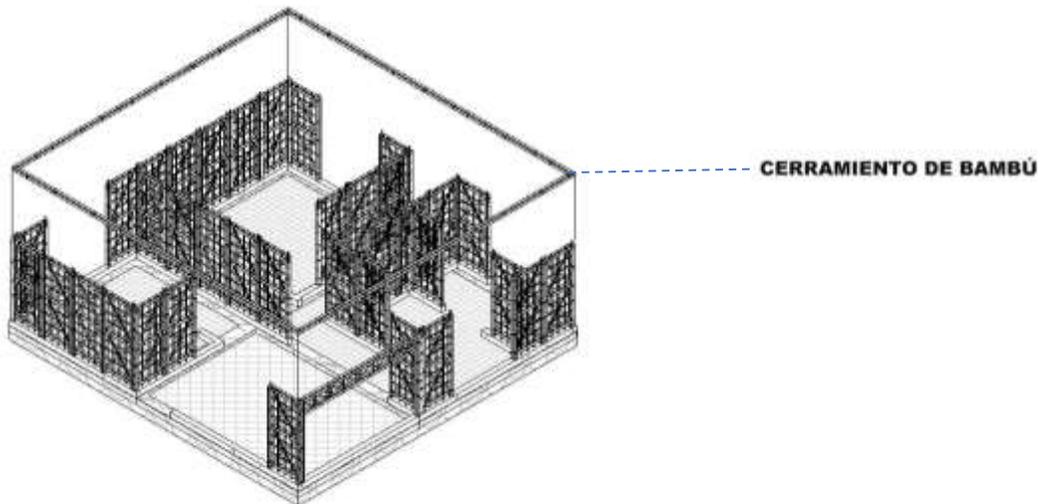
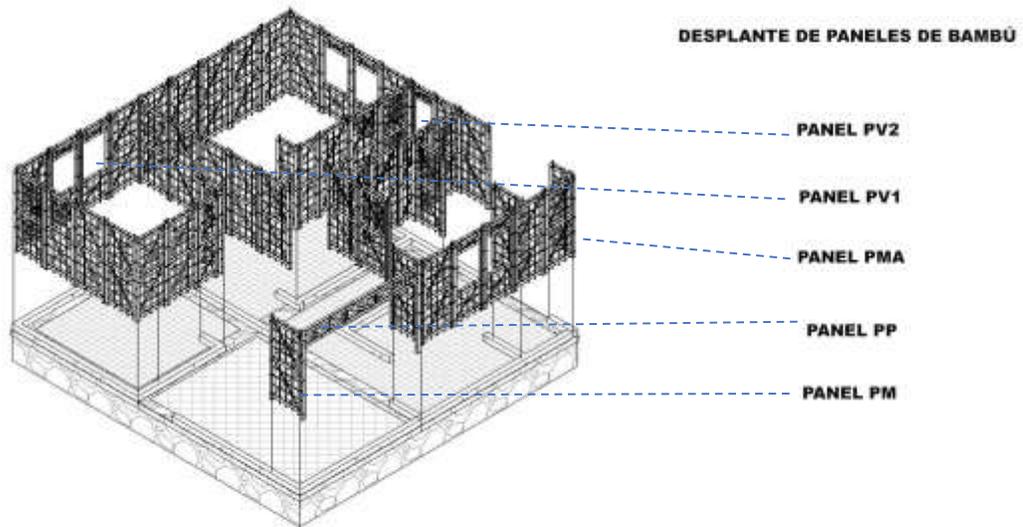
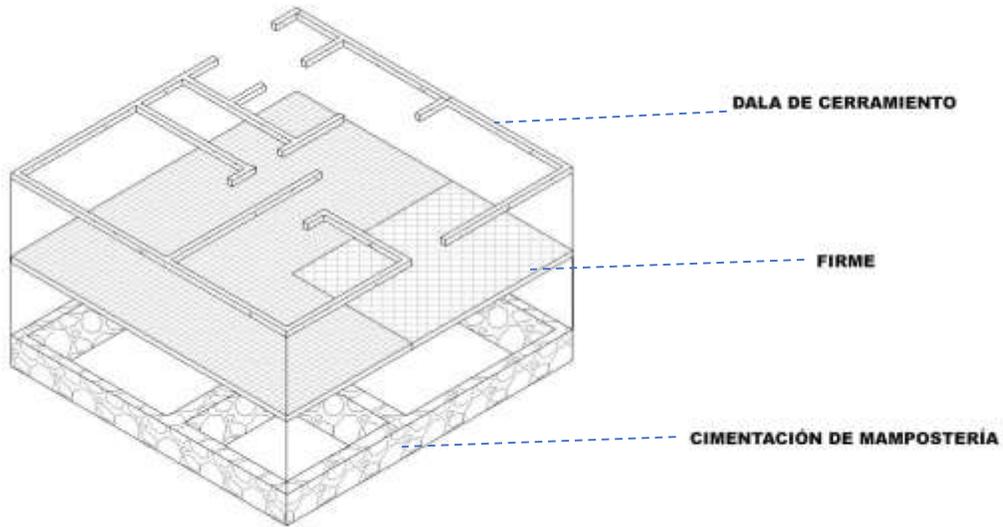


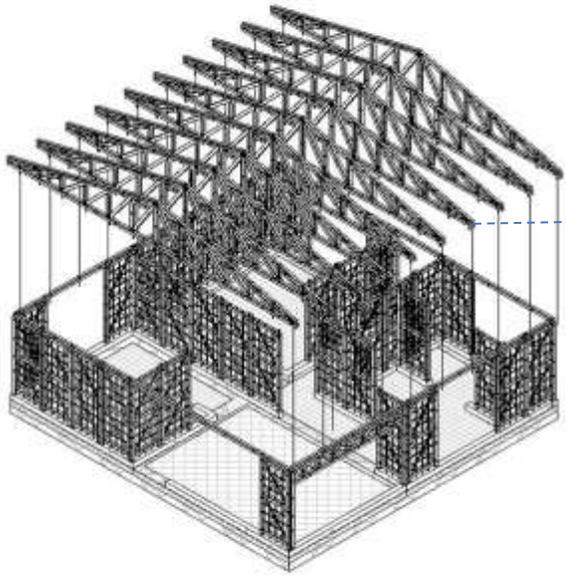
## PANELES DE ARMADURA (PAR)

Este panel es el elemento de soporte principal para los paneles para cubierta (Propuesta #1) o para los tramos completos de bambú (Propuesta #2). Se caracteriza por su configuración de estructura de alma abierta para aligerar la carga, con la singularidad de tener contraventeos de bambú entre los refuerzos principales que generan el alma. Se fijan a un cerramiento perimetral que se prepara sobre los paneles de muro y ventanas, posterior a su colocación

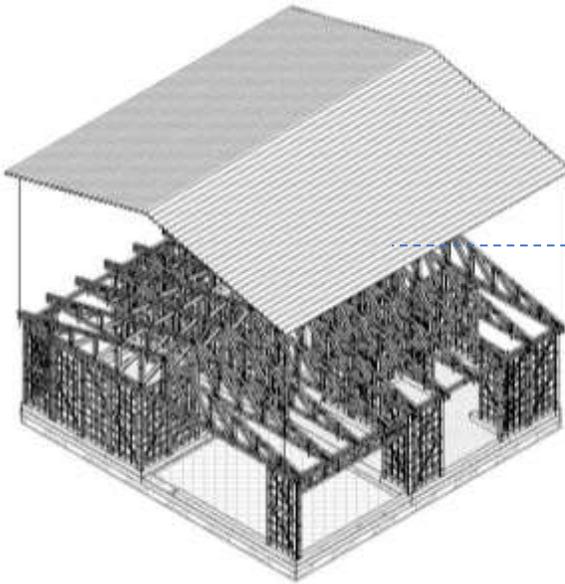


## PROCESO CONSTRUCTIVO POR FASES

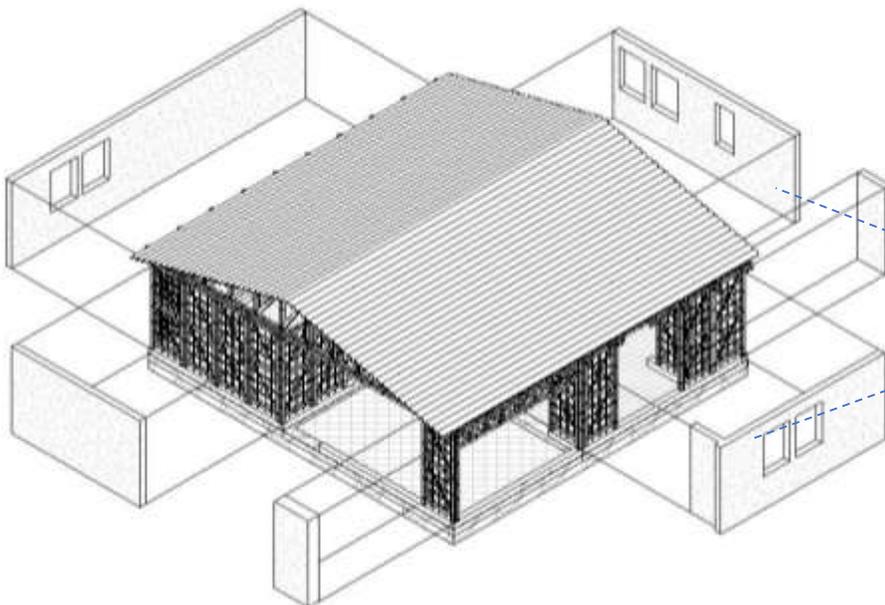




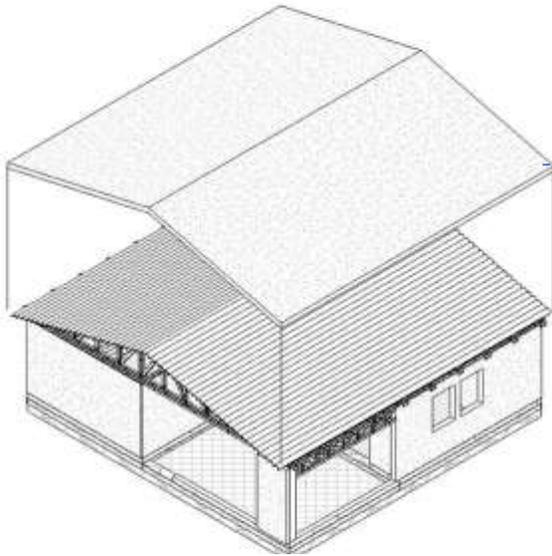
**MONTAJE DE PANELES DE ARMADURA (PAR)**



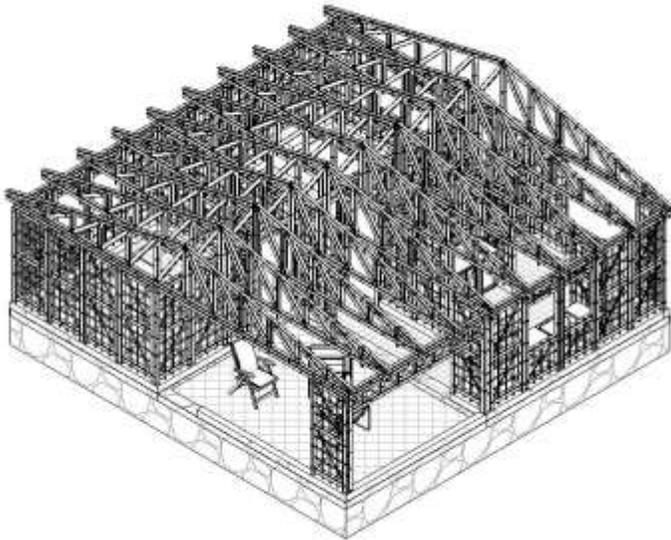
**TRAMOS DE BAMBÚ DISEÑO DE CUBIERTA PROPUESTA #2**



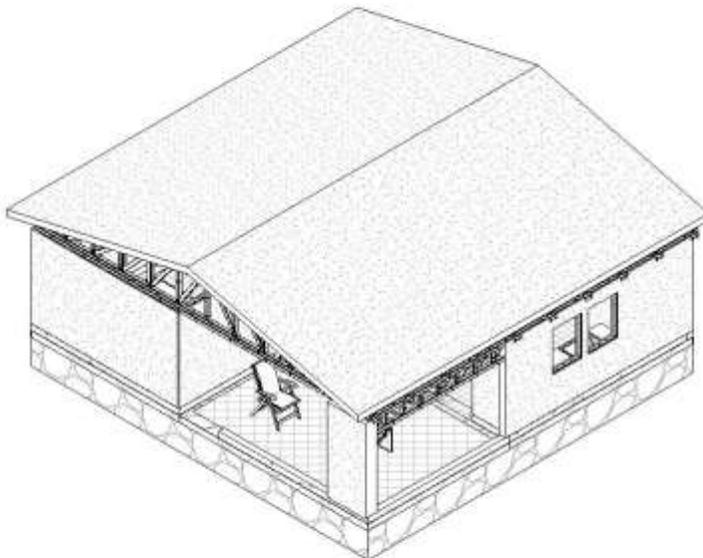
**MUROS DE PAJA Y TIERRA COMPACTADA**



**RELLENO DE PAJA Y TIERRA  
COMPACTADA EN CUBIERTA**



**VISTA DE ESTRUCTURA MONTADA**



**VISTA GENERAL DE  
PROYECTO CONCLUIDO**

## **Metas alcanzadas**

La solución del proyecto se desarrolló mediante representaciones gráficas asistido por computadora y se documentó en planos digitalizados a nivel arquitectónico para su correcta lectura e interpretación.

Posteriormente, se llevó a cabo la materialización del proyecto a una escala real en la que se pudo observar durante todo el proceso, el comportamiento de los materiales y se fueron adquiriendo técnicas constructivas a exigencia de la obra para hacer más eficiente el proceso.

Se logró un alcance de obra terminada, las expectativas del proyecto fueron las esperadas y al mismo tiempo se pudo tener documentados los aciertos y las fallas para su posible mejoramiento en las próximas puestas en práctica del proyecto.

## **Resultados y conclusiones**

El resultado final, a pesar de las implicaciones que estuvieron presentes en el tiempo de ejecución, fue satisfactorio, sin embargo, cabe mencionar que, esta práctica, al representar una fase del proceso de investigación, las pruebas realizadas con sus respectivos resultados dieron pauta a pensar en soluciones alternativas a diferentes procesos o elementos constructivos que se consideraron de una manera en la etapa de proyecto, pero que tuvieron otras soluciones en la etapa de la construcción.

## **Recomendaciones**

Como parte del objetivo principal de este análisis y documentación del proceso de diseño, planeación y ejecución del proyecto, es hacer de este documento una guía técnica para una alternativa constructiva mediante materiales eco-sustentables por lo cual se recomienda utilizarlo para tales fines. De igual manera, se recomienda utilizarlo como referencia bibliográfica para diferentes proyectos en los que su conceptualización radique en la sustentabilidad.

## Bibliografía

- Proyecto de viviendas de interés social en bahareque encementado para el municipio de Villamaría, Colombia. Cristian Fuentes Aguilar i Júlia Marcó Navarro. Universitat Politècnica de Catalunya. Convocatoria 2012-2013.
- Estudio de vulnerabilidad de las viviendas de bambú al cambio climático en el norte del Perú. Optimización de las viviendas del norte del Perú con el uso del bambú. Arq. Yann Barnet, Arq. Faouzi Jabrane. Unión europea. Red internacional del Bambú y Ratán. 2012 – 2013.
- Edificaciones antisísmicas de adobe. Manual de construcción. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Viceministerio de Construcción y Saneamiento. Dirección Nacional de Construcción. Perú. 2010.
- Construir con bambú (Caña de Guayaquil) Manual de construcción. Tercera edición adaptada para Perú. Jorge Morán Ubidia. Red internacional de Bambú y Ratán, INBAR. 2015.




  
**PROYECTO DE LOCALIZACIÓN**

**SIMBOLOGÍA**

MATERIAL DE PISO: [ ]  
 MUEBLES: [ ]  
 EQUIPO: [ ]  
 VENTANA: [ ]  
 PUERTA: [ ]  
 ESCALERA: [ ]  
 CUBIERTA: [ ]  
 SIN CUBIERTA: [ ]

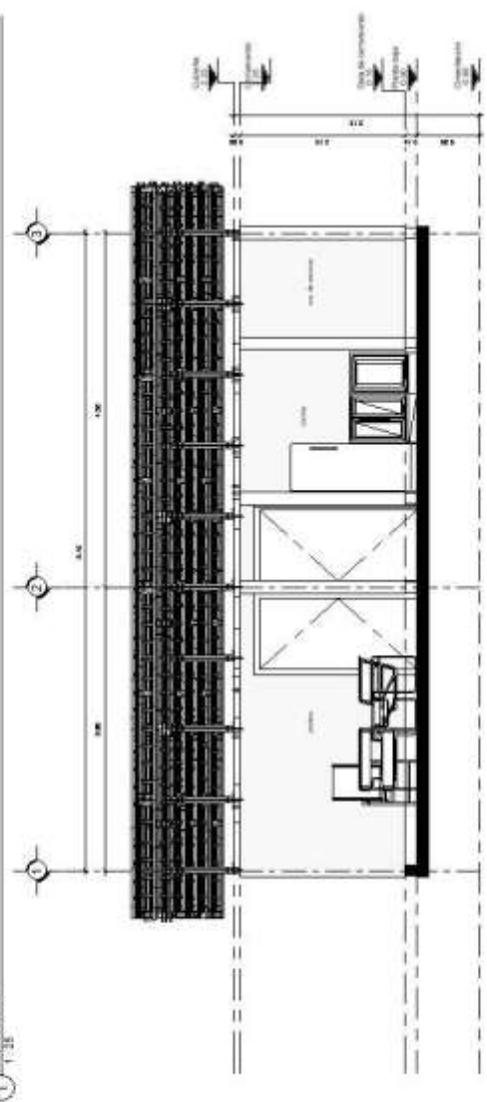
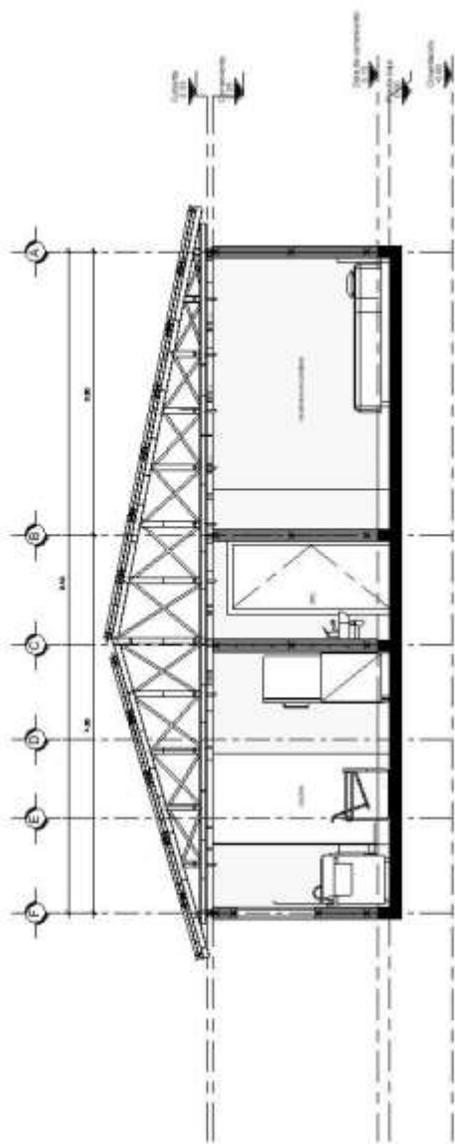
**NOTAS**



**CONSTRUCCION**  
 UNIVERSIDAD

NOMBRE: [ ]  
 CALIFICACION: [ ]  
 METODO: [ ]  
 FECHA: [ ]  
 TITULO: [ ]  
 AUTORIA: [ ]

**ARQ02**









## PERSPECTIVAS

