

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



TRABAJO DE GRADUACION

**“ALTERNATIVAS ECOLÓGICAS EN LA CONSTRUCCIÓN, DISEÑO DE
VIVIENDA: CONCRETO Y BAMBÚ”**

PRESENTADO POR:

CEREN GOMEZ, JORGE MARTIN

PARA OPTAR AL TITULO DE:

ARQUITECTO

CIUDAD UNIVERSITARIA MAYO 2019

SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR: MS. ROGER ARMANDO ARIAS

VICERRECTOR ACADEMICO: DR MANUEL DE JESÚS JOYA

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: ING. NELSON BERNABE GRANADOS

SECRETARIO GENERAL: LIC. CRISTOBAL HERNAN RIOS BENITEZ

FISCAL GENERAL: LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARIN

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO: ING. JOAQUIN ORLANDO MUCHACA GOMEZ

VICEDECANO: LIC. CARLOS ALEXANDER DIAZ

SECRETARIO: LIC. JORGE ALBERTO ORTEZ HERNANDEZ

DIRECTOR GENERAL DE PROCESO DE GRADUACION:

V°. B°. LIC. JORGE PASTOR FUENTES CABRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

AUTORIDADES

ING. JUAN ANTONIO GRANILLO COREAS

JEFE DEL DEPARTAMENTO

ING. MILAGRO DE MARÍA ROMERO BARDALES

**COORDINADORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION
DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

ARQ. RICARDO ALBERTO CARDOZA FIALLOS

COORDINADOR DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA

ARQ. RICHARD ORTEZ RIOS

DOCENTE DIRECTOR

Quiero agradecer a mi **familia** especialmente a mis **padres** por el apoyo incondicional durante todos estos años de estudio, gracias a su apoyo he logrado finalizar mi carrera y cumplir las metas que me he propuesto.

Agradecimientos también a toda aquella persona que durante este proceso me apoyo o estuvo conmigo.

Jorge Martin Ceren Gómez

Índice

INTRODUCCION	i
--------------------	---

CAPITULO I PLANTEAMIENTO INICIAL

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACION DEL TEMA	2
1.3 OBJETIVOS	3
1.4 LIMITES	4
1.5 ALCANCES	5

CAPITULO II ANTECEDENTES

2.1 Antecedentes	6
2.2 Arquitectura Ecológica	6
2.3 Materiales de Construcción.....	9
2.4 Energías Renovables:	13
2.5 Ventajas principales de las energías renovables:	14
2.6 Energía Solar	17
2.7 Techo verde	19

CAPITULO III BAMBU COMO MATERIAL PARA LA CONSTRUCCION

3.1 Introducción al bambú	20
3.2 Corte y almacenamiento.	21
3.3 Recomendaciones claves para el buen uso del bambú	24
3.3.1 Selección de la materia prima	26
3.3.2 Características no deseadas en un tallo	28
3.3.3 Preservación.....	29
3.3.4 Secado	33
3.3.5 Cimentación.....	35
3.4 Uniones	36
3.5 Estructura Portante	48
3.6 Ventajas y desventajas del Bambu	53
3.7 Ejemplos de construcciones con bambu	55
3.8 Pruebas de compresión al bambú	58

CAPITULO IV ANALISIS A LA CULTURA CONSTRUCTIVA DE LA REGION

4.1 Arquitectura en San Miguel	66
4.1.1 La vivienda en San Miguel.....	67

4.1.2 Asentamientos Urbanos Precarios en San Miguel	68
4.2 Bambú En la Zona Oriental	70
4.3 Utilización de bambú en El Salvador	72

CAPITULO V PROPUESTA

5.1 Procedimiento de concepción de la propuesta	87
5.2 Distribución de los espacios.....	90
5.3 Estructuración.....	98
5.3.1 Modelo 3D.....	103
5.4 Proceso constructivo.....	104
5.5 Detalles	107
5.6 Materiales	110
5.7 Perspectivas.....	111
Recomendaciones	117
Conclusión.....	119
Planos	121

INTRODUCCION

La arquitectura ecológica, también conocida como arquitectura sustentable, es una corriente que ha tenido auge en las últimas décadas, busca optimizar recursos naturales y sistemas de la edificación de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes; se utilizan como parámetros para medir el impacto, la forma de obtención de los materiales, el procedimiento para crear dicho material, el medio que se utiliza para transportarlos, el diseño arquitectónico, el tipo de energías a utilizar, los desperdicios, las condiciones climáticas, etc.

A través de la historia el ser humano siempre ha tenido necesidad de refugiarse para contrarrestar las condiciones adversas de vivir a la intemperie. La primera función de la vivienda es proporcionar un espacio seguro y confortable para resguardarse, el clima condiciona en gran medida tanto la forma de la vivienda como los materiales con que se construye, incluso las funciones que se desarrollan en su interior.

El bambú es un material que ha sido utilizado desde la antigüedad, sus propiedades lo hacen ser un material ideal para la construcción, en específico para construcciones de carácter ecológico, esto porque es un recurso natural de rápido crecimiento.

En este trabajo presentaremos el diseño de una vivienda con bambú, estudiando primero el medio en que vivimos, analizando el uso que se le da y la manera en que se maneja, y a base de los resultados se planteará una vivienda que sea ecológica, segura y confortable.

CAPITULO I
PLANTEAMIENTO
INICIAL

CAPITULO I PLANTEAMIENTO INICIAL

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La arquitectura en El Salvador (viviendas):

Existe una mezcla de estilos arquitectónicos, en los pueblos o en los centros de las ciudades se pueden encontrar casas con estilo colonial, construidas con adobes, en las residenciales privadas mezclas de estilos modernos, como lo son el racionalismo, minimalismo, y utilización de estilos norteamericanos, la mayoría de estas construidas con bloques de concreto; En el caso de la vivienda social o popular, vemos también el método constructivo con bloque de concreto, siendo este el material más utilizado para la construcción de vivienda.

Debido al crecimiento poblacional en las ciudades del país, se han creado muchos proyectos de vivienda popular, para satisfacer esta necesidad, pero no se ha tomado en cuenta el impacto ambiental que este método constructivo genera, y para hacerlas más accesibles a la población han dejado de lado muchos factores, como lo son el de la confortabilidad, espacio para jardines, adecuada aclimatación; es necesario plantear un sistema constructivo ecológico que se adecue a las necesidades de nuestro medio, para que sea utilizado en nuestra cultura constructiva.

1.2 JUSTIFICACION DEL TEMA

Ante las limitadas soluciones funcionales y constructivas de viviendas en las comunidades del país, y ante la creciente necesidad de la optimización y aprovechamiento al máximo de los recursos que se disponen, es preciso la búsqueda de una solución de vivienda y su entorno comunitario, que se adapten a las diversas condiciones.

1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Proporcionar información sobre el bambú como un material alternativo para la construcción para que pueda ser utilizados para llevar a cabo una vivienda, haciendo un estudio detallado de las ventajas que este presenta para el medio ambiente y para el confort de quien las habite.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar una propuesta habitacional para la zona rural y urbana (suburbios), tomando en cuenta los principios de la Arq. Ecológica, adaptada a las necesidades de nuestro medio.
- Proporcionar un material que además de informar, cree conciencia de la importancia del medio ambiente.
- Realizar un manual para construcción de vivienda ecológica con bambú.

1.4 LIMITES

Límites Temporales: El proyecto de investigación y diseño se efectuará en un lapso de 12 meses de acuerdo a la duración del proceso de evaluación del trabajo de graduación.

Límite de Información: La escasa información técnica sobre construcción con bambú que hay en nuestro medio.

Límite Geográfico: La investigación se realizará en la Ciudad de San Miguel

Limite Social: La propuesta de diseño habitación social va dirigida a personas de comunidades rurales y urbanas (Suburbios)

Limites técnicos: La falta de instrumentos normativos de procesos constructivos ecológicos hará que la propuesta sea orientada al área rural y suburbios de la ciudad de San Miguel.

1.5 ALCANCES

Obtener información necesaria para poder llevar a cabo un diseño funcional que pueda ser realizado por especialistas en la construcción con el sistema alternativo de bambú.

Determinar la factibilidad económica que tiene este tipo de construcción.

Que la propuesta de diseño sirva de base para futuras investigaciones e implementaciones sobre la vivienda rural con un enfoque ecológico.

CAPITULO II

ANTECEDENTES

CAPITULO II ANTECEDENTES

2.1 Antecedentes

En los últimos siglos, desde la revolución industrial surge un proceso de transformación económica, social y tecnológica, estos 3 factores hacen que la manera en funcionaban las sociedades cambiaran; Durante esta época nacen distintos movimientos o tipos de Arquitectura, e incorporan en sus métodos constructivos la utilización de concreto reforzado, hierro fundido, acero y vidrio; desde esa época hasta la nuestra se ha dado un avance tecnológico a pasos grandes cada día, han aparecido muchos materiales nuevos como lo son los prefabricados, el problema con todos estos nuevos materiales es que muchos de ellos causan una contaminación desde el proceso de creación hasta el momento de utilizarlos, y al desecharlos también, la mayoría de estos no son biodegradables; La arquitectura ecológica plantea la utilización de materiales biodegradables y el uso de energías renovables dando una solución a muchos de los problemas que causan los materiales mas comúnmente usados en la actualidad.

2.2 Arquitectura Ecológica

La arquitectura Ecológica o Sostenible se puede definir como el Arte o técnica que satisface nuestras necesidades como individuos y sociedad, sin requerir más recursos que los que el planeta puede aportar y permite, además, convivir de forma respetuosa en el medio natural en el cual se inserta.

Como toda rama de la Arquitectura esta tiene sus propios principios y criterios:

- Optimización de los recursos naturales.
- Reducción de la contaminación: Ya sea en la fase de construcción como en la utilidad de los edificios
- Utilización de Energías Renovables
- Respetar las condiciones del entorno para generar un buen diseño causando un mínimo impacto
- La reducción del consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación y otros equipamientos, cubriendo el resto de la demanda con fuentes de energía renovables.

2.3 Materiales de Construcción

En la Arquitectura ecológica existen diferentes tipos de materiales de construcción; Podemos encontrarnos en la actualidad con muchos métodos constructivos los cuales varían desde la materia prima a utilizar hasta el proceso para crearlos como tal, a continuación, veremos algunos de ellos.

✓ Construcciones con TIERRA:

Entre los métodos más comunes de construcción con tierra podemos encontrar el Adobe, el cob, el tapial, el bahareque entre otros; la construcción con tierra es la que menos impacto genera, se utiliza la tierra del lugar donde se hará la construcción, en algunas ocasiones, dependiendo también del método que se utilizara, es necesario estabilizarla ya sea con cal, o arcilla o cemento. Las ventajas que este tipo de construcción presenta son muchas, como el método constructivo, que no genera mucho desperdicio, el aislamiento térmico, bajo costo económico etc.



Construcción con Adobe y madera



Vivienda de tierra con techo verde

✓ **Construcción con Paja:**

En la construcción se requiere material natural como las pacas de paja, la madera para vigas y marcos de puertas y ventanas, los morillos de pino y el carrizo para el techo, tierra arcillosa y agua para el barro, piedras para los cimientos, tierra para el techo, arena y cal para mezclarlo con cemento, al igual que materiales convencionales como el mismo cemento, varillas, alambre recocido, clavos, tubos y mangueras de plástico. También, se utilizan herramientas como martillos, pinzas, machetes, tijeras, palas, picos y la flejadora, cuyo uso es más común en los empaques y embalajes de productos que en la construcción. El uso de esta técnica se esparció desde 1915, actualmente existen construcciones con esta técnica en Estados Unidos, Canadá, Francia, Inglaterra, Rusia y México.¹



✓ **Construcción con piedra:**

1. <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/construccion-sustentable-casa-de-paja.pdf>

un material que dependiendo de su modo de extracción puede ser obtenido con un bajo impacto ambiental; Existen varios tipos de piedra como el granito, pizarra, mármol, no todas tienen las mismas características, algunas son utilizadas para estructuras por su alta resistencia, otras para decoración por su belleza. Hay muchos métodos de utilización de las piedras, uno de ellos es las construcciones de piedra seca, sin mortero, algunas estructuras antiguas aún se encuentran en pie.

✓ **Construcción con Bambú:**

El bambú ha sido utilizado por el hombre de diferentes formas, para la construcción de sus hogares, para la creación de balsas, herramientas, incluso como material decorativo;



en la actualidad es también utilizado en muchas industrias, en la construcción es uno de los materiales ecológicos con mayor beneficio y es por esto que es muy utilizado para la creación de estructuras. Hay construcciones hechas en su mayoría con bambú, excepto las fundaciones, pero también es muy común usarlo con otros métodos constructivos.



2.4 Energías Renovables:

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.² Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, undimotriz, la biomasa y los biocarburos.

La diferencia entre las energías renovables y los combustibles fósiles es principalmente en su diversidad, abundancia y aprovechamiento en cualquier lugar del planeta, y también en que las energías renovables no producen gases de efecto invernadero ni emisiones contaminantes.

¿Qué tipos de energías renovables existen?

Entre las energías renovables o también llamadas energías limpias encontramos:

Energía eólica: la energía que se obtiene del viento

Energía solar: la energía que se obtiene del sol. Las principales tecnologías son la solar fotovoltaica (aprovecha la luz del sol) y la solar térmica (aprovecha el calor del sol)

Energía hidráulica o hidroeléctrica: la energía que se obtiene de los ríos y corrientes de agua dulce

2. Energía renovable en Google books pag 165.

Biomasa y biogás: la energía que se extrae de materia orgánica

Energía geotérmica: la energía calorífica contenida en el interior de la Tierra

Energía mareomotriz: la energía que se obtiene de las mareas

Energía undimotriz u olamotriz: la energía que se obtiene de las olas

Bioetanol: combustible orgánico apto para la automoción que se logra mediante procesos de fermentación de productos vegetales

Biodiésel: combustible orgánico para automoción, entre otras aplicaciones, que se obtiene a partir de aceites vegetales

2.5 Ventajas principales de las energías renovables:

- ✓ **Son el socio imprescindible contra el cambio climático:** las renovables no emiten gases de efecto invernadero en los procesos de generación de energía, lo que las revela como la solución limpia y más viable frente a la degradación medioambiental.
- ✓ **Son inagotables:** al contrario que las fuentes tradicionales de energía como el carbón, el gas, el petróleo o la energía nuclear, cuyas reservas son finitas, las energías limpias, cuentan con la misma disponibilidad que el sol donde tienen su origen y se adaptan a los ciclos naturales (por eso las denominamos renovables).

Por ello son un elemento esencial de un sistema energético sostenible que permita el desarrollo presente sin poner en riesgo el de las futuras generaciones.

- ✓ **Reducen la dependencia energética:** la naturaleza autóctona de las fuentes limpias implica una ventaja diferencial para las economías locales y un acicate para la independencia energética. La necesidad de importar combustibles fósiles produce una supeditación a la coyuntura económica y política del país proveedor que puede comprometer la seguridad del suministro energético. En cualquier parte del Planeta hay algún tipo de recurso renovable –viento, sol, agua, materia orgánica- susceptible de aprovecharlo para producir energía de forma sostenible.
 - ✓ **Crecientemente competitivas:** Las principales tecnologías renovables –como la eólica y la solar fotovoltaica- están reduciendo drásticamente sus costes, de forma que ya son plenamente competitivas con las convencionales en un número creciente de emplazamientos. Las economías de escala y la innovación están ya consiguiendo que las energías renovables lleguen a ser la solución más sostenible, no sólo ambiental sino también económicamente, para mover el mundo.
 - ✓ **Horizonte político favorable:** las decisiones acordadas en la COP21 han aportado un torrente de luz al futuro de las energías renovables. La comunidad internacional ha entendido la obligación de robustecer la transición hacia una economía baja en carbono por el futuro sostenible del planeta. El clima de consenso internacional en
-

favor de la descarbonización de la economía constituye un marco muy favorable para el impulso de las tecnologías energéticas limpias.³

3. Energia renovable en Google books pag 165.

2.6 Energía Solar

La Energía solar es la que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente) procedente del Sol, donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear. El aprovechamiento de la energía solar se puede realizar de dos formas: por conversión térmica de alta temperatura (sistema fototérmico) y por conversión fotovoltaica (sistema fotovoltaico).

La conversión térmica de alta temperatura consiste en transformar la energía solar en energía térmica almacenada en un fluido. Para calentar el líquido se emplean unos dispositivos llamados colectores.

La conversión fotovoltaica consiste en la transformación directa de la energía luminosa en energía eléctrica. Se utilizan para ello unas placas solares formadas por células fotovoltaicas (de silicio o de germanio).

Ventajas: Es una energía no contaminante y proporciona energía barata en países no industrializados.

Inconvenientes: Es una fuente energética intermitente, ya que depende del clima y del número de horas de Sol al año.

COMO FUNCIONA A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA



A Durante el día, la luz solar que incide sobre los paneles es absorbida y convertida en energía eléctrica, corriente continua.

B El inversor capta la corriente continua y la transforma en corriente alterna que puede ser consumida en la edificación

C La corriente alterna es entonces consumida en la residencia generando energía para lámparas electrodomésticas y otros

D El excedente de energía generada e inyectada en la red de distribución generando créditos que pueden ser utilizados en hasta 60 meses


 Cuando no hay generación de energía (por ejemplo, período nocturno) o cuando el consumo es mayor que el generado, se utiliza la electricidad suministrada por la distribuidora

Imagen extraída de: blog.bluesol.com.br/energia-solar-residencial-uma-otima-opcao/

2.7 Techo verde

Un techo verde o cubierta ajardinada es el techo de un edificio que está parcial o totalmente cubierto de vegetación, ya sea en suelo o en un medio de cultivo apropiado, con una membrana impermeable. Puede incluir otras capas que sirven para drenaje e irrigación y como barrera para las raíces.

Un techo verde tiene muchos efectos positivos sobre las edificaciones, entre estos están:

- Evita que los rayos del sol sean recibidos directamente sobre la cubierta, esto causa un clima más fresco dentro de la edificación
- Reduce el impacto ambiental que generan las construcciones
- Ayuda a la purificación del aire.
- Puede ser utilizado para plantas ornamentales como para cultivos
- Actúa como barrera acústica.

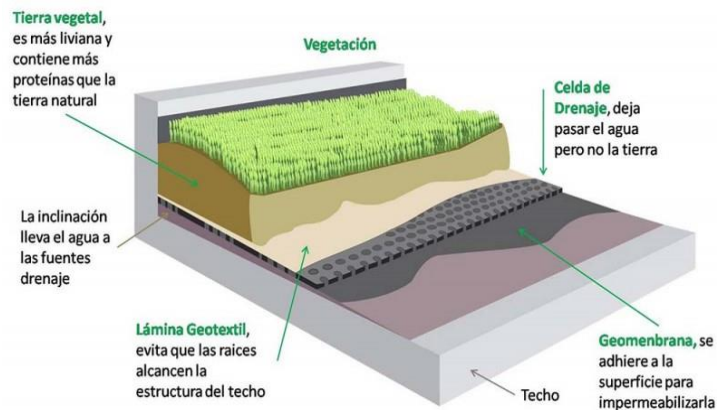


Imagen extraída de: www.emprendoverde.cl

CAPITULO III
BAMBU COMO
MATERIAL PARA LA
CONSTRUCCION

CAPITULO III BAMBU COMO MATERIAL PARA LA CONSTRUCCION

3.1 Introducción al bambú

El bambú pertenece a la gran familia de las gramíneas. Son plantas que crecen usualmente en selvas de clima cálido, en bosques mesofítico caducifolio y xerfítico caducifolia de Asia, así como en los bosques tropicales lluviosos o, en el caso de los bambúes herbáceos, en la sombra de los bosques cálidos; también a lo largo de corrientes o en áreas descubiertas, algunas veces en la sombra de la vegetación baja.

Botánicamente pertenece a las más primitivas de las gramíneas (como el maíz, la cebada, el arroz, etc.). Se pueden encontrar bambúes herbáceos creciendo en los sotobosques de la selva tropical o bien, bambúes leñosos llegando a aparecer hasta los 4000 m de altitud. Estos últimos son los que nos interesan como material estructural debido a sus características. Posee una estructura de ejes vegetativos segmentados por nudos sólidos, que crecen verticalmente. A diferencia de los árboles, su tallo (denominado caña o culmo) es hueco y dividido por tabiques. Es uniforme en su desarrollo, liviano, resistente, suave, de rápido crecimiento, de bello color e imperceptiblemente cónico.⁴



4. Tesis: Bambu como material estructural. Pag.10

3.2 Corte y almacenamiento.

Para que la recolección sea sostenible debe ser “selectiva”. Si se trata de especies monopodiales (cañas separadas uniformemente), la misma se realiza cortando solamente las que están maduras. Si se trata de especies que forman matas, la recolección selectiva se realiza cada 2 - 4 años recortando hasta un 30% del cultivo.

Se aconseja no cortar las cañas por encima de los 30 cm del suelo y no usar la sierra porque impide a la raíz pudrirse, evitando el crecimiento de nuevos brotes.

La mejor herramienta es el machete. Para acelerar la putrefacción de la raíz de la caña cortada, lo ideal es quebrar el muñón de la misma con un corte en cruz. De este modo el agua pluvial penetrará más fácilmente.

La poda se tiene que realizar poniendo cuidado de no impedir que las cañas se sujeten una con otra, de lo contrario crecerán encorvándose. Por cada 4 cañas maduras se genera una nueva. Por lo tanto, se tardan 4 años para remplazar las quitadas. Dentro de una mata la producción de cañas varía con la especie entre 10 y 38 %. El método ideal para asegurar una producción continua es determinar la producción en un año sobre la base del promedio deducido en los últimos 15 años. La primera recolección puede empezar cuando la mata llegue a su completa madurez, es decir alrededor de los 6 años después de su plantación.

En la India se abaten matas cada 3 - 4 años y se dejan aproximadamente 10 cañas por mata manteniendo las jóvenes en la periferia. Estas cañas sirven para sujetar las nuevas y mantener la completa potencia germinativa de los rizomas. Las cañas de bambú de 2 - 5 años son las más adecuadas para generar materia prima.

Con un período de rotación de 3 años, se pueden recoger entre 3.000 a 15.000 cañas por hectárea, que equivale a 7,5 - 38 ton/ha. Para comprender mejor este dato, en Alemania la productividad de leña seca es de 1,4 ton/ha de bosque (Barbaro, 1997).

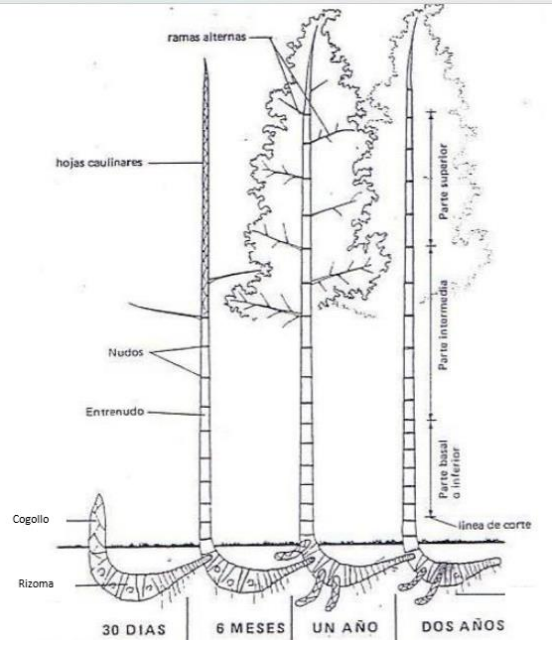
Tras el abatimiento de las cañas, las ramas se tienen que quitar con cuidado para no dañar la “corteza” que protege contra la humedad y los microorganismos nocivos.

Las cañas tienen que ser colocadas horizontalmente y con apoyos frecuentes, de modo que no se encorven.

Deben estar protegidas del sol, la lluvia y la humedad del terreno. El secado al aire necesita de un período de 6 a 12 semanas, mientras que en el horno tarda solamente 2 o 3 semanas. Algunas especies de bambú no toleran un secado rápido y desarrollan grietas o quebraduras axiales.

La forma ideal de almacenarlas es dentro estantes, donde la primera capa no tiene que estar a menos de 50 cm. del terreno. Eso garantiza una buena circulación del aire y la

posibilidad de inspeccionar cada una. Las cañas afectadas por hongos o insectos se tienen que eliminar o tratar inmediatamente⁵.



5. Tesis: Bambu como material estructural. Pag.11

3.3 Recomendaciones claves para el buen uso del bambú

USAR UNA BUENA MATERIA PRIMA: Para contar con bambú de calidad es necesario usar cañas maduras, Por su resistencia y menor contenido de humedad, que hayan sido debidamente preservadas y secadas. El uso de cañas no maduras o frescas (sin secado), puede ocasionar rajaduras, fisuras y hasta el colapso de la construcción. Para la obtención de cañas chancadas y latillas, se utilizan cañas maduras pero frescas.



MANTENER COLUMNAS Y PAREDES AISLADAS DE LA HUMEDAD DEL SUELO: Para construir columnas o paredes con bambú es necesario que no se las empotre directamente en el concreto o en el suelo para evitar su deterioro (pudrición) Las cañas tienen una alta capacidad de absorción de la humedad del ambiente, del suelo y de la lluvia.



EVITAR EL APLASTAMIENTO Y LA FISURA DE LAS CAÑAS Cuando se aplica un peso localizado sobre el entrenudo, éste se aplasta, pudiendo deteriorar toda la estructura. Para evitarlo, se debe colocar las cargas sobre los nudos y/o rellenar la caña de concreto. Además, es necesaria la presencia de un nudo en cada extremidad de las cañas para evitar que se fisure. ⁶



6. Manual de Construcción con Bambú, Red Internacional de Bambú y Ratán, INBAR Pag.12

3.3.1 Selección de la materia prima

La calidad de la construcción inicia con la selección de las cañas que se utilizarán. Se debe adquirir o cortar cañas maduras, debido a que sus fibras son resistentes. Además, es importante usar cañas que no tengan fisuras o enfermedades. Las cañas rollizas se pueden transformar en cañas chancadas, que tienen variadas aplicaciones en la construcción.

En construcción se deben utilizar solo cañas maduras, sanas y sin defectos de forma. La madurez se alcanza a los 4 años y el método más seguro para conocer la edad de la caña es marcarla desde su nacimiento. Sin embargo, existen algunas características exteriores, que pueden contribuir a su selección adecuada.⁷

Estados de Madures del bambú

BROTE NUEVO

Los tallos nuevos del bambú se llaman brotes y nacen del rizoma. Los brotes nacen protegidos por vainas de color café llamadas “hojas caulinares”



BROTE EN CRECIMIENTO

Antes de un año de edad, los brotes llegan a su altura máxima, pero conservan sus hojas caulinares.



7. Manual de Construcción con Bambú, Red Internacional de Bambú y Ratán, INBAR Pag.13

TALLO TIERNO O VERDE

Cuando el tallo tiene entre 1 y 3 años, ha perdido sus hojas caulinares y se distingue por su color verde brillante. En esta fase el tallo es aun demasiado tierno para su uso en la construcción



TALLO SOBREMADURO

Es cuando los tallos están cubiertos por hongos y líquenes en su totalidad, se presentan algunos musgos en los nudos de aspecto gris, blancuzco, próximo a secarse.



TALLO MADURO

Cuando el tallo tiene mas de 4 años, esta listo para su corte y aprovechamiento. Se dice que esta “maduro” y se le distingue por su color verde opaco, el tallo esta cubierto con manchas de líquenes blancos



3.3.2 Características no deseadas en un tallo

Es importante seleccionar el bambú con las características necesarias, en un estado maduro, y que no tenga los siguientes defectos:

- Con huecos o rajaduras:

Los pájaros carpinteros e insectos pueden hacer huecos en el bambú, estos tallos no son recomendables para la construcción debido a que pueden presentar defectos mecánicos. Los tallos rajados pueden ser utilizados como latillas o cañas chancadas.

- Con deformaciones o conicidad alta:

Decoloraciones del tallo pueden indicar una enfermedad que ha afectado las características físicas para ser usadas en construcción.

- Con entrenudos muy largos:

Los tallos con entrenudos mayores a 50 centímetros no son recomendables para el uso en la construcción.

- Con pudrición o síntomas de enfermedad:

Los tallos con evidencia de pudrición no deben ser utilizados. Hay que tener cuidado de no confundir la pudrición con las manchas blancas de los líquenes. Sin embargo, decoloraciones del tallo pueden indicar una enfermedad que ha afectado las características físicas necesarias para ser usados en la construcción.⁸

8. Manual de Construcción con Bambú, Red Internacional de Bambú y Ratán, INBAR Pag.14

3.3.3 Preservación

Se deben aplicar métodos de preservación para aumentar la vida útil del bambú y evitar que sea afectado por insectos o microorganismos. Hay métodos tradicionales y métodos químicos. Estos últimos deben ser adecuadamente aplicados para no afectar la salud del usuario y el ambiente. Se recomienda un método tradicional y otro químico (por ejemplo, con bórax y ácido bórico).

Métodos tradicionales de preservación

En el bambú, los azúcares y almidones son el principal alimento para los insectos y hongos cromógenos o manchadores. Los métodos utilizados para reducir el contenido de estos carbohidratos en el bambú son.

1. Cortar el bambú durante la estación en la cual el contenido de carbohidratos sea más bajo: el contenido de azúcar en la mayoría de las plantas varía con la estación, siendo menor en la estación más seca.
2. Cortar el bambú a la edad madura: ya que el contenido de carbohidratos en esta etapa es bajo. Generalmente el bambú madura a los 3 ó 4 años.

3. Curado: los tallos son cortados en la base, dejándoles las ramas y hojas de tal manera que la transpiración continúe, reduciéndose el contenido de carbohidratos en el tallo.
4. Inmersión en agua: este método comúnmente utilizado en los países asiáticos consiste en sumergir los tallos recién cortados en agua corriente o estancada (Sulthoni, 1987). Durante el período de inmersión los carbohidratos contenidos en el parénquima son reducidos. Algunos trabajos han recomendado que un período de inmersión de 4 a 12 semanas es suficiente.
5. Ahumado sobre fuego abierto: Consiste en colocar los culmos sobre fuego abierto, rotándolos sin quemarlos, el humo los ennegrece y por el calor se extraen los carbohidratos. En Japón se colocan los culmos en cámaras a temperaturas entre 120 a 150 °C por 20 minutos, este proceso se considera efectivo para la protección contra insectos xilófagos.⁹

9. Manual de Construcción con Bambú, Red Internacional de Bambú y Ratán, INBAR Pag24.

Método químico de preservación, con bórax y ácido bórico

El método de inmersión en solución de bórax y ácido bórico es el más recomendado, por su eficacia, costo, y seguridad para usuarios y medio ambiente. Según algunos expertos, la inmersión debe realizarse con cañas secadas durante una semana como máximo y que aún conservan su color verde.

1. Preparación de la poza

Se prepara un tanque suficientemente grande para sumergir el material a preservar. Se puede excavarlo y recubrirlo con plástico grueso, asegurado con pesos en sus bordes o construir una poza de concreto armado. En ambos casos deben tener una pendiente en el fondo. Por cada 100 litros de agua se recomienda entre 2 y 2.5 kg de cada uno de los químicos: bórax



y ácido bórico. Éstos son inocuos, pero debe evitarse el contacto con los ojos. Los químicos primero se disuelven aparte en agua caliente y luego se mezclan en la poza.

2. Perforación de los tabiques internos

Para permitir la entrada de la solución en la caña, se perforan todos los tabiques que existen en el interior de la caña, con una varilla larga de acero con punta de aproximadamente 1/2" de diámetro.

3. Inmersión

En el tanque con el preservante, se introducen las cañas rollizas previamente lavadas, latillas o caña chancada. Se aseguran con piedras u otros pesos colocados encima para que todo el material esté sumergido. La colocación de las cañas rollizas sobre un declive permite el escape del aire atrapado.



La caña rolliza tiene que estar sumergida un mínimo de 5 días, mientras que las latillas y caña chancada requieren por lo menos 24 horas de preservación. Antes de sacar el material se deja escurrir sobre el tanque. Se debe evitar el acceso del agua de lluvia mediante una cubierta.

4. Ecurrido

Una vez terminado el proceso de inmersión, se debe escurrir el exceso de preservante contenido en el interior de las cañas. Para ello se inclina las cañas cabeza abajo y se giran dos veces al día durante dos días.¹⁰



10. Manual de Construcción con Bambú, Red Internacional de Bambú y Ratán, INBAR Pag24.

3.3.4 Secado

Para concluir el proceso de preparación de la caña, éstas deben ser secadas. Este proceso puede ser llevado a cabo al aire libre o en secadores solares; Con un secador solar, se puede alcanzar niveles de humedad menores en comparación con el método al aire libre.

Secado sobre caballete

La forma de secado más usada es apoyar las cañas sobre un caballete; aislando las cañas del contacto directo con el suelo natural. Para un secado uniforme, se recomienda un giro parcial y diario de cada uno de las cañas durante los



primeros 15 días y después de manera menos frecuente. El tiempo de secado puede variar entre 2 y 6 meses según las condiciones climáticas.

Secado y almacenamiento bajo techo

En este método, las cañas de proceso de secado se realizan protegiendo las cañas del contacto directo con el sol que puede provocar rajaduras y torceduras. Para que el proceso de secado sea eficiente, se deben colocar separadores para facilitar el buen flujo de aire.



Secado con secador solar

En este método se utiliza un invernadero cerrado, cuyas paredes y techo son de plástico o vidrio. De esta manera, se generan mayores temperaturas al interior del ambiente, lo que promueve el secado de las cañas. Puede tardar 12 días.



Secado mediante Horno

Se pueden secar las cañas en hornos idénticos a los que se utilizan para la madera.



Secado mediante inyección de aire caliente

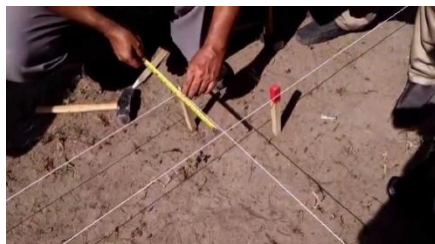
Con un ventilador y mangueras de plástico conectadas al interior de cada caña se inyecta aire caliente.¹¹



11. Manual de Construcción con Bambú, Red Internacional de Bambú y Ratán, INBAR Pag.26

3.3.5 Cimentación

Las cimentaciones son las bases que sirven de sustentación al edificio; se calculan y proyectan teniendo en consideración varios factores como la composición y resistencia del terreno, las cargas del edificio. Se recomienda basarse sobre un estudio de suelo previo. Según el cálculo, la cimentación puede ser de concreto simple, concreto ciclópeo o concreto armado. El primer paso por realizar es el **trazo y nivelación**, se ubican en el terreno el perímetro de la construcción, los ejes de las paredes y columnas, para esto se utilizan cordeles y también se realiza la nivelación de los elementos según diseño usando una manguera transparente con agua. Luego de haber realizado esto se procede a **excavar** las cimentaciones, y una vez excavado y verificando que tenga las medidas correspondientes se procede a compactar la base, y si es necesario se rellena ya sea con suelo cemento o lodocreto dependiendo de la necesidad, si no es necesario se procede a colocar la estructura metálica y se realiza el **colado** de concreto, desde el cimienta pueden nacer las varillas en las cuales se colocaran las columnas de bambú.¹²



12. Manual de Construcción con Bambú, Red Internacional de Bambú y Ratán, INBAR Pag.30

3.4 Uniones

Por uniones nos referimos a medios para unir bambúes, cañas chancadas u otros materiales como maderas entre sí. Por ser huecas y cilíndricas, no es posible hacer uniones con caña rolliza como se las realiza con madera. El uso de clavos y alambres debe ser muy limitado, porque los primeros provocan rajaduras y los segundos no son resistentes. Se describirán algunas técnicas apropiadas para realizar uniones con bambú utilizando ensambles tradicionales, elementos metálicos y rellenos con mortero.

- **Entalladuras y ensambles**

Para unir el extremo de una caña de bambú con otra, es necesario moldear aquel extremo de acuerdo al diámetro de la otra y al ángulo de acople, de tal manera que la unión quede fuerte y fija. Se distinguen dos tipos básicos de entalladuras: boca de pescado y pico de flauta. Antes de moldear la entalladura se traza su forma sobre el extremo de la caña. Es necesario que la parte más entallada del bambú se encuentre a menos de 4cm de un entrenudo.

1. Corte tipo “boca de pescado”

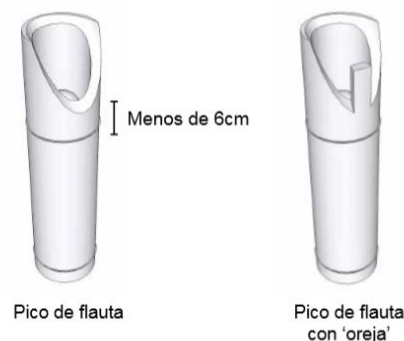
La “boca de pescado” se utiliza para unir el extremo de una caña rolliza de bambú a otra perpendicular. Para obtener una unión más fija, se puede modelar una “oreja”, que es un segmento corto de caña



ubicado en el punto más bajo de la boca y que sirve para insertar en una perforación hecha en la otra caña. Debe ser realizado a 2cm o 3 cm. del nudo inmediato inferior, como lo muestra la fotografía. Para hacer este tipo de uniones, se requiere mazo y formón. También se puede realizar con arco de sierra, sierra de copa, moladora o caladora.

2. Corte tipo “pico de flauta”

Para unir el extremo de una caña rolliza a otra, con un ángulo diferente a 90 grados, se debe utilizar la entalladura “pico de flauta”. Una característica del pico de flauta, es que siempre queda una parte del extremo intacto (sin cortar). También esta entalladura puede contar con una “oreja” para una unión más fija.



- **Uniones con perno**

Para fijar y asegurar uniones de bambú y otros materiales, en muchos casos se utilizan elementos pasantes. Dependiendo del material disponible y el presupuesto, se puede usar pernos de acero galvanizado con varillas roscadas, tuercas y arandelas, o tacos de madera dura, o varillas de acero lisas. Aquí se describen 5 aplicaciones de pernos pasantes.

1. Para fijar 2 o más bambúes alineados

Para fijar dos o más cañas se atraviesa un perno de forma perpendicular por dos o más cañas. Se utiliza particularmente para realizar columnas o vigas compuestas.



Para realizar una articulación entre 2 o más bambúes

Para fijar dos o más cañas articuladas, se atraviesa un perno de forma perpendicular a las cañas.



2. Para fijar una unión de pico de flauta

Para uniones de pico de flauta se recomienda el uso de pernos con varillas roscadas. La dirección del perno es perpendicular al corte en pico de flauta.



3. Para fijar un bambú sobre otro bambú

Se atraviesa los bambúes con un perno perpendicular a las cañas. Si se requiere, se puede regular la distancia entre los dos bambúes a través de tuercas y contratuercas como lo enseña la foto.



4. Para fijar un muro o panel de bambú a la estructura portante

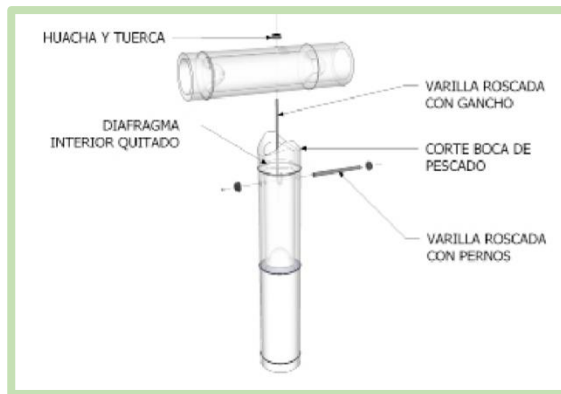
La estructura portante está compuesta por columnas, vigas y diagonales. Para fijar un panel de muro a una estructura portante se atraviesa un perno horizontal por la columna y la estructura del muro (bastidor). Cuando no hay acceso al interior del muro, se aplica una varilla de acero liso o un taco de madera dura.¹³



13. Manual de Construcción con Bambú, Red Internacional de Bambú y Ratán, INBAR Pag.43

- **Perno tensor**

Este tipo de unión es aplicable solo para uniones tipo boca de pescado. Requiere dos piezas de acero: una varilla roscada o con hilo en un extremo y gancho en el otro (varilla tensor) y un perno de menor longitud (anclaje). La varilla tensor, ubicada en la caña que no tiene boca de pescado, penetra en la otra caña y se engancha en el perno de anclaje. La ventaja de esta unión es que se puede asegurar apretando la tuerca y queda discreta.



1. Quitar el diafragma interior

En la pieza de bambú con la boca de pescado, se retira con un formón o una varilla con punta el diafragma interior del nudo detrás la boca para dejar pasar el gancho



2. Colocar el perno de anclaje

Se posiciona el perno tensor sobre la unión para estimar el lugar de perforación del perno de anclaje. Luego se perfora con el taladro y se coloca el perno de anclaje.



3. Ubicar el perno tensor y perforar

Con el perno tensor (con gancho) ubicado sobre la unión, se estima la posición de las perforaciones del perno tensor. Luego se utiliza el taladro para perforar la(s) caña(s) perpendicular(es) a la caña con boca.



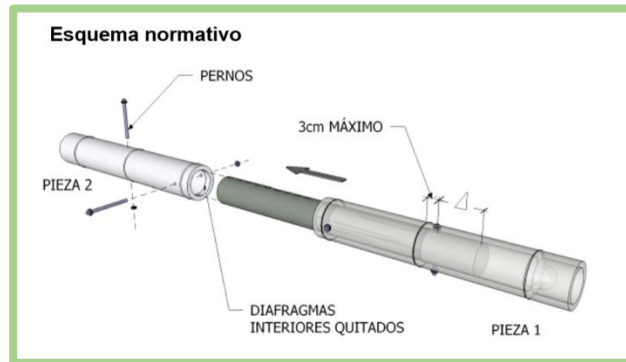
4. Instalar y asegurar el perno tensor

Con mucho cuidado el gancho debe asegurarse al perno de anclaje, girándolo hasta que se ancle con éste. Se asegura el perno tensor mediante tuerca con arandela.¹⁴



- **Uniones longitudinales**

Para unir dos cañas longitudinalmente, se seleccionan bambúes de similar diámetro. Se realiza el corte de tal manera que la unión a realizar presente dos nudos cercanos (menos de 6cm de la extremidad.)



1. Insertar un segmento de caña o madera

Se elimina el relleno natural (tabique) interior de los extremos de cada una de las cañas a unir y se introduce una caña de menor diámetro o un segmento de madera en el extremo de una de aquellas. La caña o pieza a introducir debe llegar hasta la mitad de cada caña entrenudo y nudo.



2. Acoplar las cañas nudo a nudo

Se introduce el segmento de caña o madera en el extremo de la otra caña y se acoplan las dos, nudo a nudo.



Dos cañas unidas con soga de presión y colocación de dos pernos.

3. Sujetarlas mediante cuerdas y pernos

Se aplica un torniquete de cuerdas sobre la unión a realizar y se colocan dos pernos, uno a cada lado de la unión, que atraviese la caña o pieza de madera interior, asegurándolo con tuercas y anillos.

Posición de pernos

En esta unión se aplican dos pares de pernos perpendiculares entre sí. Para evitar que se raje la caña es necesario que cada par de pernos sean colocados perpendicularmente entre sí.



Perno mal ubicado



Perno bien ubicado

4. Ubicación de los pernos finales

Se colocan dos pernos finales de tal manera

que sean perpendiculares a los anteriores y se realiza el ajuste con tuercas y anillos.¹⁵

- **Relleno con mortero**

Se procede al relleno de los canutos de bambú para reforzar uniones. Esta técnica sirve para fijar las uniones con pernos o fierros empotrados, evitar el aplastamiento y aumentar la resistencia del bambú al corte. En particular, se aplica para unir columnas de bambú a los cimientos, en los cuales previamente se ha empotrado una varilla de acero. A continuación, se describe los pasos para realizar esta unión.

1. **Fijar la varilla en la cimentación**

En cada uno de los sitios de cimentación, destinados para ubicar columnas de bambú se empotra una varilla de acero de 3/8" o 1/2" de diámetro, que sobresalga como mínimo 40 centímetros del sobrecimiento.



2. **Colocar la columna y hacer perforaciones**

Se perforan los diafragmas (tabiques internos) inferiores de la columna de bambú hasta dejar libre el espacio para colocarla encima de la varilla. Luego se realiza con taladro y sierra de copa una perforación entre 3cm y 4cm de diámetro, ubicada por encima del nivel de la varilla (más de 45cm desde el sobrecimiento)



3. Llenar el vacío

Mediante un embudo, se introduce un mortero semilíquido formado por tres partes de arena gruesa y una de cemento (3:1), hasta el nivel de la perforación. Durante el llenado se procede a golpear la columna para que haya un reparto uniforme del mortero.



4. Tapar la perforación

Con la misma pieza (disco) de bambú que se ha extraído con la sierra de copa, se cierra la perforación.¹⁶



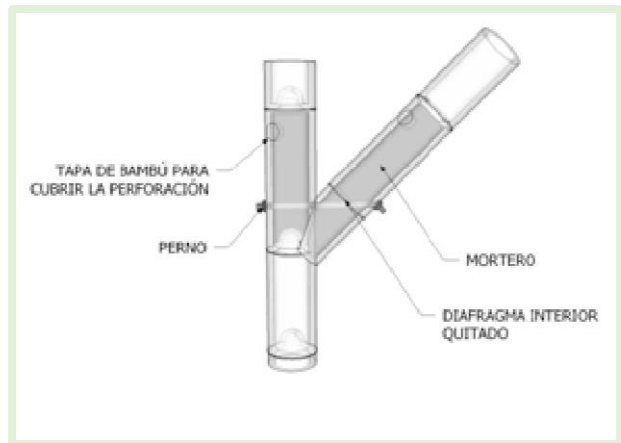
16. Manual de Construcción con Bambú, Red Internacional de Bambú y Ratán, INBAR Pag.49

- **Otras uniones de la norma E.100**

En cualquier unión, las piezas de bambú deben ser cortadas de tal forma que quede un nudo entero en cada extremo o próximo a él, a una distancia máxima de 6 centímetros del nudo. Las piezas de bambú no se deben unir con clavos.

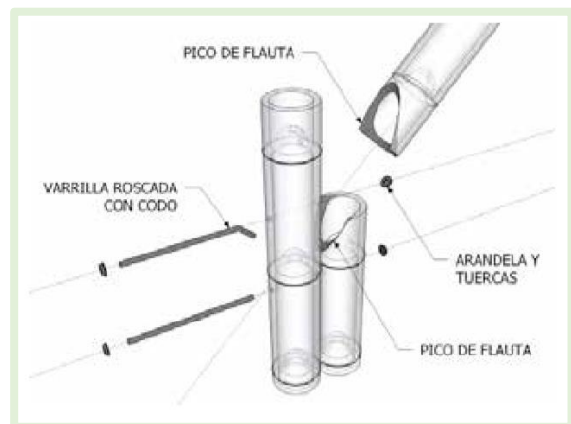
1. Unión en diagonal con refuerzo de mortero

Para evitar que el perno corte el bambú bajo la carga que pasa por la unión, se refuerza la unión en diagonal rellenando los canutos de ambos bambúes



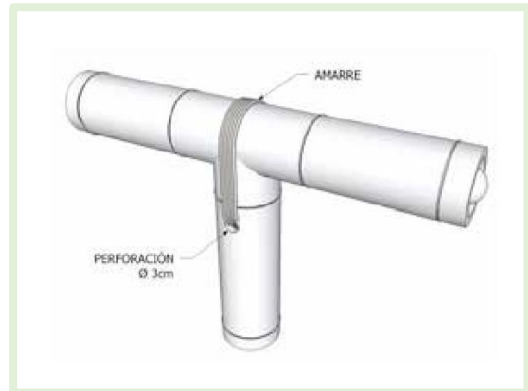
2. Unión en diagonal con bambú de refuerzo

Para evitar que el perno corte el bambú bajo la carga que pasa por la unión, se refuerza la unión en diagonal con un bambú vertical adicional empernada a la columna y con un pico de flauta que se acopla a la pieza diagonal.



3. Unión perpendicular con amarre

El amarre puede ser de cuerda, zuncho metálico o plástico. Es importante asegurarse de la buena tensión del amarre y revisarlo periódicamente después de la construcción.¹⁷



17. Manual de Construcción con Bambú, Red Internacional de Bambú y Ratán, INBAR Pag.50

3.5 Estructura Portante

La estructura portante es el esqueleto de una edificación y como tal debe soportar el peso propio de los muros, techos, personas, mobiliario, así como las cargas de los sismos, vientos o de otros eventos circunstanciales como choques o impactos. En la estructura portante se distinguen los elementos verticales (columnas o pie derechos), los horizontales (vigas o soleras), y los inclinados (diagonales). De la calidad de la estructura portante depende la estabilidad de la edificación. Debe cumplirse la norma E.100 Bambú del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Estructura aporticada

En una estructura aporticada, el bambú rollizo asume todas las cargas de la estructura portante. Existen dos principales formas de trabajar: la primera consiste en construir directamente la estructura sobre su base de cimientos empezando por las columnas; mientras la segunda consiste en prefabricar componentes de la estructura en el suelo y



colocarlos posteriormente en sus bases. La segunda solución suele facilitar y optimizar el trabajo, sobre todo si la edificación está compuesta de componentes repetitivos.

Construir en Sitio

Columnas

las columnas deben ubicarse sobre las varillas que previamente se dejaron empotradas desde el cimiento y sobresalidas del sobrecimiento. De acuerdo al peso y al diseño de la edificación se utiliza 1, 2 o más bambúes.



Vigas

Se ubican las vigas de bambú rollizo sobre las columnas mediante uniones adecuadas. Estas vigas pueden estar constituidas por 1, 2 o más cañas, de acuerdo a la separación entre columnas o al peso de la cubierta (según su diseño estructural).



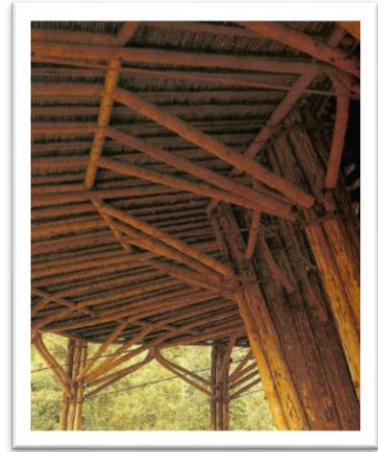
Diagonales

Para evitar los movimientos laterales de la estructura (provocados por empujes, sismos, vientos) se colocan diagonales según el diseño estructural. Generalmente se las ubica en las esquinas o vértices de las edificaciones.

Para ello, se suele utilizar uniones de pico de flauta.

Antes de asegurarlas y fijar definitivamente la

estructura, se tiene que plomear los elementos verticales y alinear los elementos horizontales.



Fijar columnas

Luego deben fijarse las columnas a la cimentación mediante el relleno de mortero de arena-cemento verificando la nivelación y plomada de cada elemento.

Prefabricar los componentes estructurales principales

Prefabricación en el suelo

Primero se traza en el suelo los componentes por prefabricar. Puede ser un pórtico entero, un semi pórtico, un tijeral, etc. Como los bambúes son irregulares, se suele utilizar únicamente los ejes de las cañas como referencia. Encima se unen los bambúes según el plano.



Montar la estructura

Una vez prefabricados los componentes principales, se colocan sobre los cimientos. Se recomienda el uso de cuerdas y andamios para facilitar el elevamiento de la estructura y el uso de puntales para asegurar temporalmente los elementos.



Después se colocan los elementos horizontales que permiten unir entre si los componentes prefabricados.

Fijar la estructura

Luego se fija la estructura definitivamente con las diagonales complementarias y con el relleno de los canutos que lo requieren: conexión al sobrecimiento y uniones que reciben muchas cargas (según diseño estructural).¹⁸



18. Manual de Construcción con Bambú, Red Internacional de Bambú y Ratán, INBAR Pag.52

3.6 Ventajas y desventajas del Bambu

VENTAJAS

- Características mecánicas que lo hacen apto para cualquier uso estructural. La forma circular hueca lo hace liviano, permite la construcción rápida y es fácilmente transportable.
- Es apto para construcciones sismo resistentes debido a su rigidez y elasticidad que evita su ruptura al curvarse.
- Su mecanización es sencilla y se realiza con herramientas comunes.
- No posee corteza a eliminar, ni necesita pulidos o acabados porque dispone de un esmalte natural. Puede recibir acabados de pintura, barniz, laca, aceites y ceras transparentes.
- Puede emplearse con otros materiales de construcción.

DESVENTAJAS

- Puede pudrirse por la acción permanente de la humedad. Para evitar la subida por capilaridad se emplean impermeabilizantes tradicionales como alquitranes, láminas bituminosas o polietileno.
-

- Al secarse se contrae y se reduce su diámetro, presenta problemas especialmente con el hormigón, en general pierde o gana humedad en equilibrio higroscópico con el medio ambiente.
- El revestimiento exterior ha de ser estancado al agua y resistente a la humedad además de protegerse con aleros generosos.
- Es altamente combustible por lo que requiere una protección por diseño. Normalmente se ha de especificar un revestimiento interior incombustible en los muros.
- Las uniones se deben hacer con empalmes como la madera y hay que acudir a piezas especiales de diseño.

3.7 Ejemplos de construcciones con bambu

Por su resistencia física y por su rápido crecimiento el bambú es utilizado en muchos lugares del mundo para la construcción, con el creciente movimiento ecológico es un material que va en auge por sus ventajas que tiene en comparación a otros materiales.

BB HOME



CONSTRUIDA POR: **H&P Architects**

LUGAR: **VIETNAM**

El módulo de vivienda de bambú puede ser construido en 25 días, tiene un costo aproximado de \$2500; las medidas del diámetro de bambú a utilizar varia de 8 a 10 cm con la altura de 3.3 a 6.6m



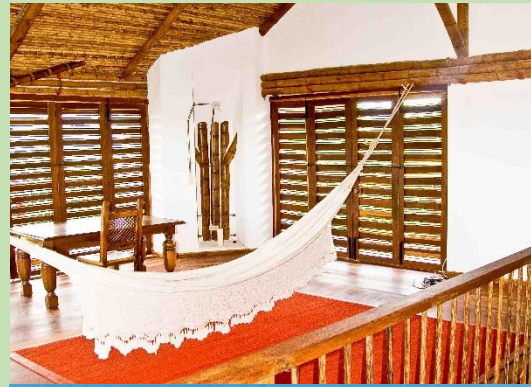
LA MINHOCA



CONSTRUIDA POR: **Arq Carolina Salazar**

El proyecto esta basado en vivienda de alta calidad, diseñada utilizando conceptos ecológicos y cumpliendo con las necesidades de la ZERI foundation (Zero Emissions Research & Initiatives).

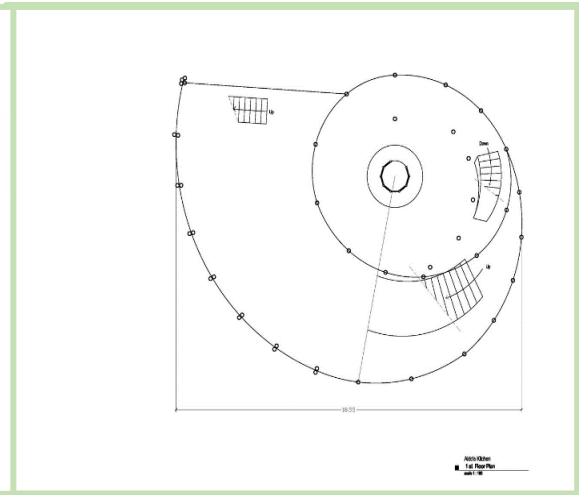
Esta construida con bambú y bahareque.



ALDO RESTAURANT



El proyecto inicialmente fue diseñado para ser un restaurante, pero actualmente es la oficina de **IBUKU** quienes fueron los mismos constructores, esta ubicado en Bali, **Indonesia**, esta construido en su totalidad con bambu.



3.8 Pruebas de compresión al bambú

Para comprobar la resistencia del bambú se hicieron pruebas de compresión en el laboratorio de la Universidad Gerardo Barrios, estas pruebas nos sirven para tener una referencia de la resistencia del bambú en ciertas condiciones.

EL bambú que fue sometido a pruebas es proveniente del **Cantón la peña, Chinameca.**

Pruebas Bambú.

MUESTRAS

La muestras tenían 20cm de Altura por 10cm de diámetro aproximadamente, un grosor del bambú de 1cm aproximadamente.





Resultado

Al realizar la prueba pudimos apreciar que el bambú no se rompió, más bien sufrió una deformación en su parte inferior con la carga de **11423** Kilogramos fuerza el primer espécimen y **12043** Kilogramos fuerza el segundo.





UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO	Tesis: Vivienda de Bambú.
SOLICITO	Jorge Martin Cerén Gómez
LABORATORITA	WJH

Ensayo de resistencia a la compresión

NORMA ASTM C - 39

Cilindro No.	1	2			
Fecha de ensayo	27/08/18	27/08/18			
Peso (gr.)	366,28	378,77			
Diámetro externo (cm)	9,42	9,66			
Diámetro interno (cm)	7,26	6,81			
Altura (cm)	20	20			
Área gruesa (cm ²)	69,69	73,29			
Área efectiva (cm ²)	28,35	36,92			
Velocidad de carga (psi/seg)	30	30			
Carga de ruptura (kilogramos fuerza)	11423	12043			
Esfuerzo de ruptura Área gruesa (kg/cm ²)	163,90	164,32			
Promedio: Esfuerzo/Área gruesa (kg/cm ²)	164,11				
Esfuerzo de ruptura Área efectiva (kg/cm ²)	402,87	326,19			
Promedio: Esfuerzo/Área efectiva (kg/cm ²)	364,53				

COLOCACION DE LA MUESTRA

Cilindro No. 1	Espécimen de prueba.
Cilindro No. 2	Espécimen de prueba.
Cilindro No.	
Cilindro No.	
Cilindro No.	
Cilindro No.	

OBSERVACIONES:

--



Ing. René A. Martínez.

Administrador.

Pruebas Bambú Rellenado con Concreto.



MUESTRAS

La muestras tenían 20cm de Altura por 10cm de diámetro aproximadamente, un grosor del bambú de 1cm aproximadamente y el espacio vacío un relleno de concreto 1:2:2. *(la grava fue sustituida por chispa)*



El Bambú fue relleno con concreto proporción 1:2:2 y para imitar las condiciones que genera el bambú al relleno con concreto o mortero, se envolvieron las muestras en periódico y se metieron dentro de una bolsa, esto mantuvo la humedad en la muestra de una manera similar a la que el bambú mantiene su humedad debido a los nudos.











UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO	Tesis: Vivienda de Bambú.
SOLICITO	Jorge Martín Cerón Gómez
LABORATORITA	WJH

Ensayo de resistencia a la compresión

NORMA ASTM C - 39

Cilindro No.	1	2				
Fecha de elaboración	29/06/18	29/06/18				
Fecha de ensayo	07/07/18	07/07/18				
Edad de cilindro (días)	8	8				
Peso (gr.)	3048	2896				
Díámetro (cm)	10,5	11				
Altura (cm)	20	20				
Asentamiento (pulgadas)	---	---				
Velocidad de carga (psi/seg)	30	30				
Peso volumétrico (kg/m ³)	1760,01	1523,67				
Carga de ruptura (kilogramos fuerza)	6140	5994				
Esfuerzo de ruptura (kg/cm ²)	70,91	63,07				
Resistencia de diseño (kg/cm ²)	140	140				
Esquema de la fractura						
Tipo de falla.	Columna	Columna				
% de resistencia obtenida	50,65	45,05				

COLOCACION DE LA MUESTRA

Cilindro No. 1	Muestras de prueba.
Cilindro No. 2	Muestras de prueba.
Cilindro No.	
Cilindro No.	
Cilindro No.	
Cilindro No.	

OBSERVACIONES:

Dosificación 1:2:2, mezcla de Grot, (Ensayo realizado con el bambú como encofrado).









Ing. René A. Martínez.
Administrador.



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO	Tesis: Vivienda de Bambú.
SOLICITO	Jorge Martin Cerén Gómez
LABORATORIA	WJH

Ensayo de resistencia a la compresión en probetas de concreto						
NORMA ASTM C - 39						
Cilindro No.	3	4				
Fecha de elaboración	29/06/18	29/06/18				
Fecha de ensayo	13/07/18	13/07/18				
Edad de cilindro (días)	14	14				
Peso (gr.)	3081	2826				
Diámetro (cm)	10,5	11				
Altura (cm)	20	20				
Asentamiento (pulgadas)	---	---				
Velocidad de carga (psi/seg)	30	30				
Peso volumétrico (kg/m ³)	1779,07	1486,85				
Carga de ruptura (kgf)	10591	6496				
Esfuerzo de ruptura (kg/cm ²)	122,31	68,35				
Resistencia de diseño (kg/cm ²)	140	140				
Esquema de la fractura						
Tipo de falla	Columna	Columna				
% de resistencia obtenida	87,37	48,82				

COLOCACION DEL CONCRETO	
Cilindro No. 3	Muestras de prueba.
Cilindro No. 4	Muestras de prueba.
Cilindro No.	
Cilindro No.	
Cilindro No.	
Cilindro No.	







OBSERVACIONES:


Ing. René A. Martínez.
 Administrador.



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO	Tesis: Vivienda de Bambú.
SOLICITO	Jorge Martin Cerén Gómez
LABORATORITA	WJH

Ensayo de resistencia a la compresión en probetas de concreto						
NORMA ASTM C - 39						
Cilindro No.	5	6				
Fecha de elaboración	29/06/18	29/06/18				
Fecha de ensayo	27/07/18	27/07/18				
Edad de cilindro (días)	28	28				
Peso (gr.)	2869	2512				
Diámetro (cm)	11,2	10,7				
Altura (cm)	20	20				
Asentamiento (pulgadas)	---	---				
Velocidad de carga (psi/seg)	30	30				
Peso volumétrico (kg/m ³)	1456,04	1396,79				
Carga de ruptura (kgf)	5985	6089				
Esfuerzo de ruptura (kg/cm ²)	60,75	67,72				
Resistencia de diseño (kg/cm ²)	140	140				
Esquema de la fractura						
Tipo de falla	Columna	Columna				
% de resistencia obtenida	43,39	48,37				

COLOCACION DEL CONCRETO	
Cilindro No. 5	Muestras de prueba.
Cilindro No. 6	Muestras de prueba.
Cilindro No.	
Cilindro No.	
Cilindro No.	
Cilindro No.	

OBSERVACIONES:



Ing. René A. Martínez.
 Administrador.

CAPITULO IV
ANALISIS A LA
CULTURA
CONSTRUCTIVA DE LA
REGION

CAPITULO IV ANALISIS A LA CULTURA CONSTRUCTIVA DE LA REGION

4.1 Arquitectura en San Miguel

Para la elaboración adecuada de una propuesta de vivienda es necesario el análisis general del entorno físico para el cual se desarrollará esta misma. La ciudad de San Miguel tiene una superficie de 594km², en el centro histórico la mayoría de las construcciones son de sistema mixto y los edificios históricos que se han conservado son de adobe, porque ese era el método más común con el que se construía antes del uso del concreto armado y el bloque de cemento, son pocas las construcciones de dos niveles en el centro, generalmente son de un nivel. En lo que resta de la ciudad la mayoría de las edificaciones de diferentes tipos están hechas de concreto armado, bloque de cemento y ladrillo de barro (Sistema mixto), esto desde edificios como hospitales, iglesias, locales comerciales y viviendas. Existen pocos edificios en altura, la mayoría de estos corresponden a equipamientos o dotaciones: El hospital Nuestra Señora de La Paz, el Hospital San Francisco, el edificio de los juzgados, el hotel Trópico Inn, El hotel Confort Inn, y el hospital San Juan de Dios entre otros.



Construcción con adobe en el centro de San Miguel

4.1.1 La vivienda en San Miguel

En los años 1950 la ciudad de San Miguel experimento cambios en el crecimiento poblacional por el desplazamiento de personas desde la zona rural, esto incremento la demanda de vivienda, para cubrir esta demanda fueron realizados muchos proyectos de vivienda en las periferias de lo que podemos llamar ahora la zona céntrica de San Miguel, estos cambios afectaron el orden de la ciudad, así como el estilo arquitectónico que se manejaba en ese entonces,

En 1980 por causa de la guerra civil de El Salvador hubo migración a las ciudades principales del País, esto genero un crecimiento sin control en la urbe, pero también hubo mucha migración por parte de los migueleños hacia otros países especialmente a estados unidos.

Como consecuencia de los diferentes factores que han afectado el crecimiento poblacional de la Ciudad de San Miguel, está ha crecido de una manera desordenada, con la creación de muchas colonias o urbanizaciones (suburbios). Muchas de estas comunidades fueron creadas sin mayor diseño arquitectónico y sin tomar en cuenta los diferentes factores que conlleva diseñar una vivienda, uno de esos factores es el crecimiento de las familias que habiten estos hogares, al no tomar en cuenta esta problemática se crea un fenómeno de crecimiento o ampliación de la vivienda desordenado y que por sus costos es difícil para el sector de clase media baja y clase baja cubrir los gastos.

Para cubrir la demanda de vivienda fueron creadas diversas colonias o urbanizaciones algunas de carácter social como lo es la colonia Presita; La primera colonia en San Miguel fue la colonia Belén, el diseño de esta tiene como punto focal el parque en el centro de la colonia y este conecta con los demás calles y pasajes de esta urbanización,

4.1.2 Asentamientos Urbanos Precarios en San Miguel

El municipio de San Miguel según el “Programa de Pobreza Urbana” tiene 127 asentamientos Urbanos Precarios (AUP).¹⁹

Los datos globales de los asentamientos urbanos precarios (AUP) estudiados en el Municipio son los siguientes:

- AUP con niveles de precariedad extrema: 8 asentamientos, con un total de 986 hogares.
- AUP con niveles de precariedad alta: 25 asentamientos, con un total de 6,502 hogares.

NIVEL DE PRECARIEDAD	ASENTAMIENTOS	HORGARES
EXTREMA	8	986
ALTA	28	6502
TOTAL	33	7,488

19. PDT San Miguel Informe Final: Tomo I Volumen 2-Diagnostico Integrado pag286-287

Los asentamientos urbanos precarios forman parte del paisaje en nuestro país, existen en zonas urbanas como rurales, podemos ver especialmente en zonas rurales en la zona oriental viviendas construidas con materiales como laminas, plástico, con pisos de tierra y sin los servicios necesarios para poder realizar todas las necesidades. El bambú es una buena alternativa para enseñar a las personas a construir de una manera ecológica que les permitirá hacer más con menos recursos económicos, y crece en muchas zonas del país por lo cual es un material de fácil obtención.

4.2 Bambú En la Zona Oriental

Es fácil encontrar bambú en diversas zonas del país, lo podemos localizar en grandes cantidades en climas frescos donde hay bastante humedad, pero también se encuentra en zonas un poco más cálidas.

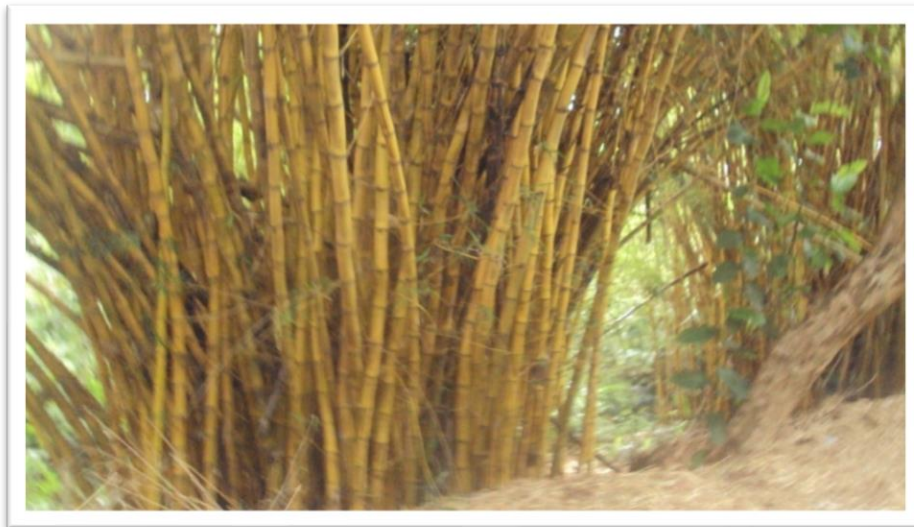
Podemos Suponer que podemos crecer bambú en todo el país, pero es necesario saber en qué lugares el bambú crece mejor, es decir, lugares donde hay más bambú debido a las condiciones climáticas y geográficas.

Listado de Zonas donde crece bambú en la zona oriental de mayor a menor:

- Ciudad Barrios
- Cacaopera
- Corinto
- Sesori
- Moncagua
- Chinameca
- Uluzapa
- Agua zarca
- Chilanguera
- San miguel y zonas aledañas

Este listado nos puede servir para determinar bajo qué condiciones crece mejor el bambú, así como también para identificar lugares de los cuales se podría obtener el bambú para desarrollar proyectos ya sean de construcción como de otras tantas utilidades que tiene el bambú.

En la zona donde hay mayor crecimiento como Ciudad Barrios y Corinto, son zonas montañosas con un clima muy fresco y húmedo, tienen muchos manantiales de agua. Podemos identificar que bajo estas condiciones el bambú tiene un crecimiento óptimo, pero también en zonas cercanas a Chinameca podemos encontrar muy buen bambú y en buenas cantidades. Entre más nos acercamos a zonas cálidas como San Miguel o las zonas costeras notaremos que no hay mucho bambú o en algunas zonas es inexistente.



4.3 Utilización de bambú en El Salvador

El bambú es utilizado en el país de diferentes maneras, es muy utilizado para realizar artesanías de diversas formas, es utilizado también para la construcción rudimentaria de cercos o corrales, también para la elaboración de muebles; En la construcción es utilizado sin mayores conocimientos técnicos y una manera poco eficiente, es más comúnmente usado con el bahareque. En algunos casos se le utiliza como elemento decorativo por su forma y su color llamativo.

A continuación, presentamos fotos de algunas construcciones o elementos hechos con bambú:

Tipo de Elemento: **Vivienda**



Lugar: **Corinto, Morazán**

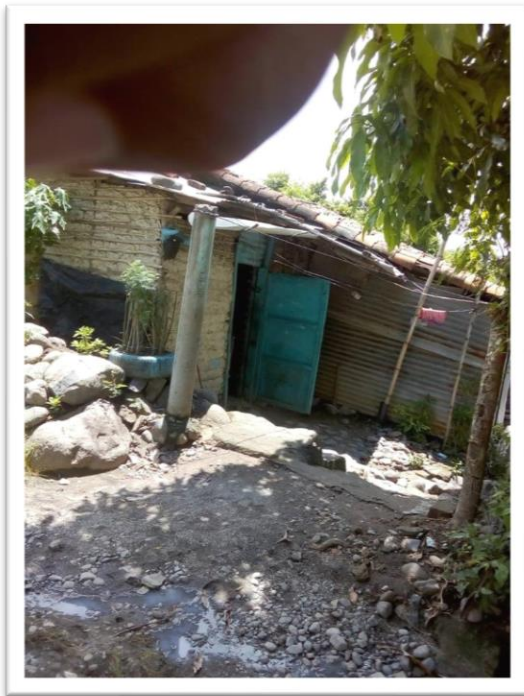
El bambú ha sido utilizado de forma rolliza para simular una pared, y por el grosor del bambú se puede deducir que fue cortado en una edad menor de los 3 años. Por el color del bambú podemos deducir que no a recibido tratamiento que lo proteja de los rayos de sol y de la humedad.



Tipo de Elemento: **Estructura para comercio**

Lugar: **Cantón Barahona, San Pedro Masahuat, La Paz**

Es una estructura básica, 4 postes y vigas conectándolos, mas un entramado de bambú para poder tener una superficie de cubierta uniforme, la cubierta es de plástico. Podemos ver la utilización de distintos tamaños de bambú en distintos elementos. Esta estructura se encuentra a orilla de calle y es utilizada para una venta de alimentos. Es una construcción provisional por la manera en la que está hecha.



Tipo de elemento: **Vivienda**

Lugar: **Cantón Barahona, San Pedro Masahuat, La Paz**

Es una vivienda de bahareque, la estructura principal está conformada por postes de madera y el entramado que se utiliza para hacer la pared está conformado por varas de bambú cortado longitudinalmente. Este puede ser un método muy efectivo ya que

el bambú le da mayor resistencia a la pared de tierra.





Tipo de elemento: **Vivienda**

Lugar: **Cantón el platanar,
Moncagua, San miguel**

Dos viviendas de bahareque encontradas en Moncagua, tienen columnas de concreto en sus esquinas y el bambú esta sostenido de columna a columna y entremedio relleno con

tierra, la estructura del techo también es de bambú rollizo.



Tipo de elemento: **Cobertizo de Bambú**

Lugar: **San Andrés, La Libertad**

Un cobertizo ubicado en el CENTA, la estructura está hecha en sus totalidades con bambú.

En las imágenes podemos apreciar las uniones que han sido desarrolladas de una muy buena forma y con las técnicas adecuadas.

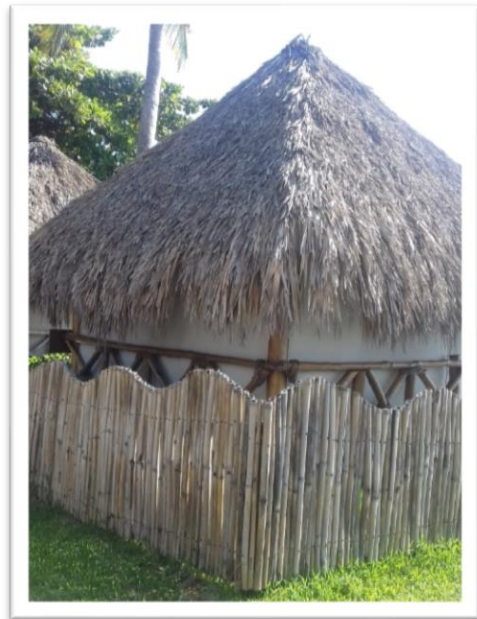




Tipo de elemento: **Minibar y valla decorativa**

Lugar: **Acajutla, Sonsonate**

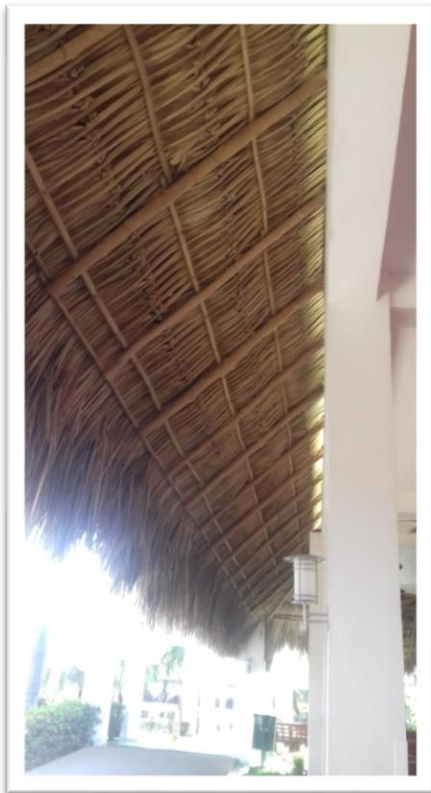
Bambú utilizado en una etapa joven como una valla y como un minibar, a la vez que cumple su función también se ve estético.



Tipo de Elemento: **Techo de palma**

Lugar: **Acajutla, Sonsonate**

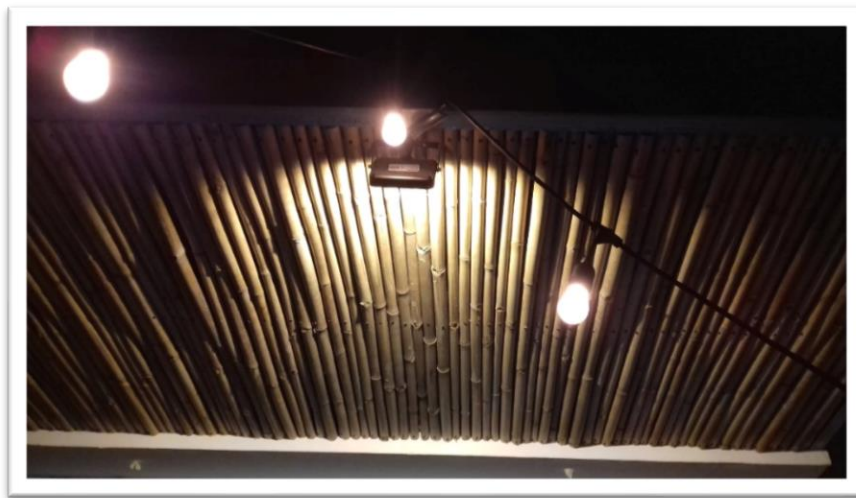
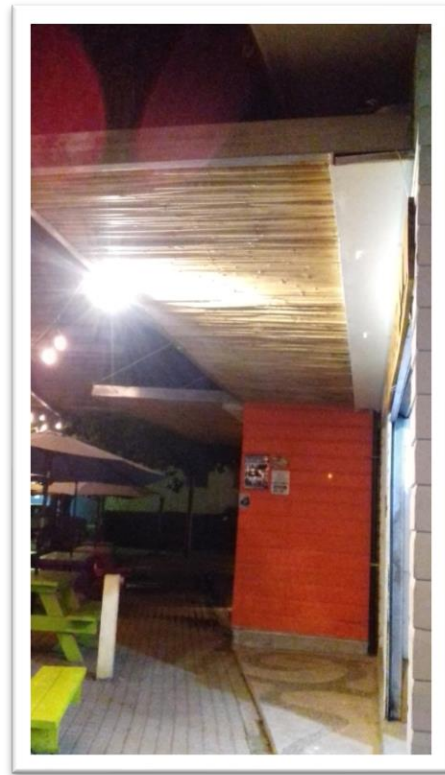
La estructura principal del techo este hecho con troncos de madera, y el bambú es utilizado para generar como una cuadrícula en la cual se amarran las palmas.

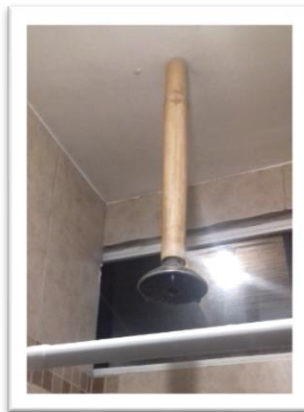
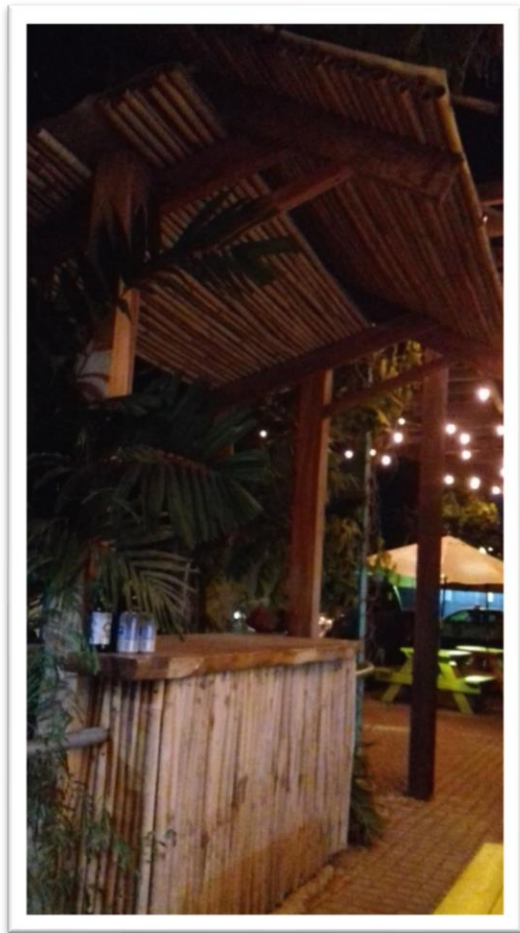


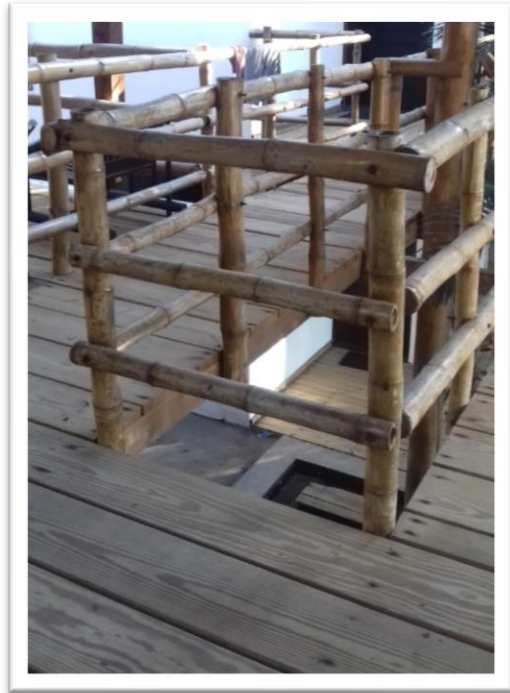
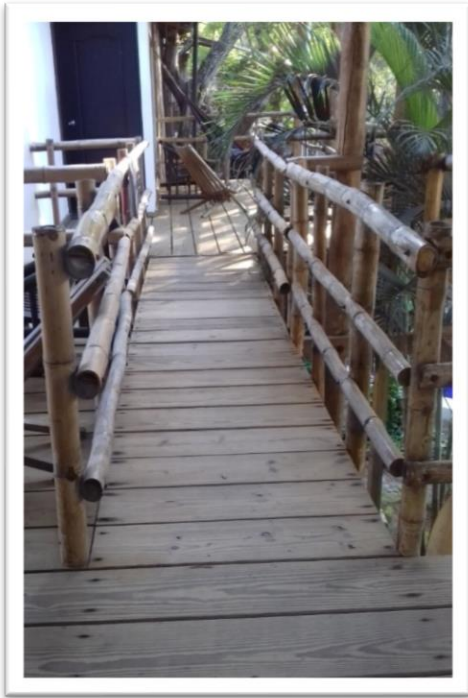
Tipo de Elemento: **Elementos decorativos y de relleno**

Lugar: **Tamanique, La Libertad**

Diversas formas de utilización de bambú en Tamanique, la mayoría en su forma decorativa es utilizado a su vez con elementos de madera, su color natural y su forma lo hacen un perfecto elemento decorativo.

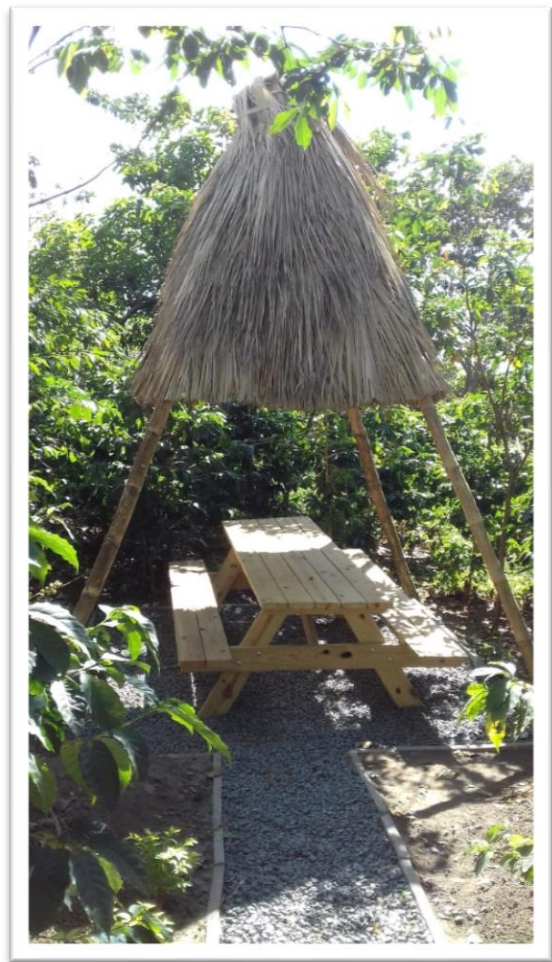
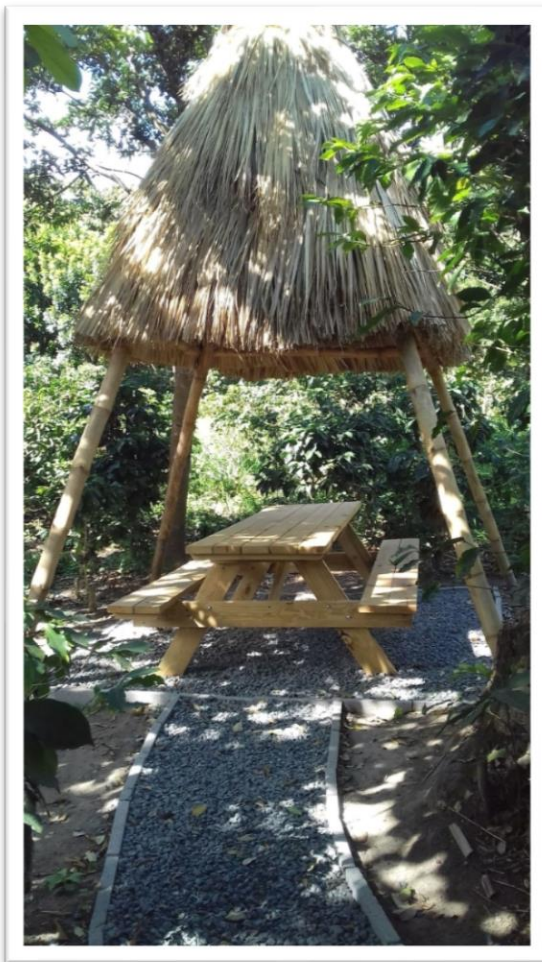






Tipo de elemento: **Chozas de Bambú**

Lugar: **Santa Tecla, La Libertad** Chozas realizadas con Bambú de una forma muy práctica, hechas de esa forma porque son temporales, las uniones son hechas con alambre galvanizado, los travesaños en los que van amarradas las palmas están hechas con secciones no con bambú rollizo.







CAPITULO V

PROPUESTA

CAPITULO V PROPUESTA

5.1 Procedimiento de concepción de la propuesta

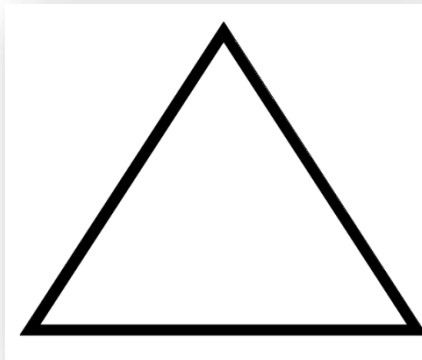
Para generar una propuesta es importante tomar en cuenta que se necesita un modelo de vivienda que pueda funcionar tanto para zonas tipo suburbio como para zonas rurales, construido en su mayoría por bambú o materiales ecológicos.

Hay diversas maneras de construir con bambú y en la construcción en general, importa mucho la forma que tendrá la vivienda ya sea por asuntos estéticos y de funcionalidad.

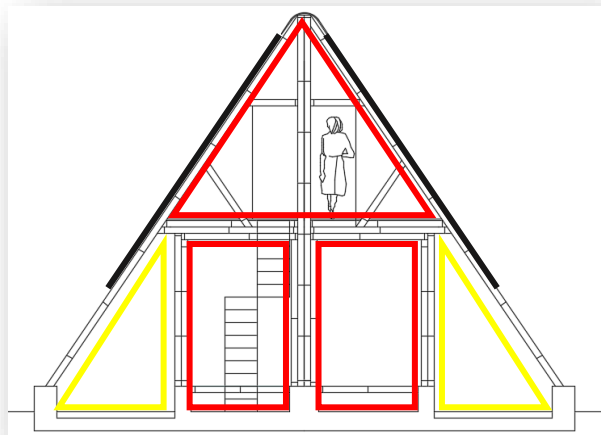
Se ha decidido dar a la vivienda una forma de marco tipo “A”.

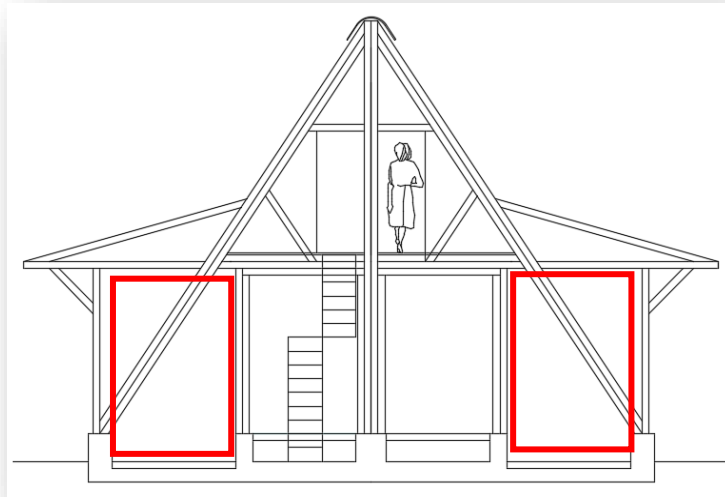
Aquí algunos ejemplos de viviendas tipo “A”



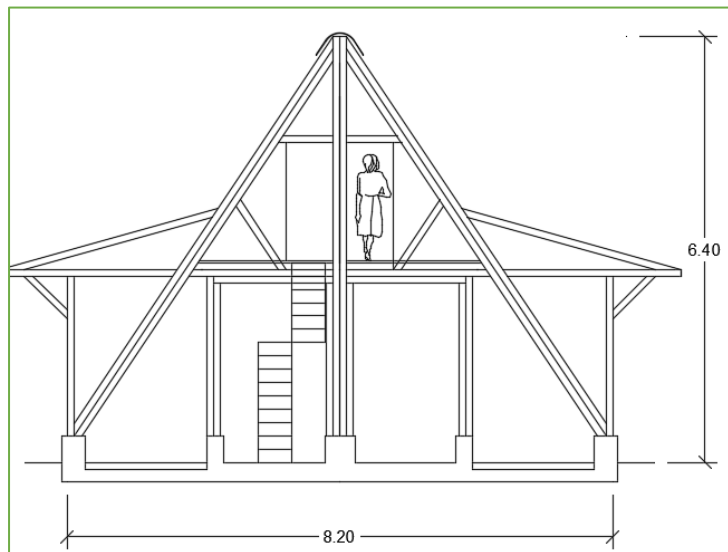


La forma principal de la vivienda sería la forma en “A” o forma triangular, la proporción muy parecida a la del triángulo equilátero; el primer esquema o propuesta es el siguiente, las áreas marcadas en rojo son las zonas útiles, las áreas marcadas en amarillo no tendrían utilidad para espacios interiores, serían tomadas como exterior porque el techo no las cubriría, a raíz de esta problemática se realizó otra propuesta con aleros que a la vez podrían generar nuevos espacios interiores.





Agregándole estos aleros se pueden generar nuevos espacios, haciendo que la vivienda tenga más área útil.

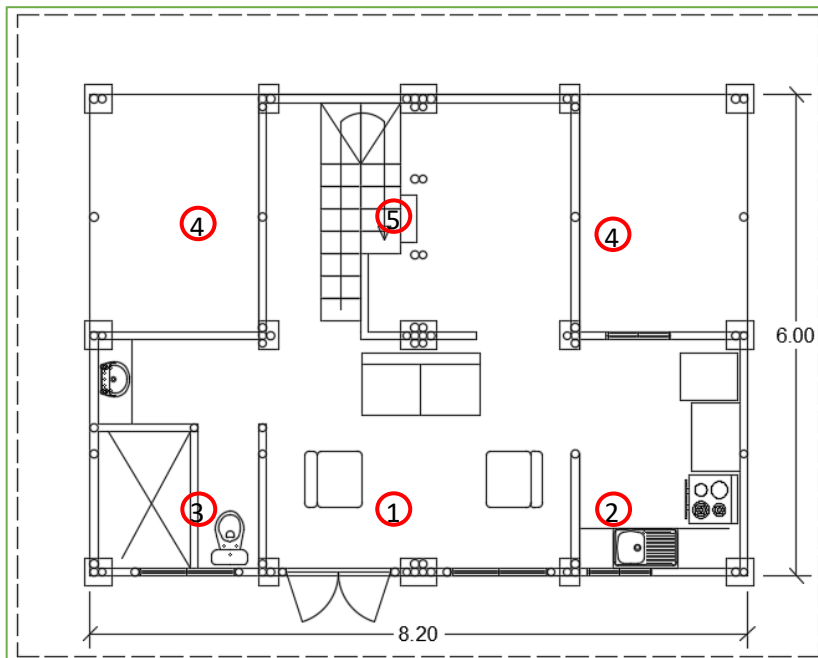


5.2 Distribución de los espacios

Es necesario hacer un análisis de todas las posibilidades de distribución que tenemos con el área disponible, mediante este análisis pueden salir diferentes Opciones de distribución para distintos escenarios o preferencias de los usuarios.

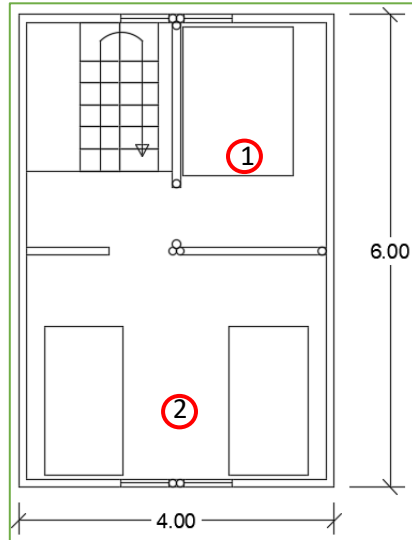
1° Opción

Primer nivel.



1. **Sala de estar**
(2.85x3.80)
2. **Cocina**
(2.85x2.00)
3. **Servicio Sanitario**
(2.85x2.00)
4. **Área sin construir**
(2.95x2.10)
5. **Escaleras y zona de servicio.**
(2.85x3.80)

Segundo Nivel.



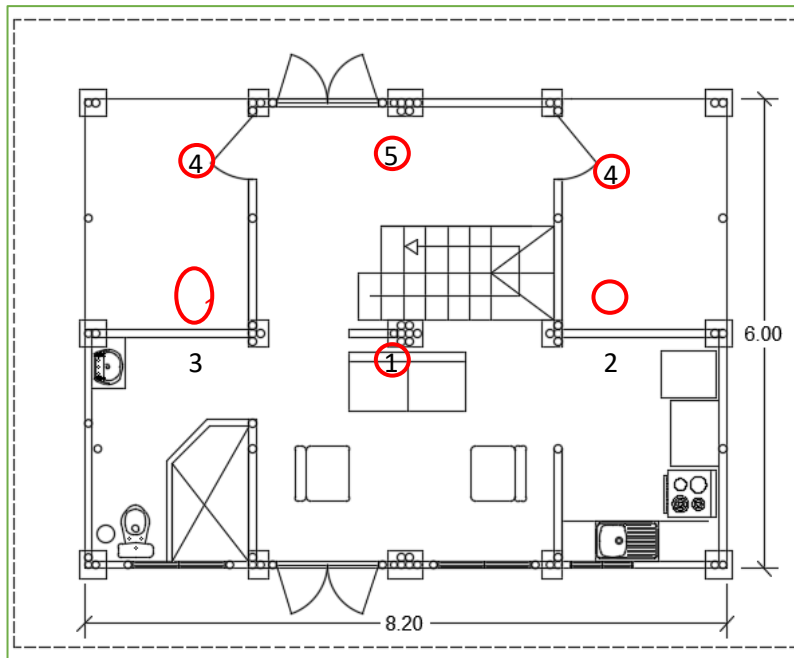
1. **Dormitorio principal**
(1.85x2.85)
2. **Dormitorio**
(3.80x2.85)

En el segundo nivel se encuentran 2 habitaciones una principal, con poco espacio, esencialmente para descansar y con espacio para muebles pequeños.

Y con espacios para futura ampliación en el primer nivel.

2º opción

Primer nivel.



1. **Sala de estar**
(2.85x3.80)

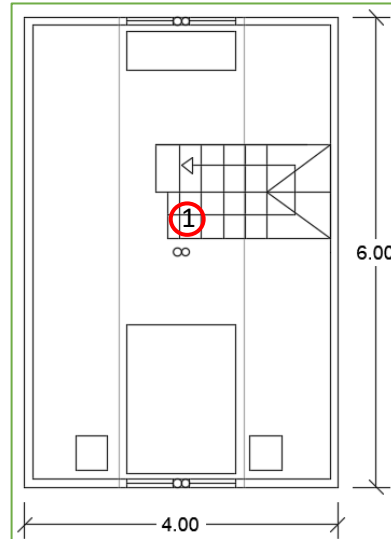
2. **Cocina**
(2.85x2.00)

3. **Servicio Sanitario**
(2.85x2.00)

4. **Área sin construir**
(2.95x2.10)

5. **Escaleras y zona de servicio.**
(2.85x3.80)

Segundo Nivel

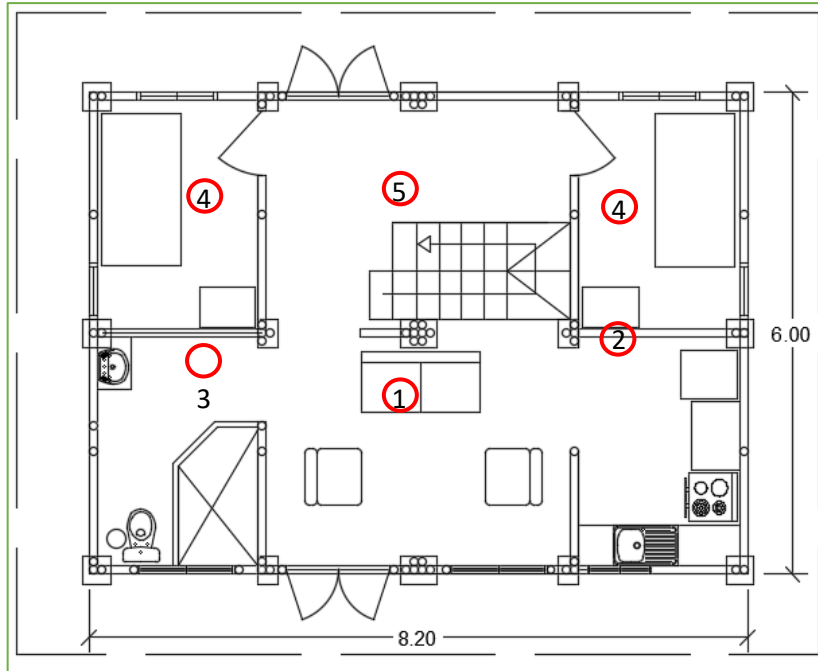


1. Dormitorio principal (3.80x5.80)

A diferencia de la primera opción, tenemos en el segundo nivel una habitación única para los usuarios y en los espacios para ampliar podrían funcionar como habitaciones por el crecimiento familiar o como otros espacios dependiendo de las necesidades de los usuarios.

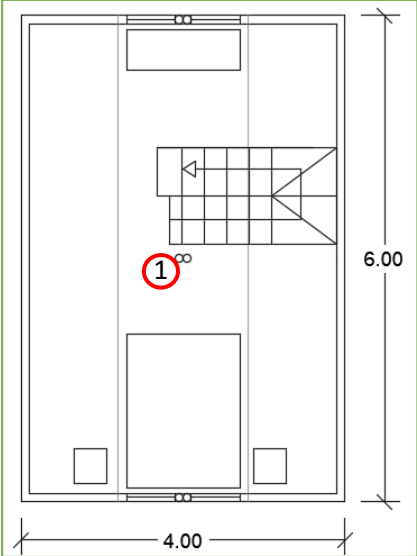
3° opción

Primer nivel.



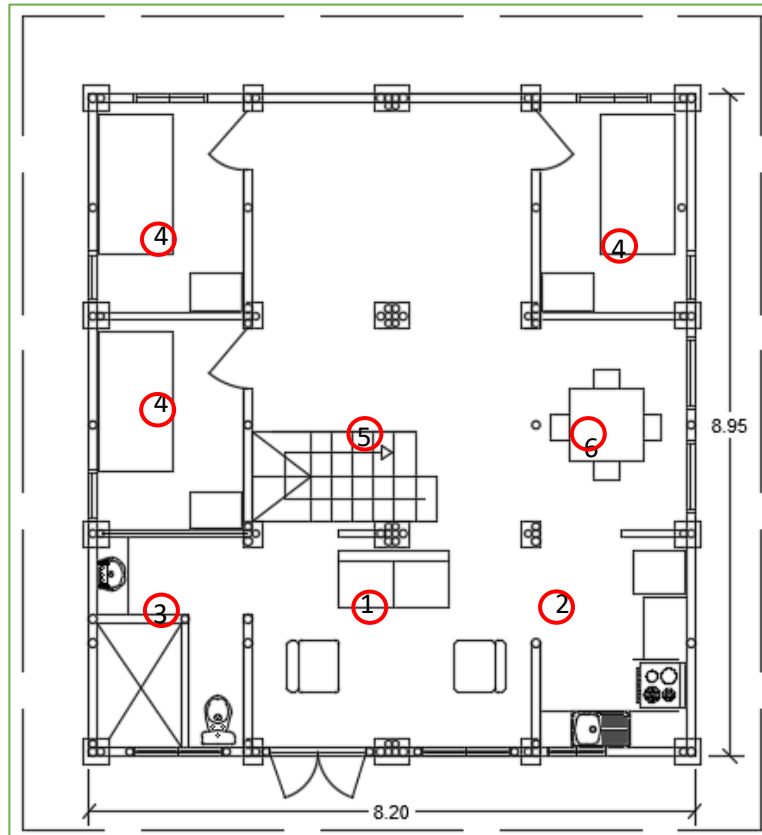
- 1. Sala de estar**
(2.85x3.80)
- 2. Cocina**
(2.85x2.00)
- 3. Servicio Sanitario**
(2.85x2.00)
- 4. Dormitorios**
(2.85x2.00)
- 5. Escaleras y zona de servicio.**
(2.85x3.80)

Segundo nivel.



1. Dormitorio principal
(3.80x5.80)

4° opción



Primer nivel.

1.Sala de estar
(2.85x3.80)

2.Cocina
(2.85x2.00)

3.Servicio Sanitario
(2.85x2.00)

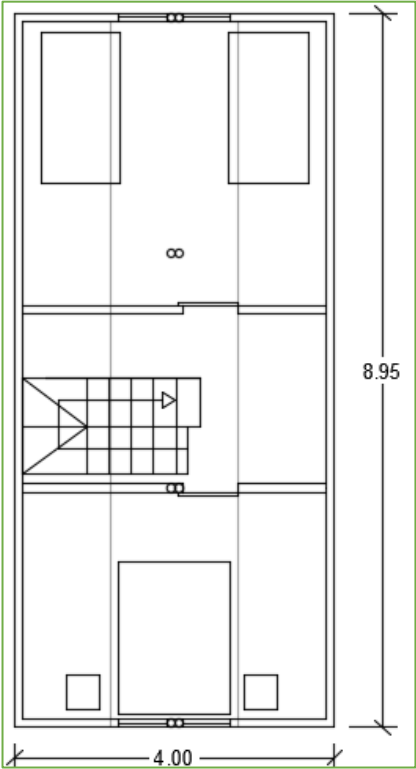
4.Dormitorios
(2.85x2.00)

5.Escaleras y zona de servicio. (2.85x3.80)

6.Comedor
(2.85x2.00)

La vivienda se puede extender modularmente, y tiene diversas maneras de ordenar los espacios, esta opción es para una familia numerosa, y queda un espacio libre para disponer de él lo necesario.

Segundo nivel.



1. Dormitorio principal
(3.80x5.80)

2. Dormitorio
(3.80x2.85)

5.3 Estructuración

Para determinar la estructura se realizaron pruebas mediante modelos a escala, estos fueron dos de distintas medidas, se colocaron las columnas y vigas y elementos que generan arriostramiento:

Primer modelo.



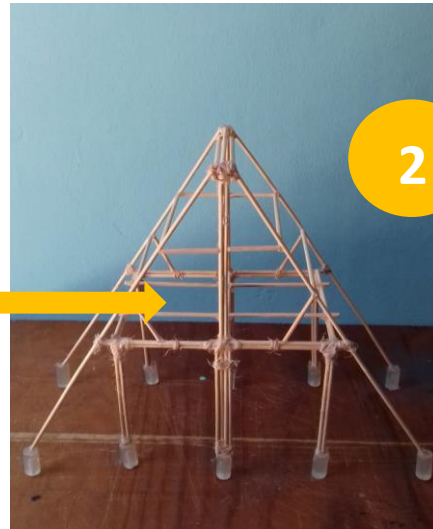
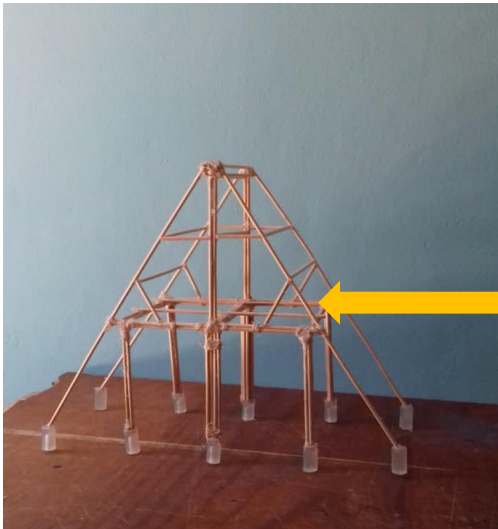
La maqueta fue realizada con palillos de bambú tipo pincho, la escala es 1:25 y las dimensiones en cm es: 24cm de alto, 30cm de ancho, 13cm largo. Las uniones fueron realizadas con silicón y amarrado con pita. La simulación de las fundaciones es también de silicón.

Pruebas.

Se realizaron pruebas de movimiento para verificar sobre qué dirección necesitaba más refuerzos.

En la primera imagen la prueba que se realizó de la parte mas corta del modelo, se comprobó que había demasiado movimiento es necesario colocar mas elementos que den mayor firmeza a la estructura.

En la segunda prueba los resultados fueron positivos, la estructura mostro muy poco movimiento, debido a la forma inclinada o en "A" que posee, ya que esa forma genera arrostramiento.



Segundo modelo.

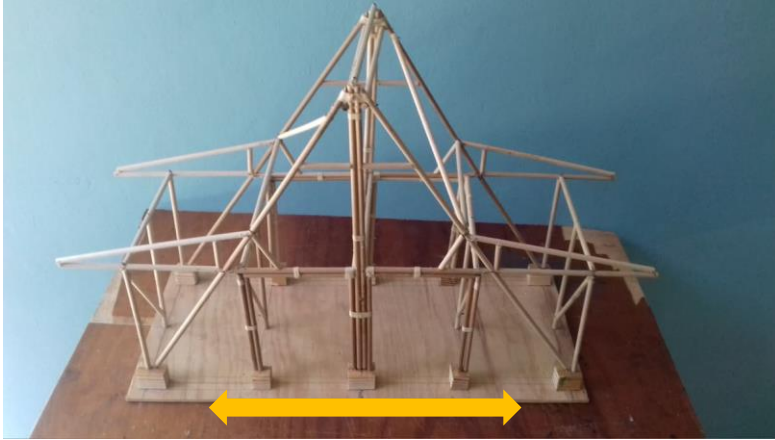


Realizada con palillos de madera reciclada, escala de 1:20, las medidas son de:

31cm Alto, 41cm ancho, 17cm largo. Las uniones están realizadas con clavos simulando el sistema de pernos, con alambre y tirro simulando los diferentes tipos de amarres que puede llevar el bambú, y pegamento para madera.



Pruebas.



Se realizaron las mismas pruebas de movimiento al igual que con el primer modelo.

En la parte más larga al igual que el primer modelo no presenta movimiento ya que la forma inicial genera un arriostamiento perfecto.

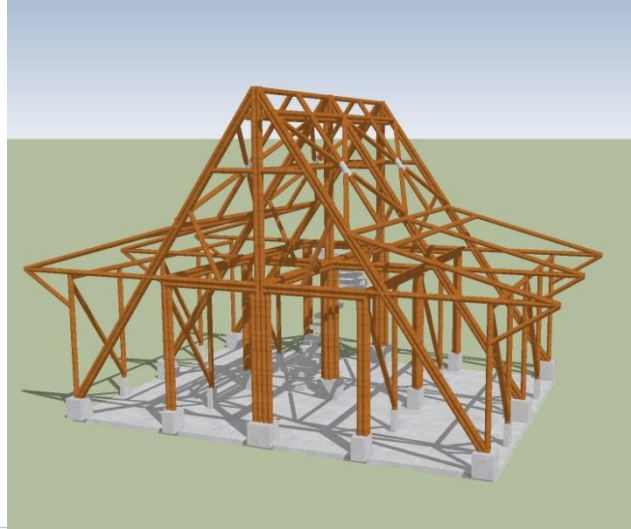
En la parte más corta se reforzaron todas las zonas que se consideró necesario y se obtuvieron resultados muy positivos; de esta forma se puede aprobar el modelo de estructura principal, con esta información se desarrollo un modelo en 3D de cómo quedaría la estructura definitiva.



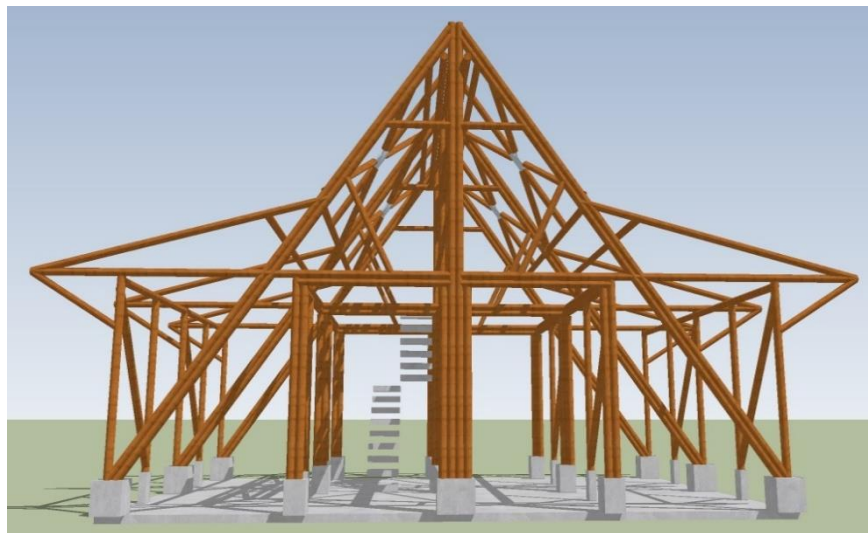


Los elementos Diagonales sirven para generar arriostamiento, lo cual aumenta mucho la estabilidad de la estructura.

5.3.1 Modelo 3D

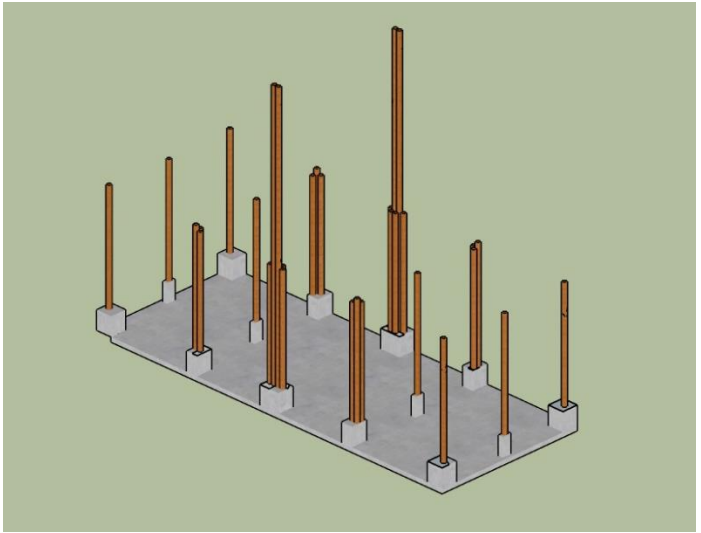
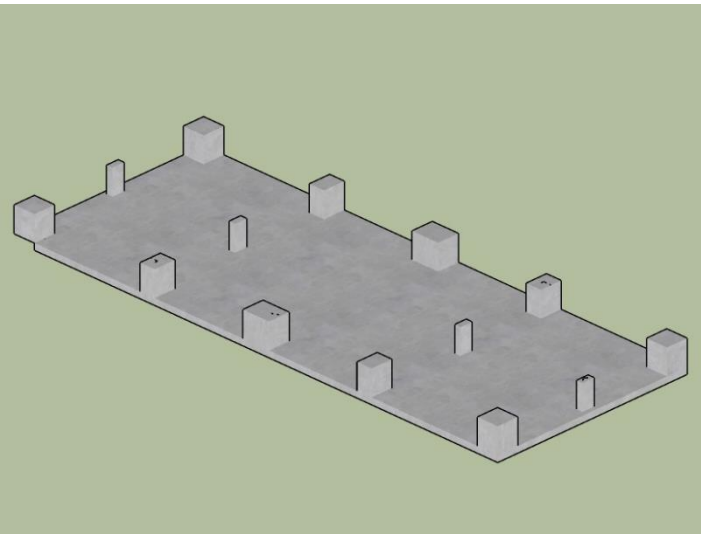
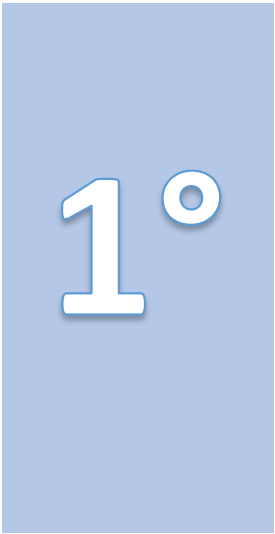


El modelo **3D** fue realizado en base a las dos maquetas físicas las cuales fueron probadas para así determinar en que partes era necesario arriostramiento. Tomando algunas otras consideraciones en cuenta se agregaron mas elementos para generar una mayor rigidez en la estructura.

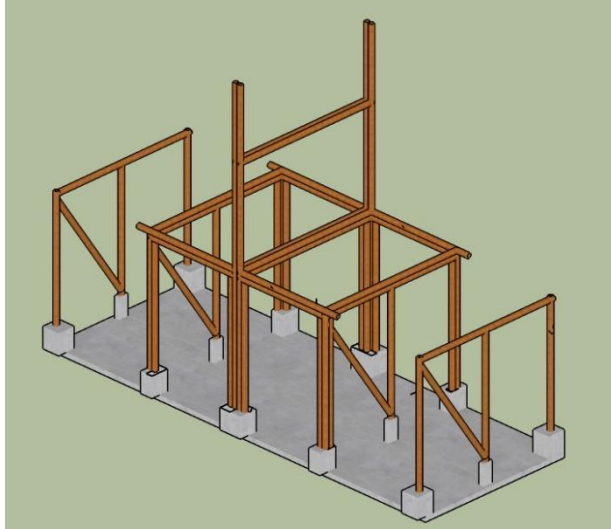


5.4 Proceso constructivo

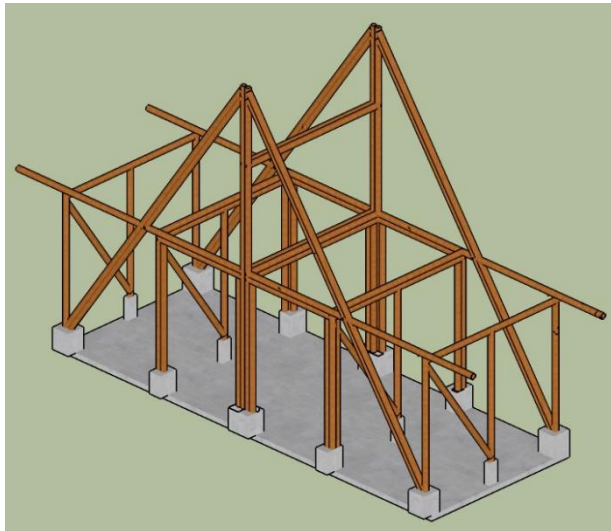
Esquema del proceso a seguir en orden lógico para la ejecución de la estructura principal de la vivienda de Bambú.



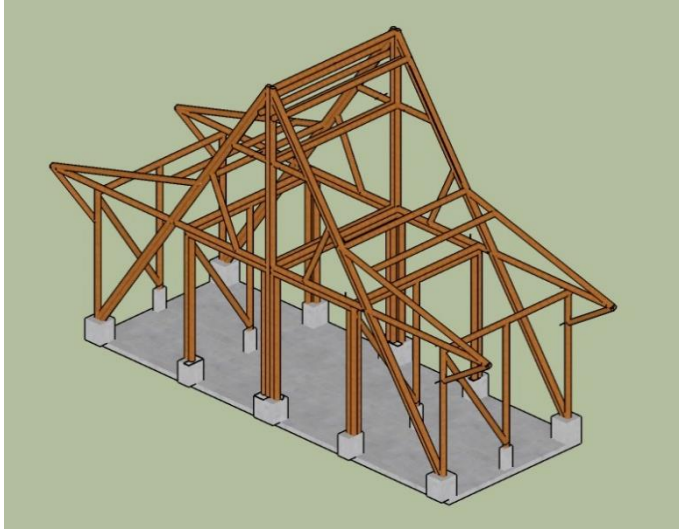
3°



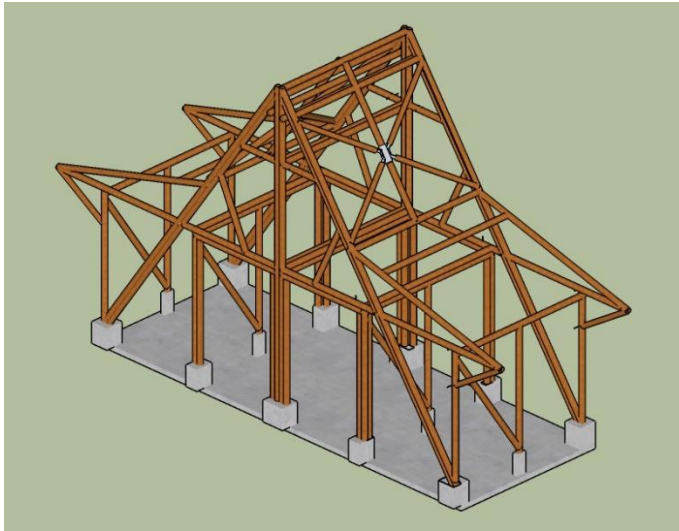
4°



5°

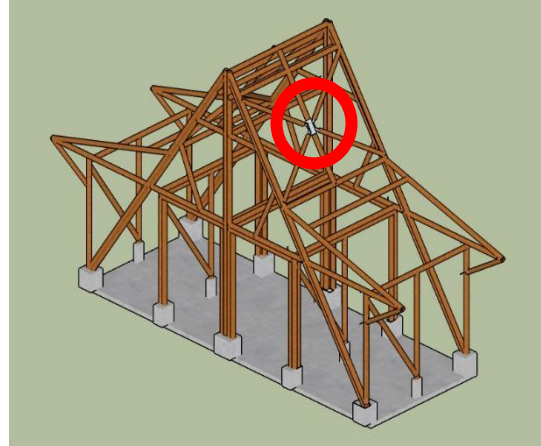


6°

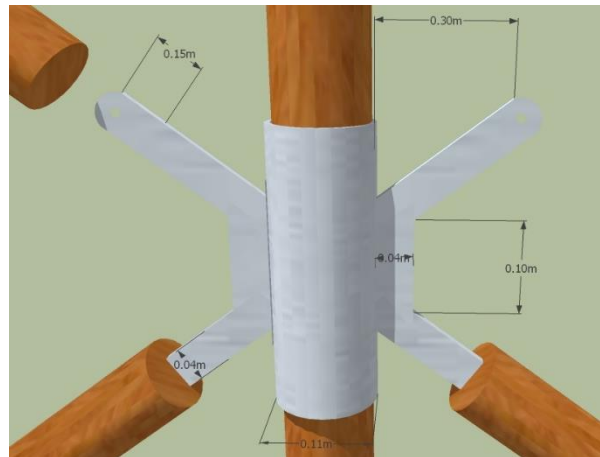


5.5 Detalles

Las uniones serán desarrolladas como los ejemplos que hemos estudiado. Es también necesario estudiar el modelo y ver la necesidad de alguna pieza de diseño especial, en este diseño encontramos una intersección de más de 5 piezas entonces se diseñó la siguiente estructura.



La pieza especial estaría hecha con acero estructural calibre 14, y sirve para unir 5 piezas de bambú. Estas 5 piezas de bambú sirven para generar arriostramiento en la estructura en general. En el extremo donde se inserta el bambú con el acero lleva



un perno y sería rellenado con grout para mayor fijación.

Se realizaron dos modelos de uniones para tener una mayor comprensión de como funcionarían estas uniones en escala real, la Unión **U-1** y **U-6** (ver planos)

Detalle de Unión **U-1** (revisar en los planos), para esta unión se emplearán el uso de pernos y platina de acero para poder tensionar el bambú de forma efectiva.

En esta Unión se interceptan 3 vigas y la columna principal.





Detalle de unión U-6

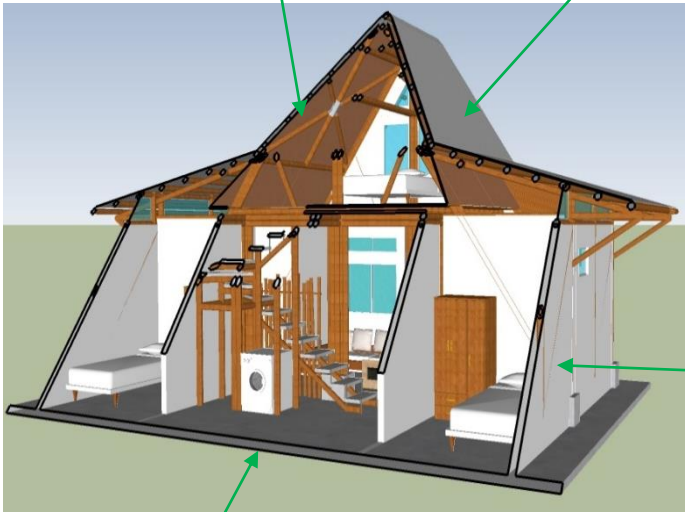
5.6 Materiales



Encielado de Plywood o Tablaroca, para generar un espacio en el cual se puede agregar un aislante ya sea de lana de vidrio, corcho, etc.



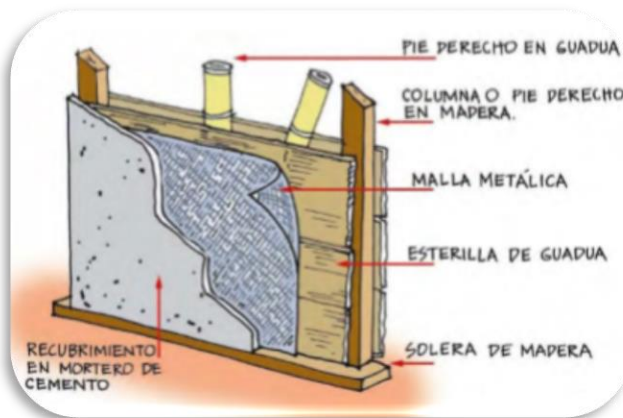
Superficie de Techo de Lamina Zinc Alum por su ligero peso.



Las paredes podrían ser de distintos métodos, pero se propone sea de bahareque para mantener el carácter ecológico de la vivienda, el acabado de la pared de bahareque sería como en la siguiente imagen:



Piso de Concreto Pulido.



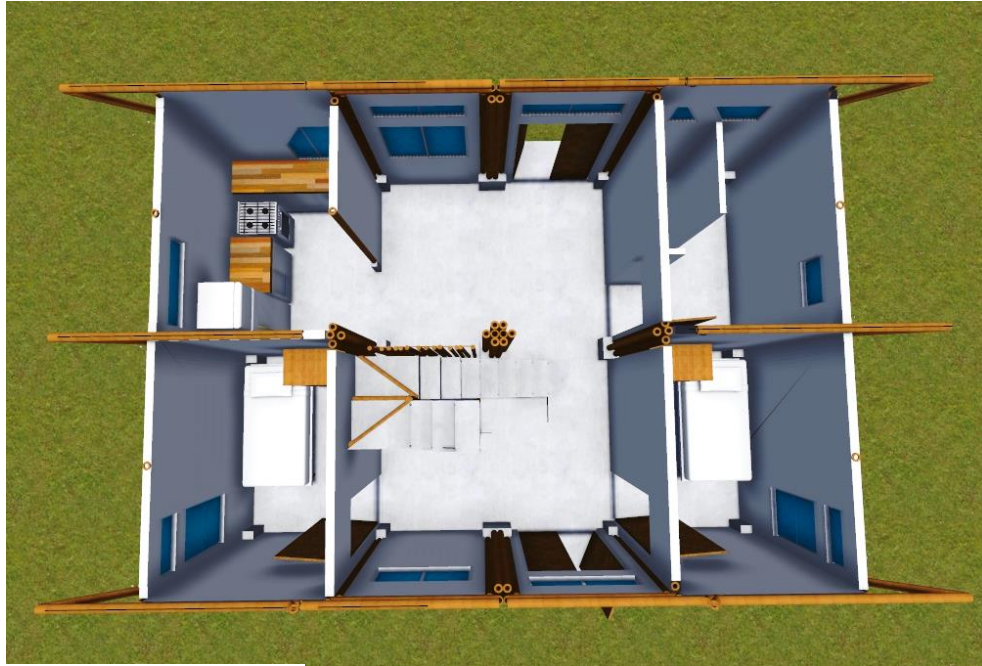
5.7 Perspectivas



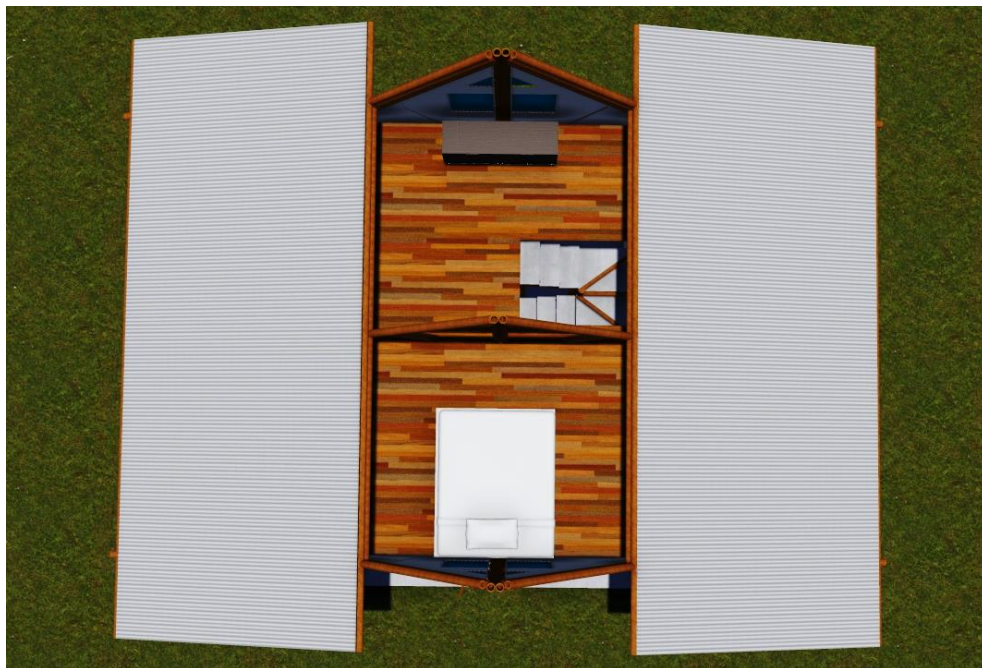
Fachada



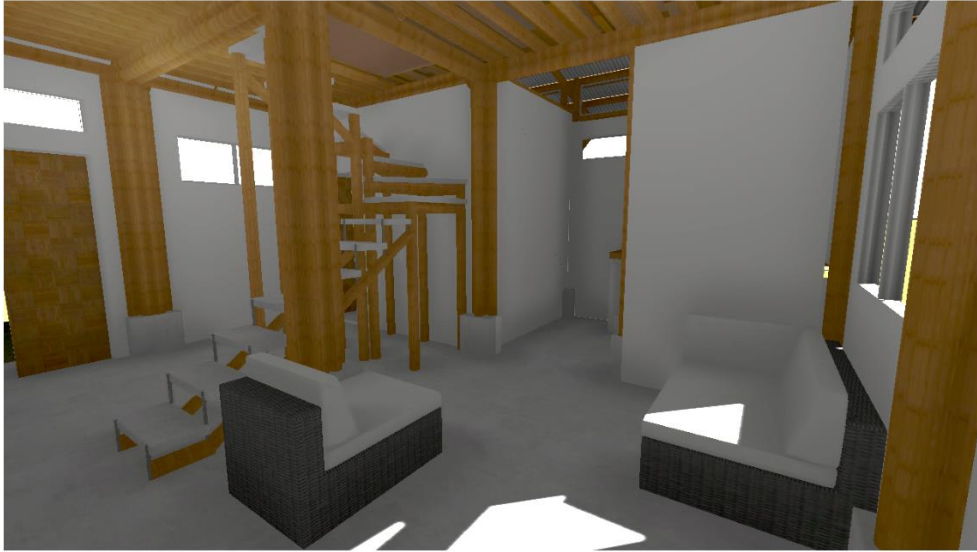
Vista Posterior



Primer nivel



Segundo nivel



Sala de Estar



Cocina



Baño



Zona de Servicio y Escaleras



Dormitorio



Segundo Nivel

Diseño

En el diseño siempre tiene que ir protegido el bambú del sol y la humedad, en este caso se han dejado aleros suficientes para la protección del bambú. En el caso que por el diseño el bambú este expuesto a sol o lluvia es necesario aplicarle protección para estos factores para aumentar su duración. Los claros entre columnas no serán mayores a 1.90 de eje a eje, y en los marcos de puertas y ventanas colocar piezas de bambú amarradas a la estructura principal.

Uniones

Todas las uniones de Bambú tienen que tener un nudo cerca, 7 cm máximo. El nudo le proporciona rigidez al empalme y evita aplastamientos o fisuras en algún movimiento de la estructura. Es necesario realizar las uniones con las herramientas optimas.

Muros

Los muros pueden ser desarrollados de distintos materiales, algunos ejemplos son el adobe, bahareque, ladrillo rojo, en esta propuesta se ha optado por el bahareque; como recomendación para un muro de bahareque es necesario mencionar la utilización de la materia prima correcta para evitar rajaduras, así también es necesario colocarle una malla metálica para el repello, esto genera una mayor adhesión del repello al muro y evita fisuras.

Conclusión

Como método constructivo ecológico, el bambú es altamente recomendado, por su crecimiento rápido es un producto sustentable, y por su resistencia física es fiable para la construcción.

La trabajabilidad del bambú puede ser desarrollada tanto con herramientas tradicionales como herramientas no tradicionales, esto le abre las puertas a que pueda ser construido de una forma más sencilla.

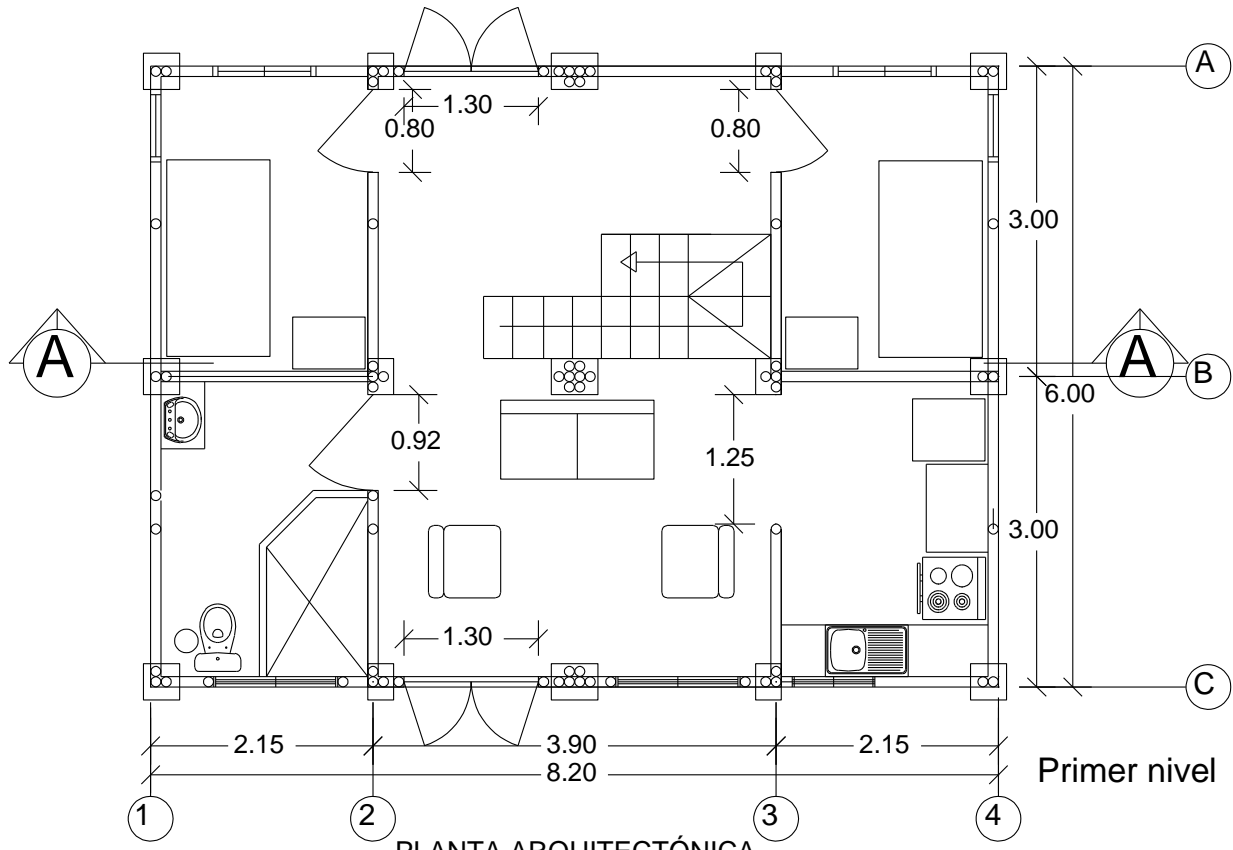
Dado que nuestro país es muy montañoso, esto hace que haya muchos lugares frescos o, dicho de otra manera, con un clima favorable para el crecimiento del bambú; por medio de esta investigación hemos podido identificar que en nuestra zona oriental hay muchos lugares donde el bambú crece de forma abundante, esto abre la oportunidad al país de financiar el crecimiento e industrialización del bambú como material constructivo ecológico. Haciendo esto podríamos reducir la deforestación y el daño ambiental causado por el uso de otros materiales no ecológicos.

El bambú, siendo utilizado de la manera correcta es apto para construcciones sismorresistentes debido a su forma, a su resistencia y a su capacidad de curvarse sin

generar ruptura alguna. Esto lo convierte en un buen material de construcción para lugares de alta actividad sísmica como lo es nuestro país.

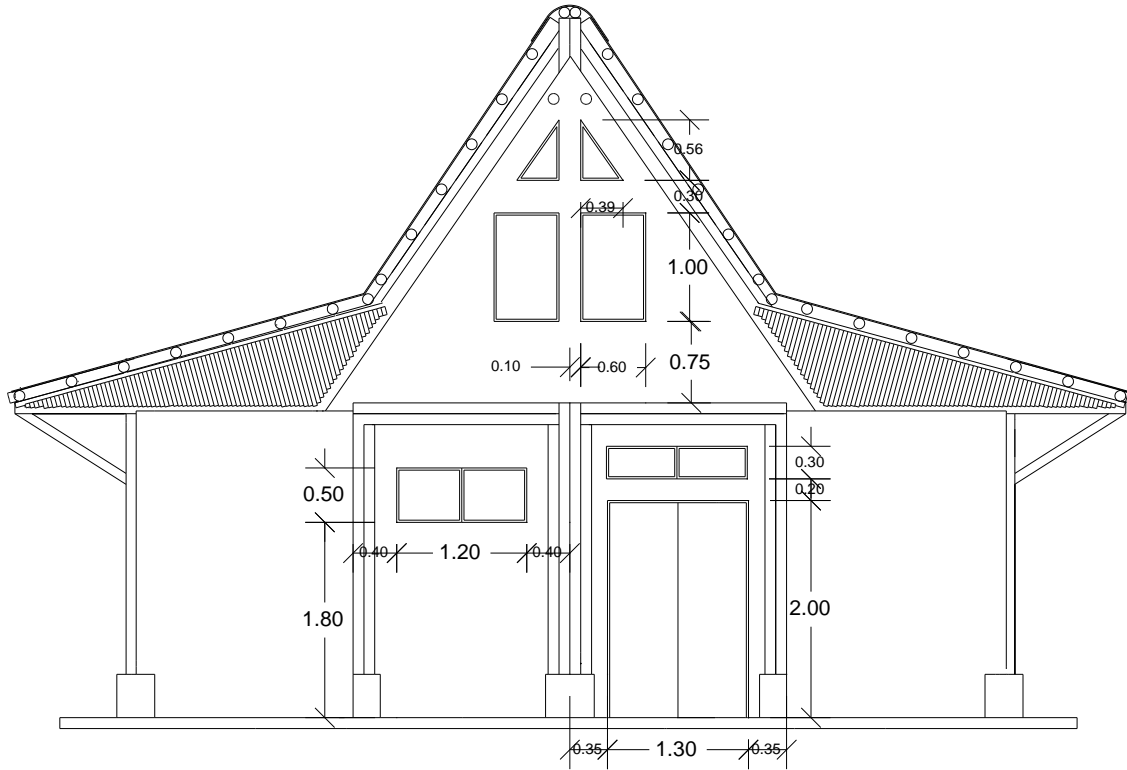
El bambú es una materia prima natural, por ende, es muy vulnerable a los insectos y condiciones climáticas, pero con el tratamiento y los cuidados convenientes puede tener una durabilidad desde 40 hasta 100 años.

Planos

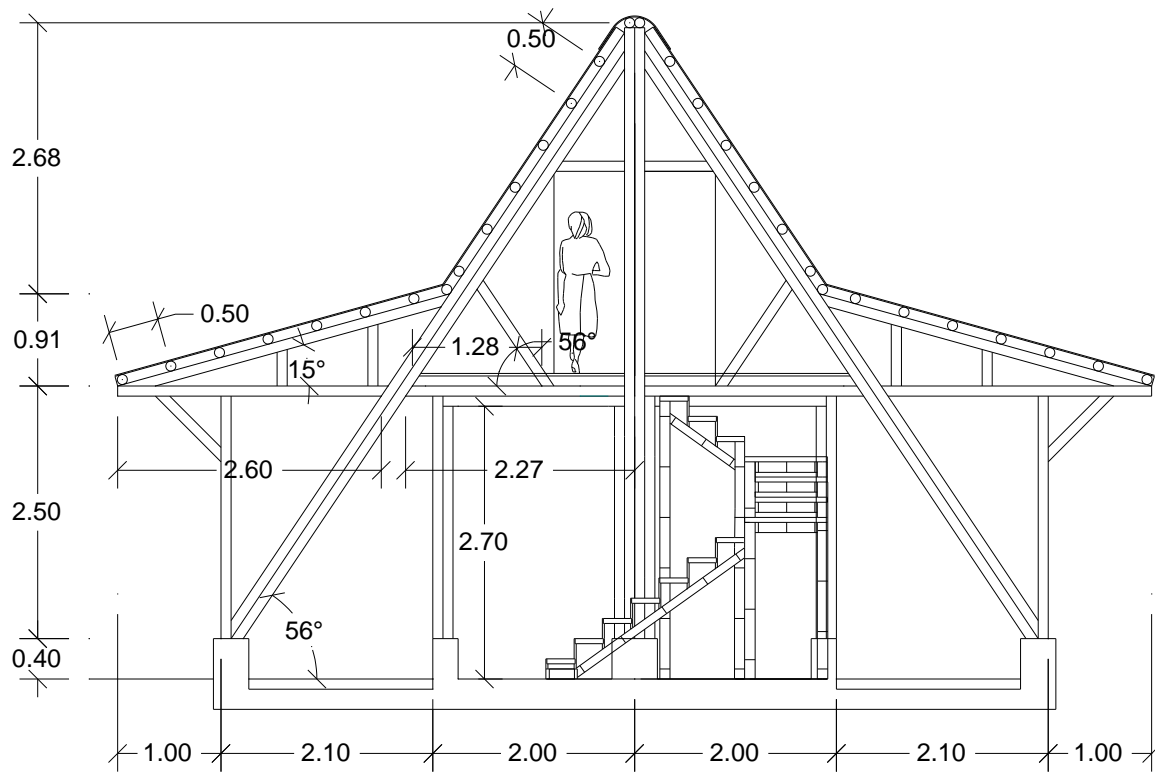


PLANTA ARQUITECTÓNICA

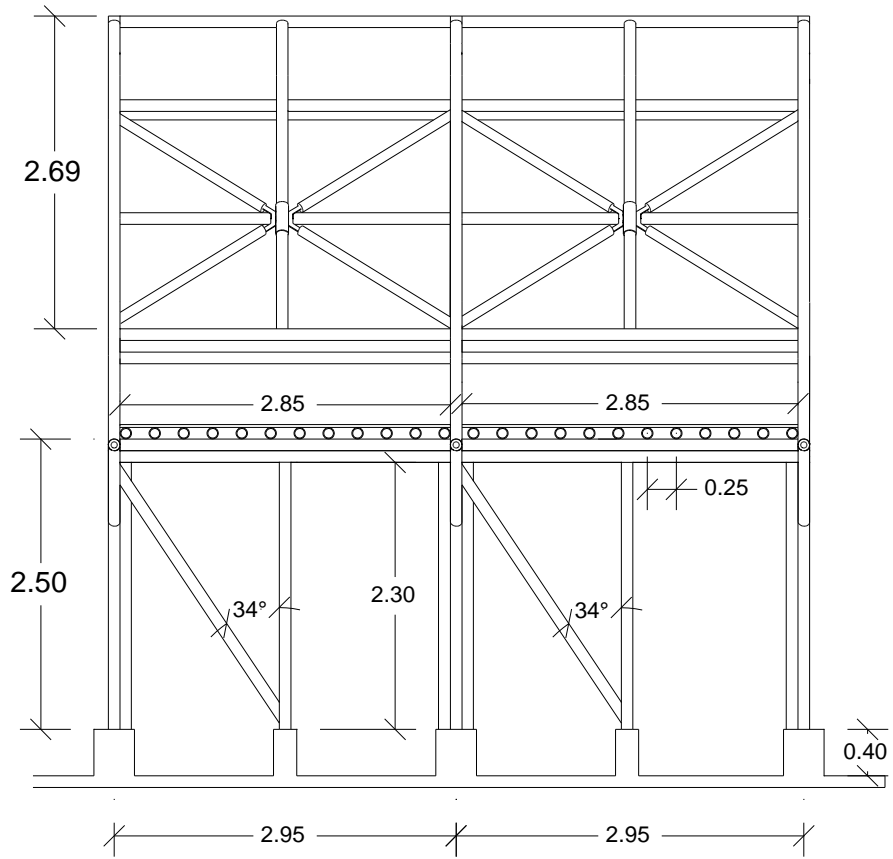
Primer nivel



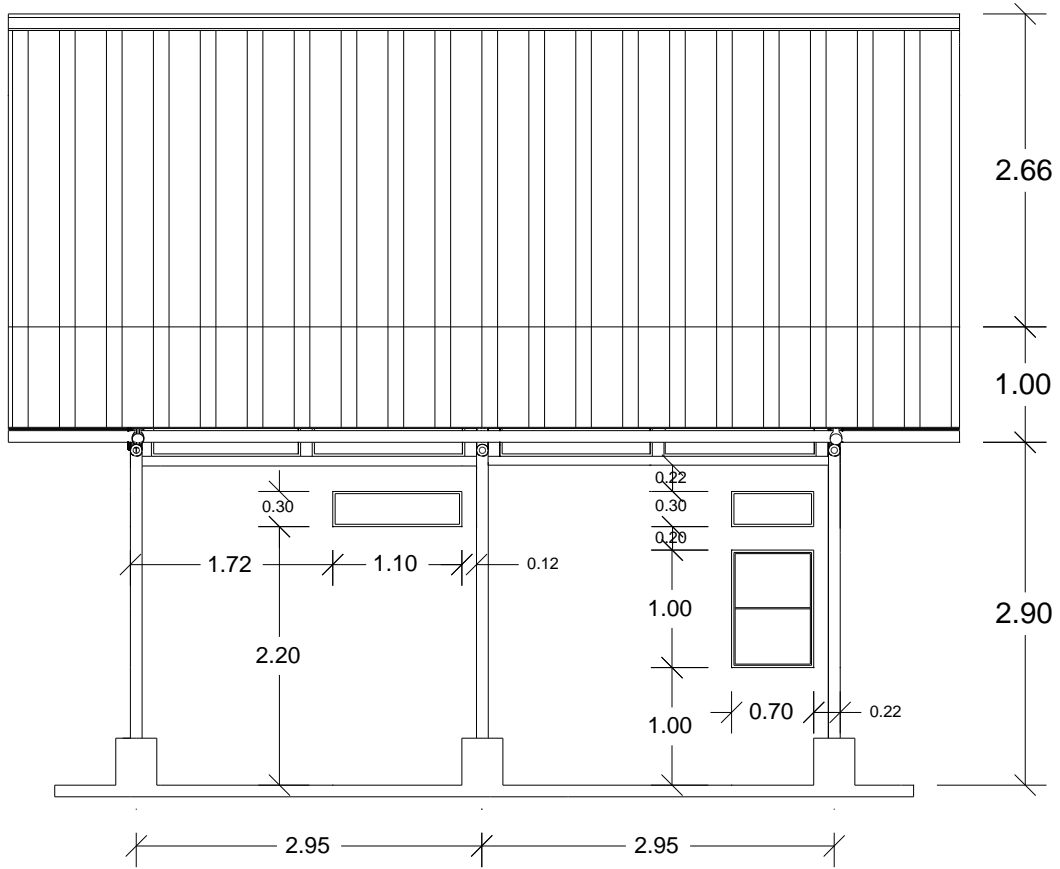
VISTA POSTERIOR



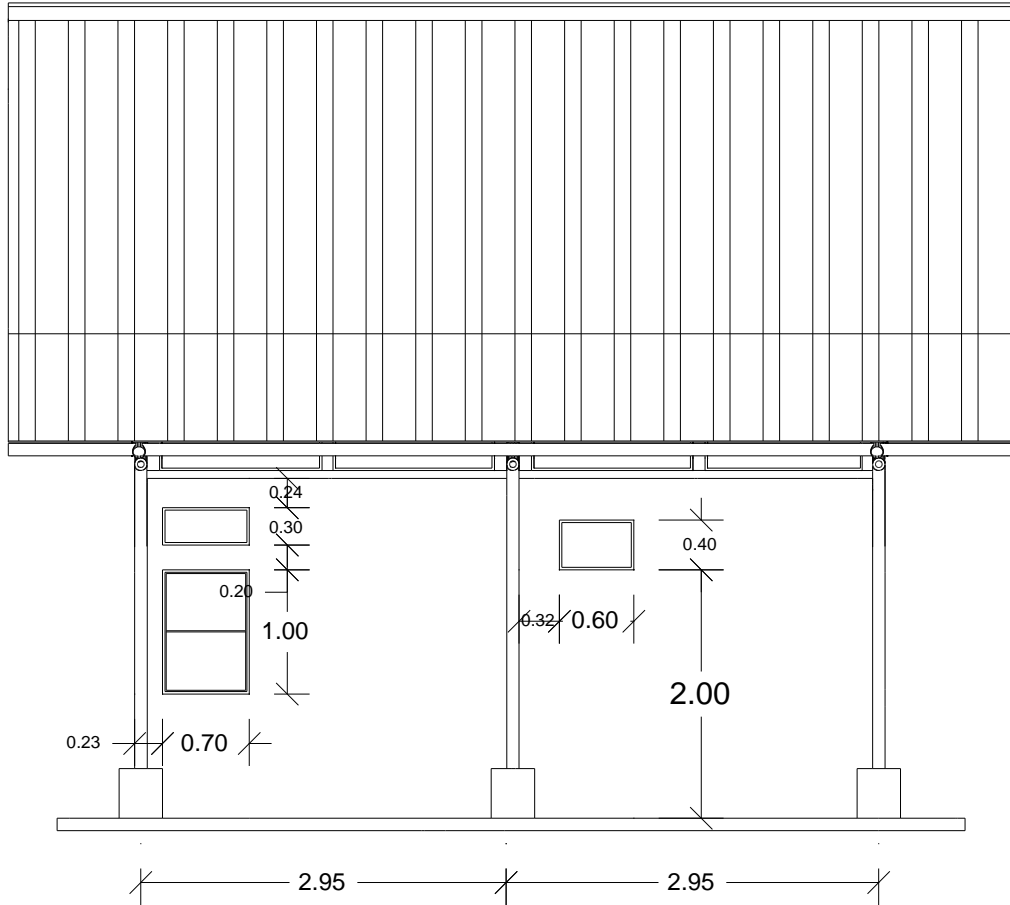
CORTE A-A



ELEVACION ESTRUCTURA

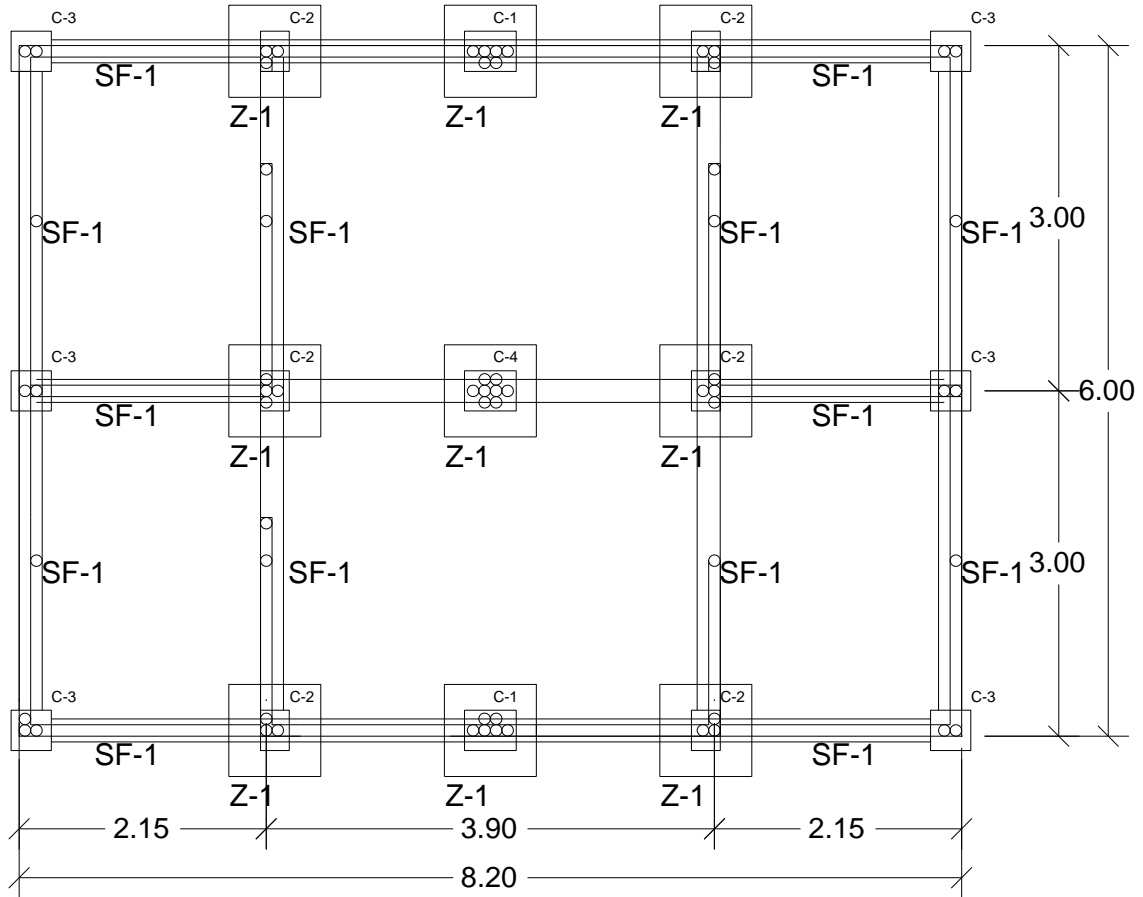


ELEVACION LATERAL

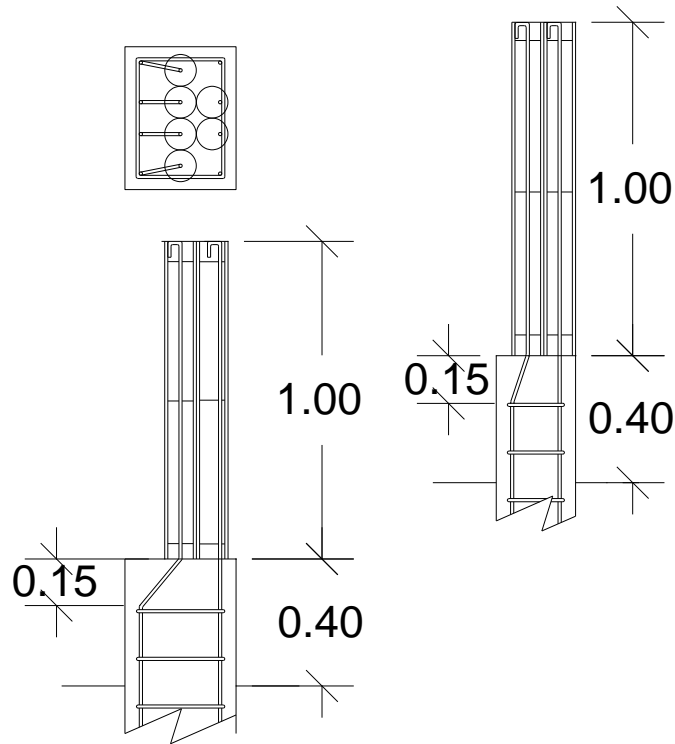
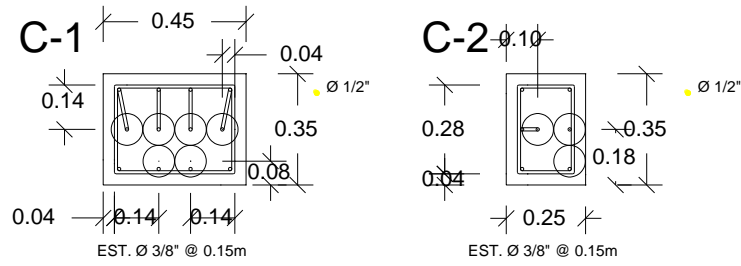


ELEVACION LATERAL

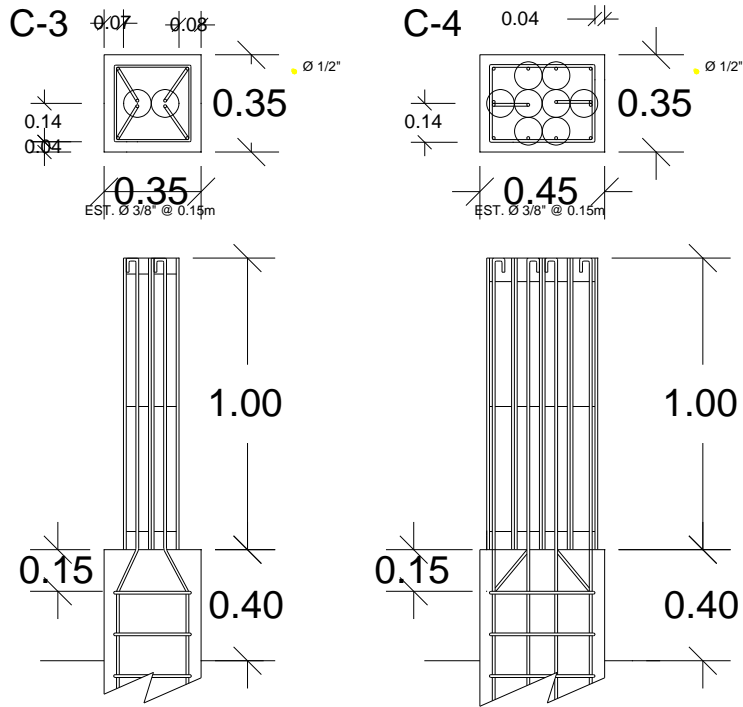
PLANTA DE FUNDACIONES



DETALLE COLUMNAS

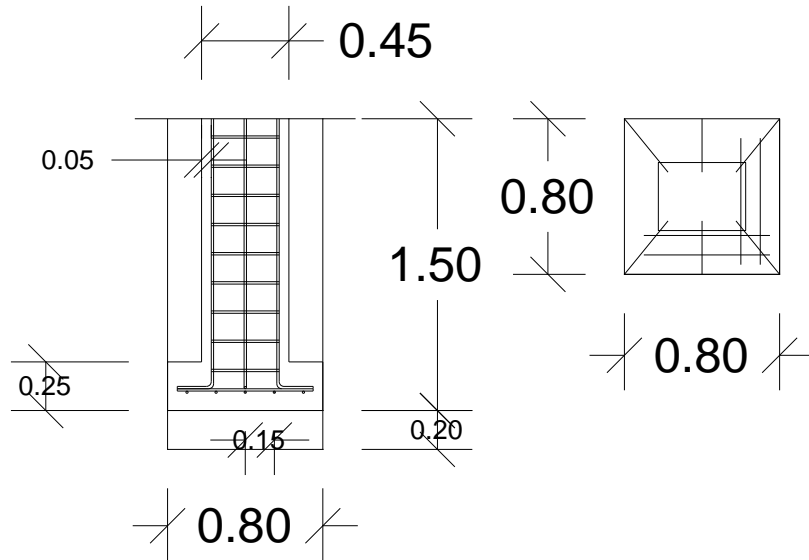


DETALLE COLUMNAS

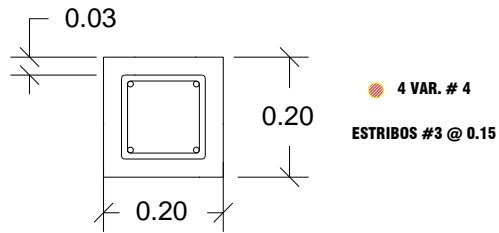


DETALLES

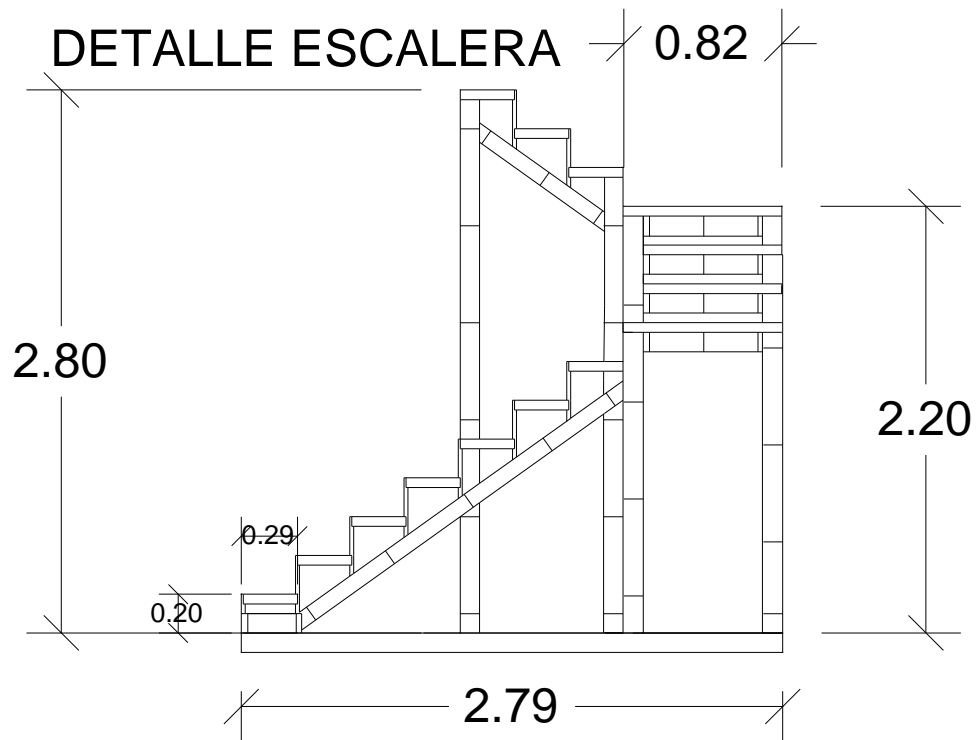
DETALLE Z-1

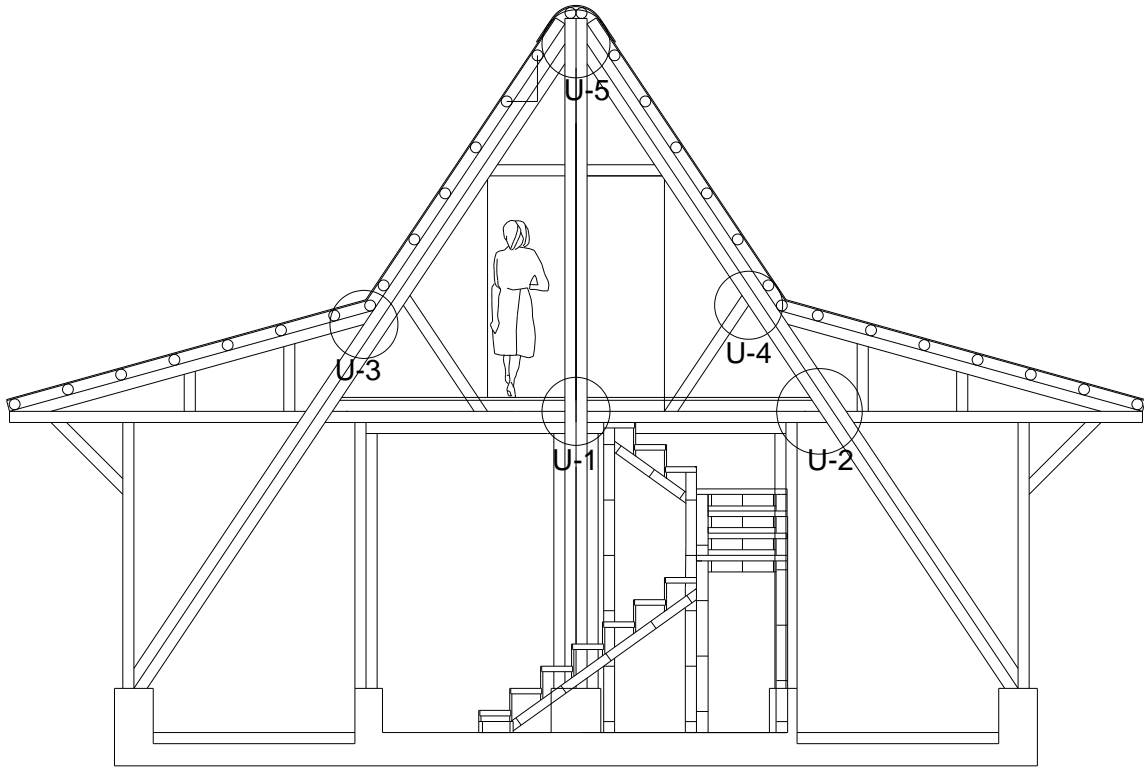


SF-1

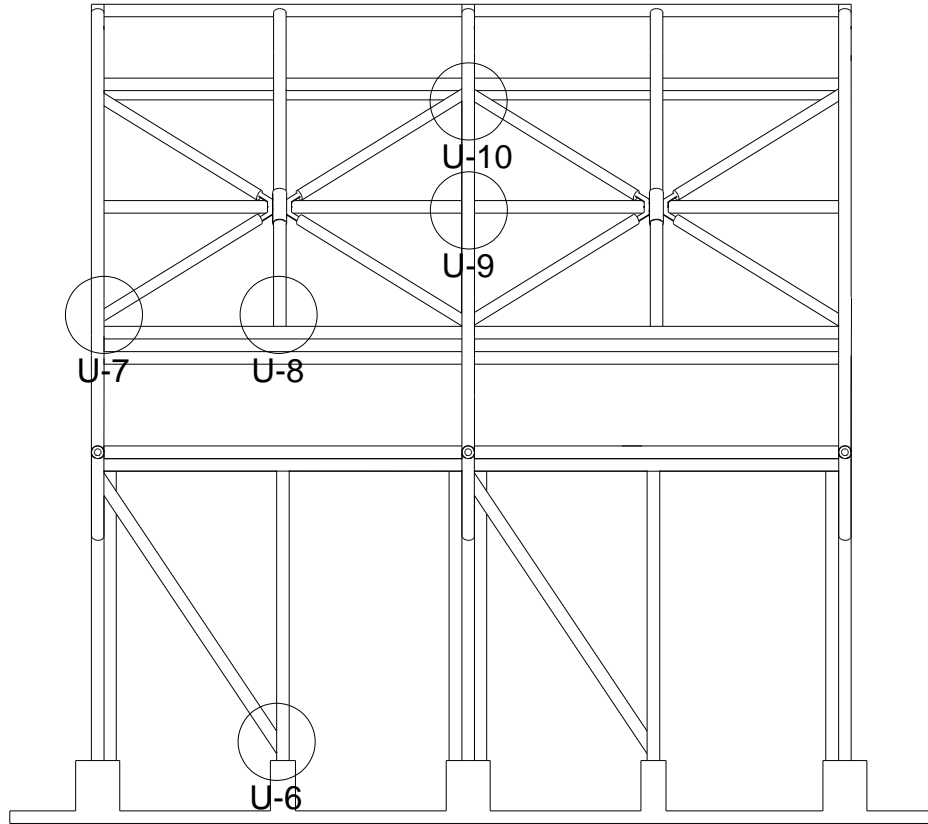


SOLERA DE FUNDACION SF-1

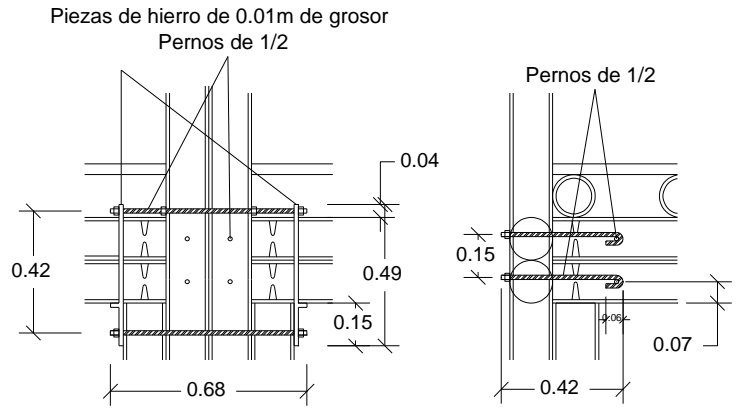




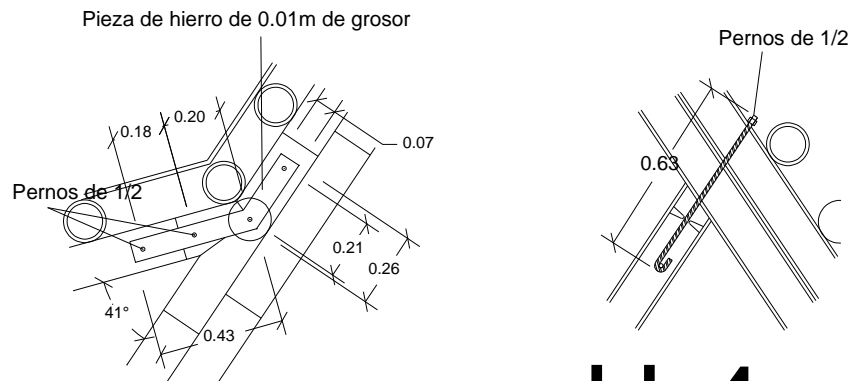
DETALLE DE UNIONES



DETALLE DE UNIONES



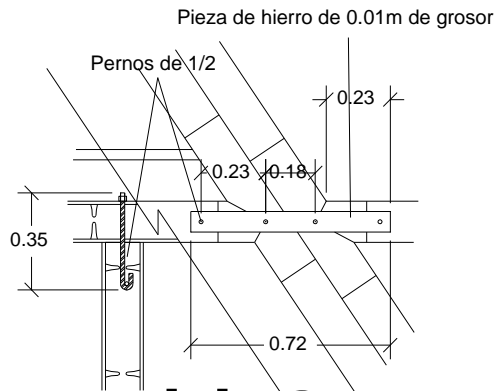
U-1



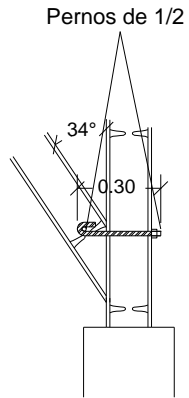
U-3

U-4

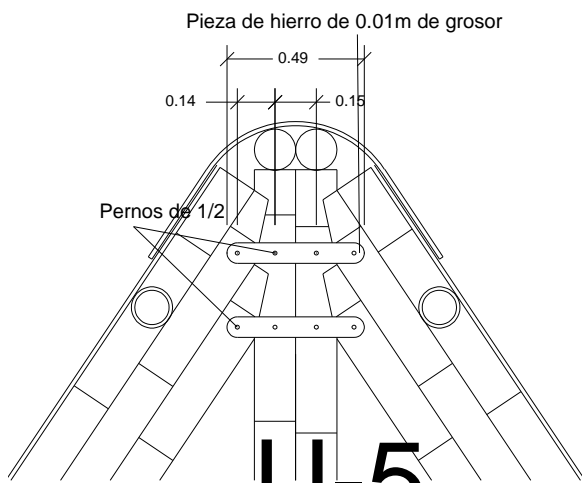
DETALLE DE UNIONES



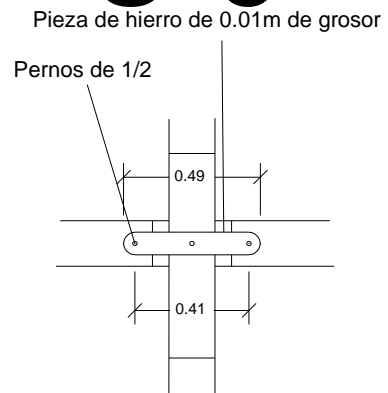
U-2



U-6

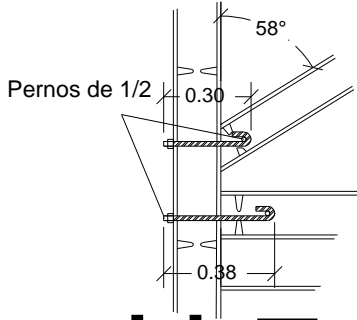


U-5

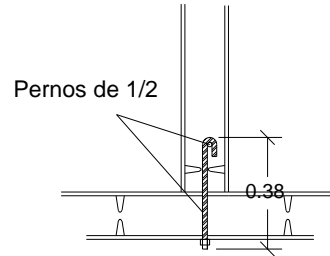


U-9

DETALLE DE UNIONES

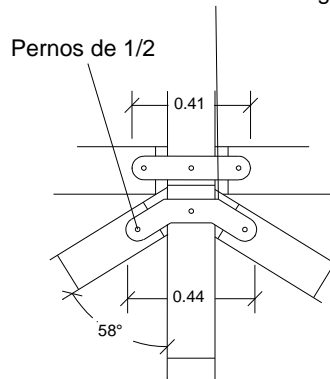


U-7



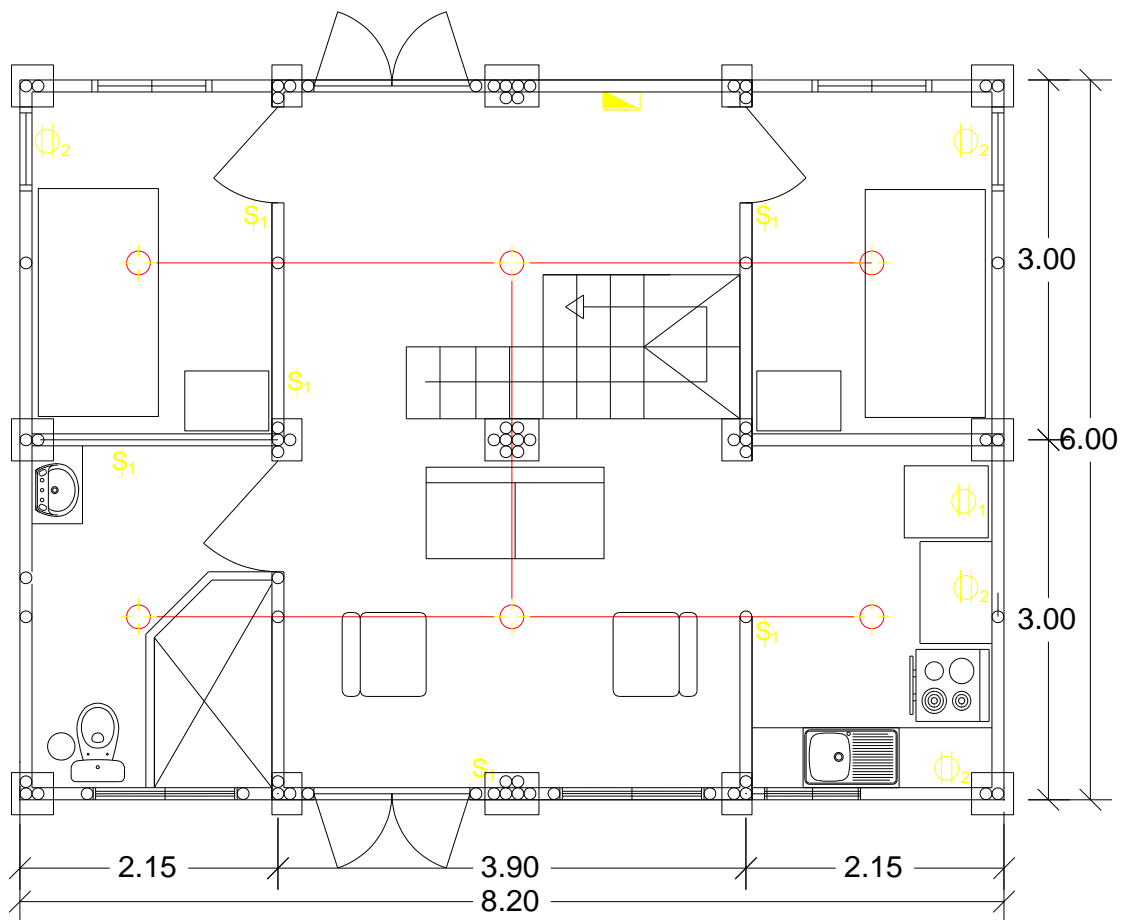
U-8

Pieza de hierro de 0.01m de grosor



U-10

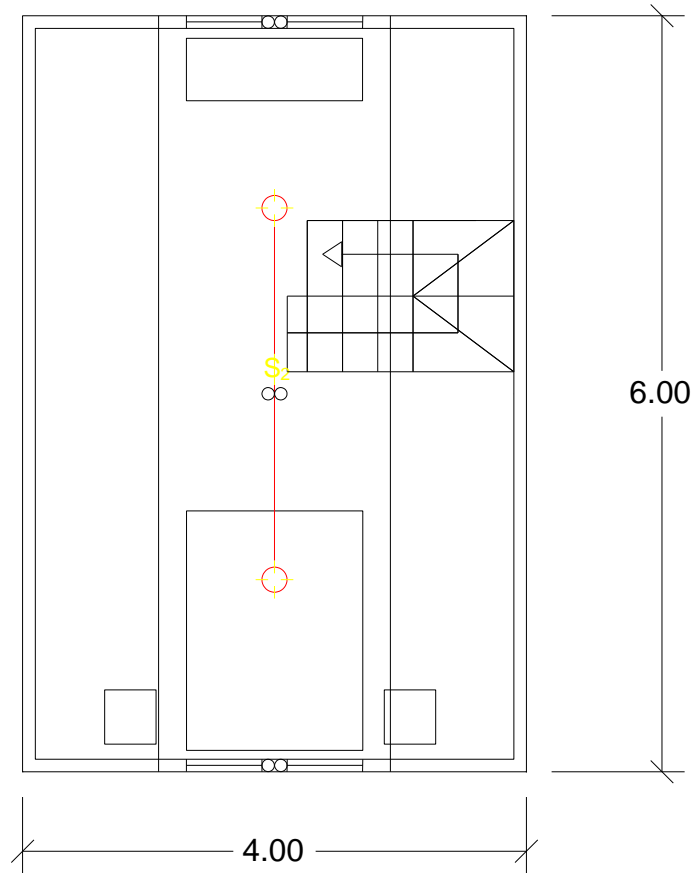
DETALLE DE UNIONES



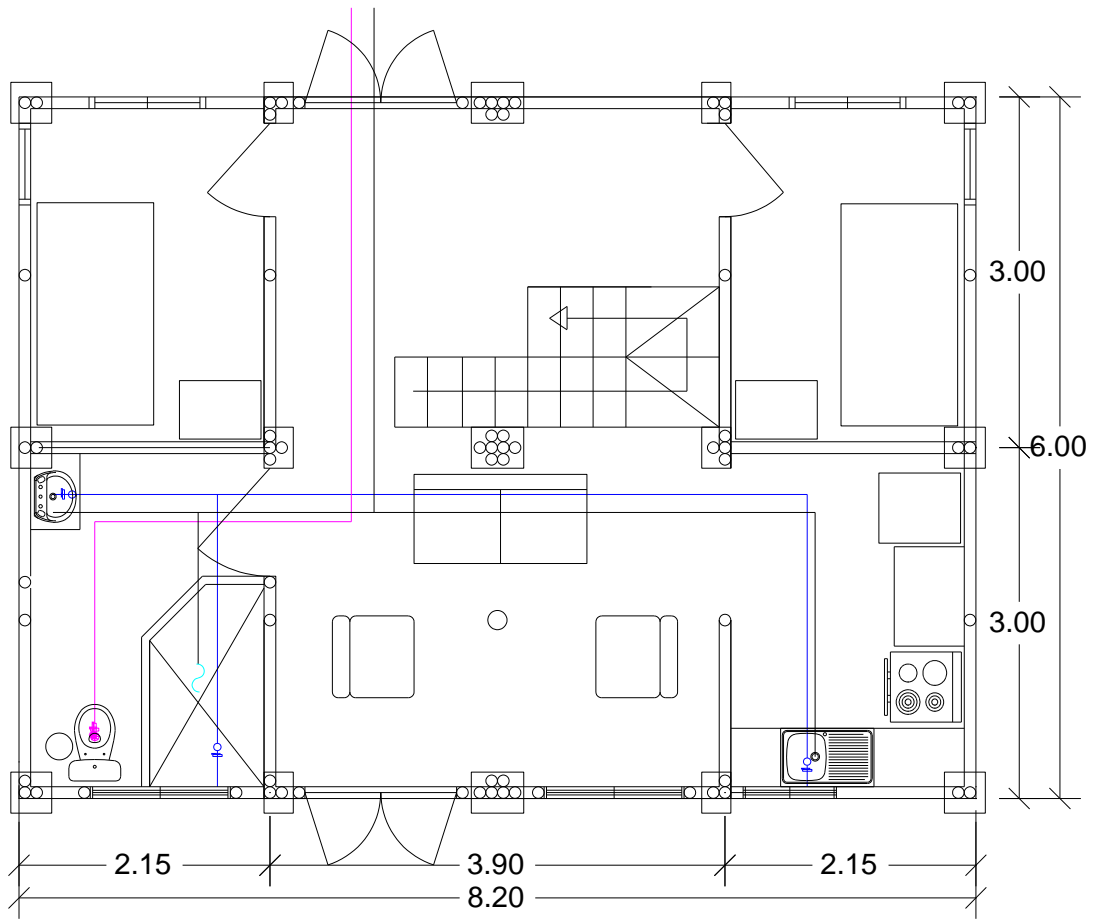
INSTALACIONES ELECTRICAS

Primer nivel

INSTALACIONES ELECTRICAS	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	Alambrado
	Tablero general
	Luminaria
	Interruptor simple
	Interruptor doble
	Tomacorriente doble, 110 voltios



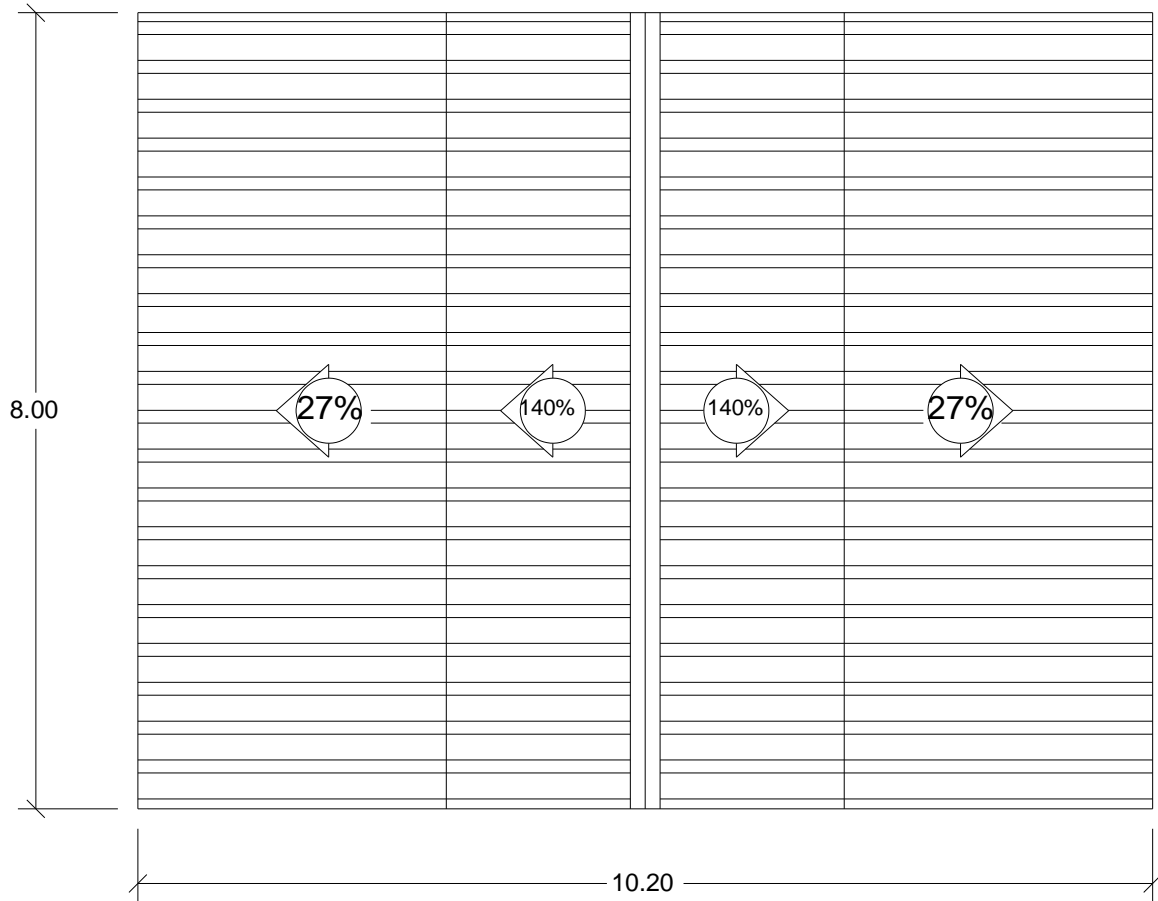
INSTALACIONES ELECTRICAS	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	Alambrado
	Tablero general
	Luminaria
	Interruptor simple
	Interruptor doble
	Tomacorriente doble, 110 voltios



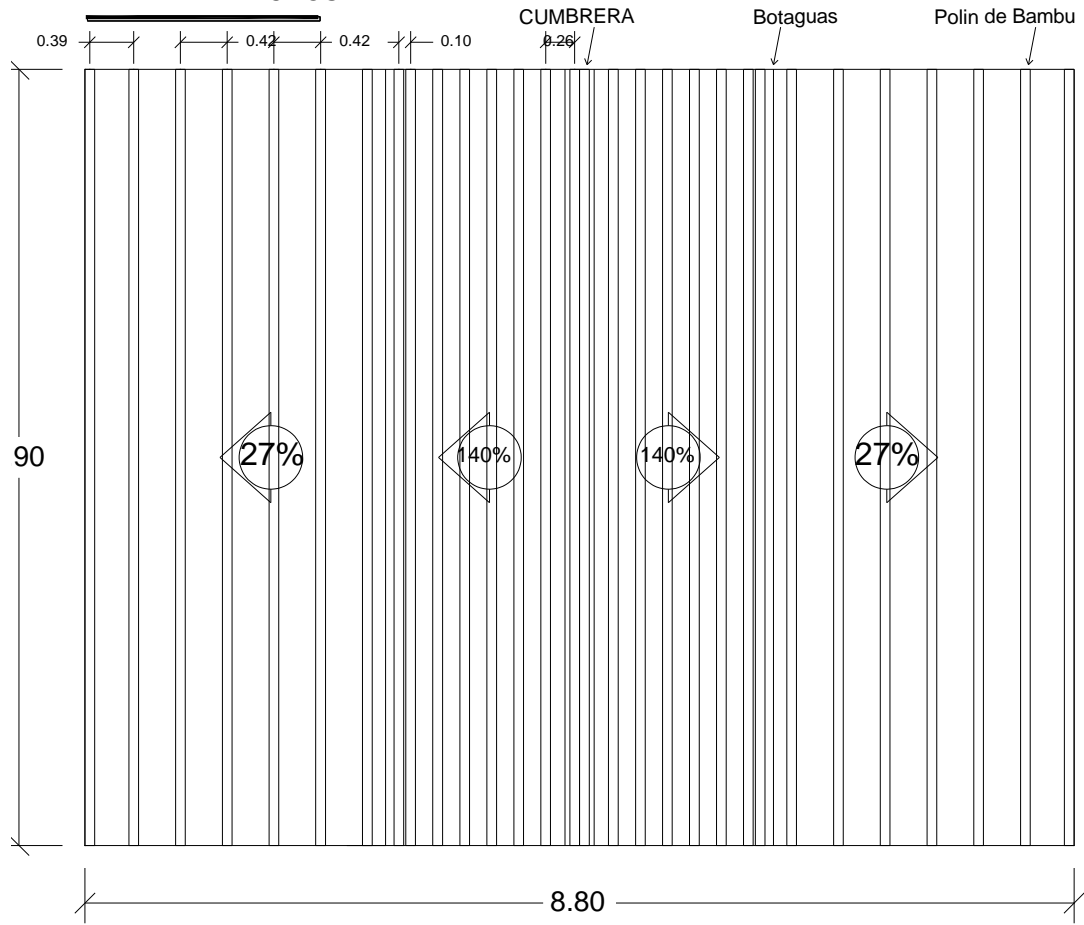
INSTALACIONES HIDRAULICAS

INSTALACIONES HIDRAULICAS	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	Tubería de Agua Potable de PVC,
	Chorro, Grifo o ducha.
	Tubería de Aguas Negras de PVC, Ø en planta.
	Descarga de Aguas Negras
	Sifón
	Tubería de Aguas Grises de PVC, Ø 3".

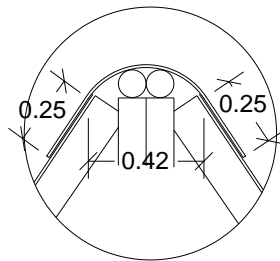
PLANTA DE CONJUNTO



PLANTA DE TECHOS



Detalles de Cumbreira



Detalles de Botaguas

