

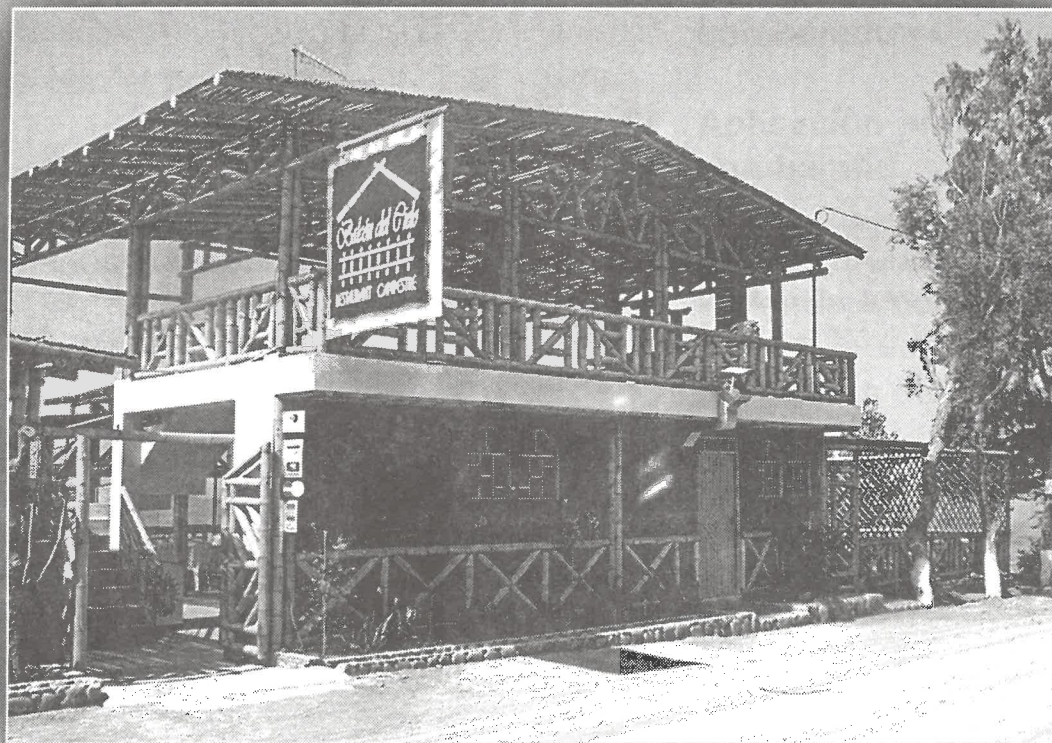
USO DEL BAMBÚ



EN LA CONSTRUCCIÓN



USO DEL BAMBÚ



EN LA CONSTRUCCIÓN

SENCICO

Gerencia de Investigación y Normalización

Gerente

Carmen Kuroiwa Horiuchi

Ejecución

Tania Cerrón Oyague

Rafael Torres Rojas

Impresión

Impresos & Diseños S.A.C.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	4	6) Tipos de Preservación	21
1) ¿Porqué el Manual?	5	7) Consideraciones para el diseño con bambú	23
2) Familiarizándonos con el bambú	6	8) Aplicación práctica de construcción con bambú	25
¿Qué es el Bambú?	6	9) Planos arquitectónicos de módulo de vivienda a construir en dos etapas	33
Importancia del bambú	6	10) Productos del bambú	35
Partes del bambú	6	11) Pautas para un taller teórico práctico de construcción con bambú en 3 sesiones	37
Propiedades y bondades del bambú	8	12) Bibliografía	39
Cuadro de resistencias	9		
3) Bambú en el mundo	10		
Términos del bambú en el Perú	12		
4) El genero Guadua	12		
5) Visión general para el diseño y construcción con bambú	14		
Proceso de aprovechamiento del bambú	15		

PRESENTACIÓN

El aprovechamiento razonable de los recursos naturales, locales y renovables, es uno de los retos grandes del siglo XXI, en el camino hacia un desarrollo de nuestras sociedades que merece el atributo "sustentable".

En el Perú, el problema de la vivienda especialmente en las zonas rurales, está ligado a los costos de las construcciones, pero también es un problema que está relacionado con la elección de los materiales y el uso apropiado de éstos. Dentro de los recursos naturales renovables y con cualidades para añadirle valor agregado en fabricación de componentes para la construcción de viviendas de bajo costo, está el bambú.

Bambú deja un legado más allá del espacio, del tiempo y de la cultura. Un poeta apropiadamente dijo:

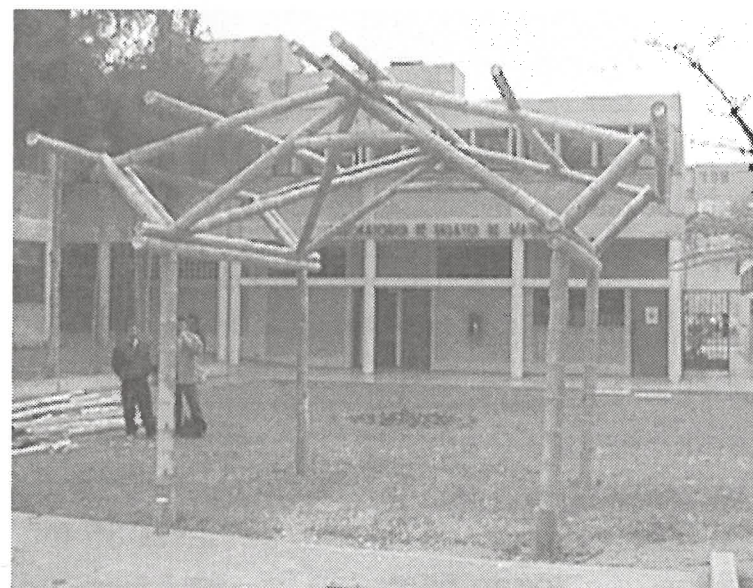
*"Cuando el primer hombre a la tierra
vino a construir la primera villa, el
bambú ya ahí estaba!"*



1) ¿POR QUÉ EL MANUAL?

El presente manual está orientado para ser empleado como material de consulta por los participantes en talleres de capacitación teórico - prácticos. Con el manual se busca en primer lugar conocer y familiarizarse con la planta de bambú. De la misma manera tomar conocimiento de los procedimientos de tratamiento y preservación para su uso en construcción y tener una visión general para el diseño y construcción con bambú. Contiene

el procedimiento para la construcción de un modulo tipo de vivienda con bambú sobre la base de columnas, vigas, paneles y estructura del techo con bambú (guadua, marona, paca). Tratando de demostrar la versatilidad del bambú en la construcción de edificaciones sismorresistentes.



Modelo demostrativo en SENCICO

2) FAMILIARIZÁNDONOS CON EL BAMBU



¿Qué es el bambú?

El bambú, es una gramínea de la familia de la caña de azúcar, el arroz y el trigo, es "el pasto más grande del mundo", alcanzando alturas de hasta 35 mt. con diámetros que llegan hasta los 25 cm. Los bambúes son plantas muy diversas y económicamente importantes, que crecen en las regiones tropicales y templadas de Asia, África y América.

Importancia del Bambú

Podemos valorar el bambú desde diferentes puntos de vista: ambiental, socio cultural y económico. Su importancia y utilidad la convierten en la mejor aliada para promover procesos para el desarrollo humano sustentable, contribuyendo al desarrollo económico (capacidad para contribuir a generar empleo por su aplicación variada y valor agregado), tanto en medios rurales, como urbanos; constituyéndose en un aliado para la revalorización del paisaje y como protección natural.

Partes de un Bambú

Copa:

Parte apical, con una longitud de 1.20 a 2.00 m. Se revierte en el suelo del guadual o bambusal como aporte de materia orgánica.

Varillón:

Sección de menor diámetro. Su longitud tiene aproximadamente 3 metros. Se utiliza en la construcción como correa de techos con tejas de barro o de paja.

Sobrebasa:

Es un tramo, que por tener un buen diámetro da un buen rendimiento para su comercialización, permitiendo un uso variado.

Posee una longitud aproximada de 4 metros.

Es utilizada como columnas, "pies derechos", encofrado de estructuras de concreto.

También se emplea como viguetas para forma lateral planchas y como postes de espalderas en cultivos.

Basa:

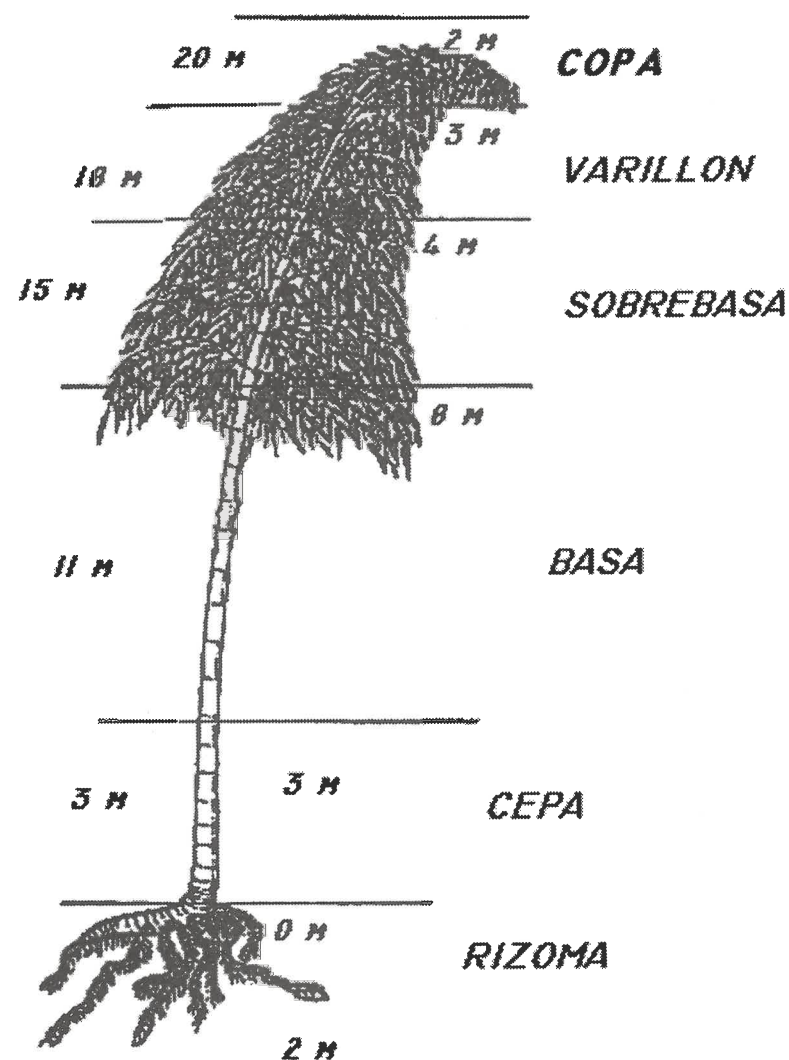
Parte de la guadua que tiene mayores usos, debido a su diámetro intermedio. La longitud es de 8 metros aproximadamente.

De esta sección se elabora generalmente la esterilla, la cual tiene múltiples usos: en construcciones de paredes, casetones y formaleas de planchas.

Esta parte se utiliza como vigas y columnas en construcciones.

Cepa:

Sección basal del culmo de mayor diámetro, tiene una longitud de 3 metros. Debido a sus entrenudos más cortos proporciona una mayor resistencia. Se utiliza como columnas en construcción y para cercos

PARTES DE UN BAMBÚ

Rizoma:

Es un tallo modificado, subterráneo, que se conoce popularmente como "caimán".

Se utiliza en decoración, muebles juegos infantiles.

Propiedades y bondades del Bambú:

El bambú es un excelente recurso natural renovable, es un buen emisor de CO₂, tiene un corto periodo vegetativo para ser utilizado (de 4 a 7 años para su óptimo alcance), la propagación mediante diferentes métodos tiene alta viabilidad y no requiere muchos cuidados. Tiene propiedades de almacenamiento y regulación del agua. Se puede sembrar como cualquier cultivo siendo rentable y sostenible. Sus rizomas son fuertes y abundantes que forman un sistema que se amarra al suelo protegiéndolo de la erosión eólica e hídrica.

Las plagas que pueden afectar al bambú y las deficiencias de nutrientes son fácilmente controlables y manejables, no llegando a afectar significativamente el valor económico del cultivo.

Tiene un gran valor ecológico y de mejoramiento del entorno. Es el hábitat de muchos animales

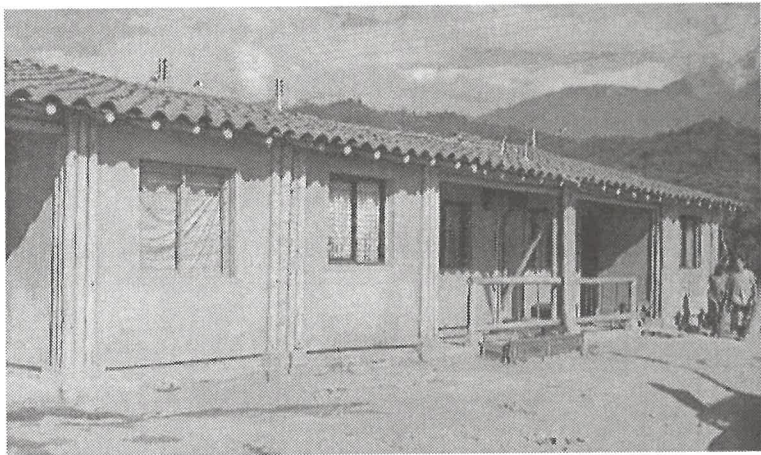
beneficiosos para el ambiente y la vida, como aves silvestres, insectos. El oso panda se vale de él para su sustento.

Por otra parte según su especie y género nos ofrece diferentes propiedades de resistencia, según ello se le da el uso respectivo, un bambú bien manejado no se deteriora rápido, es resistente liviano y apto para múltiples usos: como componente estructural en viviendas, acabados, mobiliario, artesanías, pisos, papel, carbón y otros.

Algunas especies tienen gran capacidad para soportar altos valores de esfuerzos a la compresión, flexión y tracción, siendo denominado por ello como "el acero vegetal". Con el bambú se han construido viviendas de más de tres pisos, puentes peatonales y vehiculares, galpones, etc. En el Perú, en el sistema constructivo de Quincha Prefabricado es usado como uno de los principales componentes.

El uso del bambú en América se remonta desde época preincas, fue usado en la construcción de muros, tomando éstos diferentes denominaciones según el lugar: de bahareque o de quincha.

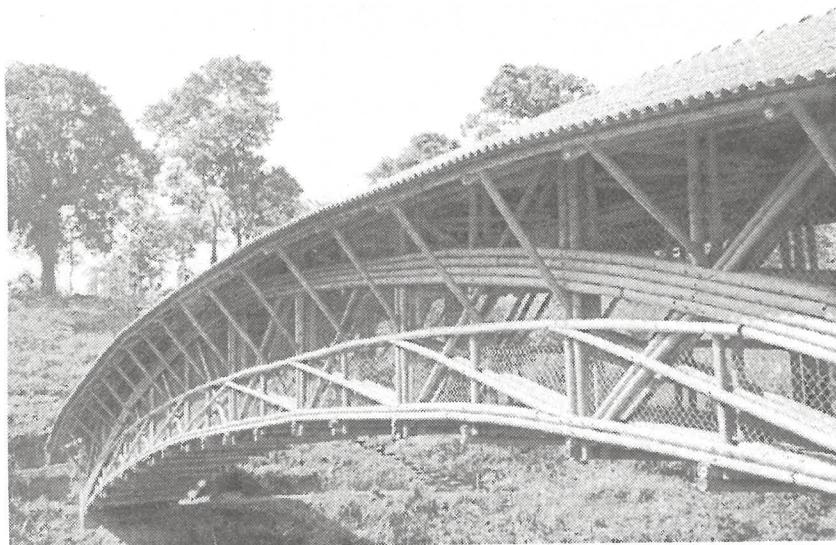
En el cuadro siguiente se muestran registro de datos de pruebas de resistencia a la compresión de la especie *Guadua Angustifolia*. Las muestras se han tomado en secciones de crecimiento y por edades de la planta. Se puede establecer según estos datos que la parte más resistente se encuentra en la parte baja de la planta.



Viviendas populares mixtas de bambú

CUADRO DE RESISTENCIAS

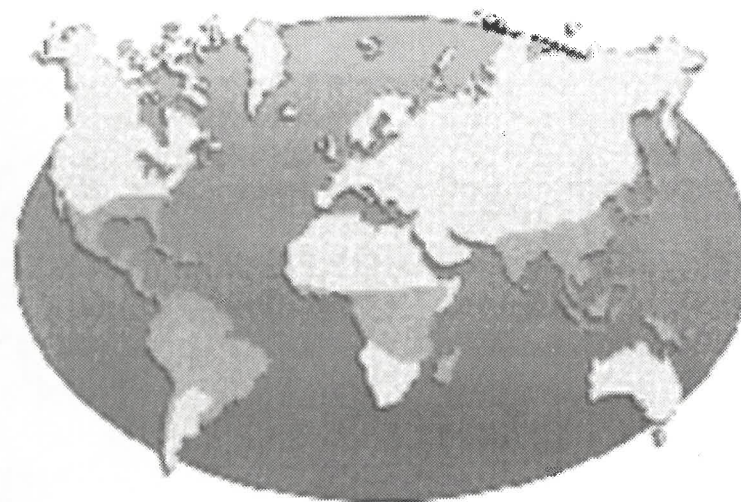
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE SECCIONES DE 1-2 y 3 mt. DE DE LARGO <i>Guadua Angustifolia</i>					
ALTURA DE LA TOMA DE MUESTRA (metros)	EDAD DE LA CAÑA (años)	ESFUERZO DE ROTURA Kg/cm2	DIAMETRO DE LA BASE (cm)	ESPESOR DE PARED DEL BAMBU (cm.)	NUMERO DE NUDOS
3 metros	1 a 3 años	Maximum 4930 Minimum 2740	9,09 9,44	0,79 0,97	8 10
	3 a 5 años	Maximum 8350 minimum 2775	10,76 9,04	1,58 0,96	13 9
	más de 5 años	Maximum 6600 minimum 3200	13,09 9,89	1,92 0,87	13 9
2 metros	1 a 3 años	Maximum 10125 Minimum 3830	11,33 7,86	1,15 0,71	7 6
	3 a 5 años	Maximum 12830 minimum 5100	11,73 9,53	1,52 1,26	7 7
	más de 5 años	Maximum 22500 minimum 6600	14,33 9,09	1,62 0,88	7 6
1 metro	1 a 3 años	Maximum 14050' Minimum 7350	9,27 8,39	1,50 0,73	5 3
	3 a 5 años	Maximum 19000 minimum 8000	11,57 8,28	1,72 0,98	4 4
	más de 5 años	Maximum 23650 minimum 9910	13,50 10,23	1,55 1,20	4 5
Fuente: Bamboo The Gift of the Gods, Oscar Hidalgo López 2003 (Martín. Mateous, Hiodalgo (1981) - Total number of tested samples 129					



3) BAMBÚ EN EL MUNDO

En el mundo existen aproximadamente 1200 especies de bambúes leñosos distribuidos en Asia, África y América. En este último continente se han registrado 363 especies. En el Perú se encuentran en Moyabamba, Chachapoyas, Piura, Madre de Dios, Chanchamayo y en valles costeros de la provincia de Cañete en Lima.

El recurso bambú existente en América Latina es diverso y abundante. En China, en el año 2000, el valor de la producción anual del rubro bambú fue de 2.3 billones de dólares, y el valor de exportación de los productos de bambú fue de 600 millones de dólares (Jiafu, 2000).



Hoy día en China, el bambú, se utiliza industrialmente para fabricar papel, cerveza, como alimento, para hacer ropa, esteras, empaques, medicina, muebles, carbón, y se ha convertido en un verdadero sustituto de la madera ya que se fabrican

pisos, aglomerados y todo tipo de paneles a base de bambú.

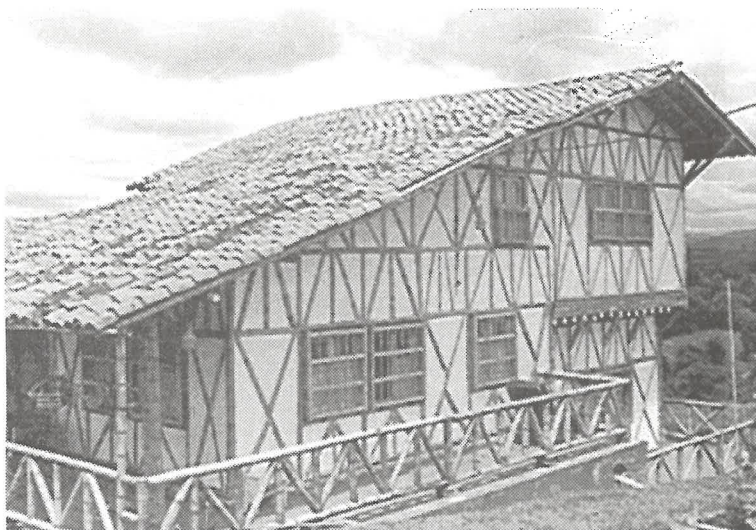
En los países de América el aprovechamiento sustentable del recurso está ligado al entorno socio económico de las comunidades donde el recurso es natural o cultivado. Es decir la comunidad tiene que asumir en conjunto la necesidad de desarrollo y/o preservación del recurso así como también de actividades alrededor de la cadena productiva del bambú.

Gracias al rápido crecimiento y reproducción del bambú, puede contribuir a la reconstrucción de ecosistemas gravemente afectados. Es un recurso alternativo al empleo de la madera, contribuyendo con su cultivo, a disminuir la presión sobre los bosques maderables.

La especie de bambú leñoso más investigada y desarrollada, ha sido la "**guadua Angustifolia**", endémica de algunos países de América. En Colombia, Costa Rica y Ecuador ha merecido gran promoción de parte de instituciones privadas y estatales, desde hace más de 20 años.

El desafío para las nuevas construcciones y las nuevas propuestas arquitectónicas será exponer el bambú en todas sus propiedades, dando a conocer el valor de éste, desde sus propiedades estructurales, hasta su uso apropiado modulando su volumen, contribuyendo al desarrollo integral del medio ambiente; el reto consistirá en combinar la fuerza de la fibra del bambú, con estructuras livianas y eficaces.





Viviendas mixtas con bambú

TERMINOS DEL BAMBU EN EL PERU

En el Perú el bambú es conocido por diferentes nombres, que no necesariamente determinan una misma especie. Aquí alguna de las terminologías usadas según la zona o región:

Marona Tarapoto-Moyobamba,
(Región San Martín)

Paca Madre de Dios, Cuzco.

Caña de guayaquil Costas norte, sur y central.

4) EL GENERO GUADUA

Dentro de los Bambuses leñosos se tiene la familia, que **Guaduinae** incluye cinco (5) géneros, Apoclada, Eremocaulon, Guadua, Olmeca y Otatea y 40 especies que se distribuyen desde el noroccidente de México (27° N) a través de Centro y Sur América hasta la Argentina y Uruguay (35° S). Son especies que se desarrollan generalmente a baja altitud pero algunos miembros pueden crecer en altitudes hasta de 2800 m.

El genero **Guadua** sobresale entre los bambúes leñosos del Nuevo Mundo por su importancia social, económica, y cultural; su uso se remonta a épocas precolombinas. Reúne las especies con mayor potencial de desarrollo industrial en América como es el caso de *Guadua angustifolia* y *G. chacoensis*.

Este género reúne unas 30 especies que se distribuyen desde los 23° de latitud Norte en San Luis de Potosí, México (*G. velutina*) hasta los 35° de latitud Sur en Argentina (*G. trini*); crece naturalmente en todos los países de América Latina con excepción de Chile y las Islas del Caribe.

Las especies de este género se pueden distinguir de los demás bambúes principalmente por tener:

- a) hoja caulinar en forma triangular con los bordes continuos de la vaina y de la lámina;
- b) banda de pelos blancos y cortos arriba y abajo de la línea nodal;
- c) presencia de estomas por el has y por el envés;
- d) palea de textura firme con las quillas aladas;
- e) presencia de 3 estigmas plumosos y 6 estambres.

Sobresale dentro del genero la especie ***Guadua angustifolia*** por sus propiedades físico-mecánicas que la convierten en un excelente elemento estructural. Esta especie ha sido seleccionada como una de las veinte (20) especies prioritarias del mundo, con un gran potencial de desarrollo, Presenta una alta relación resistencia/peso que excede a la mayoría de las maderas. También sobresale por el tamaño de sus culmos que alcanzan 30 m de altura y 25 cm de diámetro. Otras especies como ***Guadua amplexifolia***, tienen culmos sólidos, gran biomasa por área y madera más blanda, se puede desarrollar en la industria de la producción de pulpa y papel. Existe, sin embargo en el Perú, mucho por investigar en bambú: en aspectos de manejo y producción, tecnologías de poscosechas, conocimiento genético, y procesos industriales.

Fases de desarrollo de la guadua

Rebrote o Renuevo: esta fase de desarrollo del guadua comprende desde la aparición del rebrote hasta cuándo llega a su máxima altura, sin presencia de ramas apicales o superiores; a veces aparecen ramas basales o ganchos. En esta fase el tallo

siempre esta cubierto por hojas caulinares o capachos tanto en su parte basal o bajera, como en su parte apical o superior. Los entrenudos son de color verde intenso y presentan 2 bandas blancas en cada nudo, llamadas bandas nodales, compuestas de pubescencia (pelusa). Los rebrotes nunca se deben cortar.

Guadúa juvenil o "Viche": en esta fase, el tallo elimina toda sus hojas caulinares de su parte superior y conserva las basales. Hay presencia de ramas apicales y crece gradualmente el follaje de la planta. Los entrenudos son de color verde intenso y las bandas rodiales siguen apreciando claramente. Los tallos en esta fase tampoco no se deben cortar.

Guadua Adulta, madura o "hecha": el tallo elimina toda sus hojas caulinares de su parte superior y conserva las basales. Hay presencia de ramas apicales y crece gradualmente el follaje de la planta. Los entrenudos son de color verde intenso y las bandas se siguen apreciando claramente. Los tallos en esta fase tampoco se deben cortar.

Guadua Seca: No hay presencia de follaje y los

tallos son de color ocre o amarillo pálido. No se deben dejar llegar los guaduales a ese estado por cuando en el, los tallos pierden su resistencia y además se esta impidiendo la generación de chusquines o rebrotes.

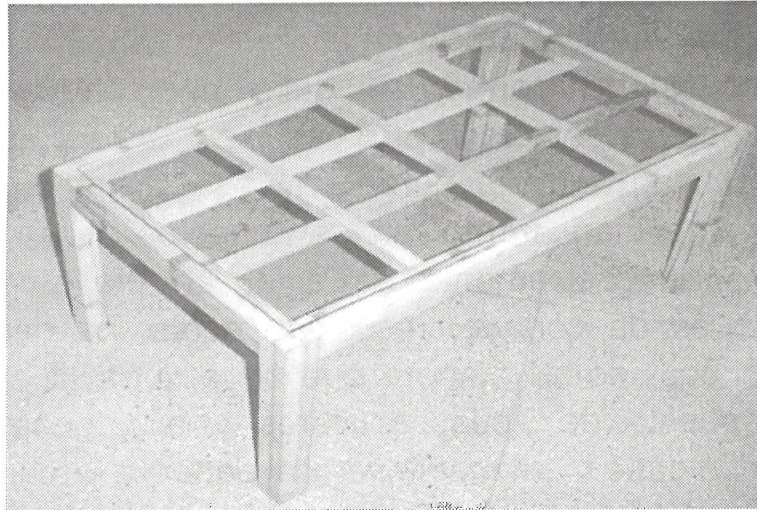
5) VISIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ

El análisis de construcciones en bambú debe partir del principio de PRESERVACIÓN INTEGRAL: es decir desde el manejo sostenible del bambusal, de la plantación misma con la selección del sitio y suelos para la siembra. De la planificación de los aspectos: Ambientales, Económico, Culturales, Legales, Fitosanitarios, cuidados en general para obtener un recurso en óptimas condiciones y de *excelente calidad*.

El uso intensivo del bambú y la identificación con él por la población dependerá de seguir en toda las fase de su aprovechamiento de una serie de criterios técnicos.

Proceso de aprovechamiento del bambú

Aspectos a tomar en cuenta para lograr una durabilidad, resistencia y permanencia de los productos elaborados con Bambú.

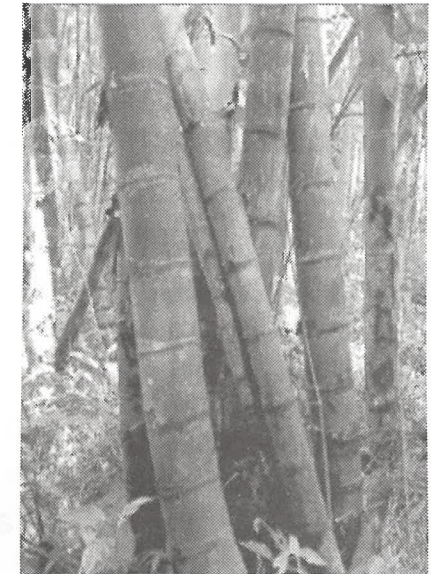


a) Selección

La preparación de la guadua se inicia con el corte apropiado del tallo, teniendo en cuenta su edad y grado de lignificación (madurez), del cual depende su resistencia física y su máxima dureza, que la adquiere entre los 4 y 6 años de edad, lo que ha sido comprobado experimentalmente.

Dentro del Guadual o Bambusal, se deben seleccionar los bambúes que estén maduros o hechas.

Deben ser marcados para identificarlos cuando se corten.



b) Corte

Es una creencia y tradición, la sabiduría campesina que recomienda métodos de preservación natural que con el tiempo se han comprobado con la investigación aplicada. Se trata de las observaciones de campo que demuestran la relación entre el contenido de agua en los tallos de guadua y las fases de la luna. Por ello se recomienda efectuar el corte en época de menguante o fase oscura y preferiblemente a la madrugada entre las 3:00 am y las 5:00 am, cuando hay menor luminosidad y lógicamente poca circulación de líquidos al interior de la planta, antes de iniciarse la fotosíntesis; implica obtenerlos con menor contenido de humedad y menores concentraciones de carbohidratos, por lo tanto menos resistentes a los ataques de insectos y hongos.



El corte debe hacerse entre el primero y el segundo nudo, sin formar vaso en el tallo para evitar que se acumule agua de lluvia y se pudra el rizoma. Además, para facilitar el nacimiento de nuevos brotes.

c) Vinagrado y curado en la mata

Después de cortado el tallo de guadua se recomienda someterlo al proceso de "curado" para garantizar mayor durabilidad y disminuir la vulnerabilidad frente a los insectos xilófagos. Consiste básicamente en dejar en pie el tallo después de cortado, recostado sobre los demás bambúes, de tal manera que se escurra la savia compuesta de agua, azúcares y almidones. El bambú debe mantenerse vertical para que escurra y no se deforme y también, con el fin de que la savia baje y evitar así, el ataque de plagas.

En estas condiciones se deja el tallo por un lapso de 20 a 30 días, tiempo durante el cual descarga los líquidos y los carbohidratos restantes se convierten en fenoles y alcoholes.

Cuando la guadua se va utilizar en obras



artesanales, muebles o en construcción de vivienda que estará expuesto a diversos factores físicos de clima, debe someterse al secado total para reducir al mínimo los cambios de dimensión una vez sea utilizada la guadua. Al utilizarla se recomienda que tenga humedad

inferior al 12%, lo cual mejora sus propiedades físico-mecánicas.

Asimismo, para prevenir el ataque de hongos e insectos, mejorar las condiciones de aplicabilidad de los preservantes, reducir el peso de las piezas y hacer más fácil su manipulación es necesario bajar el contenido de humedad al 12%.

Posteriormente, no debe quedar expuesta a la humedad del suelo pues la guadua es propensa a la pudrición y al ataque de hongos.

Se recomienda el secado natural de la guadua colocándola en forma vertical y a la sombra. Este proceso puede durar aproximadamente mes y medio después de haber sido sacada del guadual, dependiendo de las condiciones climáticas.

d) Compra y selección en mercado

Se deberá seleccionar bambúes maduros y secos antes de comprarlos, sin ninguna rajadura, tratando de que sean los mas rectos posible y con diámetros entre 10 cm y 12.5 cm, para las columnas y vigas y con diámetros menores para los demás elementos. Verificando que no estén enfermos ni infectados con alguna plaga.



Establecimiento de comercialización de bambú

e) Transporte

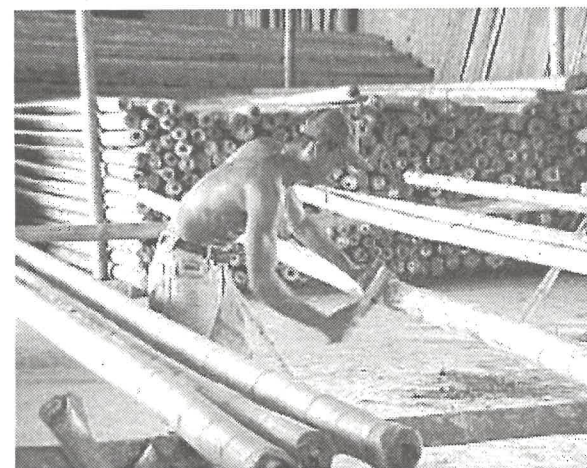
En caso de seguir el proceso después del secado, se debe transportar el bambú con mucho cuidado al sitio de inmersión evitando los impactos y procurando no tirarla para que no se produzcan daños como rajaduras, huecos y deformaciones. De igual forma se debe tener cuidado durante el embalaje, transporte y descarga, para evitar fisuras, abolladuras, grietas, desprendimiento de cutícula, ruptura de nudos y por consiguiente pérdida de resistencia y calidad.

Procure no deslizar la piezas entre si, pues esto ocasiona raspaduras o rayones en la cutícula, lo que desmejora su apariencia física.

f) Limpieza

Antes de la inmunización, es muy conveniente limpiar con cepillo o lavar con agua los bambúes, para quitarles el polvo, el barro o suciedad en general, con el fin de no contaminar el líquido inmunizante y para que su superficie sea mas uniforme.

Se limpiará con lana metálica, sacándole la tierra sobre todo de los nudillos.



Limpieza del bambú con chorros de agua y/o lana de metal

g) Preservación

El tratamiento de guadua con preservantes consiste en la aplicación apropiada de sustancias químicas o inmunizantes preferiblemente biodegradables y solubles en agua, con el objetivo de protegerla de hongos o insectos xilófagos, a si como la putrefacción, dándole por



Curado por inmersión en pozas de tierra

consiguiente mayor durabilidad. Las guaduas que se han de tratar con preservantes, deben tener una humedad determinada para lograr la penetración apropiada y obtener mayor efectividad de los fungicidas.

h) Secado

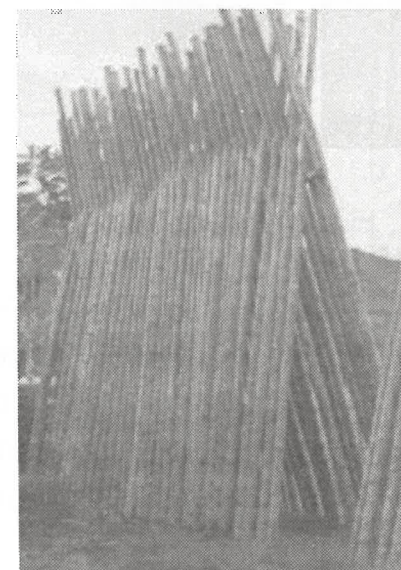
Cuando se retiran los bambúes de la solución inmunizante, deben permanecer verticalmente para que se escurran bien, hasta que se pongan de color amarillento.

El bambú deberá secarse por lo menos 5 días, en posición vertical y bajo sombra.

Hasta acá tendríamos utilizados máximo 25 días, entre la compra del material, la preservación, el secado y la limpieza.

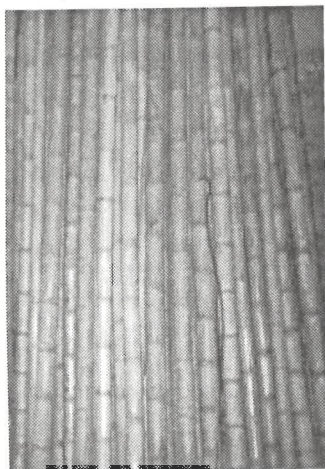
i) Almacenamiento

Una vez secados los bambúes se deben almacenar en un lugar cubierto de ser posible en forma vertical, para que no sufran deformaciones y se puedan utilizar totalmente y lo mas rápido posible.



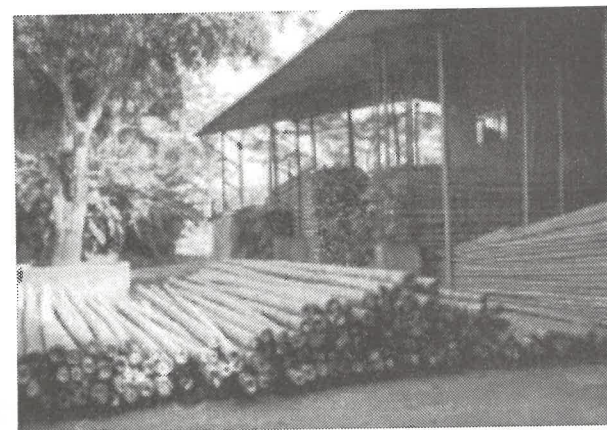
j) Mantenimiento

Es muy importante para su durabilidad y mantenimiento del bambú procurando que conserve su color natural ocre, aplicar una solución compuesta por trementina, aceite de linaza y un poco de limón.



k) Sugerencias para su aplicación

Al elaborar productos o construir viviendas, no deben emplearse secciones de bambú que hayan sido atacadas por insectos o por hongos, que presenten señales de pudrición, que tengan rajaduras o fisuras longitudinales o transversales, pues éstas se prolongaran con el tiempo.



La tendencia del bambú a rajarse, limita el uso de clavos o puntillas.

Actualmente se recomienda asegurar las uniones con pegantes o pasadores de madera si se trata de muebles o con tornillos y pernos preferiblemente galvanizados si se trata de vivienda, los cuales se introducen al bambú una vez perforado.

Es muy importante procurar que la guadua conserve su color natural ocre y para ello se puede aplicar un solución compuesta por trementina, aceite de linaza y un poco de limón.

6) TIPOS DE PRESERVACIÓN

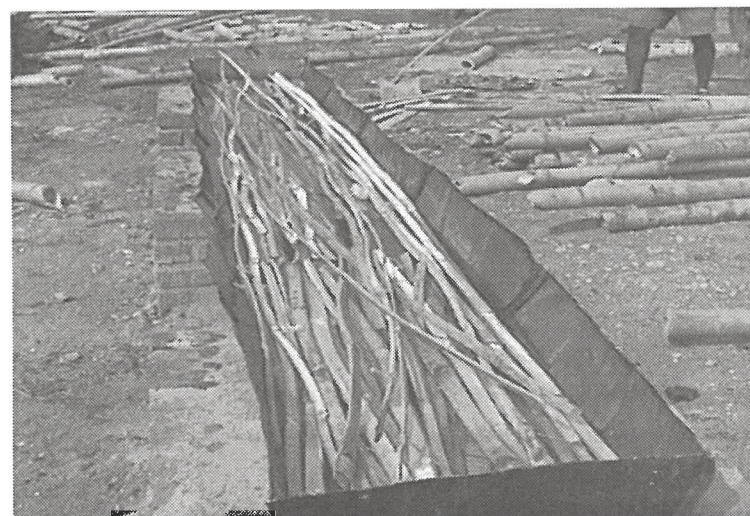
Una vez la guadua este totalmente seca y cortada en los trozos que se van a utilizar, se procede a la aplicación de los preservantes que la protegerán del ataque de los insectos xilófagos.

Durante el transcurso de la historia americana, en las comunidades que conocían el bambú -guadua, emplearon diferentes métodos de preservación, actualmente las más efectivas son las siguientes fórmulas, que han respondido hasta contra termitas:

• Por inmersión

Se sumergen dentro de una poza de aproximadamente 3 m x 6 m x 1.5 m. No es necesario construir un pozo de concreto, se puede cavar un pozo y forrarlo con plástico grueso, pero tener cuidado de que no se dañe, pues si no se perderá la solución.

El pentaborato es uno de los preservantes menos tóxicos, la solución se prepara según necesidad. Puede ser con la siguiente dosis:



Curado en tinas metálicas

Pentaborato

8kg. de ácido bórico
8kg. de bórax
200 litros de agua

Esta proporción es para 50 unidades de bambúes, los cuales deberán permanecer sumergidos por 5 días. Puede volverse a sumergir otra tanda hasta la merma del preservante.

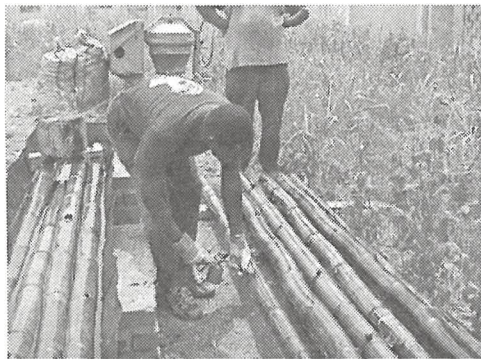
Luego de preservar los bambúes se dejarán secar,

bajo cubierta y aireada. Lo cual demandaría 10 días entre las dos tandas.

Para este tipo de preservación se deberá primero perforar cada bambú en el centro con un varilla de 1/2", para que la solución filtre pro el interior de los bambúes.

• Por inyección

Se prepara la misma solución anterior y se perfora cada canuto individualmente con los huecos menores de 1/4" en forma alternada, para aplicar una dosis de 5 a 10 cm³ por canuto. Este orificio debe ser en forma de zig-zag y la inyección se puede hacer con una jeringa, con pistola de compresor o con fumigadora agrícola.

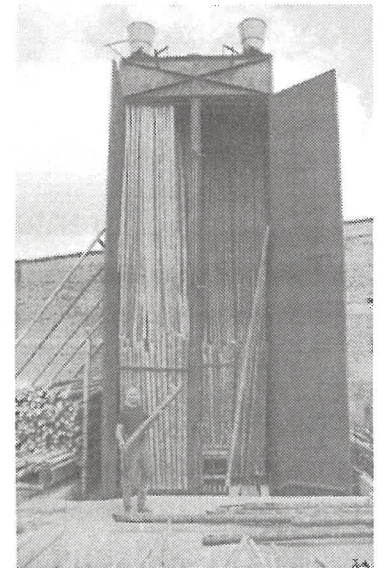


Inyección de preservante a través de los nudos

• Por humo

El bambú se conserva a base de ácido piroleñoso, sustancia producida por la condensación del humo, saturado de alquitrán.

Se hace introduciendo los bambúes, bien sea en un horno o un vivero, cerradas herméticamente, los cuales deben tener una chimenea pequeña. El humo que llega a estos hornos proviene de una quema controlada de material de bambúes secos. Este proceso dura 3 semanas.



Cámara de humo

Se debe hacer un buen manejo del aire y controlar la relación temperatura vs. humedad, en el interior del horno, para que el bambú no se raje.

7) CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

Para la elaboración del diseño arquitectónico y de ingeniería hay que tomar en cuenta el concepto de **PROTECCIÓN POR DISEÑO**, basado en los siguientes puntos:

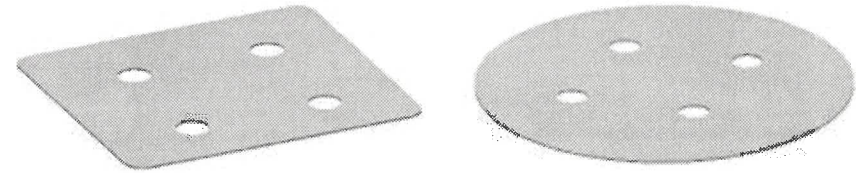
a) Condiciones abióticas

Se debe tomar en cuenta cada función del bambú, como columna, viga arriostre, cercha, arriostre, cargas admisibles.

Se debe considerar en el diseño el concepto de "buenas botas y buen sombrero". Por lo cual se debe preveer techos o cubiertas de grandes aleros y buenas bases o pedestales, para protegerlo del sol, agua y la humedad ascendente.

b) Bases metálicas

Considerar en algunos casos platinas metálicas para protegerlo del suelo, dependiendo del diseño si lo requiere.



Protección por diseño: Coberturas y dados en la base

c) Dados de concreto

Como protección de la humedad del suelo, es recomendable sus buenas "botas", que vienen hacer dados de concreto, en distinta forma según diseño.



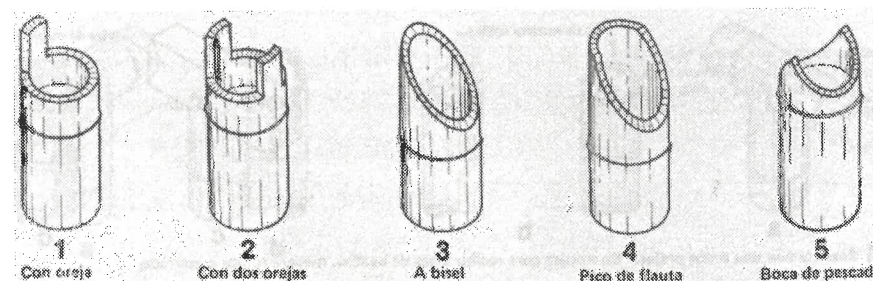
d) Anclajes y pernos

Platinas, acoples, abrazaderas, conectores, trabajadas con pernos

e) Uniones

Clavadas (no es recomendable), pernadas, zunchadas, estructurales; unión cimiento-muro, unión cimiento-columna, unión entre muros.

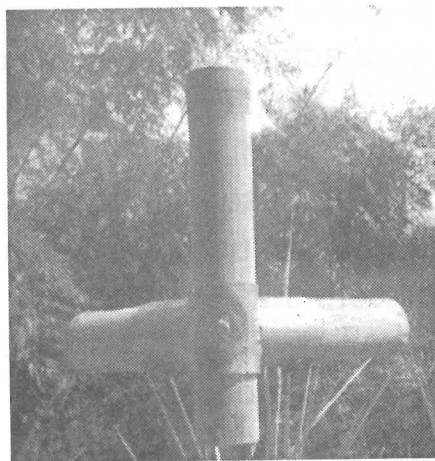
Para hacer las uniones se debe manejar los siguientes cortes:



1. con oreja
2. con dos orejas
3. a bisel
4. pico de flauta
5. boca de pescado



Corte pico de flauta con formón



8) APLICACIÓN PRÁCTICA DE CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ

Construcción de un Módulo de 4.65ml X 3.30ml.

Proceso Constructivo del Modulo

- Obras preliminares y selección de suelo, movimiento de tierras y apisonado.
- Armadura de acero para losa, vigas de cimentación y dados de concreto.
- Redes para instalaciones eléctricas y sanitarias

- D. Llenado de concreto en losa, vigas de cimentación y dados.
- E. Sobrecimiento de concreto, dejando los anclajes de acero en los dados para recibir las columnas de bambú
- F. Columnas de bambú
- G. Vigas de arrioste de bambú
- H. Muros o paneles
- I. Estructura del techo
- J. Cubierta
- K. Instalaciones eléctricas y sanitarias. Instalación de puntos.
- L. Acabados
- M. Carpintería
- N. Herramientas
- O. Materiales

A. Obras Preliminares y Selección de Suelo

De la selección del tipo de suelo dependerá el diseño apropiado para la cimentación y losa, con mayor o menor refuerzo y profundidad. Si se construye en una zona con buena capacidad portante del suelo, pero con clima lluvioso, existe la probabilidad que el suelo se erosione en la base produciendo asentamiento; por lo que se deben proteger las

estructuras según las norma vigente de Drenaje Pluvial Urbano S. 110.

Esta parte del proceso constructivo consta esencialmente de: nivelación del terreno, movimiento de tierras, apisonado de la superficie, dejando listo para el replanteo del proyecto en el terreno y trazado de los ejes.

B. Armadura de Acero

Dependiendo del tipo de suelo, el proyectista determinará el tipo de cimentación y las características de los refuerzos de acero, si así se requiere.

De la misma manera, se especificará en el proyecto las características del concreto armado en puntos críticos de la estructura de la construcción con bambú

Para el caso del módulo demostrativo se está optando por una viga de cimentación cuya armadura de acero será:

Acero de 3/8" con estribos de acero corrugado de 1/4" @.20 en ambos sentidos.

C. Redes eléctricas y sanitarias

Consta del tendido de redes de desagüe, dejando instalado todos los puntos con tubos y accesorios de PVC; tendido de redes de ductos para tomacorrientes y puntos de luz que estarán dentro del falso piso o estructura de piso.

D. Llenado de concreto en vigas y losa de cimentación

Se hace el trazado perimetral para la excavación de los cimientos, los cuales serán la base que soporte toda la estructura. La profundidad de los cimientos varía de acuerdo a las condiciones del terreno. En suelos de buena calidad es entre 30 y 40 cms.

Según el módulo demostrativo, la cimentación consta de una viga de cimentación perimetral, de 30cms, de alto por 20 cms de ancho, compuesta por acero de 3/8" y estribos de 1/4", para lo cual se realizará la excavación respectiva. Los estribos se colocan en los apoyos, entre las uniones o cambios de dirección y deben ir a cada 5 cms, en una longitud de 50 cms. Y luego, cada 15 cms., debidamente atortolados con alambre N° 16.

La viga de cimentación tendrá un concreto de una resistencia mínima de 175 kg/cm², en proporción

(1:2:3) 1 de cemento 2 de arena gruesa y 3 de piedra chancada o en su defecto por 1 bolsa de cemento, 18 lampadas de arena y 25 lampadas de piedra chancada. El vaciado debe hacerse con mucha limpieza y en forma continua; o sea, las vigas de cimentación junto con la losa.

En cada "esquina" de l trazado o cambio de dirección de muros o paneles, debes dejar 3 mechas de acero de 3/8", de aproximadamente 80cms. Considerando el ensamble con el acero de la armadura de la viga de cimentación para estructurar los pedestales o dados, los cuales deben encofrarse de 20 x 20 x 20cms. En estos pedestales hay que dejar 3 mechas de 3/8" de 20 cms. Visibles, descontando el sobrecimiento con el fin de fijar luego la columna del bambú

E. Sobrecimiento

El sobrecimiento, puede ser de bloques de concreto, de 20 cms, de alto o más, puede variar, para proteger la estructura de bambú de la acción de la escoba, del trapeador y sobre todo, de la humedad.

F. Columnas de bambú

Sobre las esquinas del sobrecimiento se paran las

columnas, encajando con los "pelos" o "mechas" de acero de 3/8" de aproximadamente 26 cm, que se dejaron en el sobrecimiento. Se utilizará los bambúes mas gruesos o cepas. Su base debe ser el primero nudo, bien destaponado para que "encajen las mechas" de acero. Luego hacer un orificio de 2.5 cms en la columna o cepa a una altura de aproximadamente 25 cms. Y rellenas con mortero en proporción de 2 de arena por 1 de cemento para que se funda bien con el pedestal y pueda comportarse como una sola estructura con el dado de concreto.

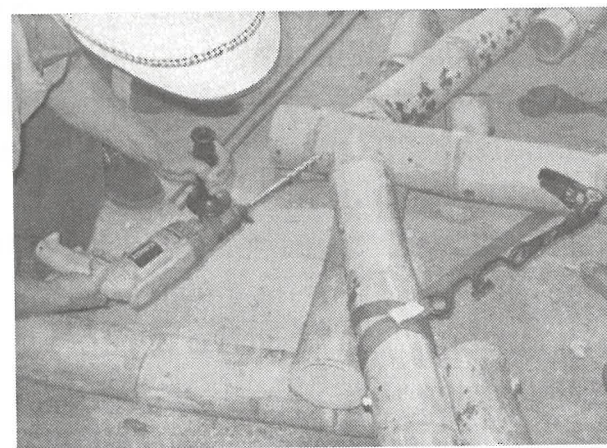


Varillas roscadas para uniones

La altura promedio de las columnas es 2.50 mts.

G. Vigas y elementos de arriostre de bambú

Cuando se haga el corte inicial para una viga, debe hacerse a 1cm antes del nudo y la longitud debe ser a la medida de las paredes en caso que te quede un orificio en el canuto se debe rellenar con mortero. Colocar horizontalmente como viga sobre las columnas, pernada, con varilla roscada, arandela y tuerca para que quede rígida. Las vigas deben ir unidas a los muros o paneles y aseguradas con varilla roscada de la longitud necesaria, arandela simple, arandela de presión y tuerca", con el fin de que quede completamente amarrada toda la estructura. (Ver Diseño).



Formación de uniones en tijeral : Sujeción para perforación de bambú.

H. Muros o paneles estructurales

El marco del muro o panel es también de bambú y dentro de este marco se fabrica la estructura. Tener en cuenta que se debe hacer cortes "boca de pescado", en lo posible, con sierra circular. Para los nudos o uniones se pueden emplear pernos (o varillas roscadas) según se indica en el diseño, pueden ser de 3/8", 1/2". Con la ayuda de un taladro se hacen los orificios respectivos en el bambú. Se emplea la varilla de hierro roscada de la longitud necesaria, ajustándose con arandela simple, arandela de presión y tuerca por cada lado. Los pernos posibilitan un buen ajuste estructural.

Se recubre ésta estructura con impermeabilizante asfáltico, con el objetivo de impermeabilizar al bambú y luego colocar malla metálica con vena estructural para que permita darle más rigidez a los paneles. Con esta base se aplica el revoque de 2 y 1/2 cms de espesor, de una manera homogénea. También se puede dejar la estructura del bambú a la vista, revocando solo una de las caras.

Acordarse de que se debe dejar los espacios correspondientes con sus respectivos marcos para las puertas y ventanas.

I. Estructura del techo

Para esta estructura utilizar la trama del diseño propuesto, poniendo especial cuidado en las uniones para que proteja al bambú contra los posibles desgarramientos y se obtenga un comportamiento seguro. Esta estructura va fijada a las vigas de amarre con varilla roscada, arandelas y tuercas. Se reforzará la estructura con cerchas en ambos sentidos. Ver planos.

J. Cubierta

Recomendable 2 aguas y con una pendiente del 30% de preferencia. Encima de la estructura, colocar la caña chancada con la parte brillante hacia arriba para que la parte baja se pueda enlucir con yeso.

K. Instalaciones eléctricas y sanitarias

Complementar el tendido de redes, instalación de puntos de desagüe y agua; así también la ductería para tomacorriente y centros de luz.

L. Acabados

El tarrajeo o revoque puede ser con yeso o con arena cemento. Luego viene el imprimante y finalmente la pintura.

Si en el interior de la vivienda el bambú o la caña chancada quedan expuestos, tratarlos con trementina y linaza para su protección.

M. Carpintería

Carpintería de madera. Según diseño

N. Herramientas

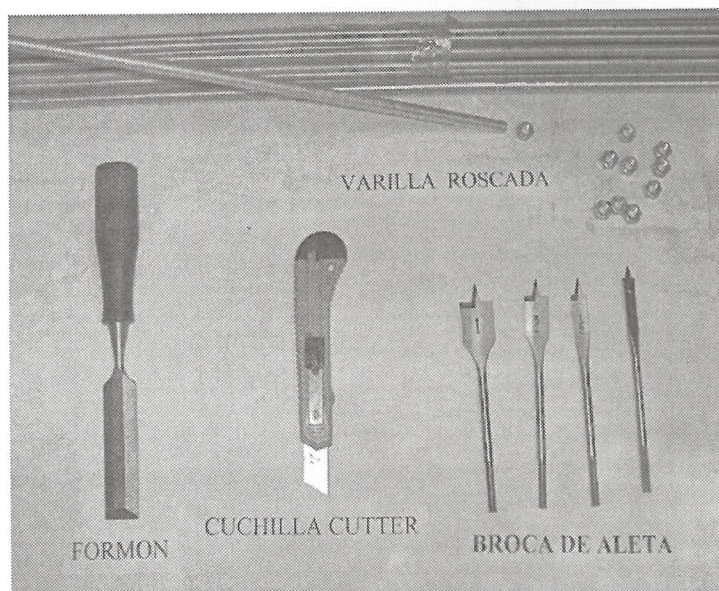
Herramientas:	indispensab	Opcionales
Pala	X	
Lampa	X	
Pico	X	
Carretilla	X	
Martillo	X	
Mazo	X	
Hilo	x	
Serrucho	x	
Banco de herrería	x	
Nivel	x	
Manguera de niveles	x	
Plomada de punto	x	
Taladro con brocas	x	
Formón	x	
Copa sierra de 1" y 4 1/2"		x
Sequeta o sierra para	x	
Mango de sierra	x	
Taladro manual	x	
Balde	x	
Sierra eléctrica		x
Alicate	x	
Destornillador	x	
Escuadra	x	
Lápiz	x	
Plumón	x	
Cíncel	x	
Cinta métrica	x	
Esponja	x	
Brocha		x

O. Lista de materiales para una primera etapa: 18 m² (ver planos)

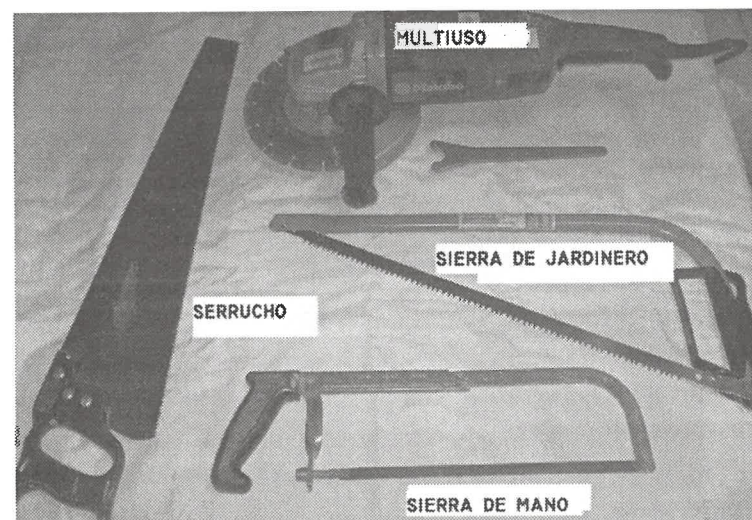
Material	Cantidad	Unidad
Bambúes redondos	60	u
Bambúes chancados	55	u
Expanded metal o malla metálica (1rollo =30mt)	100	m2
(Malla acerada de coco 3/4")		
Varilla roscada 5/16"	30	u
Arandelas 5/16"	60	u
Tuercas 5/16"	60	u
Clavos de 2 "	5	kg
Clavos de 2 1/2" sin cabeza	5	kg
Lana de metal por metros (1rollo =30mt)	30	mt
Cemento	28	bl
Cal	10	bl
Hormigón	2	m3
Plástico grueso	20	m2
Piedra chancada	3	m3
Arena gruesa	5	m3
Arena fina	2	m3
Tubo de 4" PVC	1	u
Tubo de 2" PVC	3	u
Codos de 2 " PVC	3	u
Yee de 4" x 2 " PVC	2	u
Tee de 4" PVC	2	u
Trampa de ducha 2" PVC	1	u
Llave de paso	1	u
Universales 1/2"	2	u
Adaptadores 1/2"	10	u
Codos galvanizados 1/2"	4	u
Caja de luz rectangular galvanizada	2	u
Caja octogonal galvanizada	2	u
Codos de luz 3/4 PVC	16	u
Tubos de luz de 3/4"	6	u
Cinta teflón	2	u
Pegamento	1	u
Tejas cerranas	17	m2
Varillas de 1/2	3	u
Varillas de 3/8	9	u
Varillas 1/4	35	u
Alambre N16	7	kg
Imprimante (bolsa de 40kilos)	3	bl
Pintura	4 1/2	gl
Barniz	2	gl

CUADRO DE NECESIDADES PARA LA PRESERVACIÓN

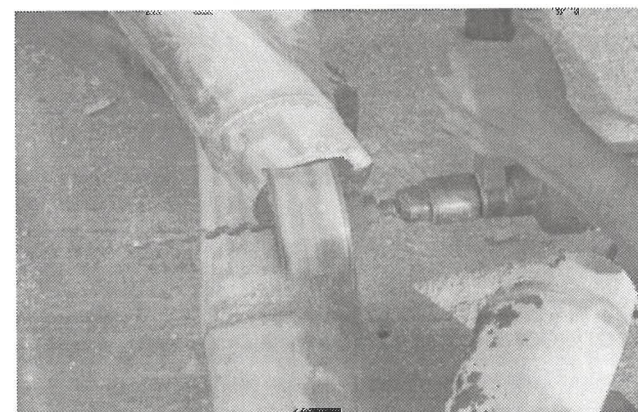
Material	Cantidad	Unidad
Construcción de una tina de concreto para Llevar a cabo el curado del bambu		
Preservación		
Acido bórico	8	kg
Bórax	8	kg
Agua (proporcional)		lt
Plástico grueso	30	m2
Acabado final		
Linaza	3	lt
Trementina	3	lt



Varilla roscada y herramientas de corte y perforación



Herramientas de corte

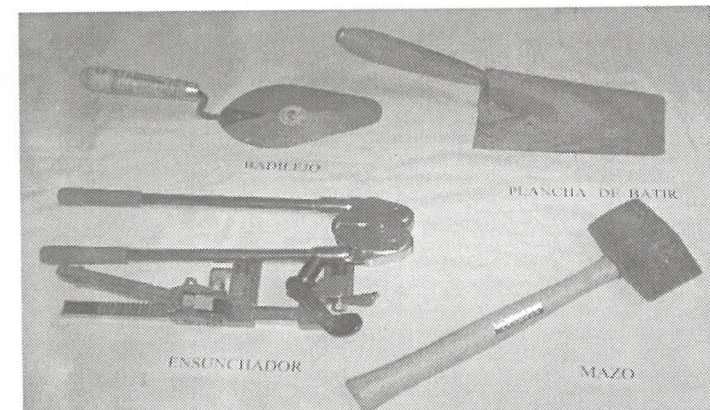




Cortadora de "listones" de bambú o "latas".



Sujeción y perforación de bambús



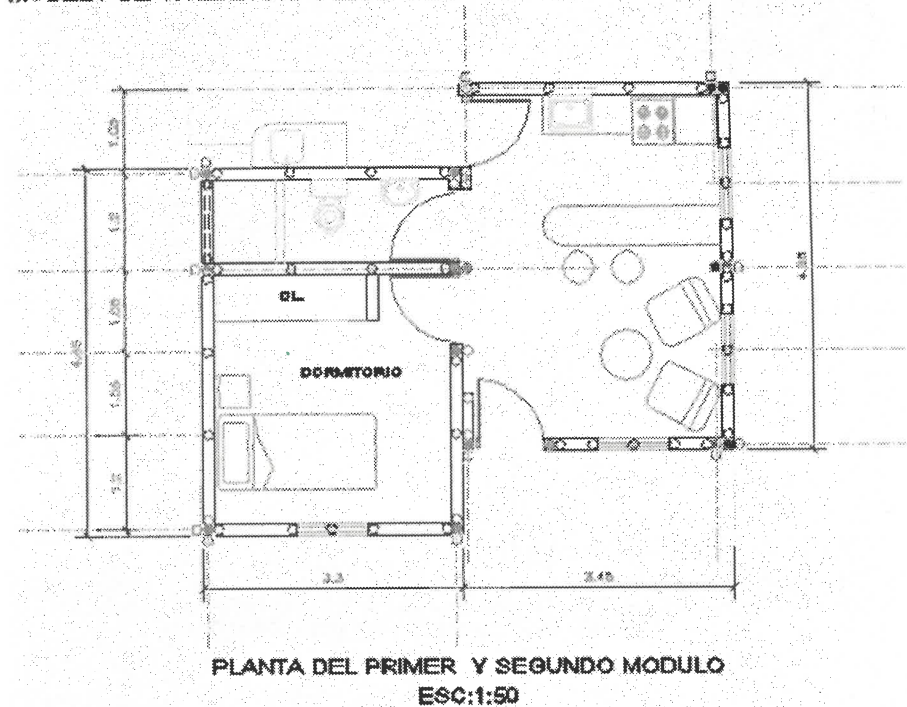
Badilejo, plancha de albañil, sujetador y mazo

9. PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE MODULO DE VIVIENDA A CONSTRUIR EN DOS ETAPAS

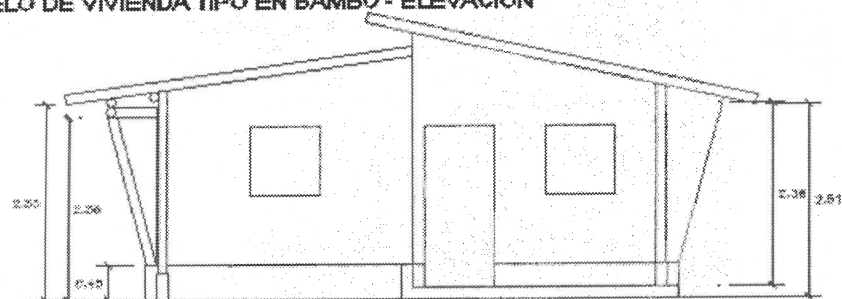


Productos para la preservación

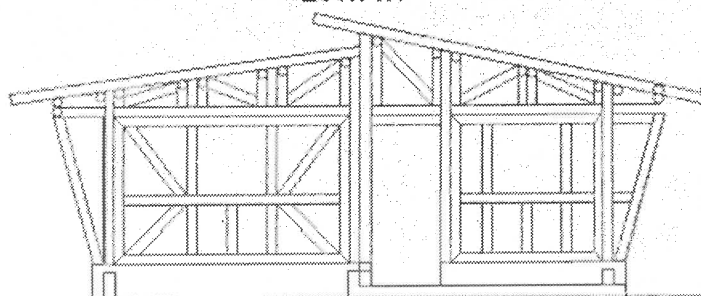
MODELO DE VIVIENDA TIPO EN BAMBU - PLANTA



MODELO DE VIVIENDA TIPO EN BAMBU - ELEVACION

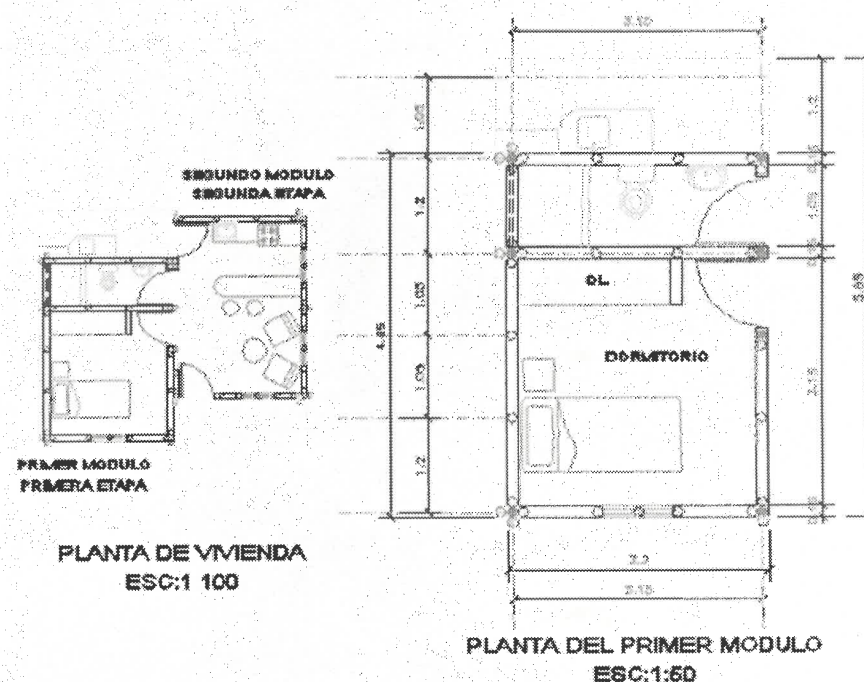


ELEVACION FRONTAL
ESC:1 :50

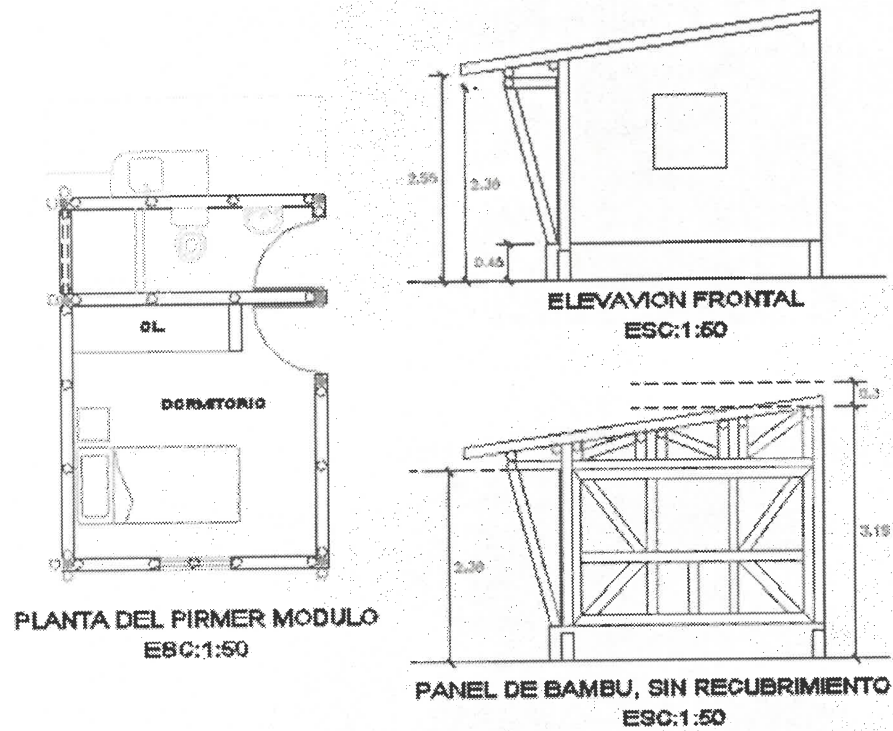


PANEL DE BAMBU, SIN RECUBRIMIENTO
ESC:1:50

MODELO DE VIVIENDA TIPO EN BAMBU - PRIMERA ETAPA



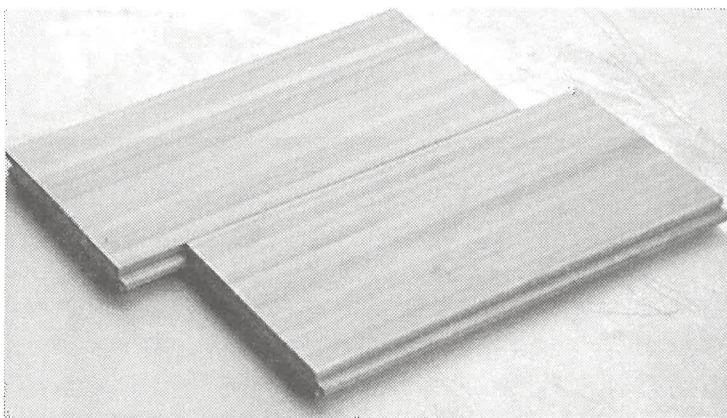
MODELO DE VIVIENDA TIPO EN BAMBÚ - PRIMERA ETAPA



10. PRODUCTOS DEL BAMBÚ



Tableros



Pisos

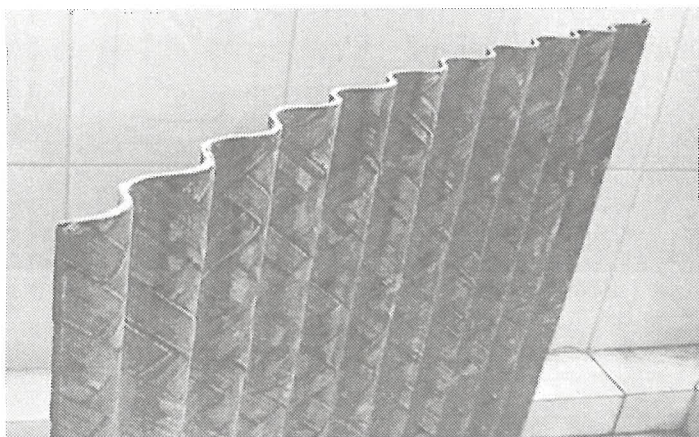
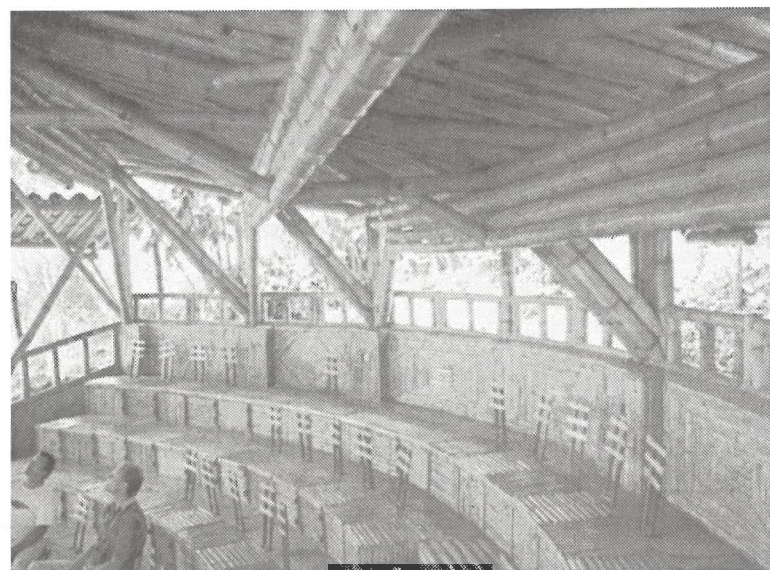
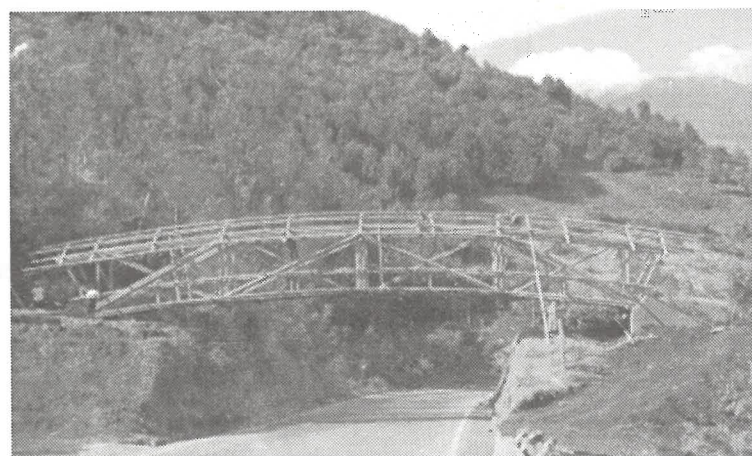


Lámina onduladas para cobertizos



Coliseo



Puentes

11. DESARROLLANDO UN TALLER TEÓRICO PRÁCTICO EN 3 SECCIONES

**Construcción de un modulo de 4.65ml x 3.30ml.
Primera etapa de modulo de vivienda a construir
en dos etapas**

PRIMERA SESIÓN: FAMILIARIZÁNDOSE CON EL BAMBÚ, SISTEMA CONSTRUCTIVO A UTILIZAR, HERRAMIENTAS

Explicación en campo, clase Práctica

- Familiarizándose con los tallos y su anatomía, sus posibles aplicaciones y sus limitaciones en estructuras.
- Métodos eficientes de trabajar con bambú, adiestramiento en el uso de herramientas.
- Sistemas de construcción con bambú, sistema y procedimiento constructivo que se empleará.
- Presentación de una lista de corte, preparación de los palos, explicación y ejercicio de los diferentes cortes. Explicación de las etapas para la construcción del módulo demostrativo.

Previa preparación:

- Inicio de la construcción (cimiento y sobrecimiento listo con mechas preparadas para la colocación de los palos de bambú y construcción de estructura, paralelamente se harán los cortes).

Clase Teórica:

- Exposición sobre "Familiarizándose con el Bambú, su anatomía, su importancia, su potencial. Usos del Bambú a nivel mundial. El reconocimiento de una de las especies de bambú en América: guadua.

SEGUNDA SESION: PRESERVACION DEL BAMBU, INMUNIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN.

- Criterios de selección: madurez, densidad específica, rectitud y coloración.
- Ejercicio de preservación de Guadua con Bórax por inmersión Secado sin rajado de palos y tablillas, almacenamiento.
- Continuar la construcción del modulo (colocación de maya metálica y colocación de vigas de borde y viguetas para el techo

- Exposición sobre del bambú, preservación e inmunización del bambú para la construcción.

TERCERA SECCION: "VISIÓN INTEGRAL PARA EL DISEÑO CON BAMBÚ, ESTRUCTURAS EXITOSAS".

- Continuar la construcción del modulo (colocación de tuberías para baño, revoque con yeso o cemento en las paredes y colocación de caña chancada en el techo).
- Exposición enfocada a la "Visión integral para el diseño con bambú", "protección por diseño" y morfologías de obras recientes.
- Explicación sobre una red virtual entre productores, artesanos, arquitectos y comerciantes de guadua, (estilo página amarilla).

PARTICIPANTES Y NECESIDADES PARA LA CAPACITACION

Esta dirigido a Artesanos, Arquitectos, Ingenieros Civiles, Maestros de obra Autodidactas, interesados en el bambú, se hace referencia a aplicación con los diferentes estratos sociales y se pone énfasis en los

diferentes retos de una obra.

Se recomienda realizar la construcción de un módulo tipo, con elementos de cerramiento (paneles) y cobertura, utilizando un sistema constructivo de estructura de bambú, cubierto por una malla metálica y revestido con un mortero de cemento arena.

Previamente se deberá diseñar el módulo, elaborar el plano de obra y maquetas explicativas, para prever el material a utilizar y se deberán ejecutar algunas partidas antes del inicio del curso:

- Primero se debe escoger el material, que este en buen estado
- Segundo limpiarlo a presión con agua o mediante abrasión.
- Tercero se debe inmunizar al bambú, para lo cual se debe implementar una poza de 6ml. de largo por 3ml. de fondo y 1 metro de profundidad para hacer el tratamiento.

Normalmente el tratamiento demora un promedio

de 5 días por cada 30 palos de 6ml. esta poza puede ser rustica, es decir cavar un pozo forrado con plástico, luego el bambú de secar por 5 días antes de su utilización -

- Cuarto, ejecución de los cortes para lo cual se debe tener una lista de cortes que debe estar en proceso de ejecución antes del inicio del curso.

Paralelamente se deben ejecutar la cimentación y sobrecimiento, dejando las mechas correspondientes para anclar los palos de bambú.

Todo esto debe ejecutarse para poder alcanzar con el objetivo de la capacitación del curso.

Los participantes intercambiaran experiencias y pueden proponer iniciativas de futuros proyectos, llenaran su datos para la elaboración de un red con plataforma virtual a nivel nacional y posteriormente a nivel internacional. Los participantes recibirán un CD con información de los temas a tratar y un manual para la construcción con bambú.

12. BIBLIOGRAFÍA

PROYECTO UTP- GTZ (Universidad Tecnológica de Pereira - Cooperación Alemana al Desarrollo), Guía para la Autoconstrucción utilizando La Guadua como elemento Principal. 2001, Pereira, Colombia.

PROYECTO UTP- GTZ (Universidad Tecnológica de Pereira - Cooperación Alemana al Desarrollo), Guía para la construcción de Puentes. 2001, Pereira, Colombia.

PROYECTO UTP- GTZ (Universidad Tecnológica de Pereira - Cooperación Alemana al Desarrollo), Preservación de la Guadua. 2001, Pereira, Colombia.

CENTRO NACIONAL PARA EL ESTUDIO DEL BAMBU - GUADUA, CORPORACIÓN AUTONOMA DEL QUINDIÍO, Documento informativo.

MARCELO VILLEGAS, Guadua Arquitectura y Diseño. 2003 Villegas Editores. Bogota, Colombia.

OSCAR HIDALGO, Manual de la construcción con Bambú. 1981. Estudios Técnico colombianos Ltda.

Toda Reproducción total o parcial
requiere autorización del Sencico.

Informes:

Av. Canadá 1568, San Borja, Lima - Perú

Telefax: 476-9602

e-mail: din@sencico.com.pe

