

Derechos Reservados, Copyright © 1981, Por Estudios Técnicos Colombianos Ltda. Apartado Aéreo 50085, Bogotá, Colombia, S.A.

Ni éste libro, ni parte de él pueden ser reproducidos en forma alguna sin el permiso escrito del autor o de los Editores.

BANCO DE LA REPUBLICA
BIBLIOTECA LUIS ANGEL ARANGO
PROCESOS TECNICOS

No. Acceso 274315
Proceder Tecnica
Fecha Mayo/83 Precio 4400

Handwritten signature

ESTUDIOS TECNICOS COLOMBIANOS LTDA.
Apartado Aéreo 50085, Bogotá, Colombia.

Presentación

Sin lugar a dudas, China, India y Colombia son los países que mejores técnicas de construcción han desarrollado con el bambú. Los dos primeros en lo que se refiere a la construcción de estructuras de toda índole que incluyen desde cúpulas hasta puentes colgantes. El tercero, Colombia, en lo referente a la construcción de vivienda y a la aplicación de este material en el aligeramiento de losas de concreto de grandes edificios; técnicas que fueron ideadas respectivamente por campesinos y constructores oriundos del Departamento de Caldas.

Este manual incluye la mayor parte de nuestras técnicas nativas de construcción, así como también algunas desarrolladas en los últimos años por el CIBAM, y otras de origen asiático muy útiles para nuestro medio rural. Su propósito es transferir estas magníficas tecnologías de construcción a los países latinoamericanos que disponen aún de este maravilloso material y que hasta ahora no lo han sabido utilizar apropiadamente en la construcción de vivienda de bajo costo.

Esta primera publicación, hace parte del Manual de Construcción Rural que está siendo preparado por el CIBAM bajo la dirección del autor y fué realizada con el patrocinio del Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas, COLCIENCIAS.

En el dibujo de las ilustraciones el autor contó con la magnífica colaboración de los siguientes estudiantes de último año de la Facultad de Arquitectura, hoy arquitectos: Arq. Jorge Enrique Plazas Gutiérrez, quien realizó la mayor parte de los dibujos, Arq. Marco Antonio Díaz A., Arq. Alejandro Roa Iregui, Arq. Fernando Zubieta Vega.

Contenido

A- GENERALIDADES

- 1- Aplicaciones del bambú de acuerdo a su edad en la mata.
- 2- Corte - Curado (tratamiento natural)
- 3- Curado - 2
- 4- Tratamiento con preservativos
- 5- Tratamiento con preservativos
- 6- Tratamiento

B- MATERIALES DE CONSTRUCCION DERIVADOS DEL BAMBU

- 7- Elaboración de tableros de esterilla
- 8- Obtención de canales y latas
- 9- Elaboración de cables con cintas de bambú
- 10- Laminados del bambú - Elaboración de baldosas para pisos

C - UNIONES Y AMARRES

- 11- Normas que deben tenerse en cuenta en el empleo del bambú como material de construcción
- 12- Forma de evitar el aplastamiento de los extremos de las vigas
- 13- Entalladuras utilizadas en la unión de piezas de bambú
- 14- Unión de piezas horizontales y verticales
- 15- Empleo de pasadores y enclajes en la unión de piezas horizontales y verticales
- 16- Soportes de vigas dobles y cuádruples
- 17- Unión y fijación de piezas horizontales
- 18- Empalmes de piezas horizontales
- 19- Uniones utilizadas en la construcción de muebles
- 20- Amarres utilizados en construcciones temporales y andamios
- 21- Amarres utilizados en la construcción de andamios
- 22- Amarres utilizados en la construcción de andamios colgantes
- 23- Amarres utilizados en la construcción de plumas bipodes y trípodes
- 24- Amarres utilizados en el transporte vertical - construcción de escaleras de gato

D - CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS

- 25- Construcción de andamios
- 26- Construcción de pórticos
- 27- Construcción del piso y del entramado de la pared (con vigas y viguetas de bambú)
- 28- Construcción del piso y del entramado de la pared (con vigas y viguetas de madera)
- 29- Pared de bahareque
- 30- Pared de embutido (barro embutido)
- 31- Pared de quincha
- 32- Pared con paneles de esterilla tejida
- 33- Pared japonesa
- 34- Techos - Detalles de construcción de cerchas
- 35- Techos - Detalles de construcción de cerchas con cabios
- 36- Techos - Unión y fijación de pares - correas - cabios

- 37- Construcción de techos de 2 aguas con teja de barro colocada sobre varillones
- 38- Construcción de techos de 2 aguas con soporte de balanza y cabios
- 39- Construcción de techos de 4 aguas - Colocación de canes
- 40- Construcción de techos de 4 aguas - Colocación de los cabios
- 41- Techos de armadura tridimensional - Tipo de techos
- 42- Techos con armadura tridimensional - Construcción y colocación
- 43- Techo tipo "A" - Para vivienda
- 44- Techo Tipo "A" - Para un beneficiadero de café
- 45- Construcción de un techo tipo "A" (1) - Etapa preliminar
- 46- Construcción de un techo tipo "A" (2) - Armado del techo y entrepiso
- 47- Construcción de un techo tipo "A" (3) - Terminado
- 48- Techos cónicos (Kioscos)
- 49- Cubiertas - Tejas de bambú
- 50- Cubiertas - Tejamaniles de bambú
- 51- Losas de concreto aligeradas con bambués
- 52- Losas de concreto aligeradas con casetones de esterilla
- 53- Construcción de plaquetas para mesas de cocina y antepechos reforzadas con mallas de bambú
- 54- Construcción de tanques - sanitarios - lavaderos, utilizando canastas de bambú

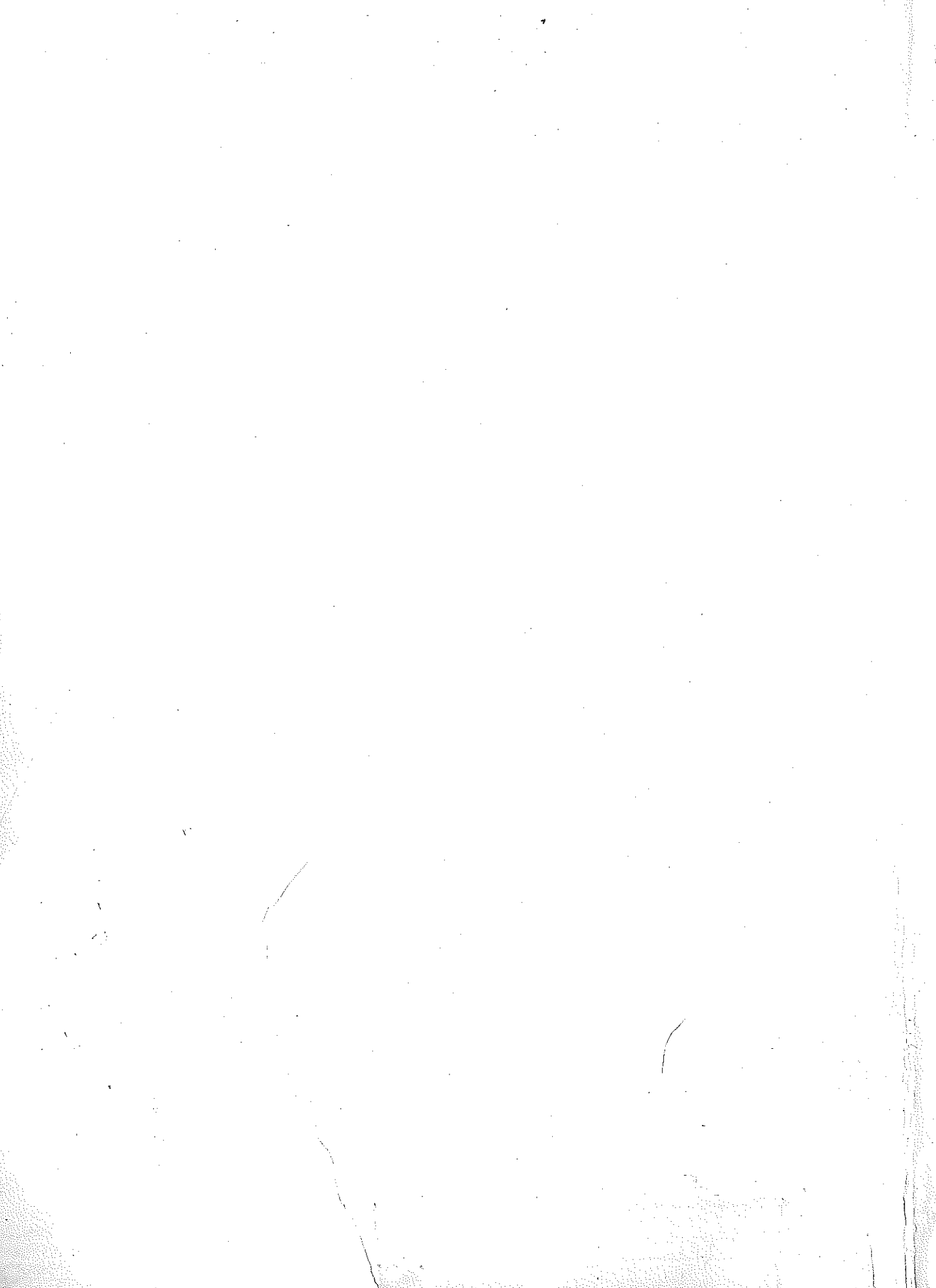
E - ACUEDUCTOS

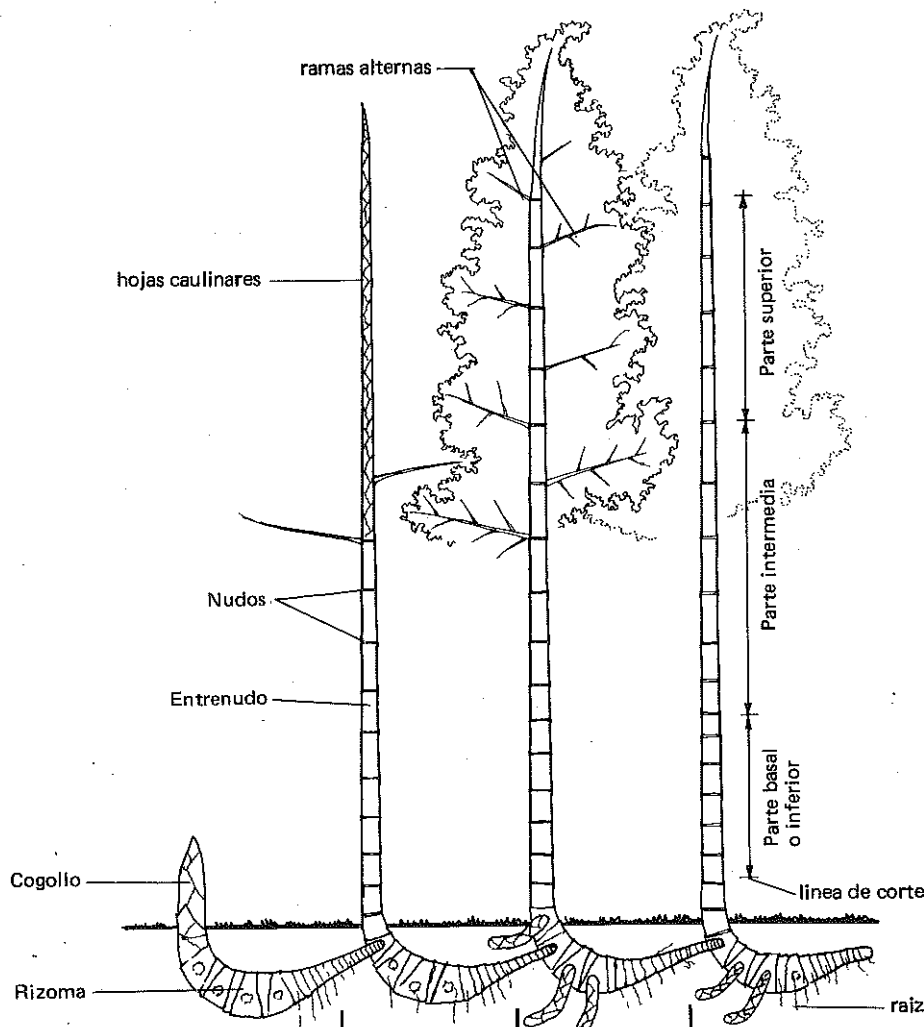
- 55- Acueductos - Preparación y empalmes de tuberías de bambú - Distribución de un acueducto
- 56- Acueductos - Construcción de cámaras de alivio o de distribución
- 57- Acueductos - Abaco para calcular el flujo en tuberías de bambú
- 58- Acueductos - Fuentes - Soportes de tuberías aéreas
- 59- Acueductos - Derivaciones - Uniones con codos de madera
- 60- Bombas manuales para la extracción de agua

F - PUENTES

- 61- Puente con caballete triangular - Construcción y colocación del caballete
- 62- Puentes con caballete triangular - Tipos de puentes
- 63- Puente con doble caballete triangular (Piramidal)
- 64- Puente con caballete de tijera - Tipos de puentes
- 65- Puente con caballete trapezoidal y con caballete rectangular
- 66- Puente con caballete rectangular con doble soporte
- 67- Puente de tijera
- 68- Puente de tijera - Armado y colocación
- 69- Puente apoyado sobre canastas o gaviones de bambú
- 70- Puente colgante tubular
- 71- Puentes atirantados o con tirantas

A- GENERALIDADES





Los cogollos de bambú de 20 o 30 días de edad se utilizan como alimento humano. Por otra parte pueden deformarse artificialmente con ayuda de formaletas para obtener bambúes de sección cuadrada.

Las cañas que tengan entre 6 meses y 1 año de edad se emplean en la elaboración de canastos, esteras y otros tipos de tejidos.

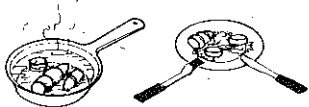
Entre 2 y 3 años, se utilizan en la elaboración de tableros de esterilla, latas y cables hechos con cintas de bambú.

Las cañas sazonadas o sean aquellas que tienen 3 ó más años, se emplean en la construcción de todo tipo de estructuras y en fabricación de pulpa y papel.

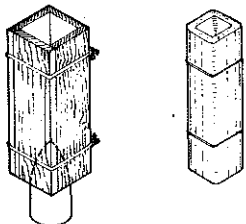
Entre 4 y 8 años, se emplean en la elaboración de productos que van a ser sometidos a desgaste, por ejemplo baldosas para pisos.

EDAD: 30 DIAS

Alimento humano



Deformación artificial para obtener bambúes de sección cuadrada



6 MESES

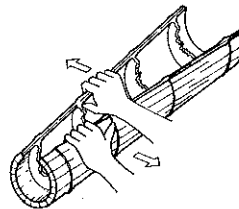
Canastos y Paneles tejidos



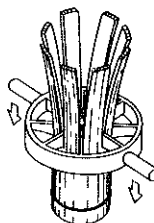
UN AÑO

DOS AÑOS

Tableros de esterilla

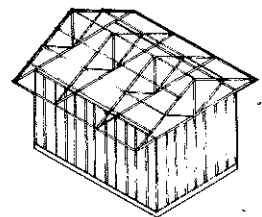


Latas

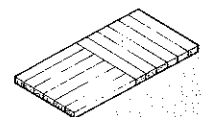


TRES AÑOS O MAS

Estructuras



Baldosas laminadas



CURADO AL CALOR

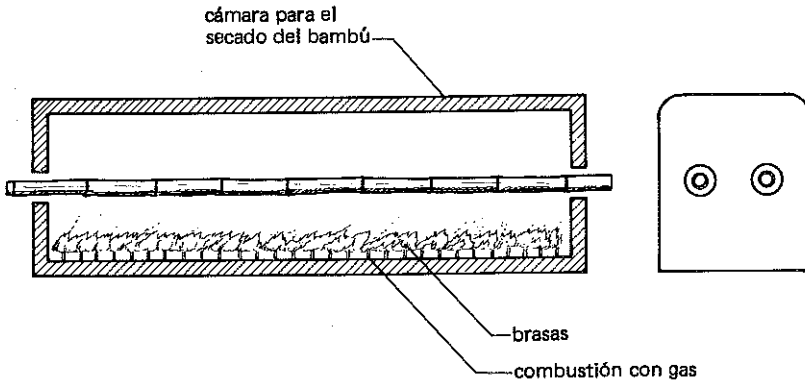


DETALLE No. 1

Curado al calor

El curado al calor se hace colocando horizontalmente las cañas de bambú sobre brasas a una distancia apropiada para que las llamas no las quemen, girándolas constantemente. Este tratamiento se hace por lo general a campo abierto. Las brasas se colocan en el fondo de una excavación de 30 a 40 cms. de profundidad, como se muestra en el dibujo. Este método también se emplea para enderezar bambúes torcidos.

Con el mismo propósito, en el Japón se emplean cámaras en las cuales las cañas de bambú son sometidas durante 20 minutos a una temperatura entre 120 y 150 grados centígrados. Este tratamiento es considerado muy efectivo; sin embargo, se corre el peligro de que el calor produzca contracciones y estas a su vez agrietamientos y fisuras en el bambú.

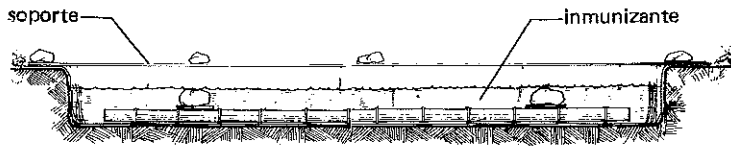


DETALLE No. 2

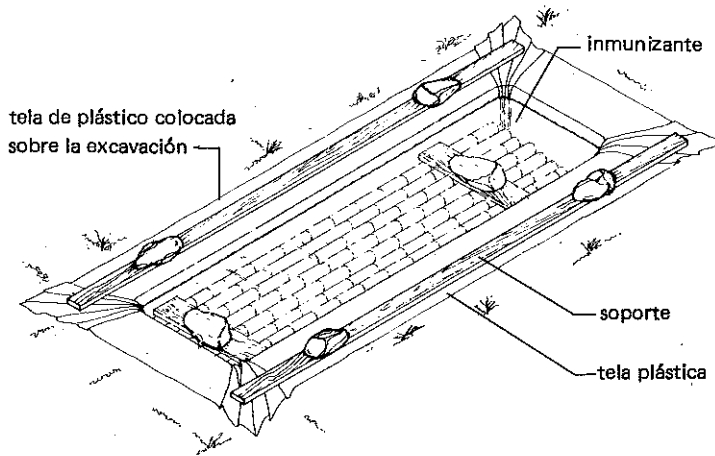
Curado al humo

Este método consiste en ahumar las cañas de bambú previamente colocadas horizontalmente en el interior de la casa sobre un fogón u hoguera, hasta que queden cubiertas exteriormente de hollín.

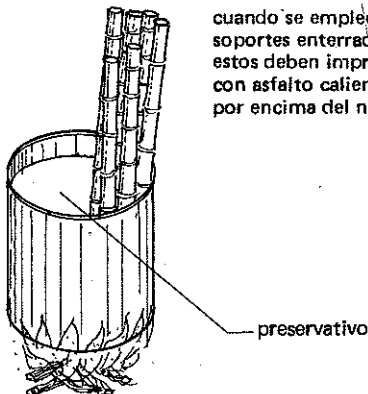
TRATAMIENTO POR INMERSION



SECCION LONGITUDINAL



cuando se empleen columnas o soportes enterrados parcialmente, estos deben impregnarse previamente con asfalto caliente hasta 30 cms. por encima del nivel del suelo



Al igual que en la madera, algunas especies de bambú son más propensas que otras al ataque de los insectos y hongos y por lo tanto deben tratarse con productos químicos insecticidas (contra insectos) y fungicidas (contra hongos) que por lo general vienen ya mezclados en la mayoría de los productos comerciales que se emplean para tratar maderas, algunos de los cuales son más efectivos que otros según su composición química.

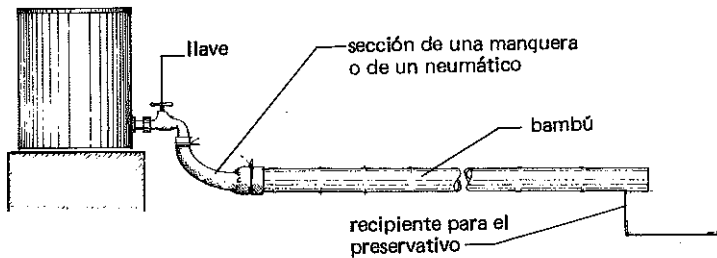
Los productos que se emplean en el tratamiento de bambúes deben tener las siguientes cualidades:

1. Que sean lo suficientemente activos para impedir la vida y desarrollo de microorganismos interiores y exteriores.
2. Que su composición no afecte los tejidos del bambú en tal forma que puedan sufrir modificaciones y disminuyan sus cualidades físicas y mecánicas.
3. Que sean solubles en agua, de tal manera que puedan utilizarse a diversos grados de concentración, sin embargo su solubilidad no debe ser tal, que una vez inyectados sean lavados por la lluvia o la humedad.
4. Que en el momento de su empleo se encuentren en estado líquido, a fin de que impregnen fácilmente todas las partes del bambú.
5. Que no tengan olor fuerte y desagradable lo cual impedirá el empleo del bambú en el interior de las habitaciones.
6. Que no modifique el color del bambú, en particular el que va a ser empleado como elemento decorativo.

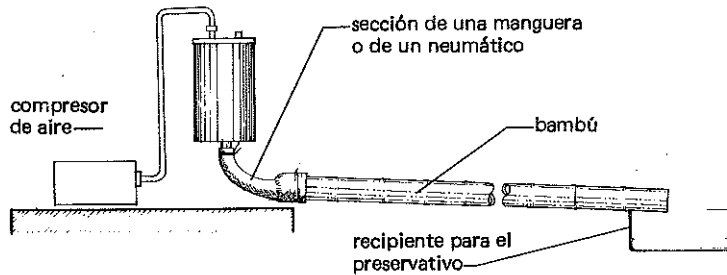
Debido a la dureza e impermeabilidad de la parte externa del bambú, los insectos por lo general penetran por sus extremos y en algunos casos por los nudos, por tal razón es mucho más efectivo hacer penetrar el preservativo por sus extremos que aplicarlo externamente con brocha o con aspersores. Con este propósito se emplean varios métodos como son: Aprovechamiento de la transpiración de las hojas, por inmersión, por el método Boucherie, simple o por el método Boucherie modificado.

Para utilizar la transpiración de las hojas en el tratamiento de bambúes verdes, se aprovecha el curado en la mata explicado anteriormente, solo que en lugar de apoyar sobre una piedra el extremo cortado de la caña, este se introduce dentro de un recipiente que contiene el preservativo, el cual puede ser una mezcla de 5% (1:20) de DDT y talco, dejándose el tiempo requerido para el curado.

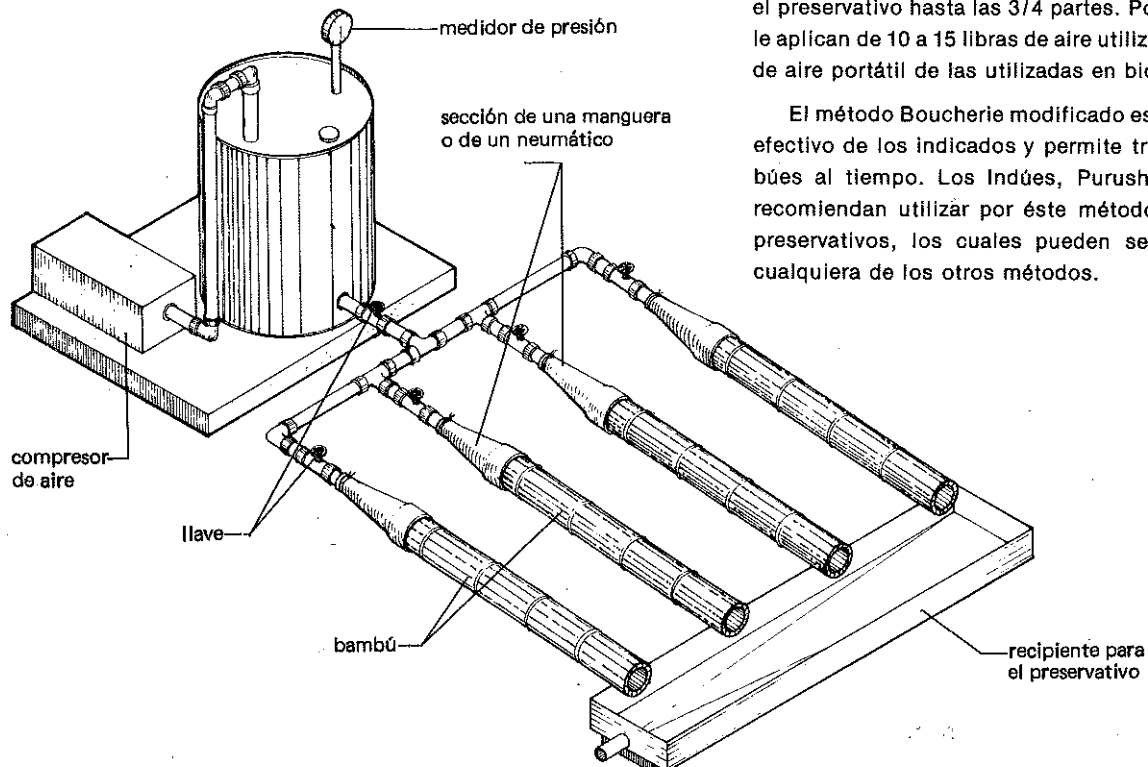
METODO BOUCHERIE (Por gravedad)



METODO BOUCHERIE MODIFICADO (Por presión) 1



METODO BOUCHERIE (Por presión) 2



Para tratar el bambú por inmersión, los tallos se colocan horizontal o verticalmente dentro de un tanque con preservativo por un tiempo no menor de 12 horas. Si en lugar de tallos se tratan tableros de esterilla, estos deben permanecer horizontalmente en el preservativo por lo menos 2 horas. Si no se dispone de tanques, en su lugar puede hacerse una excavación y recubrirse con un plástico grueso como se indica en el dibujo.

El método Boucherie simple (por gravedad), puede aplicarse en dos formas: Colocando verticalmente la caña de bambú y llenando su entrenudo superior con el preservativo, dejándolo en ésta posición por algunas horas hasta que éste haya bajado a lo largo de su pared. O también utilizando un tanque abierto en su parte superior, al cual se le coloca en su parte inferior un tubo metálico con una llave, conectado al extremo del bambú por medio de una sección de un neumático de carro. En este caso debe tenerse el cuidado de colocar el tanque en un nivel más alto que el bambú.

El método Boucherie modificado (por presión), es similar al anterior sólo que el tanque que se emplea debe ser hermético y llevar en su parte superior una válvula de bicicleta, un medidor o indicador de presión y una tapa con rosca por donde se llena el tanque con el preservativo hasta las 3/4 partes. Posteriormente se le aplican de 10 a 15 libras de aire utilizando una bomba de aire portátil de las utilizadas en bicicletas.

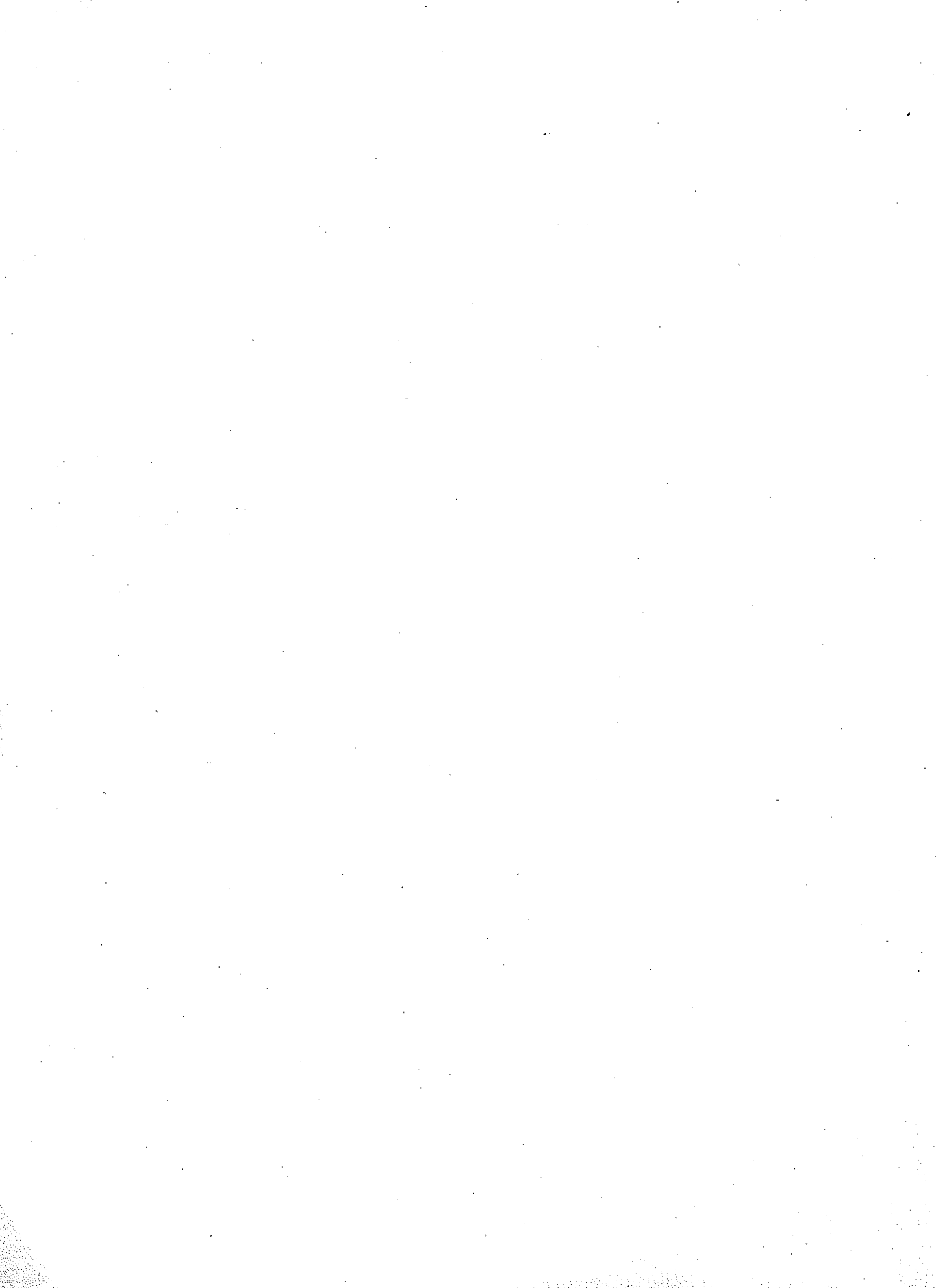
El método Boucherie modificado es el más rápido y efectivo de los indicados y permite tratar varios bambúes al tiempo. Los Indúes, Purushotham y Sudan recomiendan utilizar por éste método los siguientes preservativos, los cuales pueden ser aplicados por cualquiera de los otros métodos.

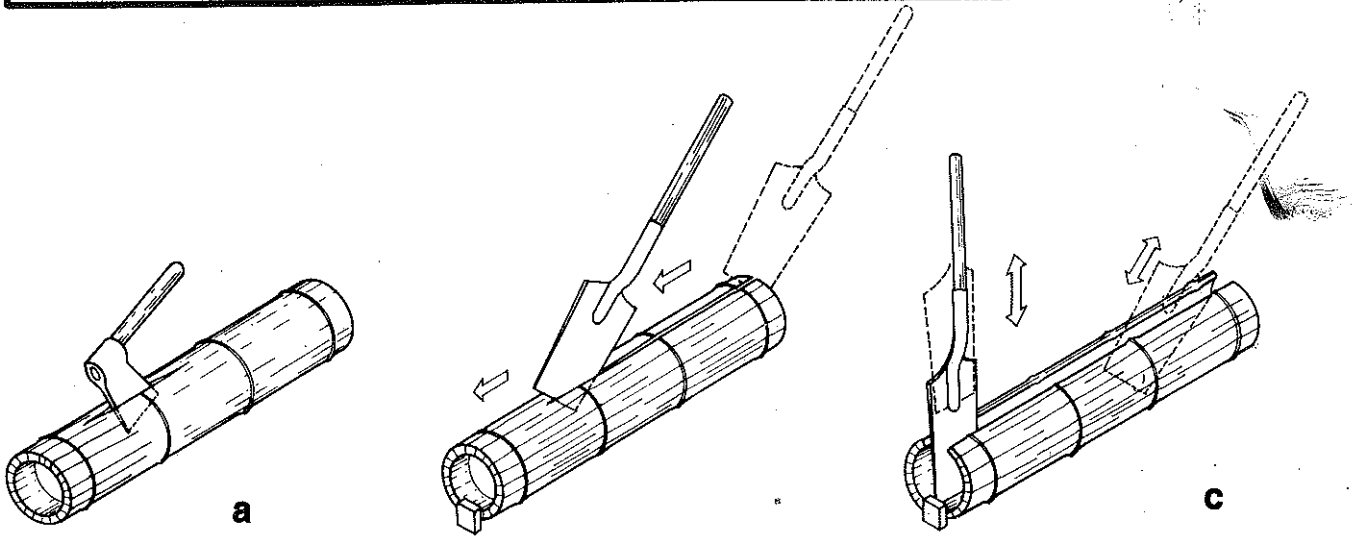
PRESERVATIVOS UTILIZADOS DE ACUERDO A LA APLICACION FINAL DEL BAMBU

Aplicación del bambú tratado	Tipo de preservativo	Concentración %	Absorción Lbs/ple 3 Sal seca	Duración del tratamiento en horas	Años de servicio esperado
1. Para uso a la intemperie y en contacto con el suelo a. Postes para cercos, astas, andamios, etc. b. Soportes para plantas	A a C E	A C 8, B-4 E - 10	A, B, C 0.3 a 0.4 0.3	3 - 4 2	10 - 15 8 - 10
2. Construcción de vivienda: a. Cerchas, pares, correas, cables y columnas b. Persianas, cielo rasos, paneles para puertas.	A a E F, G, H, I	A&C - 6 B-3; D-8 E - 10 F, G, H-6 1 - 2	A a D - 0 0.2 a 0.3 E 0.5 0.1 - 0.2	2 - 3 1	15 - 20 10
3. Refuerzos a. Refuerzo en concreto b. Refuerzo en muros recubiertos con barro	F & F D & E	6 D-6; E-8	0.2 0.2 a 0.3	1 - 2 2	25 - 30 10 - 15
4. Artículos artesanales : canastas, zarandas, tamiz, etc.	G & H	5	0.1	0.5	5 - 8
5. Usos profilácticos	A a I Dependiendo del uso final del bambú	6 - 8	0.05	0.5	5
6. Protección del Fuego: a. Parte interna de la casa b. Al aire libre	J J	25 25	2 a 3 2 a 3	6 a 8 6 a 8	15 - 20 10 - 15

A. Pentóxido de arsénico Sulfato de cobre cristalizado Dicromato de sodio	1:3:4	G. Acido bórico Borax Dicromato de sodio	2:2:0.5
B. Sales de Bolínden		H. Acido bórico Borax	1:1
C. Sulfato de cobre Dicromato de Sodio Acido acético	5,6:5,6:0.25	I. Pentaclorofenato de sodio	
D. Acido bórico Sulfato de cobre cristalizado Dicromato de sodio	1,5:3:4	J. Composición antiséptica a prueba de fuego: Acido bórico Sulfato de cobre cristalizado Cloruro de zinc Dicromato de sodio	3:1:5:6
E. Cloruro de zinc Dicromato de sodio	1:1		
F. Cloruro de zinc Dicromato de sodio	5:1,5		

**B- MATERIALES DE
CONSTRUCCION
DERIVADOS
DEL BAMBU**



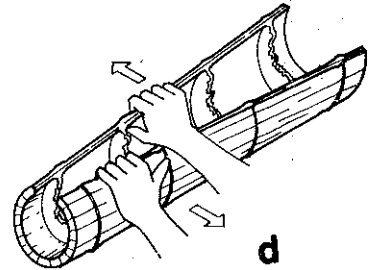


Los tableros de esterilla tienen una gran diversidad de aplicaciones en la vivienda rural y urbana en la construcción de pisos, paredes de bahareque, paredes tejidas, cielorazos, como soporte de la teja de barro y como base para la aplicación de morteros o pañetes. En construcciones de concreto se emplea en cimbras, formaletas o en cajones o casetones que se involucran en la construcción de losas de concreto para aligerarias y disminuir su costo.

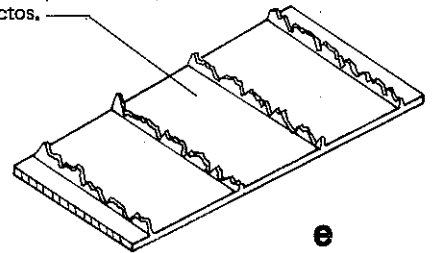
En la elaboración de los tableros de esterilla se emplean secciones de 1 a 8 metros de longitud obtenidos de la parte basal e intermedia de bambúes que tengan en la mata entre 2 y 3 años de edad. La sección se coloca en el suelo o entre dos o más soportes, según su longitud.

Con ayuda de una hachuela se hacen incisiones profundas alrededor de cada uno de los nudos y perpendiculares a ellos, con una separación entre 1 y 3 centímetros (Fig. a). Luego, con ayuda de una pala se abre longitudinalmente por uno de los lados (Fig. b) rompiendo al mismo tiempo los tabiques interiores (Fig. c).

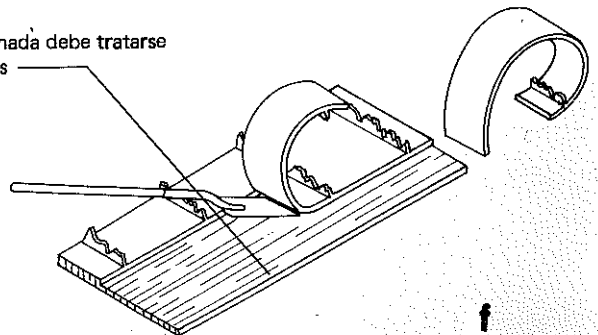
Finalmente se abre la esterilla con las manos (Fig. d) o parándose sobre sus bordes a la vez que se camina sobre ellos. Una vez aplanaada se remueve la parte interior o más blanda (Fig. e), para evitar que sea atacada por los insectos.



la parte blanca interior debe removerse para evitar que la esterilla sea atacada por los insectos.



la esterilla terminada debe tratarse con preservativos



El bambú tiene la particularidad de poderse rajar muy fácilmente en sentido longitudinal, lo cual permite transformarlo respectivamente en canales, latas y cintas que tienen una gran diversidad de aplicaciones en la construcción de vivienda y en artesanías.

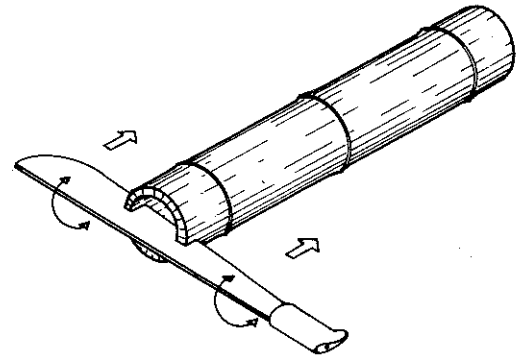
Los canales se emplean en acueductos rurales aéreos, en la construcción de pisos, en recubrimiento de paredes y en cubiertas como canales para la recolección de aguas lluvias y como tejas.

Para la obtención de las canales, las secciones de bambú se dividen longitudinalmente en dos partes utilizando para ello un machete, una hachuela o un hacha (Fig. a) o también una varilla metálica asegurada en sus extremos, en la cual se coloca el extremo del bambú previamente abierto o rajado en el centro, empujándose contra ella (Fig. b).

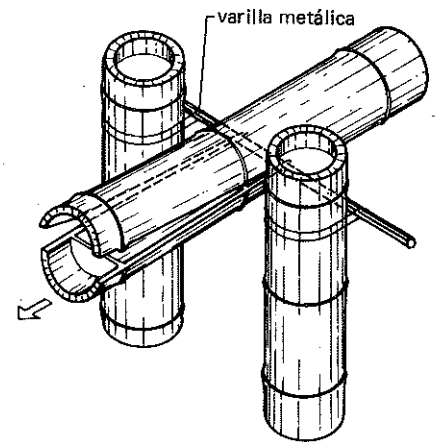
Las latas se emplean en la construcción de paredes de barro embutido, paredes de quincha, pisos, y muebles, entre otros.

Para la obtención de las latas se divide radial y longitudinalmente la sección de bambú en 4 o más partes. Para dividirlo en 4 partes se emplea una cruz de madera o metal que se introduce a golpes en la sección previamente rajada en su extremo (Fig. c).

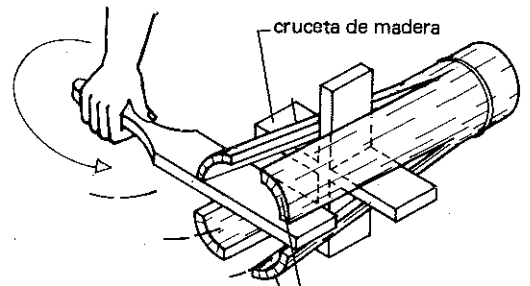
Para obtener un mayor número de latas se pueden dividir las canales con machete o utilizando un cortador radial metálico, con el cual se obtienen a un mismo tiempo varias latas según el número de cuchillas.



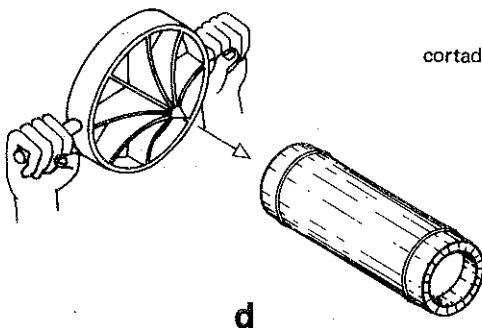
a



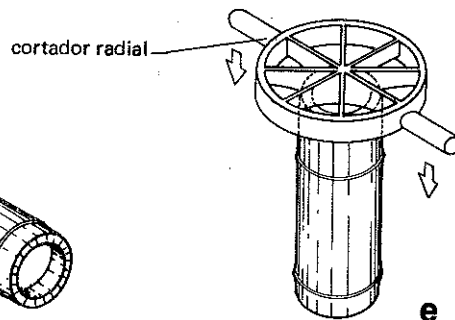
b



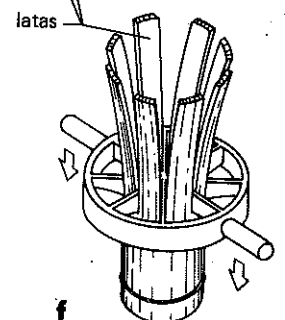
c



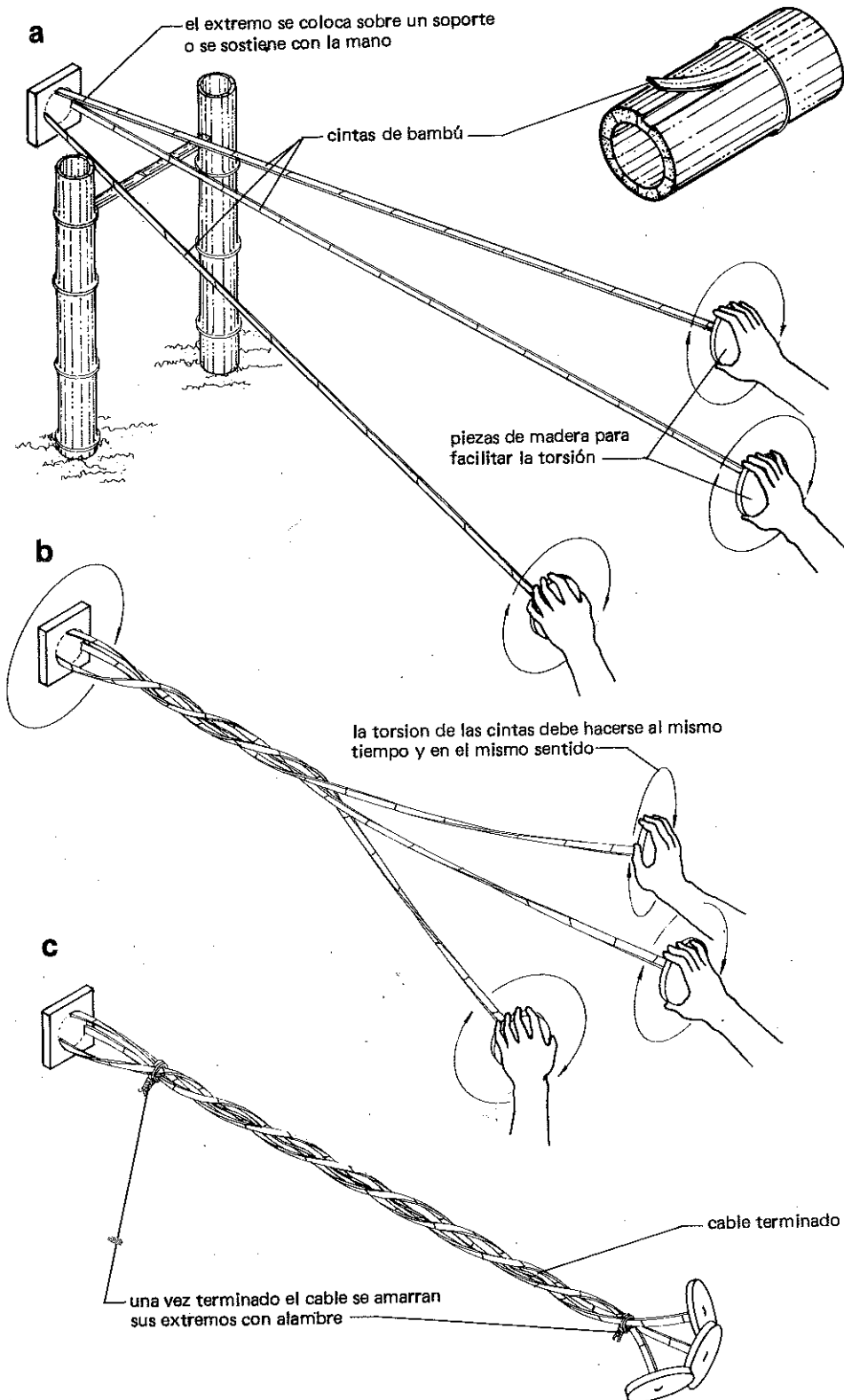
d



e



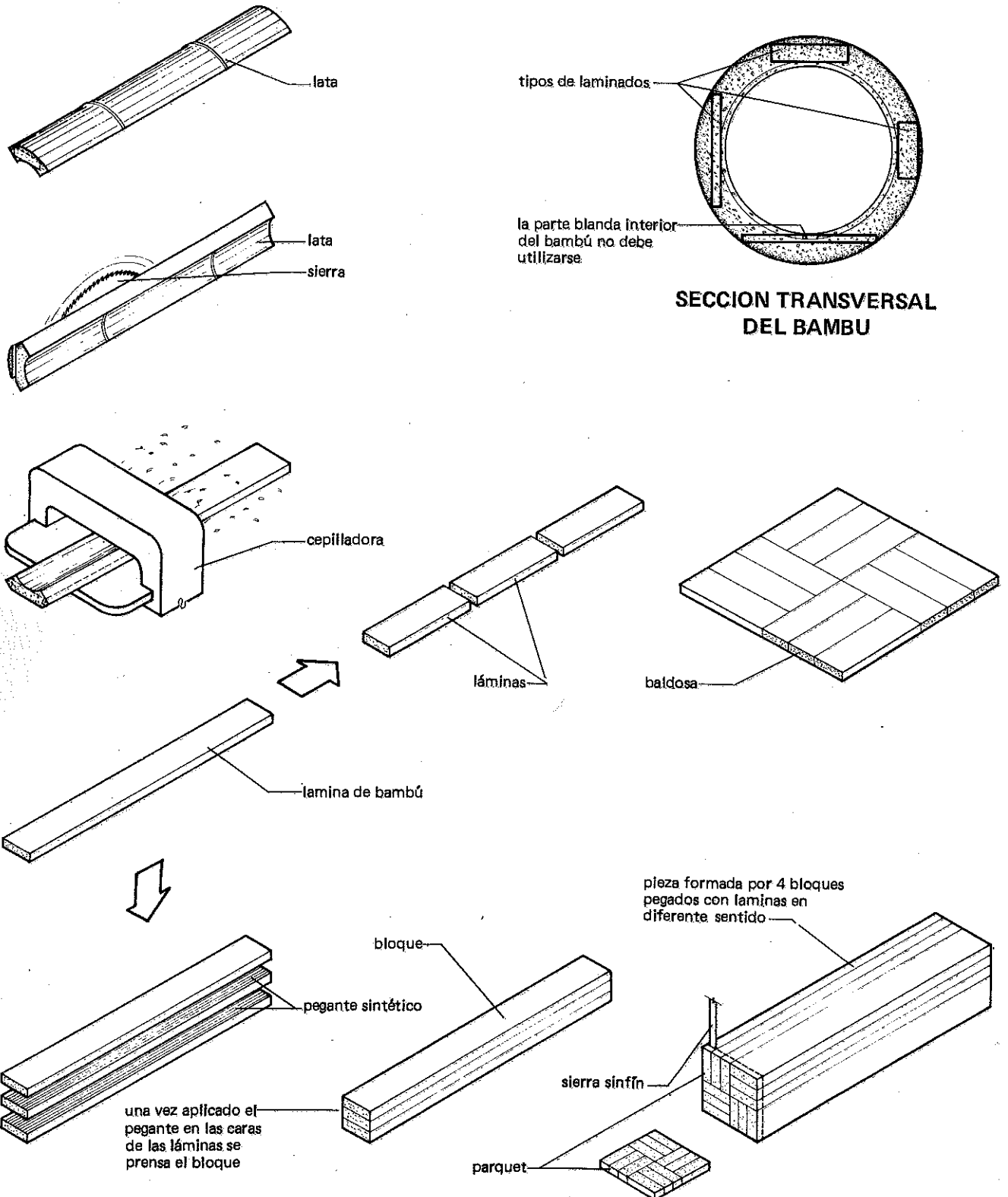
f



Los cables de bambú se hacen con 3 ó más cintas obtenidas solo de la parte externa o más compacta de la pared de bambúes de 2 años de edad, sus dimensiones pueden variar entre uno y 3 milímetros de espesor y hasta 10 milímetros de ancho.

En la elaboración de los cables de bambú se emplea el mismo método utilizado por los campesinos en la elaboración de cuerdas de fique o sea torciendo al mismo tiempo y en el mismo sentido cada una de las cintas, solo que el número de vueltas no debe ser mayor de 3 por metro lineal. Para facilitar esta operación se emplean pequeñas piezas de madera, en el centro de las cuales se fijan los extremos de las cintas. Terminado el cable se amarran sus extremos con alambre, antes de quitar las piezas de madera utilizadas para su torsión. También pueden hacerse cables trenzados pero ello limita a 3 el número de cintas.

Los cables de bambú tienen una gran resistencia a la tracción y por ello pueden utilizarse dentro de ciertos límites, como refuerzo de pequeñas estructuras de concreto de uso rural, como refuerzo interior de muros de adobe o de tapia pisada, como riostras de estructuras temporales y en la construcción de puentes colgantes, caso en el cual se emplean cables con un gran número de cintas.



C- UNIONES Y AMARRES



EN VIGAS Y COLUMNAS

No utilice

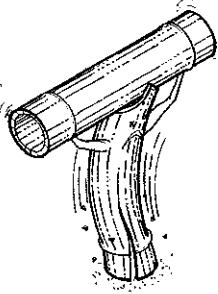
Bambúes de baja resistencia como son:

Bambúes verdes o menores de tres años.

Bambúes atacados por insectos.

Bambúes que hayan florecido.

Bambúes que presenten fisuras o grietas verticales o cortes horizontales superficiales producidos accidentalmente con un machete.

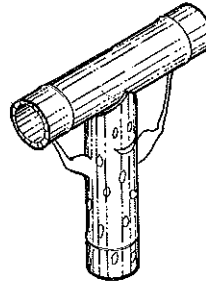


Utilice

Bambúes sazonados o mayores de 3 años, previamente curados, secados al aire y tratados con inmunizantes.

Bambúes con cortes y uniones apropiadamente hechos.

Bambúes con diámetros y espesor de pared apropiadas.

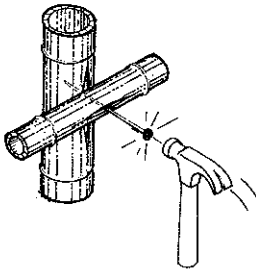


PARA FIJAR PIEZAS HORIZONTALES

No utilice

Clavos o puntillas de más de 6 cms. (2.5 pulgadas), ya sea que se empleen para fijar lateralmente bambúes de menor diámetro o en la fijación de uniones.

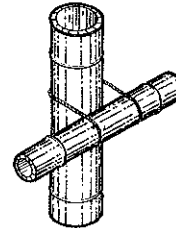
Vigas clavadas lateralmente a las columnas.



Utilice

Amarres de alambre duplicados o triplicados (2 o 3 alambres de igual longitud).

Cuerdas de nylon o cuerdas vegetales de diámetro apropiado y en buen estado.

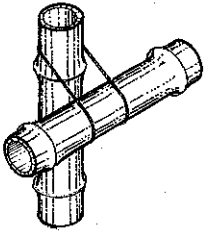


EN UNIONES AMARRADAS

No utilice

Bambúes verdes que al secarse se contraen dejando flojos los amarres.

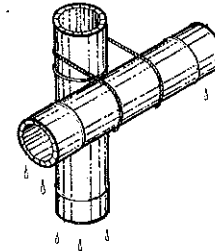
Amarres de cuerdas elásticas (que se estiran), o con cuerdas muy delgadas o en mal estado.



Utilice

Bambúes previamente secados al aire.

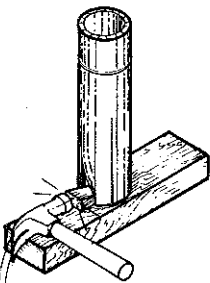
Amarres de alambre, nylon, cuerdas vegetales o de cuero.



EN COLUMNA, PARALES O SOPORTES DE CIMBRAS

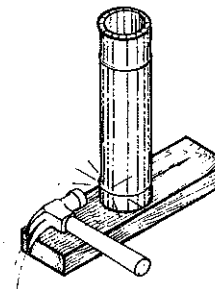
No utilice

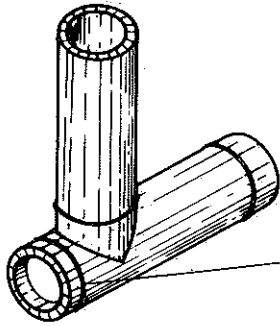
Bambúes sin un nudo en su extremo inferior, que se astillan al golpearse para ponerlos o al introducirse cuñas elevadoras.



Utilice

Parales o columnas de longitud apropiada, con un nudo en su extremo inferior, el cual permite golpearse sin producir astillamiento.



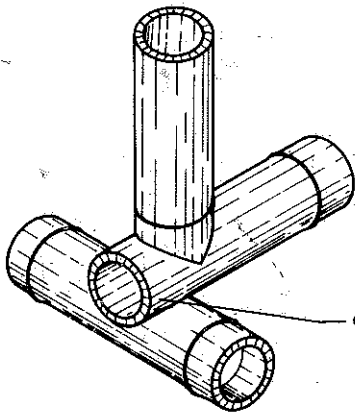


las vigas deben llevar un nudo en sus extremos

DETALLE No 1

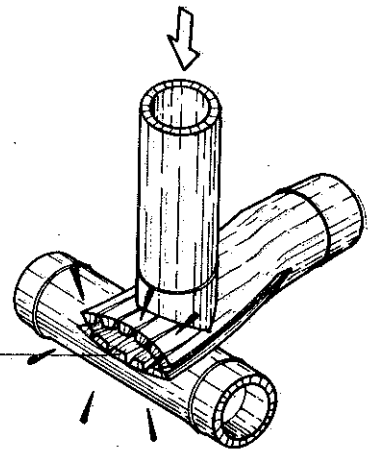
Los bambúes que se utilicen como vigas o soleras deben cortarse en tal forma que quede un nudo en cada extremo o próximo a él, de lo contrario las cargas verticales transmitidas por columnas o parales apoyados en los extremos de la viga pueden producir su aplastamiento.

De no ser posible que un nudo coincida con uno de los extremos de la viga, debe introducirse en éste un cilindro de madera o una sección corta de bambú que tenga uno o dos nudos y el mismo diámetro que el del interior de la viga. Si el nudo de la sección sobresale debe limarse.

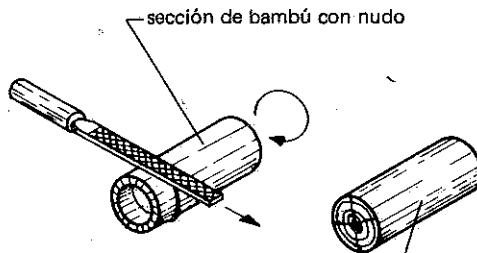


de no existir el nudo se produce el aplastamiento

a

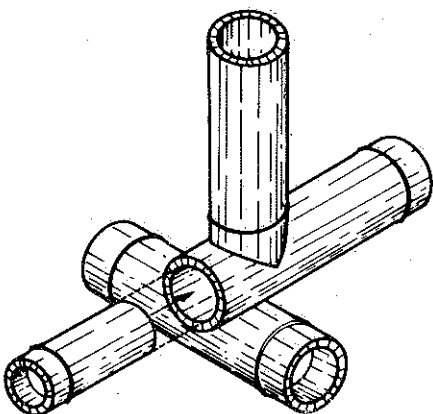


b

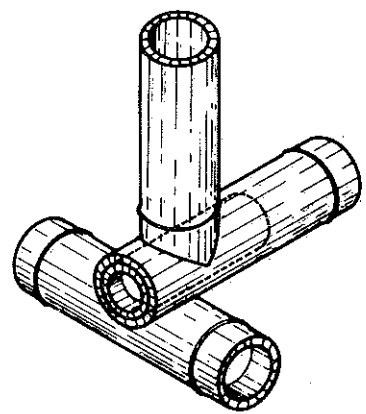


cilindro de madera

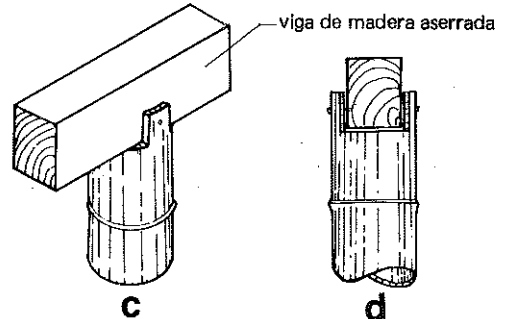
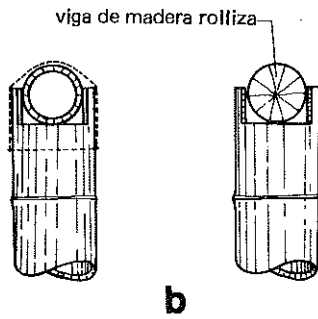
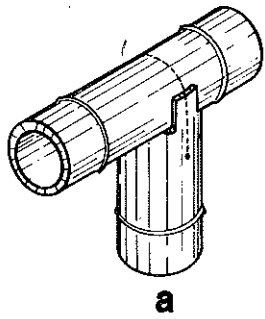
c



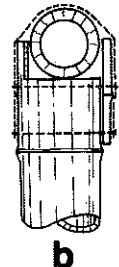
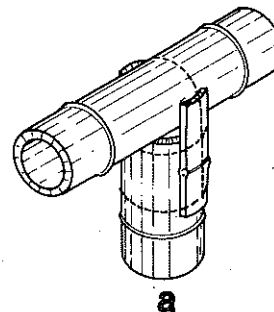
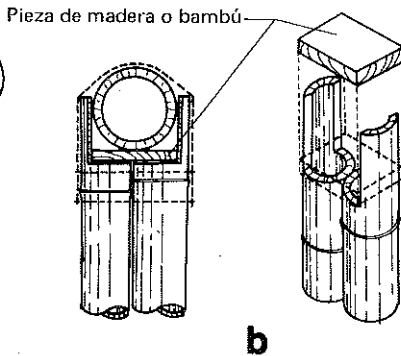
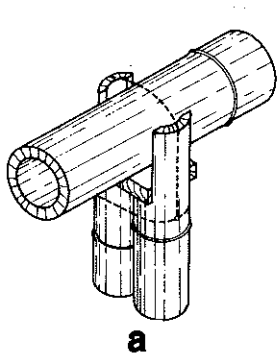
d



e



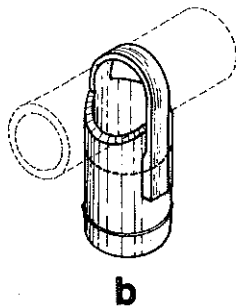
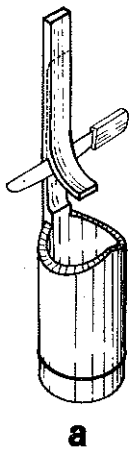
1 Soporte con una o dos orejas. Se emplea para recibir vigas de bambú, madera rolliza o aserrada



2 Doble soporte con oreja.

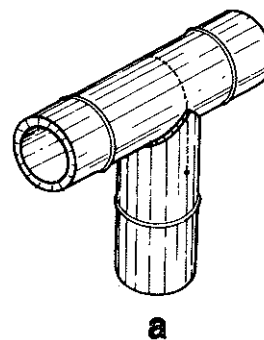
Se emplea cuando las piezas utilizadas como vigas son de mayor diámetro que las utilizadas como columnas.

3 Soporte con oreja sobrepuesta.

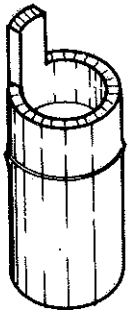


4 Soporte con solapa.

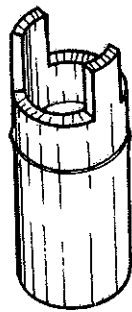
Se emplea cuando no se dispone de alambre para el amarre. La solapa se amarra con cintas de bambú



5 Soporte con entalladura de boca de pescado.



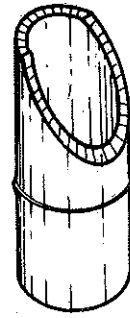
1
Con oreja



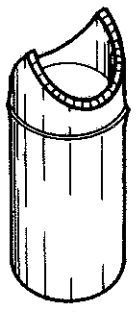
2
Con dos orejas



3
A bisel



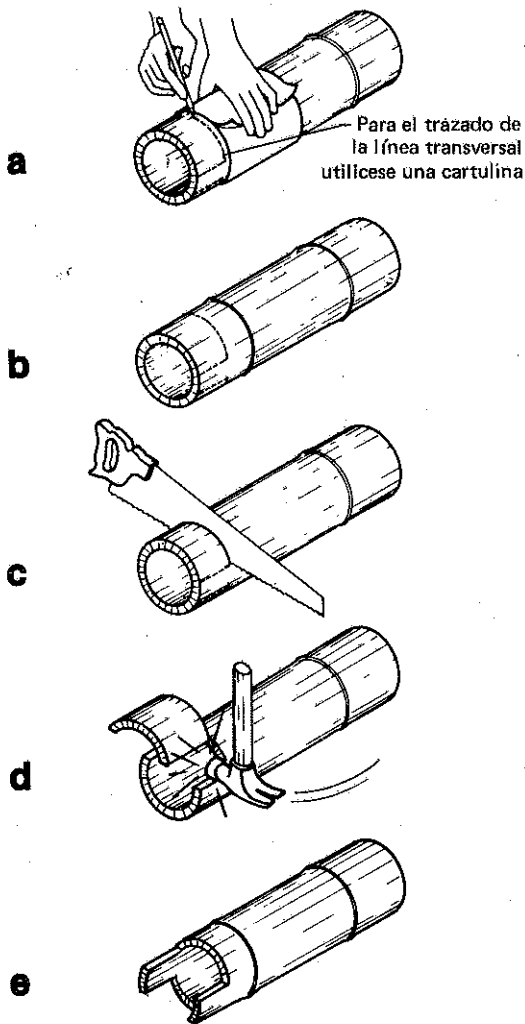
4
Pico de flauta



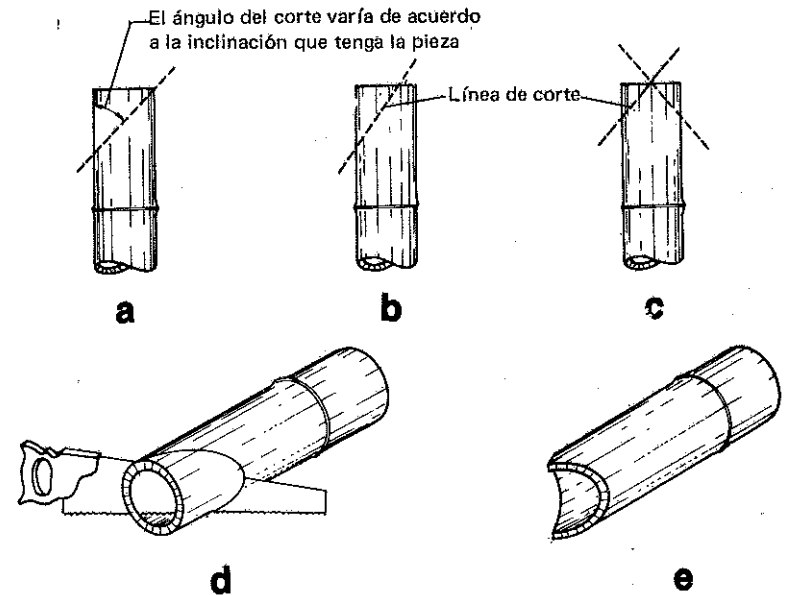
5
Boca de pescado

ELABORACION

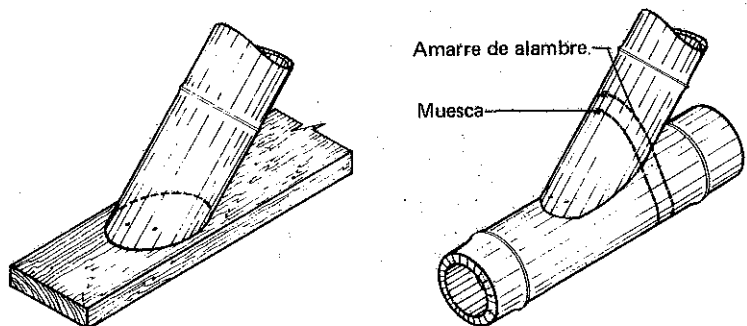
Trazado y cortado

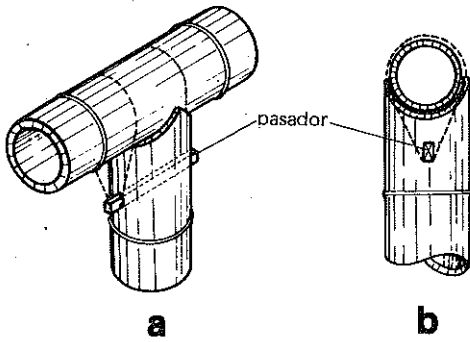


Posición de la línea de corte

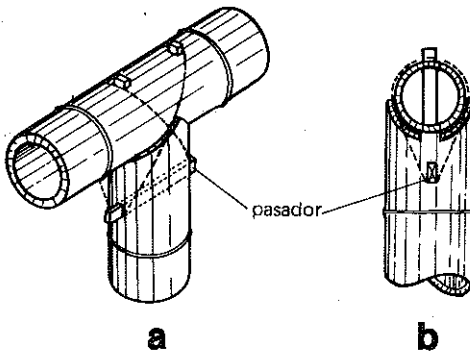


Aplicación de las entalladuras 3 y 4.

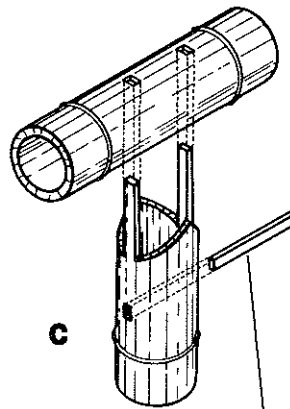




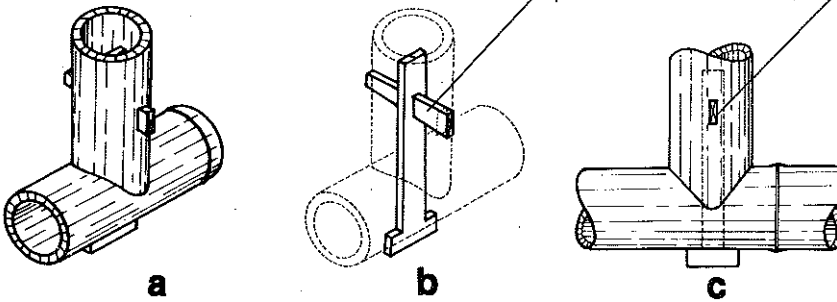
1 Unión de piezas con amarre y clavija. La clavija puede colocarse en la columna ya sea paralela o perpendicular a la viga.



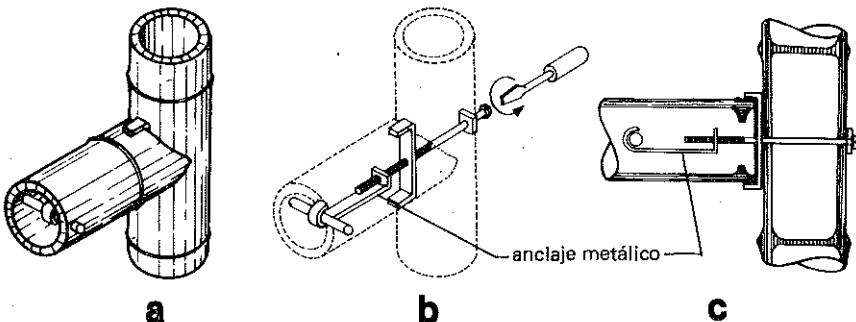
2 Boca de pescado con clavijas

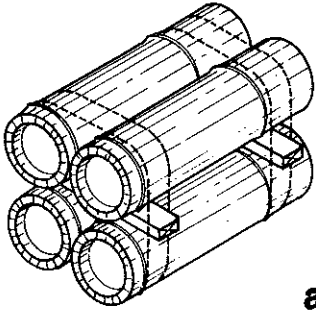


3 Unión con anclaje de madera. Se emplea también invertido.

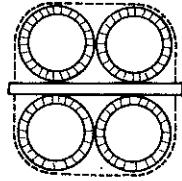


4 Unión con anclaje metálico. Se emplea en diversas posiciones.



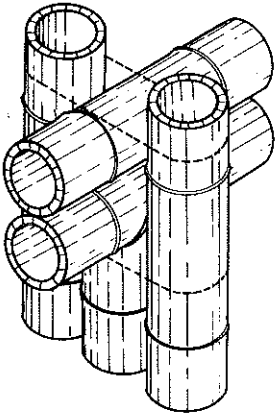


a

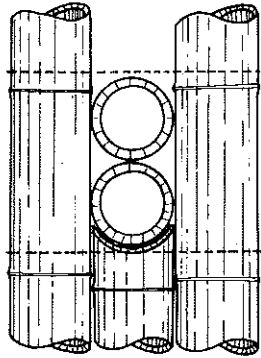


b

1 Vigas formadas por 4 o 6 elementos
La hilera superior se separa de la inferior por medio de latas de bambú o de piezas de madera que se colocan con una separación máxima de un metro, con el fin de que los bambúes superiores no se deslicen sobre los inferiores.



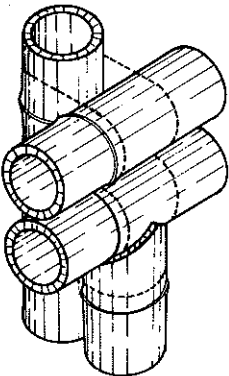
a



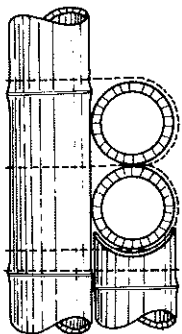
b

2 Viga doble central

Tiene una gran diversidad de aplicaciones en la construcción de estructuras para puentes y de instalaciones rurales.



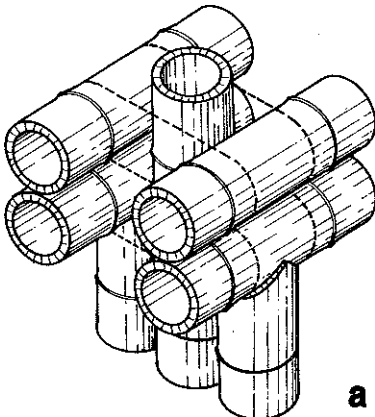
a



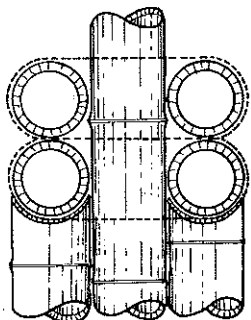
b

3 Viga doble lateral

Cada una de las vigas se amarra independientemente del soporte lateral y entre sí. Se emplea en la construcción de estructuras para puentes y de instalaciones rurales.



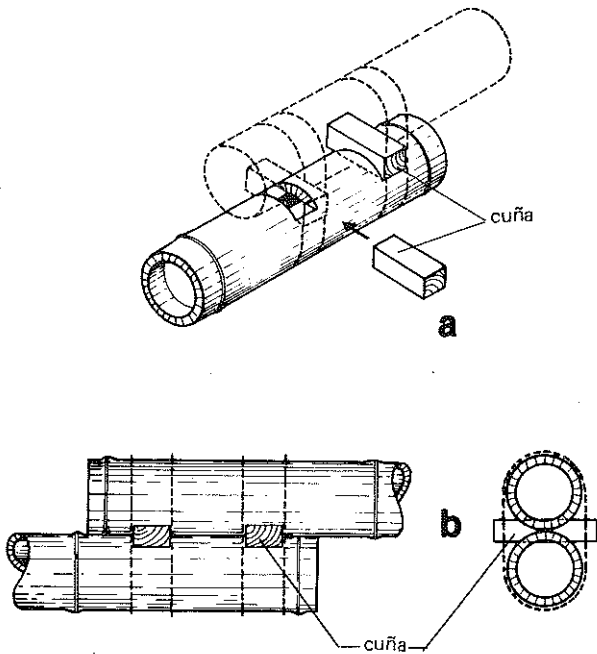
a



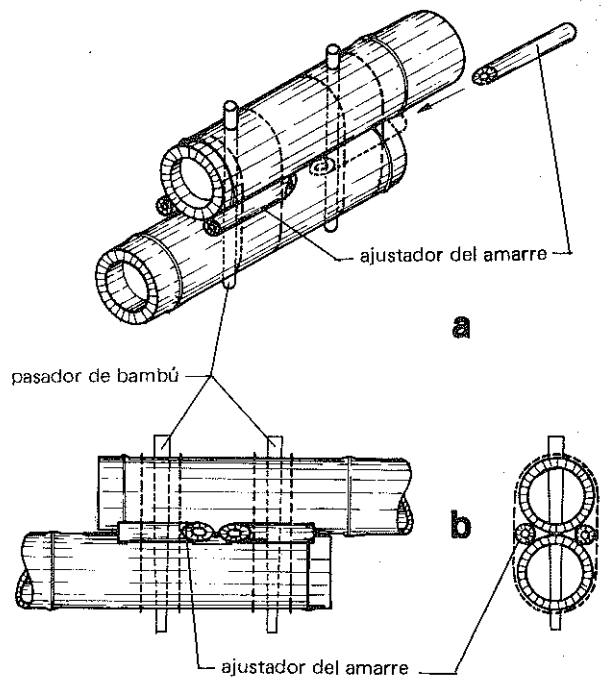
b

4 Vigas dobles laterales

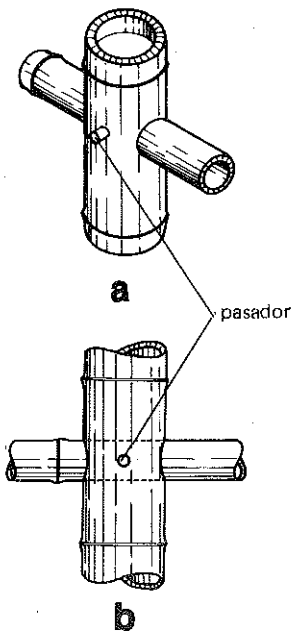
Se emplea como soporte central en estructuras de puentes o de galpones.



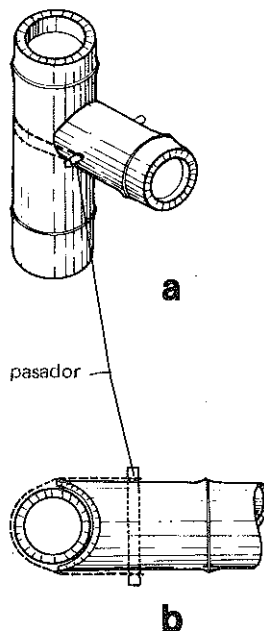
1 Unión con doble cuña de madera.



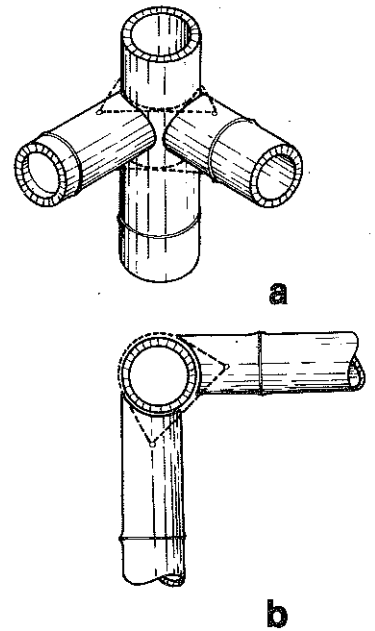
2 Unión con pasadores y ajustadores del amarre.



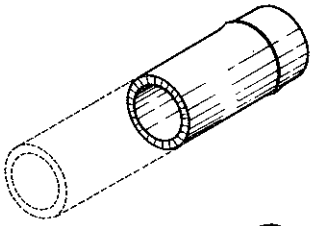
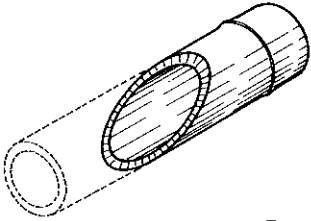
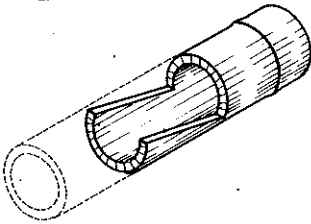
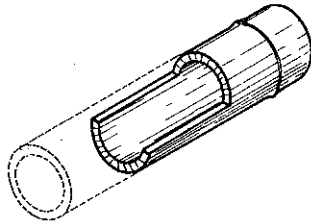
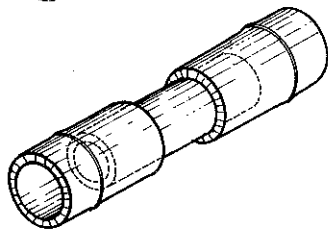
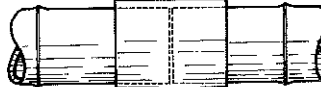
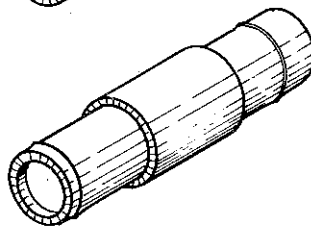
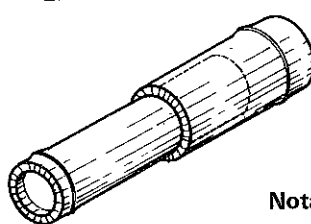
3 Unión en cruz con pasador.



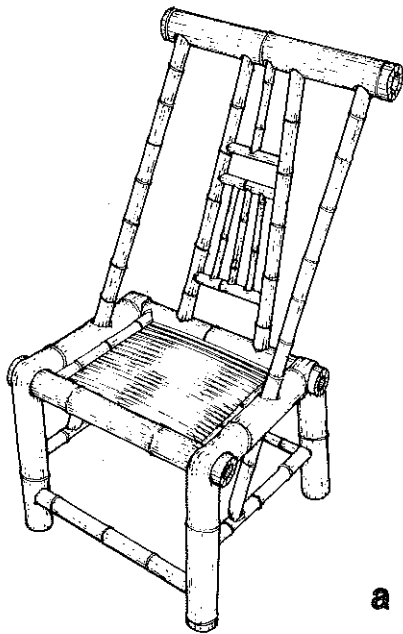
4 Unión lateral con pasador o clavijas. Se emplea en cercos.



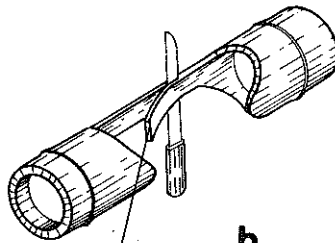
5 Unión de esquina. Se emplea en cercos.

**1** Al Tope.**2** A bisel.**3** De rayo.**4** De medio bambú.**5** Con unión interna.
Se emplea en acueductos.**6** Con unión externa.
Se emplea en acueductos.**7** Telescópico.
Se emplea en acueductos.

Nota: Ninguno de los empalmes anteriores puede someterse a cargas de compresión o de tracción.



a

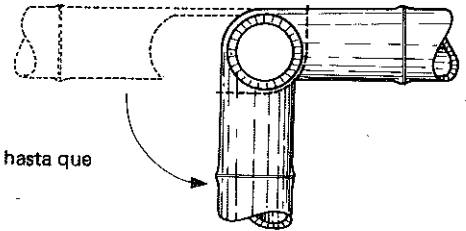


b

rebánese la pared del bambú hasta que pueda doblarse fácilmente

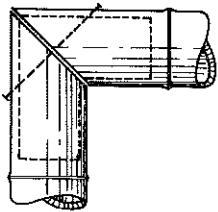


c

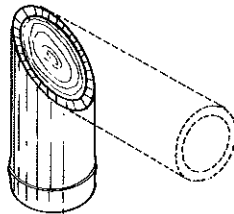


d

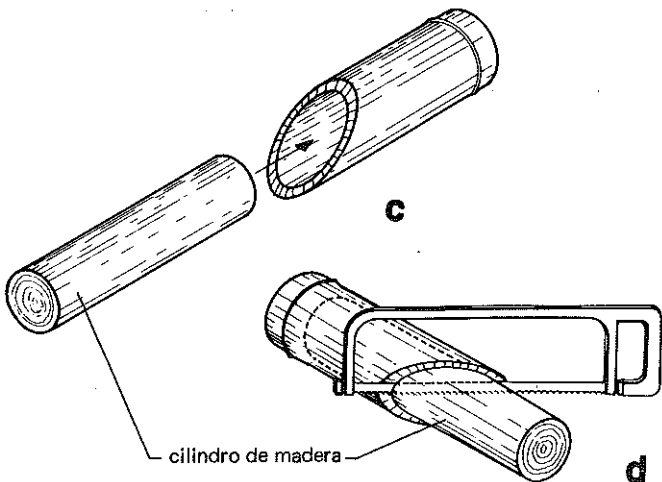
1 Unión de abrazadera. Se emplea para unir el soporte vertical con los horizontales.



a



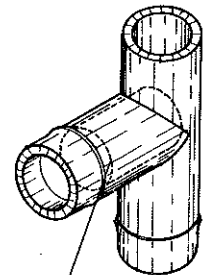
b



cilindro de madera

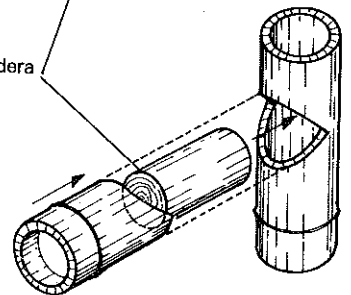
d

2 Unión en ángulo.



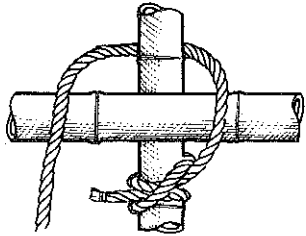
a

cilindro de madera

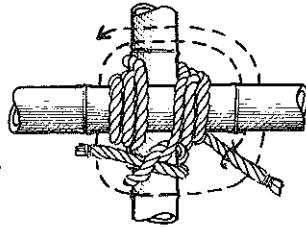


b

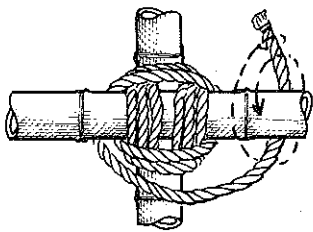
3 Unión en "T".



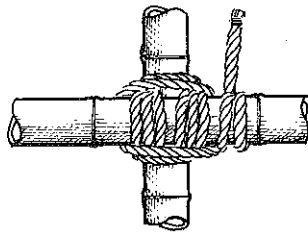
a



b



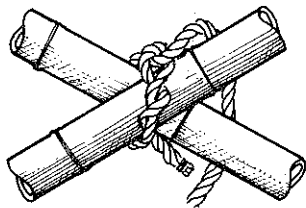
c



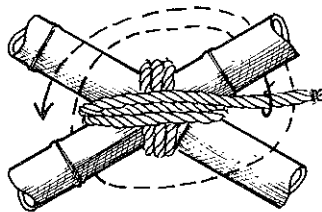
d

1 Amarre cuadrado

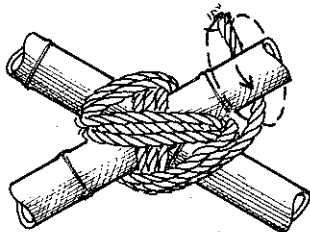
Se emplea en andamios o en construcciones temporales, para unir piezas verticales con horizontales. El amarre se inicia y termina con un nudo ballestrinque



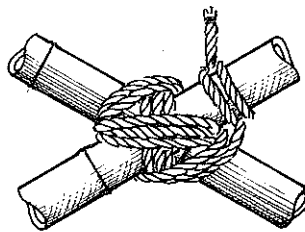
a



b



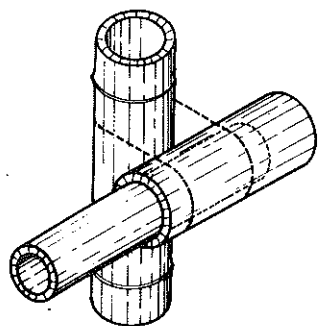
c



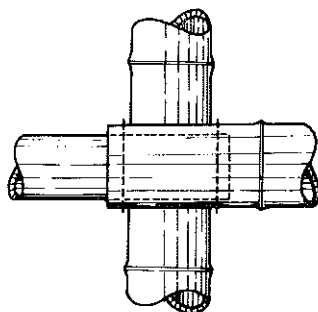
d

2 Amarre en aspa

Se emplea para unir piezas o riostras diagonales.

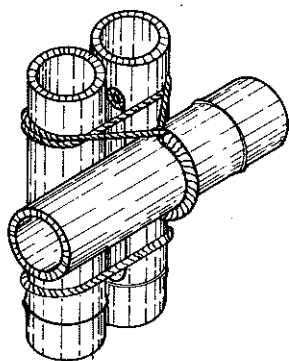


a

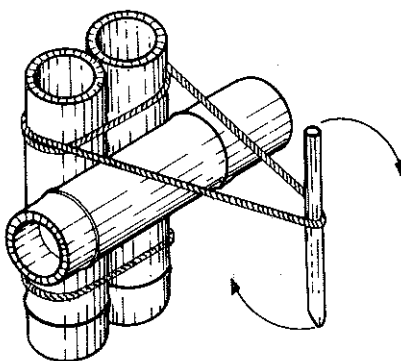


b

DETALLE No. 1

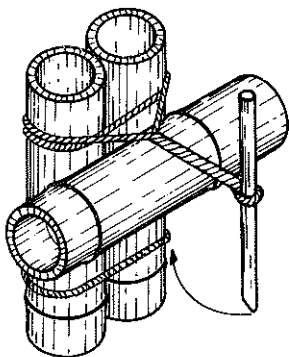


a

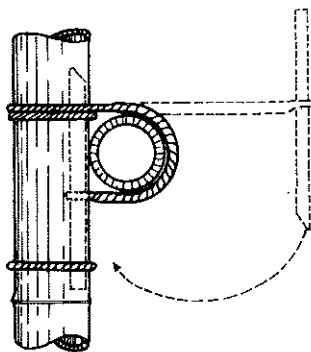


b

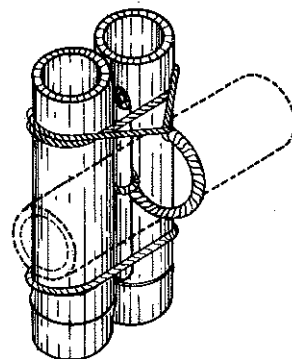
DETALLE No. 2



c

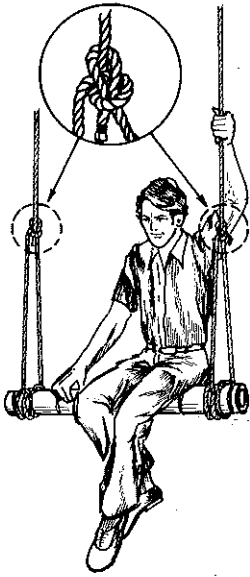


d

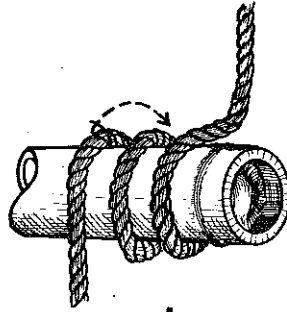


e

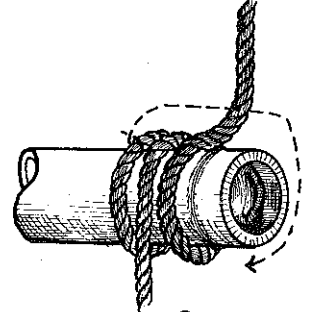
1 Amarre de balancín



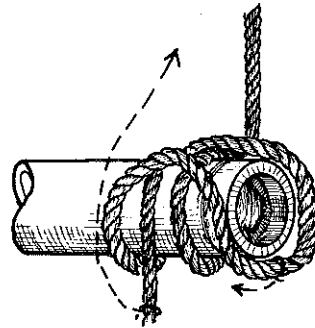
a



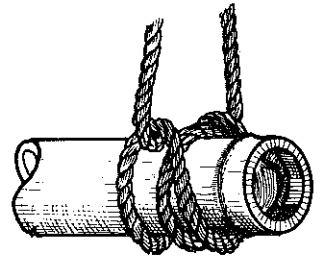
b



c



d



e

2 Amarre de doble nudo corredizo



a



b

3 Amarre múltiple

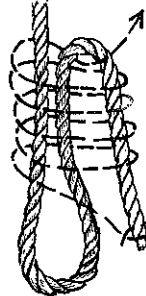


a



b

4 Amarre con nudo del ahorcado.



a



b

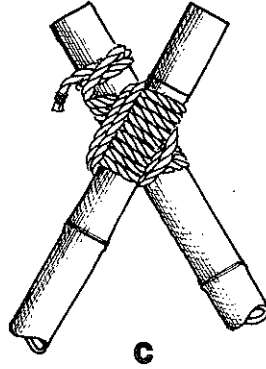
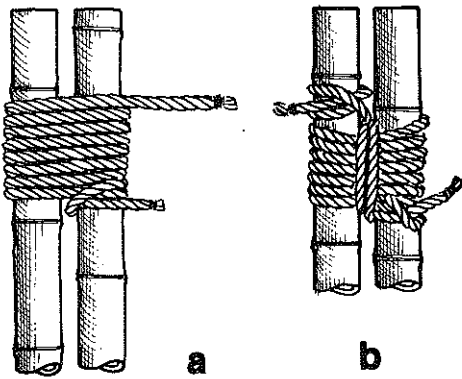
5 Amarre con dos medias vueltas.



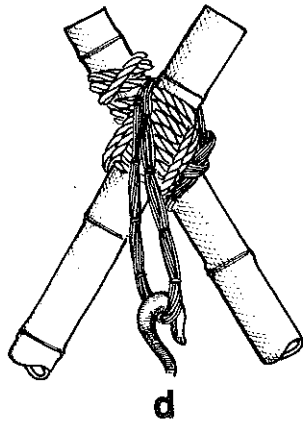
a



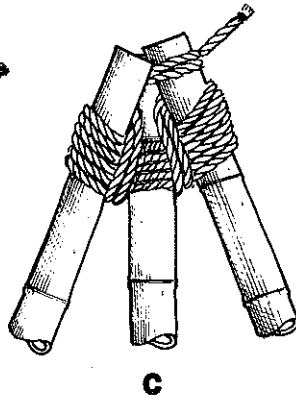
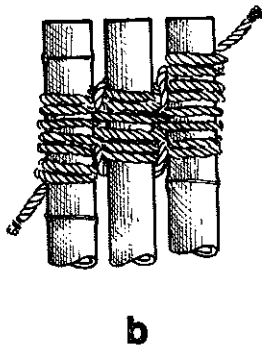
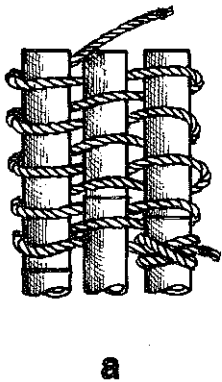
b



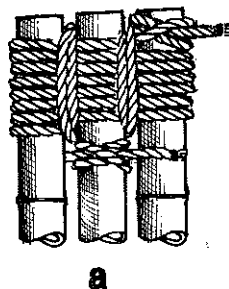
1 Amarre de tijera. (Primer método).
Se utiliza en la construcción de plumas sostenidas con tensores, para el levantamiento vertical de cargas.



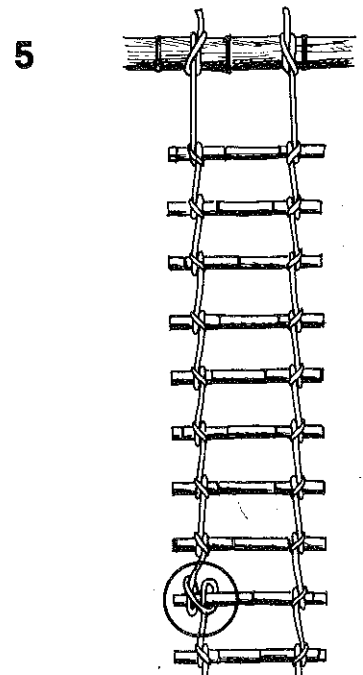
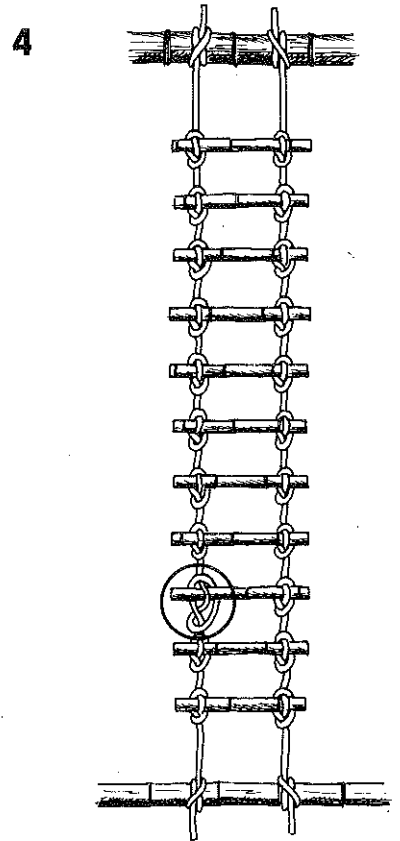
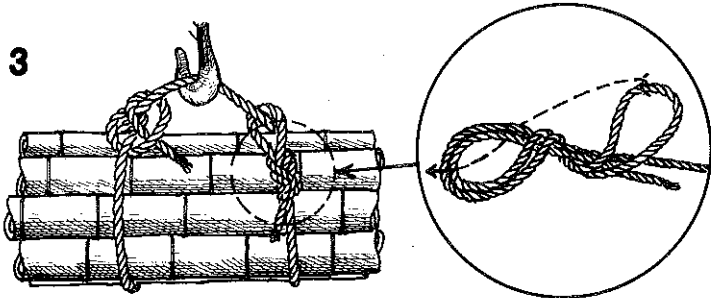
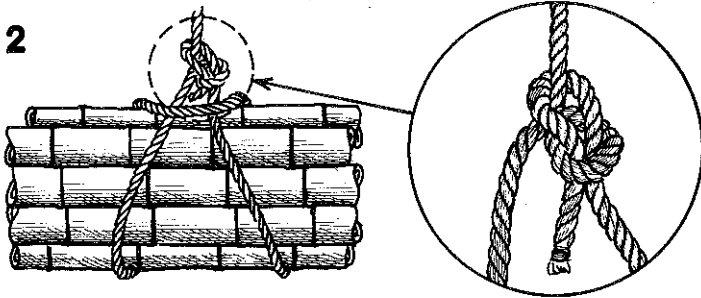
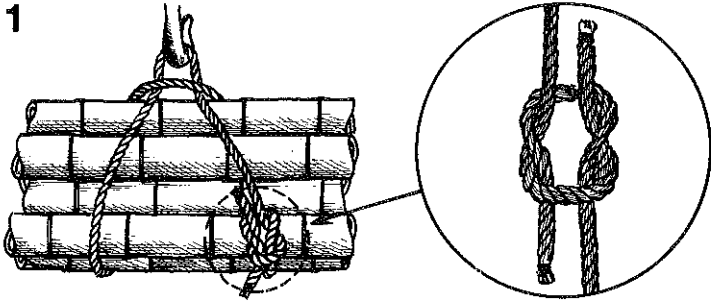
2 Amarre de tijera. (Segundo método)
Se diferencia del anterior en que los extremos de la cuerda se amarran envolviendo las lazadas horizontales.



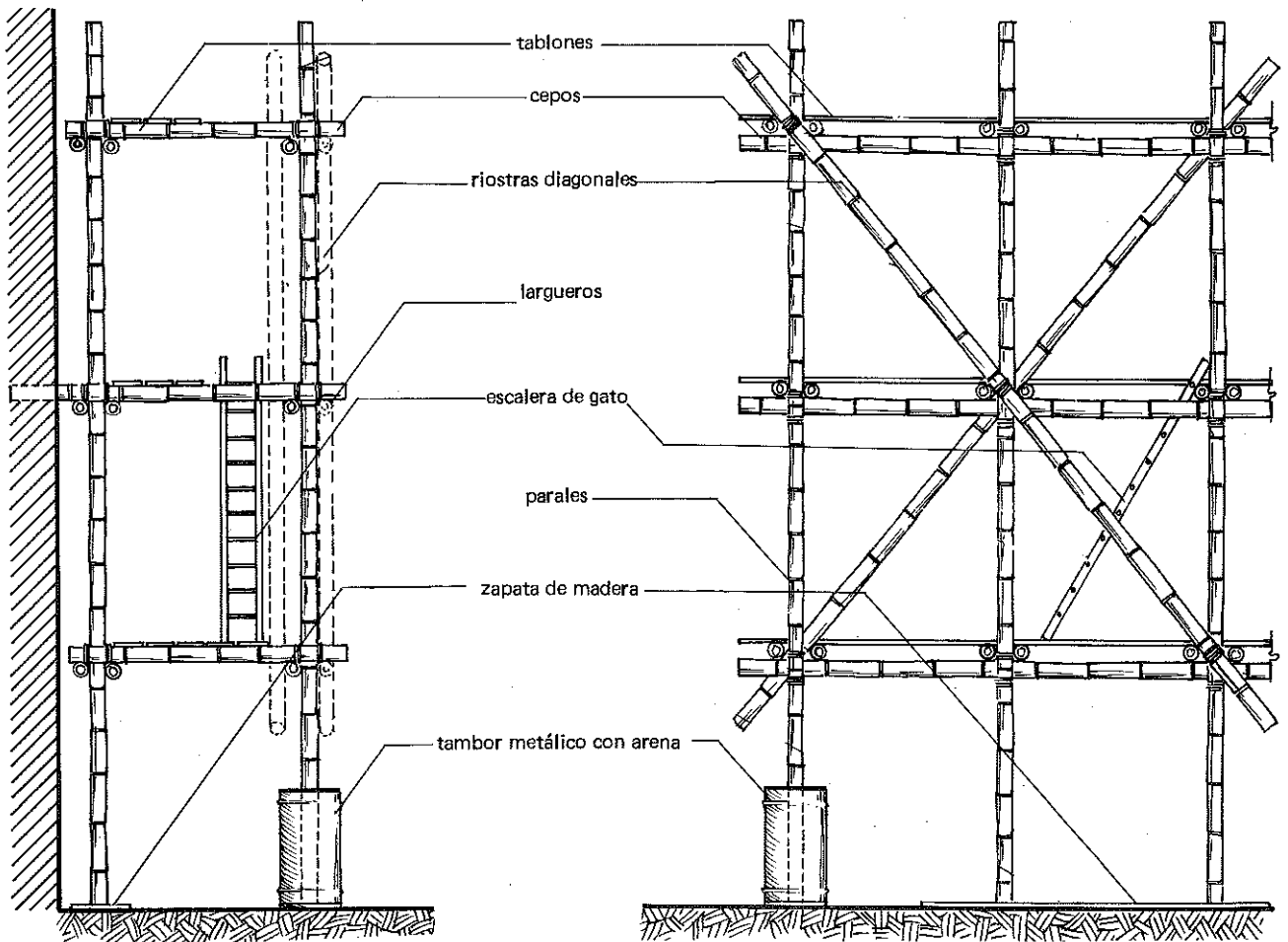
3 Amarre para trípode. (Primer método)
La cuerda se entreteje horizontalmente entre los bambúes, y luego verticalmente.



4 Amarre para trípode. (Segundo método)
Los tres bambúes se envuelven horizontalmente con la cuerda y luego verticalmente.

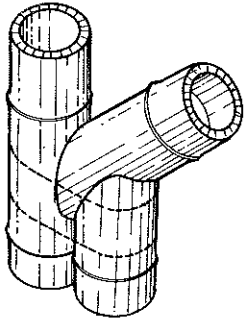
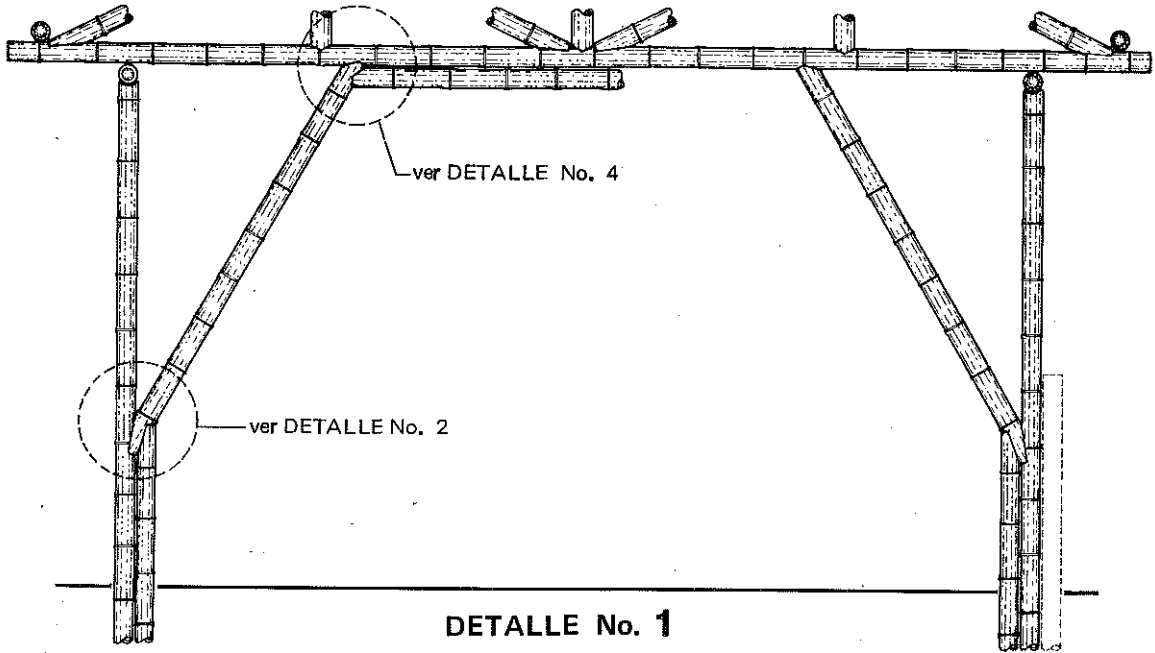


D- CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS

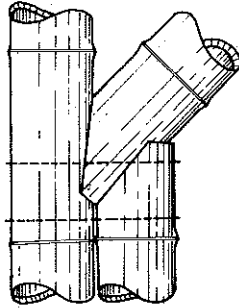


VISTA LATERAL

ALZADA

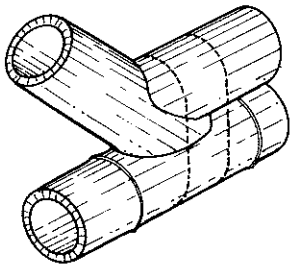


a

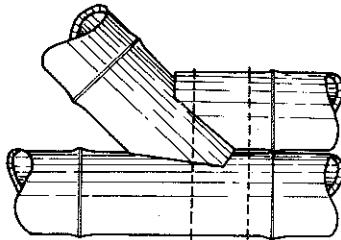


b

2 Unión del diagonal o riostra con la columna.

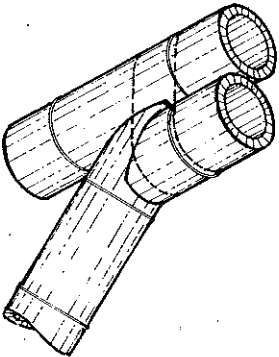


a

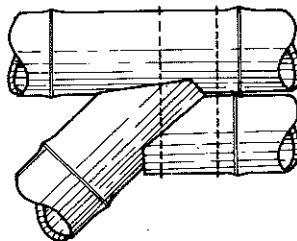


b

3 Unión del diagonal con la parte superior del tirante.



a

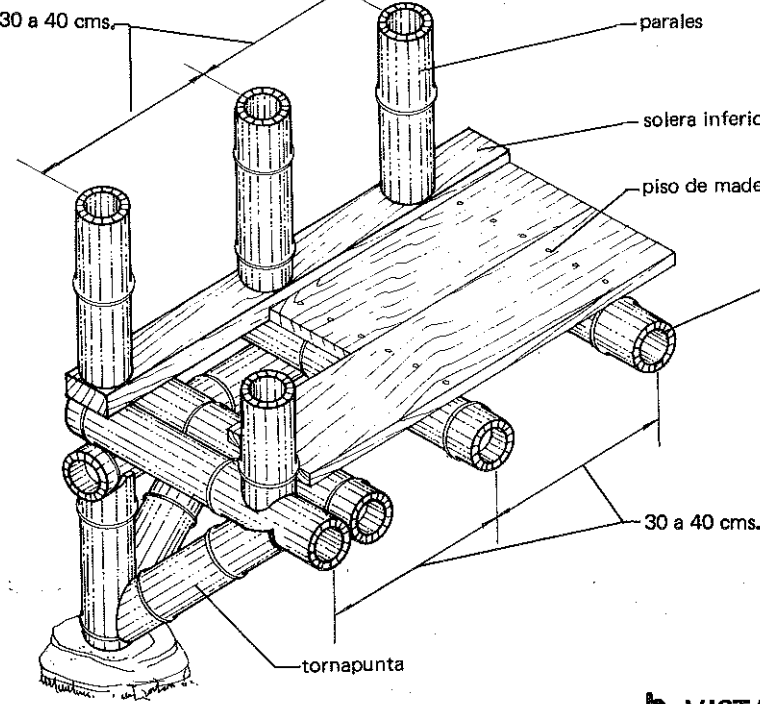


b

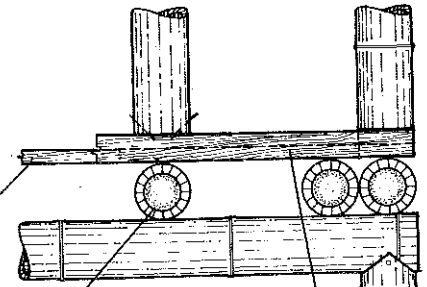
4 Unión del diagonal con la parte inferior del tirante o de una viga.

DETALLE No. 1

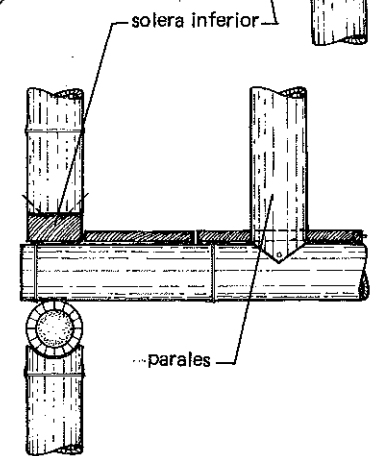
30 a 40 cms.



a ALZADA

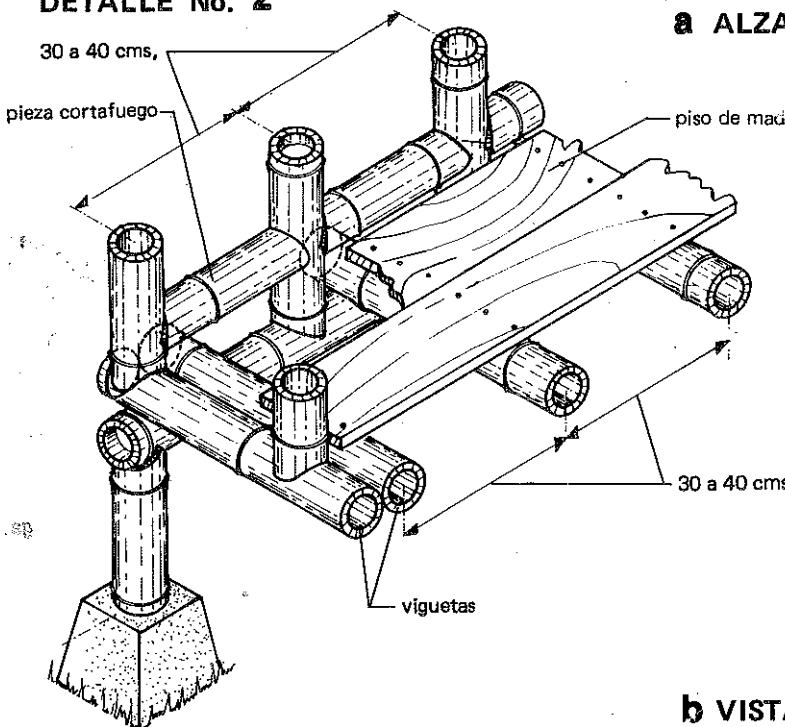


b VISTA LATERAL

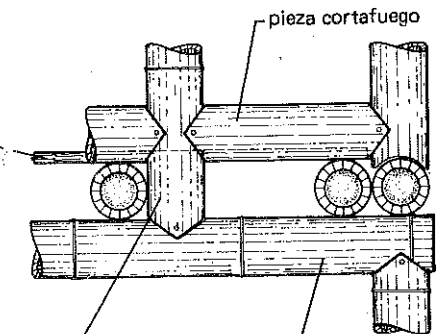


DETALLE No. 2

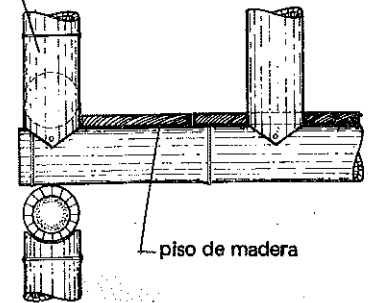
30 a 40 cms,



a ALZADA

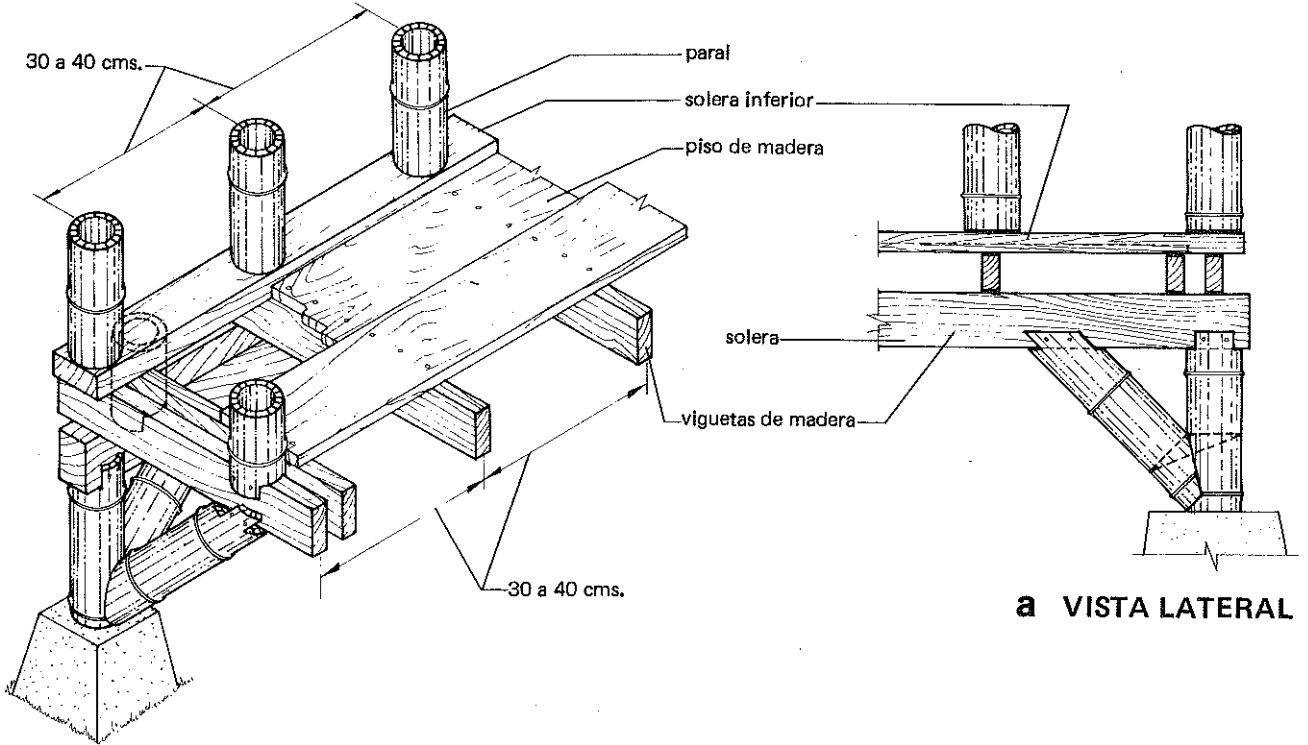


b VISTA LATERAL

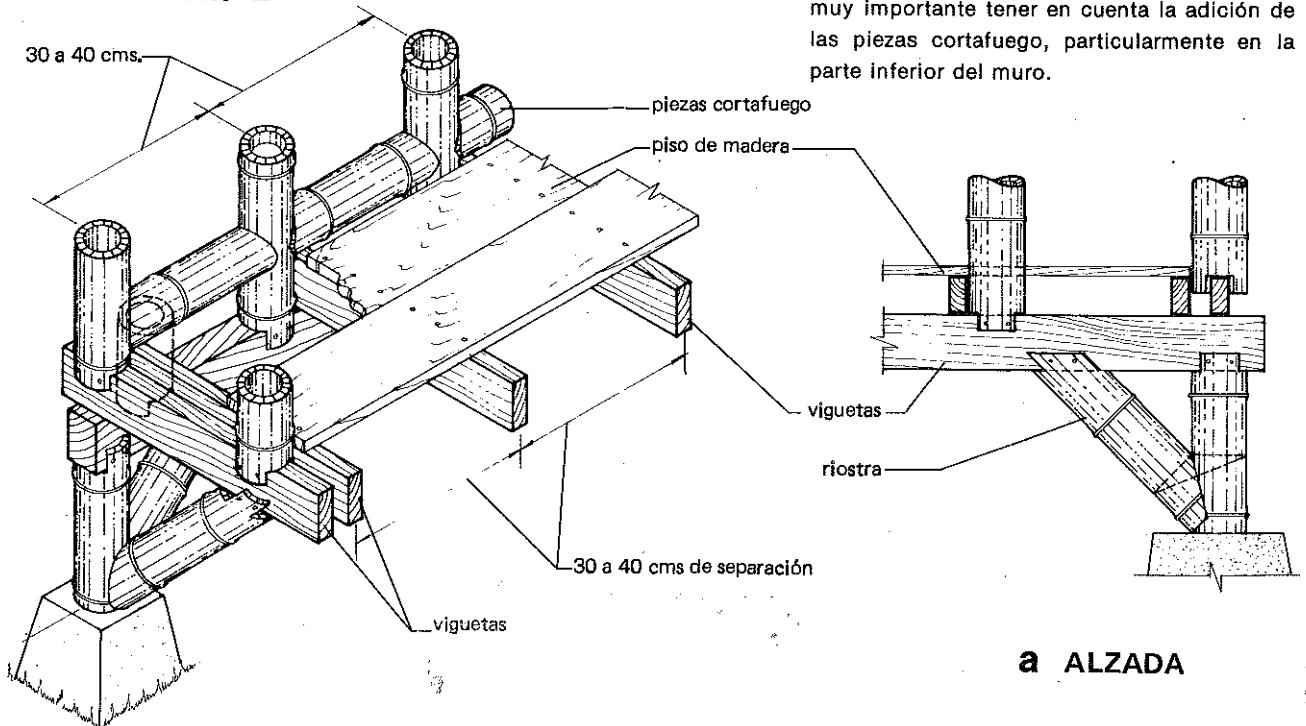


**Construcción del piso y del entramado de la pared
(con vigas y viguetas de madera)**

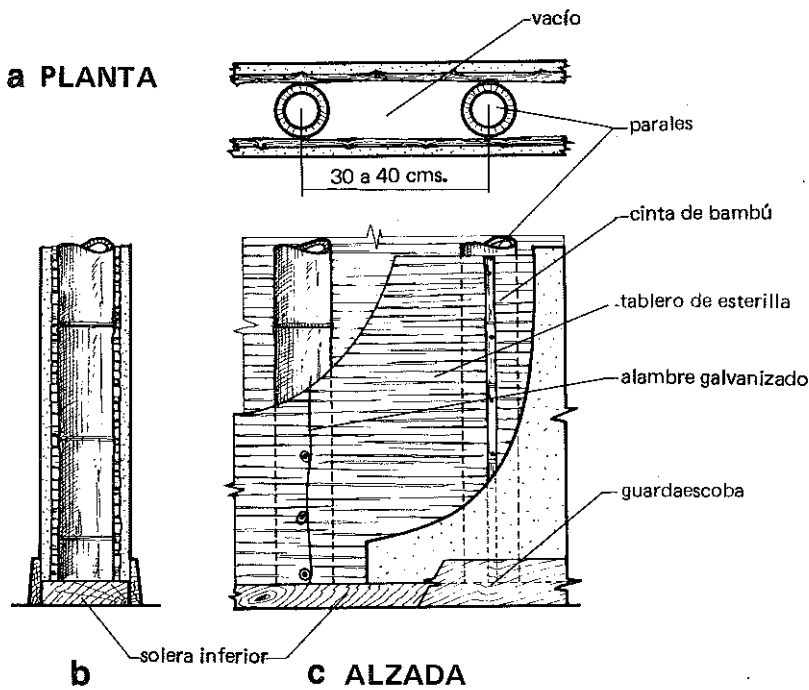
DETALLE No. 1



DETALLE No. 2



De acuerdo a la forma de unión del entramado y las viguetas del suelo (ver detalle) es muy importante tener en cuenta la adición de las piezas cortafuego, particularmente en la parte inferior del muro.



El entramado o estructura de la pared de bahareque está formado por parales de bambú de 10 centímetros de diámetro promedio, colocados a distancias iguales que pueden variar entre 30 y un máximo de 40 centímetros, los cuales una vez plomados se clavan a las soleras de madera o bambú, inferior y superior.

Una vez fijados los parales se recubren interior y exteriormente con tableros de esterilla colocados horizontalmente, con el lado externo o liso hacia adentro. La fijación de los tableros a los parales se pueden hacer ya sea utilizando una cinta de 2 cms. de ancho cortada de la parte externa del bambú, que se clava sobre la esterilla al centro de cada paral con puntillas colocadas a una distancia no mayor de 8 cms. o también empleando alambre galvanizado con el cual se unen las cabezas de las puntillas, dándole una vuelta a cada una antes de clavarlas totalmente.

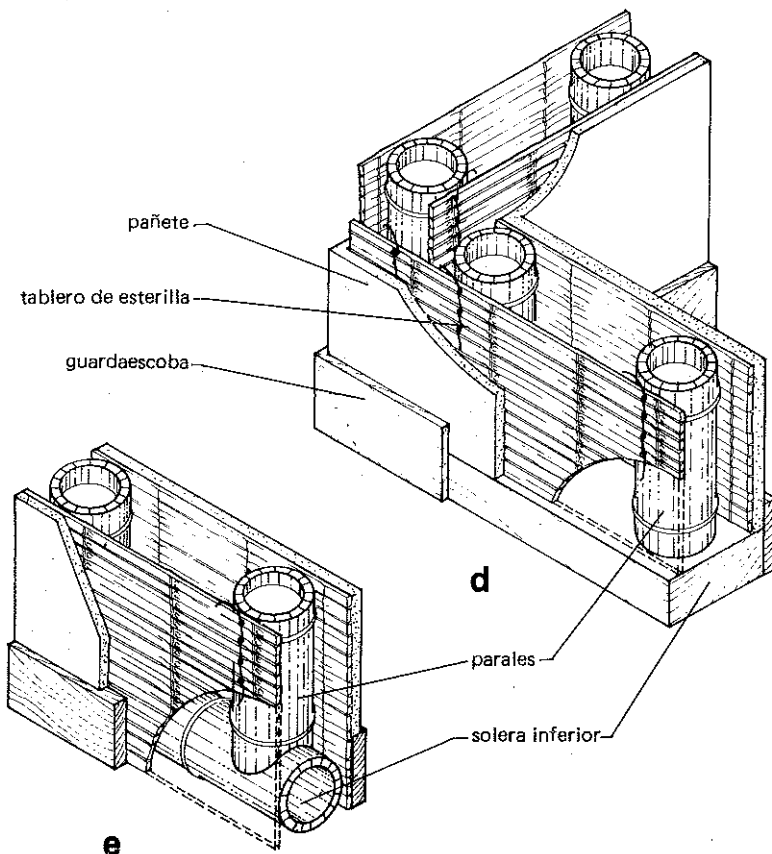
En la construcción de los muros de bahareque debe tenerse en cuenta lo siguiente:

Los tableros de esterilla, por tener forma trapezoidal, tienen un extremo más ancho que el otro y por ello deben colocarse en tal forma que sobre el extremo más angosto de un tablero se coloque el más ancho del siguiente o viceversa.

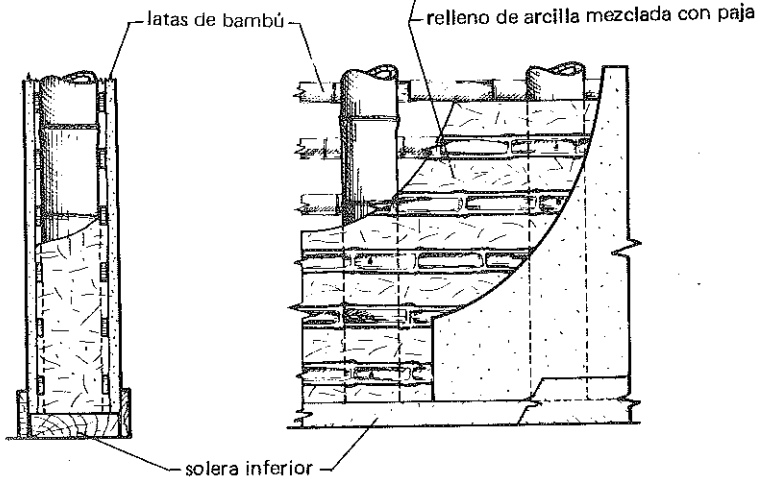
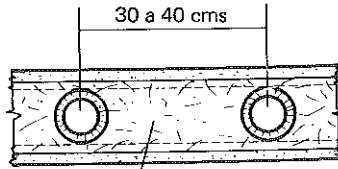
Las esterillas más gruesas deben colocarse sobre los extremos más delgados o de menor diámetro de los parales de bambú, y las más delgadas en el extremo de mayor diámetro con el fin de lograr un mayor plomo en la superficie externa o interna de la pared.

En el caso de que se utilicen tableros de esterilla muy delgados y flexibles, los parales deben colocarse a menor distancia, o sea a 30 cms., de lo contrario cualquier presión que se haga sobre el muro una vez pañetado produce el agrietamiento del pañete.

El recubrimiento de los muros de bahareque se hace aplicando sobre ellos 2 capas de mortero de tierra o barro y boñiga en proporción 1:2 o de cemento y arena en proporción 1:3.

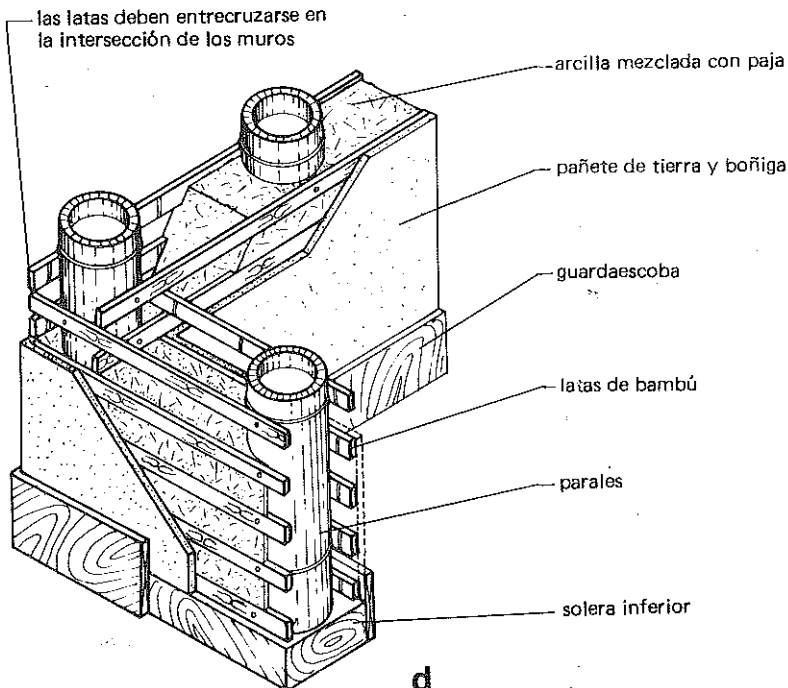


a PLANTA



b

c ALZADA



d

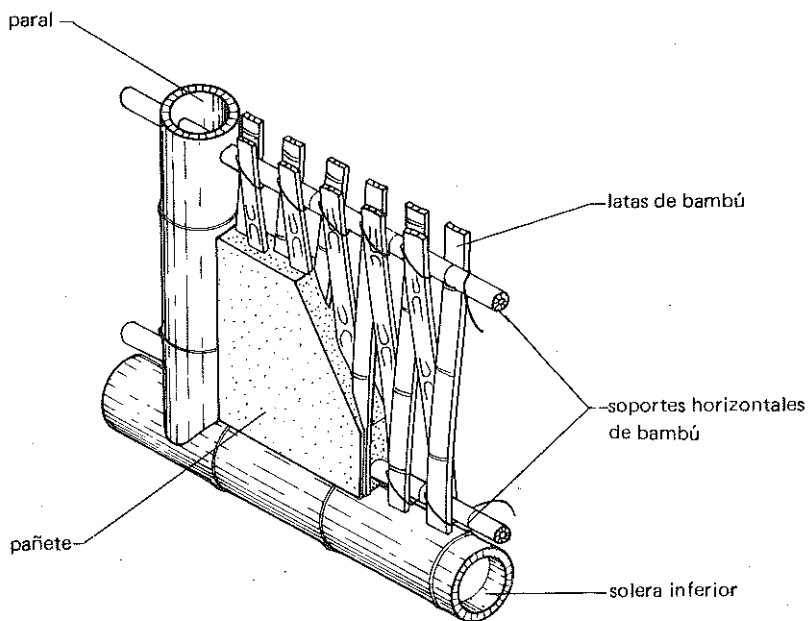
El entramado o estructura de la pared de embutido, o de barro embutido como se denomina en Colombia, se construye en igual forma que la pared de bahareque. Solo que en lugar de los tableros de esterilla se emplean latas de bambú de 4 cms. de ancho clavadas horizontalmente sobre los parales con el lado externo hacia adentro y con una separación de 8 cms. para facilitar el relleno de su interior con arcilla húmeda previamente mezclada con paja. A medida que se vaya relleno su interior se va presionando la arcilla con los dedos hasta que ésta quede a ras de la parte externa de las latas. Una vez relleno el muro se deja secar durante un mes o más, después de lo cual se aplican dos capas de pañete de tierra y boñiga en la forma como se explica en los muros de bahareque.

Si se emplean latas muy delgadas, la separación de los parales no debe ser mayor de 30 cms.

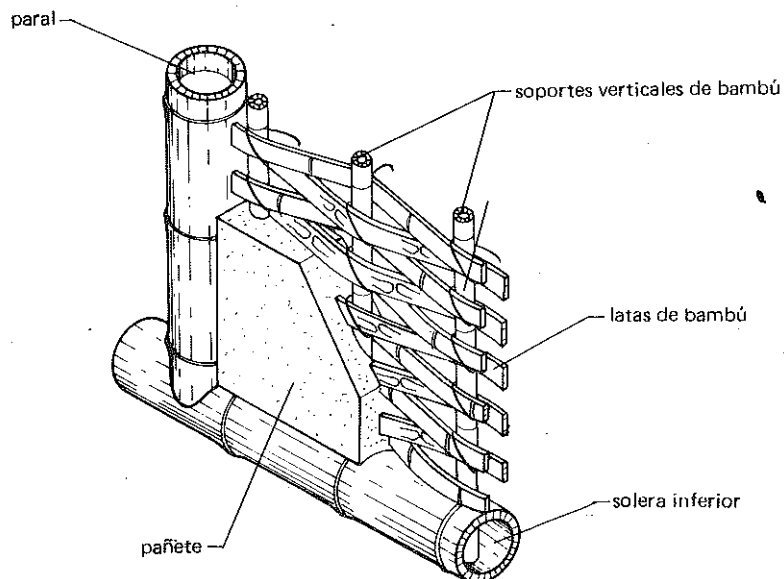
En la construcción de los muros de embutido deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

Las latas pueden colocarse interior y exteriormente a la misma altura o colocando las interiores en el centro de la separación de las exteriores.

La colocación de las latas en dos paredes que se unen formando un ángulo, debe hacerse a diferente altura con el fin de que sus extremos se crucen en el punto de intersección de las paredes, como se indica en el detalle.



A



B

Las paredes de quincha son muy utilizadas en el Perú en la construcción de vivienda de bajo costo. Su sistema de construcción permite obtener muros delgados y resistentes, así como dejar a la vista los marcos de bambú formados por paraleles y soleras o por columnas y vigas con lo cual se puede dar un aspecto muy agradable a la vivienda, similar al logrado con los muros japoneses.

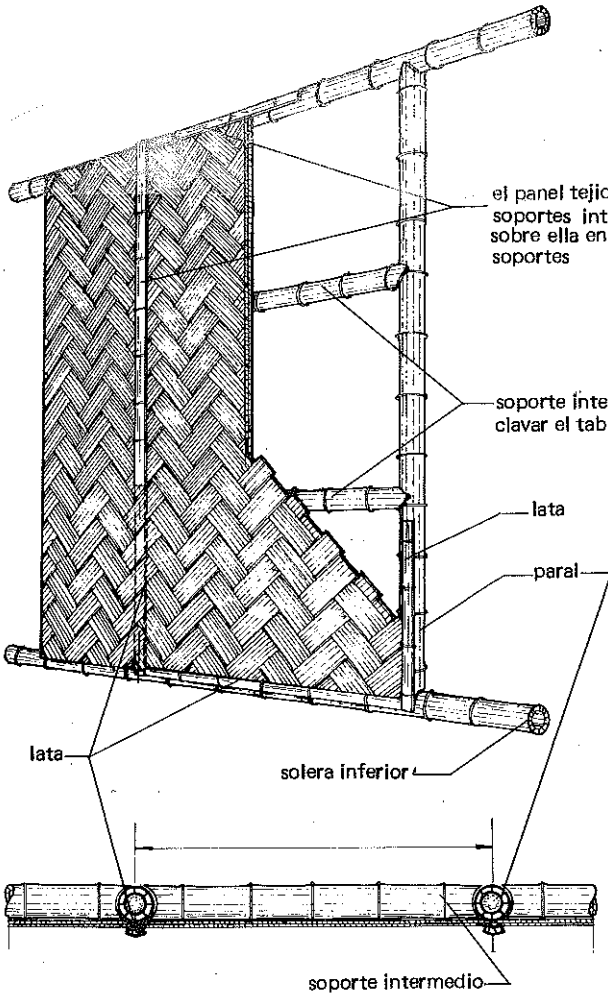
En la construcción del entramado se emplean dos métodos que varían de acuerdo al sentido en que se entretrejan las latas a los soportes.

En el método A, las latas se entretrejen verticalmente entre soportes horizontales de bambú fijados previamente a la columna o paral con una separación uniforme que puede variar entre 50 y 70 cms.

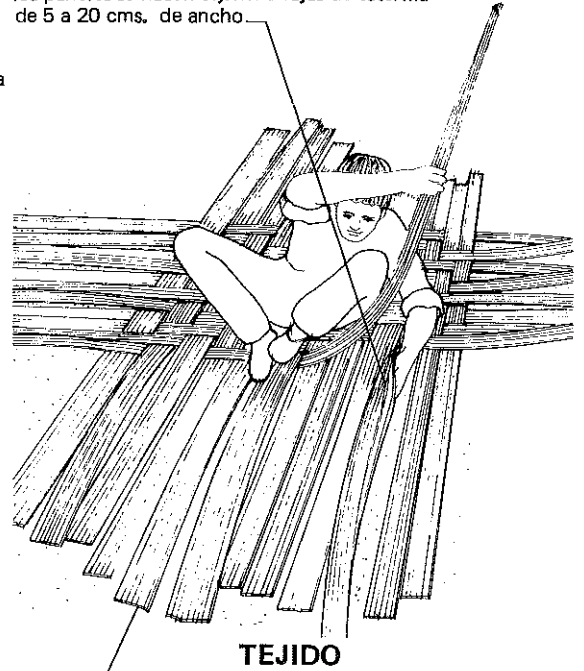
En el método B, las latas de bambú se entretrejen horizontalmente entre soportes verticales fijados previamente a la solera inferior y superior, a una distancia igual a la indicada en el método A.

Para la construcción del entramado se utilizan latas obtenidas de bambúes de 2 a 3 años de edad, lo suficientemente flexibles para que no se partan al entretrejerlas. En el caso de que se utilicen latas muy delgadas y flexibles, la separación entre los soportes debe ser menor.

Para el recubrimiento de las paredes se emplean de 2 a 3 capas de mortero de tierra o de cemento siendo éste último el más aconsejable. La primera capa de mortero de cemento debe aplicarse con fuerza para que penetre entre las latas y lograr la unión entre el mortero de uno y otro lado.

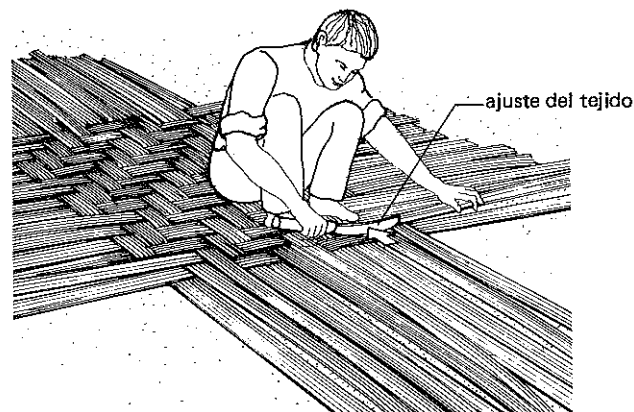


los paneles se hacen tejiendo fajas de esterilla de 5 a 20 cms. de ancho

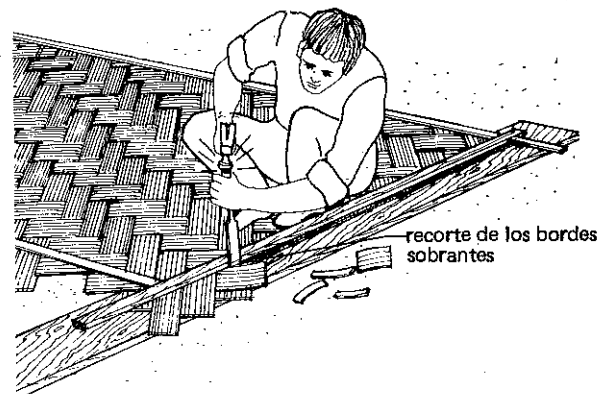


TEJIDO

la esterilla utilizada en la elaboración de paneles debe ser muy delgada y flexible con este fin se remueve su parte interior o mas blanda.

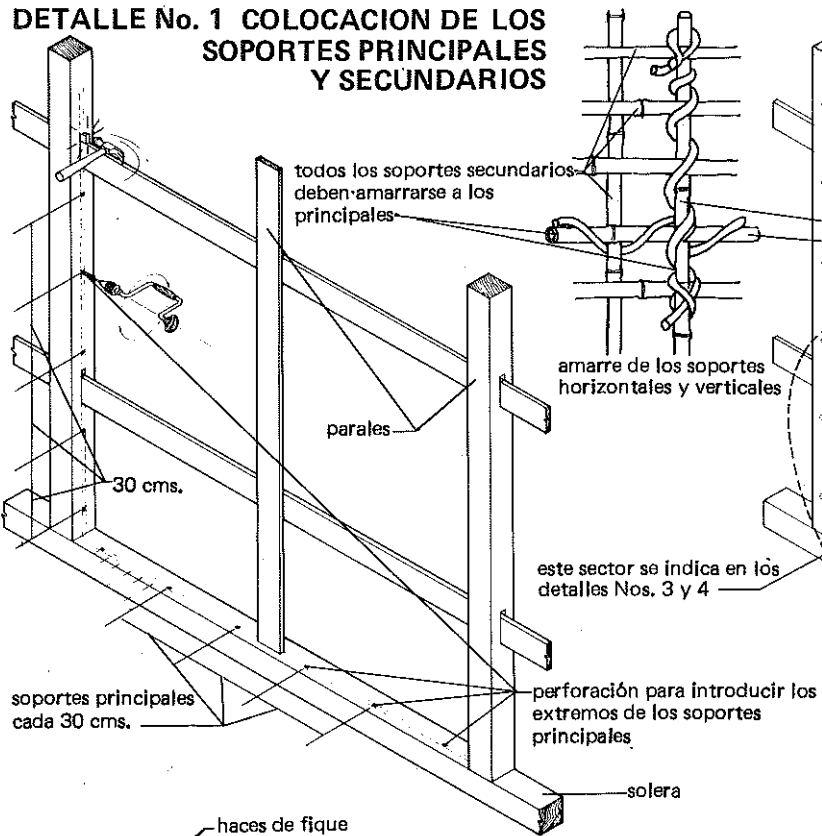


AJUSTE DEL TEJIDO

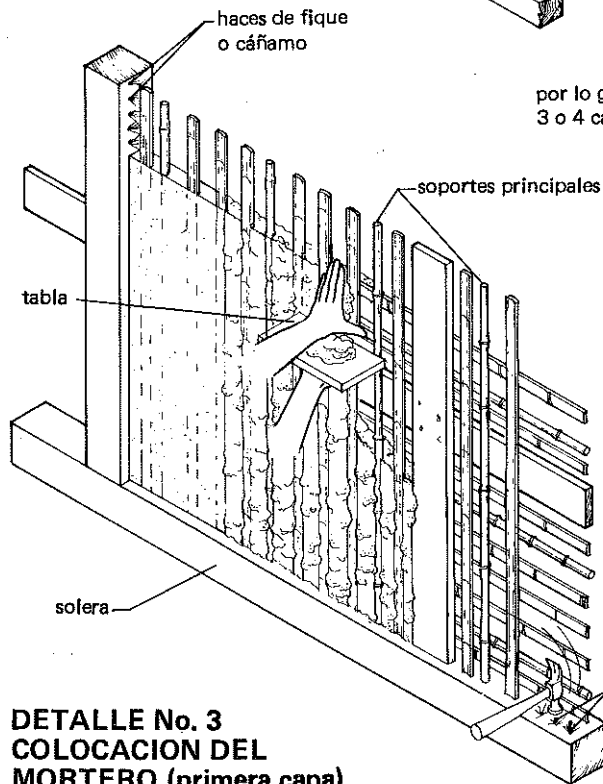
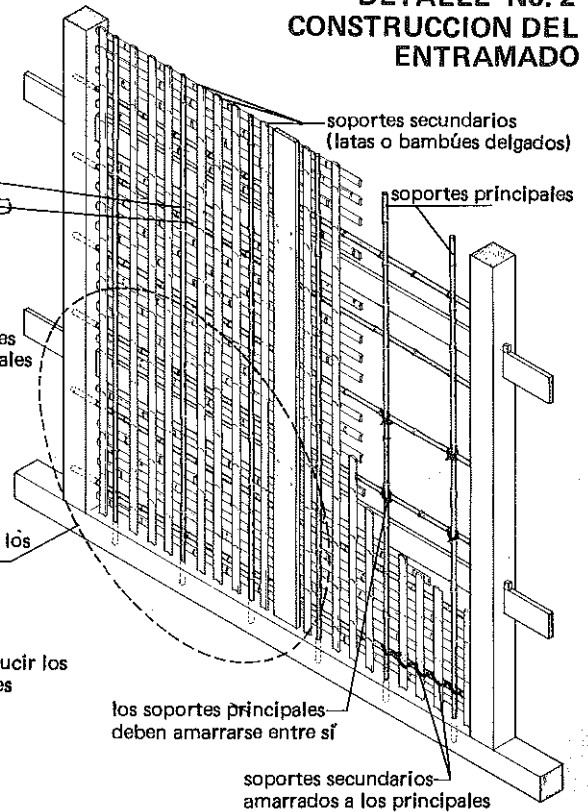


RECORTE DE LOS BORDES

DETALLE No. 1 COLOCACION DE LOS SOPORTES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS

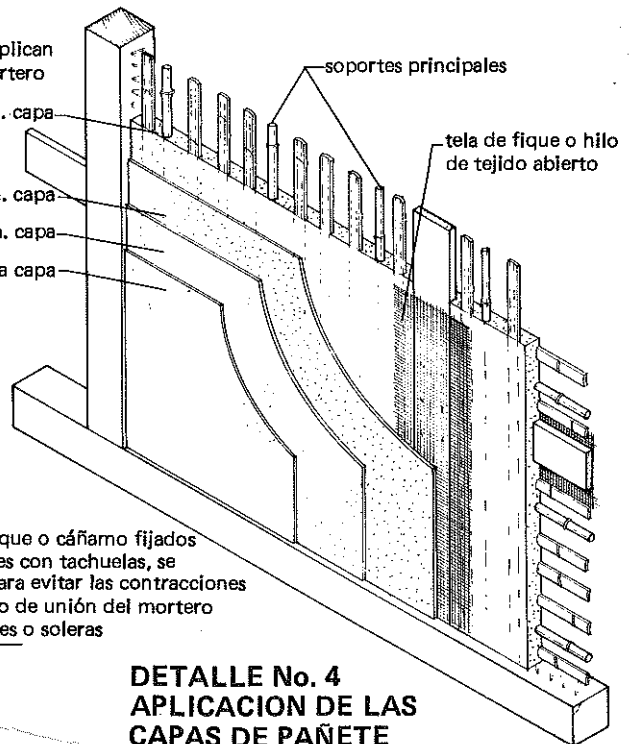


DETALLE No. 2 CONSTRUCCION DEL ENTRAMADO

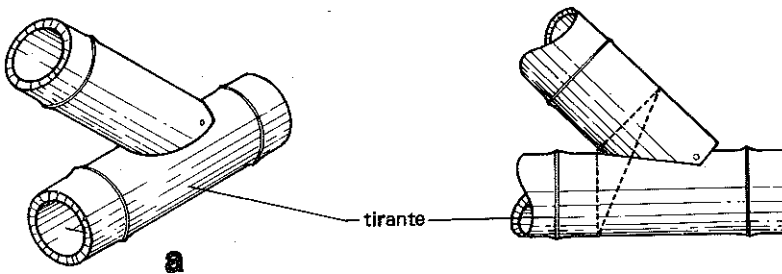
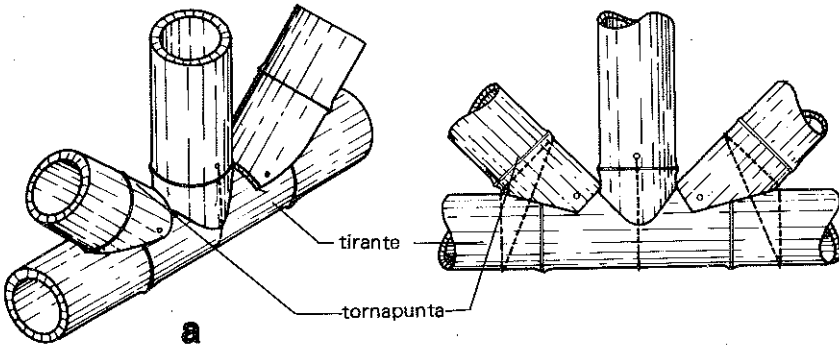
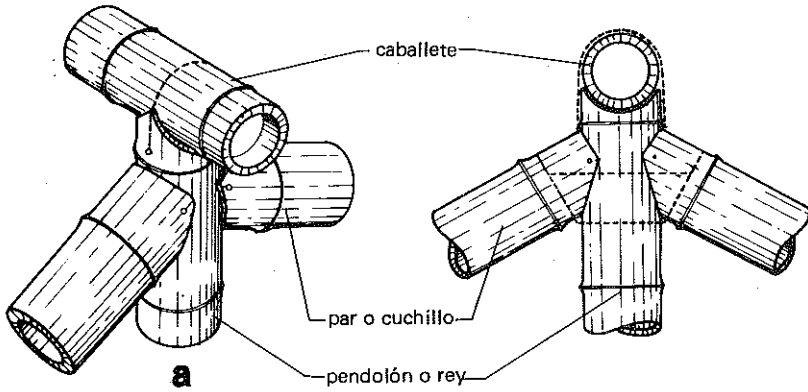
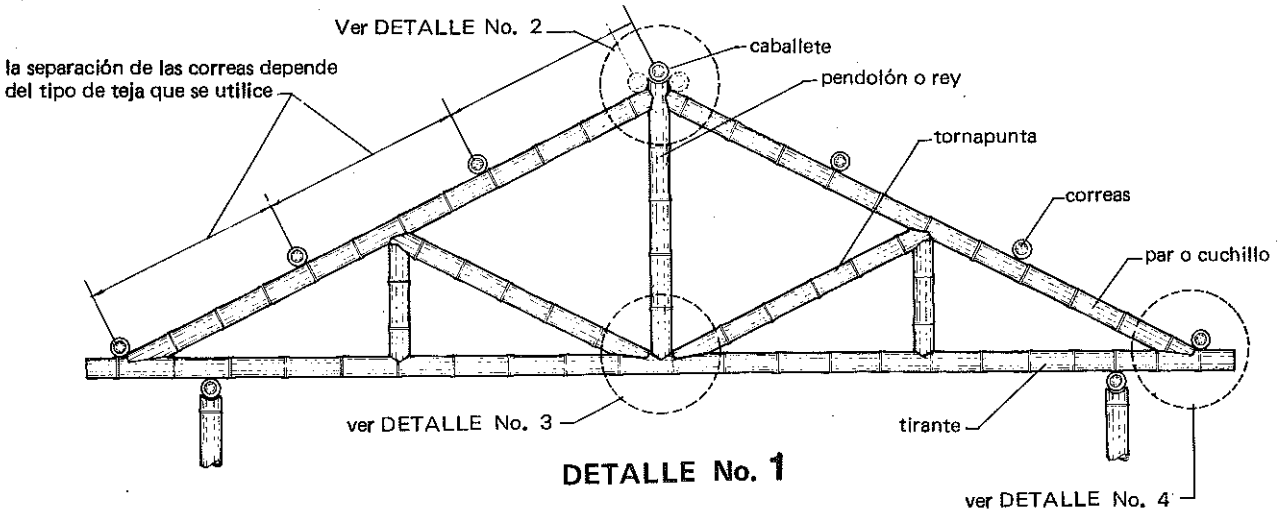


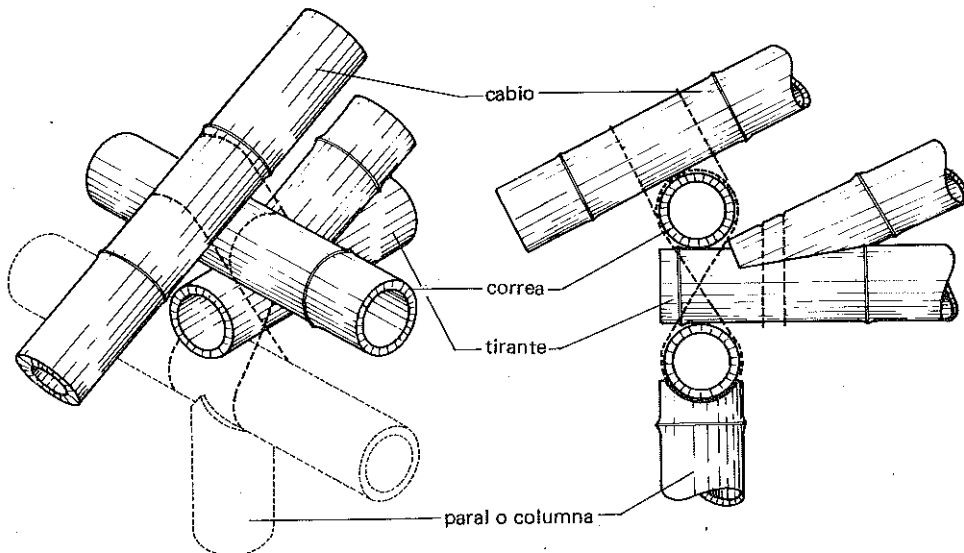
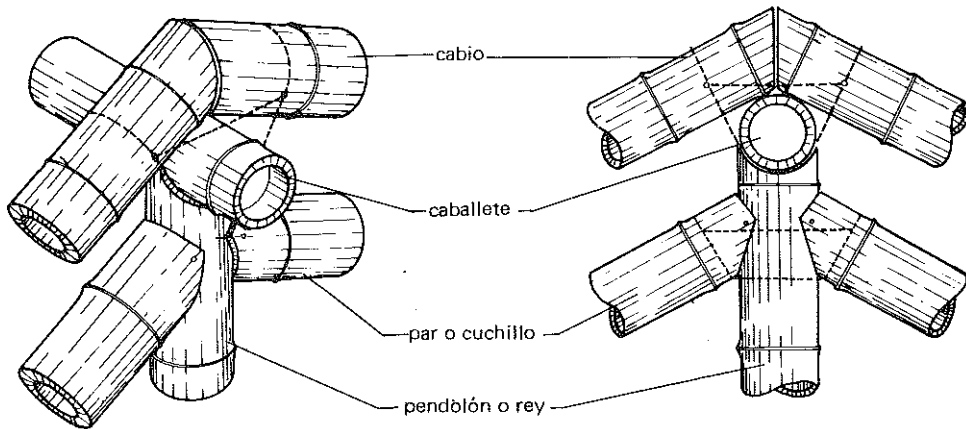
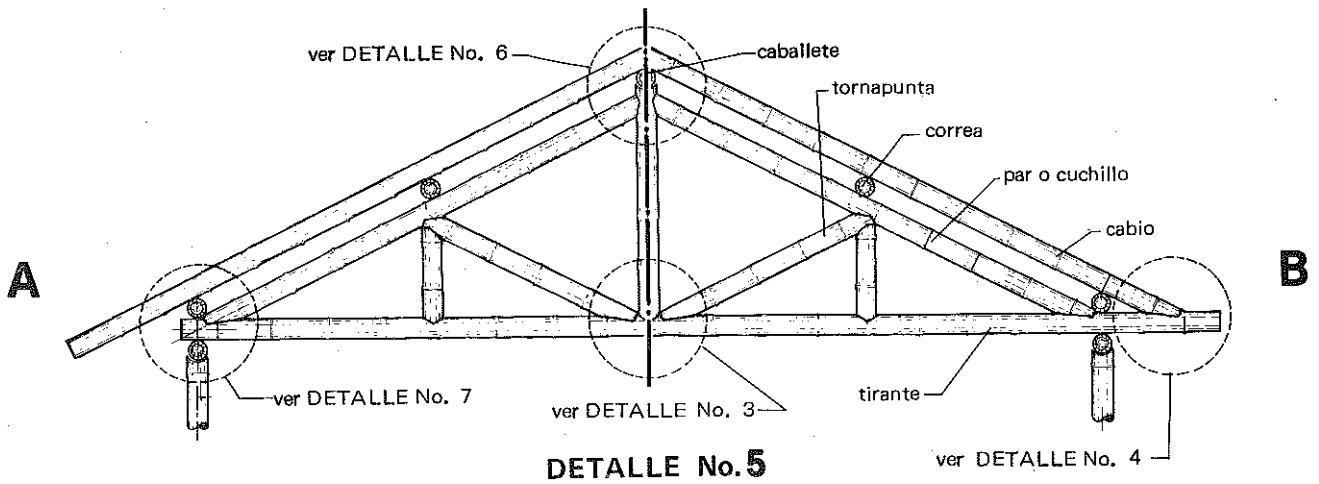
DETALLE No. 3 COLOCACION DEL MORTERO (primera capa)

por lo general se aplican 3 o 4 capas de mortero

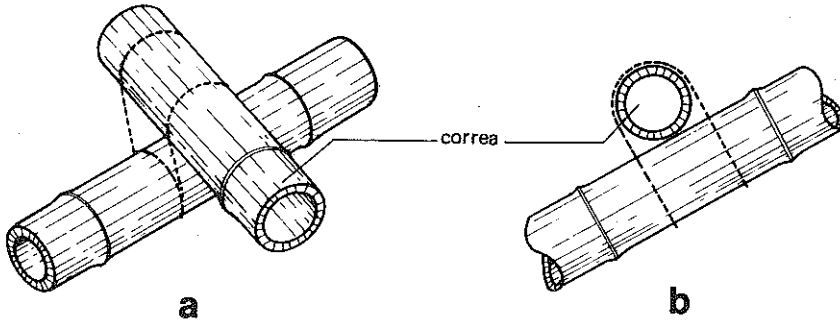


DETALLE No. 4 APLICACION DE LAS CAPAS DE PAÑETE

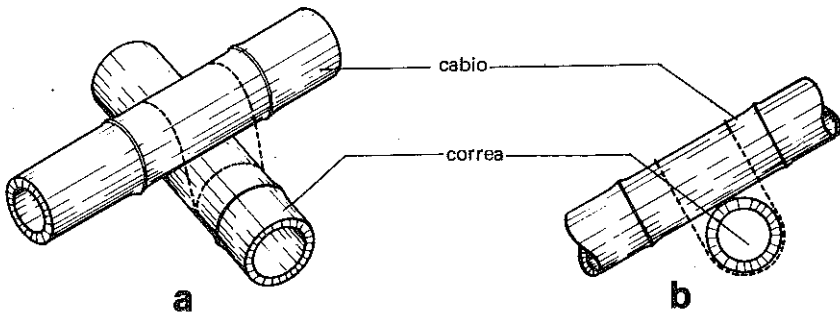




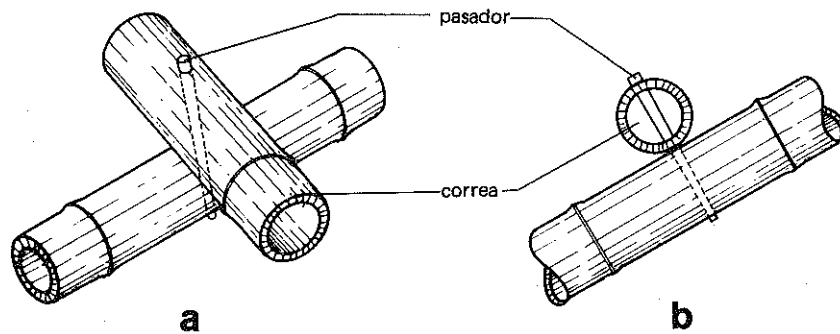
DETALLE No. 1



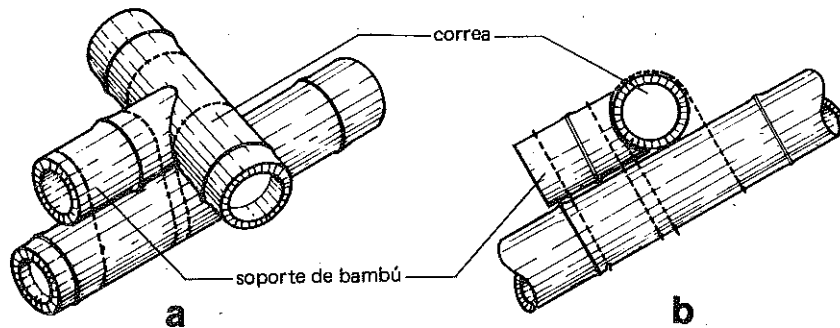
DETALLE No. 2



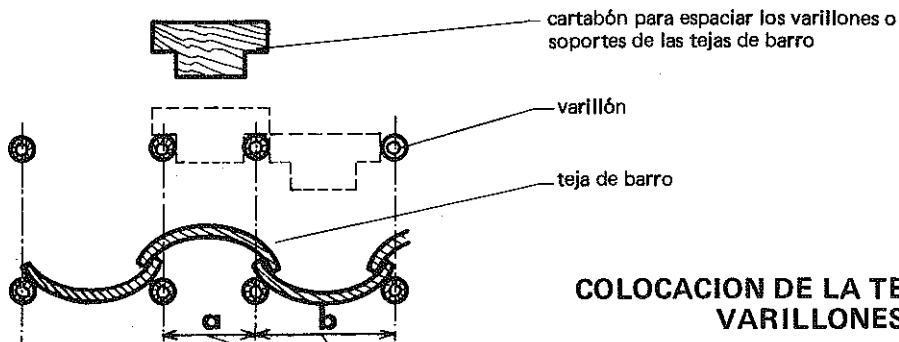
DETALLE No. 3



DETALLE No. 4

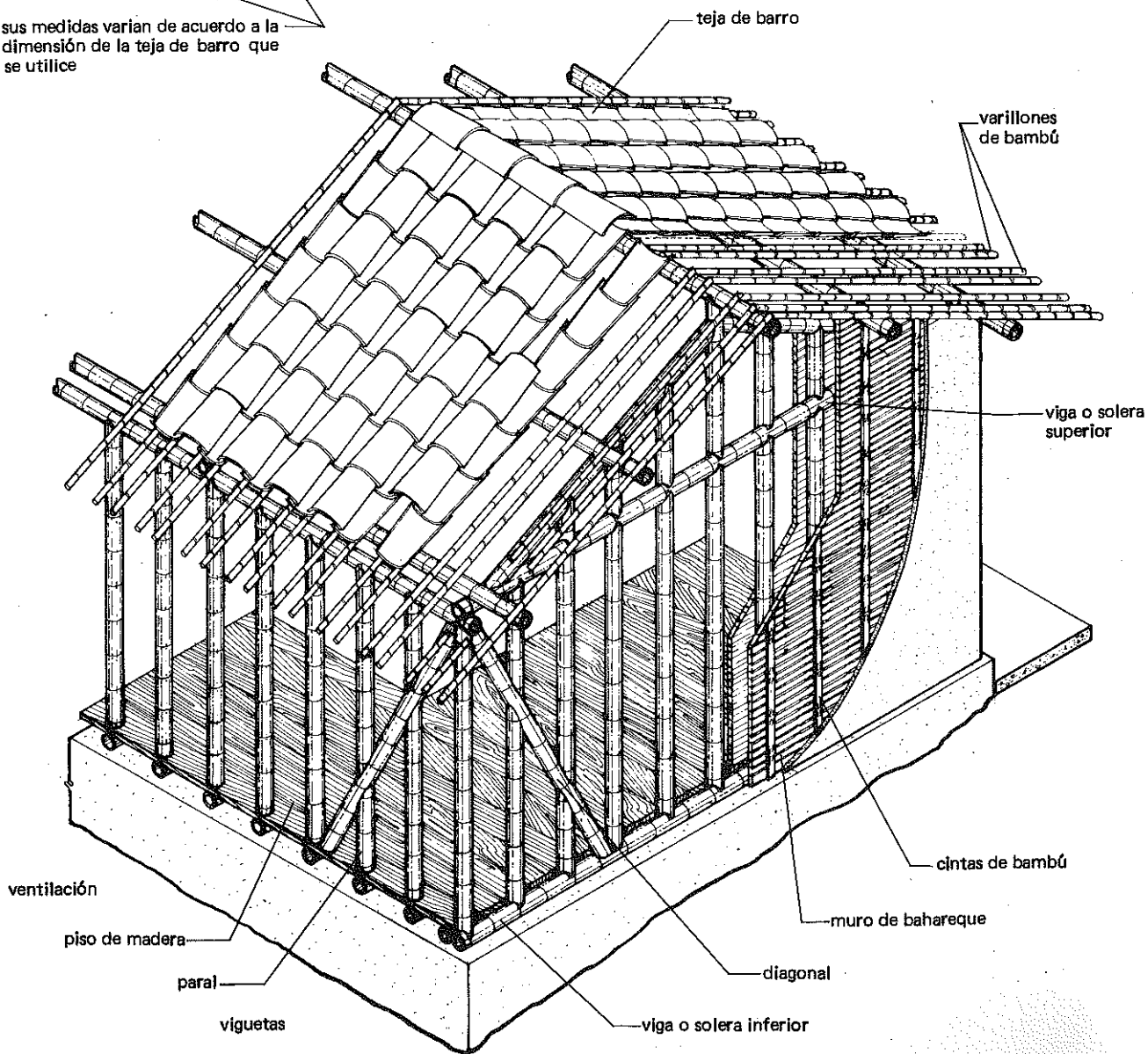


EMPLEO DEL CARTABON

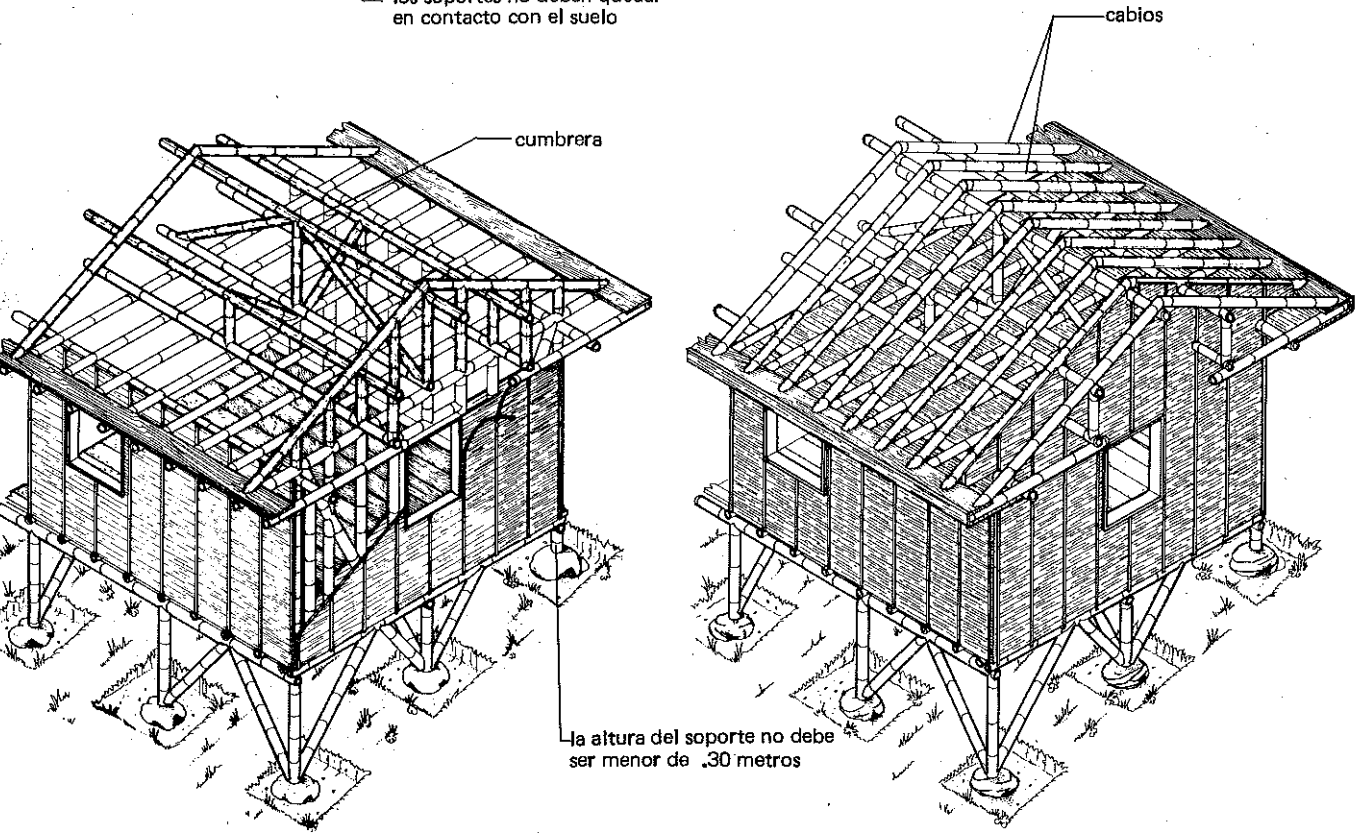
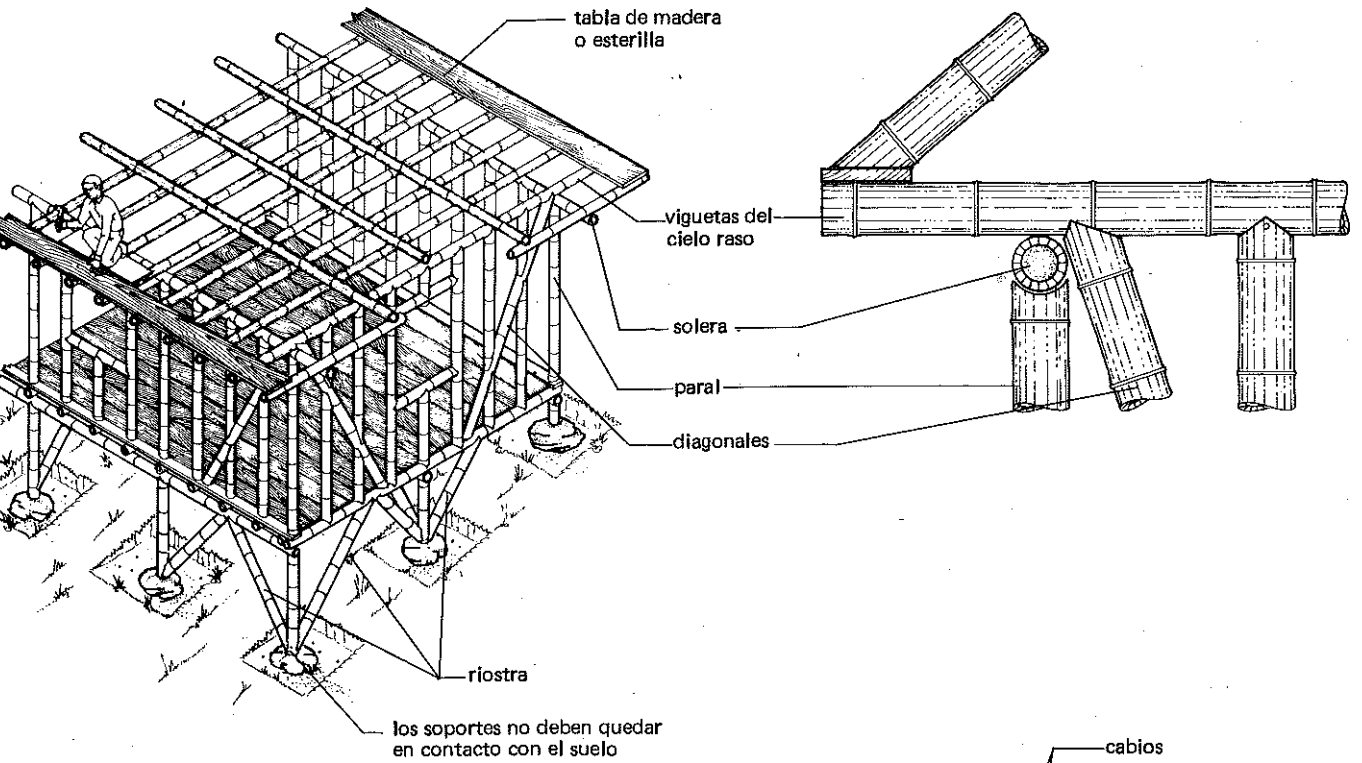


sus medidas varían de acuerdo a la dimensión de la teja de barro que se utilice

COLOCACION DE LA TEJA DE BARRO SOBRE VARILLONES DE BAMBÚ

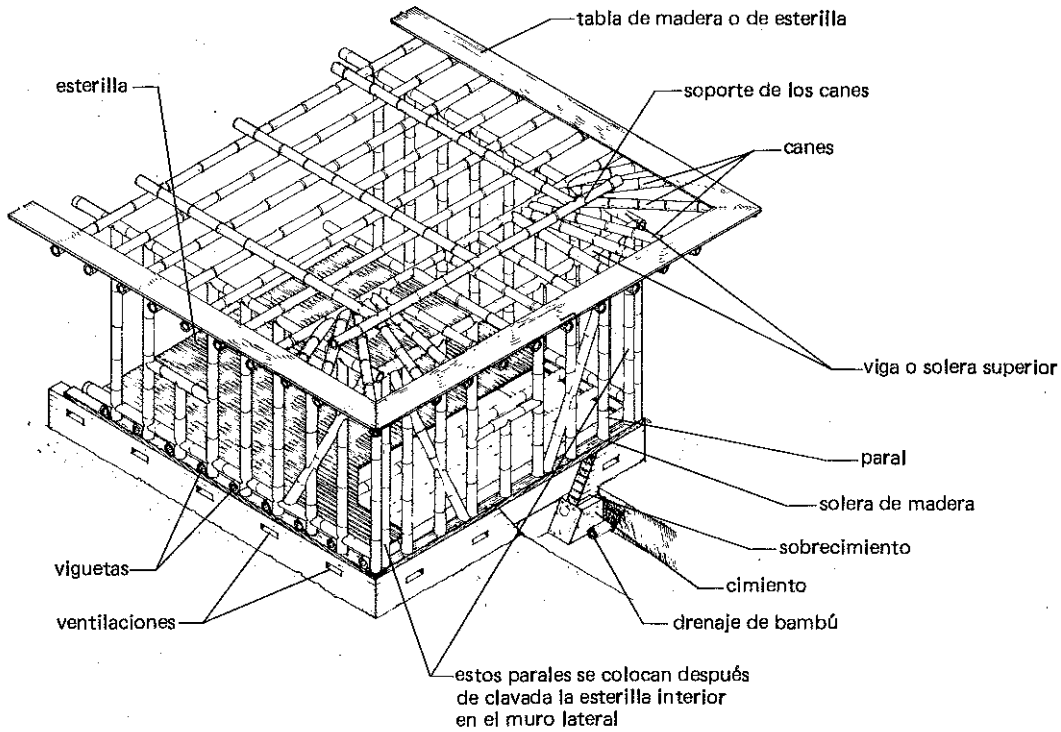


Construcción de techos de 2 aguas - 2 Con soporte de balanza



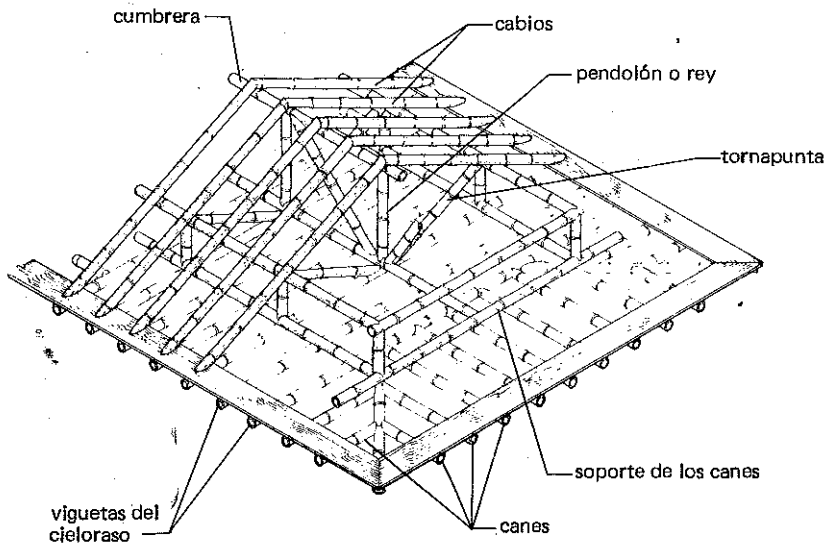
COLOCACION DE LOS CANES DIAGONALES

DETALLE No. 1

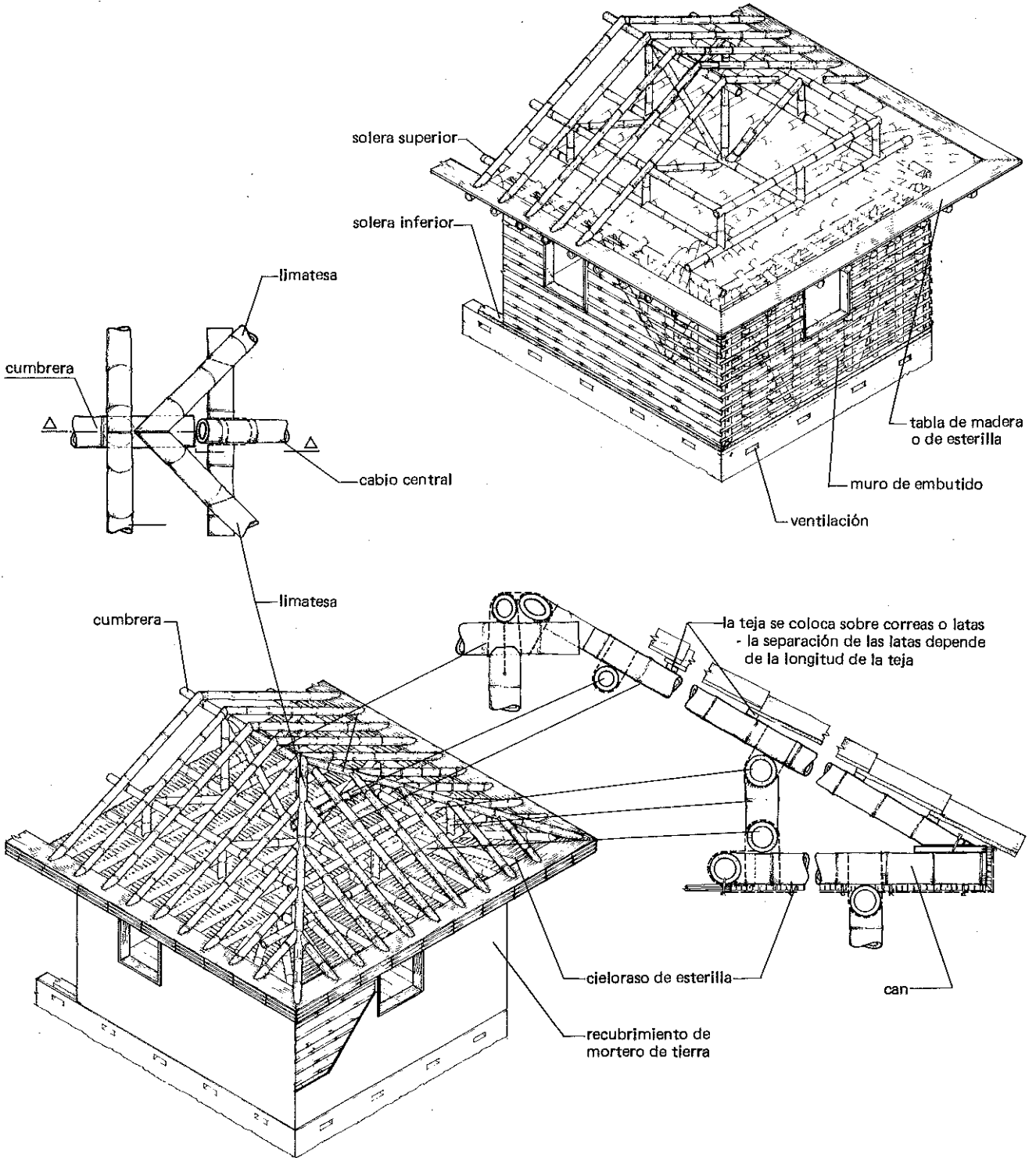


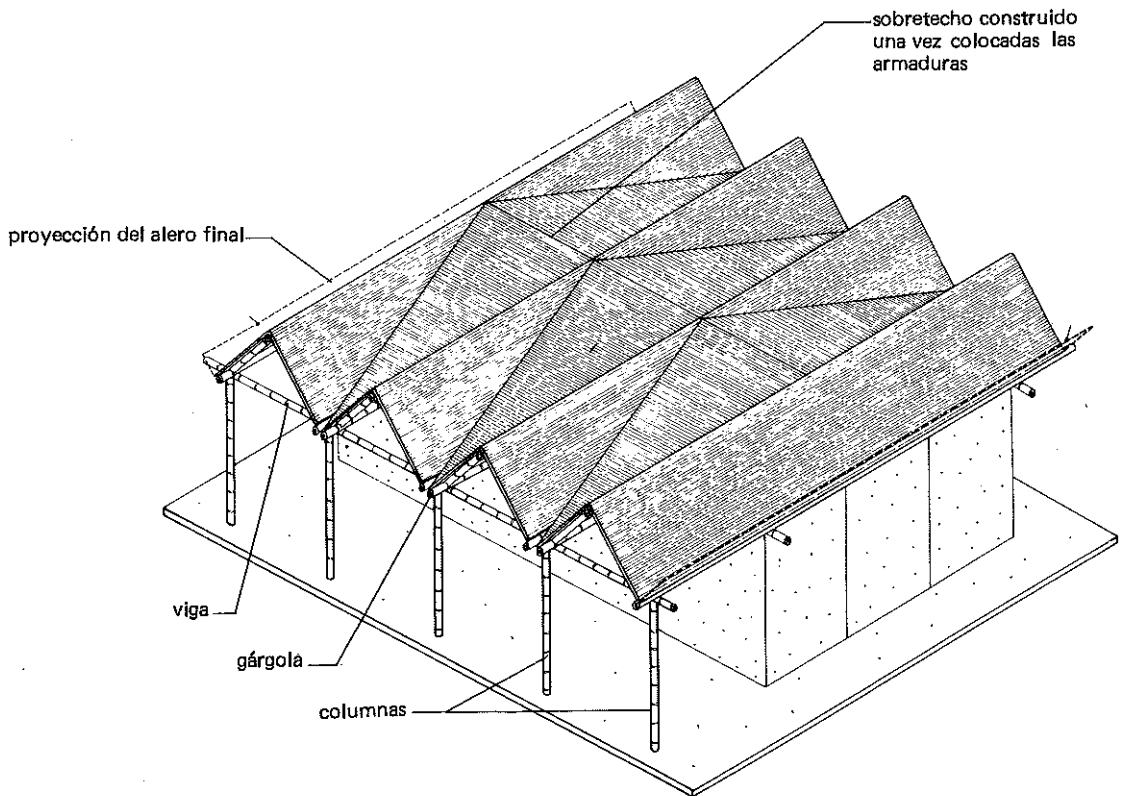
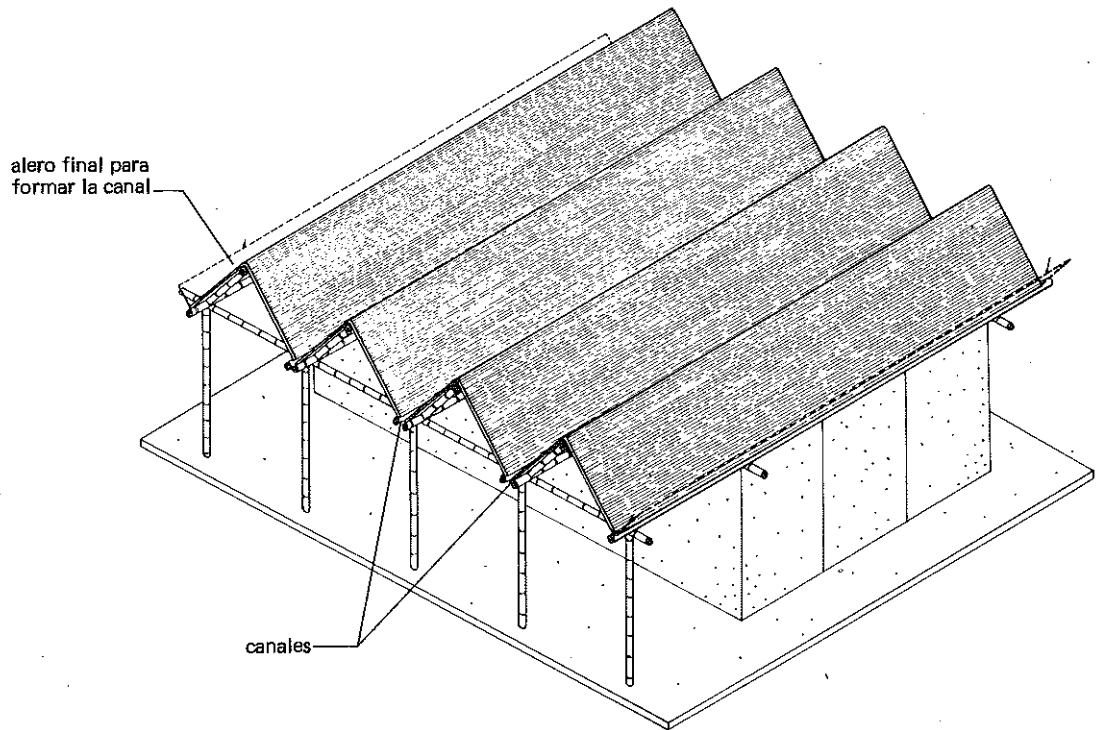
COLOCACION DE LOS CANES PERPENDICULARES

DETALLE No. 2

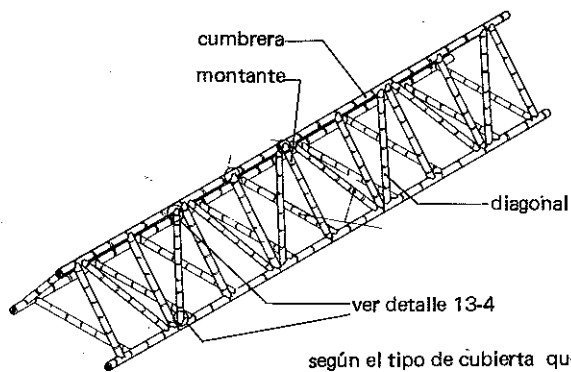
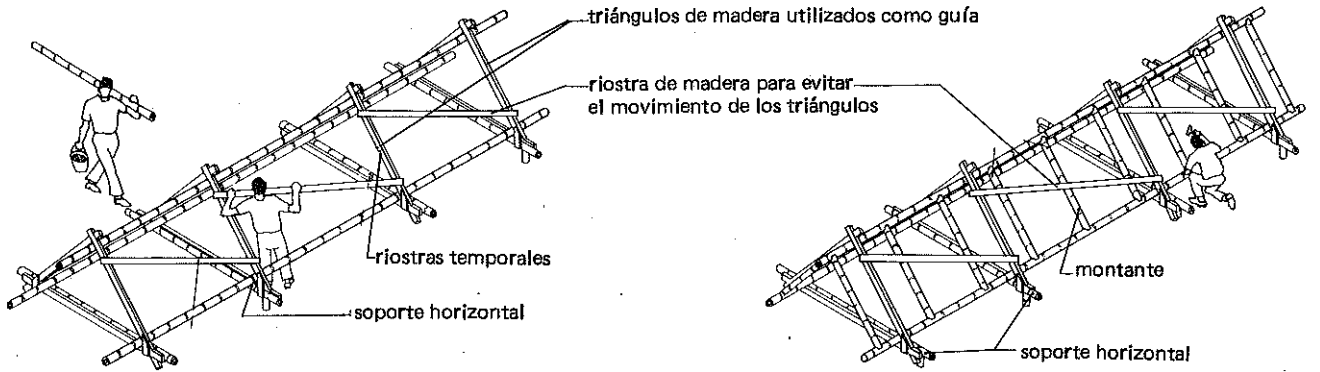


Construcción de techos de 4 aguas - 2
Colocación de los cabios

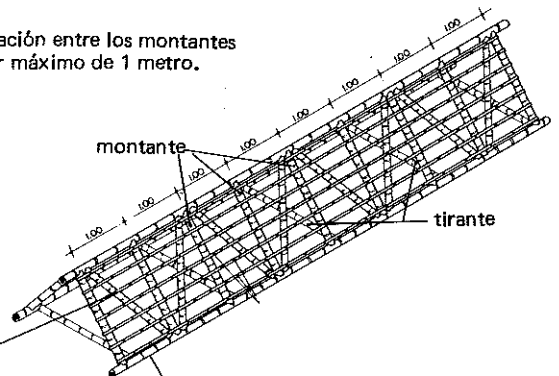




Techos con armadura tridimensional Construcción y colocación

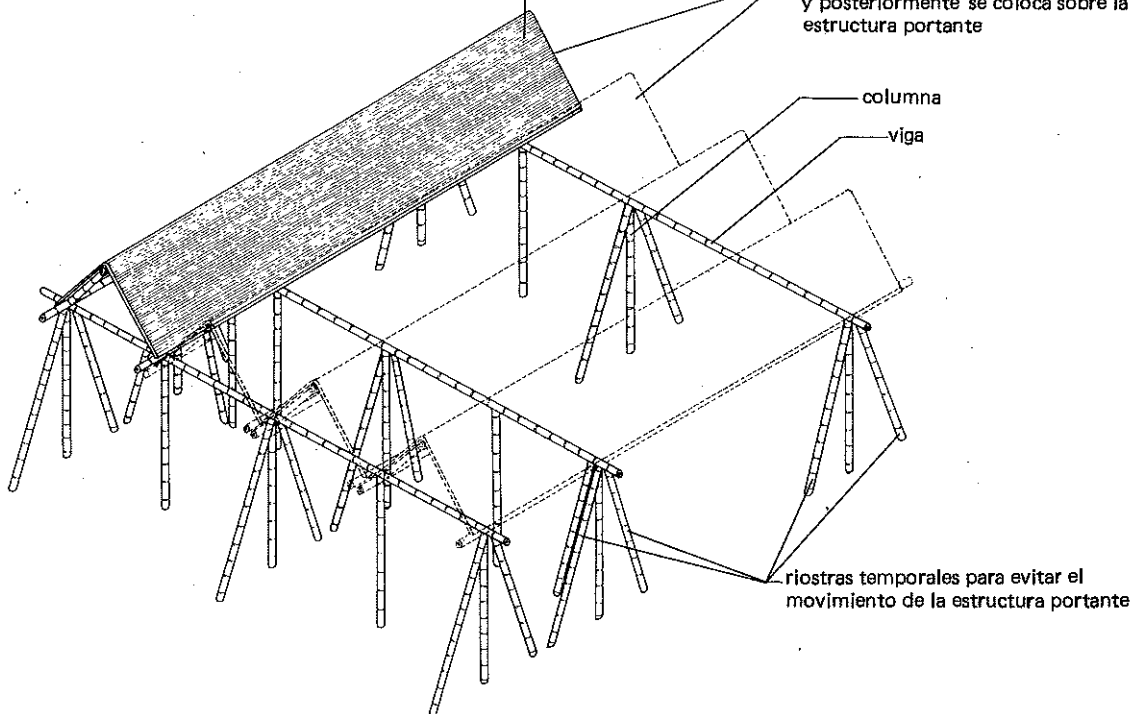


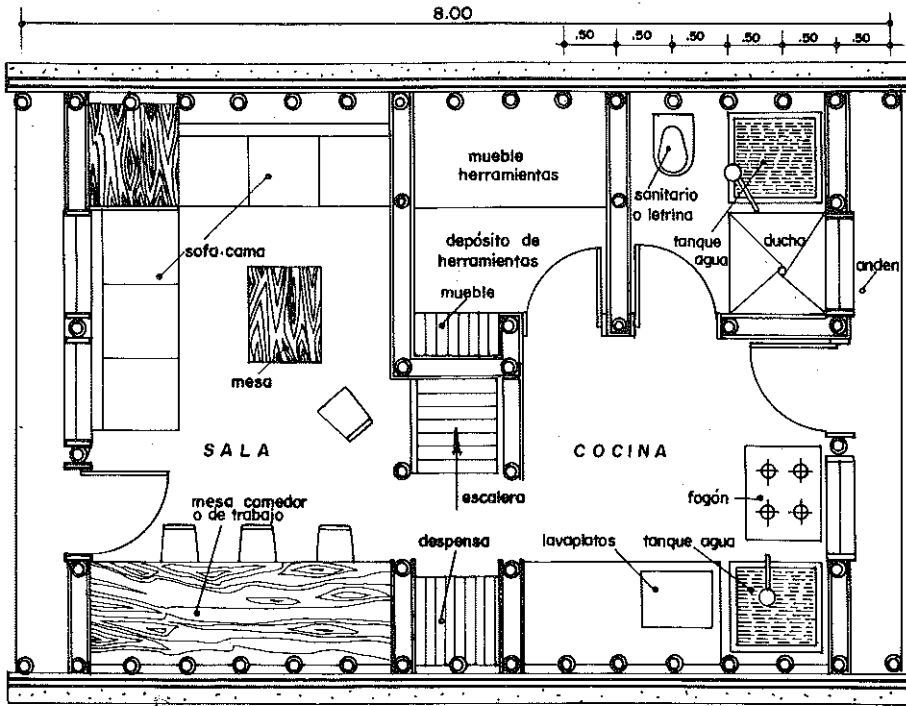
la separación entre los montantes debe ser máximo de 1 metro.



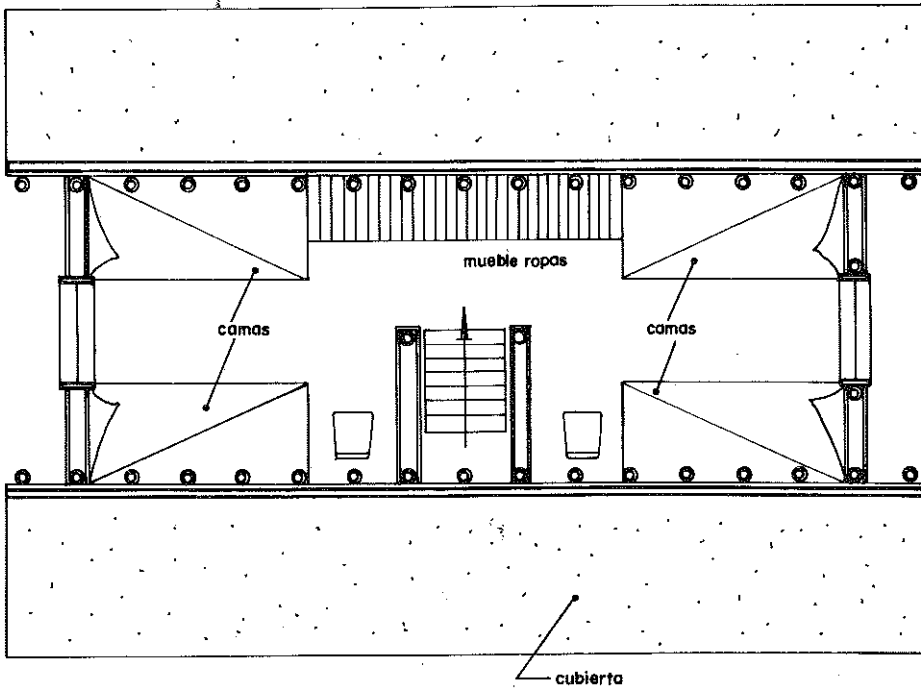
según el tipo de cubierta que se vaya a utilizar se emplean latas o esterilla

la armadura se prefabrica en el suelo y posteriormente se coloca sobre la estructura portante



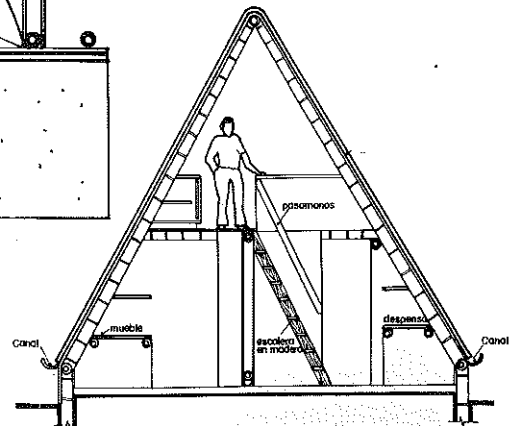


1ª PLANTA

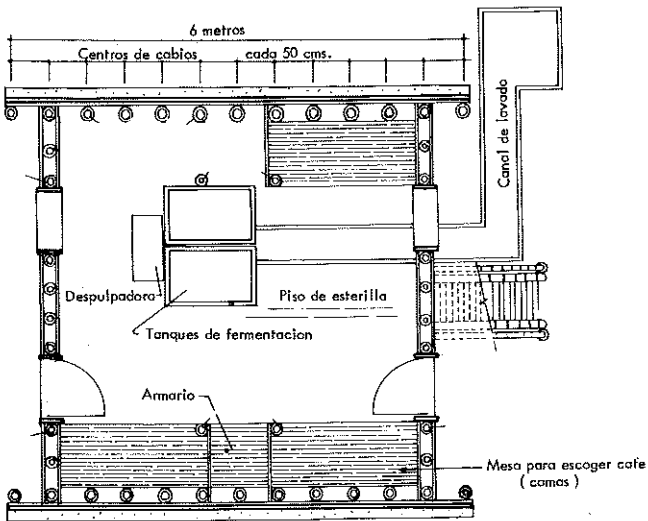


2ª PLANTA

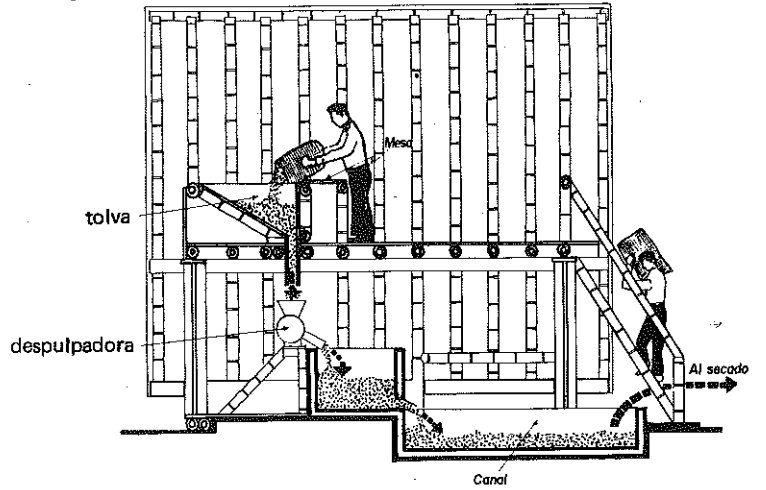
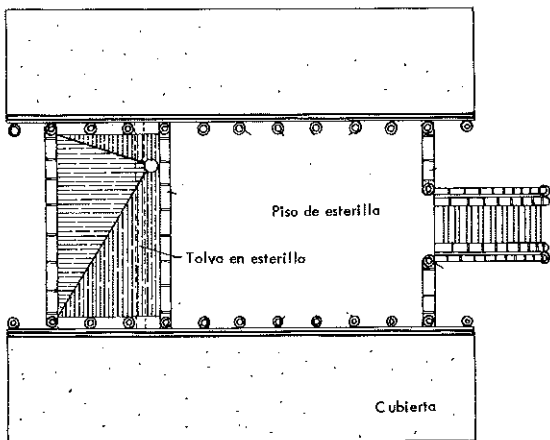
SECCION TRANSVERSAL



1ª PLANTA

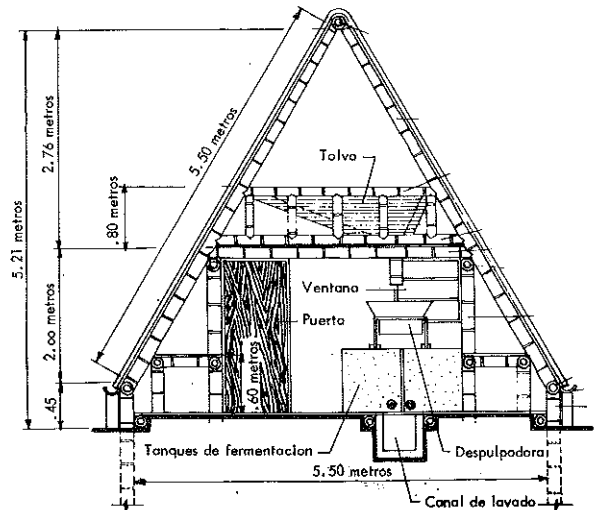


2ª PLANTA

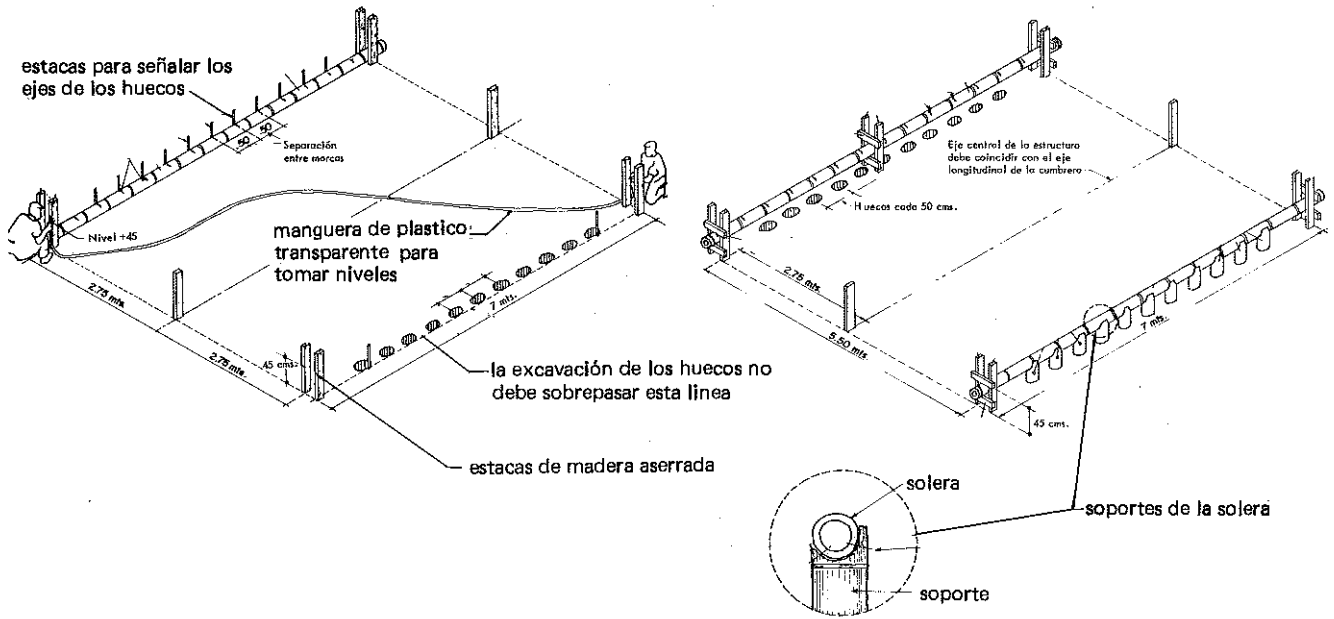


SECCION LONGITUDINAL

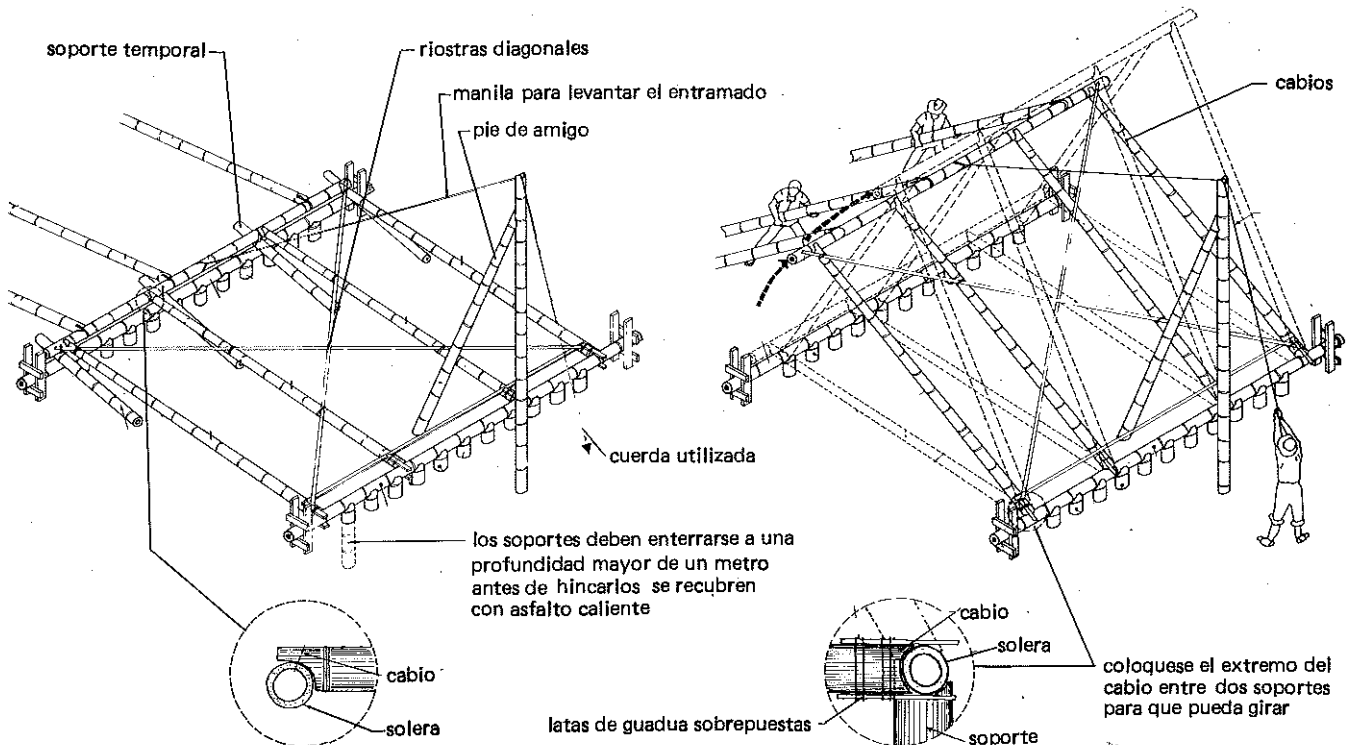
SECCION TRANSVERSAL



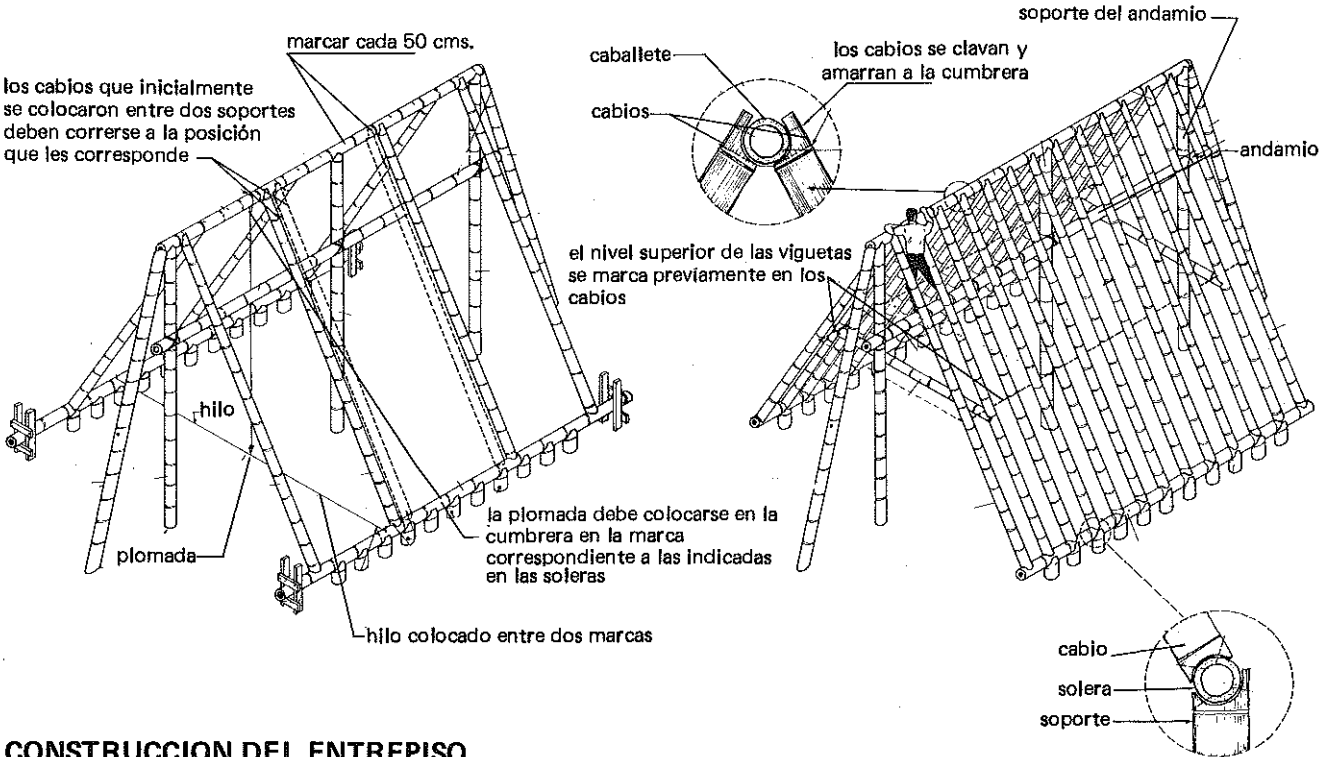
LOCALIZACION DE LOS SOPORTES - TRAZADO



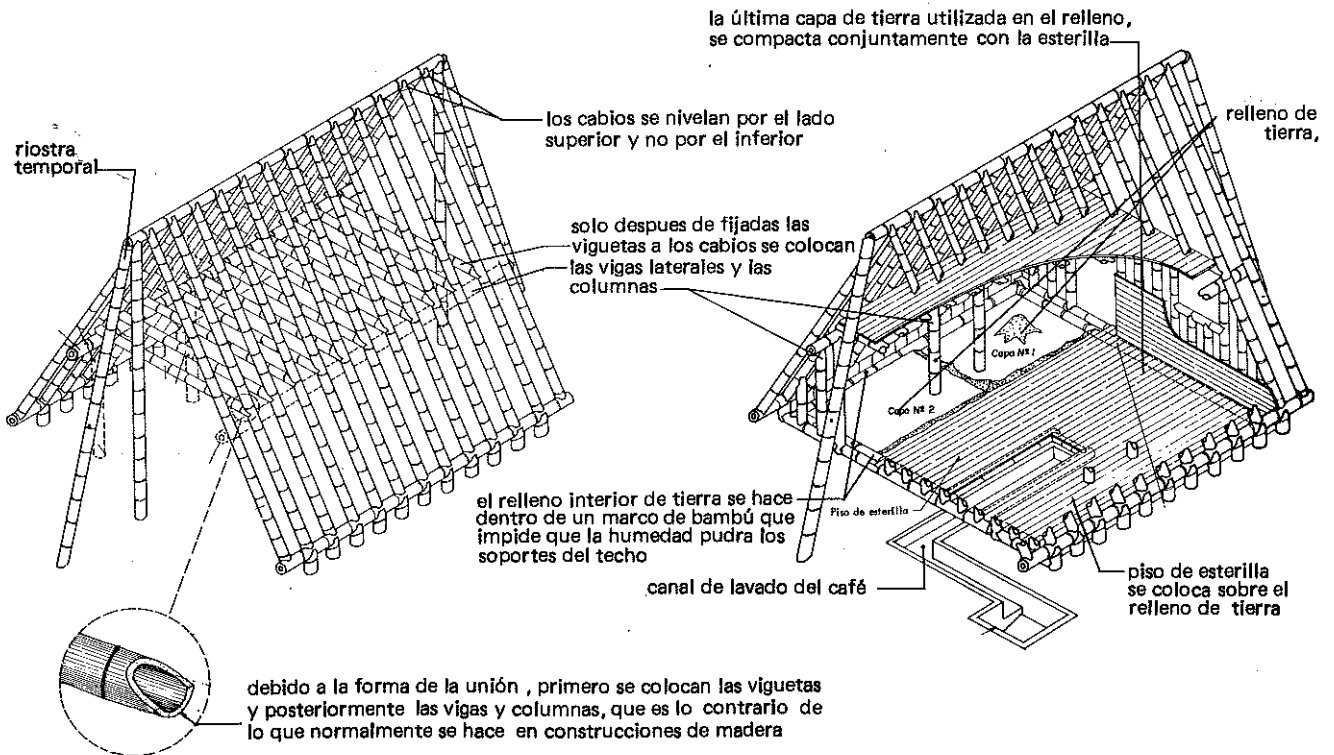
ERECCION DE LA ESTRUCTURA



COLOCACION DE LOS CABIOS

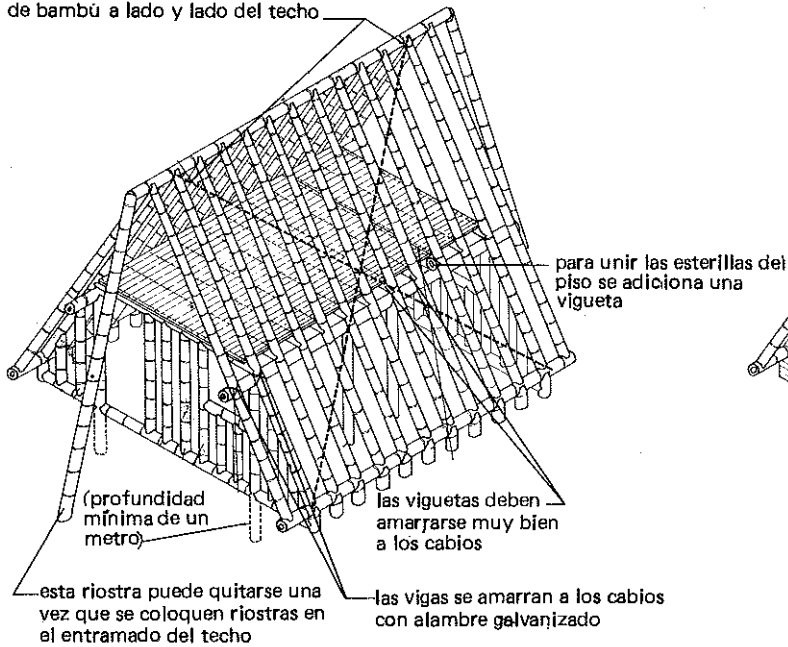


CONSTRUCCION DEL ENTREPISO

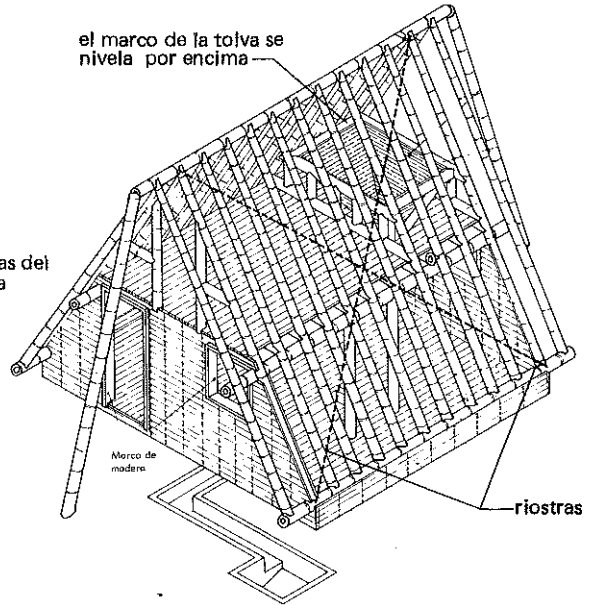


ARRIOSTRAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

riostros diagonales de alambre o latas de bambú a lado y lado del techo

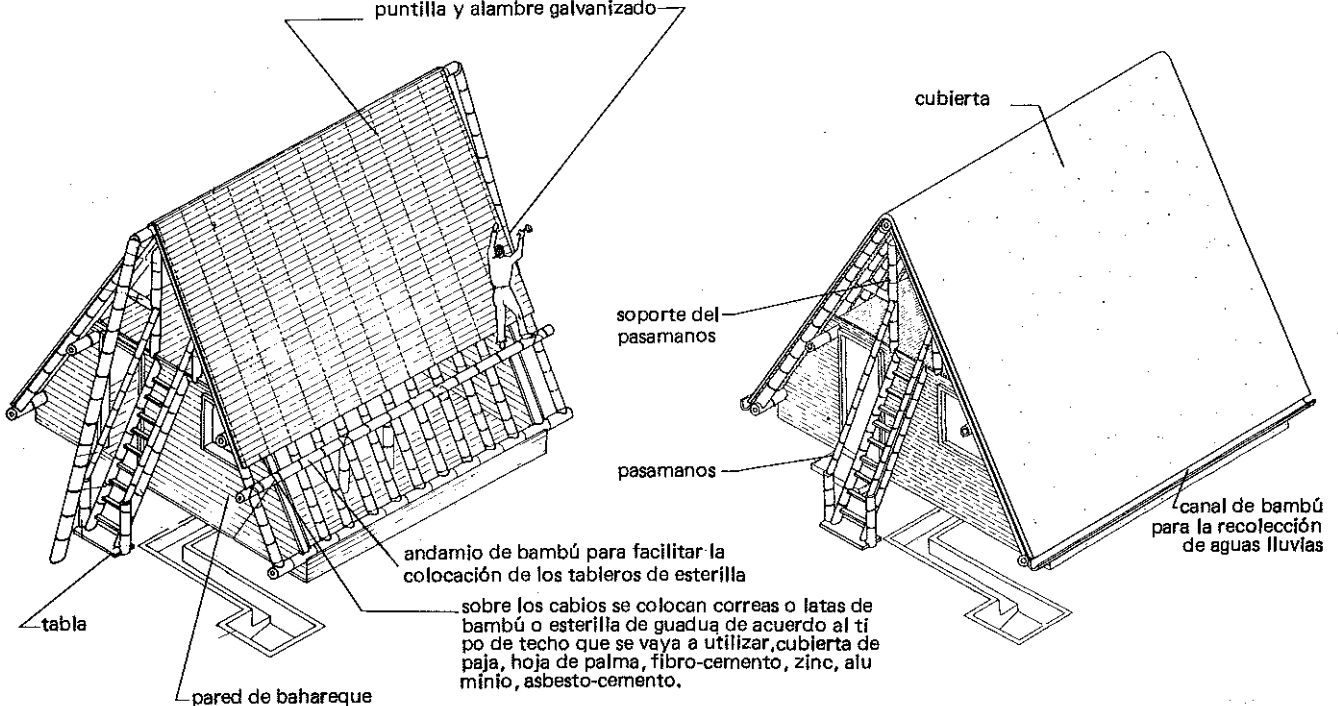


el marco de la tolva se nivela por encima

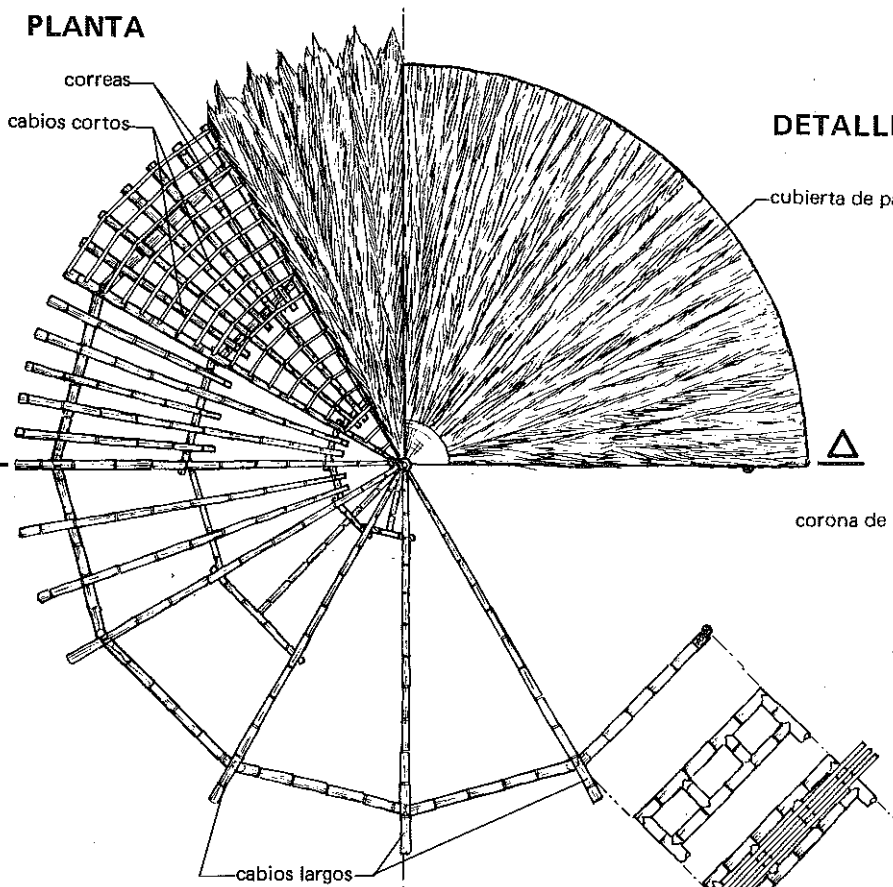


CONSTRUCCION DE LA CUBIERTA

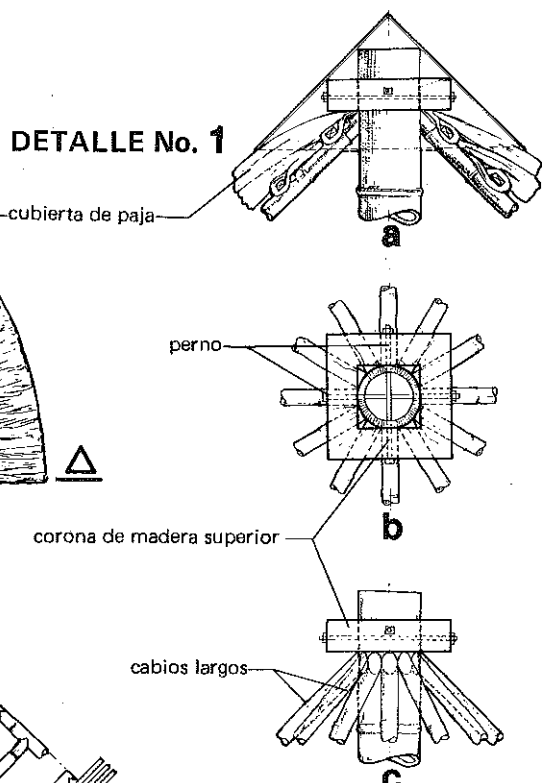
la esterilla se fija a los cabios con puntilla y alambre galvanizado



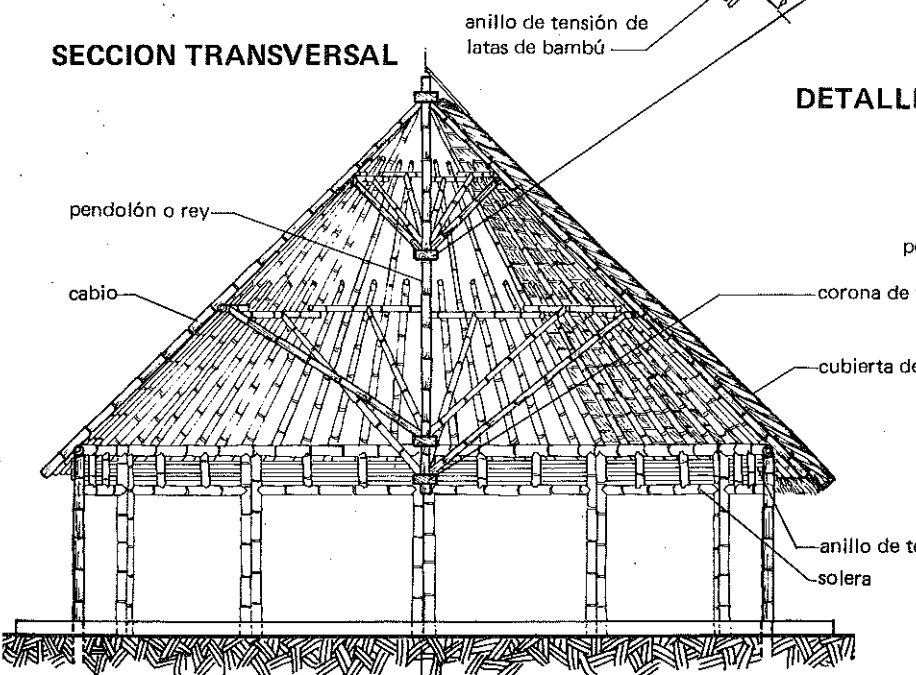
PLANTA



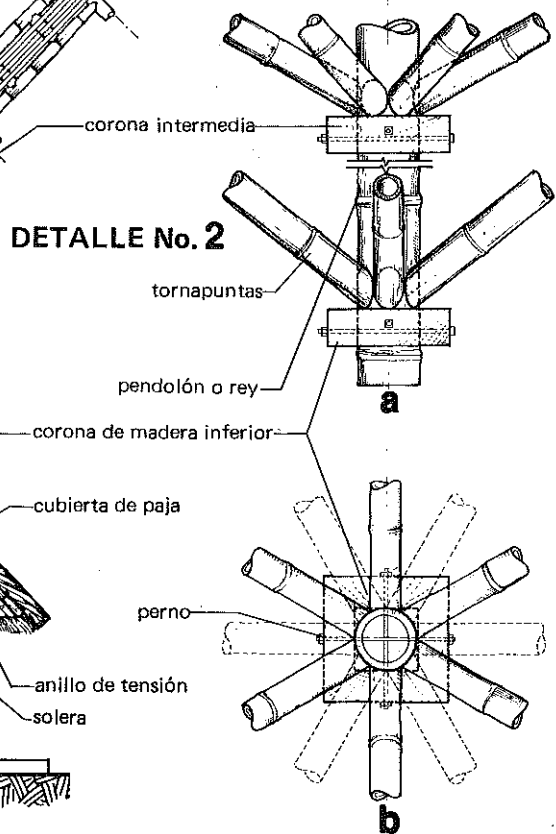
DETALLE No. 1

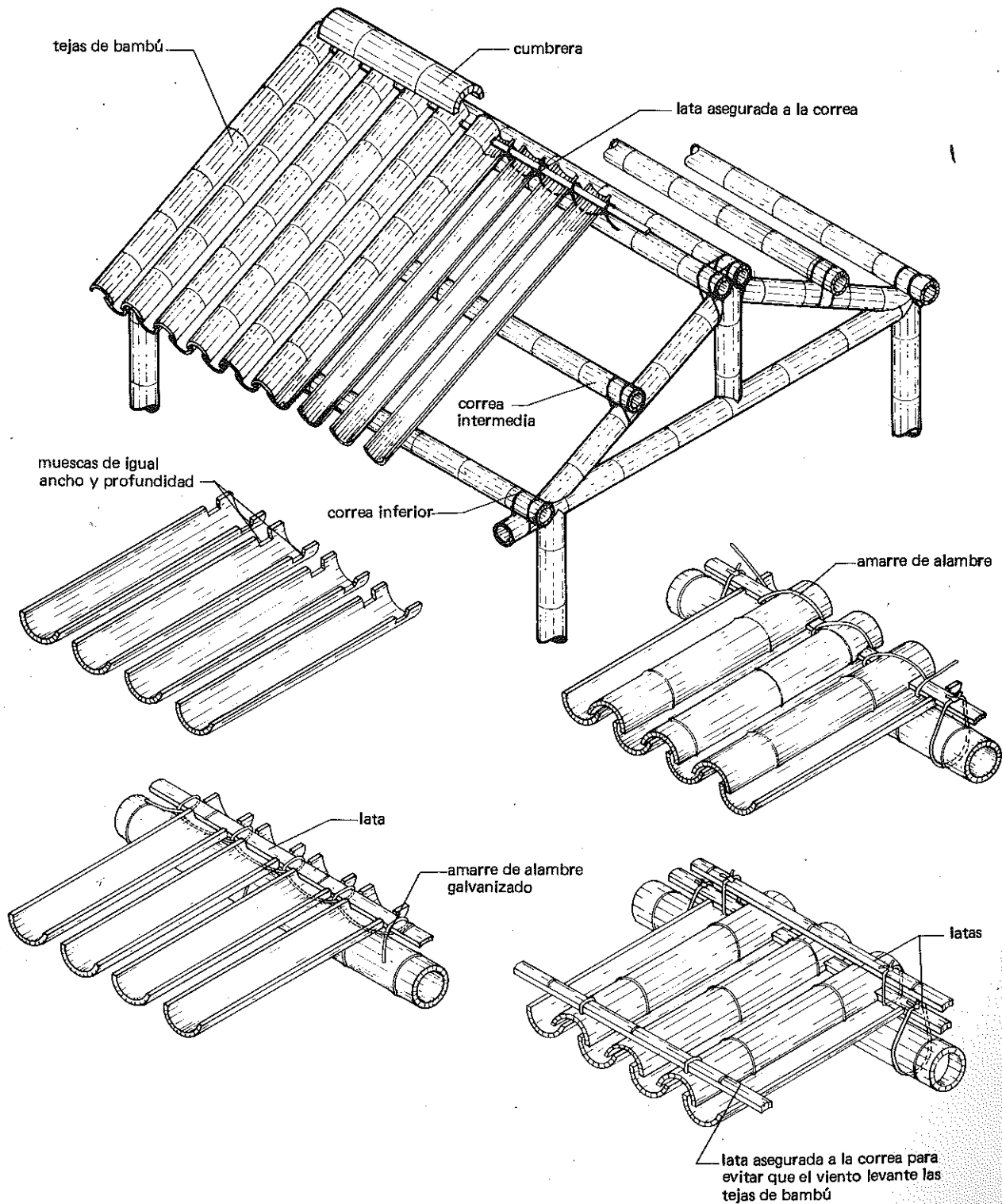


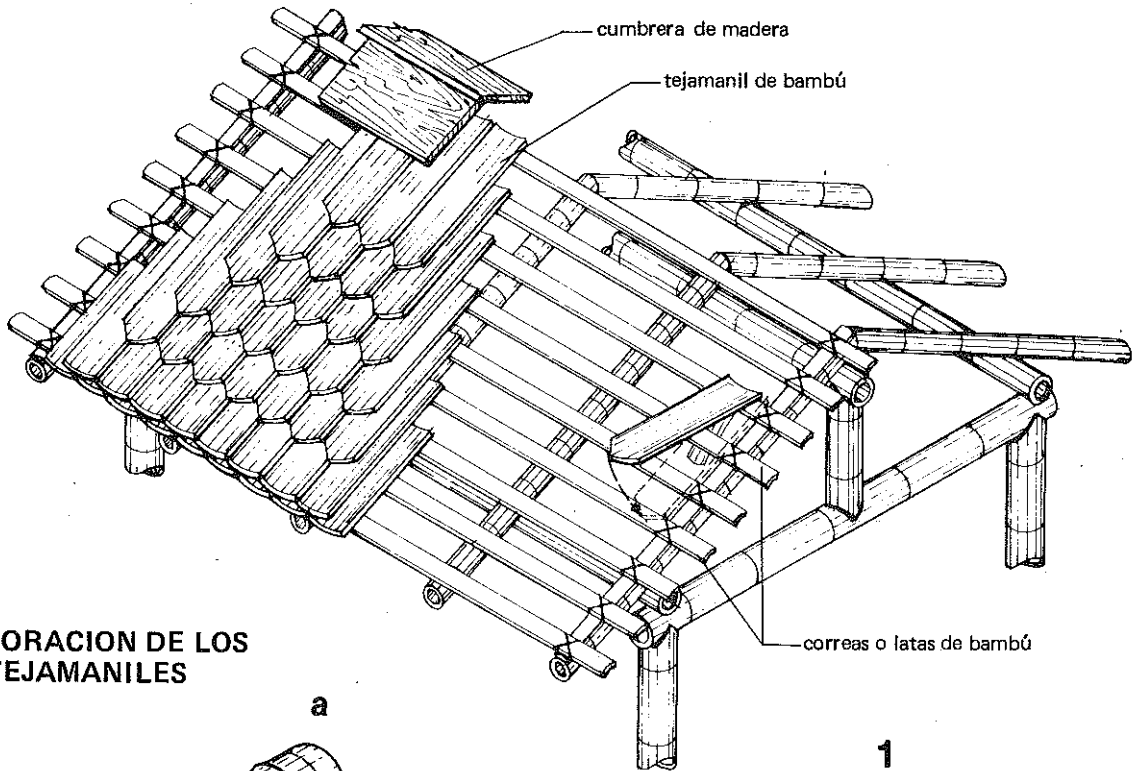
SECCION TRANSVERSAL



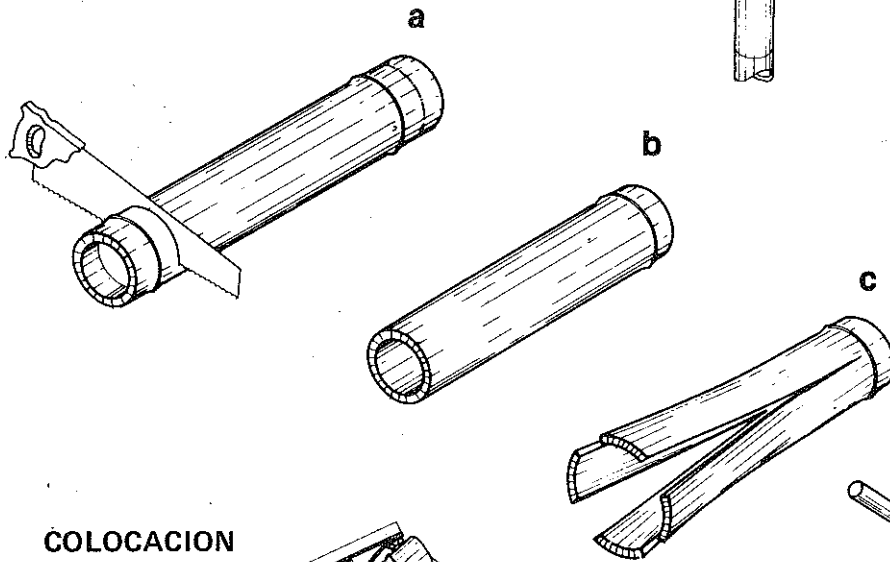
DETALLE No. 2



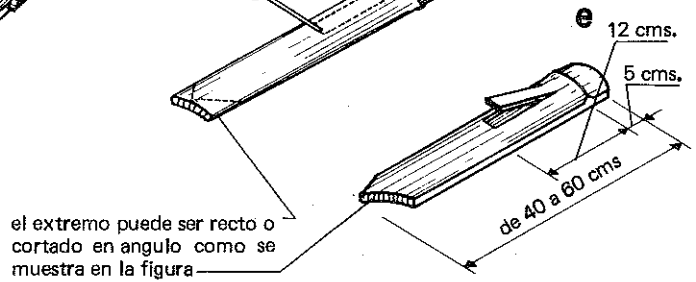
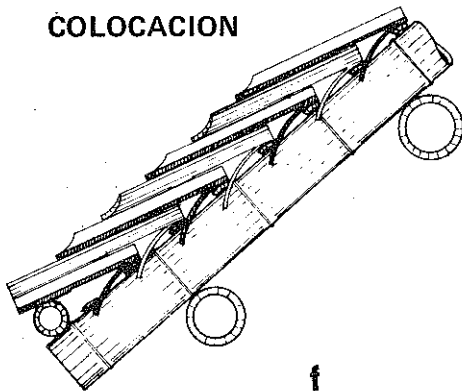




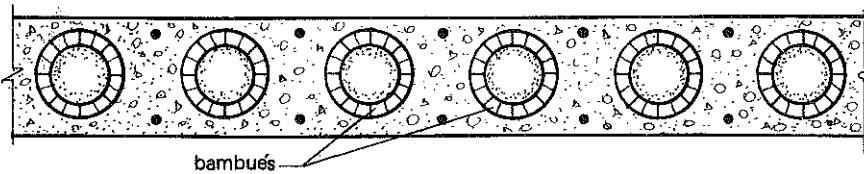
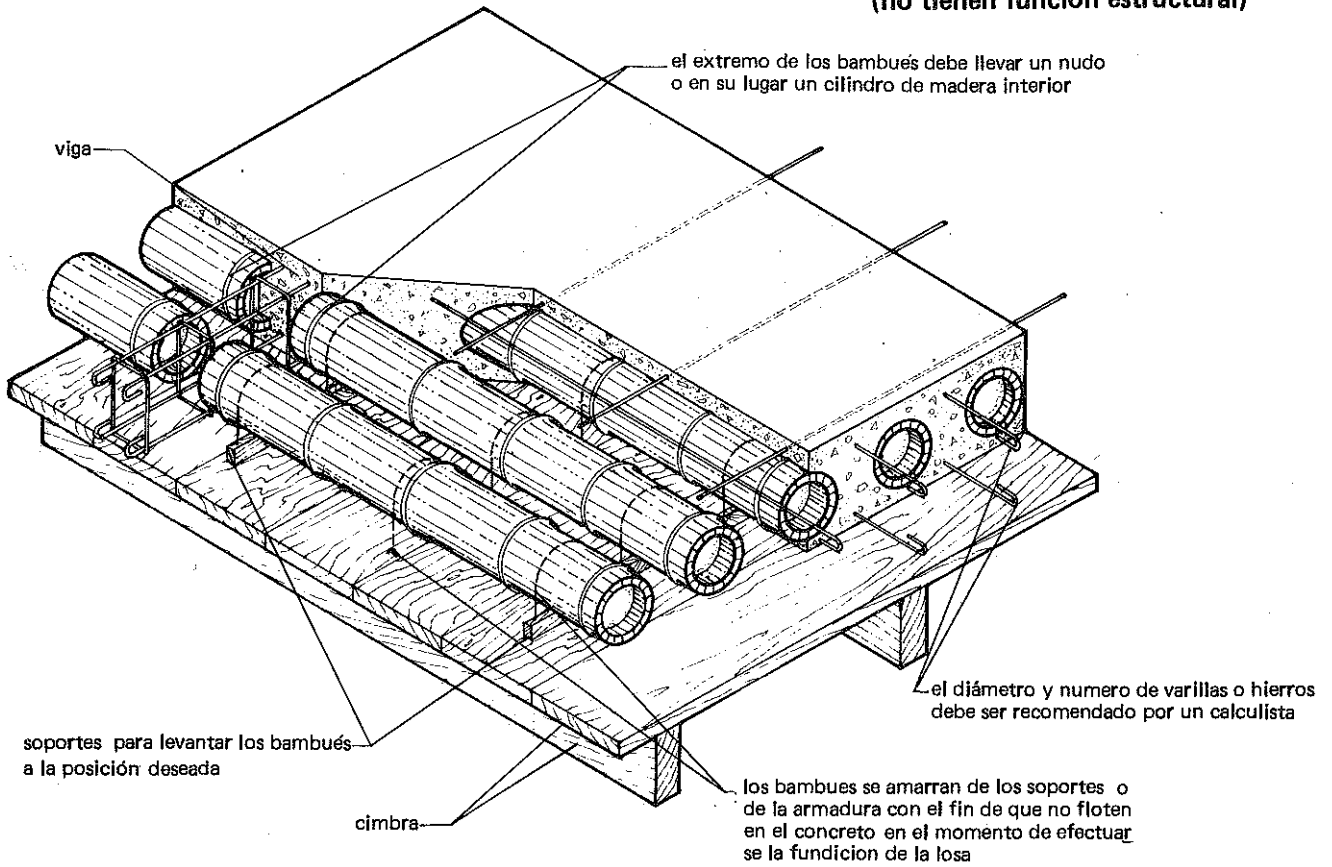
ELABORACION DE LOS TEJAMANILES



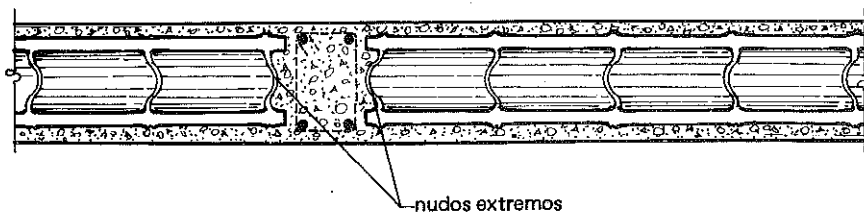
COLOCACION



DETALLE DE LA COLOCACION DE LOS BAMBUES COMO ALIGERAMIENTO DE LOSAS (no tienen función estructural)



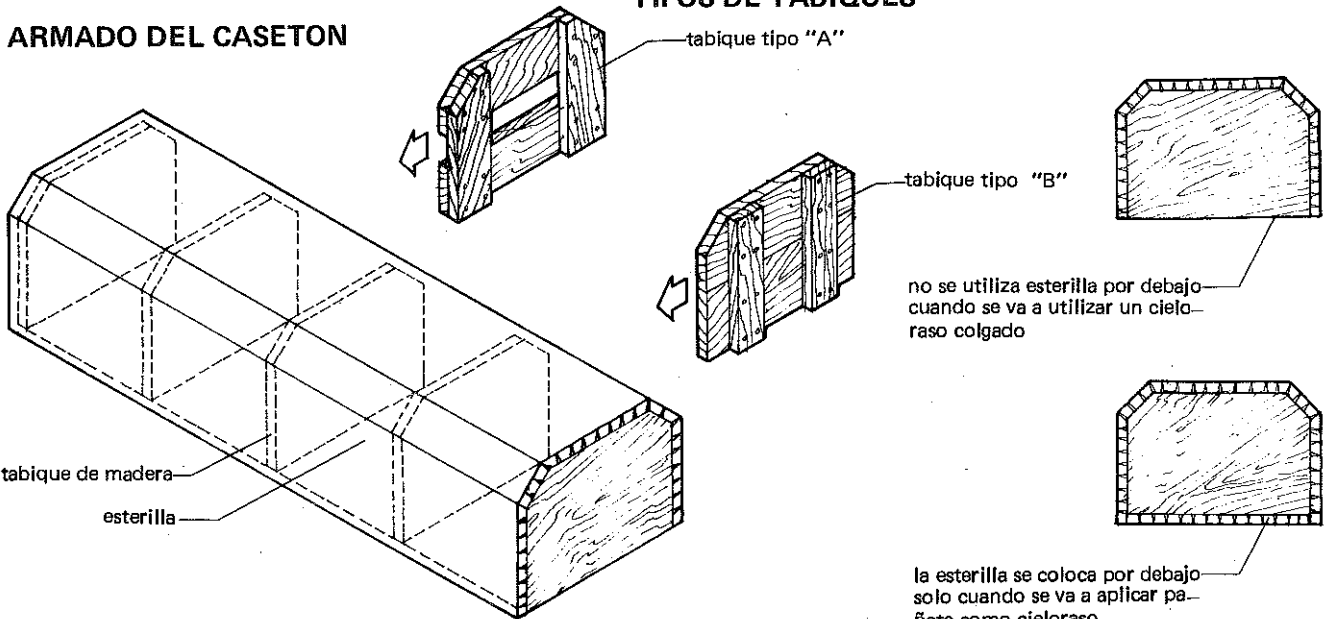
SECCION TRANSVERSAL DE LA LOSA DE CONCRETO



SECCION LONGITUDINAL DE LA LOSA

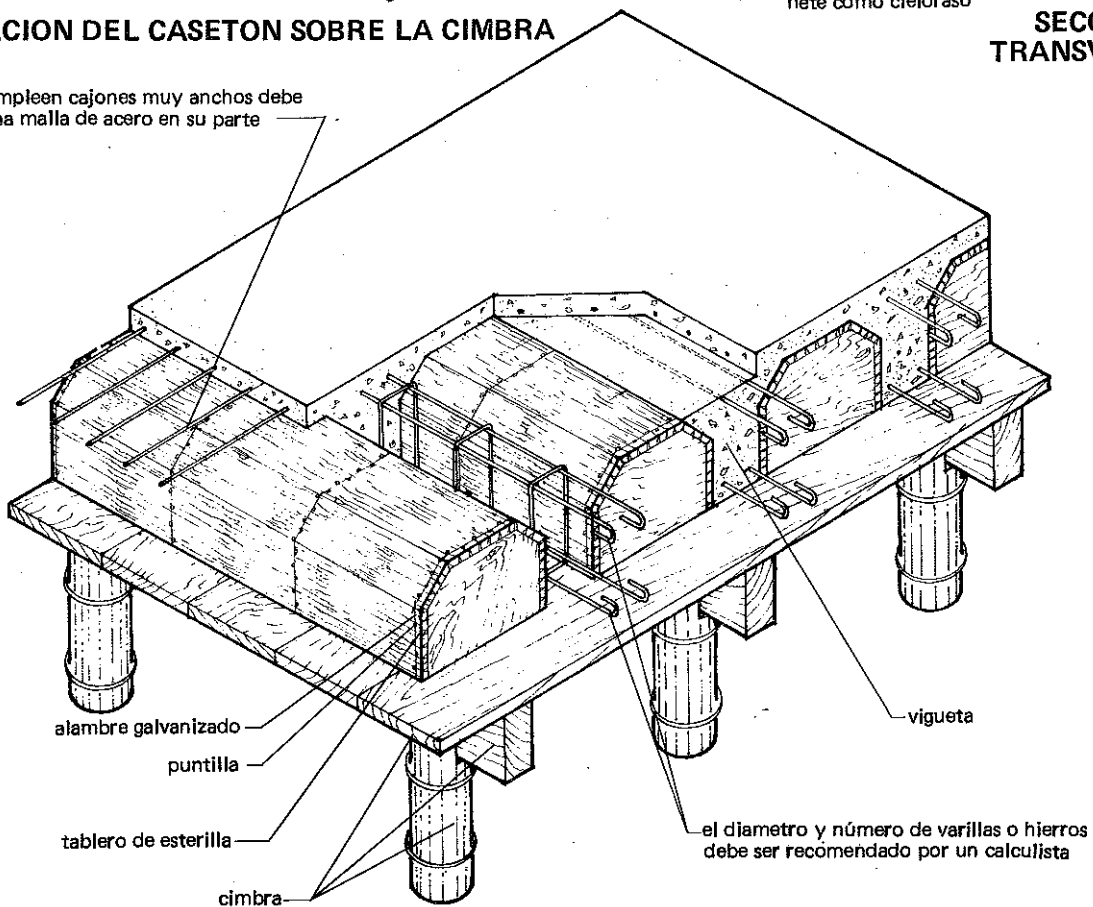
TIPOS DE TABIQUES

ARMADO DEL CASETON

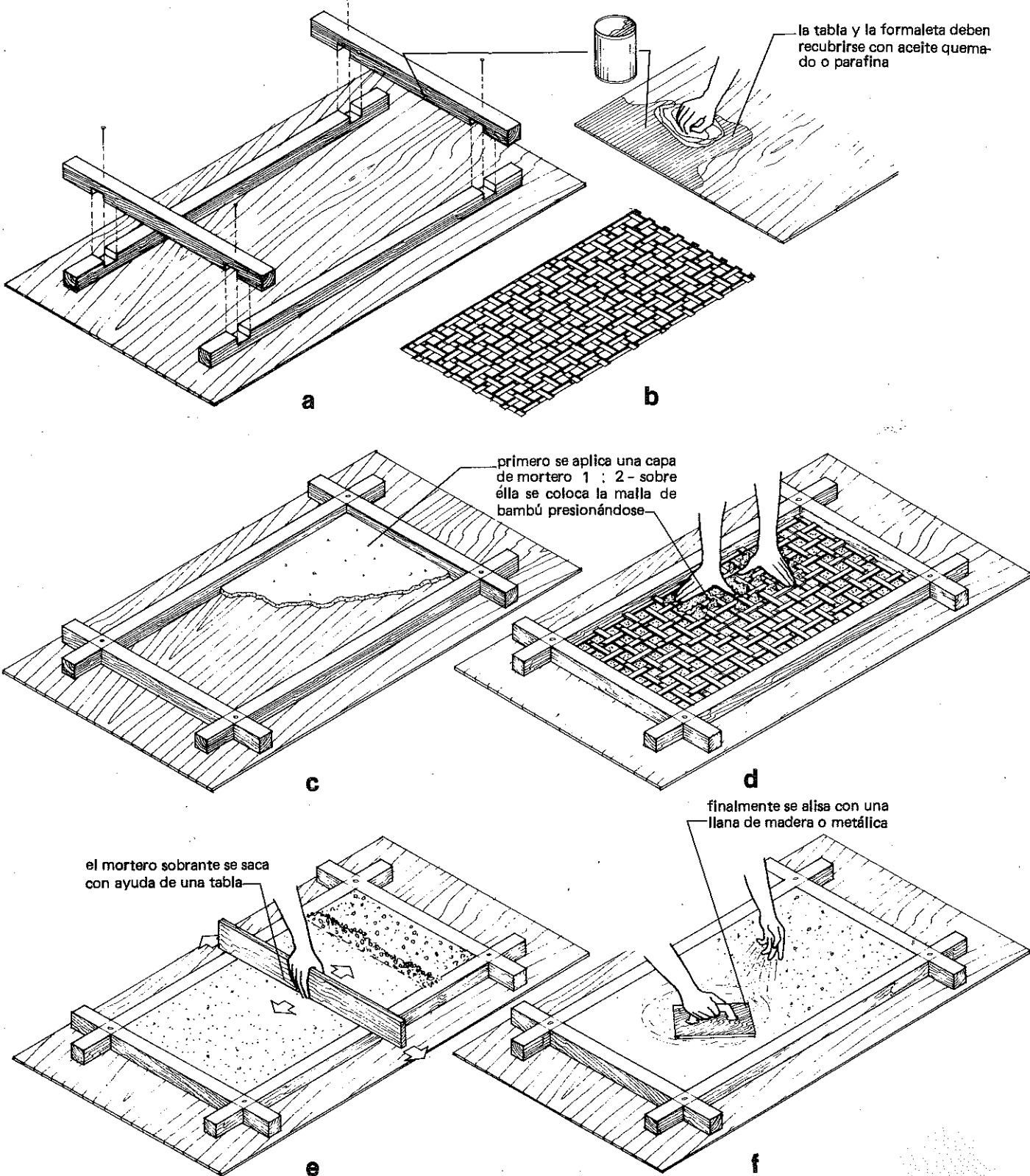


COLOCACION DEL CASETON SOBRE LA CIMBRA

cuando se empleen cajones muy anchos debe colocarse una malla de acero en su parte superior

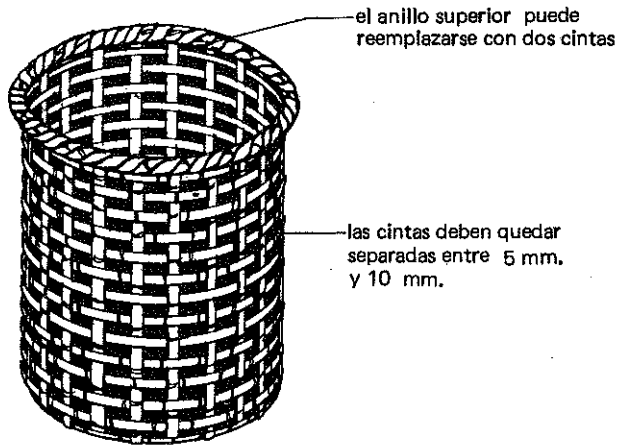


SECCION TRANSVERSAL

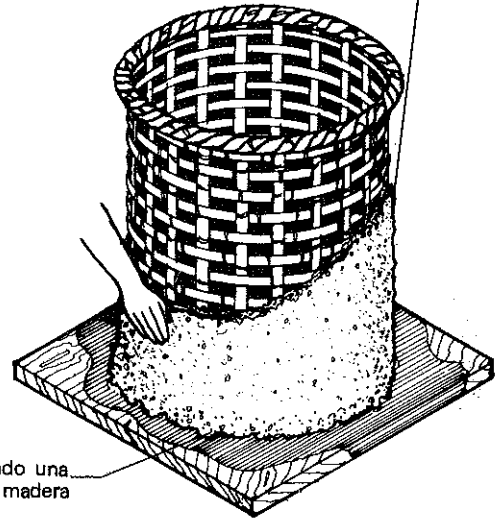


Construcción de tanques - sanitarios - lavaderos, utilizando canastas de bambú

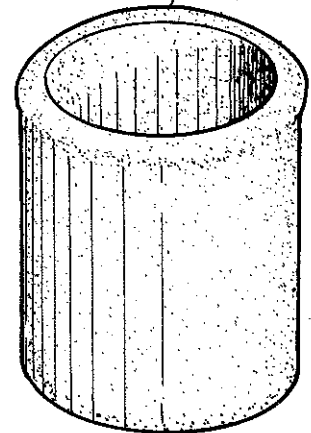
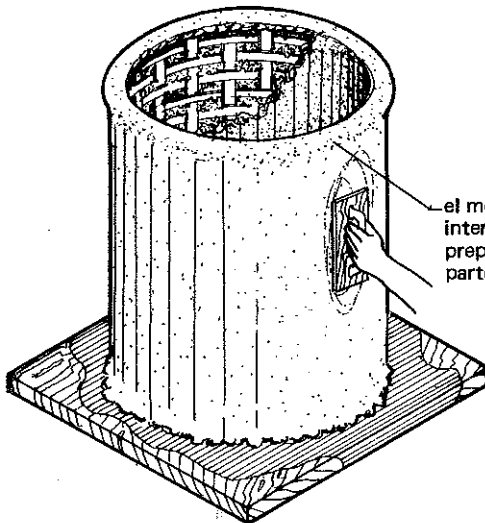
las canastas utilizadas en la construcción de tanques para el almacenamiento de agua deben tener forma circular cuando su capacidad es mayor de medio metro cúbico



una vez que se recubre la parte externa de la canasta, se deja secar el mortero antes de recubrirlo interiormente

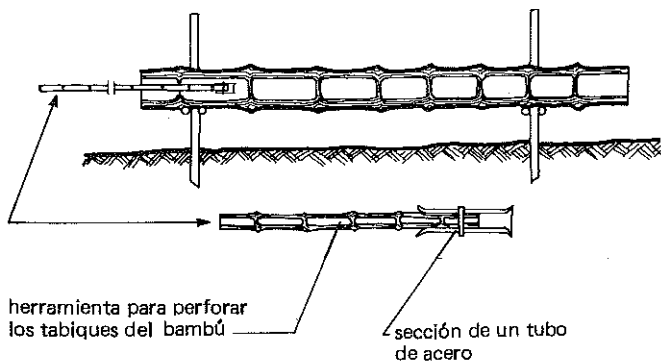


el espesor total de la pared del tanque debe tener por lo menos 3 cms.

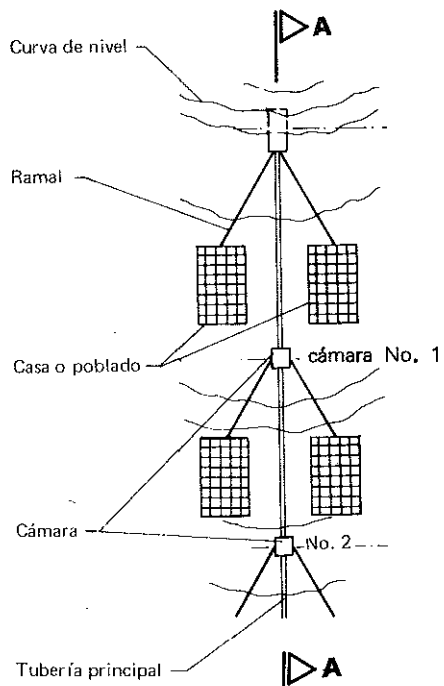


**E- ACUEDUCTOS
RURALES**

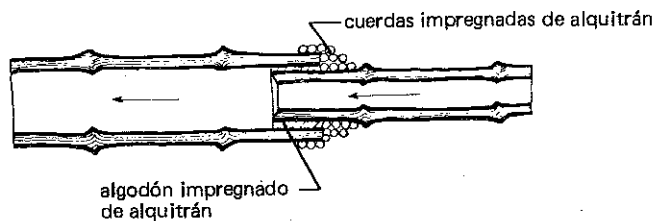
PERFORACION DE LOS TABIQUES DEL BAMBU



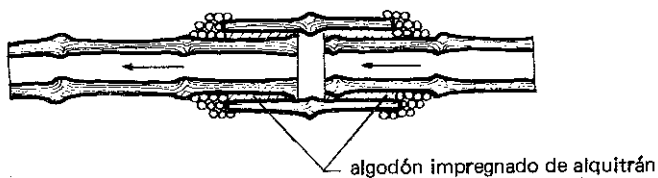
DISTRIBUCION DEL SUMINISTRO DE AGUA



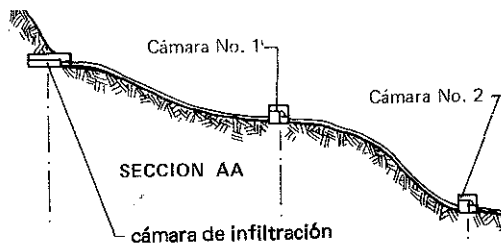
EMPALME TELESCOPICO



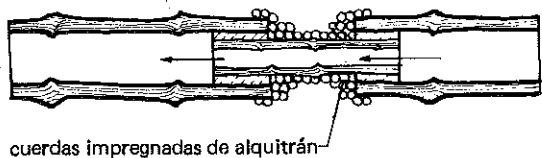
EMPALME CON UNION EXTERNA



DISTRIBUCION DE LAS CAMARAS



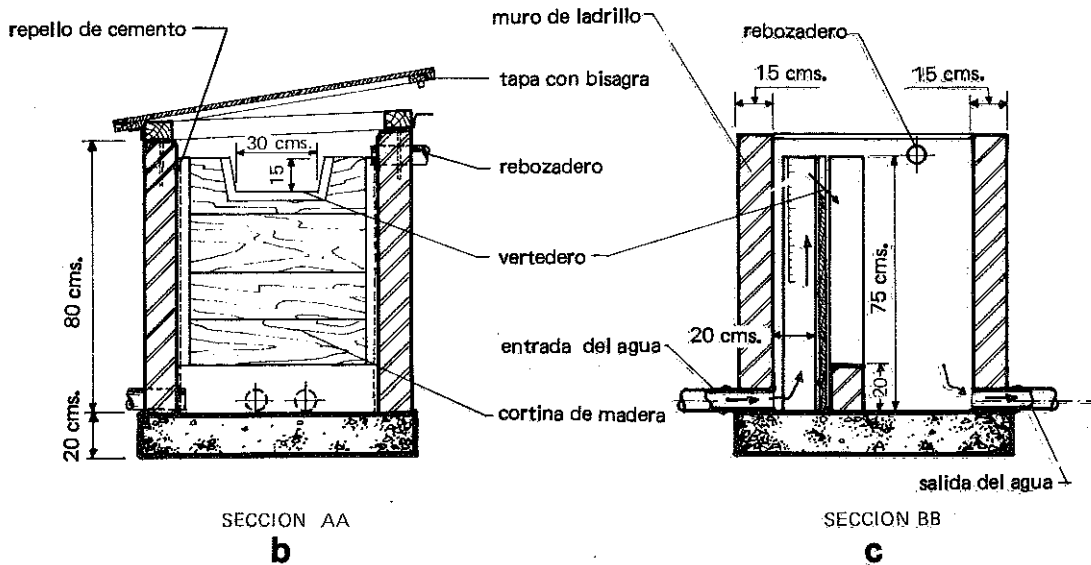
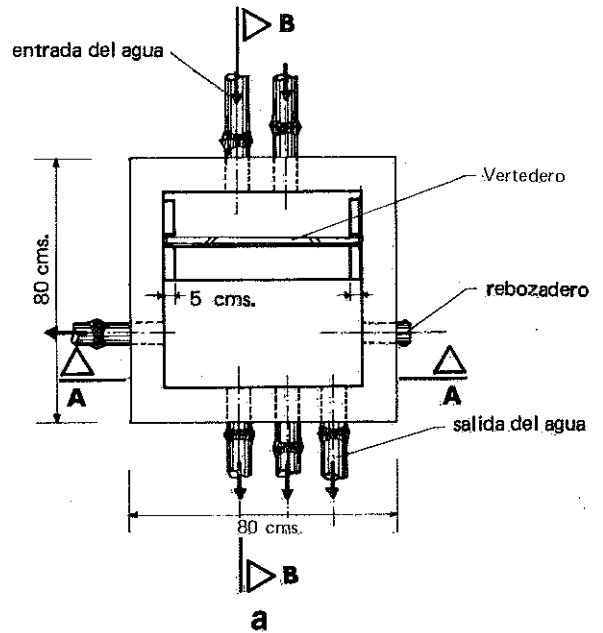
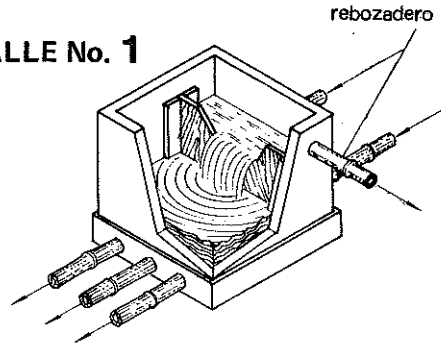
EMPALME CON UNION INTERNA

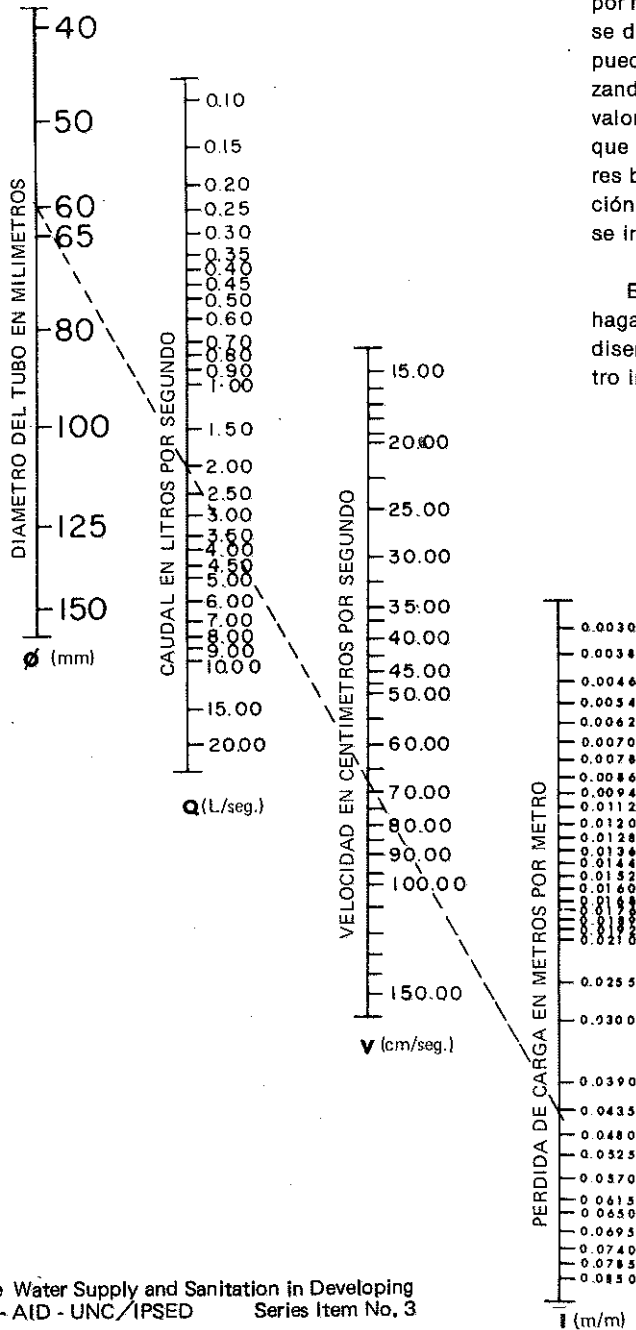


Las tuberías de bambú pueden soportar una presión hasta de 2 atmósferas (2.1 Kg/cm²) y por lo tanto no deben utilizarse como tuberías de presión sino para conducir agua por gravedad. Sin embargo; puede darse el caso en tuberías colocadas en terrenos pendientes, que la presión del agua pueda exceder los límites de resistencia del bambú, siendo necesario construir cámaras de alivio como la que se muestra en el dibujo. Estas cámaras también se emplean como cámaras de distribución, para sacar ramales o derivaciones de la tubería principal, con el fin de llevar el agua a otras casas o poblados. La tubería debe enterrarse a una profundidad no menor de 60 centímetros.

Es importante anotar que durante las 3 primeras semanas, después de puesta en servicio la tubería, el agua adquiere un olor desagradable que puede quitarse taponando el extremo más bajo de la tubería y echando un poco de cloro en el extremo superior para que se mezcle con el agua depositada en la tubería. Dos días después se destapa y se deja correr el agua por una hora, antes de utilizarse.

DETALLE No. 1





El el diseño de una tubería de bambú se tienen en cuenta: el diámetro del tubo en milímetros, el caudal de agua por segundo, la velocidad del agua en centímetros por segundo y la pérdida de carga en metros por metro. Si sólo se conocen dos de estos factores y se desea conocer los otros dos o un tercero; estos pueden calcularse en el ábaco que se indica, localizando en las líneas verticales correspondientes los valores conocidos y luego uniéndolos con una línea que se prolonga hasta las otras verticales. Los valores buscados corresponden a los puntos de intersección de las verticales con la línea que se traza, como se indica en el ejemplo que se dá a continuación.

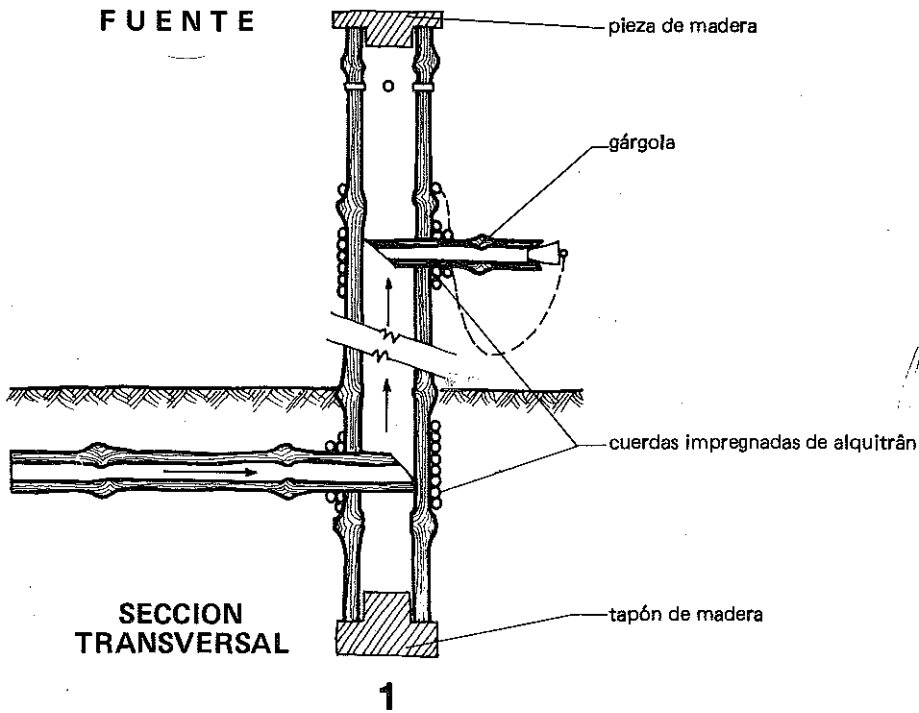
En el caso de que los empalmes en los tubos se hagan utilizando secciones internas de bambú en el diseño de la tubería debe tenerse en cuenta el diámetro interior de estas secciones y no el del tubo.

Ejemplo:

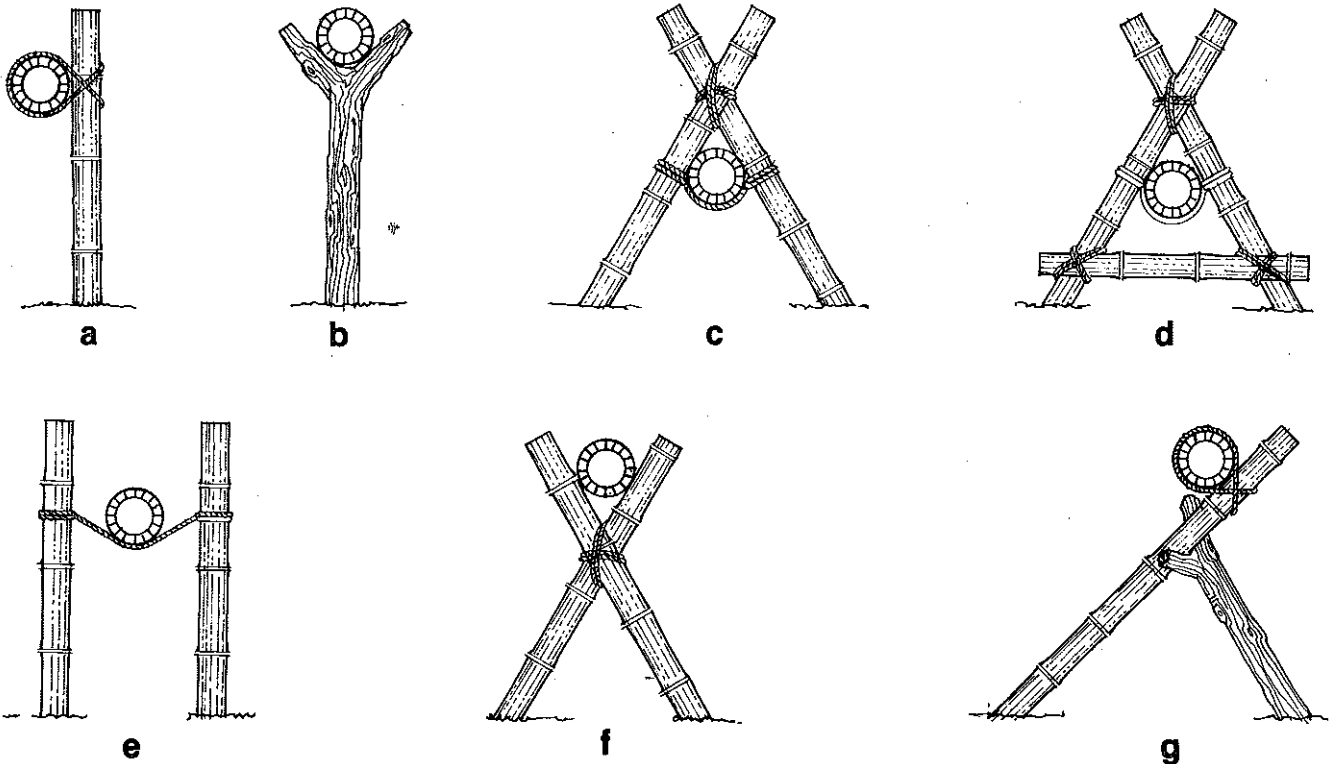
Dados: $\phi = 60$ mm.
 $l = 0.0445$ m/m

Solución: $Q = 2.05$ l/seg.
 $V = 67.5$ cm/seg.

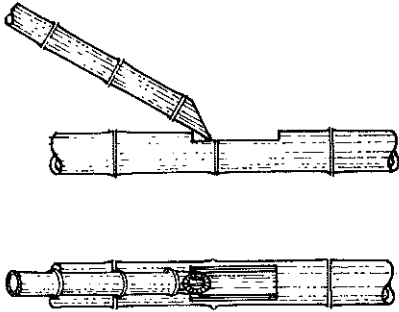
Nota : Tomado de Water Supply and Sanitation in Developing Countries. - AID - UNC/IPSED Series Item No. 3



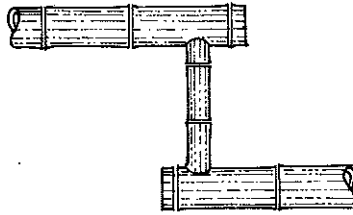
TIPOS DE SOPORTES PARA TUBERIA AEREA



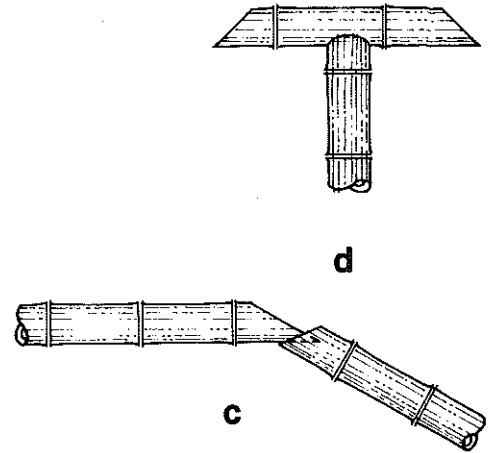
DERIVACIONES



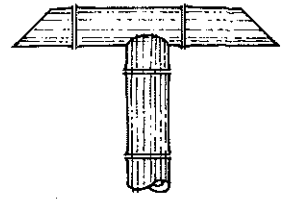
a



b

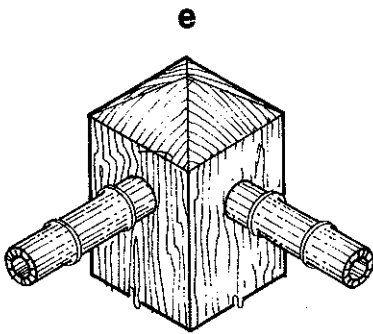


c

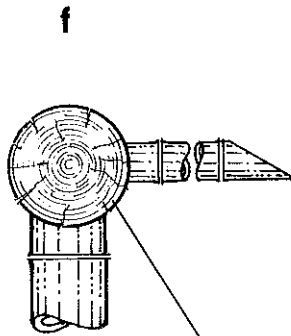


d

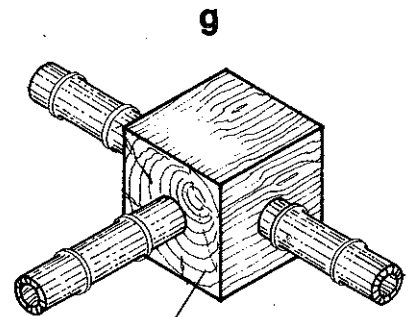
UNIONES CON CODOS DE MADERA



e

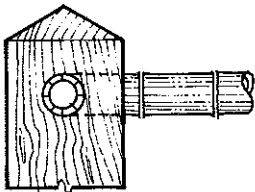


f

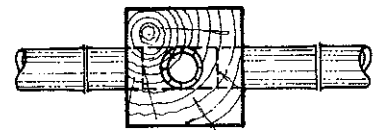


g

codo de madera

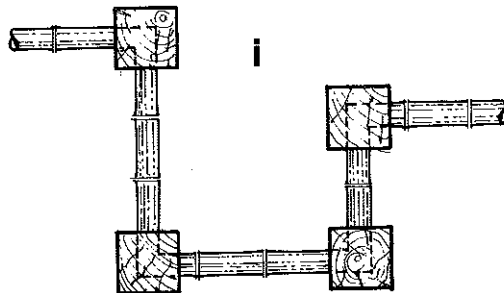
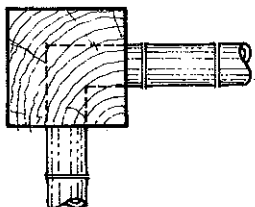


h

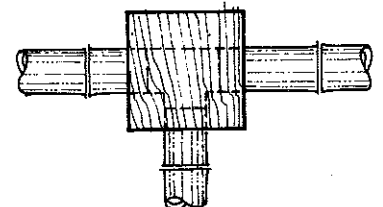


i

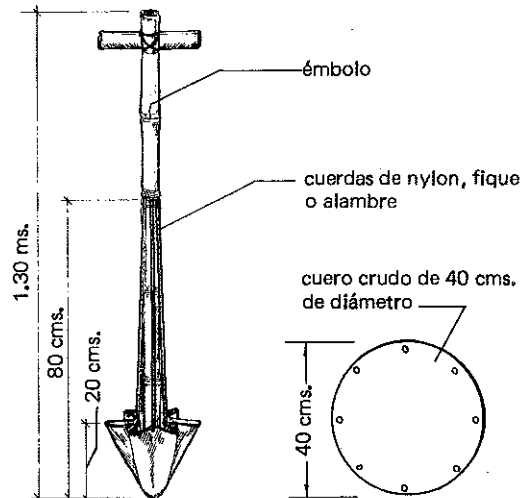
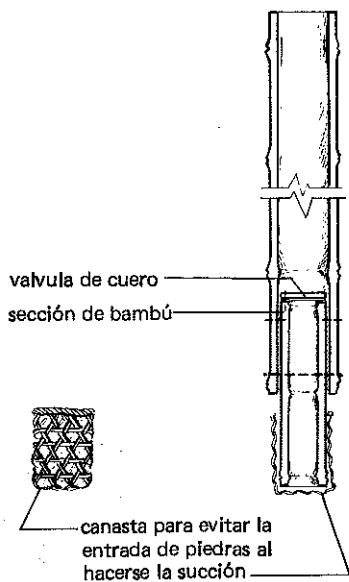
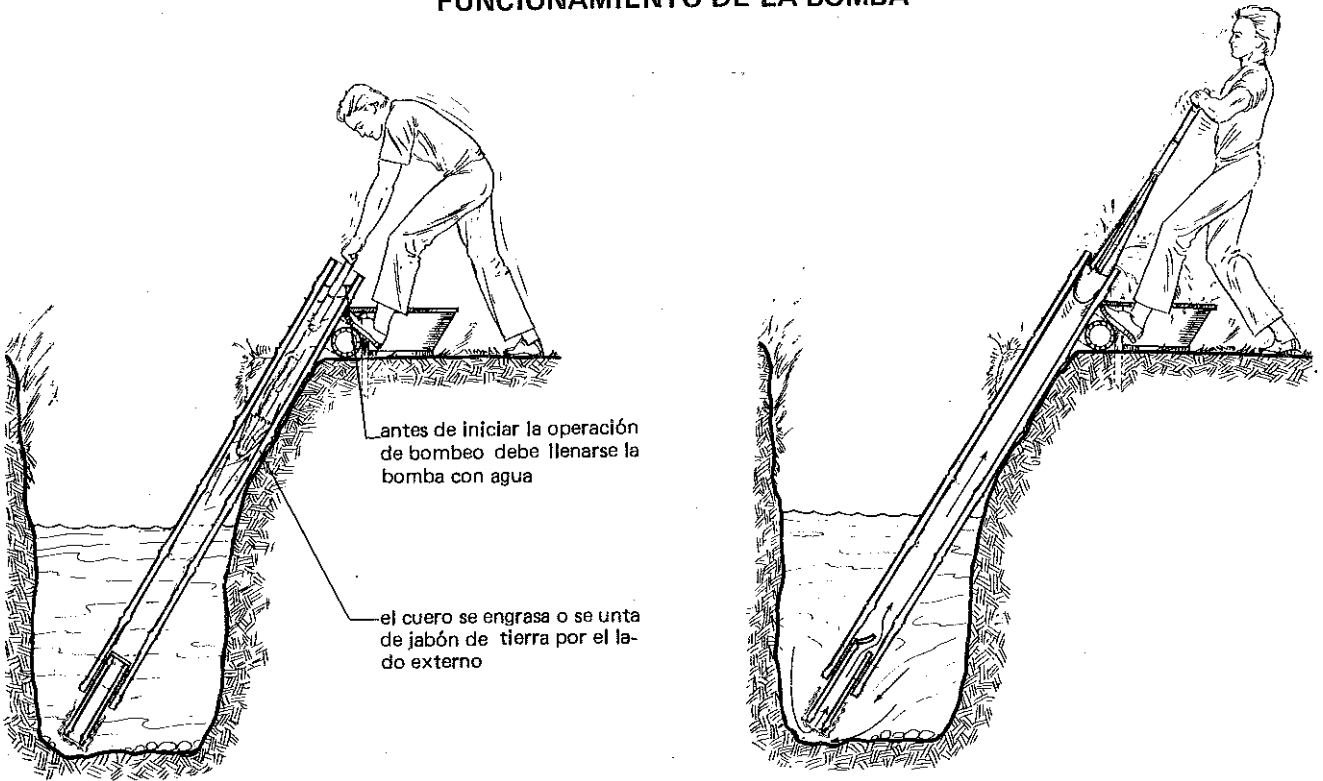
EMPALMES A 90 GRADOS



j

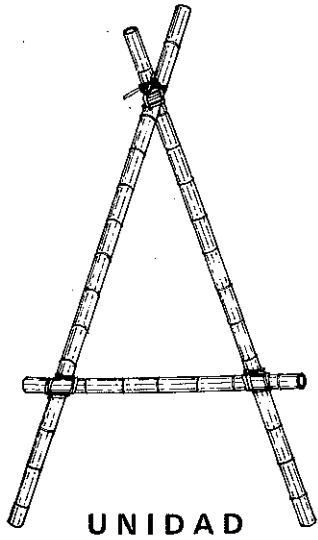


FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA

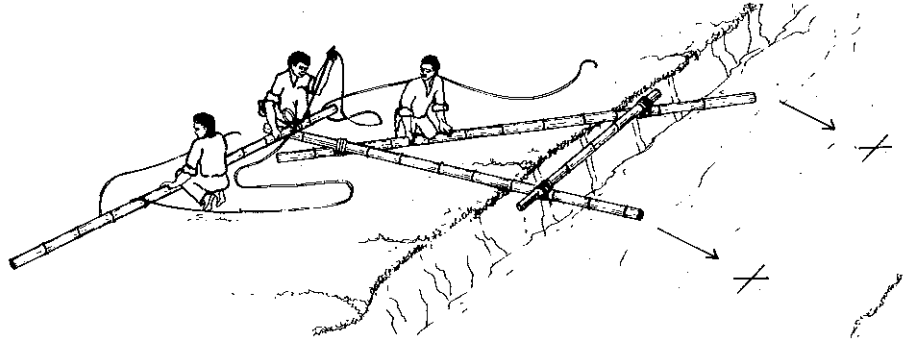


F- PUENTES

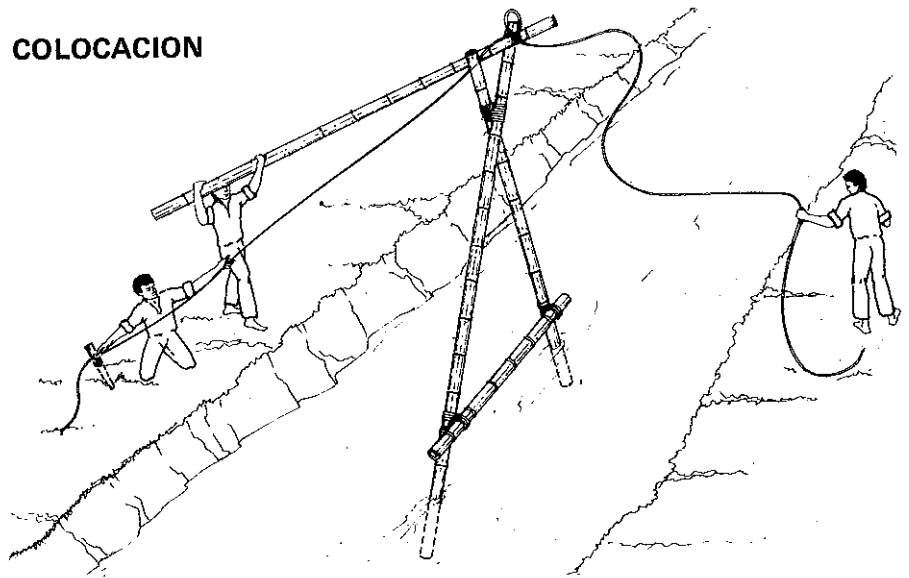




a ARMADA DE LA UNIDAD

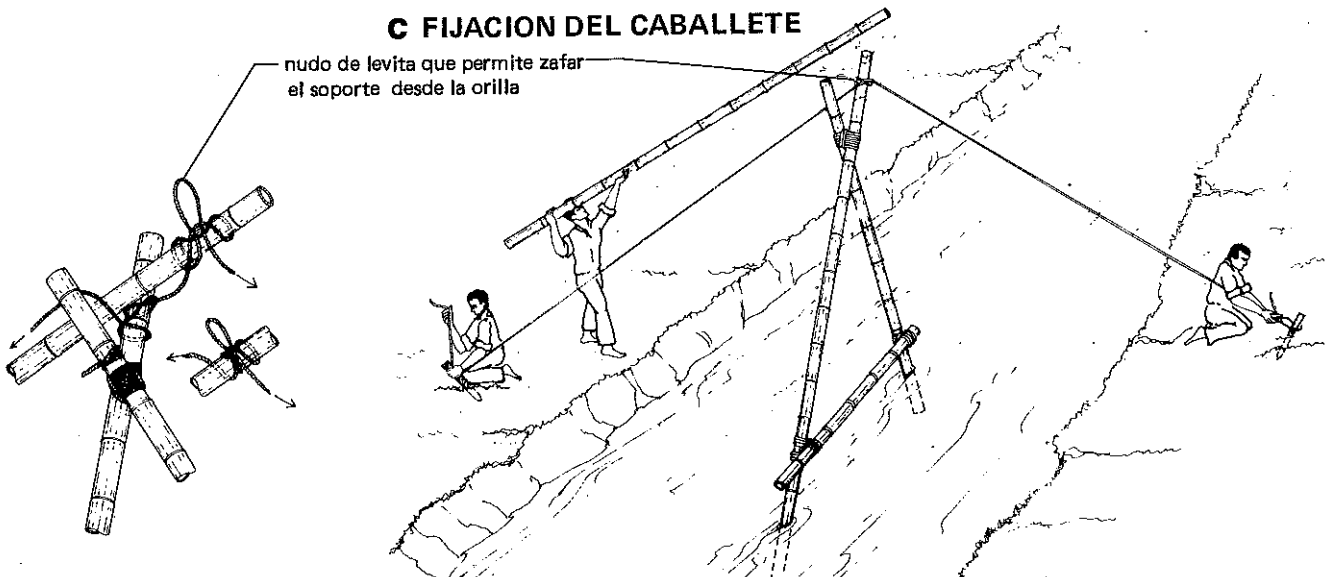


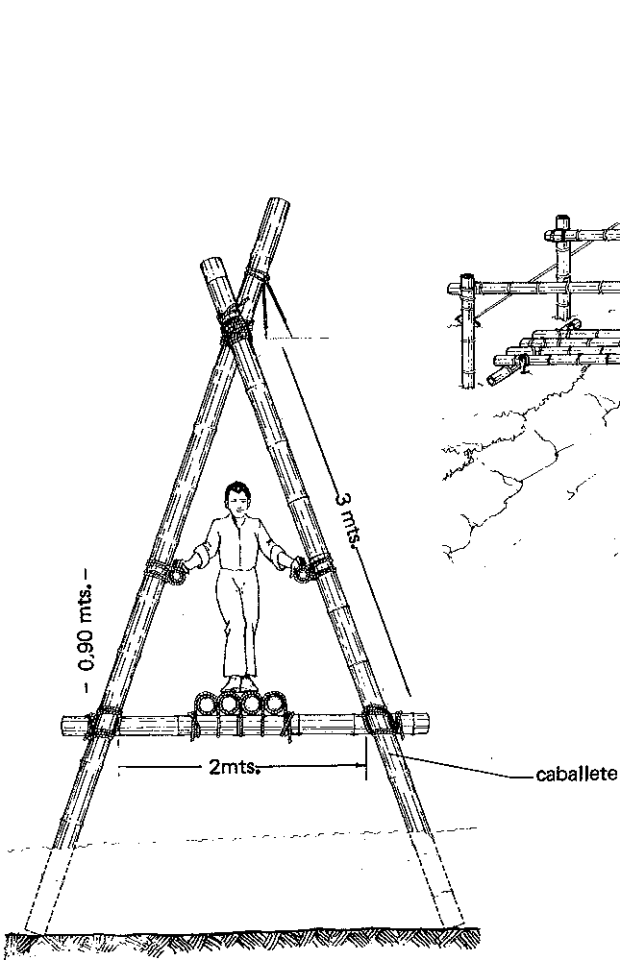
b COLOCACION



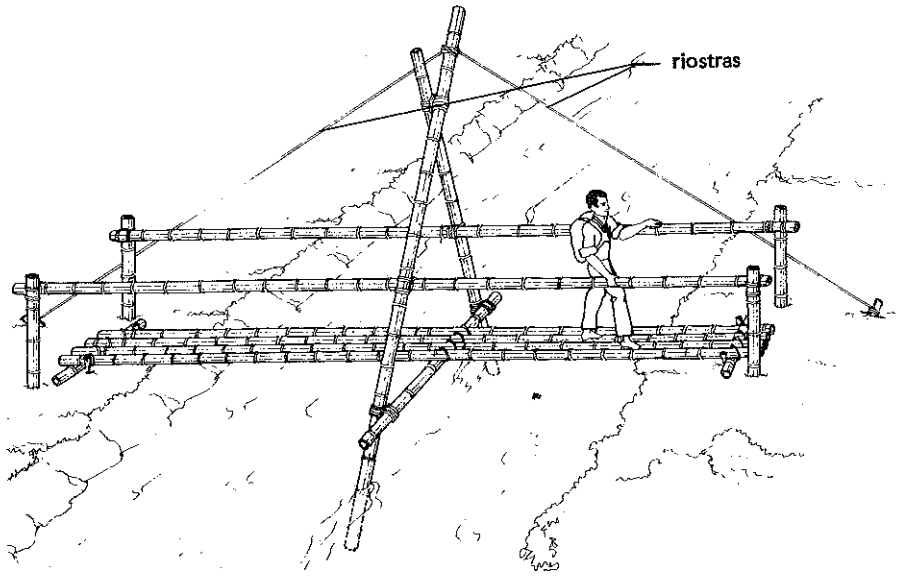
c FIJACION DEL CABALLETE

nudo de levita que permite zafar el soporte desde la orilla

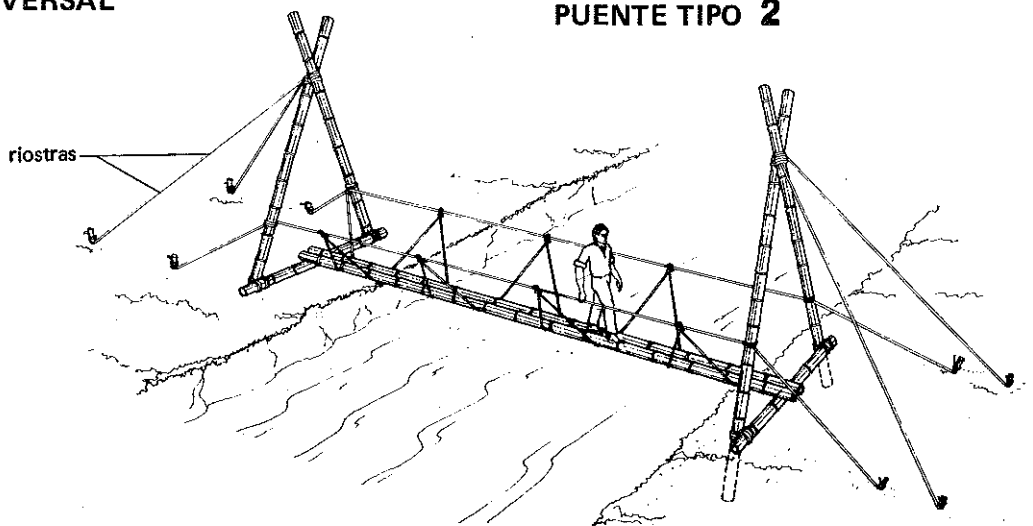




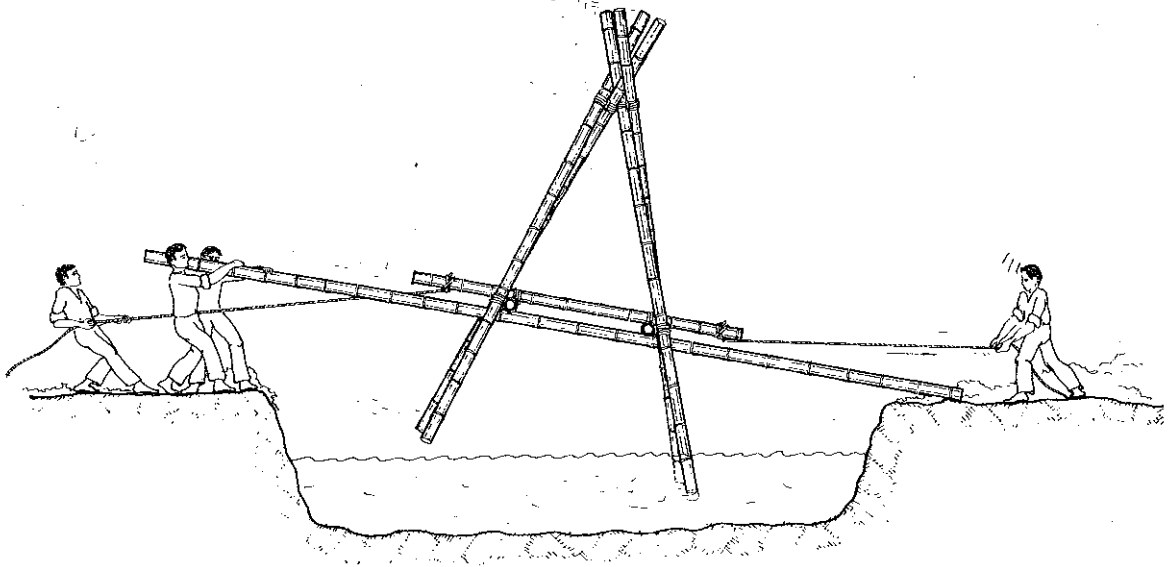
SECCION TRANSVERSAL



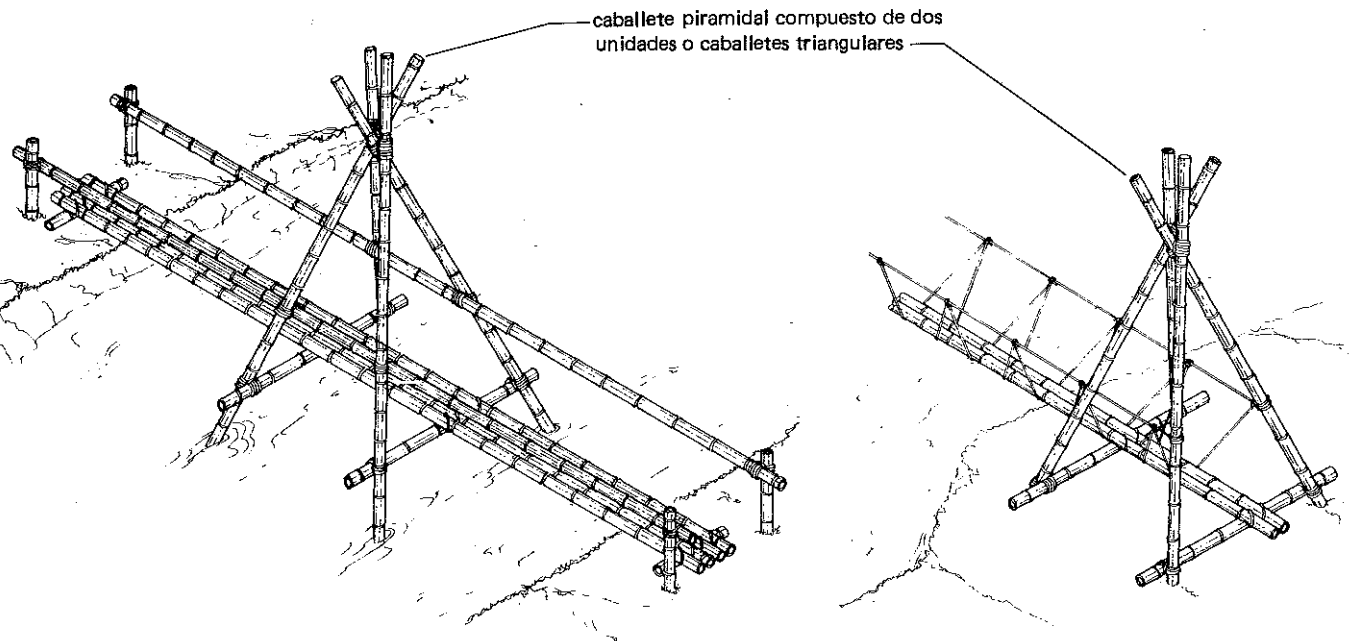
PUENTE TIPO 1

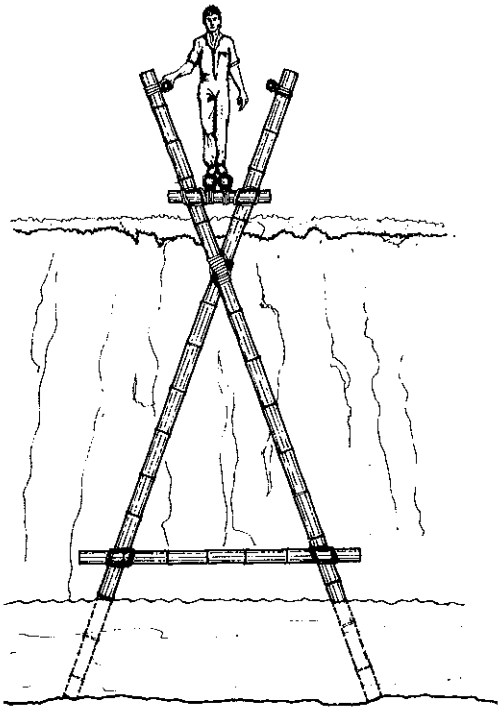


PUENTE TIPO 2

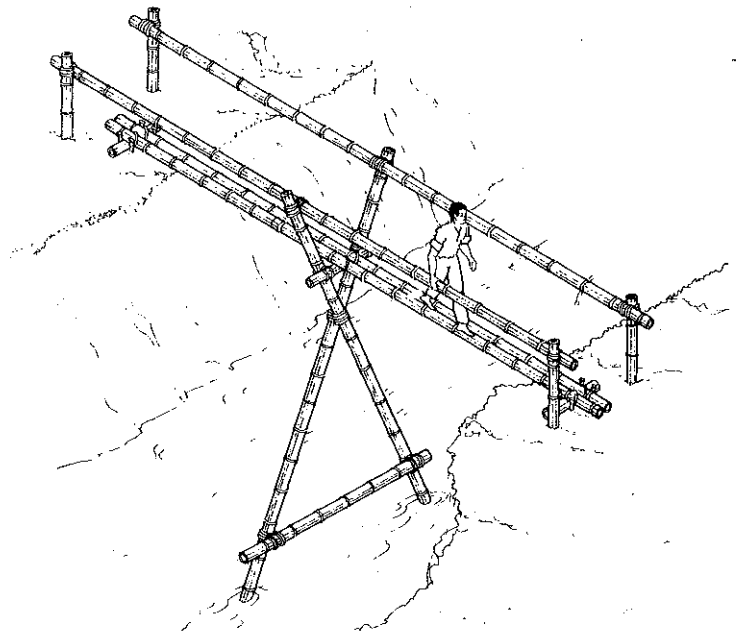


El caballete una vez construído se hace deslizar sobre dos bambúes o dos cables hasta la posición deseada .

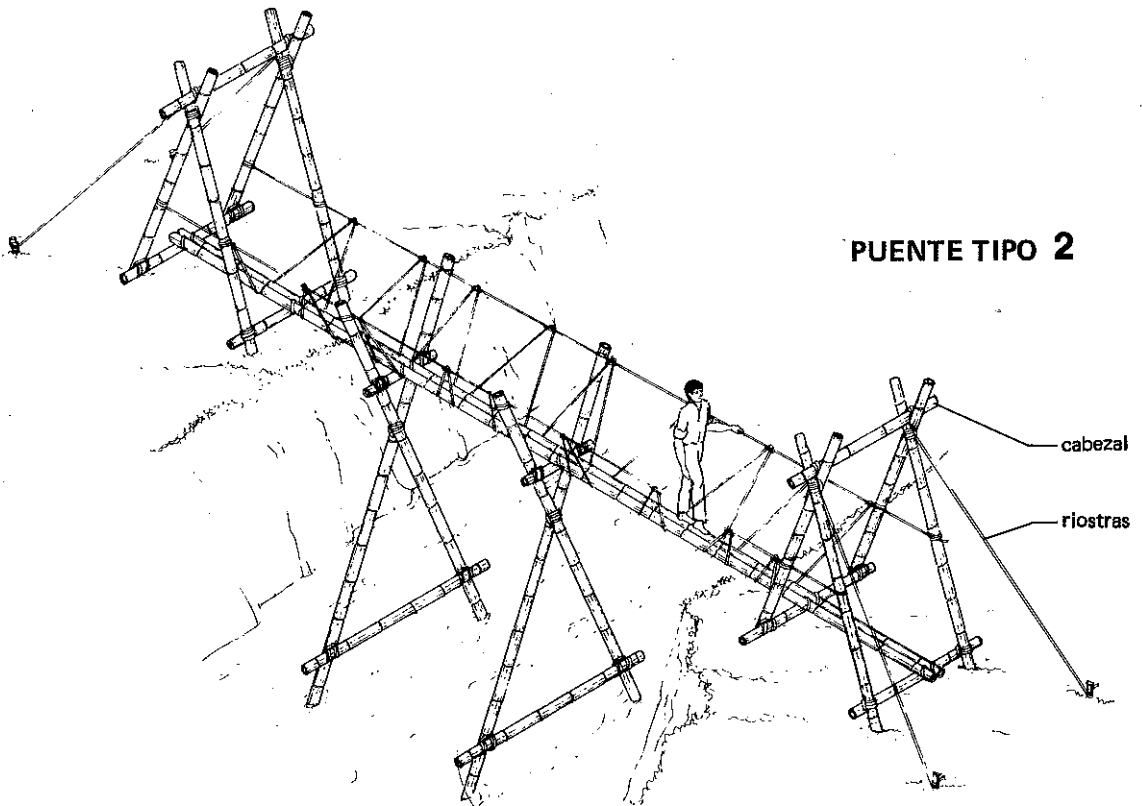




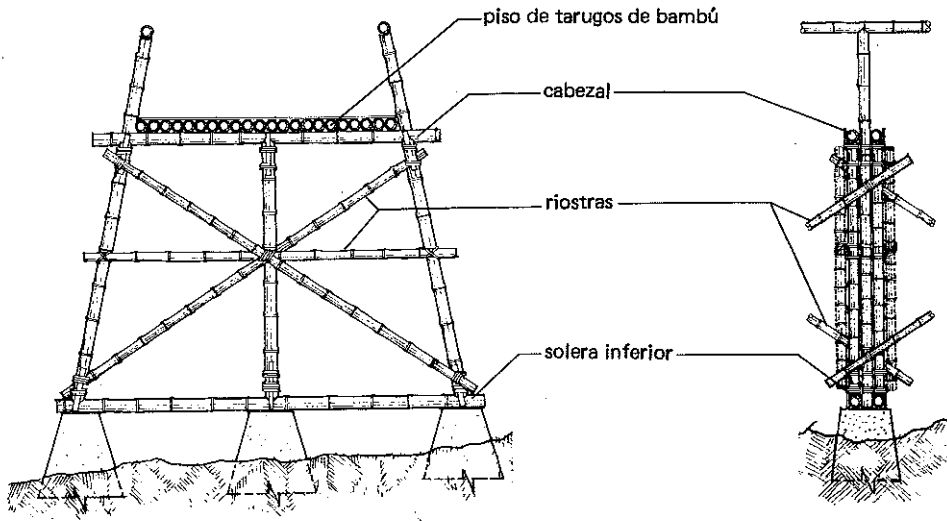
SECCION TRANSVERSAL



PUENTE TIPO 1



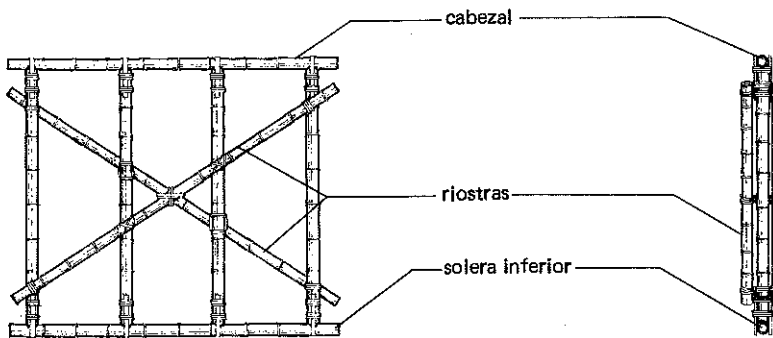
PUENTE TIPO 2



DETALLE No. 1

ALZADA

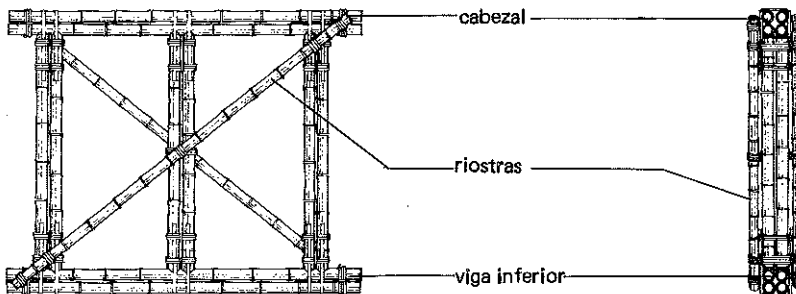
PERFIL DEL CABALLETE



DETALLE No. 2

ALZADA

PERFIL

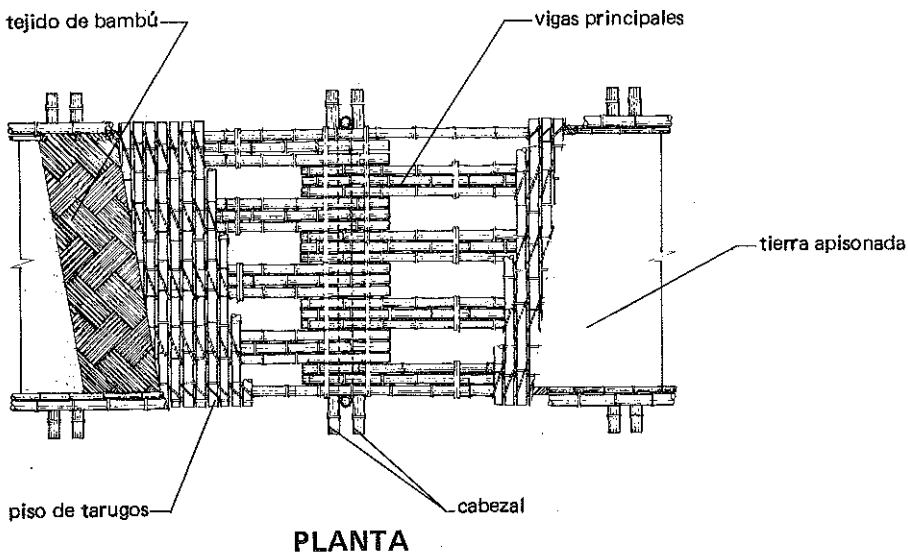
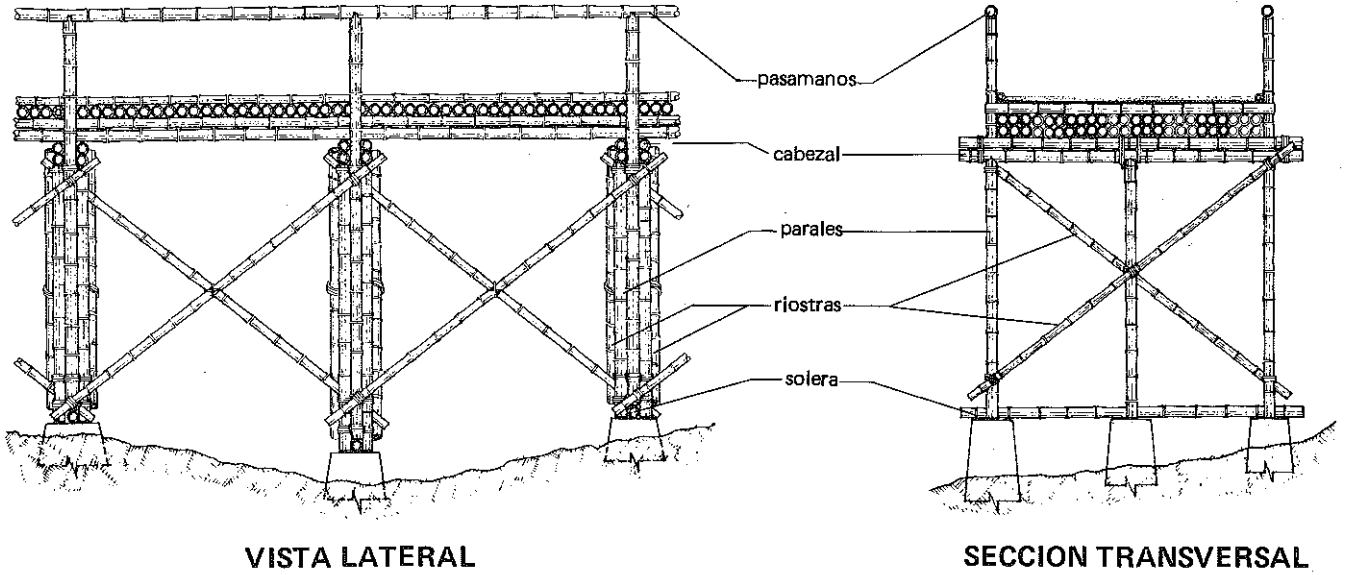


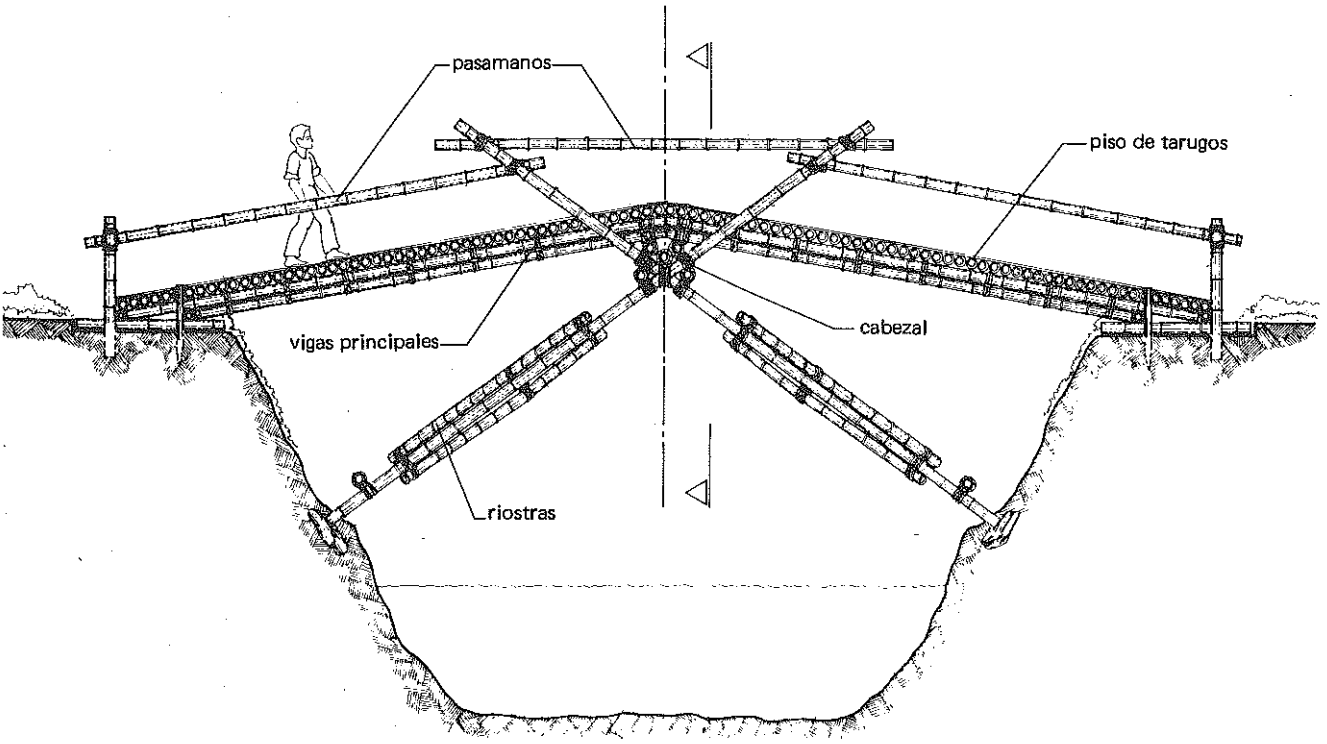
DETALLE No. 3

ALZADA

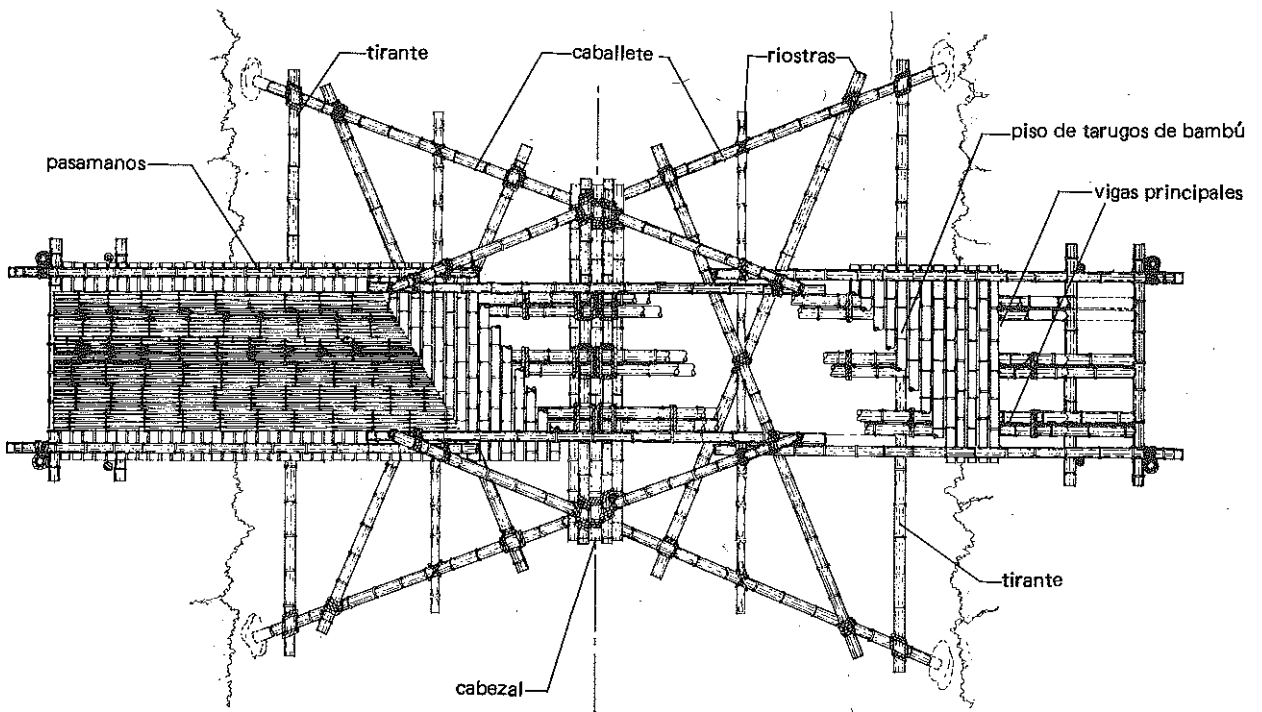
PERFIL

Puente con caballete rectangular Con doble soporte lateral

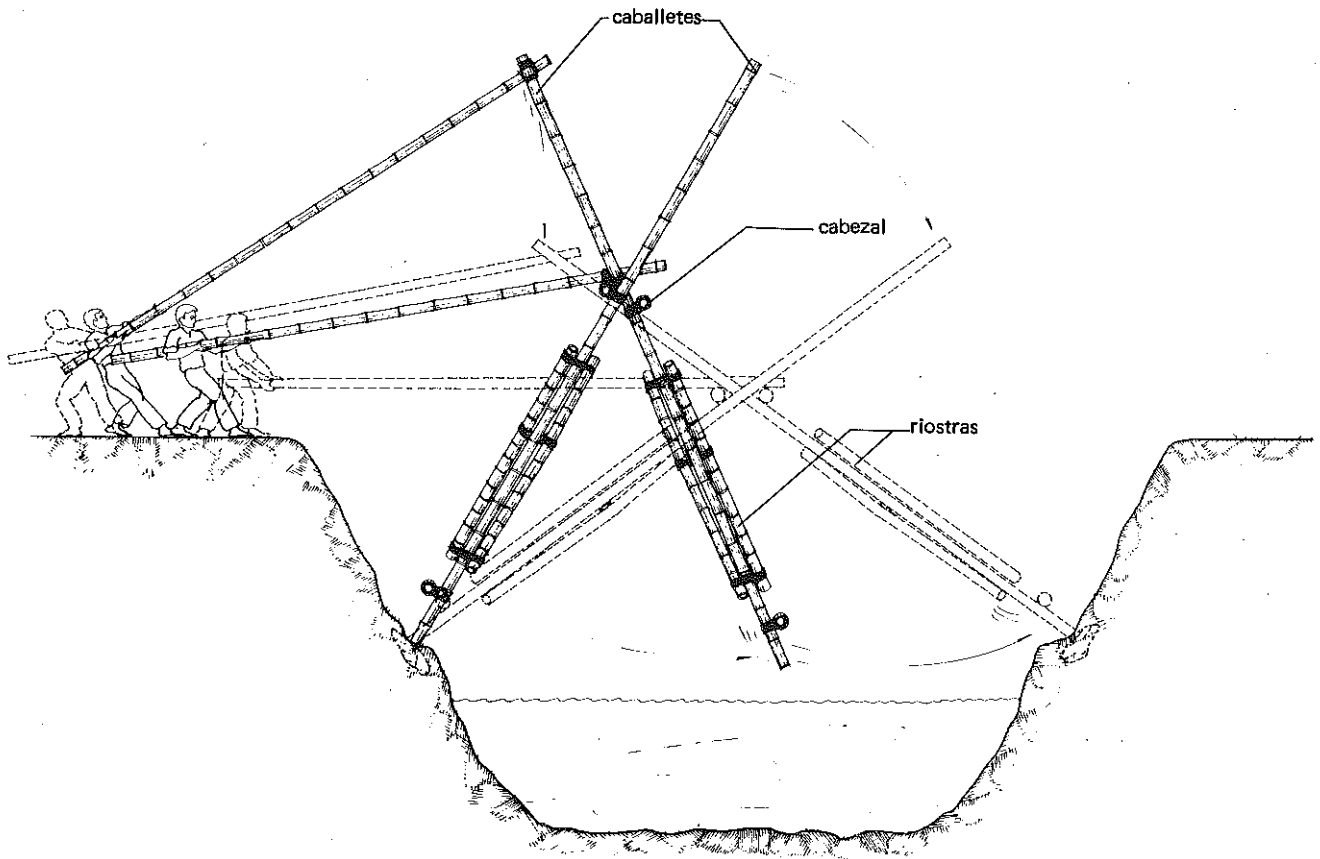




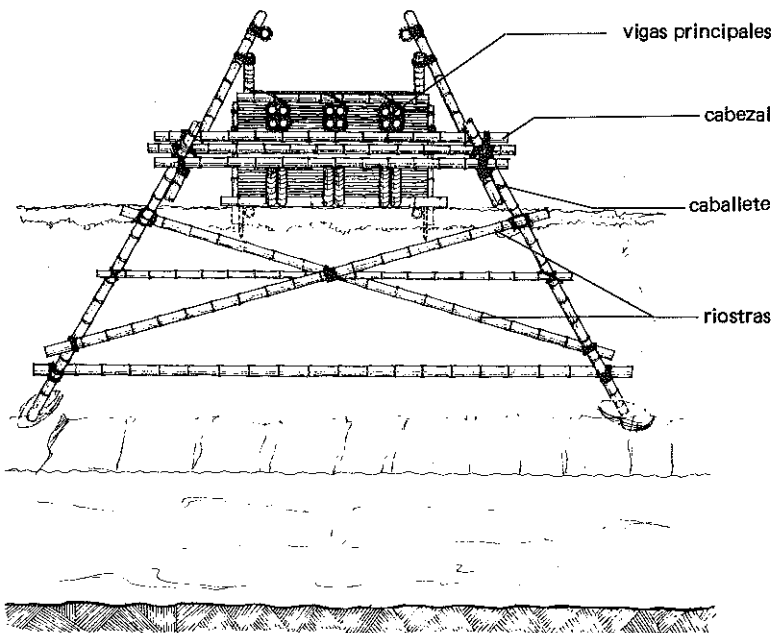
VISTA LATERAL



PLANTA



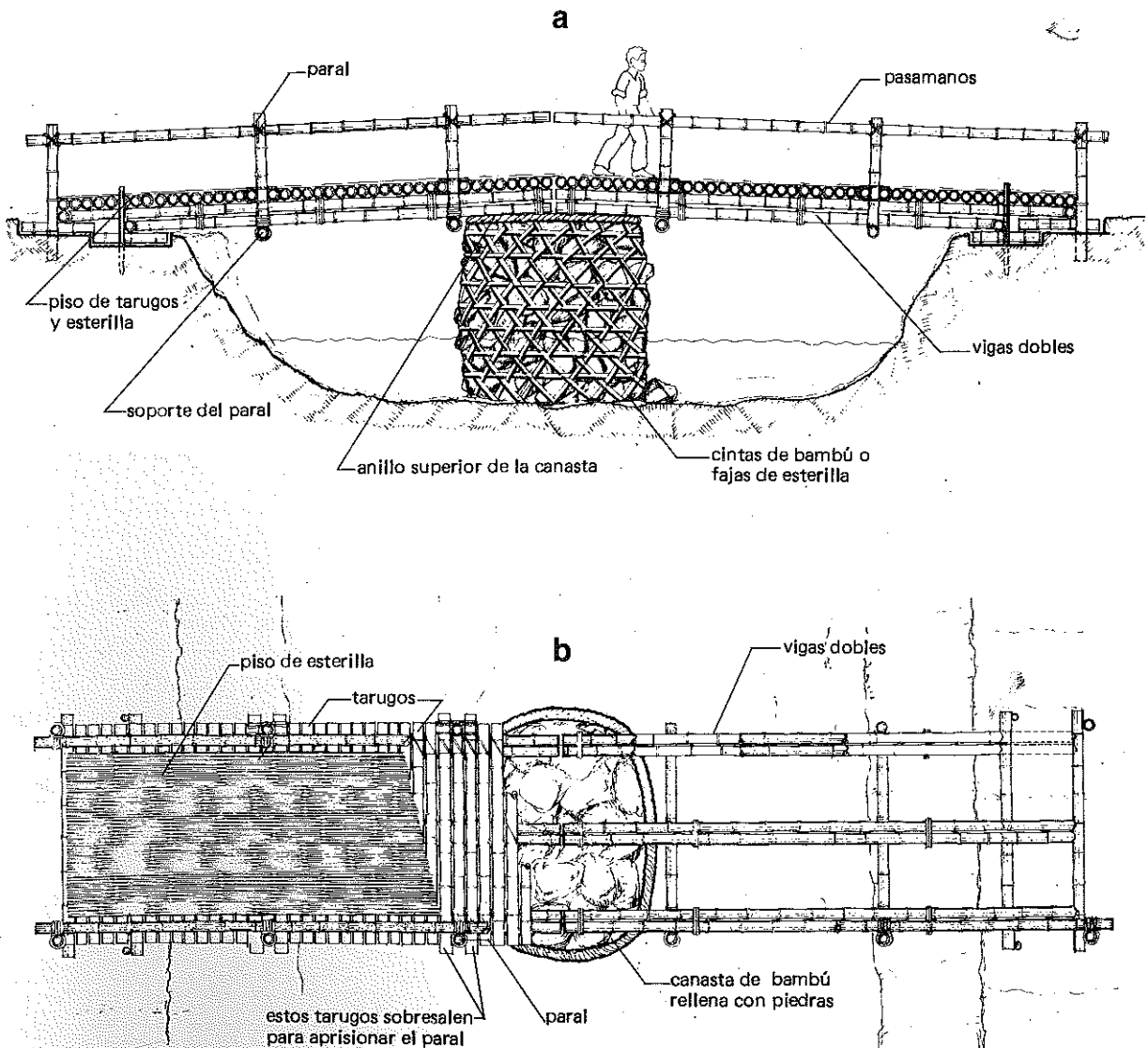
1 ARMADA Y COLOCACION

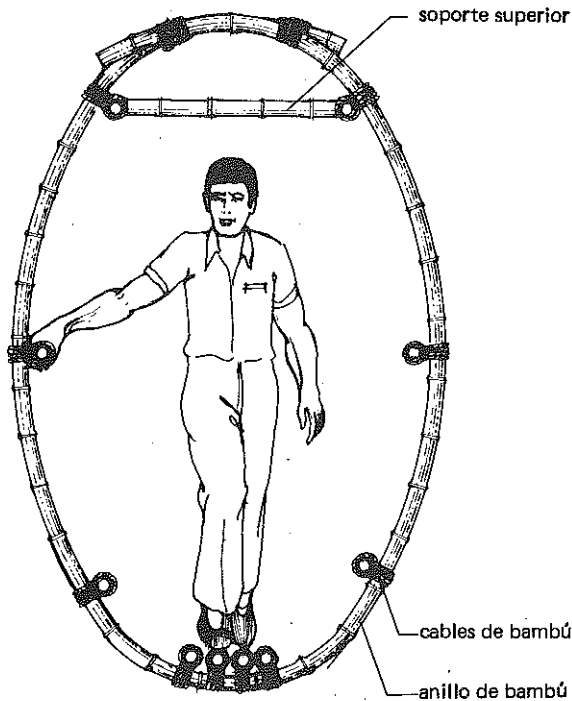


2 SECCION TRANSVERSAL

Una forma muy práctica y económica de construir pilas o soportes intermedios para puentes de madera y bambú, que ha sido utilizada por muchos siglos en el Japón, es la de emplear canastas gigantes de bambú rellenas con piedras, las cuales se emplean también en muros de contención. De igual manera se utilizan canastas de diversa longitud y forma, para evitar la erosión de suelos inclinados y de las orillas de los ríos. Estas canastas denominadas "culebras" fueron el origen de los gaviones o canastas hechas con mallas metálicas que hoy se emplean con los mismos propósitos.

Las canastas gigantes que se utilizan en la construcción de pilas o soportes de puentes son elaboradas con cintas obtenidas de la parte externa del bambú o con largas fajas de esterilla de 5 a 15 cms. de ancho, según las dimensiones de la misma. Las cintas o fajas se entretejen horizontal y diagonalmente formando un cilindro, dejando entre ellas una separación menor que el diámetro o longitud de las piedras que se vayan a utilizar en su relleno. El remate superior de la canasta se hace colocando un anillo formado por varias cintas de bambú trenzadas al cual se aseguran los extremos de las fajas tejidas diagonalmente.





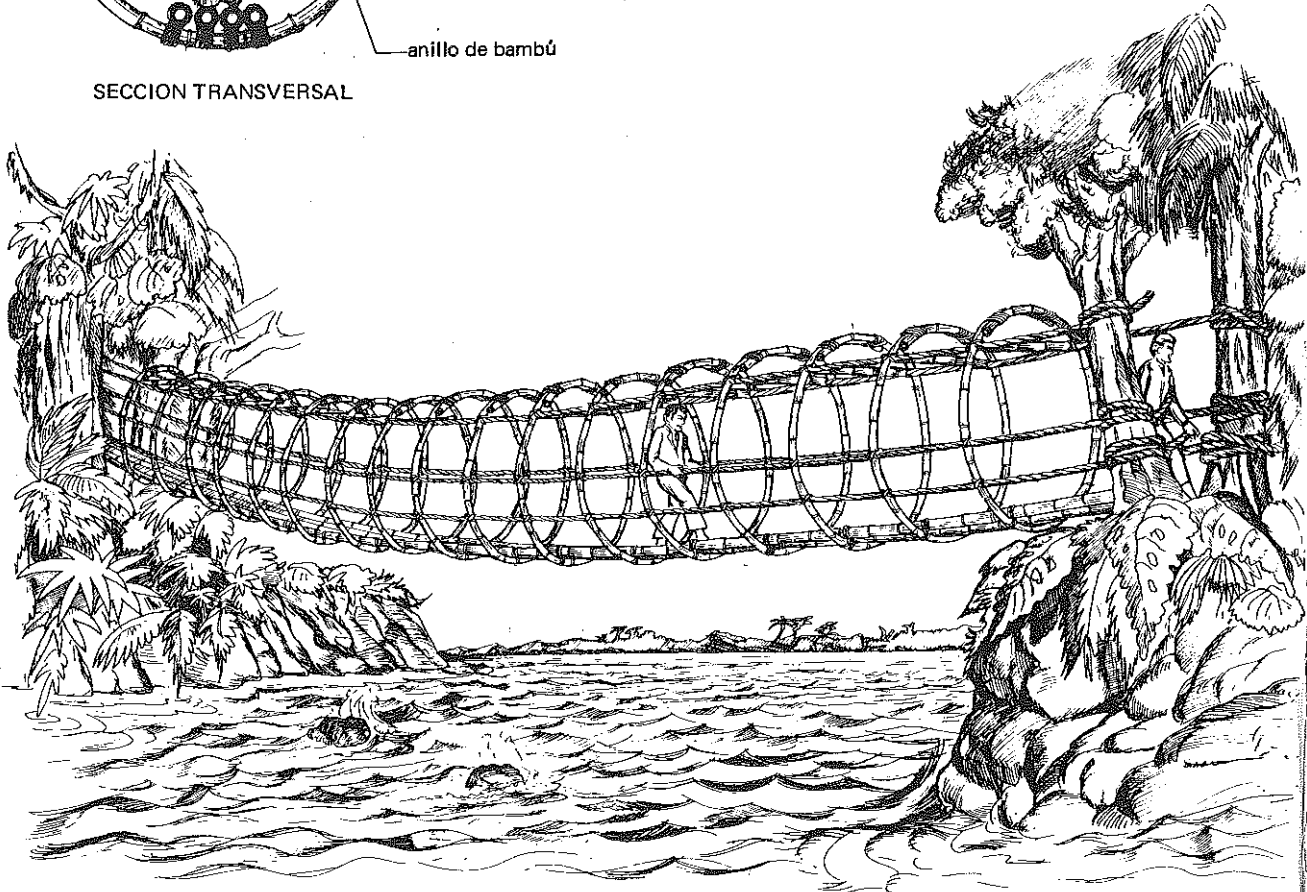
SECCION TRANSVERSAL

El puente colgante de forma tubular ha sido utilizado desde tiempo inmemorial por la tribu Laker de la India, quienes le dieron el nombre de "Hleiri". En su construcción se emplean cables hechos con cintas de bambú distribuidos dentro de grandes aros o anillos hechos con éste material, o con una caña conocida con el nombre vulgar de "ari" (*Calamus erectus* Robx).

Los anillos deben hacerse de igual diámetro, utilizando bambues verdes cortados a la misma longitud. Después de amarrados los cables por uno de sus extremos, el extremo opuesto se introduce en los anillos, los cuales se distribuyen y amarran de los cables una vez que estos hayan sido templados y fijados a los soportes extremos. Los anillos se colocan a igual distancia la cual puede variar entre 0.90 y 1.20 metros.

Con el fin de que los anillos no se deformen o cierren con el peso de los transeúntes, en cada uno de ellos se coloca un soporte horizontal, uniendo los cables superiores, como se indica en el dibujo.

Como piso del puente se emplean 4 ó más bambues, sobre los cuales se colocan latas perpendiculares para impedir el deslizamiento del pie.



Los puentes atirantados o con tirantas son originarios de Colombia y de Java, Indonesia. En Colombia tradicionalmente han sido construidos por los indios Páez que habitan la región de Tierradentro localizada al sur del país, en el Departamento del Cauca.

Los principios estructurales utilizados en su construcción, tanto en Colombia como en Indonesia, son similares pero difieren en su acabado. Mientras en Indonesia estos puentes son cuidadosamente acabados, lo que les dá un aspecto muy agradable, en Colombia su acabado es extremadamente rústico y descuidado.

Una de las ventajas que tiene este puente, es la de que puede construirse entre dos puntos localizados a diferente altura.

