
[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)



Techos

Generalidades

El techo es la parte más esencial de una casa (una casa sin techo no puede ser considerada casa). Este es la parte que más cuesta, por el área y orientación es la parte más expuesta a los elementos y es la responsable principal de la confort interior y de los daños ocasionados durante terremotos y huracanes. Un techo durable bien diseñado puede compensar una gran cantidad de problemas que podrán surgir en otras partes de la edificación.

Sin embargo, los aspectos técnicos no son los únicos determinantes del diseño del techo. Muchas culturas tradicionales dan mayor importancia a otros criterios, tales como la creencia religiosa, estilos de vida locales y estatus social, y estos deben ser respetados en el diseño de esquemas para viviendas, especialmente para evitar la monotonía deprimente de las zonas residenciales de hoy en día que son muy parecidos en todas las partes del mundo.

Ya que los aspectos tradicionales, no técnicos son importantes en el diseño de techos, éstos no pueden ser tratados en un libro orientado tecnológicamente como éste. A continuación resumiremos los diferentes tipos de techo y los principales criterios para el diseño de techos en las dos principales regiones climáticas, esto es aquellas que son predominantemente cálido húmeda y aquellas que son predominantemente cálido-seco.

Tipos de Techo Comunes

Techos Planos

- Estos pueden ser láminas, losas monolíticas o estructuras reticuladas espaciales, o sistemas simples que empleen vigas, durmientes y elementos de recubrimiento de luces pequeñas.
- Por definición, los techos con una inclinación menor de 10° del plano horizontal son clasificados como techos planos. Para que el agua de la lluvia corra se necesita una pendiente de 2% como mínimo.
- Los vientos fuertes tienden a levantar el techo por succión, por ello los techos planos son menos adecuados en áreas propensas a los huracanes.
- Los techos planos son más comunes en regiones predominantemente cálido-seco, con poca precipitación anual. Los techos proporcionan espacio adicional (para actividades domésticas y dormir en la noche) y facilita las ampliaciones verticales de las edificaciones.
- Las cubiertas de láminas deben ser colocadas en pendiente son grandes traslapes. Una alternativa ingeniosa de las láminas corrugadas son las canaletes (elementos para techados de asbesto cemento en forma de artesa) que pueden cubrir habitaciones enteras sin estructuras de soporte, ahorrando así material, costos y tiempo de instalación. Un buen material, en términos de resistencia y durabilidad, es el asbesto cemento, que es más probable que no sea empleado en países en desarrollo en el futuro (debido a sus peligros contra la salud). No obstante, las canaletas de hierro galvanizado (ejem. las producidas en México) son una buena alternativa, la investigación del fibro concreto continua, producir como resultado una alternativa igualmente buena para el asbesto cemento.
- Los techos reticulados espaciales, constan de tres piezas de soporte trianguladas dimensionalmente, son especialmente adecuadas para techos de gran vano. Tienen gran rigidez lateral y sólo requieren cubiertas de techos ligeras.

[Colocado de un techo de canaleta en Tegucigalpa, Honduras, 1967 instalación rápida con mano de obra no especializada \(Foto: Alvaro Ortega, quien desarrollo este sistema de techado\).](#)

Techos con Pendiente

- Estos pueden ser techos con una sola agua, de 2 aguas y de 4 aguas, ya sea de l \diamond minas o losas monol \diamond ticas o con un sistema de viguetas, vigas, cerchas o estructuras espaciales.
- Los techos con pendiente son m \diamond s comunes en regiones predominantemente c \diamond lido h \diamond meda con fuertes lluvias.
- Los de menores pendientes son m \diamond s baratos, requieren menos construcci \diamond n de muros y menos material para el techado (menor superficie de techo), pero las fuerzas de succi \diamond n son m \diamond s fuertes con pendientes de 10 \diamond . En \diamond reas de huracanes, las m \diamond nimas pendientes de techo deben ser de 30 \diamond (aprox. 1:1.7 \diamond 58%) y deben evitarse aleros anchos (necesarios para dar sombra y proteger contra la lluvia).
- Los techos de dos aguas dejan los muros extremos expuestos; los techos a cuatro v \diamond rtices protegen todos los muros, ahorran costos y \diamond rea de muro, son menos susceptibles a ser da \diamond ados por el viento, pero son m \diamond s dif \diamond ciles de construir.
- Los techos de las casas con patio deben tener pendiente hacia el interior para un mejor clima en los interiores y para facilitar la recolecci \diamond n del agua de la lluvia.
- Aunque la pendiente del techo se da en grados, los \diamond ngulos son dif \diamond ciles de medir en el lugar de la obra. Por lo tanto, las pendientes de techos deber \diamond an ser expresadas en relaciones simples entre la altura y la luz (ejem. 1:1; 1:2.5; 1:10), preferiblemente en n \diamond meros redondos.
- Ya que la principal funci \diamond n de las pendientes de techo es drenar el agua de la lluvia, mientras menor es la permeabilidad del material del techo, menor pendiente es requerida. Por ello, cada material tiene su propia pendiente apropiada, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Material para Cubrir Techos	Pendiente M \diamond nima Ratio	Requerida Angulo

Techo de paja y hierba <i>Bardas de madera:</i>	1:1	45
- Madera no tratada	1:1	45
- Madera impregnada a presión	1:1.5	33
<i>Tejas de techo de fibro concreto y arcilla cocida:</i>		
- Tejas planas y tipo Española	1:1.5	33
- Tipo romanas (sin membrana impermeable)	1:2	26
- Tipo romanas (con membrana impermeable)	1:3	18
<i>Láminas corrugadas de hierro galvanizado:</i>		
- Con extremos salientes (esto es, más de una lámina en la dirección de la caída)	1:3	18
- Sin extremos salientes (esto es, una lámina entre la cumbrera y los aleros)	1:5	11
Canaletas (elementos en forma de artesa, sin extremos salientes)	1:10	05

Techos Curvos

- Estas incluyen bovedas cónicas, techos tensores ligeros estructuras laminares y de cuerda de arco y una variedad de tipos más sofisticados.
- Los techos en forma de cúpula y bóveda son comunes en climas cálidos seco: el área superficial curva que es considerablemente mayor que el de la base, recibe menos calor solar por área unitaria, disminuyendo así las temperaturas en las superficies y facilitando la re-radiación después de la puesta del sol. Sin embargo, la acústica en el interior de la cúpula pueden ser muy insatisfactorias.
- Las cúpulas y bóvedas de mampostería son probables que se caigan con los movimientos sísmicos, mientras las estructuras de laminares y de cuerda de arco pueden soportar fácilmente dichos peligros.

- Los techos tensores, que emplean un sistema de membranas resistentes sobre cables o cuerdas, pueden cubrir amplios vanos, son relativamente económicos, pero inestables aerodinámicamente con cubiertas ligeras, y por ello, generalmente son empleados para estructuras temporales.

Techos para Climas Cálido Húmedo

- Los techos con pendientes con amplios aleros son ideales para facilitar el rápido drenaje del agua de las lluvias y para proteger y dar sombras a las aberturas y muros exteriores: deben evitarse las limas hoyas horizontales y las canales internas, ya que estos acumulan agua y suciedad.
- Los techos planos con buenos drenajes son comunes en climas compuestos y de altura con estaciones cálida seca, que permiten dormir y realizar actividades sobre los techos.
- Los requerimientos primarios para los materiales de techo (estructuras de soporte y cobertura): baja capacidad térmica (para evitar que el calor se aumente, el cual no puede ser disipado por la noche, ya que no hay descenso de temperatura); resistencia a la penetración de la lluvia, suficientemente permeable para absorber la humedad (ejem. condensación, vapor de agua) que es liberado cuando el aire está más seco; resistencia a los hongos, insectos, roedores y radiación solar; buena reflectancia (para reducir la acumulación de calor y los movimientos térmicos); resistencia a los impactos (granizos, caídas de cocos, vandalismo, etc.); resistencia a las fluctuaciones de la humedad y la temperatura; no contener materiales tóxicos (especialmente si el agua de lluvia es recolectada de los techos).
- Los techos ventilados (con doble capa) son más efectivos en proporcionar buenas condiciones de vida en interiores: la capa exterior da sombra al revestimiento interior de la edificación (reduciendo la acumulación del calor); el calor que es acumulado entre las dos capas es retirado por la ventilación transversal; la diferencia entre las temperaturas de los interiores y del espacio de aire ventilado no es tan grande como para causar problemas de condensación; la humedad o lluvia que penetre o se forme dedujo de la capa exterior se evapora o escurre a lo largo de la superficie interior hacia los aleros, de modo que la capa interior del techo se mantenga invariable.
- La impermeabilización con una membrana a prueba de agua puede ser inadecuada ya que el vapor de agua no

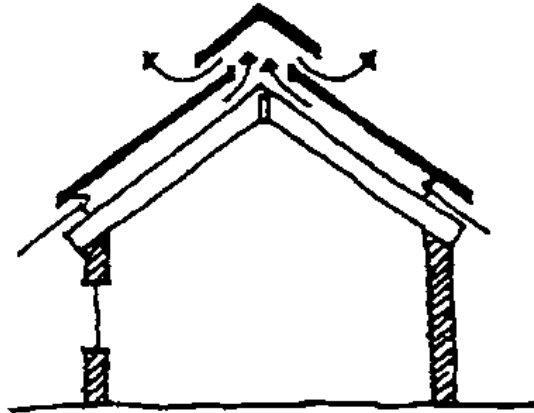
puede escapar y causar condensación.

- Los materiales aislantes impiden liberar el calor durante las noches.
- Las aberturas en el caballete (techos con pendiente), o dedujo del entrepiso suspendido o techo plano, ayudan a descargar el calor acumulado.
- Deben considerarse medidas para aminorar el ruido, ya que los aguaceros tropicales pueden causar ruidos insoportables.

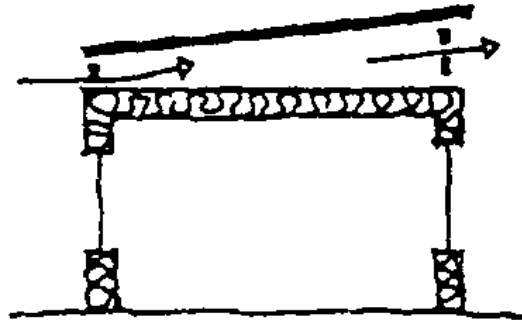
A - Ejemplos de Techos Ventilados (de la Bibl. 00.51)



B - Ejemplos de Techos Ventilados (de la Bibl. 00.51)



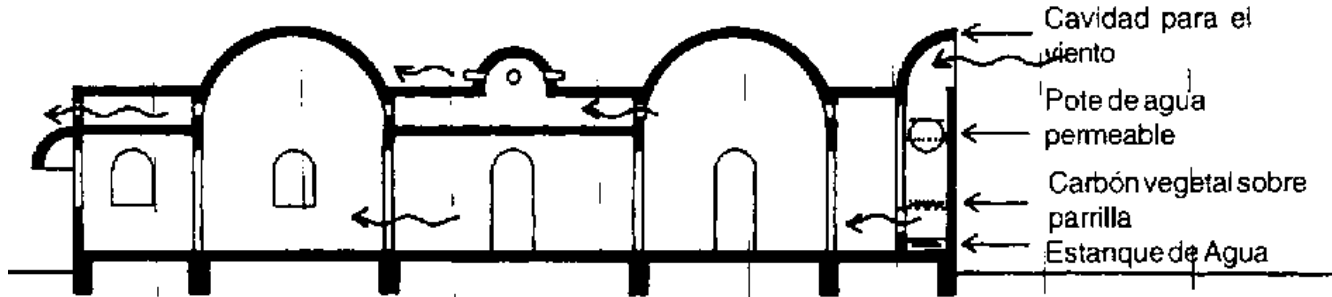
C - Ejemplos de Techos Ventilados (de la Bibl. 00.51)



Techos para Climas Cálido Seco

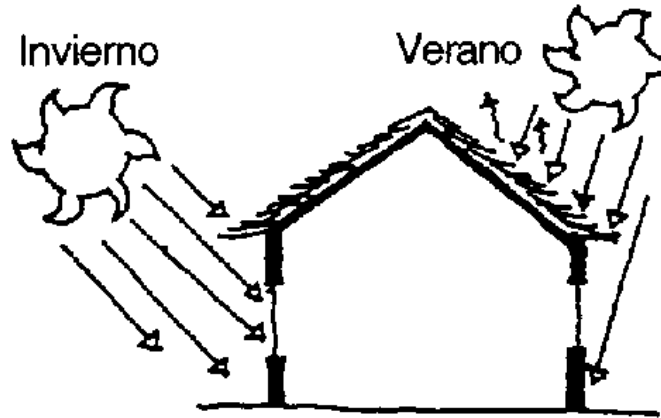
- Ya que el drenaje de las aguas de lluvia no es el principal requerimiento, los techos planos son más comunes, proporcionando espacio para dormir y realizar actividades exteriores.

Figura



- Los techos en forma de cúpulas y bóvedas también son comunes, proporcionando buen confort térmico.
- Los requerimientos esenciales para los materiales de techos (estructuras de soporte y cobertura): alta capacidad térmica (para absorber el calor solar durante el día y liberarlo durante la noche, cuando la temperatura desciende considerablemente); buena reflectancia (para reducir la acumulación del calor y los movimientos térmicos); resistencia al agrietamiento (causado por ciclos repetidos de calentamiento y enfriamiento) y erosión (causado por la arena arrastrada por el viento); superficies lisas para evitar la acumulación de arena y polvo.
- Los techos con doble capa (con suficiente espacio de aire para disipar el aire caliente y con las superficies superiores de cada capa diseñadas para reflejar el calor) pueden ser de materiales ligeros, con baja capacidad térmica, donde la capa exterior puede ser de material aislante.
- Los colectores de viento (torres con aberturas de cara en dirección principal del viento) son ventajosos para redireccionar los vientos hacia la edificación.

En algunas regiones es deseable evitar el sol en el verano y emplear la radiación solar para calentar las habitaciones por las ventanas durante el invierno. Este efecto puede obtenerse con un alero de techo apropiado. Su dimensión depende del ángulo de la radiación solar.



Resumen de los Materiales Comunes para Techo

Material	Características
Tierra	Barata; buenas cualidades térmicas; construcción posada; solo adecuado para casas en climas secos; no recomendado en áreas sísmicas.
Tejas de Suelo Estabilizado	Baratas; fácil manipulación; construcción ligera; producción local de tejas; la resistencia a la lluvia solo es efectiva con sobre-estabilización, perdiendo así su ventaja económica; mediana resistencia a los huracanes.
Tejas de Arcilla	Costo medio; fácil manipulación; construcción ligera; buena resistencia a las lluvias y huracanes; sin embargo, la producción de tejas consume bastante energía.

Cocida	
Concreto Reforzado	Caro; construcciones resistentes, pesadas; adecuado para la mayoría de los climas: resistente a la mayoría de fenómenos naturales; pero su limitada disponibilidad y el alto costo del cemento lo hacen menos recomendable para viviendas de bajo costo de un solo piso.
Tejas	Costo bajo a medio; material adecuado para producción en pueblos; buena calidad térmica y resistencia a lluvias y huracanes
Lamina de hierro corrugado	Costo medio; fácil manipulación y transporte; buena resistencia a las lluvias; mala calidad acústica y térmica; buenas para áreas sísmicas; buena resistencia contra termitas y hongos
Bambú	Costo bajo a medio; fácil manipulación; buena resistencia a las lluvias; bueno para áreas sísmicas; baja resistencia a huracanes; fácilmente atacado por agentes biológicos y el fuego.
Techo de Paja	Barato; fácil manipulación; se degrada rápidamente; atrae insectos; presenta peligro de incendio

Los techos de hierbas (techos de barro con revestimiento de hierbas sembradas), que se están volviendo populares en algunos países industrializados, tienen diversas ventajas: empleo de material natural, local; mantenimiento de microclima de interior y exterior moderados (equilibrio entre la humedad y la temperatura); generación de oxígeno y humedad; alta estabilidad debido al refuerzo de las raíces; buena absorción acústica. En climas cálidos, pueden surgir problemas en la estación seca, necesitando regar los techos para mantener el crecimiento de las hierbas, y los techos pueden atraer insectos y pequeños animales, que pueden dañar a las personas. Se necesita investigación para encontrar soluciones aceptables.

Nota: Las Láminas de techo de fibrocemento deben eliminarse debido a su pobre resultado.



Sistemas de construcción

Generalidades

Los sistemas de construcción generalmente se entienden como métodos de construcción industrializados, que involucran un alto grado de prefabricación, para reducir al mínimo el trabajo en el lugar de la obra. Las mayores ventajas son:

- Numero reducido de materiales y componentes,
- Volumen reducido de materiales y menor desperdicio,
- Procedimientos de ensamblaje y detalles de construcción simplificados,
- Mayor precisión y velocidad de construcción.

En países industrializados, en los cuales se desarrollaron estos sistemas y en donde se ha alcanzado un alto grado de perfección, hay la ventaja adicional de emplear menos mano de obra, incurriendo en menores costos laborales y consecuentemente menores costos de construcción. Esto es raramente una ventaja en los países en desarrollo, en donde los costos de mano de obra son menores y se busca crear mayor empleo. Además, el elevado insumo de capital, que requiere a menudo equipo y maquinaria importados, hace que los métodos de producción industrializados sean más caros que las construcciones convencionales (Bibl. 00.34).

Sin embargo, hay circunstancias en países en desarrollo en los cuales se justifican los sistemas industrializados, por ejemplo, en viviendas de emergencia y construcción en lugares remotos. Pero, en general, los sistemas completos de prefabricación continúan siendo la excepción y no la regla en construcciones de bajo costo, sin embargo hay gran potencial en el desarrollo de la prefabricación parcial, la coordinación dimensional y la simplificación de procesos para la provisión de construcciones de alto nivel a mayor velocidad y menor costo.

Rechazar completamente los sistemas industrializados es una falta de visión así como lo es menospreciar

totalmente los métodos de construcción tradicionales. Las soluciones innovadoras prometedoras para países en desarrollo siempre emplean algo de ambos, como por ejemplo, techados de fibra concreto y el empleo de materiales sustitutos del cemento producidos con desechos agrícolas e industriales.

Ejemplos de Sistemas de Construcción

En este libro, el término **Sistemas de Construcción** es tratado en un sentido amplio. La sección titulada *Ejemplos de Sistemas de Construcción* incluyen métodos de construcción, en los cuales el grado de prefabricación varía enormemente, así como los métodos innovadores, tradicionales y convencionales, en los cuales las cualidades inherentes a cada material están bien demostradas.

Por ello, los ejemplos muestran sistemas con diferentes objetivos:

- Sistemas que utilizan solo un material para toda la edificación,
- Sistemas que mejoran la precisión y velocidad de la construcción,
- Sistemas que combinan las ventajas de los elementos producidos industrialmente y de aquellos de materiales tradicionales,
- Sistemas que proporcionan protección especial contra fenómenos naturales,
- Sistemas que utilizan materiales de desecho como alternativas a las convencionales.

También se pudo incluir una gran cantidad de otros interesantes ejemplos, pero la elección está regida principalmente por la disponibilidad de información y el intento de cubrir un amplio rango de materiales y técnicas de construcción.

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">

Información fundamental sobre medidas de protección

[Agentes biológicos](#)

[Fuego](#)

[Viento y lluvia](#)

[Movimientos sísmicos](#)



Agentes biológicos

Generalidades

Los agentes biológicos que pueden causar problemas en las edificaciones son:

- Insectos (termitas, escarabajos, chinches triatómicos, cucarachas, mosquitos, moscas, etc.), que atacan y destruyen los materiales de construcción tales como la madera, el bambú, algunos plásticos, etc.), representan un peligro para la salud o simplemente son una molestia para los ocupantes;
- Animales (ratas, murciélagos, aves, culebras, etc.), que pueden anidar en cavidades inaccesibles, y no solo pueden crear problemas a la salud y molestias a los ocupantes sino que también restringen importantes funciones de la edificación, por ejemplo, los nidos que bloquean las aberturas de ventilación u obstruyen los drenajes;
- Hongos (mohos, tiznes, podredumbres, etc.), que se desarrollan en condiciones oscuras y húmedas en la madera y

otros materiales de construcción vegetales, algunos hongos no son destructivos (el tizne azul), mientras que otros (podredumbre seca, podredumbre húmeda) producen degradación y destrucción.

Existen muchos métodos de proteger las edificaciones y a sus ocupantes contra estos agentes, pero algunas medidas protectoras pueden crear nuevos problemas, si son implementados sin suficiente cuidado ni consideración sobre las consecuencias. Un buen diseño de construcción y empleo de materiales siempre deberían ser considerados antes de decidir emplear productos químicos, que pueden destruir hongos, insectos, ratas, mascotas, niños,

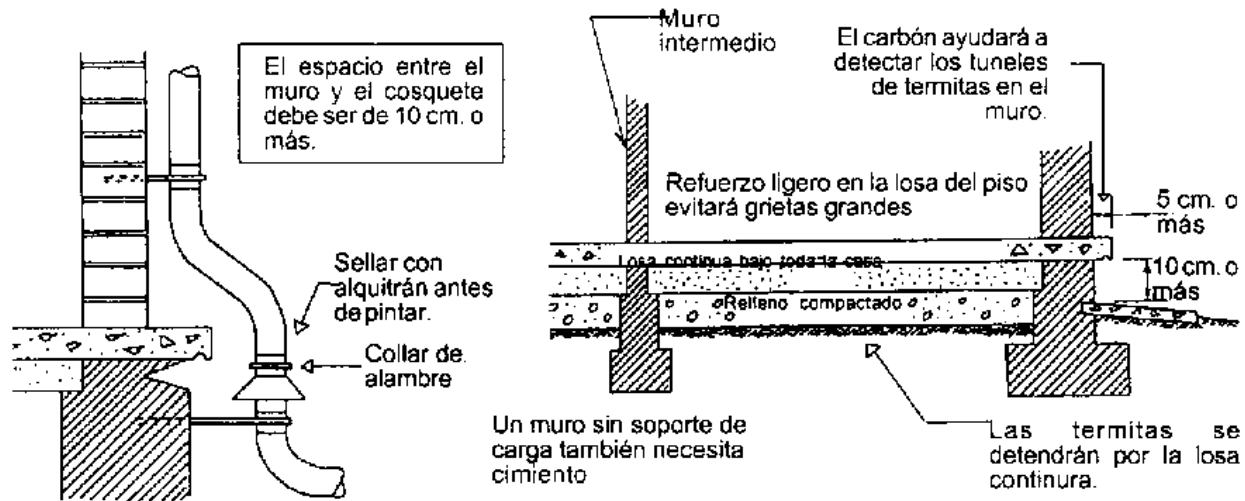
Medidas de Protección

Insectos

- Es vital el mantenimiento de las condiciones de limpieza en el lugar de la obra, ya que la vegetación densa, los escombros, la suciedad y la humedad proporcionan ambientes ideales para que los agentes biológicos crezcan. Si se encuentran colonias de termitas en las proximidades, se debe evitar en lo posible el empleo de materiales de construcción vegetales, o emplearlos sólo para elementos no estructurales.
- Un buen drenaje en el lugar de la obra es esencial, para evitar condiciones húmedas (que atraen insectos) y agua empozada (en lo cual los mosquitos se reproducen).
- En muchas publicaciones se aboga por envenenar la tierra debajo y alrededor de las edificaciones, pero debe recordarse que el veneno tarde o temprano será absorbido por el agua subterránea, perdiendo su efecto protector contra las termitas, y contaminando las reservas de agua potable.
- Una losa de piso de concreto reforzado continua debajo de toda la edificación es efectiva para mantener alejadas a las termitas subterráneas. Si se necesitan juntas, estas deben ser espesas y con pendiente o lengüeta y juntas ranuradas.
- Escudos contra termitas fijados en forma continua alrededor de la base de la edificación, ranuras en forma de V (ángulo de 45°) y casquetes de metal que se extienden de 5 a 8 cm. alrededor de los taldos y columnas,

proporcionan esquinas agudas, alrededor de las cuales no se pueden construir túneles de termitas. Estas también son barreras visibles que ayudan a detectar el desarrollo de túneles, que luego pueden ser destruidos.

Medidas de protección contra termitas (T.S0e, Bibl. 25.12)



- Edificaciones levantadas a 80-100 cm del suelo sobre postes o columnas (sin muros de zapata continuos) permiten inspecciones visuales por debajo del piso (para alejar a las termitas y otros insectos, y mantener condiciones limpias), y también facilitan la ventilación (manteniendo seco el piso). Las columnas y cimientos expuestos deberán ser pintados con un color claro para ayudar a detectar las galerías de termitas fácilmente a distancia.

- Los cimientos y losas de pisos deben ser construidos con mucho cuidado para evitar el desarrollo de grietas debido a los asentamientos diferenciales. Las grietas también se pueden producir por contracción durante el secado, tensiones mecánicas y térmicas, o mano de obra y materiales de mala calidad; y deberán ser selladas cuidadosamente,

especialmente las grietas en los muros, para evitar anidamientos de insectos, tales como los chinches triatomicos, que son responsables del mal de Chagas (una enfermedad que sufre más de 20 millones de personas en las áreas rurales de América Latina).

- Ciertas especies de madera y bambú tienen una resistencia natural al ataque de insectos, y se deben emplear siempre que sea posible. Sin embargo, estas especies usualmente son raras y caras, por lo que se emplean mayormente especies menos resistentes. Por ello, es necesario un secado adecuado y alguna forma de tratamiento químico para evitar un deterioro temprano. (Ver las secciones tituladas *Bambú* y *Madera*). Bajo ninguna circunstancia los elementos de madera o bambú deben ser empotrados en el suelo.
- Los mosquitos, moscas, termitas voladoras y otros numerosos insectos pueden mantenerse alejados de las edificaciones recubriendo todas las aberturas con una malla de alambre fina, pero esto también produce una reducción de la ventilación cruzado.
- En la República Federal de Alemania se están investigando nuevos métodos de control de las termitas a través de medios naturales (Bibl. 25.12): mediante cruces de reproducción especiales y eliminación de la capacidad reproductora de las termitas; produciendo hormonas sexuales para desorientar a las termitas o compuestos alarmantes y repelentes que provocan una reacción de escape; sometiendo a las termitas a ciertos hongos tóxicos (efectivo sólo en las tres primeras semanas de vida del hongo). Sin embargo, estos métodos biotécnicos y microbiológicos aún presentan problemas que justifican una intensiva investigación.

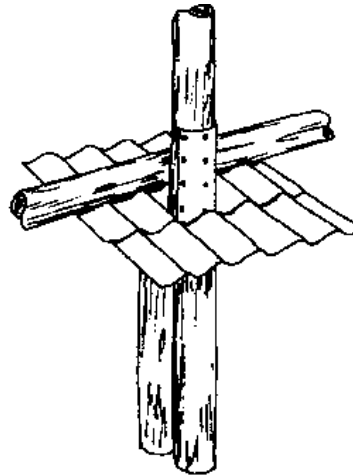
Animales

- Las ratas y ratones son eliminados privándolos de lugares para anidar y cualquier fuente de alimentación. Se deben retirar las pilas de basura, los montones de piedras y madera, la hierba crecida, etc.
- Los almacenes de comida pueden hacerse a prueba de ratas si la puerta esta lo suficientemente arriba del suelo y, por lo tanto, inaccesible para las ratas. Listones de laminas de metal de aprox. 30 cm de ancho, que van paralelas y a 60 cm del piso, evitan que las ratas trepen los muros. Los casquetes metálicos contra termitas, que sobresalen hacia

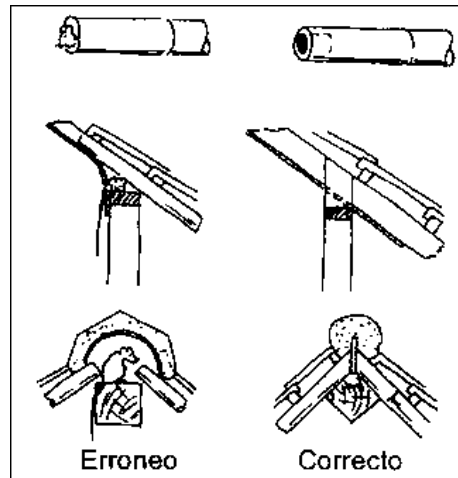
afuera (aprox. 20 cm), evitan que se trepen a las columnas y tubos.

- Las losas de pisos de concreto evitan que los animales tengan acceso a la edificación por debajo.
- Las aves y murciélagos, que anidan bajo los techos o en cavidades, y las culebras y otros animales que pueden entrar por los tubos y ranuras de ventilación, se mantiene alejados cubriendo todas las aberturas con una malla de alambre.

Un simple protector contra ratas (Bibl. 25.08)



Prevenición de Nido de Ratas (Bibl. 13.13)



- En general, superficies duras, lisas, condiciones limpias e inspecciones regulares son muy efectivas en mantener un lugar sin plagas.

Hongos

- Los hongos son plantas simples que no pueden producir su propia alimentación del aire, agua ni luz solar, pero viven sobre materias orgánicas muertas (madera, bambú, etc.) ubicadas en lugares húmedos, oscuros, cálidos y pobremente ventilados. Por ello, la mejor protección contra los hongos es mantener condiciones limpias, secas y bien ventiladas. El contenido de humedad de la madera debe ser menos de 20% (obtenido mediante un secado adecuado).
- Las temperaturas bajo 0°C (poco realista en los trópicos) y sobre los 40°C también evitan el crecimiento de hongos, así como la inmersión completa en el agua.
- Los diseños con madera y otros materiales vegetales deben asegurar un drenaje rápido del agua y evitar el contacto

directo con el concreto o mampostería (lo cual se obtiene colocando una membrana impermeable para separar los materiales).

- La madera, afectada por la podredumbre seca, se debe reemplazar preferiblemente por un componente fresco, inafectado, mientras que la madera afectada debe ser quemada.
- El tratamiento químico puede ayudar a eliminar los hongos, pero aquí también se aplican los comentarios de las secciones *Bambú* y *Madera*.



Fuego

Generalidades

El fuego es una reacción química que se produce cuando un material combustible es calentado en presencia de oxígeno. El combustible líquido y sólido desprenden gases cuando es calentado y combustiona como llama.

El área superficial de un material respecto a su volumen y densidad es un criterio importante para medir su capacidad de combustión. Los materiales sólidos, gruesos son relativamente difícil de prender y quemar solo en o cerca de la superficie. Las láminas delgadas se prenden rápidamente mientras que los materiales pulverizados o divididos finamente pueden volverse explosivos cuando son suspendidos en el aire.

El fuego se puede originar en las edificaciones por accidente (ejem. cuando se cocina en fuego abierto, lo que es común en muchos países en desarrollo), por auto ignición (ejem por la descarga de chispas ocasionadas por la fricción entre materiales en condiciones muy secas, o por la concentración de los rayos del sol mediante lentes de ciertos vidrios), o por fenómenos naturales (ejem. relámpagos o movimientos sísmicos).

Los efectos dañinos del fuego en las edificaciones dependen del material empleado y del diseño y construcción de la edificación. Algunos materiales simplemente se contraen y agrietan, mientras que otros pueden expandirse, derretirse o desintegrarse causando una total destrucción. Las vidas humanas corren peligro de quemaduras, por colapso de techos y muros, por inhalación de humo y gases tóxicos, el pánico y pérdida del conocimiento y de la visión.

En zonas cálido seco, las casas están normalmente construidas con materiales gruesos, pesados, que no se inflaman fácilmente. En zonas cálido húmeda, los materiales combustibles son comúnmente empleados, pero la humedad y las lluvias pueden tener el mismo efecto. Sin embargo, siempre hay peligro de fuego en todas las zonas climáticas, y debe tenerse en cuenta en todo diseño de edificación.

Medidas de Protección

- Con respecto a la confección de planos en zonas cálida húmeda, en donde las edificaciones generalmente están colocadas a distancia para una buena ventilación cruzada, también debe tenerse cuidado en mantener una buena distancia entre las edificaciones en la dirección del viento predominante, para evitar la propagación del fuego de una casa a otra.
- Un diseño climáticamente apropiado en zonas secas cálido seco exigen espaciamientos cerrados de las edificaciones pero son esencialmente rutas de escape suficientemente anchas y caminos de acceso para vehículos extinguidores de incendios.
- Los elementos de construcción combustibles no deben empicarse a menos de 1 metro de fuentes potencia es de fuego (hornos, chimeneas, etc.); igualmente los materiales combustibles almacenados dentro y cerca de la casa deben estar protegidos de estas fuentes mediante materiales no combustibles (ejem. yeso, vidrio, ladrillos, concreto, metal, piedras, lana mineral).
- El diseño de las cavidades debe tomar en cuenta que estas pueden ser campanas de combustión, y que pueden extender rápidamente el fuego.

- Es posible el tratamiento químico de maderas y otros productos vegetales (principalmente impregnación con compuestos de borax), pero es caro, y nunca se obtiene una resistencia total.
- El CBRI, de Roorkee en India, ha desarrollado un retardador de fuego para construcciones de techo de paja: sobre la superficie superior se aplica un enlucido de barro estabilizado con betón resistente a la erosión y las grietas producidas por contracción durante el secado son selladas con una lechada de barro y estirecol mezclado con una pequeña proporción de betón diluido. En este sentido la densa capa de revestimiento detiene el paso de aire y retarda la ignición por una hora como mínimo. Como ventaja adicional, el techo es impermeable.
- Como una medida de precaución general, es aconsejable tener cerca una reserva de agua, una bomba y manguera, y/o extinguidores de fuego manuales.

Materiales Combustibles y No-combustibles (Bibl. 00.14)

Combustible

- Madera (incluso si esta impregnado con retardador de llamas)
- Tablero de fibra para edificaciones (incluso si están impregnadas con retardador de fuego)
- Corcho
- Losas de lana de madera
- Losas de paja comprimida
- Tablero de enlucidos de yeso (enlucido combustible debido al papel)
- Fieltras bituminosas (incluyen fieltro a base de fibra de asbesto)
- Lana de vidrio o mineral con revestimiento o agentes adhesivos combustibles
- Láminas de metal protegidas con betón
- Todos los plásticos y gomas

No-Combustible

- Productos de asbesto-cemento
- Productos de fibro concreto
- Enlucido de yeso
- Vidrio
- Lana de vidrio (con no más de 4-5% de agentes adhesivos)
- Ladrillos
- Piedras
- Concretos
- Metales
- Vermiculita
- Lana mineral



Viento y lluvia

Generalidades

Los fenómenos tratados en esta sección son: principalmente de tres tipos

- Arena y polvo
- Lluvias tropicales
- Ciclones

Arena y Polvo

- En zonas cálida seca éstos son fenómenos muy comunes, capaces de causar problemas de durabilidad de los

elementos de las edificaciones y causar mucha molestia a sus ocupantes.

- La continua embestida del viento con arena tiene un efecto abrasivo en las superficies; la arena y el polvo pueden penetrar a los edificios por fisuras o juntas entre materiales; la acumulación de arena en partes de un edificio puede ser una molestia, pero también un peligro, si la carga se incrementa sobre los elementos de construcción débiles; lluvia mezclada con polvo y arena pueden producir fango.
- Bajo condiciones normales partículas de arena ruedan o rebotan sobre superficies duras hasta alturas de 1 a 4,5 metros, mientras que polvo puede llegar a cualquier altura dentro de la atmósfera terrestre.

Lluvias Tropicales

- Estas ocurren intempestivamente y son de gran intensidad, causando inundaciones en muy poco tiempo.
- Las fuertes lluvias en los trópicos pueden aflojar y mover los elementos de un edificio; causando roturas y filtraciones de agua, pueden eliminar lavando las capas de revestimiento, insecticidas y fungicidas; y causan ruidos insoportables sobre ciertos tipos de techos.
- La inundación de los edificios obliga a la gente a refugiarse sobre los techos, que pueden colapsar por la sobre carga.
- El ablandamiento del terreno y su efecto directo sobre la cimentación puede causar serios daños a los edificios.
- Humedecimiento de los edificios por causa de la lluvia fomenta el crecimiento de hongos y corrosión de metales.

Ciclones

- Estas tormentas, comúnmente llamadas huracanes (en las regiones del Atlántico y del Caribe), tifones (en la región del Pacífico) o tornados (en todas las regiones), pueden alcanzar velocidades que sobrepasan 300 km. por hora. Los huracanes y tifones normalmente son acompañados por lluvias torrenciales, y como ocurren principalmente en zonas costeras o en islas, crean marejadas, que impulsan el agua del mar varios kilómetros tierra adentro, causando

inundaciones y destrucción.

- La alta presión del viento afecta todas las partes del edificio, de manera que las edificaciones ligeras son más vulnerables. Los techos con pendientes menores de 30° pueden ser arrancados por la alta presión negativa (succión) en el lado de sotavento.
- Escombros llevados por el aire también provocan considerable destrucción; a causa de la lluvia que impacta contra la edificación, el agua penetra por las zonas desprotegidas; los elementos son removidos y arrastrados por las aguas; los árboles, postes eléctricos, chimeneas, etc., caen sobre las casas y las personas; y en general los efectos de los ciclones tropicales son la causa de miles de muertos y de total devastación.

Medidas de Protección

Arena y Polvo

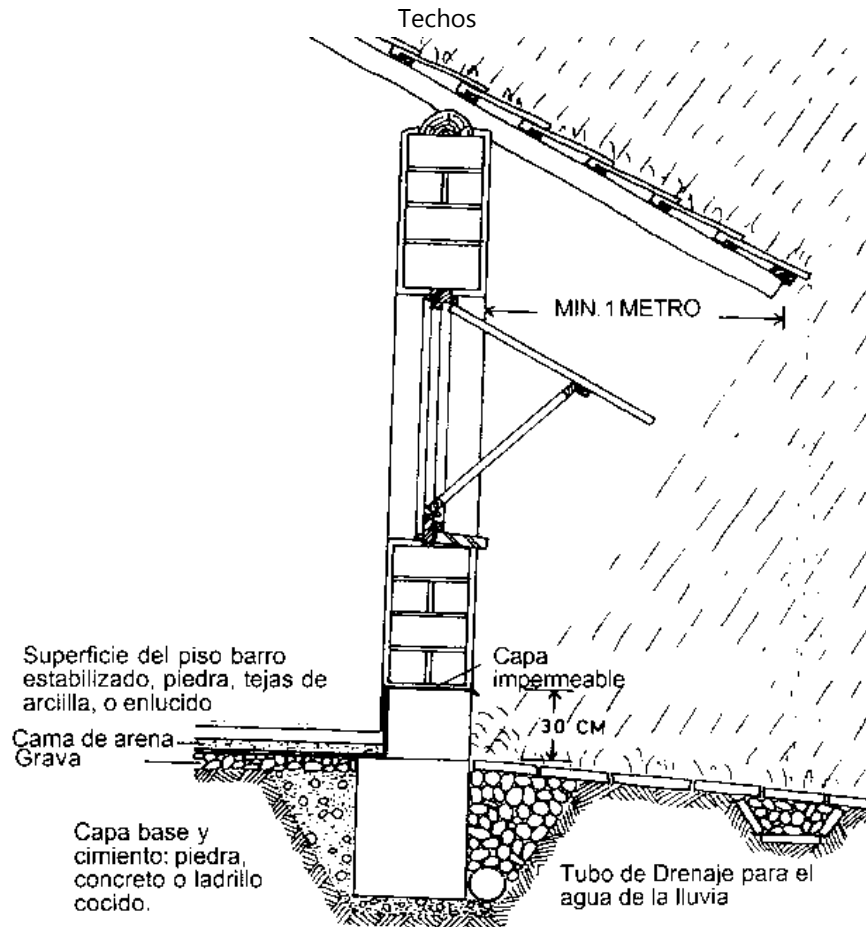
- Las casas pueden ser protegidas de forma efectiva contra arena llevada por el viento, rodeándola con barreras contra arena de por lo menos 1,60 m de alto (por ejemplo, muros de mampostería). Mejor son casas con un patio interior y muros exteriores sin aberturas, o en todo caso solo pequeñas y ubicadas en la parte superior.
- La vegetación alrededor de la casa puede reducir considerablemente el impacto de la arena y el polvo arrastrado por el viento. Las calles angostas en forma de zig-zag, con muros altos por ambos lados producen un efecto similar.
- Se deben evitar partes sobresalientes y cavidades en muros exteriores, para evitar la acumulación de arena y polvo. Las superficies deben ser lisas y resistentes a la abrasión.

Lluvias Tropicales

- La ubicación de las edificaciones deben facilitar un rápido drenaje del agua. Es importante que las casas estén suficientemente elevadas sobre el nivel del terreno y tengan canales de drenaje a su alrededor.

- Para proteger los muros exteriores y sus aberturas se requiere de techos con grandes aleros, que descargan el agua de la lluvia lo suficientemente alejada de la base de los muros, evitando que éstas se ensucien y erosionen por efecto del agua que cae.
- Juntas impermeables herméticas y materiales resistentes al agua o tratamientos de la superficie son esenciales para evitar la penetración de la lluvia. También la ventilación cruzada para eliminar la humedad es de suma importancia.
- Insecticidas y fungicidas aplicados exteriormente pueden ser lavados, perdiendo su efecto protector, y además contaminando los alrededores; razón por lo que éstos deben ser aplicados con mucho cuidado, y en lo posible no ser usados.
- Elementos y uniones metálicas que son propensos a la corrosión tienen que ser protegidos de la lluvia y ser bien ventiladas para evitar la retención de humedad.
- Para evitar problemas de ruido sobre los techos de láminas metálicas corrugadas se deben prever distancias menores entre apoyos, aplicar un revestimiento bituminoso en la parte inferior de las láminas, arandelas de goma en los puntos de fijación, y una capa aislante o cieloraso suspendido, todas contribuyen a la reducción del ruido; en combinación unas con las otras son efectivas. También se usan capas de paja como protección sobre las láminas metálicas, debiendo éstas estar bien sujetas, ya que el viento las puede arrancar.
- En zonas propensas a ser inundadas, los techos deben ser especialmente resistentes para que puedan aguantar el peso de los habitantes que buscan refugio. Es útil tener espacio de almacenamiento debajo del techo y salidas de escape para el aire atrapado. Prever construcciones que permitan que la casa flote, cuando el nivel del agua sube puede evitar daños, siempre y cuando éstas estén fijadas o ancladas.

Protección de una construcción de adobe contra la lluvia (Bibl. 00.12)



Ciclones

- Las edificaciones deben ser ubicadas preferentemente en zonas altas, suficientemente alejadas de la orilla del mar, y se debe observar que la topografía o edificaciones circundantes no causen un efecto de túnel, que incrementaría la velocidad del viento. Grupos de árboles actúan como rompe vientos naturales.
- La cimentación debe ser dimensionada generosamente y ancha en la base, para resistir las fuerzas que producen levantamiento o la inclinación provocada por presiones laterales. La unión entre cimientos, muros y columnas deben ser especialmente fuertes.
- Se puede aumentar la estabilidad, dividiendo la planta en cuartos más pequeños, siempre y cuando los muros sean lo suficientemente resistentes para aguantar fuerzas laterales (por ejemplo, esquinas reforzadas, arriostramiento diagonal, etc.) y bien fijados a la cimentación y al techo; los muros exteriores deben ser lisos y aerodinámicos (por ejemplo, esquinas redondas, sin elementos sobresalientes) ofreciendo la menor resistencia posible al viento.
- Los techos deben tener una inclinación mínima de 30°, para reducir el peligro de ser levantado, y por la misma razón se deben evitar grandes aleros (lo que contradice los requerimientos de protección contra la lluvia); la fijación de la sub-estructura debe ser especialmente rígida y resistente, ya que las fuerzas actúan por todos lados.
- Las aberturas deben ser pequeñas y estar dotadas de persianas (plegables o corredizas, mejor que con bisagras); se deben evitar los cristales, especialmente los de poco espesor.
- En general las mejores medidas de protección son, buen material y mano de obra, y prever en el proyecto el fácil acceso a las partes vulnerables, que permitan inspecciones y mantenimiento regular.

Criterios para construcciones que deben resistir fuertes vientos (Bibl. 25.06)

LOCALIZACIÓN:

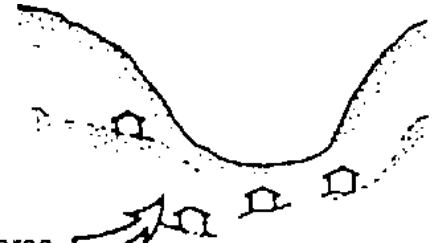


1. Tomar ventaja de los rompe viento naturales, tales como árboles o muros.

Rompeviento, cuando se decida el lugar para una construcción.



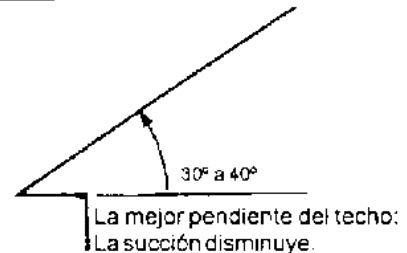
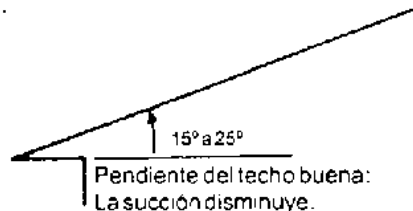
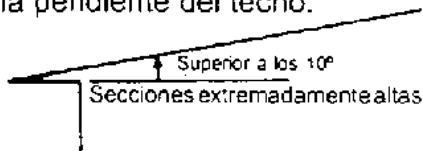
2. Tener cuidado en los lugares sobre colinas en donde la velocidad del viento puede ser mucho mayor.



3. Los valles pueden aumentar la velocidad del viento.

FORMA DE LA CONSTRUCCION:

4. Considerar cuidadosamente la pendiente del techo.



Movimientos sísmicos

Generalidades

De todos los desastres naturales, los movimientos sísmicos causan el mayor numero de muertos y de destrucción.

Estos ocurren generalmente sin ningún aviso previo, y dependiendo de su intensidad, pueden convertir en un par de segundos a una ciudad próspera en un cerro de escombros.

Son varias las causas que provocan movimientos sísmicos, siendo la más conocida el desplazamiento de las placas continentales (unos milímetros por año), que colisionan, empujan o causan fricción entre ellas, generando inmensas tensiones en las formaciones rocosas, que en determinado momento buscan un nuevo equilibrio, a través de un repentino movimiento violento, emitiendo ondas sísmicas en todas las direcciones. Otra causa es la erupción de magma líquida a través de grietas en la capa terrestre, que puede ocurrir en el fondo del mar o en forma de erupciones volcánicas. Los movimientos sísmicos en el fondo del mar (maremotos) dan lugar a tsunamis (nombre japonés para las olas provocadas por maremotos), que pueden causar total destrucción de zonas costeras. Las erupciones volcánicas afectan comparativamente un área mucho menor y los daños son causados mayormente por la lava y ceniza que cubre los campos y las casas.

Movimientos sísmicos artificiales han sido provocados recientemente, a causa de la construcción de grandes represas, que dada la gran presión que ejerce el volumen de agua sobre el terreno, lubrica las fallas geológicas, y en determinado momento liberan las fuerzas acumuladas en forma de ondas sísmicas. La explotación de petróleo y gases naturales crea un desequilibrio de presiones, que también puede desencadenar ondas sísmicas.

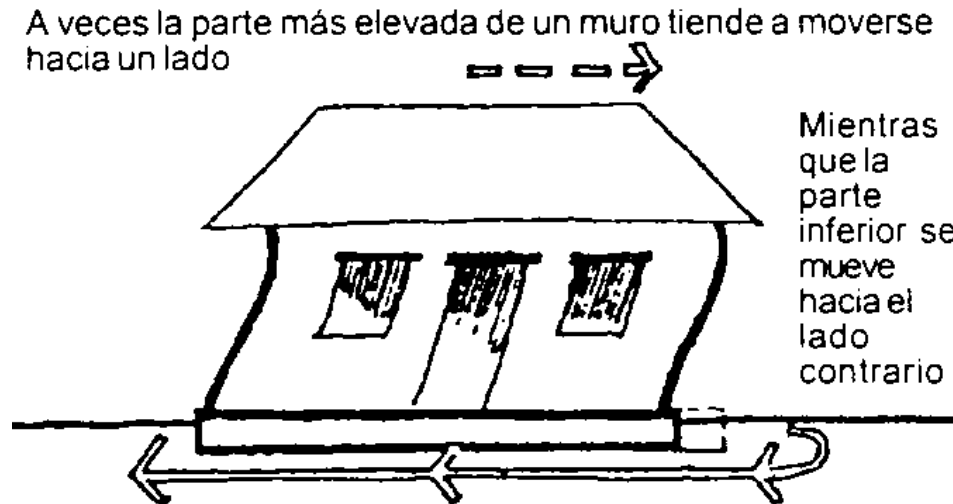
Estas causas hacen que ciertas regiones sean más propensas a movimientos sísmicos que otras; pero las previsiones exactas, indicando el momento y la hora e intensidad aun no son posibles. En zonas sísmicas se deben prever medidas especiales de seguridad, que minimicen los daños de vidas y de la propiedad, pero difícilmente se lograrán una seguridad absoluta.

Las ondas sísmicas están compuestas de movimientos horizontales, verticales y de torsión que actúan simultáneamente. Elementos débiles e inflexibles se parten o se desintegran; los materiales elásticos vibran y absorben las ondulaciones; mientras que elementos resistentes y rígidos mayormente no son afectados. La destrucción de los edificios empieza principalmente a causa de muros que se desploman, seguidos de los entresijos y de los techos, que a falta de soporte caen de inmediato, enterrando a los moradores y sus pertenencias debajo de los escombros. Sin embargo, daños mucho mayores son causados por efectos secundarios de los sismos, como son

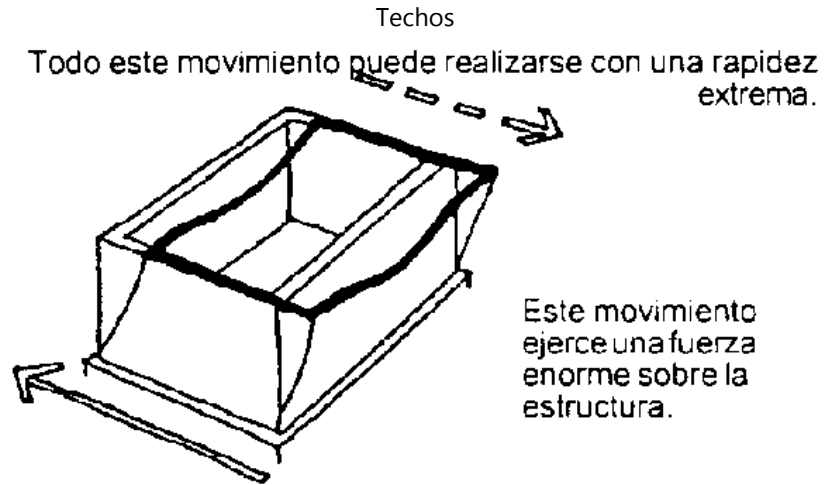
incendios, desprendimiento de tierras, rotura de represas, epidemias, etc. Una serie de movimientos menores se producen después de sismos mayores, que pueden provocar más colapsos de edificaciones, complicando tremendamente las labores de rescate.

Los siniestros más grandes ocurren en zonas de viviendas humildes, donde las casas son construidas con materiales baratos y malos y métodos poco desarrollados, y en zonas peligrosas, como laderas, zonas costeras, valles debajo de represas, etc. Sismos de intensidad comparable producen mucho menos daños y muertes en países industrializados y en zonas urbanas más desarrolladas del tercer mundo, que en zonas rurales humildes o barrios marginales de países en vías de desarrollo. De ahí que los temblores de tierra son a menudo llamados "temblores de clase"

A - Efectos y daños típicos de sismos (dibujos de John Norton, Bibl. 25.10)

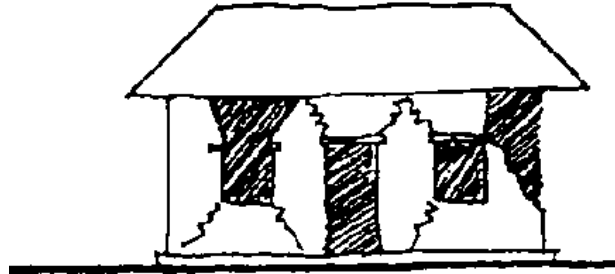


B - Efectos y daños típicos de sismos (dibujos de John Norton, Bibl. 25.10)



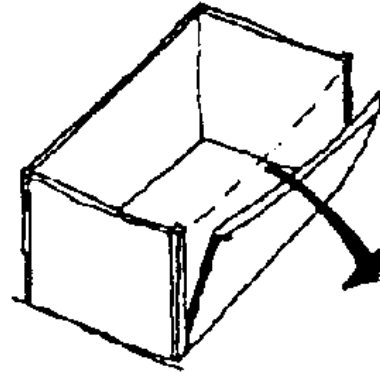
C - Efectos y daños típicos de sismos (dibujos de John Norton, Bibl. 25.10)

La tensión resultante de tal movimiento
causará fisuras y derrumbes al mismo
tiempo



D - Efectos y daños típicos de sismos (dibujos de John Norton, Bibl. 25.10)

Techos
Los muros pueden
caer

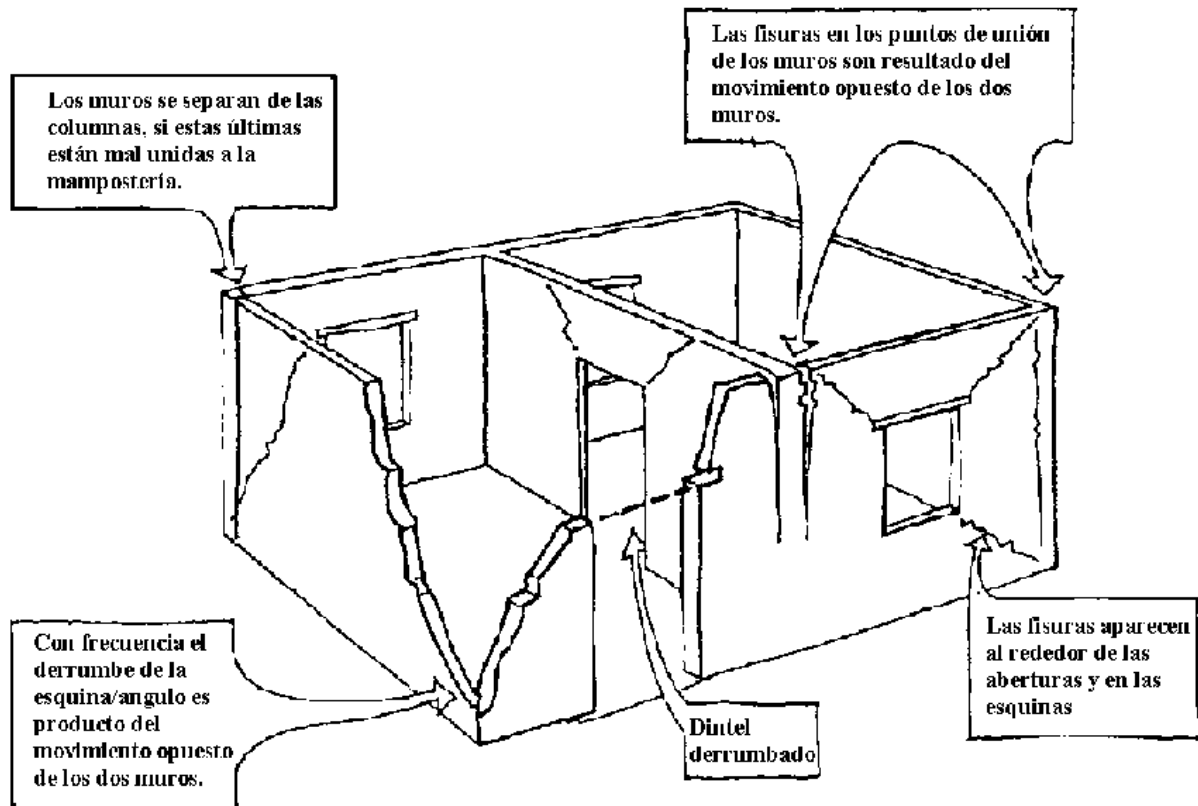


E - Efectos y daños típicos de sismos (dibujos de John Norton, Bibl. 25.10)

Si sólo una parte de la
edificación no se cayó, ello
puede causar su derrumbe
total.



F - Efectos y daños típicos de sismos (dibujos de John Norton, Bibl. 25.10)



Medidas de Protección

- Las edificaciones no deben ser ubicadas en laderas o cerca de las mismas (peligro de desprendimientos de tierra, avalanchas) o cerca del mar (riesgo de tsunamis); se debe mantener a distancia suficiente de las estructuras vecinas

(peligro de colapso), sobre todo en dirección predominante del viento (riesgo de incendio), y dedujo de represas (peligro de rotura de las mismas). No se debe construir sobre rellenos de acequias y ríos.

- Las formas de las edificaciones deben ser simples y simétricas (tanto horizontal, como verticalmente); las formas complicadas son factibles, siempre y cuando estén subdivididas en elementos simples e independientes.

Figura 1

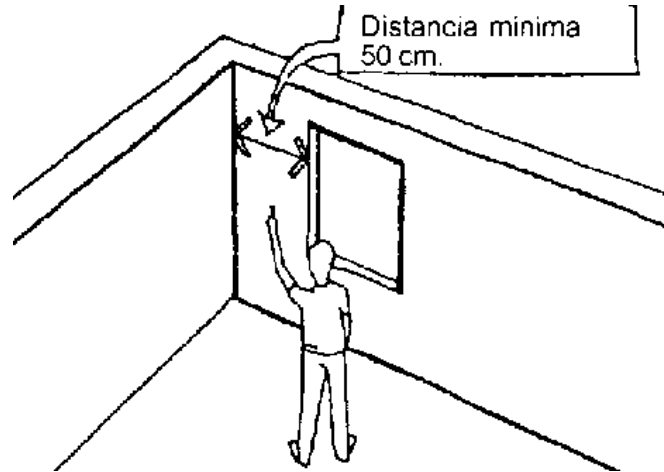
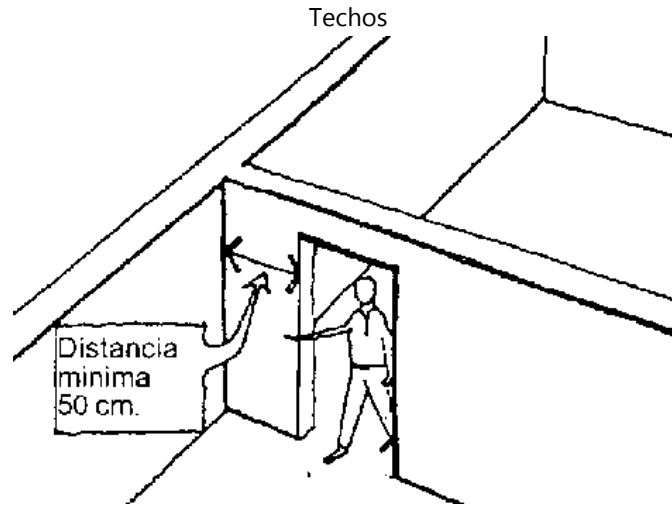


Figura 2

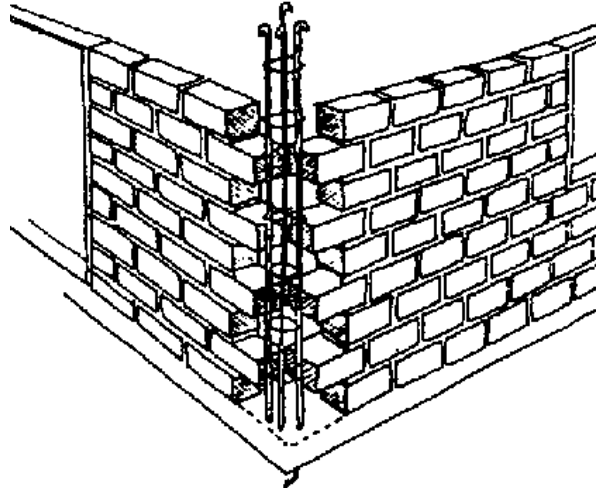


- Las cimentaciones deberán ser de concreto armado, construidas sobre terreno firme, mantener una profundidad uniforme (no escalonar en terrenos inclinados) y tener una armadura continua. Sobre suelos de poca resistencia, una cimentación a base de una losa armada presenta la ventaja de "flotar" sobre las ondas sísmicas, evitando así mayores daños.
- Los muros deben ser relativamente livianos (para bajar el centro de gravedad de la edificación y reducir la posibilidad de colapso de los muros), capaces de absorber las vibraciones, pero estar rigidamente unidos a la cimentación, a muros contiguos y a techos. Estructuras de esqueleto de madera, bambú, concreto armado y acero, con elementos de cierre livianos, resisten muy bien a los sismos. Los muros portantes de mampostería convencional requieren en la parte superior de una viga de arriostre en forma de anillo, para evitar que éstos colapsen.
- Las aberturas deberán ser pequeñas, ubicadas a no menos de 50 cm de las esquinas o de otras aberturas; se deberán evitar cristales de vidrio.

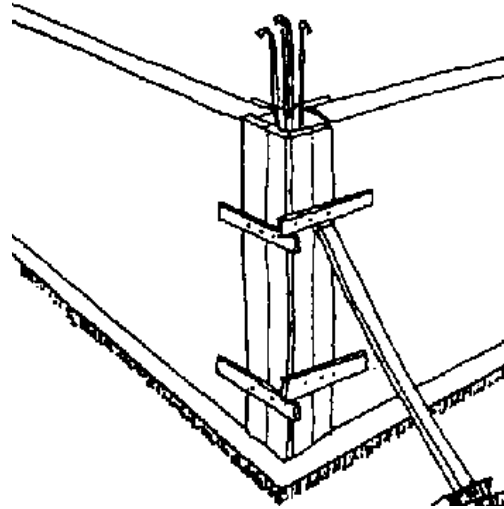
- Los techos deben ser lo más livianos posibles, o monolíticos (con una alta resistencia a la tracción, p.ej. de concreto armado) o de elementos fuertes pero flexibles, fijados fuertemente a la estructura portante; de formas compactas, simétricas con luces mínimas. Los techos deben asegurarse a la viga de arriostre o a la estructura portante. Como alternativa, el techo puede estar montado sobre una estructura independiente de los muros, que en caso de que estos colapsen, evita que se dañe también el techo.
- Los elementos sobrepuestos (p.ej. parapetos, chimeneas, tanques de agua), deben estar muy bien fijados para evitar su desprendimiento.
- Los muros de piedra, tierra o ladrillo tienen una resistencia sísmica pobre. Esta puede mejorarse reforzando las esquinas; las vigas de arriostre son esenciales. Se deben evitar muros y cúpulas de mampostería en zonas sísmicas. Las cubiertas de tejas de barro requieren de una sólida estructura portante, que son un peligro en caso de que colapsen. Las tejas tienden a caerse por las vibraciones.
- El concreto armado y el fibrocemento son materiales ideales para construcciones sísmicas, siempre y cuando la calidad del cemento, de los áridos y de la mano de obra sean buenas y las armaduras metálicas estén protegidas contra la corrosión. Las estructuras de concreto armado y las estructuras laminares esbeltas son mejores; pero deben evitarse los techos de losas pesadas de concreto.
- Estructuras de madera y de bambú con muros de cerramientos livianos ofrecen una óptima resistencia sísmica, y causan menos daños en caso de colapsar, pero representan riesgo de incendio, que es importante durante los terremotos (debido a rotura de chimeneas, de tuberías de gas o suministro eléctrico, etc.). La protección contra los agentes biológicos es fundamental para evitar el debilitamiento de la estructura.
- Las estructuras metálicas posibilitan construcciones livianas y flexibles; el diseño y el dimensionamiento debe considerar el riesgo de pandeo; la protección contra el fuego y una buena resistencia a la corrosión son esenciales. Los techos de láminas metálicas se comportan bien durante los sismos.
- Medidas de precauciones generales son en todo los casos buena mano de obra e inspecciones periódicas de las

partes críticas que requieren de mantenimiento y reparación; como también a todas las medidas de protección contra incendio.

A - Refuerzo de muros de mampostería con concreto armado (Bibl. 25.10)



B - Refuerzo de muros de mampostería con concreto armado (Bibl. 25.10)



[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

Ejemplos de materiales de cimentación

[Cimentos de piedra natural](#)

[Cimientos de tierra apisonada](#)

[Cimientos de ladrillos](#)

[Cimentaciones de concreto](#)

[Pilotes de tiras de bambú](#)

[Cimentación con postes de madera](#)



Cimientos de piedra natural

CARACTERÍSTICAS:

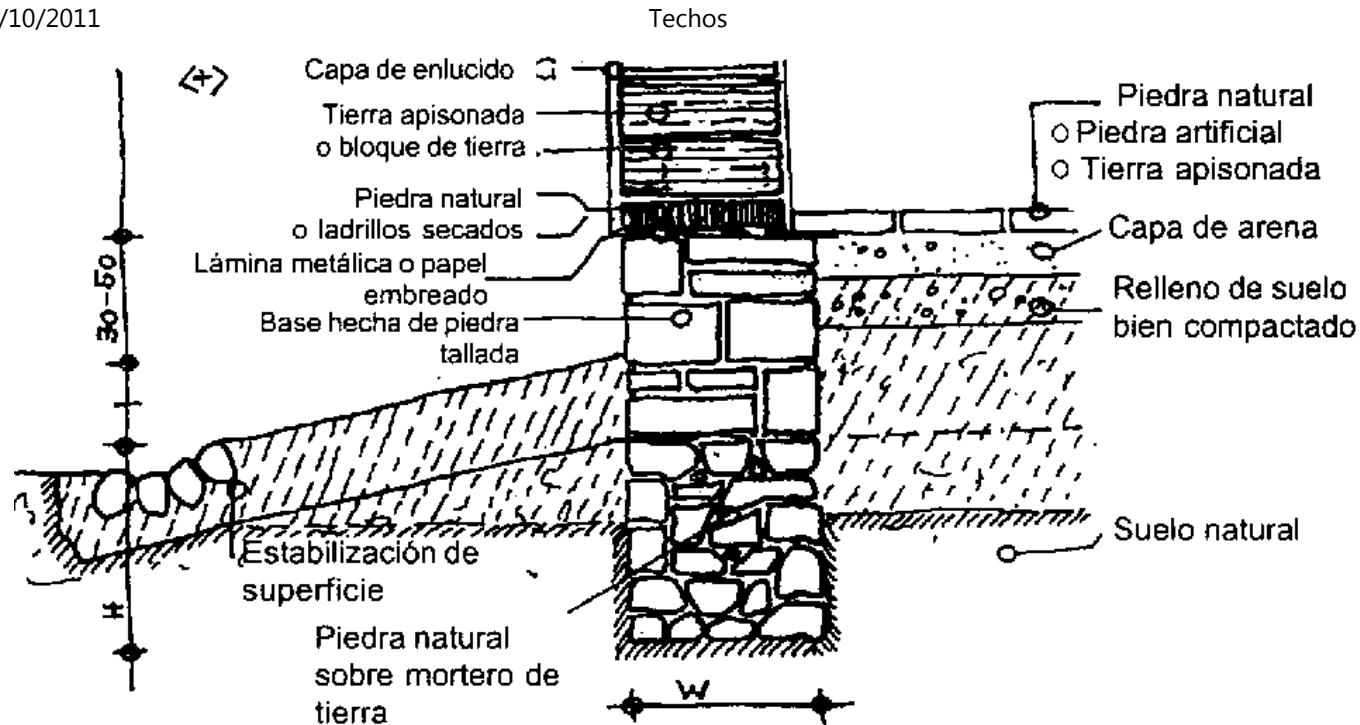
Propiedades especiales	Apropiado donde el concreto es caro
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Buena
Capacidad requerida	Mano de obra especializada
Equipamiento requerido	Equipo para mampostería
Resistencia sísmica	Mediana a buena; depende del diseño integral
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Muy buena
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Aplicación común

BREVE DESCRIPCIÓN:

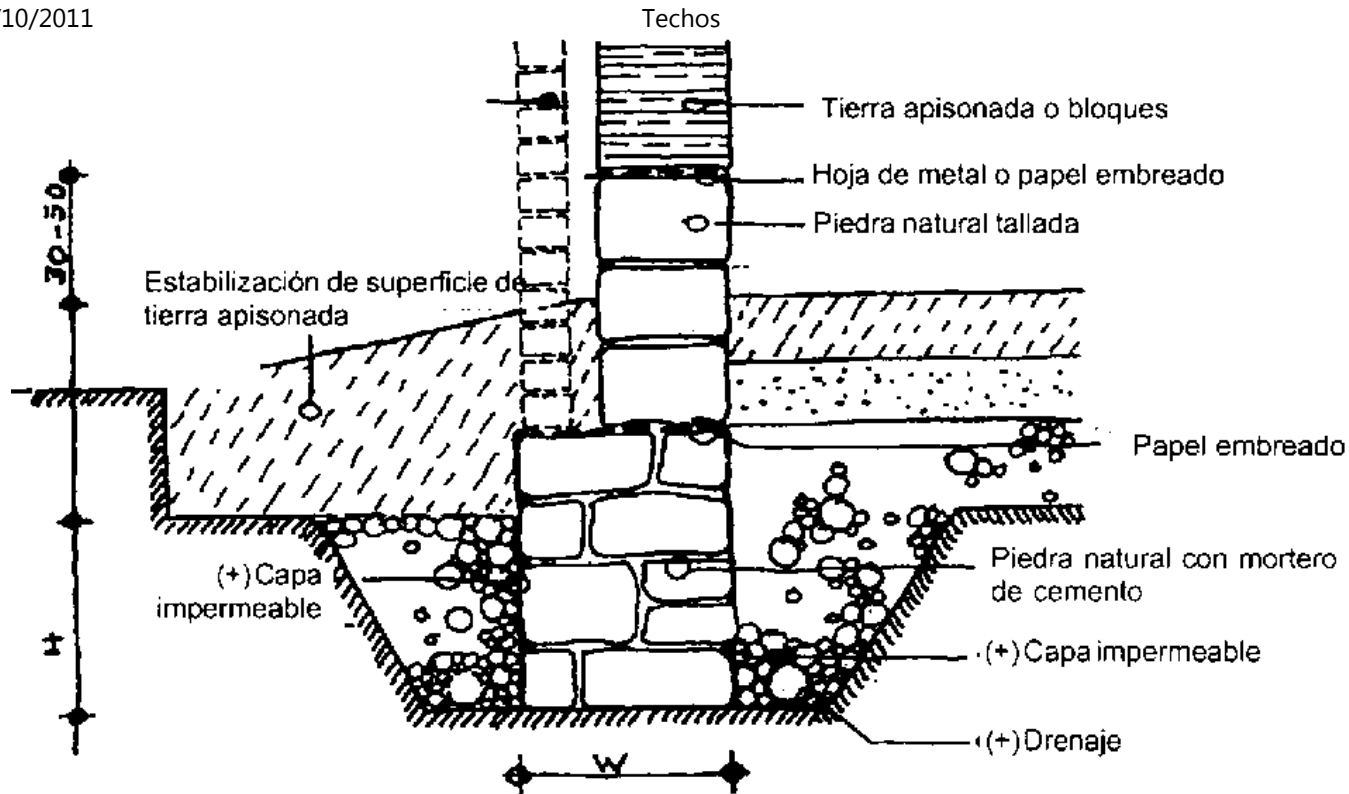
- Cimientos de piedra se construyen con piedra bruta o piedra labrada; soluciones similares son posibles utilizando ladrillos rotos o pedazos de concreto de demoliciones.
- La calidad del mortero es importante, para lograr una resistencia buena. Un ejemplo de buena mezcla es:
 - 4 partes cemento
 - 1 parte de cal
 - 12 partes de arena limpia
 - suficiente agua para lograr una masa trabajable.
- Los cimientos deben apoyarse sobre terreno firme, uniforme y resistente, y no sobre hierba, tierra negra fértil, rellenos o barro.
- Como base de los cimientos, se debe prever una capa de concreto pobre (min. 5 cm) o arena apisonada; profundidad mínima 40 cm.
- En zonas sísmicas, se requieren reforzar con malla de alambre o barra de acero, de debe solicitar asesoría profesional

Información adicional: Bibl. 01.01, 01.05, 01.06, 20.05.

Piedra en mortero de tierra (Bibl. 20.05)



Piedra en mortero de cemento (Bibl. 20.05)



Cimientos de tierra apisonada

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Usado solo para construcciones de tierra en zonas secas
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Mala a mediana
Capacitación requerida	Mano de obra semi-especializada
Equipamiento requerido	Equipos de excavación y apisonamiento
Resistencia sísmica	Baja
Resistencia a huracanes	Baja
Resistencia a la lluvia	Baja
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Solo climas muy secos
Grado de experiencia	Método tradicional

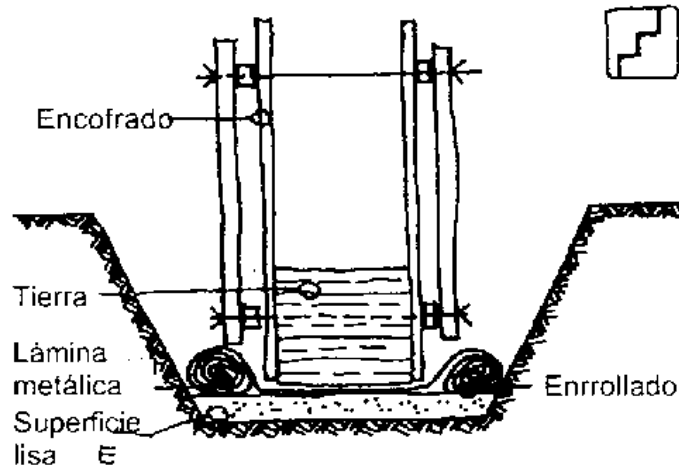
BREVE DESCRIPCIÓN:

- Los cimientos de tierra apisonada se construyen con suelo bien graduado, añadiendo preferiblemente un estabilizador para aumentar las resistencias mecánicas y al agua.
- El terreno debe estar bien drenado y la cimentación se debe proteger de la humedad del terreno con láminas plásticas o fieltro asfáltico. Pintura asfáltica o enchapes piedra bruta o ladrillos cocidos pueden ser usados como alternativas.
- Si existen dudas respecto al uso de una cimentación de tierra apisonada, es mejor no usarla. En su lugar se pueden usar bloque de suelo estabilizado, pero aplicando las mismas medidas de protección.

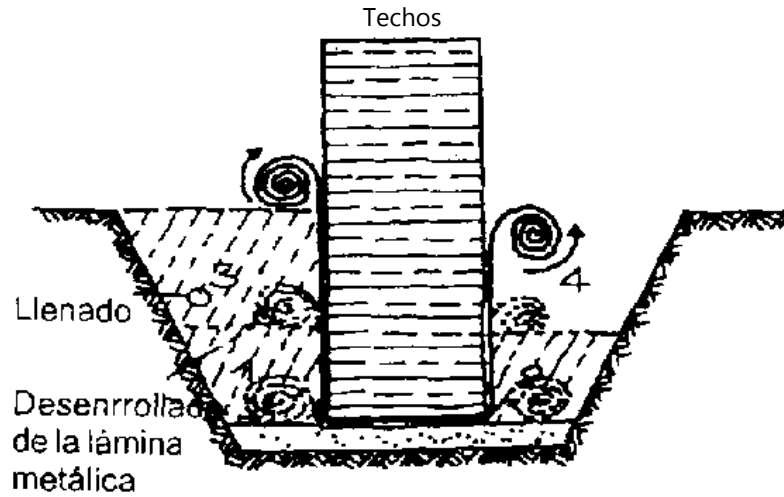
- Siempre que sea posible, la cimentación debe apoyarse sobre una base de concreto pobre.
- La cimentación se construye con encofrados, igual que los muros: capas de 10 cm de suelo son apisonadas hasta 6-7 cm, antes de añadir la próxima capa.

Mejor información: Bibl. 02.06, 02.08, 02.19, 02.32, 20.05.

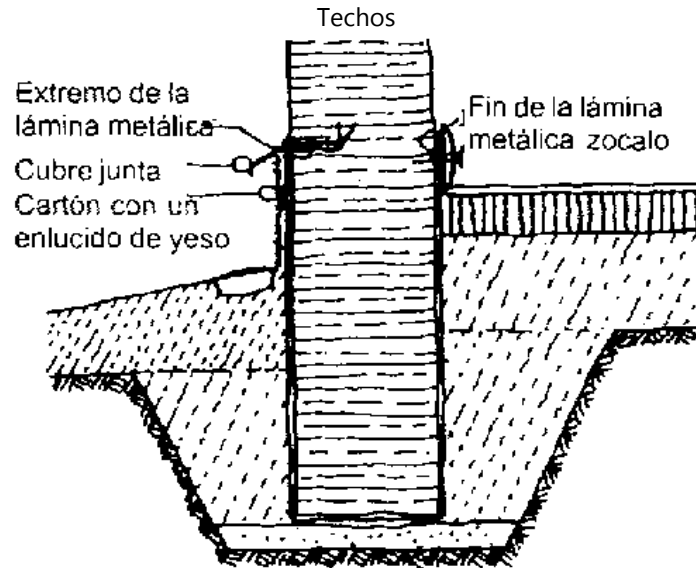
A - Procedimiento para la construcción de cimientos de tierra apisonada (Bibl. 20.05)



B - Procedimiento para la construcción de cimientos de tierra apisonada (Bibl. 20.05)



C - Procedimiento para la construcción de techos de tierra apisonada (Bibl. 20.05)



Quite la capa vegetal hasta la capa resistente.

Coloque una capa delgada de arena o tierra sobre la capa resistente para aislarlo.

Corte las piezas de esquina de la lámina metálica.

Coloque la lámina metálica sobre el terreno siguiendo la línea del cemento

Traslape las piezas para conseguir su impermeabilidad >20 cm.

Proteger los extremos enrollados contra los daños.

Coloque en el encofrado sobre la lámina metálica. Coloque capas de tierra en el encofrado y apisonelo (o bloques de tierra).

Deje que la tierra del cimientado se seque, y protéjalo contra la lluvia.

Desenrolle la lámina metálica, rellene en capas, presione la lámina metálica cuidadosamente hacia el muro.

En la parte de afuera fije el extremo de la lámina metálica con un listón torcido y protéjalo con una estera o cartón y enlucido.

En la parte interior, clave e final de la lámina metálica al muro y proteger con un cubre junta.



Cimientos de ladrillos

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Buena alternativa a cimientos de concreto
Aspectos económicos	Media a buena
Estabilidad	Costo medio
Capacitación requerida	Conocimientos de albañilería
Equipamiento requerido	Equipo de albañilería
Resistencia sísmica	Media a buena
Resistencia a huracanes	Media a buena

Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Buena
Idoneidad climática	Todos los climas, exceptuando zonas muy húmedas
Grado de experiencia	Aplicación común

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Los cimientos de ladrillo son básicamente muros de mampostería, pero empezando bajo el nivel del terreno, sobre un lecho de arena apisonada o de concreto pobre, o una base de concreto.
- Una base ancha es preferible, ya que distribuye mejor el peso de los muros.
- Debe cuidarse la colocación de los ladrillos en hiladas perfectamente a nivel, y las medidas de impermeabilización contra efectos del agua son importantes.
- Un buen mortero para cimientos de mampostería es:
 - 4 partes de cemento
 - 1 parte cal
 - 12 partes de arena limpia
 - suficiente agua para lograr una mezcla trabajable
- En zonas sísmicas, los cimientos de ladrillo deben ser reforzados con malla de alambre Se debe solicitar asesoría profesional.

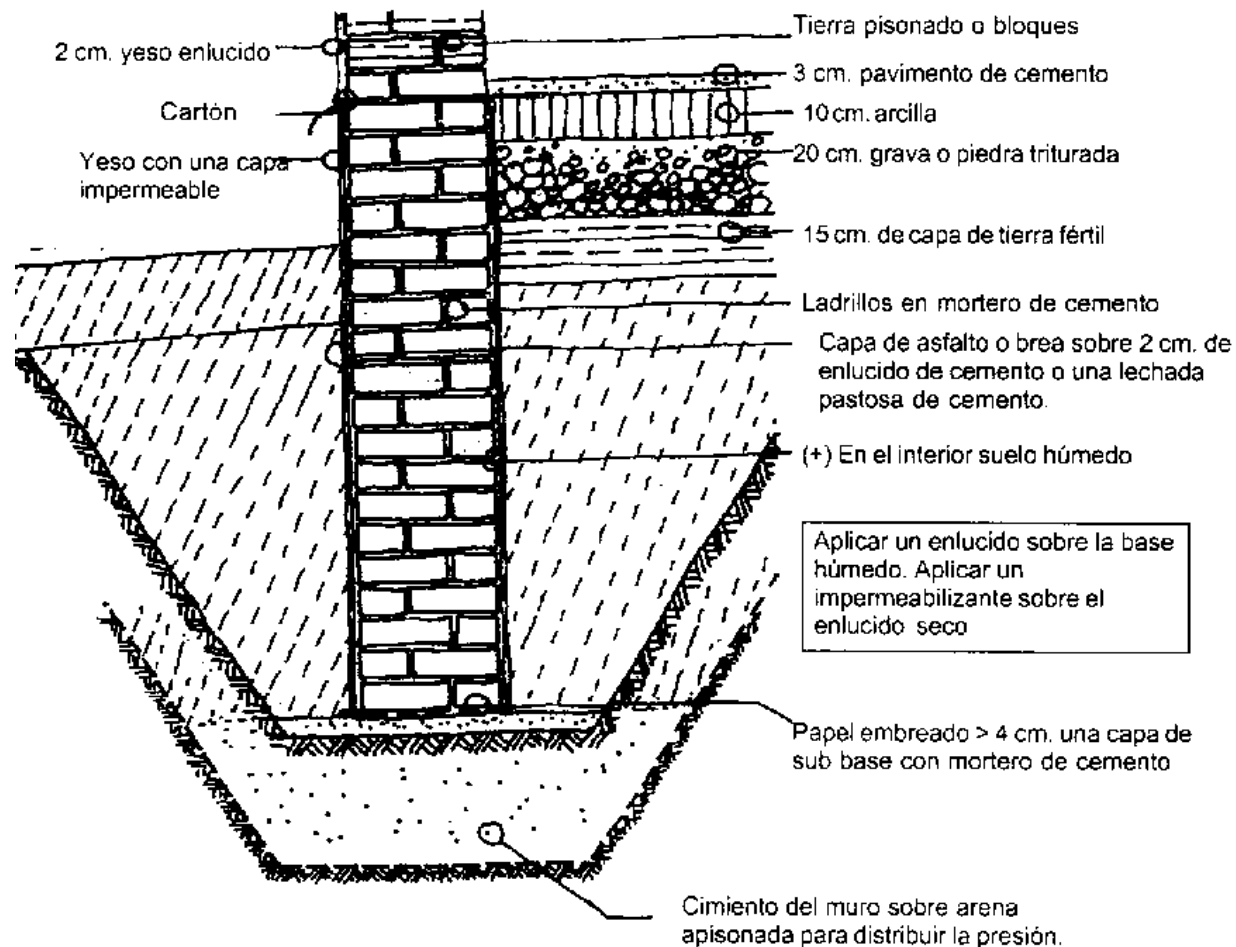
Mejor información: Bibl. 20.04, 20.05.

Ladrillo cocido y mortero de cemento (Bibl. 20.05)

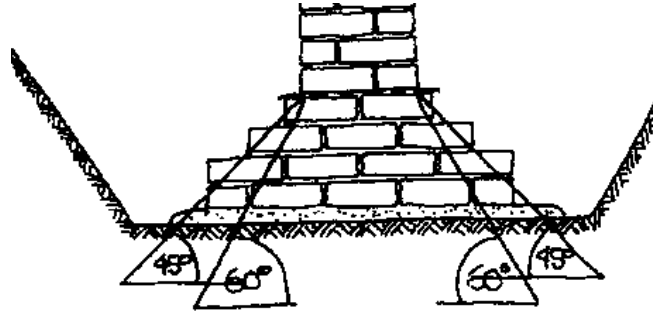
20/10/2011

Techos

Aplicar un enlucido sobre la base húmedo. Aplicar un impermeabilizante sobre el enlucido seco



El ensanchamiento de la base del cimiento en un ángulo de 45° es mejor que el ángulo estándar de 60° . Capa de ladrillos escalonados como se muestra para obtener buena adherencia. Capa de sub base > 4 cm.



Cimentaciones de concreto

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Cimentación muy resistente
Aspectos económicos	Caro
Estabilidad	Muy buena
Capacitación requerida	Mano de obra especializada
Equipamiento requerido	Encofrados, mezcladora de

Resistencia sísmica	concreto Muy buena
Resistencia a huracanes	Muy buena
Resistencia a la lluvia	Muy buena
Resistencia a los insectos	Muy buena
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Mundialmente usado

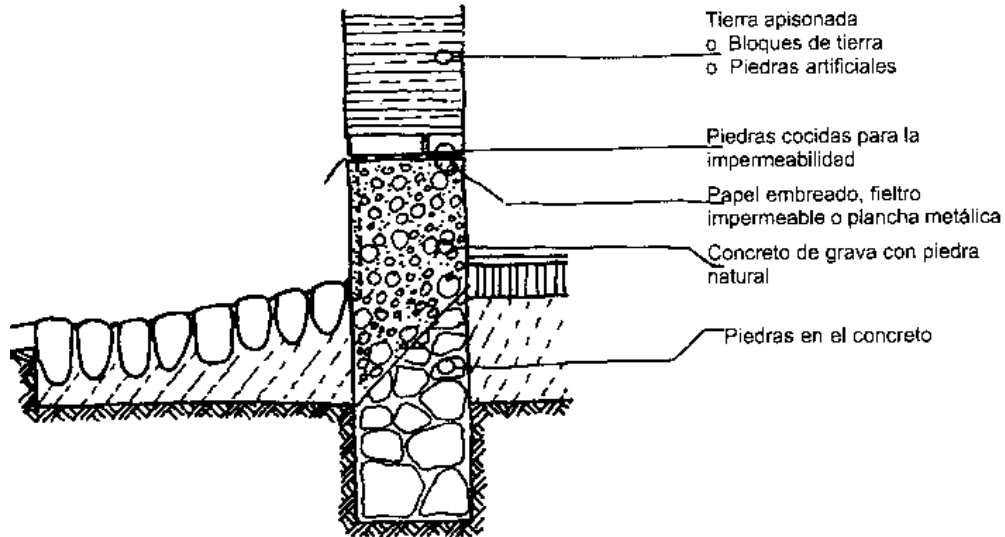
BREVE DESCRIPCIÓN:

- Las Cimentaciones de concreto sobre suelo resistente y uniforme pueden construirse sin necesidad de armadura, siempre y cuando no se encuentre en una zona sísmica o afectada por huracanes.
- Todos los terrenos con resistencia dudosa o no uniforme requieren de armadura, especialmente en zonas muy lluviosas y regiones afectadas por fenómenos naturales.
- Dependiendo de la resistencia necesaria, las mezclas de concreto pueden variar de 1: 3: 4 (cemento: arena: grava) a 1: 4: 7; la proporción de cemento más elevada se requiere para concreto armado.
- El contenido de agua en mezclas frescas debe ser el mínimo necesario para lograr una masa trabajable. Un exceso de agua provocan porosidad, que debilita el concreto y lo hace absorbente del agua. Las zanjas para la cimentación deben ser humedecidas antes de vaciar el concreto, para impedir la excesiva absorción de agua de la mezcla.
- El concreto debe curarse en húmedo durante 3 a 7 días, antes de construir los muros Una lamina impermeable (papel embreado) debe ser colocada entre el cimiento y el muro.

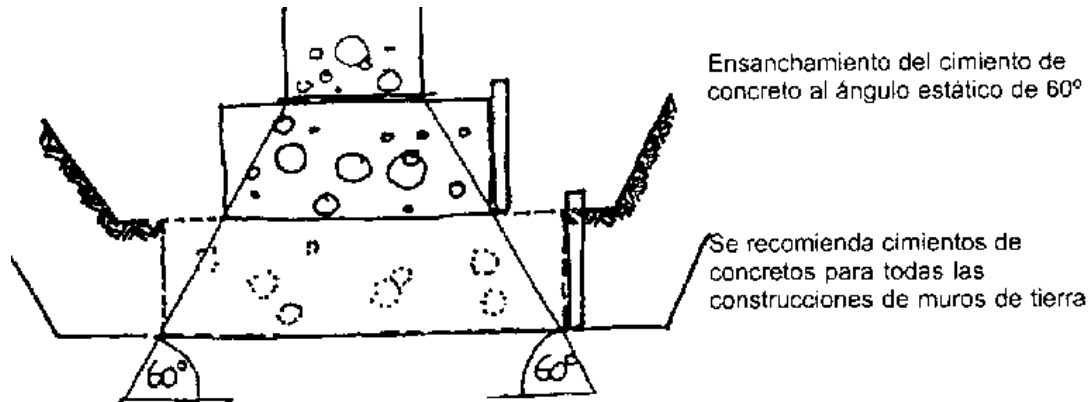
Más información: Bibl. 20.03, 20.04, 20.05.

Cimentaciones de concreto (Bibl. 20.05)

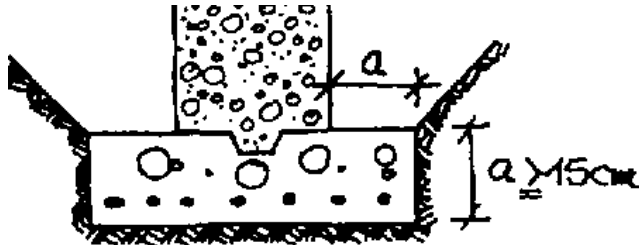
Lavar los agregados para que estén limpios de impurezas así como de limo y arcilla



Ensanchamiento del cimiento de concreto al ángulo estético de 60°



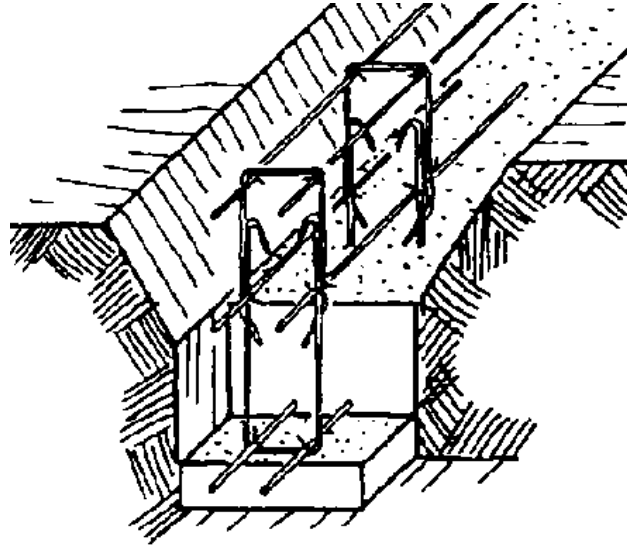
La base de cimiento reforzado en terrenos malos requiere de una junta dentada para el deslizamiento



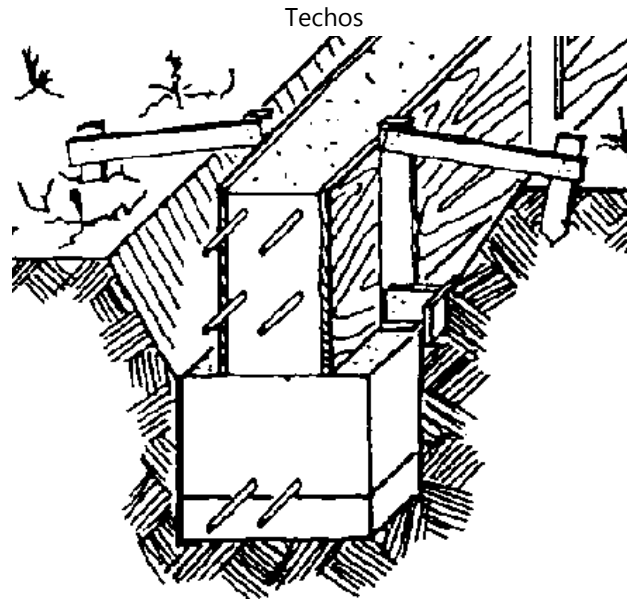
La base de cimiento reforzado en terrenos malos requiere de una junta dentada para el deslizamiento.

Cimientos de concreto armado

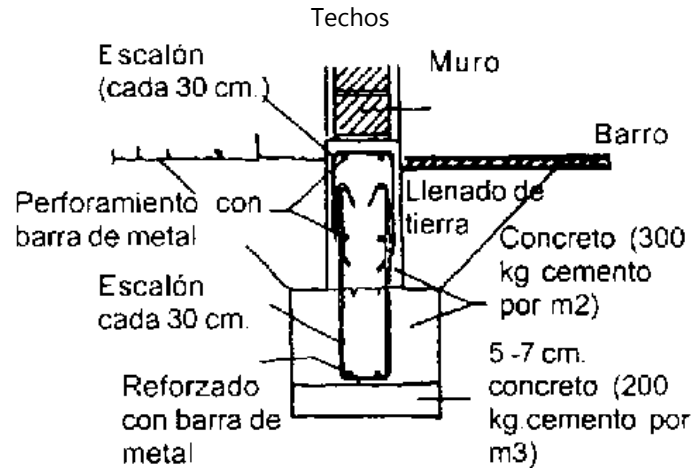
La colocación del hormigón de la base de la cimentación sin encofrado: se coloca la armadura cuando la capa de concreto pobre haya fraguado. La segunda capa de concreto más resistente recubre la armadura.



Cimiento corrido vaciado en un encofrado de tablas de madera o planchas de madera laminada. Se le debe aplicar aceite, antes de vaciar el concreto, para facilitar el desencofrado.



La cimentación terminada, con la zanja rellenada con la tierra anteriormente cavada y bien compactada.

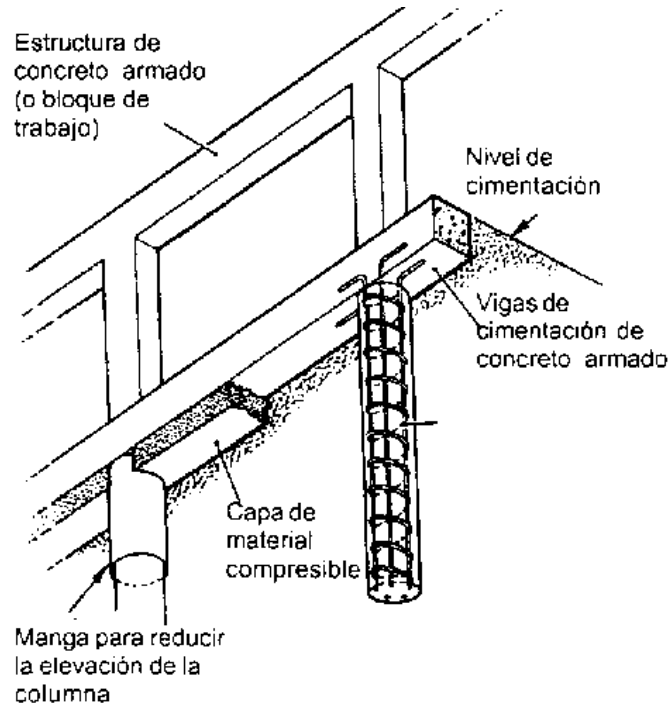


Cimentaciones sobre arcilla expansiva (Bibl. 20.03)

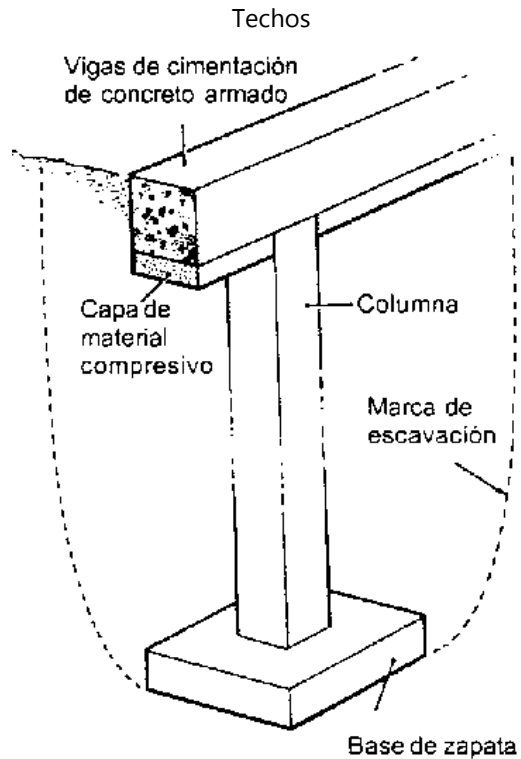
- Ciertos terrenos arcillosos responden a los cambios de humedad (durante períodos de lluvia o sequía, extracción de humedad a través de las raíces de árboles, etc.) con fuertes contracciones o dilataciones, que pueden causar serios daños a la cimentación y por ende a todo el edificio.
- Se pueden evitar estos daños, atravesando con la cimentación la capa problemática, o construyendo los cimientos y la estructura que resista los movimientos del terreno.
- *Cimentación con pilotes y vigas:* Pilotes de pequeño diámetro son apoyadas en la zona inferior a la capa de arcilla expansiva, y las vigas de cimentación de concreto armado, que unen los pilotes, son construidas sobre material comprimible (p.ej. poliestireno expandido) que absorbe los movimientos del terreno sin afectar la cimentación y la estructura.
- *Cimentación con zapatas y columnas:* Zapatas ubicadas sobre terreno firme, debajo de la capa de arcilla expansiva;

columnas de concreto armado soportan las vigas de cimentación, igual como en el caso anterior.

Cimentación de columnas y vigas



Cimentación de zapatas y columnas



Pilotes de tiras de bamb ↻

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Usado para estabilizar el subsuelo
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Preparación especial
Equipamiento requerido	Martillo para hincar pilotes
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Buena, ayuda a drenar agua
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Zonas tropicales
Grado de experiencia	Experimental

BREVE DESCRIPCIÓN:

- La cimentación de tiras de bambú ha sido desarrollada para mejorar la capacidad de carga de suelos blandos y comprimibles y reducir el asentamientos, para varios tipos de construcción, como son edificios, carreteras, etc.
- Las cañas huecas de bambú se rellenan con fibras de coco y hilo de yute enrollado en un tejido de yute; las perforaciones en la caña permiten escurrir el agua del suelo y de esa forma secar el suelo y mejorar su capacidad de soporte de carga del suelo.

Más información: Dr. M.A. Aziz or Dr. S.D. Ramaswamy, Departamento de Ingeniería Civil, National University of

Singapore, 10 Kent Ridge Crescent, Singapore 0511; Bibl. 20.01.

Pilote de tiras de bambú

Se han usado exitosamente pilotes de tiras de bambú, rellenos con mechas de estopa de coco, enrollada en forma suelta, de más o menos 6 mm de diámetro, envueltas por un yute densamente tejido, sujetado por hilo de yute en forma de espiral. Se perforaron las tiras de bambú tratadas, en puntos escogidos al azar, y se ataron en intervalos regulares con alambre de hierro galvanizado, después de colocar la estopa de coco dentro y a lo largo de toda su extensión (Fig. 1A,1B).

Figura 1A

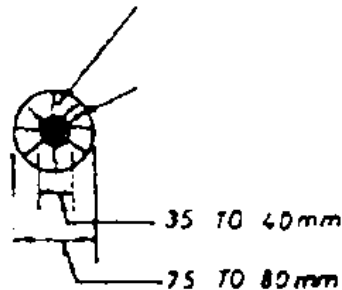
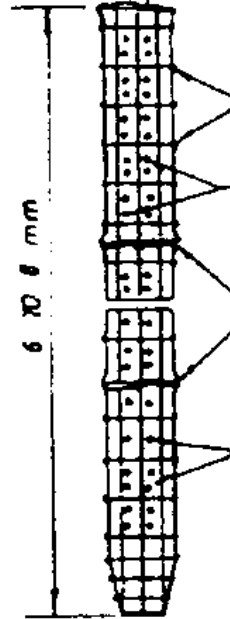


Figura 1B



Area estabilizada

Estos pilotes de tiras de bambú especialmente preparados fueron utilizados para estabilizar el subsuelo déctil y comprimible para una construcción específica (Fig. 2A,2B). El terreno estaba compuesto de una capa superior de aprox. 2 m de espesor de un limo areno arcilloso blando a medianamente duro, seguido de una capa de aprox. 6 m de espesor de arcilla limosa muy blanda seguida a su vez por una capa de arena arcillosa limosa de densidad media. Los pilotes de tiras de bambú, cada uno de aprox. 8 m de largo, 80 a 90 mm de diámetro, fueron clavados con un martinete espaciados 2 m en una red cuadrada. Después de la instalación de los pilotes, se cubrió toda el área con una capa de 2 m de espesor de material arenoso (Bibl. 20.01).

20/10/2011

Techos

Figura 2A

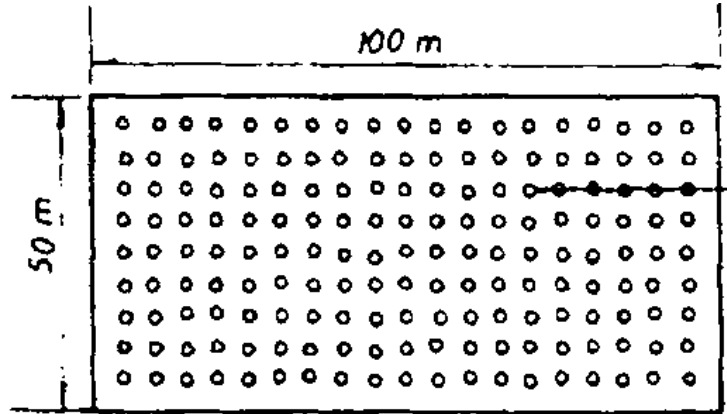
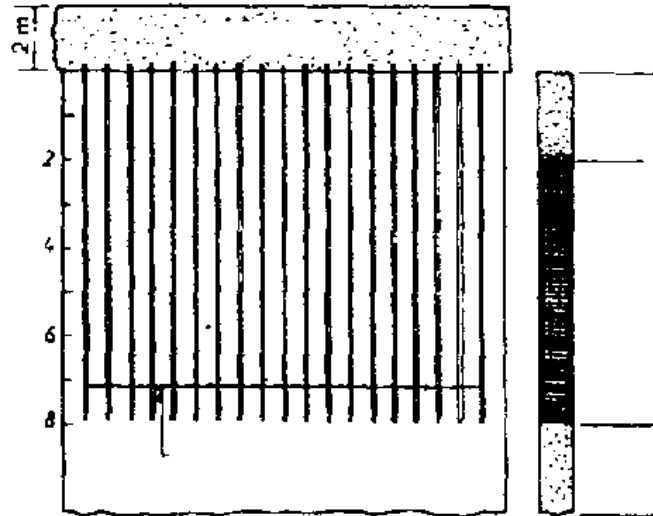


Figura 2B



Cimentación con postes de madera

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Uso para cimentaciones puntuales o de pilotes
Aspectos económicos	Bajo costo, si hay madera en la zona
Estabilidad	Baja a buena

Capacitación requerida	Carpintería y experiencia de construcción
Equipamiento requerido	Equipo de carpintería y de albañilería
Resistencia sísmica	Baja a buena
Resistencia a huracanes	Baja a buena
Resistencia a la lluvia	Baja a buena
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Todos, menos climas constantemente húmedos
Grado de experiencia	Medios tradicionales

BREVE DESCRIPCIÓN:

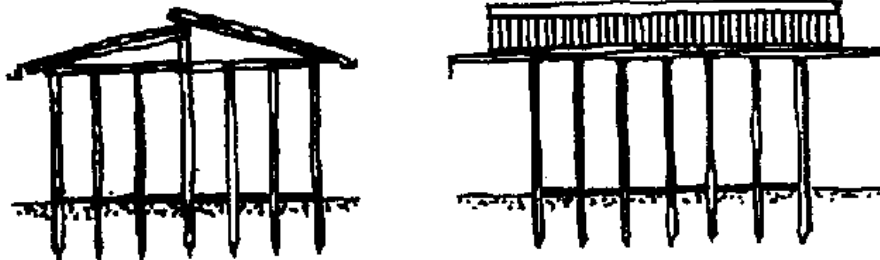
- Cimentación de postes de madera solo es aplicable a estructuras livianas, o sea para construcciones de madera, bambú u otros materiales vegetales.
- La mayor desventaja de la cimentación de postes de madera es el riesgo de debilitamiento debido al ataque de insectos (sobre todo termitas y escarabajos), de hongos y de roedores. Por lo tanto se necesitan medidas de protección. (ver sección *Madera y MEDIDAS DE PROTECCIÓN*).
- El uso de postes de madera para la cimentación es adecuado, si el clima es predominantemente seco, el lugar es bien drenado y los agentes biológicos, como termitas, no son comunes en la zona.

Meas informacion: Bibl. 14.18,14.22, 20.04, 20.05.

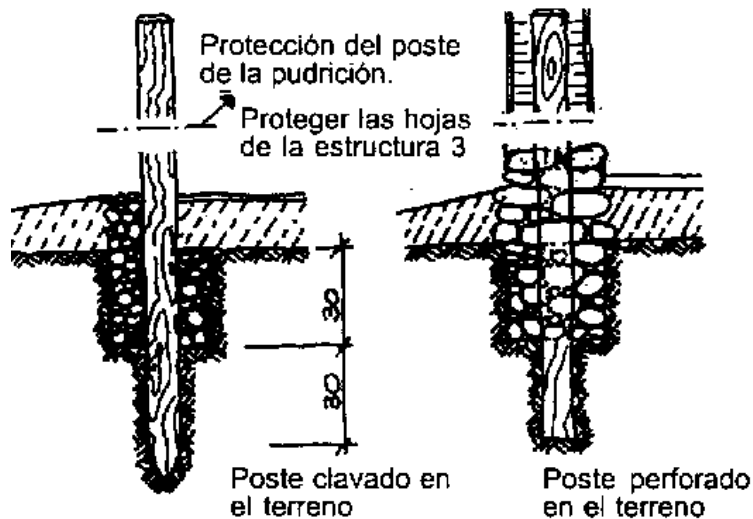
Cimentación con postes de madera simple (Bibl. 20.05)

Solo para zonas libres de termitas.

Vista sin cerramiento o muros de cerramiento



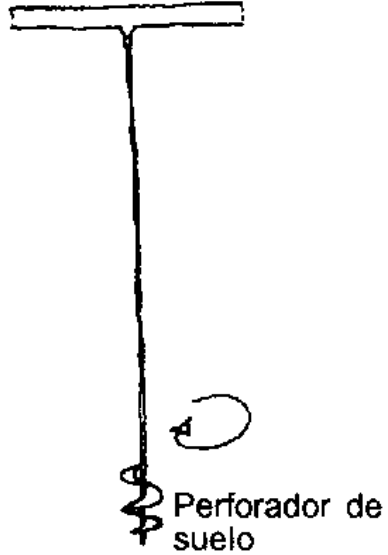
Poste en el terreno



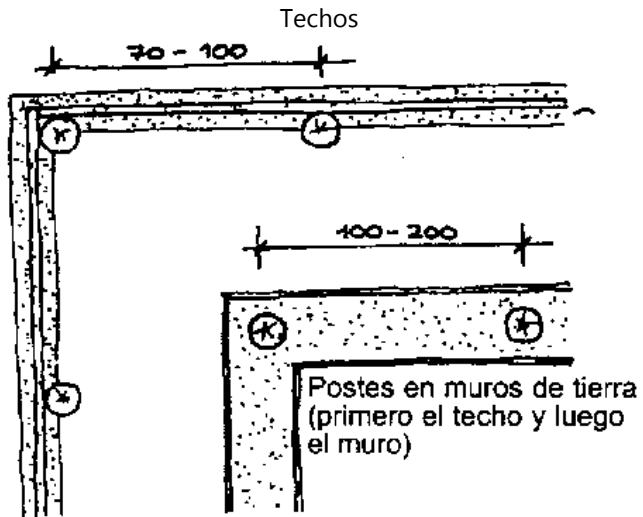
20/10/2011

Techos

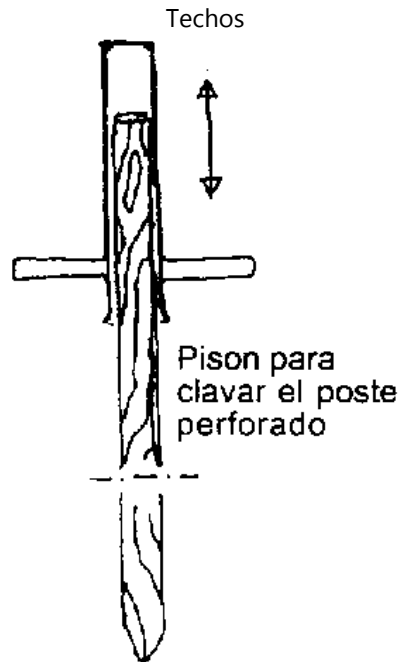
Perforador de suelo



Postes en muros de tierra



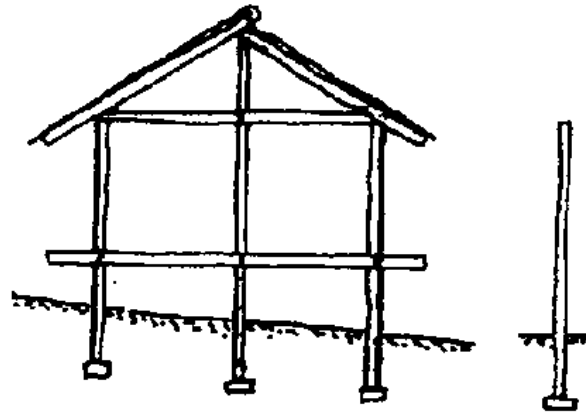
Pison para clavar el poste perforado



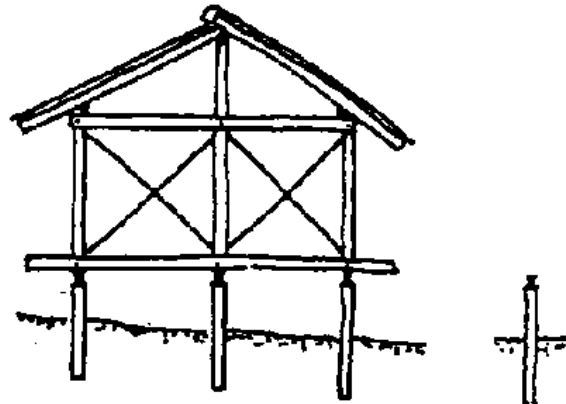
Postes de madera sobre zapatas de concreto (Bibl. 20.05)

Solo para zonas secas libres de termitas.

Construcción de una estructura rigida



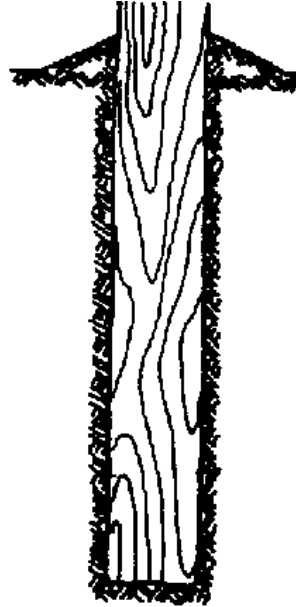
Construcción de una estructura articulada y arriostrada



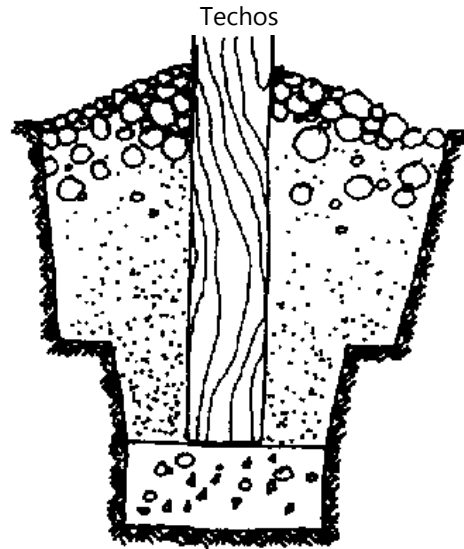
20/10/2011

Techos

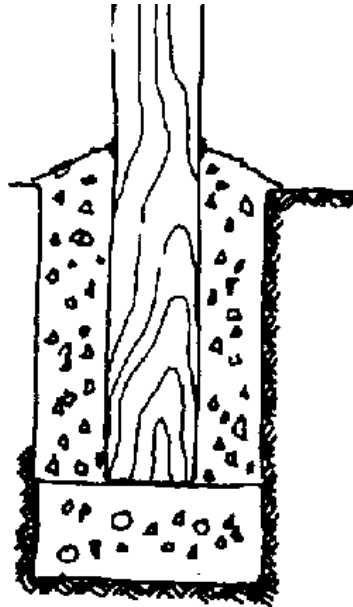
Poste en hoyo perforado



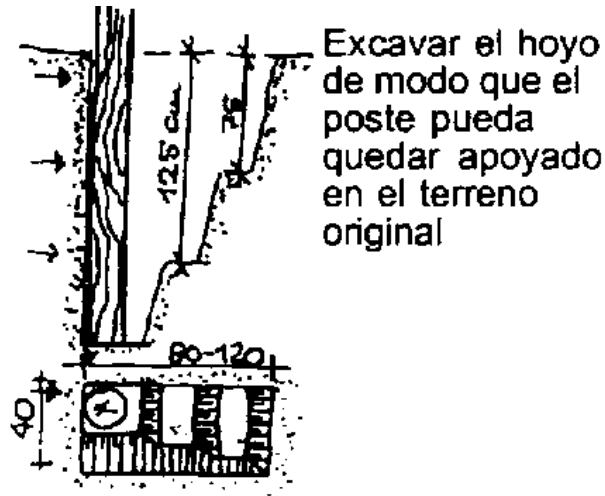
Poste sobre una zapata de concreto



Poste sobre una zapata de concreto



Excavar el hoyo de modo



Protección contra la pudrición:
Protección de la construcción hoja 3.

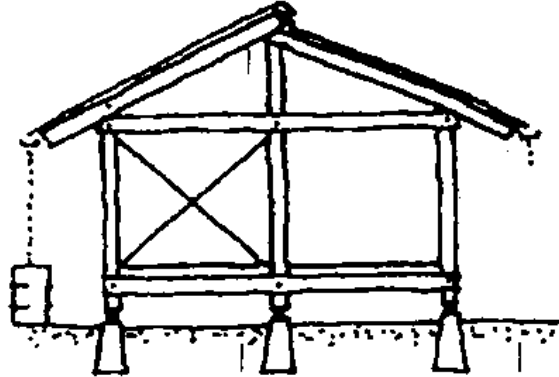
Rellenar el hoyo con tierra (no tierra vegetal)

Arena y grava
Mezcla tierra - grava - cemento

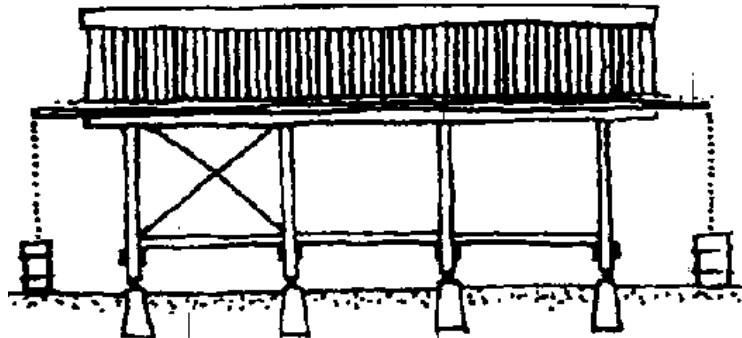
El relleno se comprime por capas

Postes de madera sin contacto con el terreno (Bibl. 20.05)

Estructura - Construcción



Estructura - Construcción

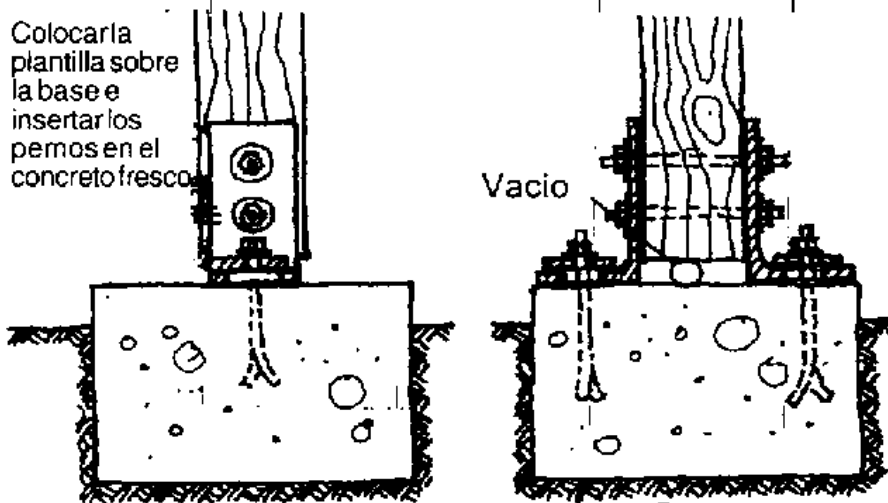


Madera rolliza con protección para tormenta

100/100 - 150/150 mm.

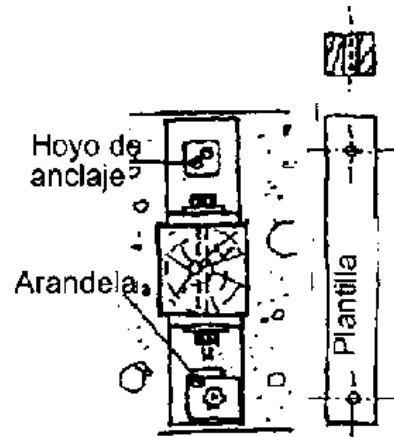
Postes de Madera

Piezas metálicas en L 100/200 mm con pernos



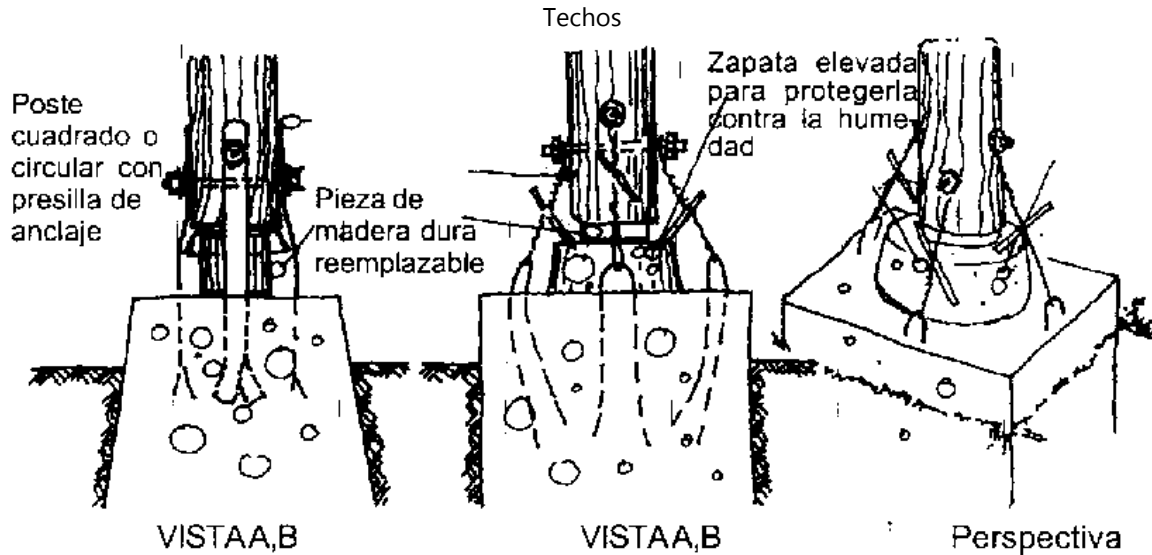
Madera rolliza con protección para tormeta

El hoyo de anclaje debe ser suficientemente ancho para compensar las imprecisiones en la inserción de los pernos en el concreto.



El hoyo de anclaje debe ser suficientemente ancho para compensar las imprecisiones en la inserción de los pernos en el concreto.

VISTA A,B



[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

Ejemplos de materiales de piso

[Pisos de tierra estabilizada](#)

[Elementos de barro cocido y concreto](#)

[Entrepisos y cubiertas prefabricadas de hormigón](#)

[Pisos de bambú](#)

[Pisos de madera](#)

[Piso de concreto de azufre](#)

[Acabados usuales para pisos](#)



Pisos de tierra estabilizada

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Material local natural
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Pobre a media
Capacitación requerida	Experiencia en construcción de pisos
Equipamiento requerido	Plataforma vibradora; prensa de bloques de suelo o p
Resistencia sísmica	Pobre
Resistencia a huracanes	Pobre, si se inunda el piso
Resistencia a la lluvia	Pobre, si se inunda el piso
Resistencia a los insectos	Pobre
Idoneidad climática	Climas secos

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Los Pisos de tierra son muy comunes en los países en vías de desarrollo, especialmente en viviendas rurales: la capa vegetal (con materia orgánica) es removida y sustituida por suelo inorgánico (arcilla, arena, grava) bien compactado. Capas de arcilla mezclada con estiércol logran cierta estabilización de la superficie, pero tienen que ser renovadas periódicamente, para ser efectivas.
- En el Politécnico de Kassel, en Alemania, se desarrolló un piso de tierra estabilizada apisonada, a base de una mezcla de tierra fina, estabilizada con aceite de linaza: el contenido de arcilla debe ser menor del 15 %; sin arena gruesa o grava; por 100 l de tierra seca se requiere de 3 - 4 l de aceite de linaza (dependiendo del contenido de arcilla) diluidos en 1 - 2 l de agua.
- Se requiere varias capas (ver descripción en la página siguiente) y la superficie se puede aplanar apisonándola entre listones de madera, que conforman una redícula cuadrada o pequeños bloques de madera asentados sobre la mezcla de tierra. Como alternativa se pueden usar bloques de tierra estabilizada prensados (hechos en una prensa especial) .

Más información: Bibl. 21.10.

Construcción del piso

- Sobre una superficie bien compactada y nivelada, se coloca grava gruesa (15 cm), para impedir absorción por acción capilar.
- Esta se cubre con una capa de 3 a 5 cm de grava fina o arena gruesa y se sella con una membrana impermeable.
- En zonas frías se puede colocar antes, una capa de 10 cm de un aislante (p.ej. nódulos de arcilla expandida).

- La primera capa de suelo estabilizado se esparce uniformemente y se apisona con un pisón manual o con una plancha vibradora.
- Se coloca una retícula (1.80 x 1.80m) de listones de madera aserrada (10 x 10 cm) sobre la primera capa y se rellena con la mezcla de suelo y se apisona.
- Se coloca una retícula (30 x 30 cm) de listones de madera (2 x 4 cm) sobre la segunda capa y se rellena con la última capa y se compacta cuidadosamente. Se pule la superficie con el borde de una llana dándole bastante presión para obtener un acabado brillante.
- Después de varios meses de endurecimiento, la superficie puede ser tratada con una capa delgada de cera endurecedora, logrando una mayor resistencia y protección contra la humedad (si bien, el fuerte olor puede crear molestias).
- En vez de las dos últimas capas de tierra mezclada, se pueden colocar bloques de madera, rejuntados con la misma mezcla.
- Como alternativa también se puede colocar bloques de tierra estabilizada, hechos con una prensa especial (*ver anexo*) en vez de los bloques de madera. En todo caso estos bloques deben ser bien estabilizados (p.ej. con cal o cemento) para que resistan la abrasión y la humedad.

Abb.1

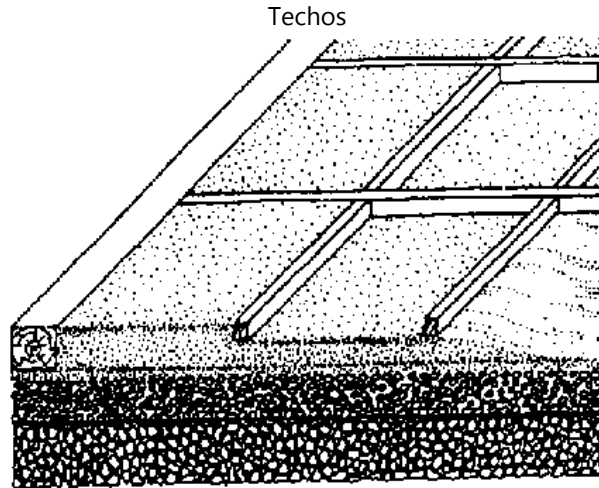
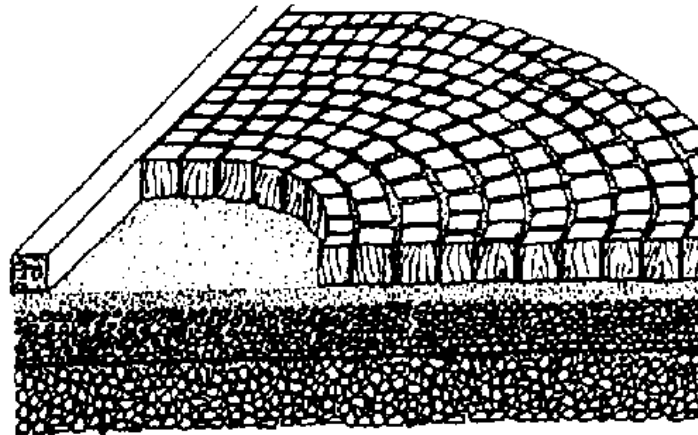


Abb.2



Elementos de barro cocido y concreto

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Sistemas de prefabricado simples, construcción rápida
Aspectos económicos	Costos medios a altos
Estabilidad	Muy buena
Capacitación requerida	Albañilería y mano de obra semi-especializada

Equipamiento requerido	Equipo para albañilería y trabajos en concreto
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Buena
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Experimental

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Estas técnicas de prefabricado para entre pisos fueron desarrolladas para lograr construcciones resistentes y durables con una calidad cercana a la de concreto armado, pero con mucho menos cemento.
- Entrepisos y techos pueden ser construidas con mucho menos encofrados de madera, que para construcciones tradicionales de concreto armado. El menor uso de madera no solo baja los costos, sino también ayuda a preservar los bosques.
- Este tipo de materiales y de construcción son capaces de resistir todo tipo de agentes destructivos, igual que el concreto armado.
- Sin embargo, la implementación de estas técnicas depende de la buena calidad de los ladrillos y de las tejas, requerimiento que no siempre es logrado por los productores de ladrillos locales en zonas rurales.

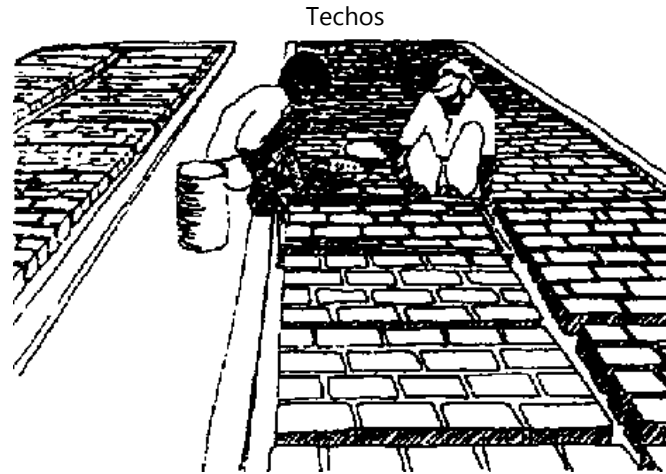
Mejores información: Bibl. 00.12, 00.41, 21.03, 21.07, 21.09, 23.12.

Paneles reforzados de ladrillo

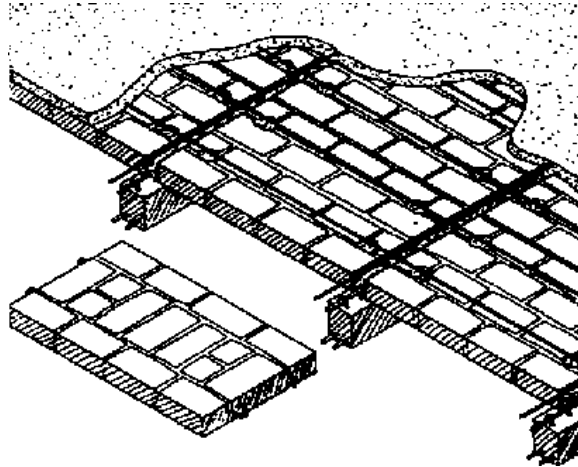
- Estos paneles de ladrillo fueron desarrolladas en la India.

- En principio, los paneles se fabrican ensamblando ladrillos o baldosas de barro cocido sobre una superficie apropiada, colocando barras de refuerzo en las juntas longitudinales y uniendo los componentes con mortero. Se prefabrican viguetas de concreto armado de una sección relativamente pequeña y del largo correspondiente a la luz a tochar. Estas son colocadas manualmente sobre los muros y fijadas a una distancia ligeramente mayor que el largo de los paneles. Los paneles se colocan en paralelo entre las vigas. Se colocan barras de refuerzo a lo largo de las juntas y perpendicular a las viguetas. Se rellenan las juntas encima de las viguetas con mortero de 1:3 (cemento: arena) y se coloca una capa de concreto de aprox. 30 mm de espesor encima del panel, formando así una estructura en forma de "T", actuando la capa superior de concreto como tirante.
- Los *paneles planos*, desarrollados por el "Central Building Research Institute" en Roorkee, son fabricados con ladrillos normales, conformando paneles de 7.5 cm de espesor de 56 cm de ancho y de 104 o 120 cm de largo.
- Paneles similares fueron desarrollados por ASTRA, "Indian Institute of Science" en Bangalore. Usaron tejas huecos extruidos, en vez de ladrillos sólidos, reduciendo así el peso muerto. La altura de la teja de 5 cm también reduce el espesor total del panel y el tamaño de las tejas de 25 x 12.5 cm configura paneles de 40 x 80 cm o 40 x 105 cm con 9 o 12 tejas respectivamente.
- También se puede producir y usar como entrepisos, *paneles en forma de bóveda*. Pueden resistir más carga que los paneles planos, pero requieren más cantidad de concreto para rellenar los vacíos formados por las bóvedas.

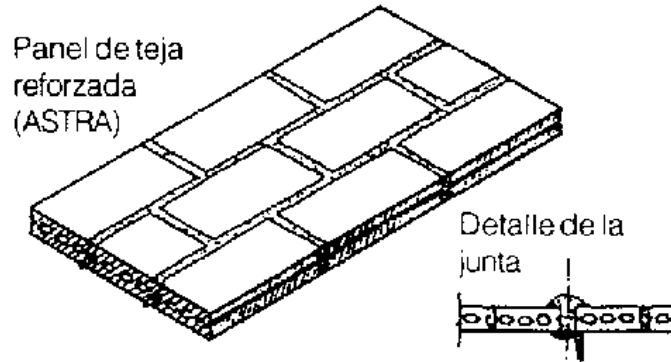
Haciendo paneles de ladrillos



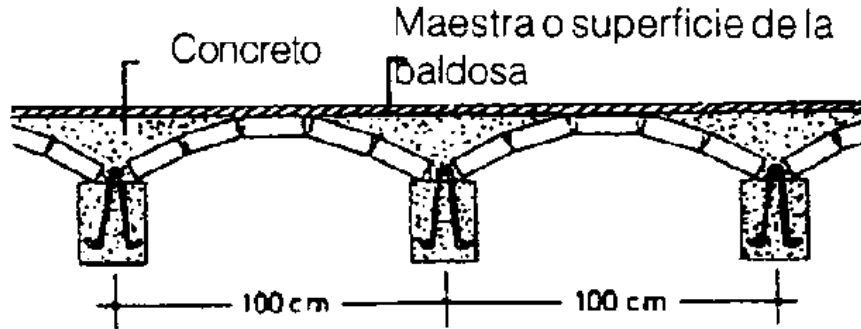
Ensamblado de paneles reforzados con ladrillo (CBRI)



Panel de teja reforzada (ASTRA) - Detalle de la junta



Paneles en forma de boveda para techos planos o entrepisos

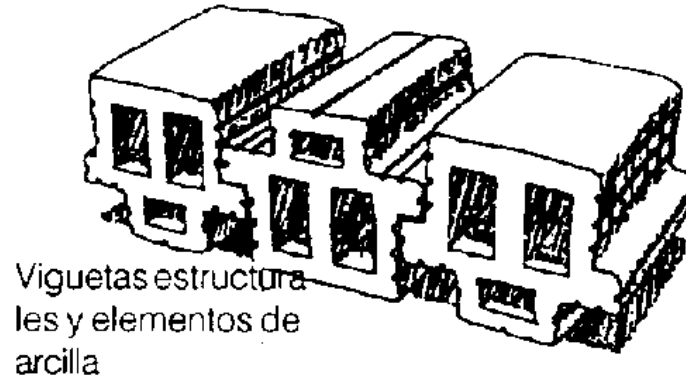


Viguetas de arcilla y elementos de relleno

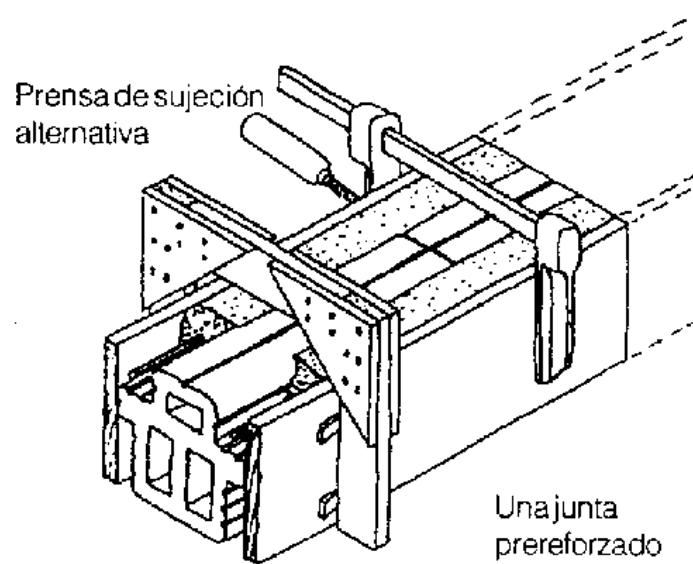
- El bloque de arcilla extruido, que por virtud de su forma puede ser usado como vigueta estructural y como elemento de relleno, y fue desarrollado en el CBRI, Roorkee. Las dimensiones del bloque son de 16.5 x 15 x 19 cm. Tiene tres huecos rectangulares, y la cara exterior está ranurada para permitir una mejor adhesión del mortero o concreto.
- Se prefabrica una vigueta, colocando los bloques de barro cocido sobre una superficie plana, en una fila de la longitud deseada, con la base más ancha hacia abajo, y unidos por un mortero 1:3 (cemento: arena). Dos tablas de madera limpias y con una aplicación de aceite son colocadas a cada lado y fijadas con una presilla de sujeción. Los vacíos entre el bloque y el encofrado son rellenos con concreto, donde se han ubicado armaduras de acero. El encofrado puede ser retirado después de 45 a 90 minutos, dependiendo de las condiciones climáticas; las viguetas deben curarse en húmedo durante 7 días y el entrepiso al aire durante 21 días, antes de usarse.
- Para construir el techo, o las viguetas que pesan aprox. 80 a 90 kg. son volteadas y colocadas manualmente en líneas paralelas a una distancia de 30 cm (de eje a eje). Para nivelar y sujetar las viguetas, estas son colocadas sobre apoyos nivelados de mortero de cemento y arena. Los bloques de arcilla son colocados entre las viguetas como

elementos de relleno, con su base ancha arriba y cuidando que las juntas en los elementos de las vigas y las unidades de relleno sean interrumpidas, desplazados los bloques de rellenos medio larguen relación a los de la vigueta. Las juntas y vacíos son rellenados con mortero reforzado y concreto, igual que en la fase de prefabricado de las viguetas, la loza completa se mantiene húmeda por 14 días, antes del acabado de la superficie del piso.

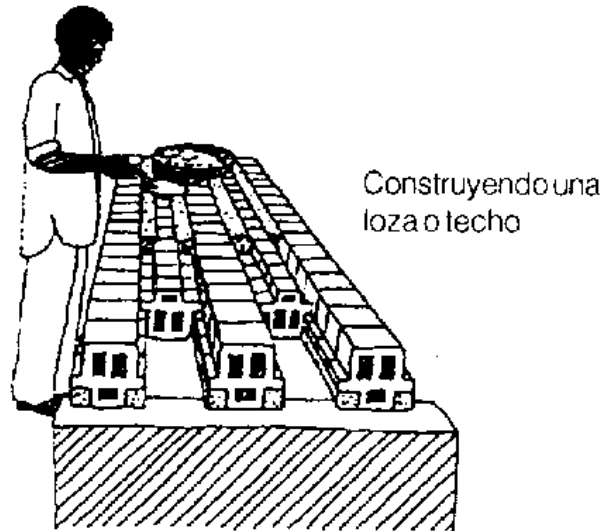
Viguetas estructurales y elementos de arcilla



Prensa de sujeción alternativa - Una junta re prereforzado



Construyendo una loza o techo



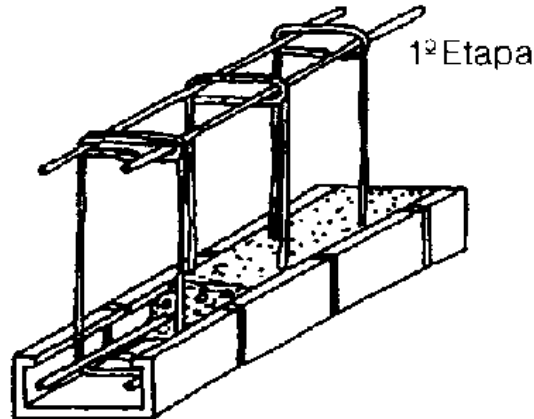
Vigueta compuestas, de concreto armado y ladrillo hueco

- Para reducir el uso de encofrados de madera, que son muy caros y contribuyen a la depredación de los bosques, lo que es ecológicamente inaceptable, se ha desarrollado en la Universidad de Chulalongkorn en Bangkok, un sustituto a la vigueta de concreto armado.
- Tejas de arcilla en forma de U son alineados en la longitud requerida y unidas con mortero de arena, formando una canaleta. Se colocan barras de acero longitudinales y estribos en la canaleta y esta después se llena con concreto. Una o más hileras de ladrillo hueco de arcilla, bien humedecidos, se colocan entre los estribos, conforman el núcleo central de la vigueta. Las juntas son selladas con mortero de cemento y arena. La zona superior de compresión puede ser completada por ladrillos en forma de "U" rellenos de concreto.

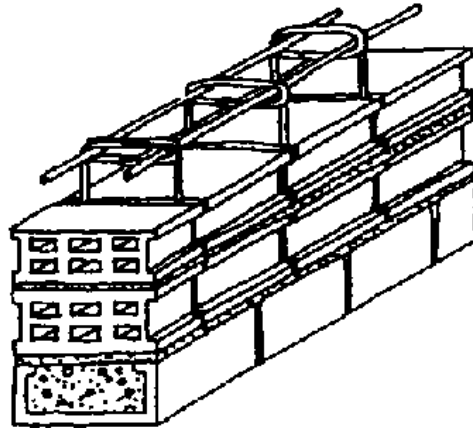
- Como alternativa, esta parte superior de la vigueta (inclusive la del centro) se puede completar una vez colocada y como es más liviana se puede instalar manualmente. La parte superior también puede ser integrada en una loza construida "in situ", formando así una estructura en forma de "T".
- Adicionalmente a la facilidad de ejecución, las viguetas compuestas cuestan entre un 11 a un 35% menos que las de concreto armado, del mismo tamaño y con la misma armadura.

(Fuente: Bibl. 21.09)

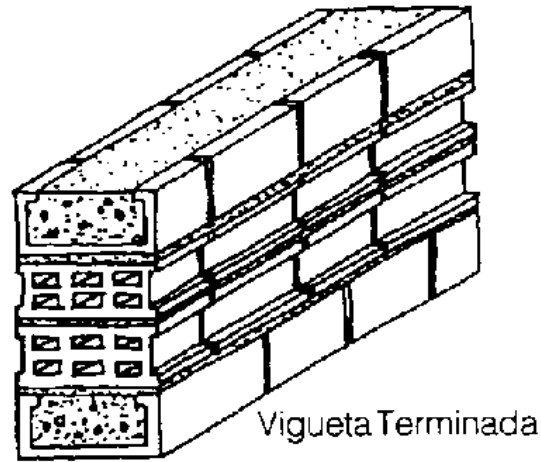
1ª Etapa



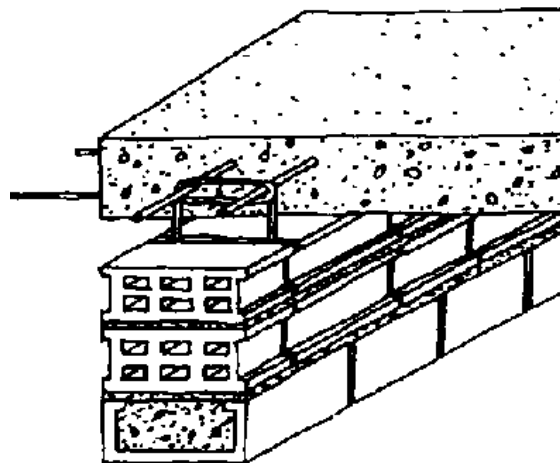
2ª Etapa



Vigueta Terminada



Vigueta integrada en una losa voceada "In situ"



Vigueta integrada en una losa vaciada 'In situ'



Entrepisos y cubiertas prefabricadas de hormigón

CARACTERÍSTICAS:

Características	Montaje simple con elementos ligeros
Costos	Medios a altos
Resistencia estructural	Muy buena

Habilidades requeridas	De media a alta especialización
Equipamiento requerido	Moldes de madera o acero y vibradores
Resistencia a terremotos	Buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Buena
Adecuación ambiental	Aislamiento térmico y acústico en dependencia de las características de la solución
Estado de desarrollo	Tecnología madura

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Se trata de soluciones flexibles que admiten todos los grados de prefabricación e industrialización.
- Sus mayores ventajas residen en el ahorro de encofrados y equipos de izaje, así como en la rapidez de ejecución.
- Requieren adicionalmente de un piso o una capa impermeable según sean entrepisos o cubiertas.
- Aunque las soluciones pueden ser más costosas que utilizando otros materiales, presenta una buena relación calidad - costo, con gran resistencia y durabilidad, así como poco mantenimiento si la producción y montaje se han realizado con el debido cuidado.

Mejores información: Bibl. 21.01, 21.04, 21.08.

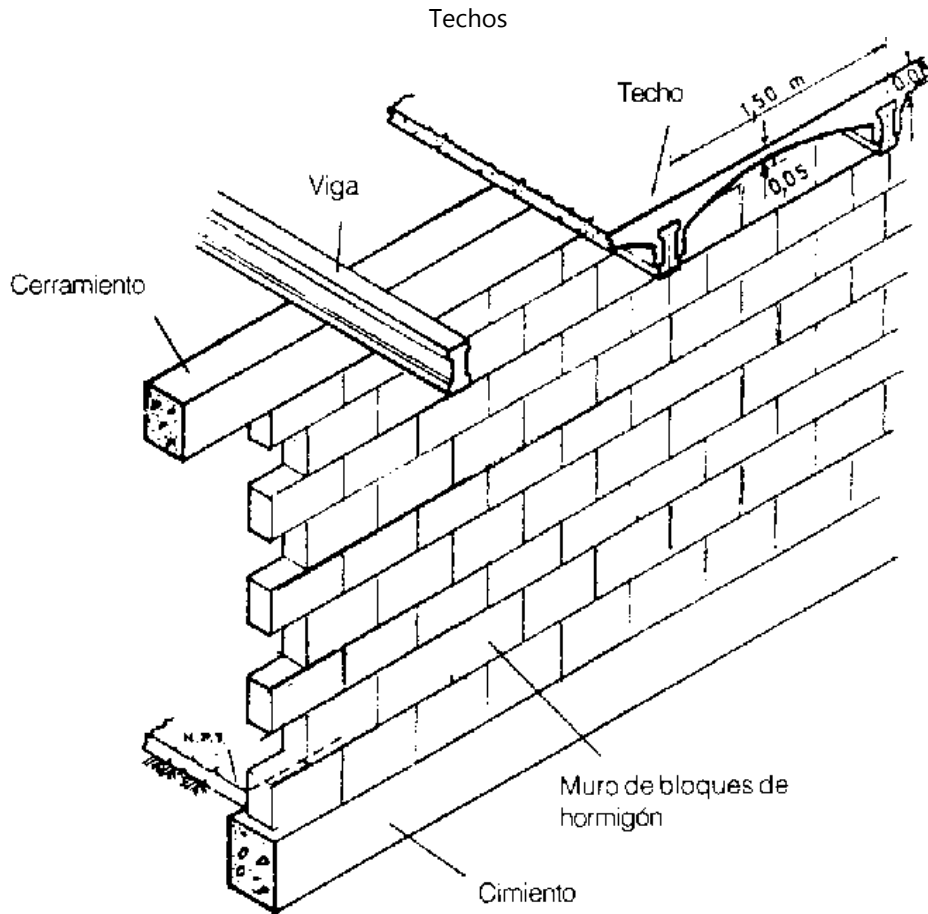
Sistemas con viguetas y bovedillas.

- En los años 60 se utilizó extensivamente en Cuba el sistema Pepsa, concebido en los años 50. Se trata de un techo en el que se prefabrican mediante pretensado las viguetas mientras que las bovedillas que conforman la superficie del

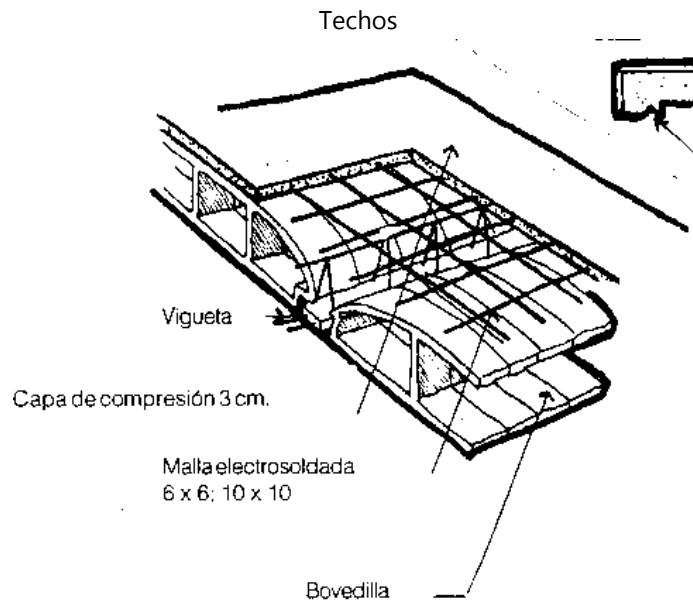
techo se construyen en el lugar en forma monolítica. Con este sistema se produce un importante ahorro de madera ya que las bovedillas se construyen con un encofrado deslizante. También se producen ahorros de hormigón y acero ya que las bovedillas se conciben para trabajar a compresión y son de hormigón simple.

- En los últimos años se han desarrollado en varios países dos tipos de viguetas: una, de producción industrializada, preresforzada y de sección prefabricada completa, de diseño internacional pero fácilmente adaptable y otra de fabricación in situ, en la que solo se hormigona previamente la parte inferior de la vigueta. Las producidas para el sistema industrializado pueden tener incorporado un tabique que conforma por dedujo, junto con el fondo de la vigueta, un cielo raso. En este caso el aislamiento térmico y acústico es bueno.
- En los gráficos se muestran la solución con vigueta Pepsa y con viguetas in situ muy utilizadas en varios países desarrollados.

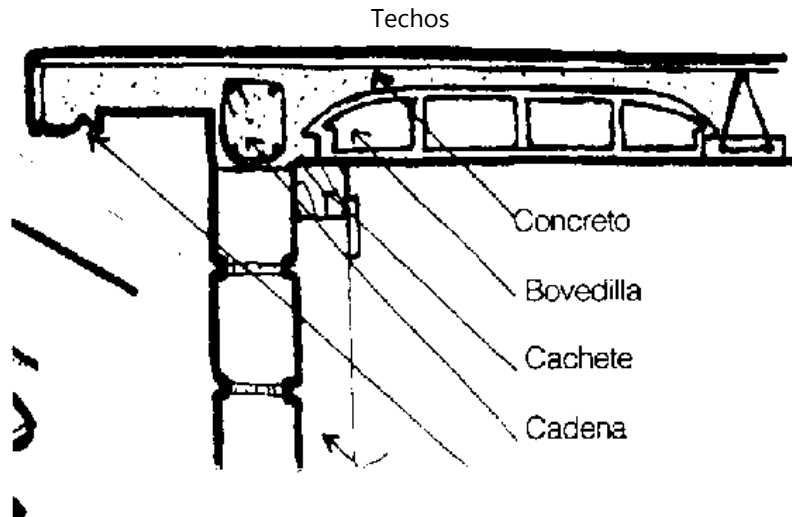
Esquema constructivo del sistema Pepsa



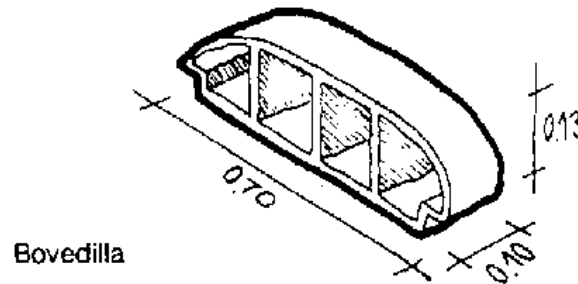
Capa de compresión 3 cm. - Detalle



Detalle



Bovedilla

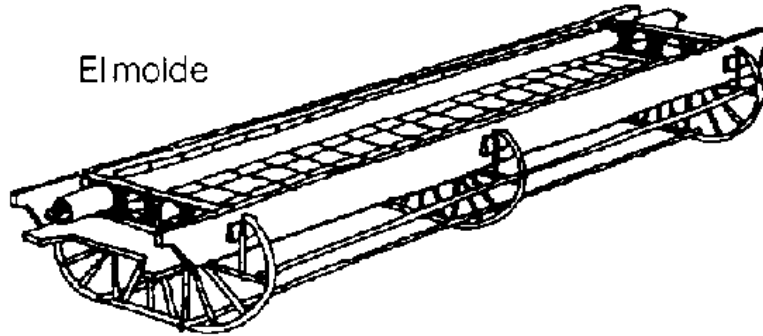


Losa huecas prefabricada (Bibl. 21.08)

- Este es un método simple para la prefabricación in-situ de losas huecas de concreto armado, con la tecnología desarrollada y usada en China se pueden prefabricar de 20 a 25 losas de 333 x 60 x 12 cm durante un día de trabajo.
- El encofrado de madera se fija a una estructura soldada de acero en forma de cuna que pueda balancearse. Las dos tapas, con cuatro huecos, definen la sección trapezoidal de la losa, que una vez montadas forman entre sí un espacio en forma de "V", que puede ser fácilmente relleno con concreto.
- Se coloca un lienzo dentro del encofrado para evitar que el concreto se adhiera. Se ubica la armadura con la suficiente separación de la futura cara superior de la losa. A lo largo se insertan cuatro tubos de acero, a través de los huecos previstos y se coloca y vibra el concreto simultáneamente, para evitar que se formen bolsas de aire alrededor de los tubos. El concreto se coloca bastante seco para acelerar el fraguado y evitar que colapse cuando se retiren los tubos.
- Después de terminar la colocación del concreto, tres o cuatro hombres giran el encofrado con ayuda de la estructura basculante, en un movimiento continuo, logrando de esta manera que la losa recién vaciada sea depositada sobre el piso cubierto con arena suelta, para evitar la adherencia. Se golpean ligeramente los tubos para ser posteriormente retirados con un "winche" eléctrico.
- El encofrado se retira y nuevamente se ensambla para producir la próxima losa. Un ciclo de producción tarda aprox. 15 minutos, con la ayuda de 3 a 4 hombres.

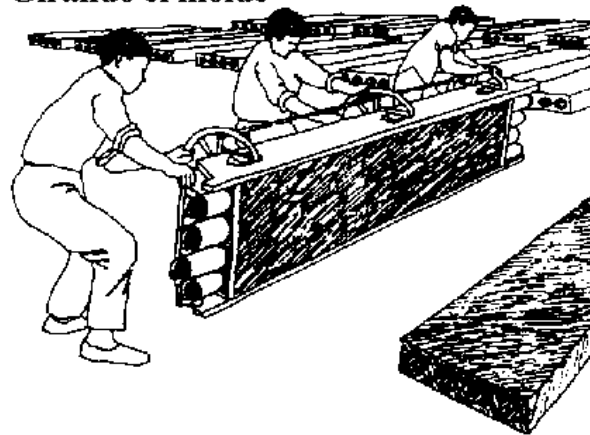
El molde

El molde



Girando el molde

Girando el molde





Pisos de bambú

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Livianos, flexibles, reemplazables
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Mediana a buena
Capacitación requerida	Mano de obra convencional
Equipamiento requerido	Herramientas para cortar y partir bambú
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Mediana a buena
Resistencia a la lluvia	Mediana
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Regiones calurosas y húmedas
Grado de experiencia	Tradicional

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Los Pisos de bambú son comunes en estructuras de bambú y hasta cierto punto también en viviendas de estructura de madera.
- El método más simple es el de colocar cañas de bambú en paralelo, amarradas a la estructura portante. El piso

resultante es muy irregular y no es confortable para sentarse o pararse mucho tiempo.

- Se logran superficies más planas usando paneles de bambú (cañas cortadas y aplanadas), o cortando la caña de bambú en tiras para tejer esteras.
- Ya que no es posible juntar las tiras o cañas de bambú sin que queden separaciones, los pisos de bambú siempre permiten una buena ventilación, que mejora las condiciones del clima interior y evita acumulación de humedad.
- Se requieren medidas de protección para minimizar los posibles daños provocados por los agentes biológicos y el fuego (ver *MEDIDAS DE PROTECCIÓN*).

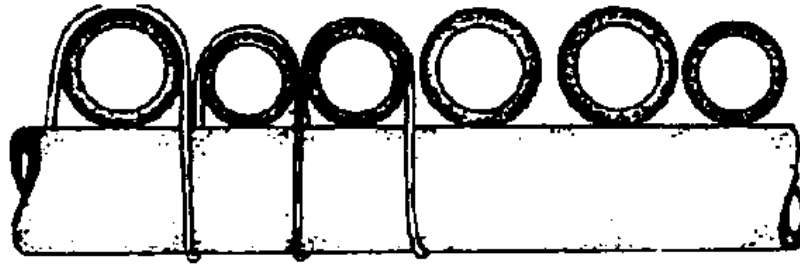
Más información: Bibl. 13.02,13.04,13.05,13.09,13.10,13.12,13.13.

Pisos de bambú (según Dunkelberg, Bibl. 13.02)

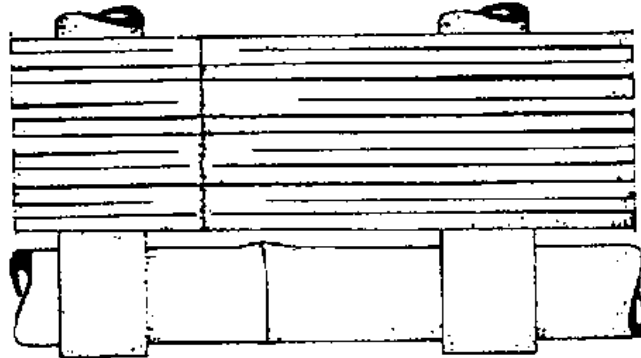
Caña entera



Sección vertical

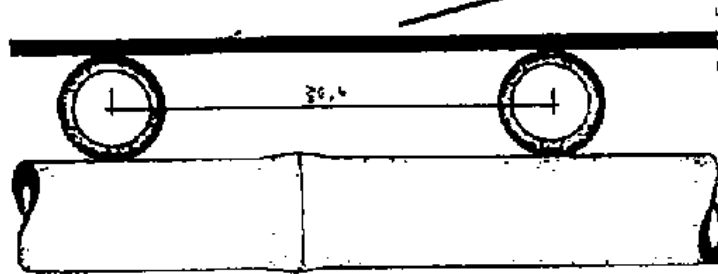


Panel de bambú (cada aplanada)

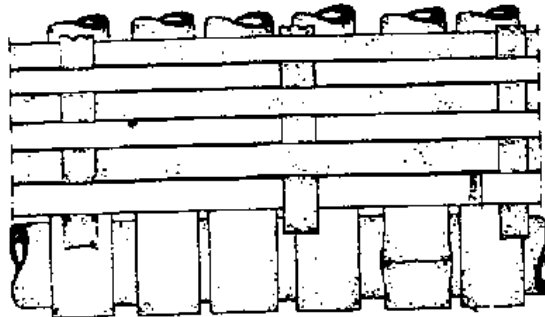


Sección vertical

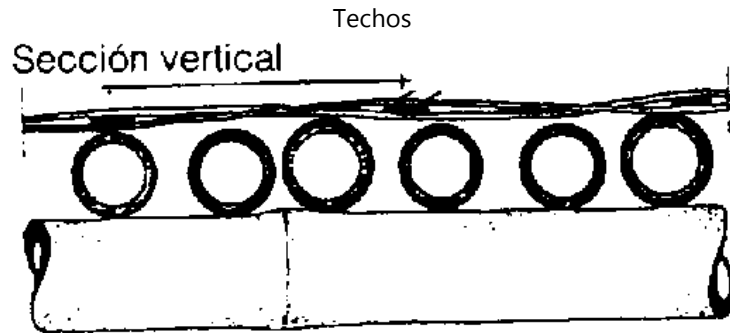
Sección vertical Paneles de Bambú



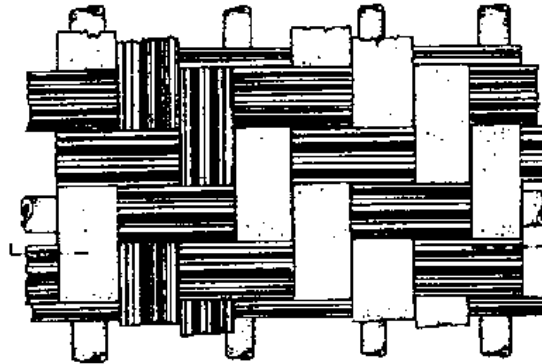
Pisos de bambú de tiras de bambú tejidas



Sección vertical



Pisos de bambú de tiras de bambú tejidas



Sección vertical

Sección vertical

Paneles de Bambú



Pisos de madera

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Adecuado para prefabricación, ensamblaje rápido
Aspectos económicos	Costos medianos
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Mano de obra de carpintero
Equipamiento requerido	Herramientas de carpintería
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Baja a media
Resistencia a la lluvia	Baja a media
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Climas cálidos y húmedos
Grado de experiencia	Construcción común

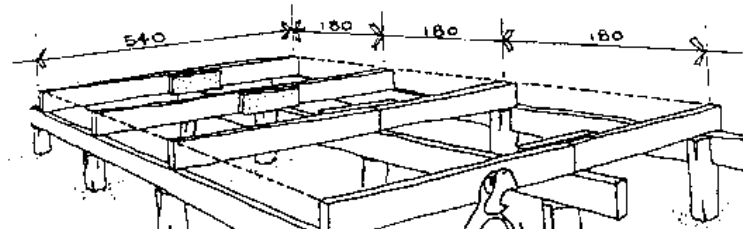
BREVE DESCRIPCIÓN:

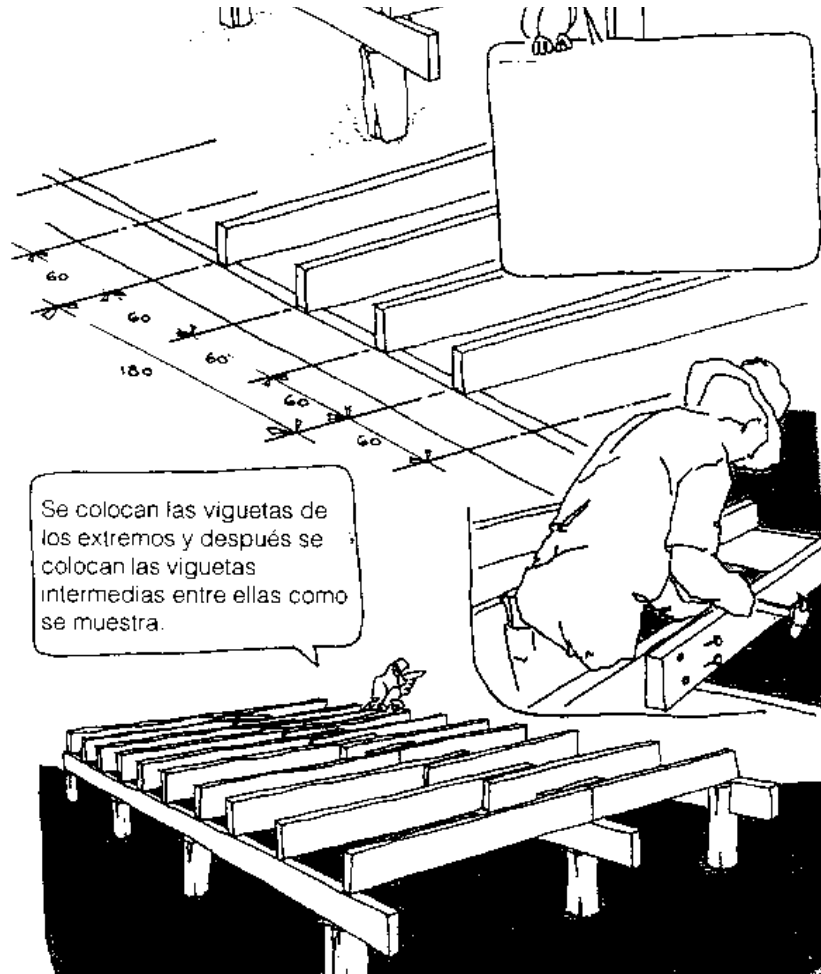
- Los pisos de madera son construcciones normales en todo el mundo.
- Estos se fabrican generalmente con tablas de madera, clavadas sobre una estructura de madera aserrada. Mientras más pequeña es la distancia entre apoyos de la estructura, más resistente es el piso o el entrepiso y hay menor transmisión de las vibraciones y del sonido, pero también los costos son más altos (ya que se requiere más madera).
- Se requieren medidas de protección para minimizar los posibles daños provocados por los agentes biológicos y el fuego (ver *MEDIDAS DE PROTECCIÓN*).
- Las ilustraciones en las tres siguientes páginas forman parte del muy bien ilustrado manual de UNIDO, "Manual on Wooden House Construction", que fuera elaborado por el Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), São Paulo, Brazil, para un proyecto de auto-ayuda en Coroados, Manaus, bajo contrato de la "Housing Society for the Amazon State" (SHAM).

Más información: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo, S.A., P.O. Box 7141, 05508 São Paulo, Brazil; Bibl. 14.22.

Construcción de pisos de madera (Bibl. 14.22)

Construcción de pisos de madera

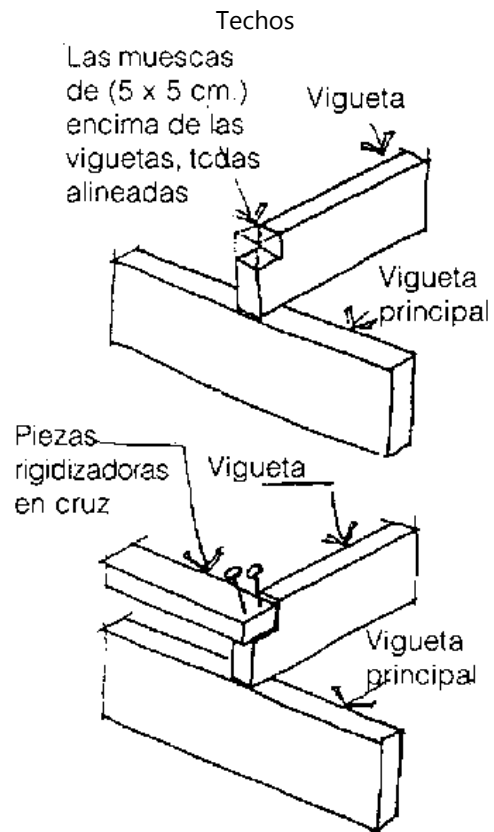




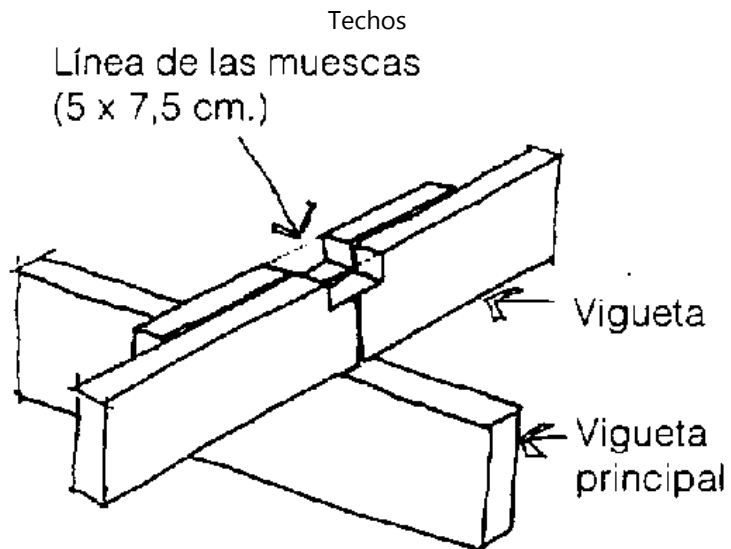


Los espaciadores de las viguetas se elevan como se muestra...

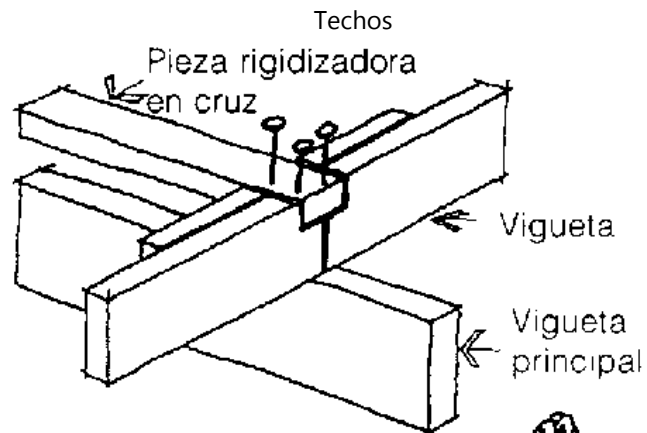
Vigueta (5 x 5 cm.)



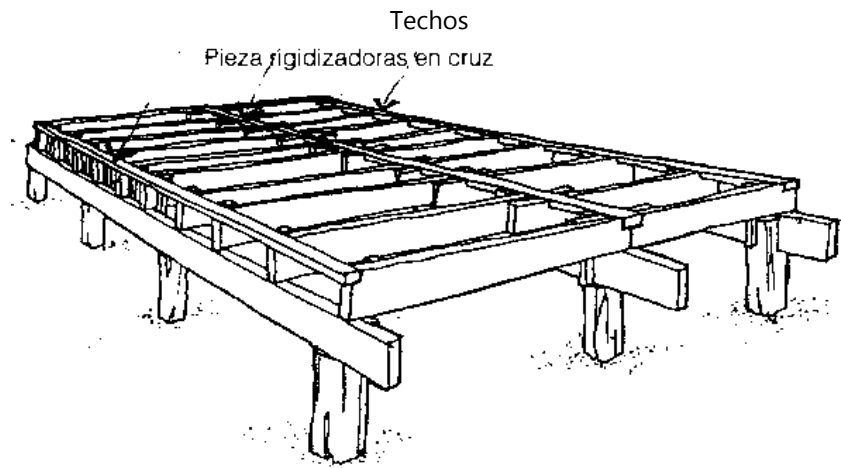
Vigueta (5 x 7,5 cm.)



Vigueta



Pieza rigidizadoras en cruz



Y finalmente coloque los tableros del piso...

Figura A

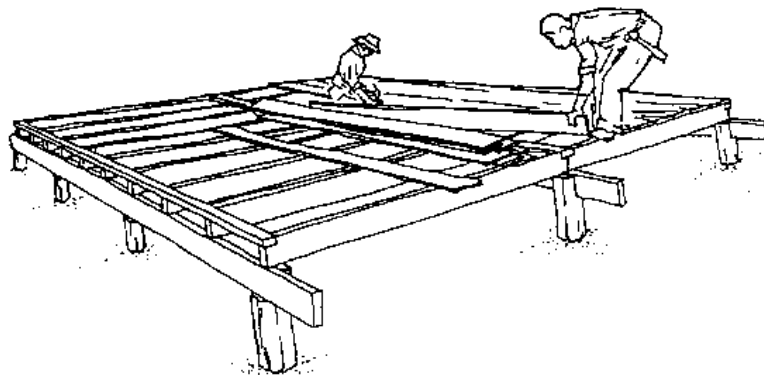


Figura B

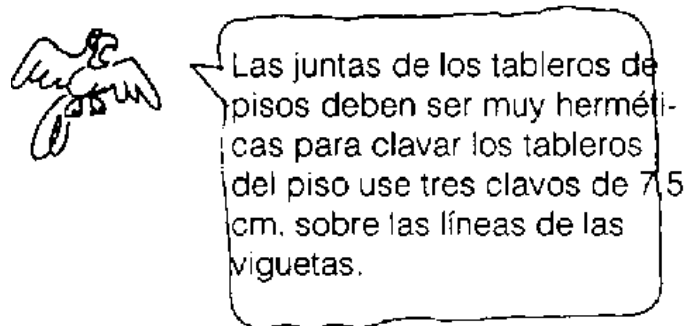


Figura C



Figura D

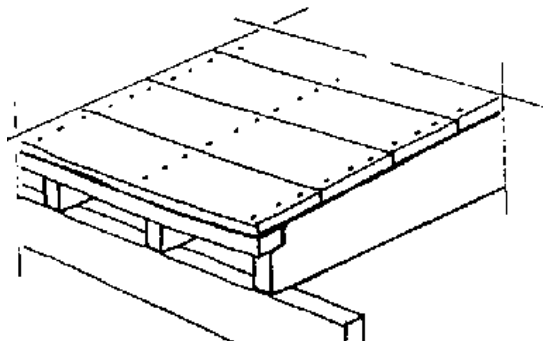
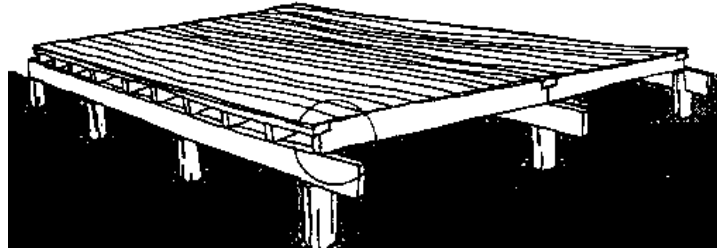


Figura E



Verifique que las
esquinas de la platafor-
ma del piso estén bien
acabados

Figura F



Piso de concreto de azufre

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Resistente, durable e impermeable
Aspectos económicos	Costos medios
Estabilidad	Muy buena
Capacitación requerida	Experiencia en el uso de azufre
Equipamiento requerido	Mezcladora convencional equipada con un calentador
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Buena

Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Experimental

BREVE DESCRIPCIÓN:

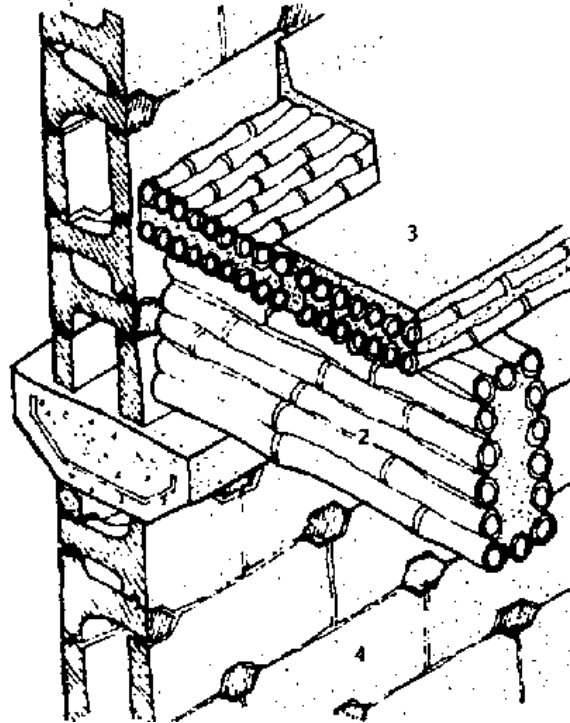
- Los pisos de concreto de azufre contiene azufre elemental y óxidos inorgánicos, usualmente grava y arena fina (ver sección sobre *Azufre*).
- El concreto de azufre puede ser preparado in-situ o premoldeado en forma de baldosas de cualquier forma adecuada.
- La construcción in-situ requiere destreza, experiencia y rapidez, ya que el azufre fundido endurece rápidamente cuando se enfría.
- Las baldosas de concreto de azufre pueden ser colocadas sobre una base de arena, igual como las baldosas de arcilla cocida, concreto u otras baldosas.

Más información: Alvaro Ortega, Research Consultant, 3460 Peel Street, Apt. 811, Montreal P.Q., Canada; Bibl. 18.01,18.04,18.05,18.06,18.07.

Pisos experimentales de concreto de azufre

El acabado superficial de concreto de azufre para entepiso construido de bambú y poliuretano, desarrollado por Christopher Alexander para el proyecto de viviendas económicas en el Perú (PREVI - Proyecto Experimental de Vivienda, concurso internacional patrocinado por Naciones Unidas, el Gobierno Peruano y el Banco de la Vivienda, 1969) (Bibl. 18.01)

Pisos experimentales de concreto de azufre



[Baldosas de concreto de azufre utilizadas en la operación Ecol \(Bibl. 18.06\). Las baldosas con un espesor de 5 cm fueron moldeadas en moldes para preparar pasteles y asentadas sobre arena.](#)



Acabados usuales para pisos

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Revestimiento del piso de durabilidad mediana a alta
Aspectos económicos	Costos medios a altos
Estabilidad	Muy buena
Capacidad requerida	Mano de obra especializada
Equipamiento requerido	Equipo de construcción estándar
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Buena
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Construcciones normales

BREVE DESCRIPCIÓN:

- La función del acabado para pisos, o sea la capa de acabado sobre la losa estructural, ha sido idóneamente resumida en Bibl. 21.11 como sigue:
 - tener una gran resistencia al desgaste y una larga durabilidad;

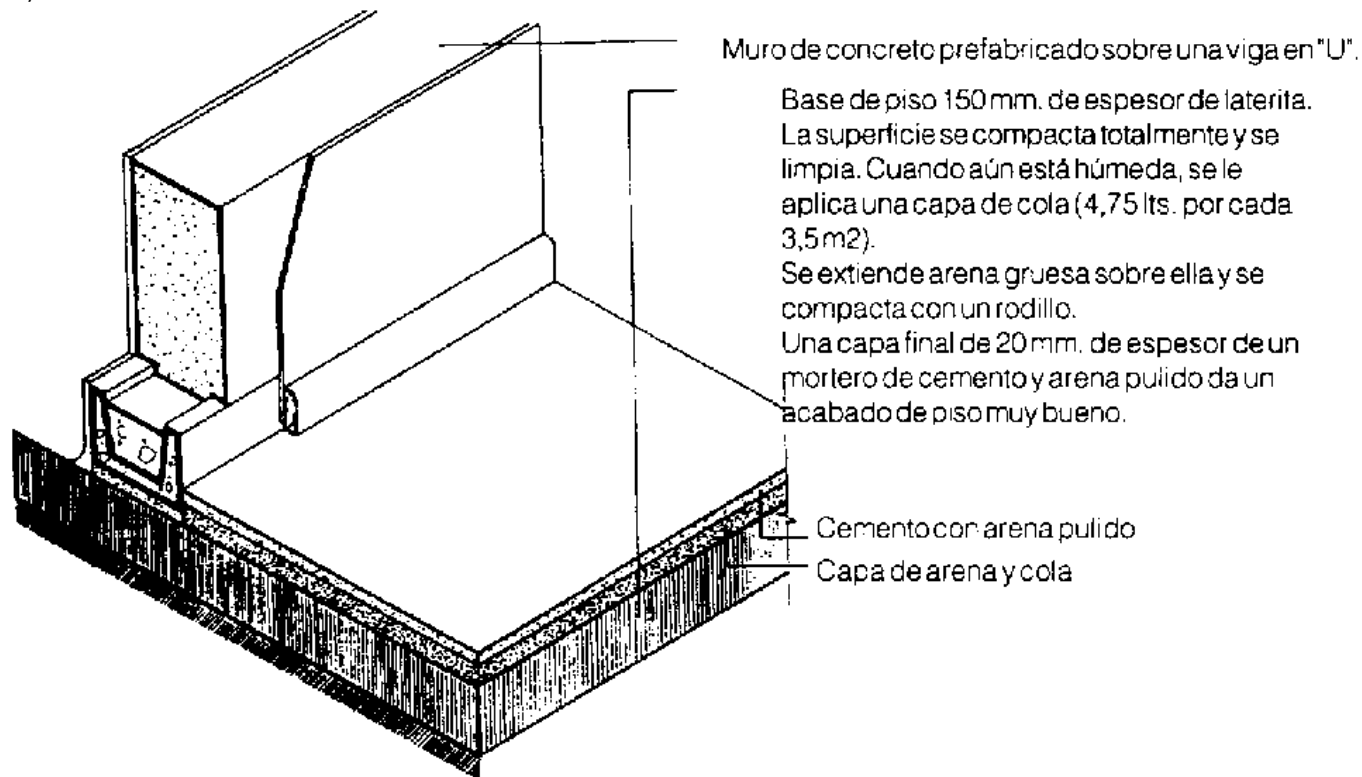
- proveer una superficie segura, no deslizante y fácil de limpiar;
 - incrementar la resistencia del piso contra fuego, insectos y termitas;
 - reducir la transmisión de sonido y proveer aislamiento;
 - contribuir a la est tica interior de un edificio;
 - tener suficiente elasticidad para absorber ligeras contracciones, asentamientos o movimientos términos en la estructura a base del piso.
- Algunos acabados usuales de pisos son ilustrados en las siguientes paginas, acompañados de buenos detalles constructivos.
 - Ya que en muchos países un gran numero de actividades (p.ej. preparación de los alimentos, cocinar, juegos, encuentro entre amigos) se desarrollan al aire libre (p.ej. galerías, patios, azoteas, etc.) se muestra también un ejemplo de piso de galerías.

Más información: Bibl. 00.55, 21.11.

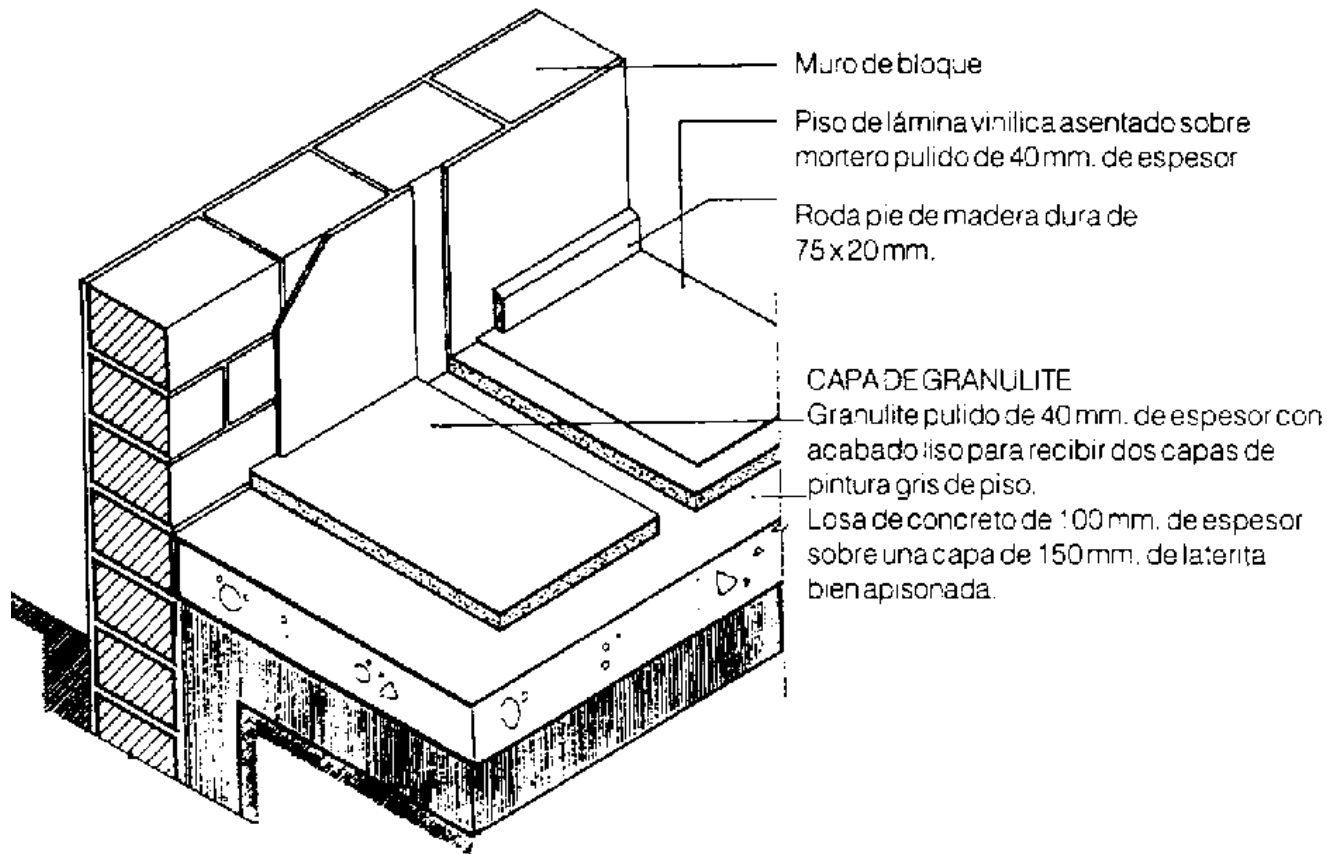
Pisos y acabados de pisos (Bibl. 21.11)

Piso de bajo costo para edificios de concreto o de tierra estabilizado.

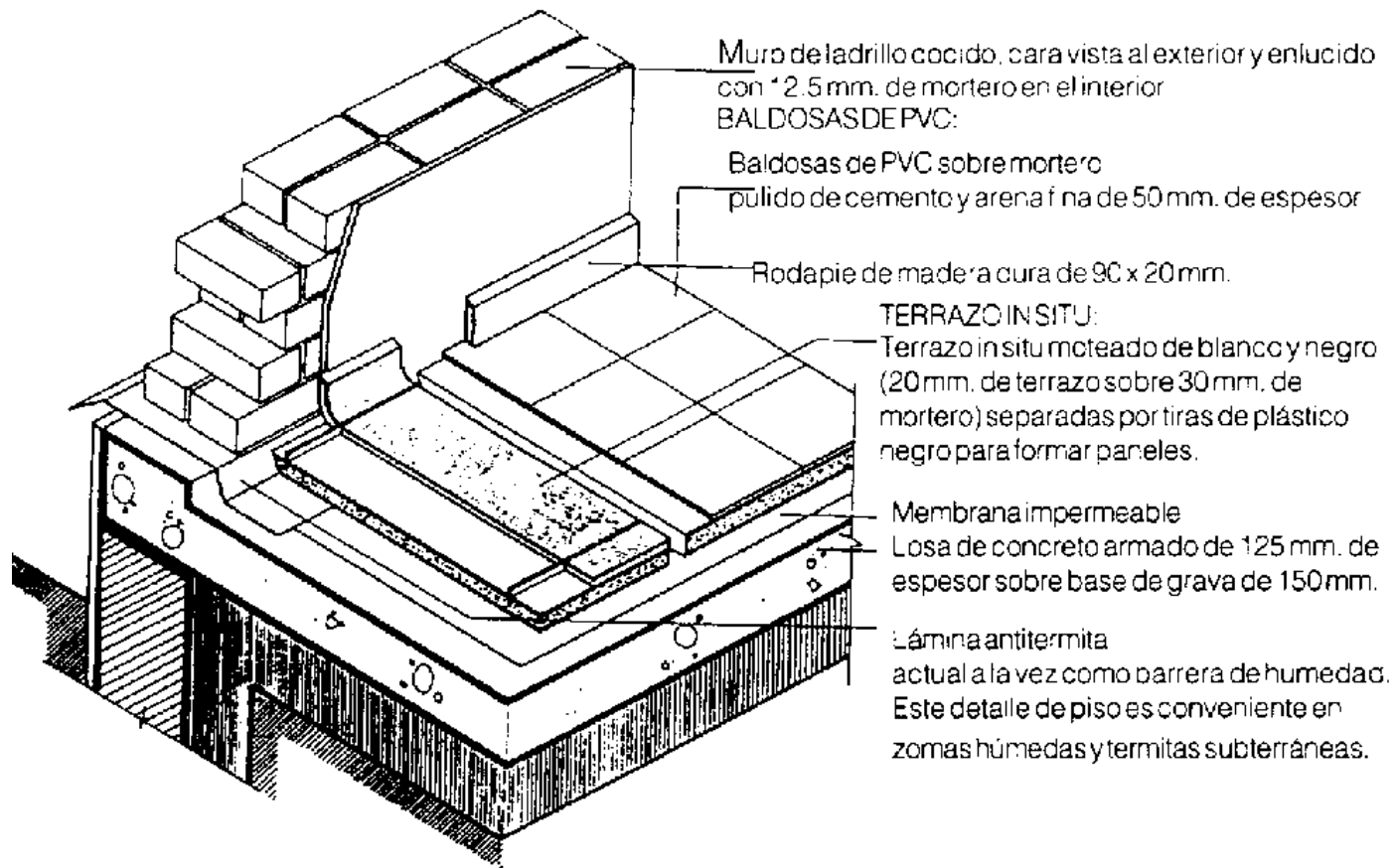
Pisos de concreto



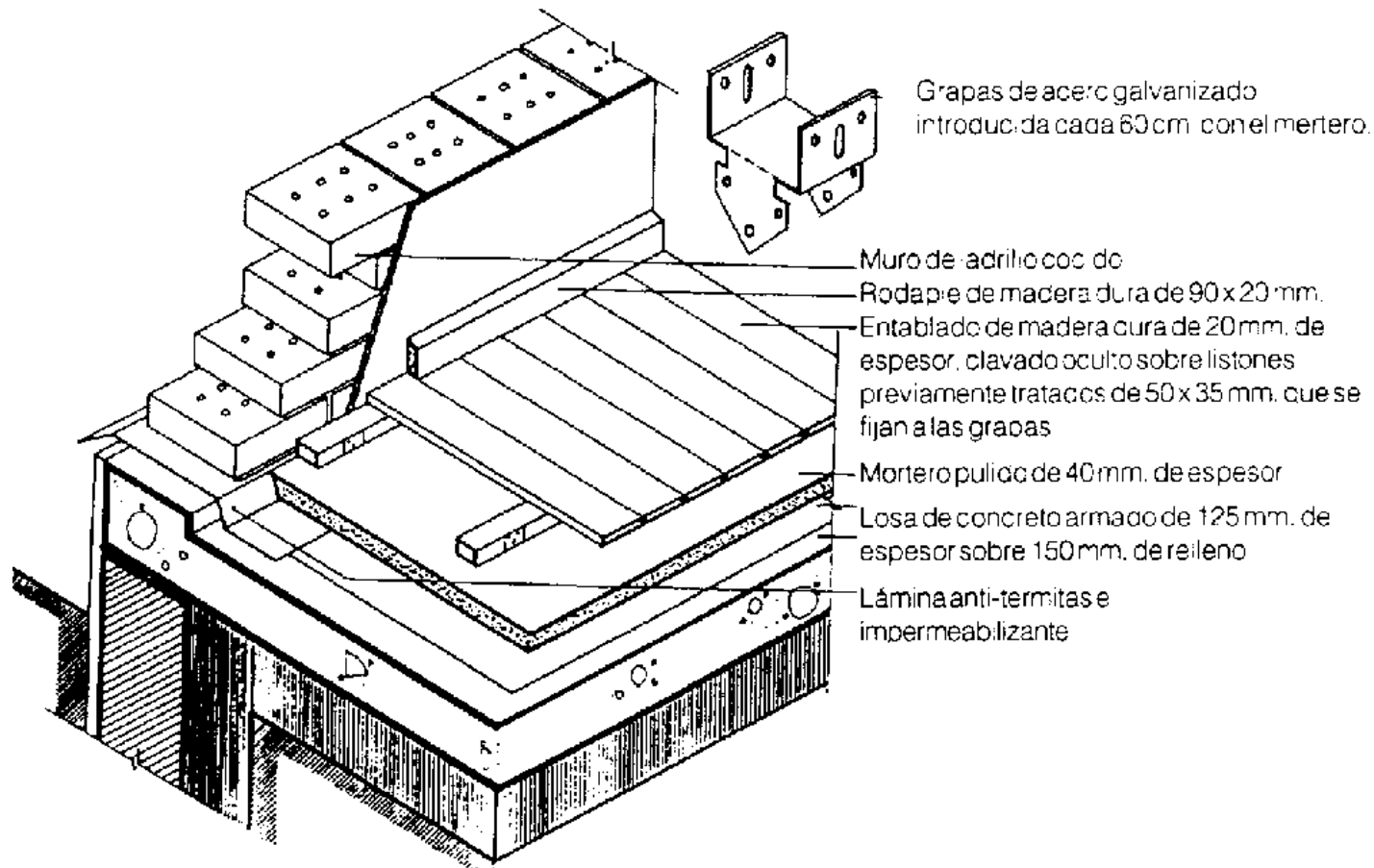
Capa de granulite



Baldosas de PVC



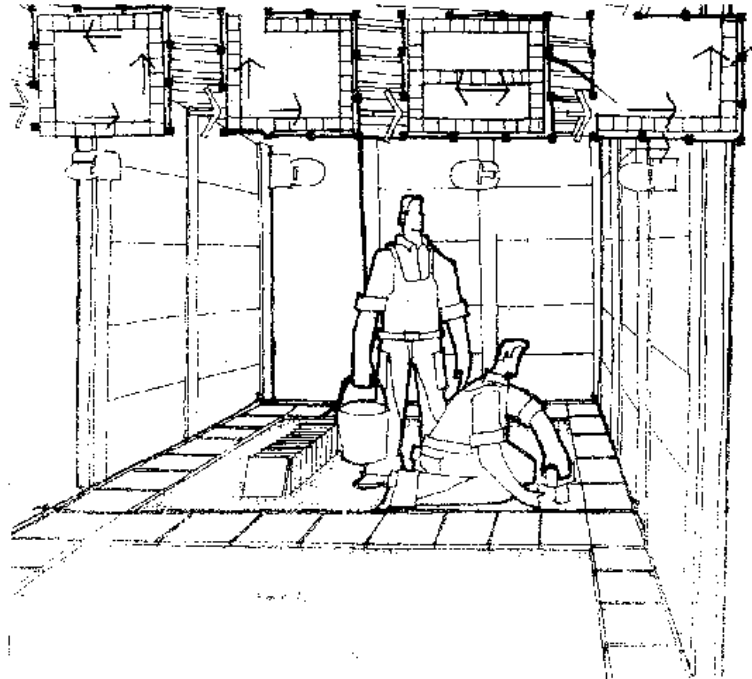
Piso de madera



Relleno para pisos en planta baja

- **En terrenos arcillosos o de capa vegetal es preciso extraer una capa de espesor suficiente para que al rellenar con material de mejoramiento, este no sea de menos de 40 cm de espesor.**
- **Para dar terminación al soporte se utilizará material de origen calizo y grano fino y se realizará la siguientes operaciones:**
 - **Se marcará en todas las paredes el nivel que tendrá el piso definitivo considerando las pendientes si corresponden.**
 - **Se extenderán cordeles paralelos a las paredes laterales del local y en diagonal, partiendo de los niveles marcados.**
 - **Se extenderá el material de relleno, previamente humedecido, con rastrillos, en capas de 10 cm, las que se apisonarán, hasta alcanzar los niveles establecidos.**

Relleno para pisos en planta baja



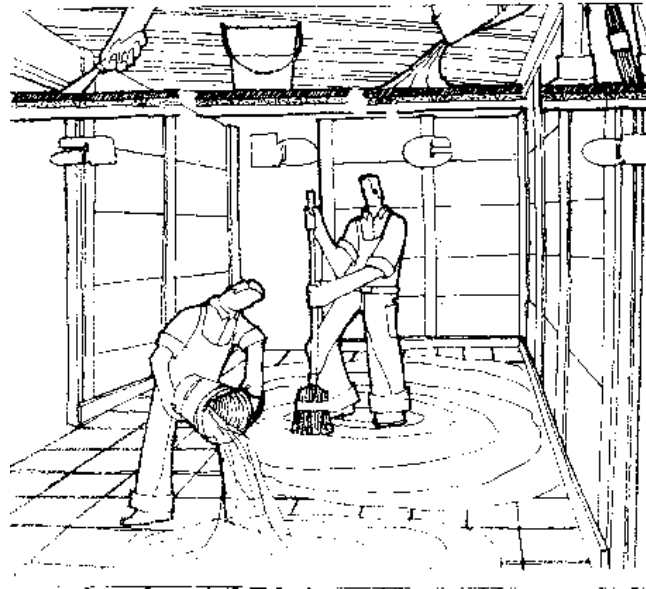
**Pisos a base de piezas
(mortero, cerámica o suelo estabilizado prensado)**

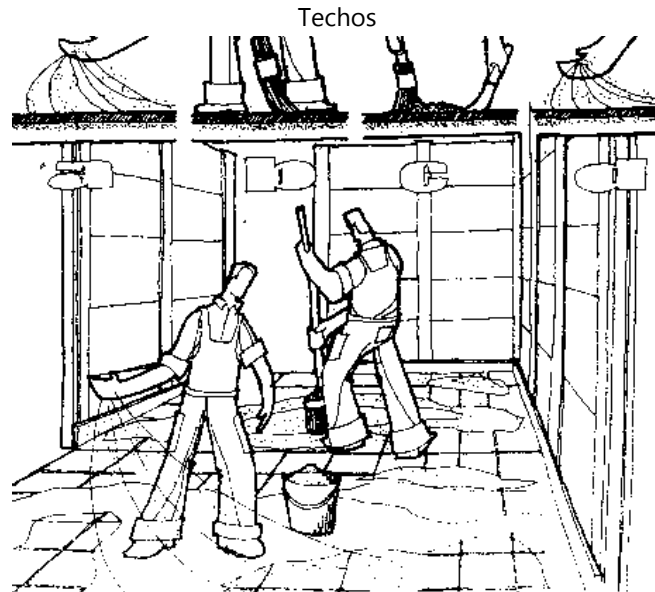
- Se estudia la disposición de las piezas a partir del principio de colocar hileras enteras a partir de los accesos al local a recubrir.
- Se replantean ortogonalmente las maestras ubicando las principales en los lados mas largos del local. Luego

se colocan las piezas a bado flotante, dejando el espacio para las juntas. Se ubican las maestras secundarias entre las principales dejando paos de un tamaño tal que permitan controlar la horizontalidad de las piezas que se colocan.

- Previamente a la colocación de las piezas se mojan estas y se humedece el suelo donde se asentarán.
- Luego de colocado el piso se colocan los zcalos o rodapiés.
- Pasadas 24 horas se pueden llenar las juntas con una pasta de cemento aplicada con escoba. Luego se retira el sobrante con aserrón preferentemente.

Pisos a base de piezas



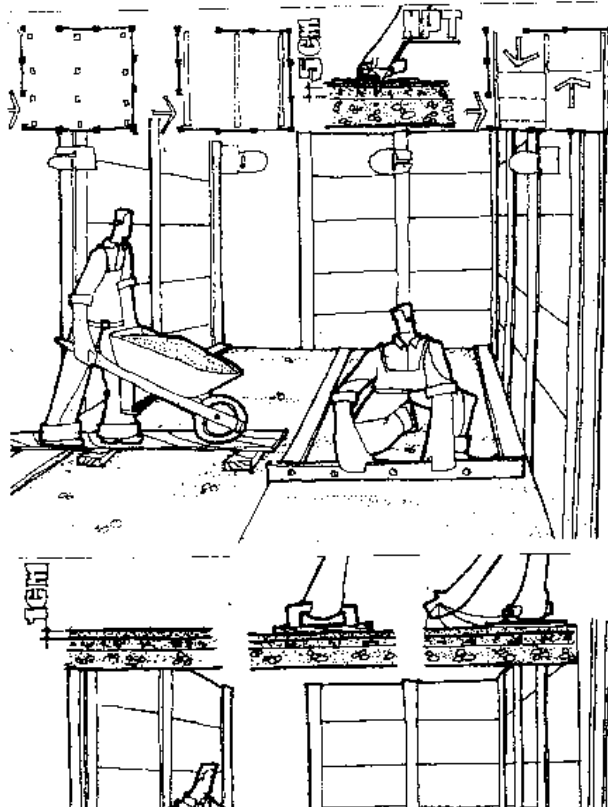


Pisos con terminaci3n de mortero de Cemento Portland pulido

- Se corren los niveles de modo similar al caso anterior.
- Se colocan las maestras hechas del material de base de este tipo de piso que es hormig3n de gravilla hecho con cemento portland. Se dejan un cent3metro por debajo del nivel de terminaci3n final del piso.
- Se hormigonan los pa3os del piso dejando raposa la superficie mediante regla.
- Se ejecuta la terminaci3n de la superficie del piso antes de que la capa de mortero est3 totalmente endurecida aplicando una capa de mortero en proporci3n 1:3 con un espesor de 1 cm.

- Se empareja y alisa el piso con frota de madera, luego se le espolvorea una mezcla de cemento y arena en proporci3n 1:1 y se alisa la suerficie con una plana met3lica.

Pisos con terminaci3n de mortero de Cemento Portland pulido





[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

Ejemplos de materiales para muros y cerramientos

[Muros de bloques de piedra](#)

[Muros de tierra apisonado \(tapial\)](#)

[Muros de bloques de tierra prensada](#)

[Muros de tierra reforzados con bambú](#)

[Muros de ladrillo \(arcilla cocida\)](#)

[Bloques de concreto huecos](#)

[Muros de bambú](#)

[Paneles de madera](#)

[Muros de concreto de azufre](#)
[Muros de desechos agrícolas](#)



Muros de bloques de piedra

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Mejora de mampostería de piedra natural
Aspectos económicos	Costos medios a altos
Estabilidad	Muy buena
Capacitación requerida	Experiencia en albañilería
Equipamiento requerido	Moldes de acero, plancha vibradora, herra. de albañilería
Resistencia sísmica	Media a buena
Resistencia a huracanes	Muy buena
Resistencia a la lluvia	Muy buena
Resistencia a los insectos	Muy buena
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Incremento del uso de este sistema en la India

BREVE DESCRIPCIÓN:

- La desventaja de los muros de mampostería de piedra natural, usuales en zonas montañosas, son el excesivo uso

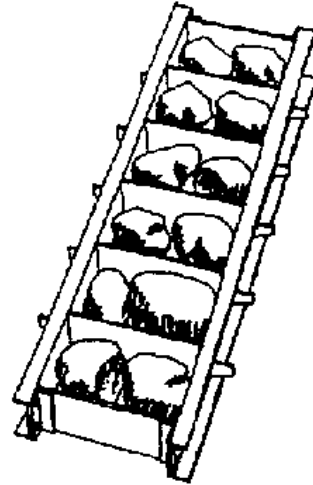
de piedras, mortero y mano de obra, como también la forma irregular y el riesgo de filtraciones de agua. Se eliminan estas desventajas, moldeando bloques de concreto en los cuales se incluyen las piedras.

- Esta técnica, desarrollada en la India, requiere básicamente de moldes de acero, una plancha vibradora y una llana. Se engrasan la plataforma de vertido de concreto y las caras interiores de 4 o 5 baterías de moldes. Los moldes se ubican uno al lado del otro sobre la plataforma. En cada molde se ubican 2 o 3 piedras, con la cara más plana hacia abajo. Entre piedras y el molde debe dejarse una separación de por lo menos 15 mm.
- Con una mezcla de concreto de 1:5:8 (1 cemento: 5 arena: 8 grava de 10 mm o menos) se llenan los moldes, se compactan con la plancha vibradora y se le da acabado con la llana. Los bloques pueden ser desencofrados de 5 a 10 minutos más tarde (dependiendo de las condiciones climáticas), se curan húmedo durante dos semanas y en seco durante dos semanas más.
- La cara inferior con la piedra a la vista se usa como cara exterior del muro. Los bloques de 29 x 19 x 14 cm, (e x b x h) son usados en construcciones de mampostería convencional, permitiendo el uso de muros simples (espesor 20 cm) para edificaciones de 3 pisos. Bloques especiales con espacios previstos para colocar armadura se pueden usar, donde se requiera resistencia sísmica.

Más información: Bibl. 22.01

Llenando los moldes

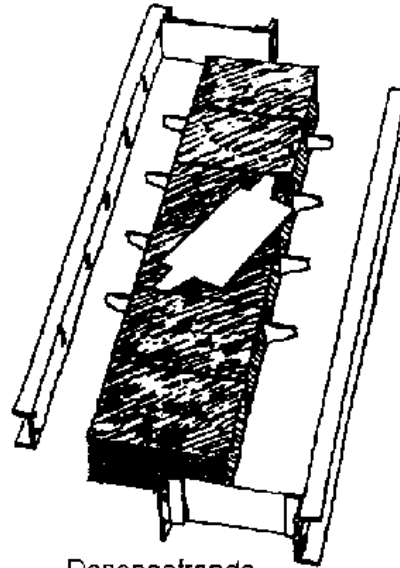
Techos



Llenandolos
moldes

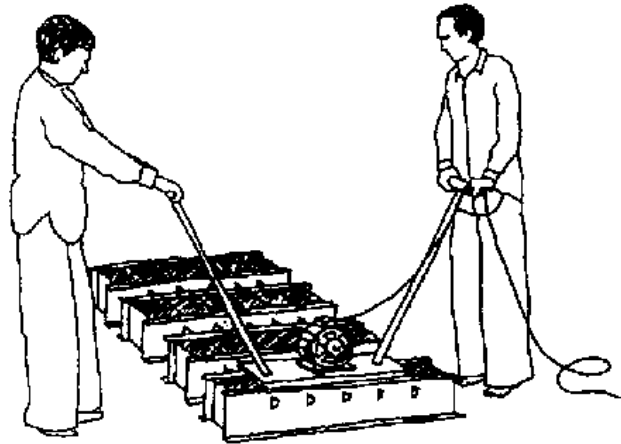
Desencofrando

Techos



Desenclavando

Compactando con la plancha vibradora



Compactando con la plancha vibradora

Los bloques de piedra prefabricados requieren algo más de cemento para su producción y colocación, que la mampostería de piedra natural, pero se logra la impermeabilidad sin o casi sin necesidad de enlucido son importantes ventajas los muros portantes menos gruesos y un tiempo de construcción mucho menor, inclusive se puede lograr resistencia sísmica lo que debe valorarse por encima de los costos de la construcción.

[Abajo un ejemplo de una construcción de mampostería de piedra \(en Katmandu, Nepal\) con los muros parcialmente enlucidas. \(Foto: K. Mukerji\)](#)



Muros de tierra apisonado (tapial)

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Buena durabilidad y resistencia al impacto
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Buena
Capacidad requerida	Experiencia en construcciones de tierra
Equipamiento requerido	Encofrados, pisón
Resistencia sísmica	Baja a media
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Media
Resistencia a los insectos	Media
Idoneidad climática	Clima cálido y seco, clima serrano
Grado de experiencia	Tradicional

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Este método de construcción es conocido desde hace siglos en varias zonas del mundo y es conocido por su nombre francés "Pisé".
- Se llena de tierra un encofrado en capa de hasta 10 cm y se compacta a un espesor de 6 - 7 cm. con el pisón. Cuando el encofrado se llena se desmantela y se se mueve (generalmente en sentido horizontal) a la posición siguiente, se fija firmemente a una hilada ejecutada con anterioridad. Así la edificación va creciendo lentamente, capa por capa, hilada por hilada.
- Normalmente no es necesario tratar la superficie, aparte de resanar fisuras, huecos o cantos dañados.

- El costo, la calidad y la velocidad con que avanza la construcción, depende en gran parte del tipo de encofrado y de la herramienta escogida para apisonar, así que es necesaria la experiencia y/o diferentes ensayos con distintas herramientas o equipos. En lo posible hay que evitar el uso de agentes estabilizadores (p.ej. cemento, cal, etc.) ya que complican todo el procedimiento. En todo caso, esto solo es posible con calidades de suelo óptimas y buen diseño de las construcciones.
- La tierra apisonada es un material natural, cuyo procedimiento constructivo requiere una pequeña fracción de la energía que es necesaria para producir estructuras de otros materiales y de similar resistencia y durabilidad. Además no produce desperdicios o contaminación, y pueden ser reusados después de ser demolidos, siempre y cuando no se hayan usado agentes estabilizadores.

Más información: Bibl. 02.06, 02.19, 02.28, 02.32.

Suelo

- El suelo más apropiada para construcciones de tierra apisonado contiene: 50 a 75 % grava fina y arena; 15 a 30 % limo (arena pulverizada) y 10 a 20 % arcilla (partículas cohesivas).

Encofrados

- El encofrado debe ser más rígido que el utilizado para el concreto, para poder resistir la fuerza horizontal adicional, generada por el piso;
- debe ser liviano y fácil de montar y desmontar, para posibilitar un trabajo rápido que no canse mucho;
- debe ser del mayor tamaño posible de manipular con cierta facilidad, para reducir el número de traslados;
- Y debe permitir espesores de muros variables.
- A continuación se ilustran diferentes tipos de encofrados. El encofrado normalmente se mueve en forma horizontal

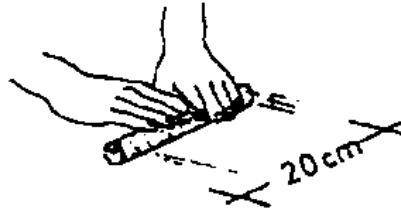
después que se completa cada sección. Para evitar grietas horizontales en las juntas de construcción (ya que cada hilada seca en lapsos de tiempo distintos), se ha desarrollado en el Politécnico de Kassel, Alemania, un sistema de encofrados que se desliza hacia arriba (Bibl. 02.28, Vol. 2)

- El largo del encofrado puede variar entre 150 y 300 cm, y el alto entre 50 y 100 cm. La relación entre espesor y altura del muro debería ser de 1: 8 a 1: 12 (a menor espesor más control de calidad es necesario), y un espesor mínimo de 30 cm es posible. Pero para que un hombre pueda ubicarse entre las dos caras del encofrado, para apisonar el barro, se recomienda un mínimo de 40 cm.

Prueba para determinar el contenido óptimo de arena y arcilla

Hacer un cigarro de suelo

Hacer un cigarro de suelo



Mezcla óptima de arcilla

Mezcla optima de arcilla

Entre 8 y 12 cm.



Demasiada arena, a  **adir arcilla**

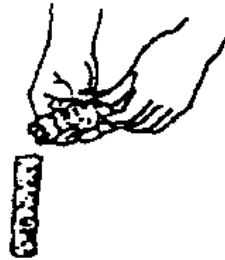
Demasiada arena, a



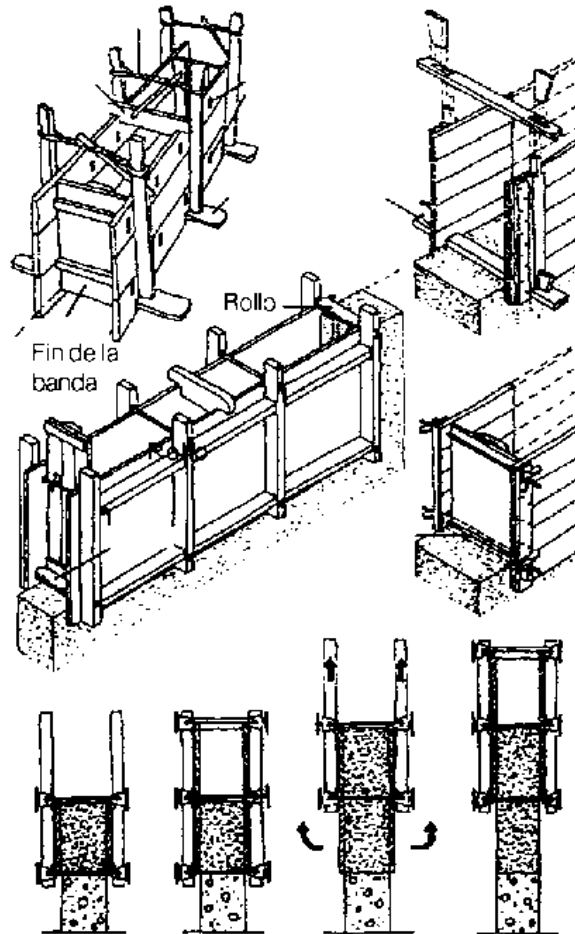
Demasiada arcilla, a  **adir arena**

Demasiada arcilla, añadir arena

Mayores
12 cm.



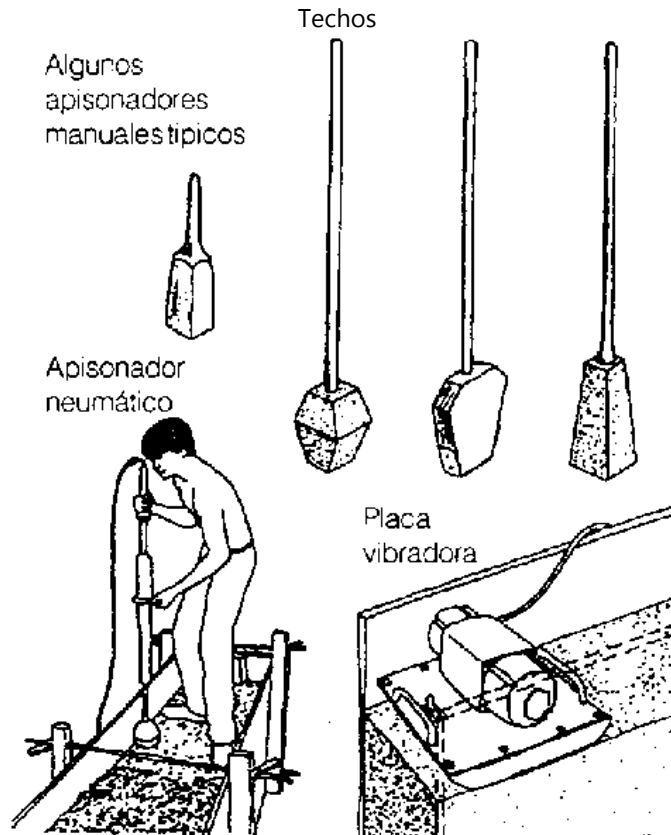
Figura



Pisones

- Los pisones manuales constan de un mango de madera con un cabezal de acero o madera pesada. Mientras más pesada es el pisón, mejor es la compactación, pero a su vez es más pesado su uso.
- Los pisones neumáticas imitan los pisones manuales, pero logran una frecuencia de impacto mayor, acelerando de esta manera el proceso constructivo. La mayor desventaja es su mayor costo.
- Una alternativa es una pequeña plancha vibradora, desarrollada en el Politécnico de Kassel. Un motor eléctrico con una masa rotativa excéntrica transmite vibraciones a una plancha, lo que ocasiona el movimiento de la máquina. Un interruptor permite variar estos movimientos, que se dan sin ayuda manual.

Algunos apisonadores manuales típicos - Apisonador neumático - Placa vibradora



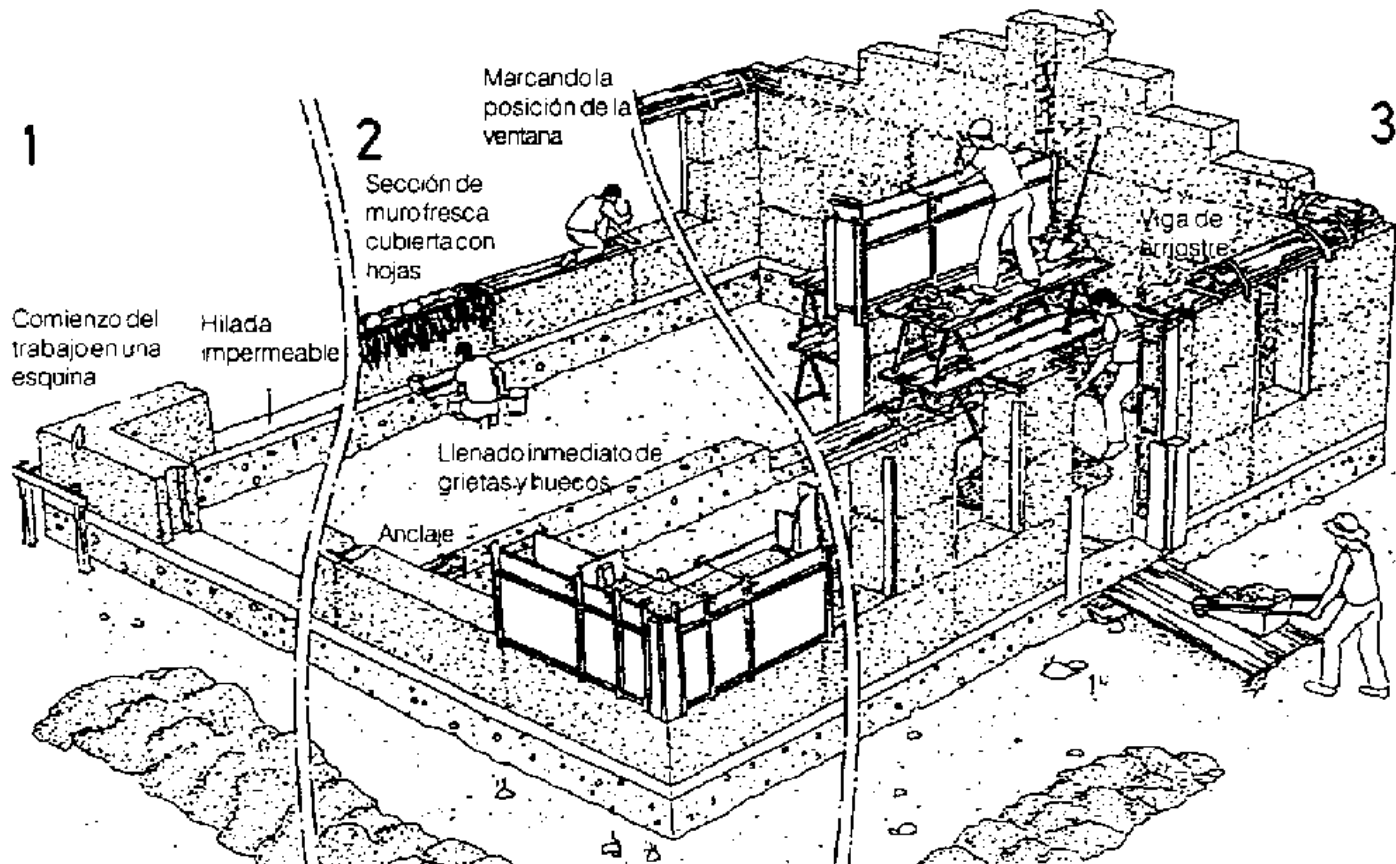
Construcción

- Para iniciar el trabajo se requiere de un cimiento de piedra, ladrillo o concreto con un sobrecimiento (por lo menos 30 cm debajo del nivel del terreno y exactamente del ancho del muro). La parte superior debe ser horizontal, (requiere

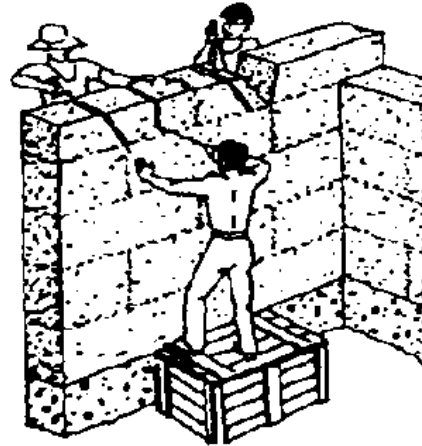
de un escalonamiento en terreno en pendiente). En zonas hmedas es recomendable colocar una membrana impermeable entre el sobrecimiento y el muro.

- Los lados del encofrado deben traslapar la secci3n anterior por lo menos en 10 cm, para lograr suficiente rigidez. El trabajo debe empezar en las esquinas.
- Se llena de tierra el encofrado en capas no mayores de 10 cm. La persona que apisona la tierra esta parada encima de ella sobre los bordes del encofrado, y golpea sistem3ticamente la superficie de la tierra, primero en los bordes y a continuaci3n en el centro. Esta operaci3n se concluye cuando el sonido de los golpes cambia de fofo a s3lido. Una vez trasladado el encofrado a la pr3xima secci3n, la anterior debe ser cubierta con un material apropiado (hierba, hojas, tela, pl3stico) como protecci3n contra lluvia, viento o rayos solares.
- Se deben alternar las juntas en cada capa (igual como en los trabajos de mamposter3a) y se deben preveer uniones de amarre entre muros. Anclajes y refuerzos de muros (p.ej. en esquinas) de tiras o barra de acero, ramas, bamb3 o sogas, se puede colocar en estas juntas durante el proceso de apisonado.

Ilustraci3n adaptada de Vorhauer, 1979 (Bibl. 22.09)

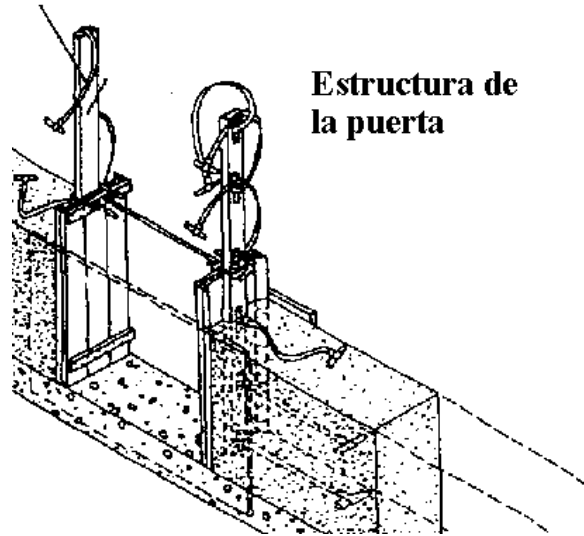


Cortando la entrada



Cortandola
entrada

Estructura de la puerta



Vanos

- Estos deben ser previstos de tal manera que sus bordes coincidan con los extremos de las secciones de encofrado, su altura con la línea superior de la última sección, para que la viga de arrioste sustituya los dinteles. También se pueden colocar los marcos de puertas y ventanas con sus respectivos anclajes en el encofrado, logrando que estos estén bien amarrados al muro. Pequeñas aberturas se pueden cortar fácilmente en el muro terminado con una sierra pis (un cable endentado con mangos en los extremos) manipulado por dos personas.

Tratamiento de la superficie

Para la durabilidad del muro es importante, que cantos dañados, fisuras y huecos sean llenados y compactados *inmediatamente* después del desencofrado, ya que el material de relleno no se adhiere a muros secos.



Muros de bloques de tierra prensada

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Comparable a muros de ladrillo cocido
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Mano de obra semi-especializada
Equipamiento requerido	Prensa manual para producir bloques
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Mediana, depende de la estabilización
Resistencia a los insectos	Mediana
Idoneidad climática	Todos, menos climas muy húmedos
Grado de experiencia	Ampliamente usado en muchos países

BREVE DESCRIPCIÓN:

- El suelo apropiado, con una buena granulometría y un contenido de arcilla de 10 a 25%, se puede compactar en estado ligeramente húmedo, para producir bloques resistentes y estable dimensionalmente.

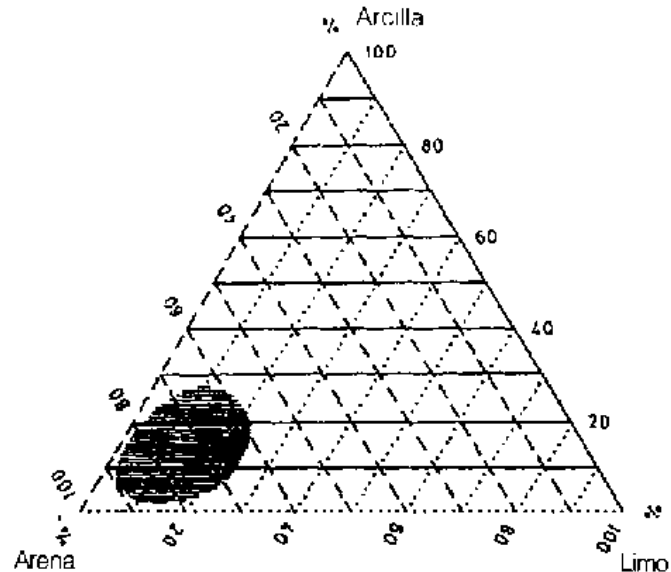
- Para aumentar la durabilidad, se agrega a la tierra un agente aglutinante y/o impermeabilizante. El cemento, la cal son aglutinantes comunes, y la proporción de la mezcla varía según la calidad de la tierra (ver *Tierra, Suelo, Laterita y Estabilizadores*).
- Las ventajas de construir con bloques estabilizados, comparado con la mayoría de otras técnicas de construcción en tierra son:
 - mayor resistencia a la compresión y al agua;
 - posibilidad de transportarlo a mano, inmediatamente después de ser producido;
 - Requiere poco espacio de secado y almacenaje, ya que los bloques pueden ser apilados inmediatamente o a más tardar un día después de ser producidos;
 - fácil transporte de los bloques secos, con poca pérdida por rotura;
 - posibilidad de construir muros con una mayor relación altura-espesor;
 - ahorro en costos, materiales y energía, ya que el enlucido exterior no es necesario; en bloques comprimidos bien estabilizado;
 - costos de producción y consumo de energía más bajo comparado con un volumen equivalente de ladrillos cocidos o bloques de concreto, que son sus posibles alternativas.

Selección de la tierra

- La tierra más apropiada para la producción de bloques estabilizados tiene un contenido de 75% de arena y un mínimo del 10% de arcilla. El área sombreada en el gráfico da la impresión que muy pocas tierras forman parte de ese grupo, pero en realidad su disponibilidad es casi universal. Se extraen después de quitar la capa superior de 10 a 15 cm, para eliminar el material orgánico.

- Es esencial realizar una serie de ensayos de campo para lograr resultados satisfactorios. Si existen laboratorios cercanos, se debe hacer uso de ellos, ya que los ensayos de campo no son muy precisas.

Figura



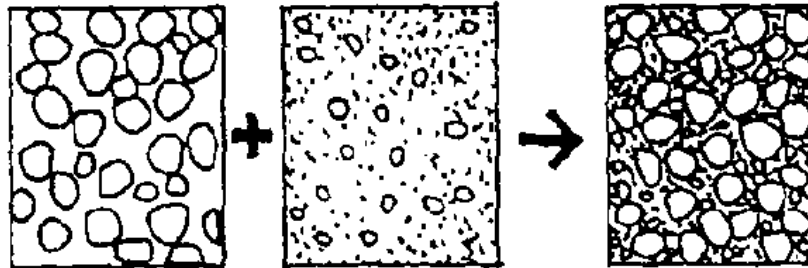
Preparación de la Tierra

- La tierra raramente se encuentra en el estado requerido para la producción de bloques. En la mayoría de los casos, este debe ser tamizado a través de una malla de 5 mm.

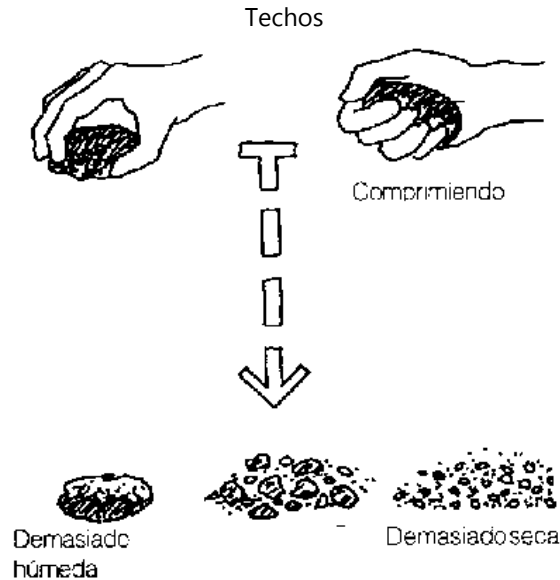
- El mezclado debe hacerse cerca de la zona de moldeado, añadiendo todos los aditivos en estado seco. A diferencia del mezclado de concreto, la cantidad predeterminada de agua debe ser rociada, para lograr una distribución uniforme.
- Cada mezcla debe ser comprobada, comprimiéndola en la mano y dejándola caer sobre una superficie dura desde una altura de 1 metro. Si la masa de barro queda intacta, esta contiene demasiado humedad; si se desintegra totalmente es demasiado seca. La humedad correcta no moja la mano y conforma una bola firme, que al caer se desintegra en varios trozos. Si se usa cemento como aditivo, no se debe mezclar más material, que el que será usado en los aproximadamente 20 minutos.

Corrección de la granulación

Corrección de la granulación



Figura



Fabricación de los Bloques

- La compactación de la mezcla de la tierra en un molde puede ser dinámica (impacto rápido por apisonamiento) o estática (compresión gradual). La presión estática se obtiene en máquinas de hacer bloques, que se ha convertido en el método más usual.
- El método más simple, pero lento y agotador, para producir bloques, es el apisonamiento del barro en un molde (con partes articuladas o desarmables).
- Más eficiente es el uso de prensas, en las cuales la tierra es comprimido al 60%, o inclusive al 50% de su volumen original. Las prensas son manuales o motorizadas, pero el proceso siempre incluye el llenado del (los) molde(s),

compactación de la tierra (a veces después de un pre-compactado), desencofrado y transporte a la zona de secado (ver *ANEXO: Maquinas y Equipos*). Como promedio se necesita en general un equipo de 3 personas para operar la máquina y manipular los bloques. Deben ser asistidos por un grupo de 4 a 6 trabajadores, que excavan y preparan la tierra en el lugar, al mismo ritmo que se producen los bloques.

Apisonando a mano en un molde de madera

Apisonando a
mano en un
molde de
madera



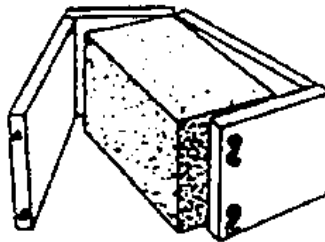
Removiendo el bloque

Removiendo el bloque



Desmoldado

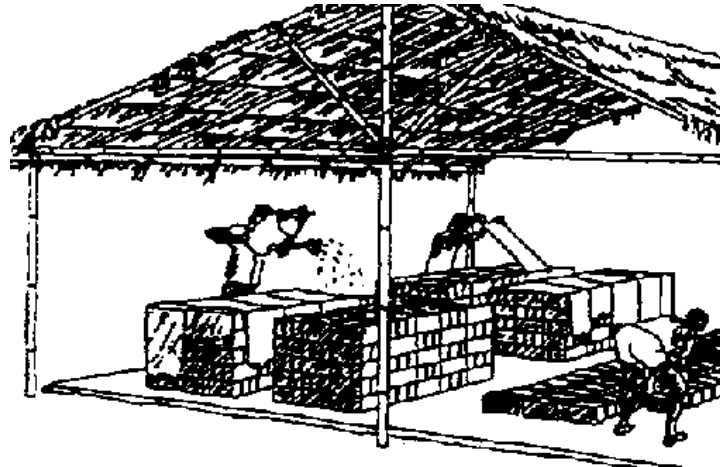
Desmoldado



A - Fabricación de los Bloques



B - Fabricación de los Bloques



Secado y Curado

- A diferencia de los bloques de barro tradicionales, moldeados manualmente, que deben secarse en el mismo lugar donde fueron producidos, los bloques de barro prensados son transportados a una zona de curado a la sombra. Los bloques ligeramente compactados son almacenados el primer día directamente sobre el piso, pudiendo ser apilados al día siguiente, mientras que los bloques más densos pueden ser apilados inmediatamente en hasta en 5 hiladas.
- Si se usan estabilizadores bituminosos, el secado puede completarse en 5 días, mientras que el cemento requiere aprox. 15 días y la cal 25 días. Con ambos, cemento y cal, los bloques deben mantenerse húmedos mediante rociado diario durante los primeros 5 días.

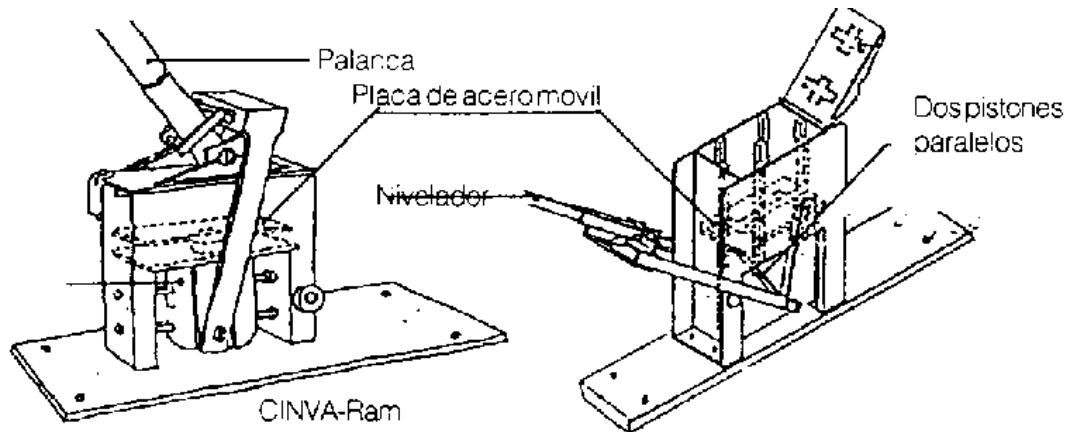
Sistema LOK BRIK (Bibl. 22.04)

- Este sistema, desarrollado por el Dr. A. Bruce Etherington del AIT, Bangkok, representa una variante a las

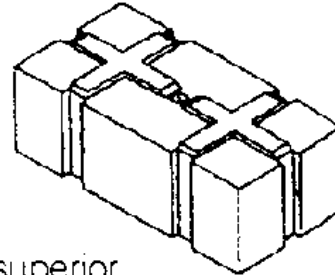
construcciones tradicionales de bloques prensados, con la cual los muros pueden ser construidos con gran exactitud y rapidez, inclusive con mano de obra no calificada.

- Los bloques de tierra-cemento entrelazables son producidos en una máquina CINVA-Ram modificada (ver ANEXO), que consta de dos pistones de elevación paralelos (para asegurar dimensiones más exactas del bloque terminado) y de un sistema de hendiduras positivas y negativas (para formar las partes salientes o entrantes).
- No se requiere de mortero para asentar los bloques, pero a través de las aberturas verticales previstas se coloca una lechada (mortero liquido). Armadura de acero vertical puede ser insertada donde sea necesario, logrando así resistencia sísmica.
- A parte del ahorro en costos de material y mano de obra, la uniformidad y exactitud de la construcción le da un buen acabado, que no hace necesario el uso de enlucido, logrando un ahorro adicional.

CINVA-Ram

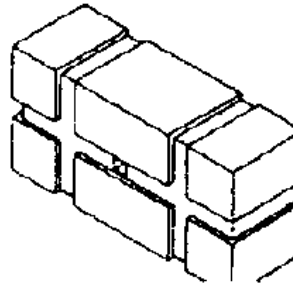


Vista superior - Vista inferior

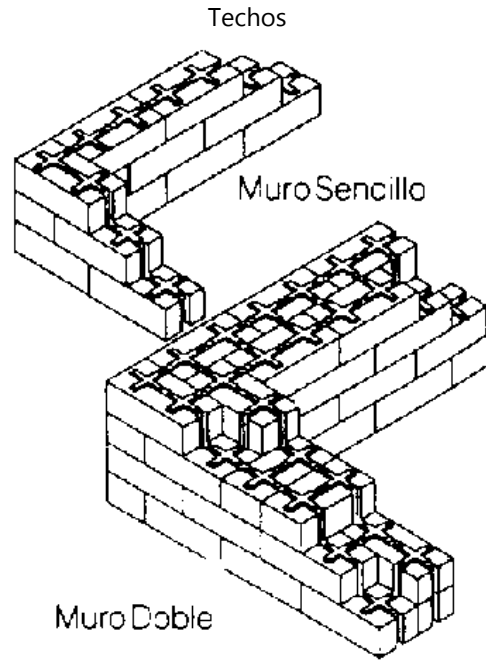


Vista superior

Vista inferior



Muro Sencillo - Muro Doble



[Construcción LOK BRIK en Ubon Ratchathani, Thailandia: muros construidos con mano de obra no-calificada. \(Photo: W. Wilkens, DESWOS\)](#)



Muros de tierra reforzados con bambú

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Alta resistencia sísmica
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Experiencia en la construcción tradicional de tierra
Equipamiento requerido	Herramientas para cortar bambú, moldes, pisón
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Baja
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Todos menos climas húmedos
Grado de experiencia	Técnicas experimentales y tradicionales

BREVE DESCRIPCIÓN:

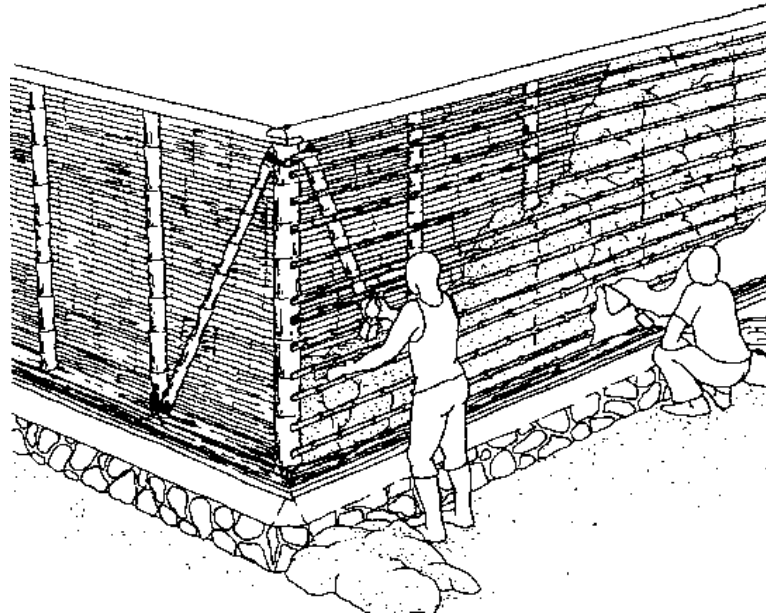
- Normalmente muros de tierra apisonada tienen una baja resistencia sísmica, pero con refuerzos de bambú este problema puede ser controlado.
- Los ejemplos en las siguientes páginas (extraídos de la Bibl. 22.09) muestran métodos tradicionales, conocidos como "bajareque", y una innovativa construcción desarrollada por el Prof. Gernot Minke del "Kassel College of Technology (Alemania Federal), implementado en un pueblo de Guatemala (en cooperación con la Universidad Francisco Marroquín y CEMAT, Guatemala).
- Los ejemplos tradicionales también pueden ser construidos con madera de baja calidad, pero el bambú tiene la

ventaja de ser recto y de tener mayor resistencia a la tracción.

- El ejemplo de Guatemala combina las ventajas de los muros de tierra apisonada y de la resistencia a la tracción del bambú. El muro está compuesto de un número de postes verticales independientes, unidos en su parte superior por una viga de amarre de bambú. En caso de un movimiento sísmico, cada sección puede responder en forma individual a estas fuerzas, evitando tensiones diferenciales en el muro, que puede colapsarlo. El techo queda apoyado sobre los soportes de madera que estructuralmente están separados del muro, evitando que movimientos del muro colapsen el techo.

- El tratamiento del bambú es esencial, para evitar su destrucción biológica.

Construcción del muro sistema - bajareque



Alternativas:

Poste doble de bambú. Cubierta vertical

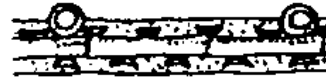
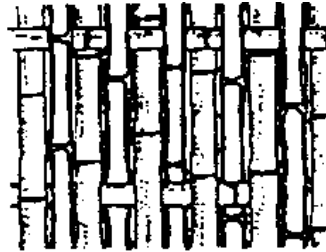
Techos



Poste doble de bambú.
Cubierta vertical

Postes interiores. Cubierta exterior

Techos



Postes interiores
Cubierta exterior

Poste con cubierta tejida

Techos



Poste con cubierta tejida

Cimentación: 50 cm sobre el nivel del suelo. Lmina impermeable sobre el muro de cimentación.

Construcción: Estructura de Bambú de mds de 7 cm de diámetro con una viga de cerramiento de madera dura como base. Los postes están separados a aproximadamente 50 cm (alternativa: poste de madera dura). Puntales diagonales en las esquinas (+) poste de esquina de madera dura.

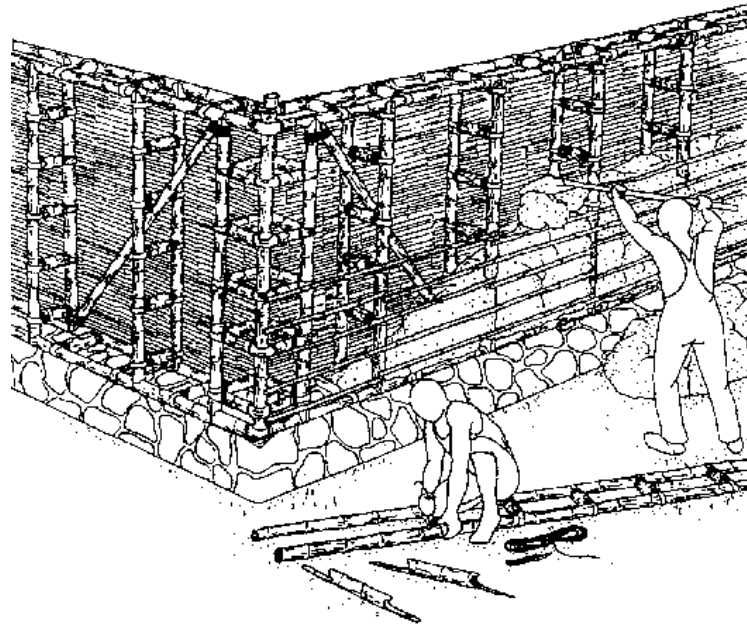
Relleno ambas caras se cubren con una tablazón de tiras de bambú - alt: la cara interior se cubre con tablero de bambú, se coloca la tierra entre las alineaciones interior y exterior y se compacta ligeramente.

Revoque: después que el relleno ha secado durante una semana se revoca con barro y se pinta con cal.

Ventajas: Resistencia al sismo, no requiere acabado posterior, no se necesita mucha tierra en paredes delgadas.

Desventajas: Las termitas y los hongos atacan a los elementos de madera o de bambú.

Construcción de muro sistema bajareque de doble refuerzo (escalera)



Cimentación: 50 cm sobre el nivel del suelo. Lmina impermeable sobre el muro de cimentación.

Construcción: Las escaleras de refuerzo se prefabrican con Bambú verde $\phi \geq 4$ cm.

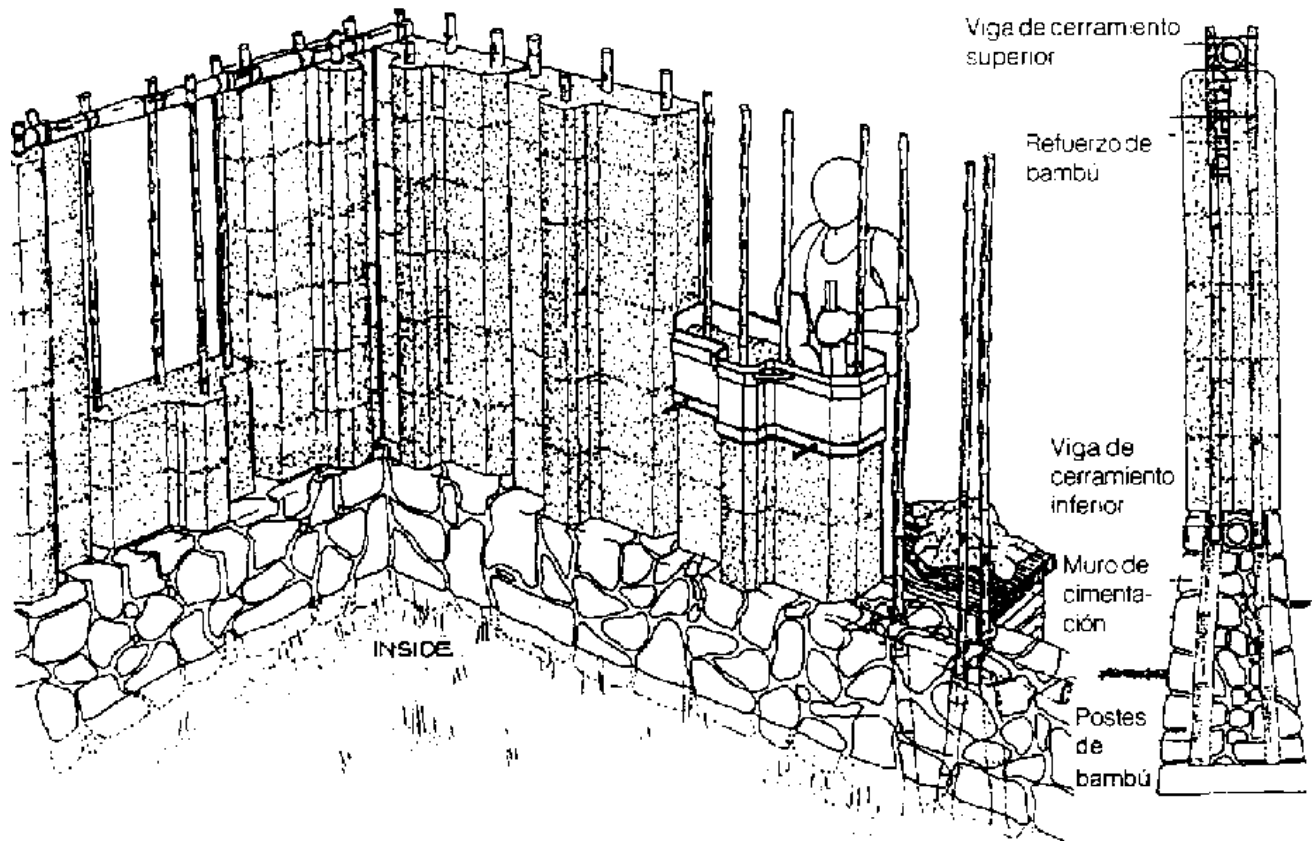
La cubierta exterior de tiras de Bambú se elevan o atan a las escaleras en capas sucesivas para rellenar con el suelo.

Las esquinas se arriostran diagonalmente. En áreas sísmicas es recomendable que la base de las estructuras descansen sobre el muro de cimentación a través de un mortero suelo-cal.

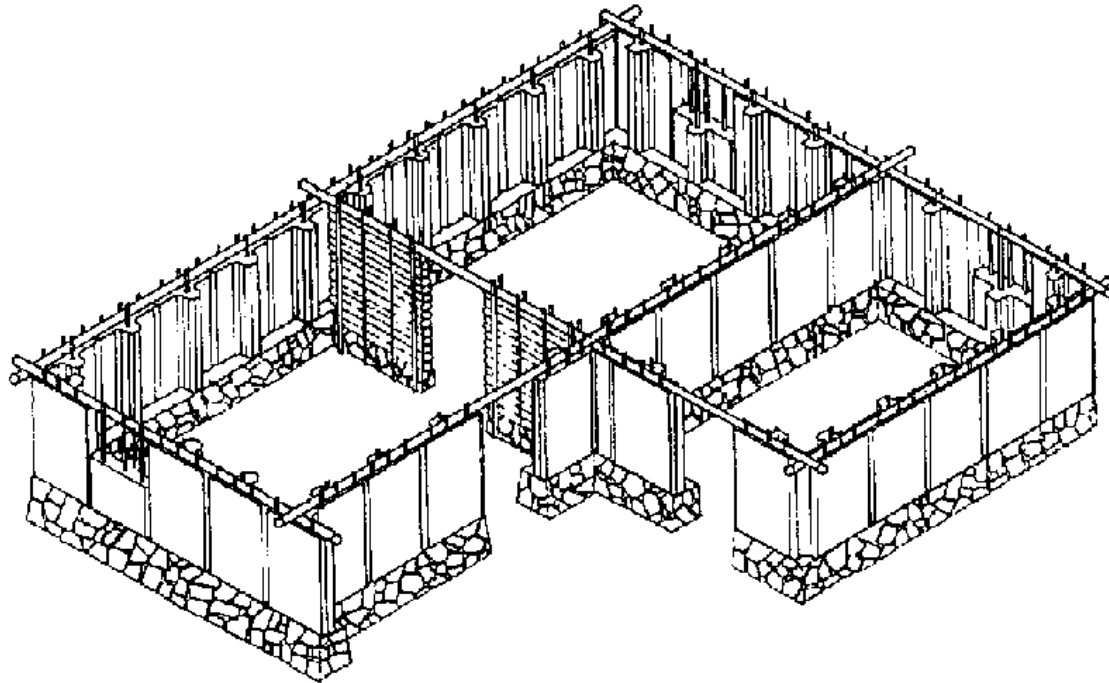
Ventajas: El muro es más grueso que el bajareque normal (clima). La resistencia al sismo se obtiene con diámetros menores.

Desventajas: Requiere de más tierra y bambú.

A - Vivienda experimental antisísmica de bajo costo en Guatemala (arriba: Bibl. 22.09)



B - Vivienda experimental antisísmica de bajo costo en Guatemala (Bibl. 22.05)



Muros de ladrillo (arcilla cocida)

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Sistema mejorado para la colocaci3n de ladrillos
Aspectos econ3micos	Costos medios
Estabilidad	Muy buena
Capacitaci3n requerida	Mano de obra de alba3iler3a
Equipamiento requerido	Estructuras sencillas y tensores
Resistencia s3smica	Buena
Resistencia a huracanes	Muy buena
Resistencia a la lluvia	Muy buena
Resistencia a los insectos	Muy buena
Idoneidad clim3tica	Todos los climas
Grado de experiencia	Aplicaci3n creciente en la India

BREVE DESCRIPCI3N:

- Este ejemplo, desarrollado en el CBRI, en Roorkee, India, demuestra como con dispositivos sencillos y una obra bien organizada no solo se incrementa la velocidad de construcci3n (los ensayos de campo dieron un 30% de incremento) sino tambi3n se incrementa notablemente la precisi3n y la calidad de la mamposter3a. Todo lo que se necesita es un conjunto de estructuras terminales para diferentes espesores y alturas de muros, fijadores de cordel que se pueden usar con cualquier tensi3n elementos verticales, de secci3n rectangular (ejemplo columnas de concreto y tablero para colocar morteros, unos pocos accesorios y un plan de acci3n bien elaborado).
- El mortero para asentar los ladrillos y para el enlucido tiene que satisfacer una serie de requerimientos: debe ser f3cil de esparcir, mantener su plasticidad mientras es aplicado, pero despu3s endurecer para r3pidamente evitar deformaciones.

- El mortero consiste básicamente de arena y de un aglutinante apropiado, como cemento portland común, en proporciones que varían de 1:3 a 1:12 (cemento: arena), dependiendo de la resistencia requerida. Sin embargo, al usar solo cemento el mortero resultante es aspero. Es recomendable agregar cal, para lograr un mortero más laborable, previniendo el agrietamiento al lograr una resistencia similar a la de los ladrillos.
- El alto costo del cemento puede ser reducido, sustituyendo el 30% de éste por una puzolana adecuada (ver sección sobre *Puzolanas*).

Más información: Bibl. 22.03.

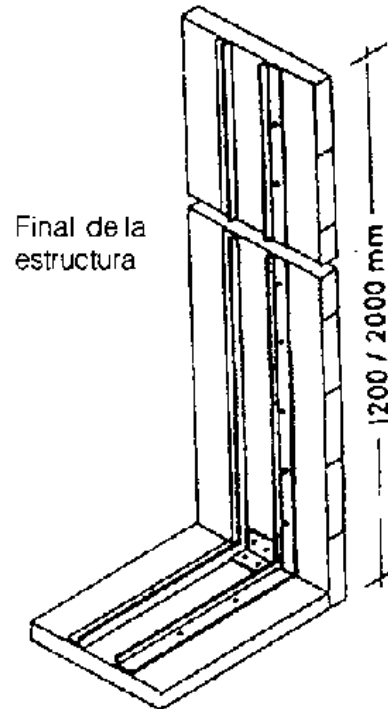
Colocar ladrillos con alta eficiencia

- Con un número reducido de estructuras terminales se elimina el usual, y largo proceso de alineamiento vertical y horizontal del muro. Cada estructura-terminal esta conformado por dos tablas de madera unidas en ángulo recto por un marco de acero soldado. El ancho de las tablas corresponde al espesor del muro, o sea el ancho de medio, uno o uno y medio ladrillo
- Fijadores de cordel de madera en forma de "L" que se mantienen en el lugar por la tensión del cordel, se deslizan a lo largo de la estructura terminal según se requiera marcas exactas en la estructura, correspondientes a la medida de un ladrillo más la junta, elimina la necesidad de medir cada hilado.
- Se obtiene más eficiencia, mejorando las disposición de la obra. La principal idea es la de colocar pilas de ladrillo y tablero de mortero en forma alternada y paralela al muro en construcción, a una distancia de 50 a 60 cm, para permitir el movimiento de los albañiles. Los ladrillos son colocados de canto, para mayor facilidad de los albañiles. El mortero es ubicado sobre tableros, sustituyendo las tradicionales bateas. Ladrillos y mortero son suministrados continuamente desde el otro lado por ayudantes.
- El mortero es distribuido sobre el muro con una llana, cubriendo un largo de aproximadamente 1 m A continuación se colocan 8 a 10 ladrillos, alineados por el cordel, llenando las juntas verticales con mortero. El procedimiento se

vuelve a repetir. Para cada nueva hilada se corre la cuerda hasta la próxima marca.

- Los fijadores de cordel también pueden ser usados independientemente, en muros de relleno, en estructuras de esqueleto sujetándolos directamente a las columnas de concreto armado. Este método también es aplicable para trabajos sobre andamios.

Final de la estructura



Vista exterior - Vista interior

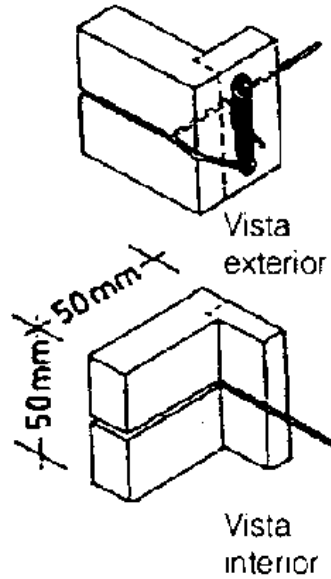


Figura A

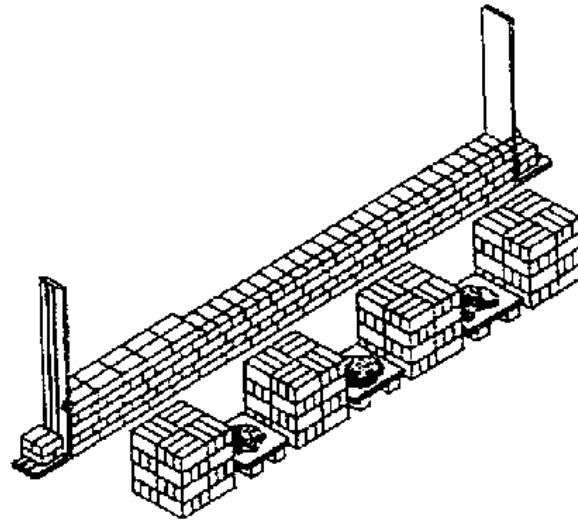
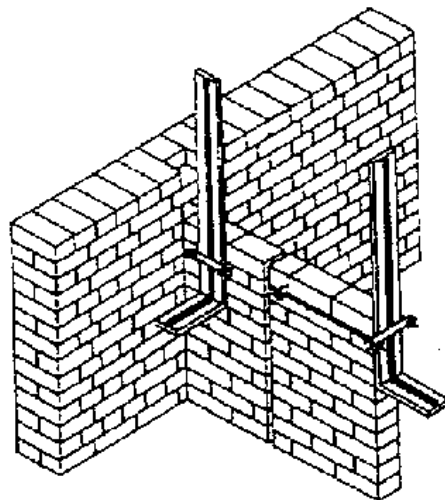


Figura B



Bloques de concreto huecos

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Muros livianos, resistente, construcción rápida
Aspectos económicos	Costos medianos a altos
Estabilidad	Muy buena
Capacitación requerida	Mano de obra de albañiles

Equipamiento requerido	Máquina bloquetera, herramientas de albañiles
Resistencia sísmica	Muy buena
Resistencia a huracanes	Muy buena
Resistencia a la lluvia	Muy buena
Resistencia a los insectos	Muy buena
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Método ampliamente usado

BREVE DESCRIPCIÓN:

- El uso de bloques huecos de concreto tiene varias ventajas:
- Se puede hacer mucho más grandes que los ladrillos compactos, y si además se aplican bloques ligeros, los bloques resultan muy livianos. sin perder mucho su capacidad portante;
- pueden ser de cualquier forma o tamaño, y mantener estables sus dimensiones;
- requieren menor cantidad de mortero que los ladrillos sólidos, (por las cavidades y la menor cantidad de junta, debido a su gran tamaño), y la construcción de muros es más fácil y más rápida;
- las cavidades pueden ser rellenas con acero estructural y concreto, logrando una alta resistencia sísmica;
- las cavidades proveen un buen aislamiento térmico, lo que es ventajoso en las alturas y regiones frías (las cavidades también pueden ser rellenas con material aislante térmico);
- las cavidades también pueden ser usadas como conductos para las instalaciones eléctricas y sanitarias;

- los bloques de concreto pueden ser fabricados con simples moldes y vibradores (producción en obra) o en costosas fabricas (para producción en grandes cantidades).

Más información: Bibl. 22.07, 22.08.

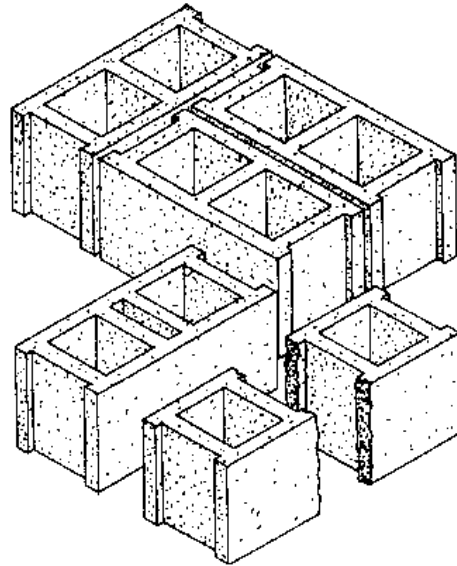
Bloques Huecos Estandar

- Bloques huecos de concreto normalmente tienen dos cavidades y su largo es el doble del ancho más 1 cm (espesor de la junta).
- Para poder partir el bloque en dos partes iguales, es necesaria una pequeña cavidad en el medio. De esta manera se pueden partir los bloques en el medio, aplicando unos golpes de martillo.

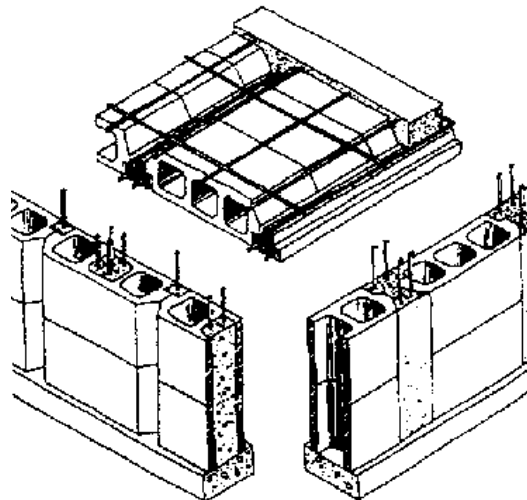
Sistema Zipbloc (Bibl. 22.08)

- Este sistema se basa en un tipo especial de bloque hueco (53 x 25 x 14 cm), que puede ser usado para distintos tipos de muro, así como para la construcción de techos.
- Para la construcción de muros, los bloques son colocados verticalmente con un poco de mortero. Los huecos entre estas unidades verticales son llenadas con concreto 1:3:6 (1 cemento: 3 arena: 6 agregados). Se colocan acero de refuerzo en algunos de los huecos y también se rellena con concreto. En la mayoría de los casos es suficiente llenar solo una cavidad. Los marcos para ventanas y puertas se pueden eliminar porque la forma del bloque le proporciona las jambas necesarias para su fijación.
- Para entresijos y techos se necesita prefabricar vigas "T" invertida de la longitud requerida y colocadas sobre los muros a distancia de 60 cm entre ejes y se apuntalan en el centro de la luz. Los bloques se colocan entre dos vigas (ver dibujo). Encima se ubica una malla de acero soldada (para contrarrestar los movimientos térmicos) la cual es cubierta con concreto pulido colocado in-situ.

Bloques Huecos Estandar



Sistema Zipbloc



[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)



Muros de bamb◊

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Ligeros, flexibles; gran variedad de construcciones
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Baja a mediana
Capacitación requerida	Mano de obra tradicional para construcciones de bambú
Equipamiento requerido	Herramientas para cortar y partir bambú
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Baja
Resistencia a la lluvia	Baja
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Climas cálidos y húmedos
Grado de experiencia	Tradicional

BREVE DESCRIPCIÓN:

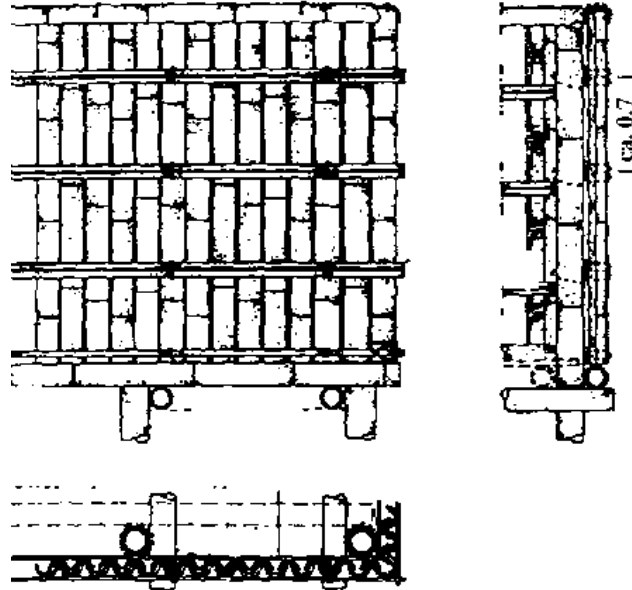
- En regiones donde crece el bambú, el clima generalmente es cálido y húmedo, lo que conlleva al uso de materiales de baja capacidad de almacenamiento térmico y de diseños que permiten la ventilación cruzada. Las construcciones de bambú satisfacen plenamente estos requerimientos, lo que explica su uso en estas zonas.
- Los muros de bambú no pueden ser construidos a prueba de agua y en forma hermética, así que la ventilación cruzada se da en forma inherente, brindando un ambiente agradable y libre de humedad.
- La flexibilidad y la alta resistencia a la tensión hacen que el muro de bambú sea altamente resistente a los sismos, y en caso de colapsar, su poco peso causa menos daño; la reconstrucción es rápida y fácil.

- Se requieren de mano de obra especializada para trabajar el bambú, pero en zonas donde crece el bambú estas son tradicionales.
- Las mayores desventajas se deben a su relativa baja durabilidad (debido a ataques biológicos), y la baja resistencia a huracanes y fuego, por lo que las medidas de protección son esenciales (ver sección **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**).

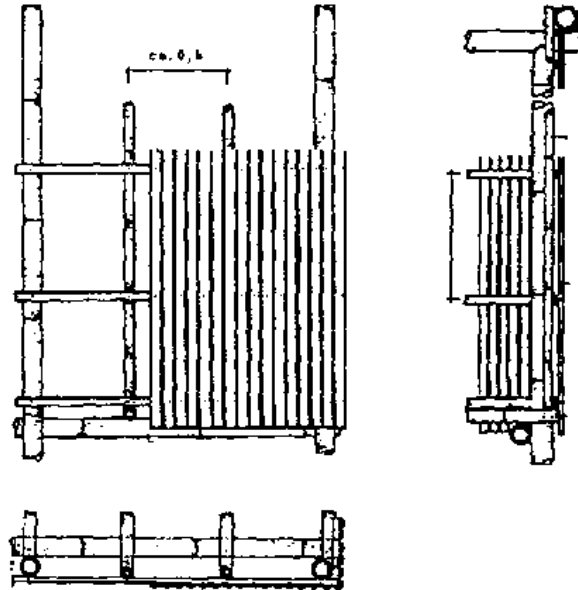
Más información: Bibl. 13.02,13.04,13.05,13.09,13.10,13.12.

Ejemplos de Construcciones de Muros de Bambú Tradicionales (Bibl. 13.02)

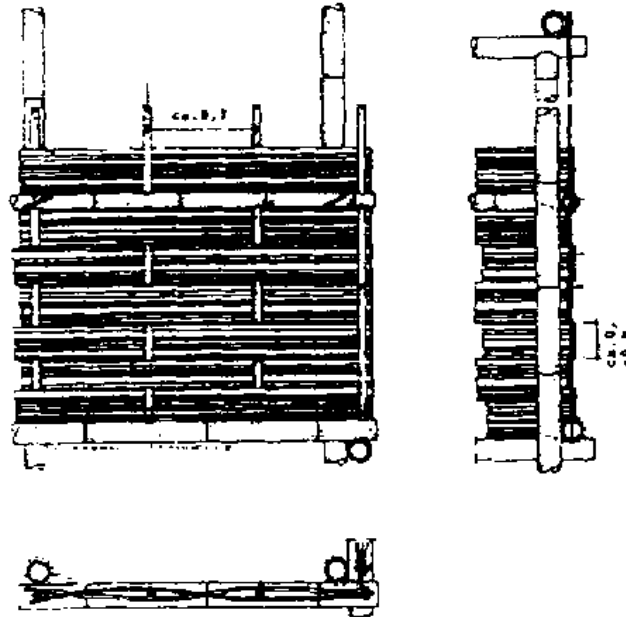
Caja de bambú partida en dos, colocada como tejas españolas



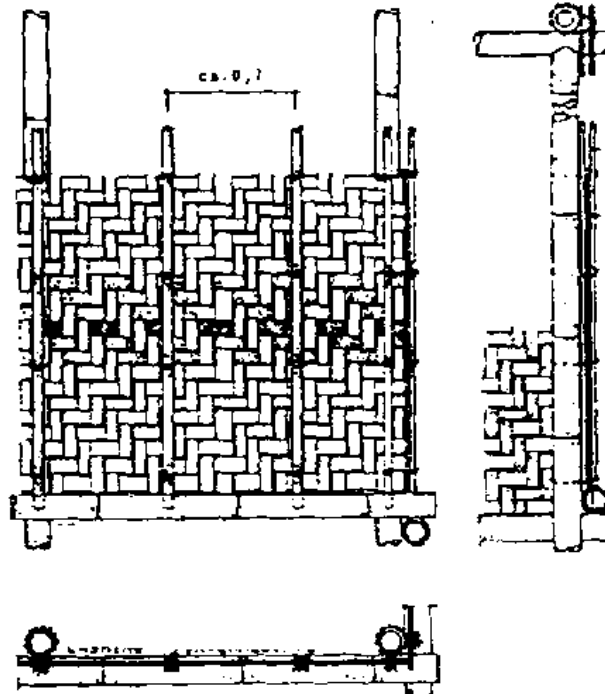
Listones de bambú (hechos de cañas cortadas en 8 tiras) clavadas a un bastidor



Tablero de bambú (cada una cortada en tira y aplanada) entrelazada con el bastidor



Paneles de tiras de bambú entrelazadas clavadas y/o amarradas a un bastidor de bambú



Paneles de madera

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Adecuados para prefabricación, ensamblaje rápido
Aspectos económicos	Costos medianos
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Capacitación de carpintero
Equipamiento requerido	Herramientas de carpintería
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Baja a mediana
Resistencia a la lluvia	Baja a mediana
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Climas cálidos y húmedos
Grado de experiencia	Construcción estándar

BREVE DESCRIPCIÓN:

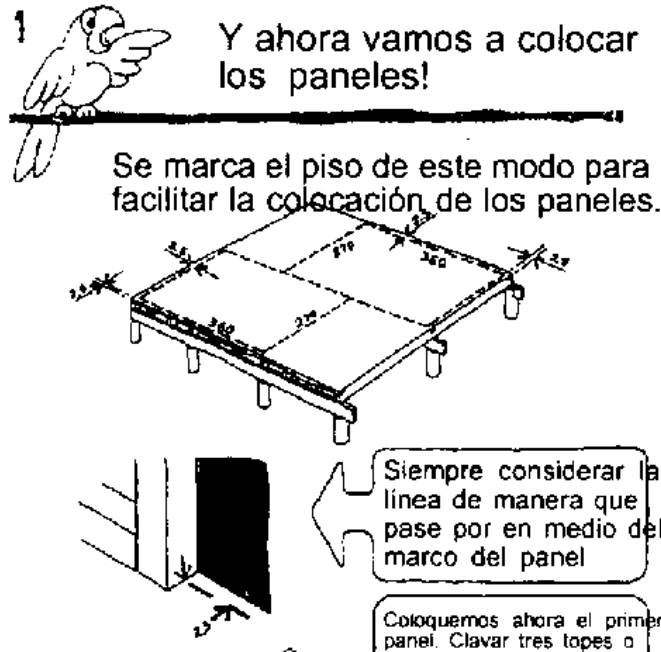
- Con un diseño modular bien coordinado, se requiere prefabricar solo unos cuantos tipos de paneles modulares, y a menor diversidad de componentes más rápido y barato es el proceso de prefabricación.
- La madera a usarse debe estar adecuadamente seca, para prevenir distorsiones a causa de contracción y/o dilatación, que pudieran dificultar el ensamblaje y causar problemas de tensión en el transcurso del tiempo.
- Medidas de protección contra agentes biológicos, huracanes y fuego son muy importantes (ver sección de *MEDIDAS DE PROTECCIÓN*).
- Las ilustraciones en las próximas tres páginas han sido copiadas del magníficamente ilustrado Manual sobre Construcciones de Madera de la UNIDO, que fue elaborado por el Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), São

Paulo, Brazil, para un proyecto de auto-ayuda en Coroados, Manaus, bajo contrato con la "Housing Society for the Amazon State" (SHAM).

Más información: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo, S.A., P.O. Box 7141, 05508 São Paulo, Brazil; Bibl. 14.22.

Y ahora vamos a colocar los paneles!

Figura 1



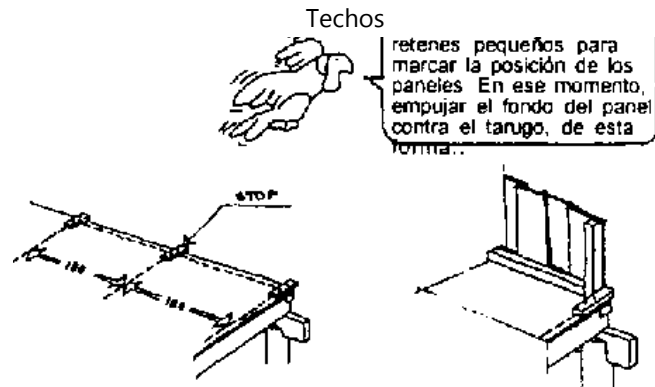


Figura 2

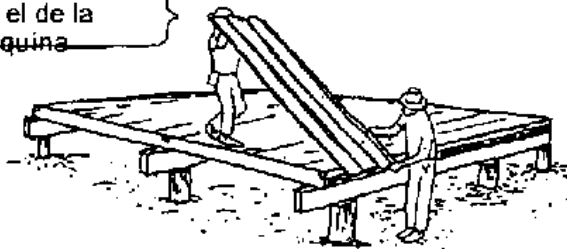
2



Comencemos a instalar los paneles



El primer panel es el de la esquina



Clavar el borde de afuera del panel con clavos de 1.6 20 cm.

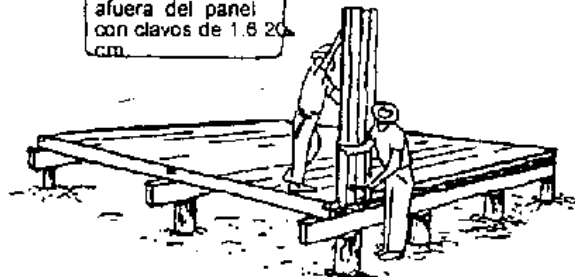


Figura 3

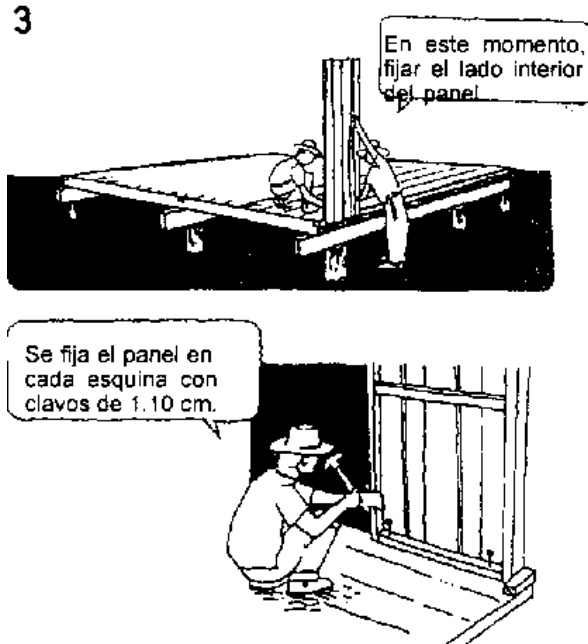


Figura 4

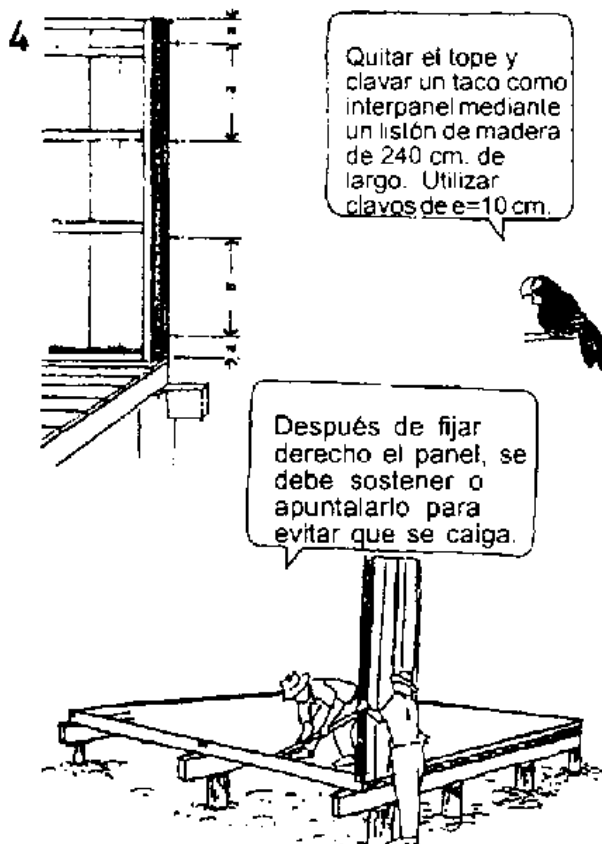
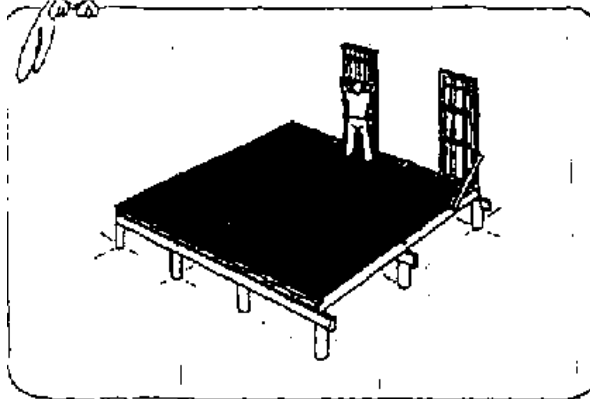


Figura 5

5

Ahora, levantar el segundo panel.
Chequear que el fondo del panel esté
presionado contra el topo que está
en el otro lado o lado opuesto.



Después de clavar el panel y
chequear que esté en posición
vertical, se debe también
apuntalarlo con una tabla.
Ahora, para el tercer panel...



Figura 6

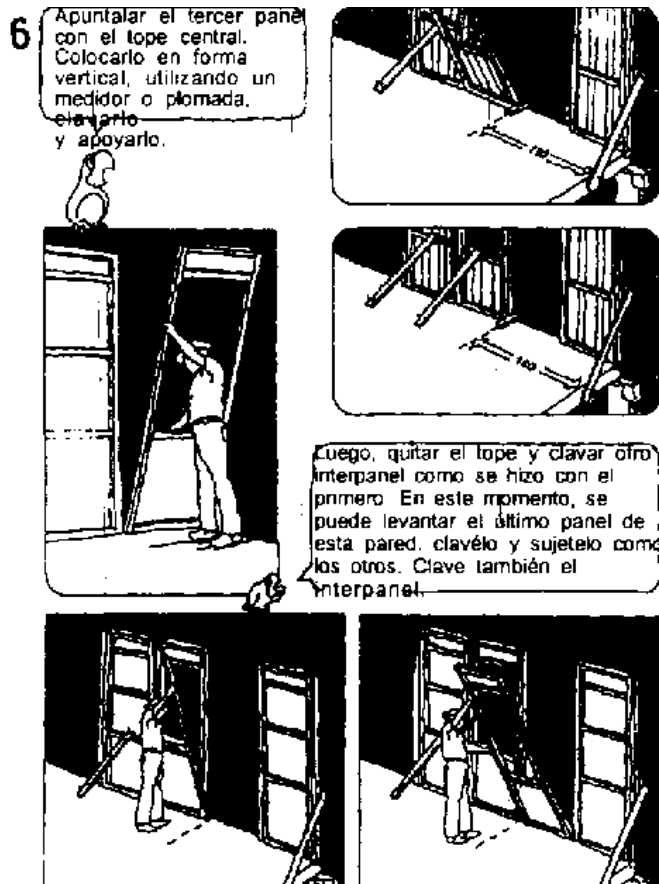


Figura 7

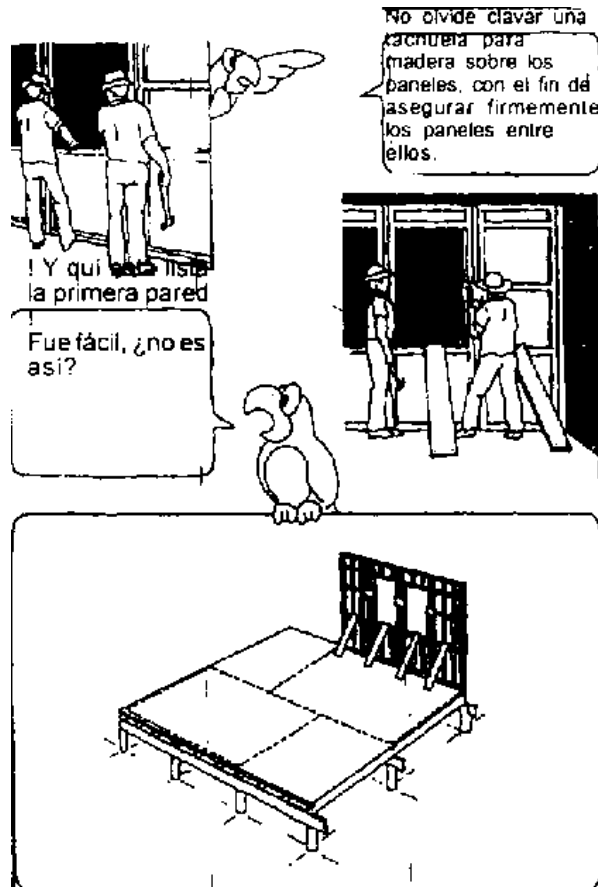


Figura 8



Figura 9

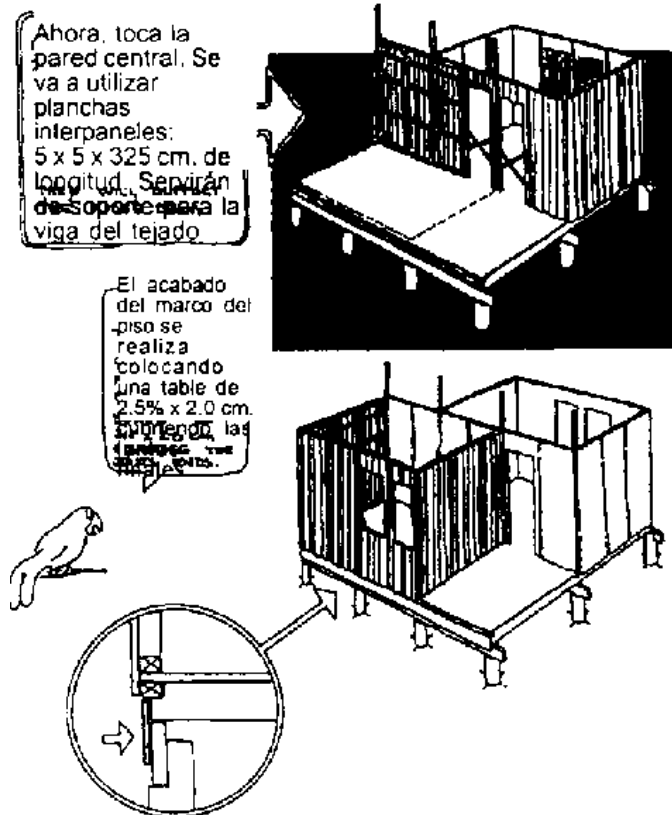


Figura 10

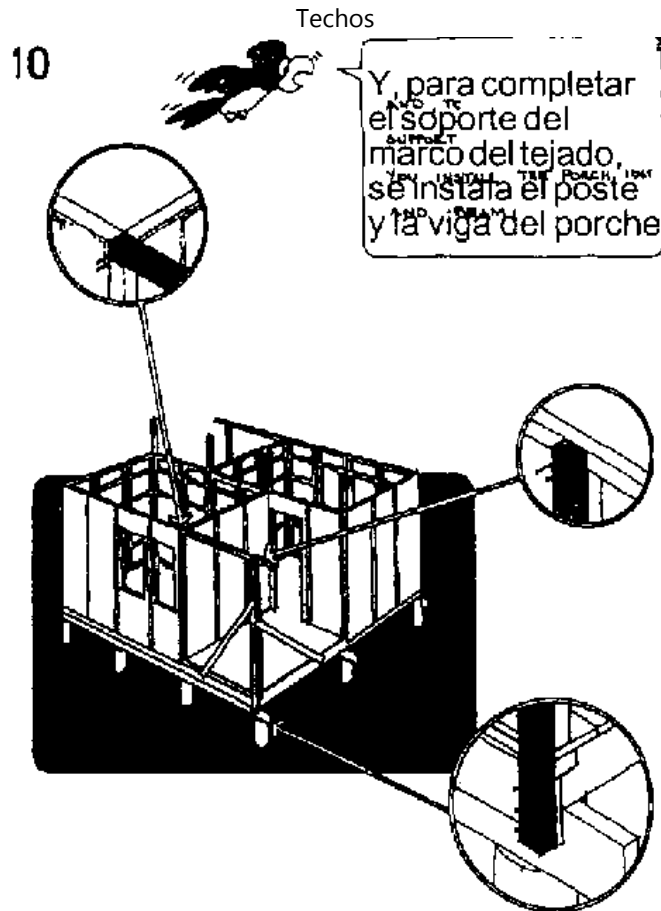
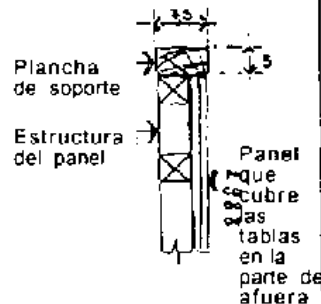


Figura 11



Atención:
 Debe tener sumo cuidado en clavar la plancha superior

- Utilizar un clavo de 10 cm. de long. x cada 4,5 cm.
- Utilizar siempre, de ser posible, piezas enteras
- Realice una junta o unión sólo en la mitad del panel.

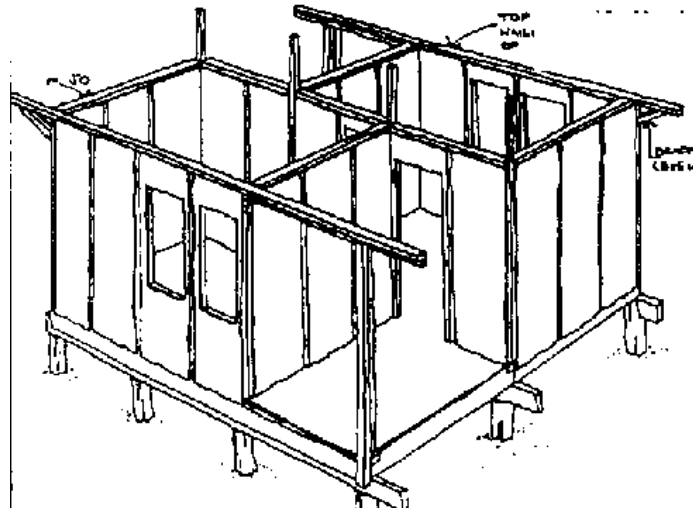
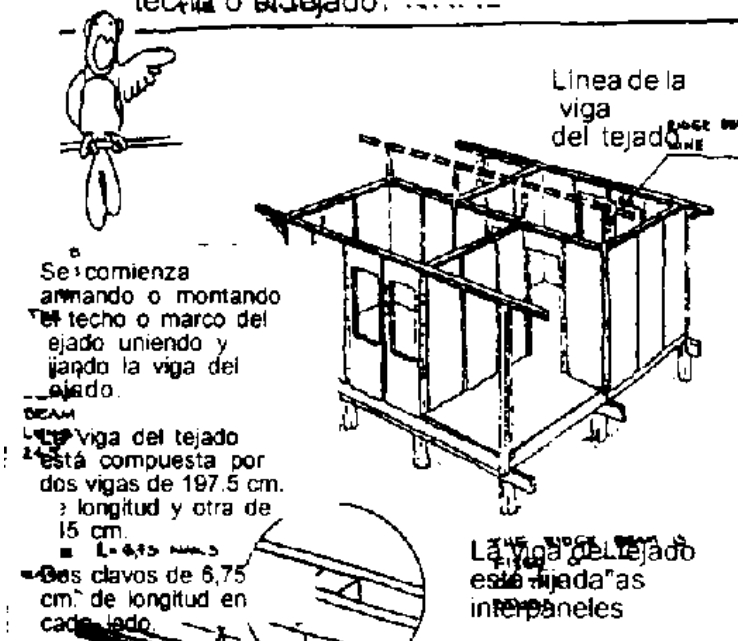
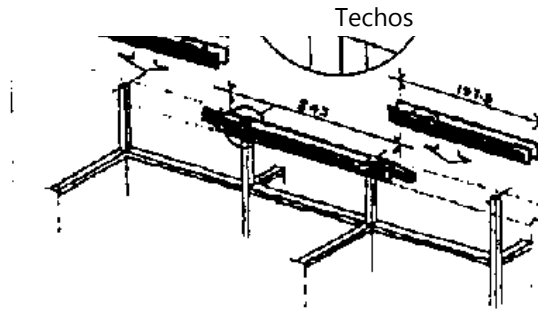


Figura 12

12

Ahora, vamos a construir el marco del techo o el tejado.





Muros de concreto de azufre

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Alternativa más barata que los muros de concreto de cemento
Aspectos económicos	Costos bajos a medianos
Estabilidad	Muy buena
Capacitación requerida	Experiencia en el uso de azufre
Equipamiento requerido	Mezcladora de concreto con calentador
Resistencia sísmica	Muy buena
Resistencia a huracanes	Muy buena
Resistencia a la lluvia	Muy buena

Resistencia a los insectos	Muy buena
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Experimental

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Los ingredientes del concreto de azufre son: Azufre, arena y un plastificante. El Concreto de azufre no es afectado por impurezas, como sales, que si afectan al concreto de cemento armado.
- El uso más apropiado de concreto de azufre para muros es en la fabricación de bloques de concreto huecos, especialmente bloques interconectados, que puede ser ensamblados a gran velocidad y exactitud.
- La producción de bloques requiere destreza y experiencia en el uso de azufre, ya que azufre líquido endurece rápidamente. Debido al corto tiempo de curado, solo se requieren pocos moldes. Los bloques rotos pueden ser reciclados.
- Las ilustraciones en la próxima pagina muestran un ejemplo práctico de muros de bloques interconectados de concreto de azufre en Dubai, Emiratos Unidos Arabes. Los bloques se basan en el sistema LOK BLOK, desarrollado por el Profesor Bruce Etherington (ver *LOK BILD System*) y adaptado a concreto de azufre por Bernard Lefebvre.

Más información: Alvaro Ortega, Research Consultant, 3460 Peel Street, Apt. 811, Montreal P.Q., Canada; Bibl. 18.06,18.07.

Muros de concreto de azufre en Dubai, Emiratos Unidos Arabes

- Los bloques interconectados son ensamblados rápidamente, sin mortero.
- La superficie lisa, no absorbente y parecida a mármol, elimina la necesidad de reboque o pintura, y es fácilmente lavable con agua.

- Dependiendo de los **◊ridos**, los bloques pueden ser fabricados de diferentes colores, produciendo atractivas superficies en los muros.

[A - Muros de concreto de azufre en Dubai, Emiratos Unidos Arabes \(Photos: A. Ortega\)](#)

[B - Muros de concreto de azufre en Dubai, Emiratos Unidos Arabes \(Photos: A. Ortega\)](#)

[C - Muros de concreto de azufre en Dubai, Emiratos Unidos Arabes \(Photos: A. Ortega\)](#)



Muros de desechos agr**◊**colas

CARACTER**◊**STICAS:

Propiedades especiales	Uso de prometedor deshechos locales
Aspectos econ◊micos	Bajo costo
Estabilidad	Buena
Capacitaci◊n requerida	Mano de obra mediana
Equipamiento requerido	Molde de madera, herramientas de carpinter ◊ a
Resistencia s◊smica	Buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Depende de la estabilizaci ◊ n
Resistencia a los insectos	Mediana

Idoneidad climática	Todos los climas, menos climas muy húmedos
Grado de experiencia	Experimental

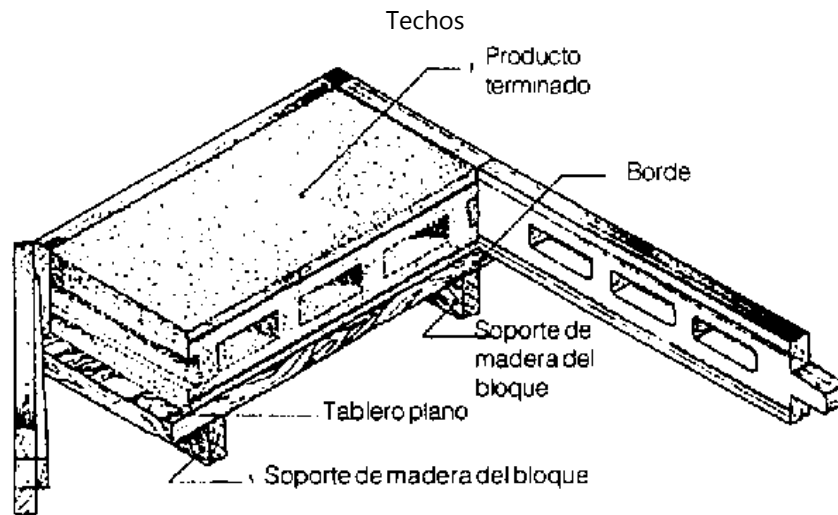
BREVE DESCRIPCIÓN:

- El sistema descrito aquí, es desarrollado en el "Forest Products Research and Development Institute", Filipinas, usa bloques huecos, que contienen una cierta cantidad de arena de la playa y desechos agrícolas, como cáscara de arroz, aserrín, viruta de madera y trozos del tronco de palmeras cocoteros.
- Los bloques (10 x 20 x 40 cm con 3 huecos rectangulares) son hechos en moldes de madera manuales. La mezcla de las materias primas, con un contenido de humedad parecida a la de los bloques de suelo cemento se vierte en el molde, se apisona y nivela, después que los bloques se desmoldan, se coloca sobre su lado más estrecho para su curado, húmedo (aproximadamente 10 días).
- La construcción de muros es similar a la de bloques de concreto huecos, y se logran construcciones muy rígidas llenando los huecos con armadura y concreto.

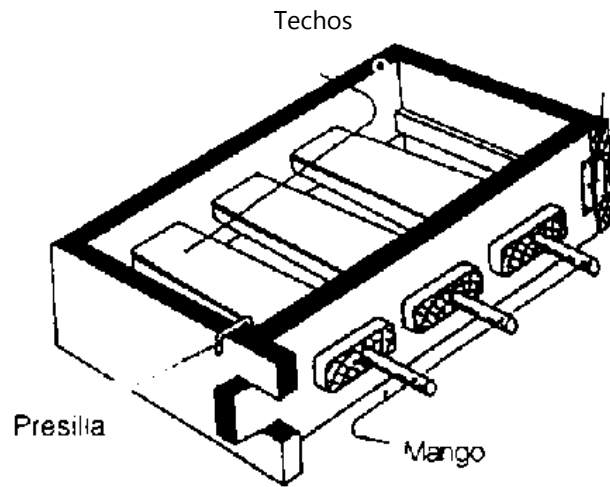
Más información: Forest Products Research and Development Institute, Los Baños, Laguna, Filipinas; Bibl. 19.11.

Molde de uso manual y bloque hueco terminado

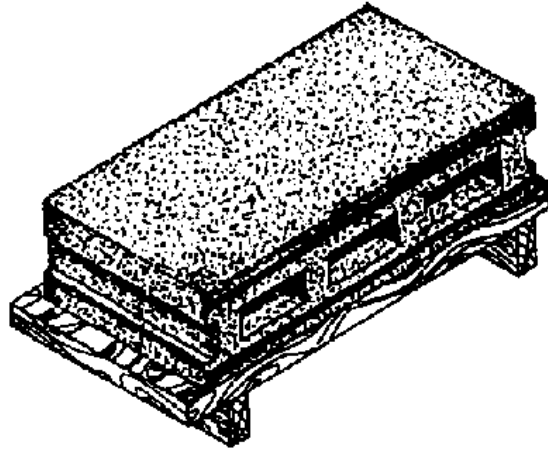
Bloques huecos



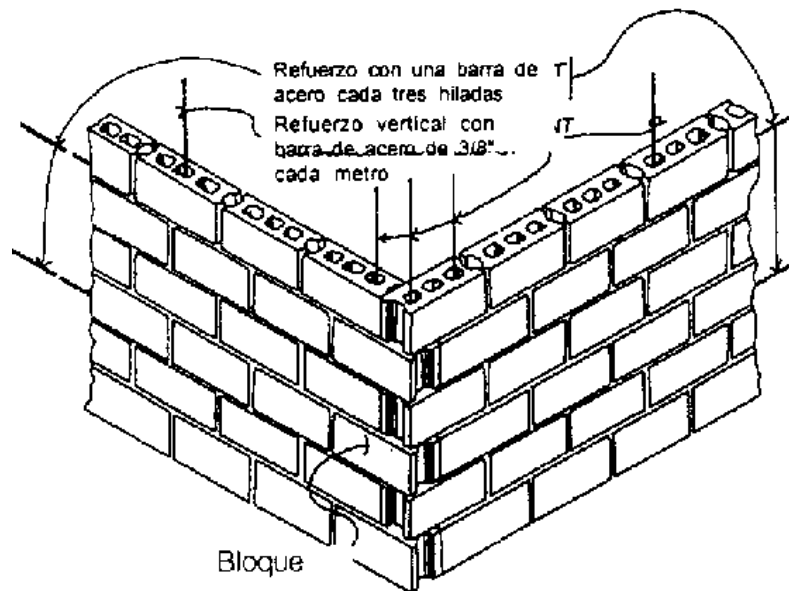
Presilla - Mango



Figura



Construcción y refuerzo de muros de bloques huecos



[Indice](#) - [◀ Precedente](#) - [Siguiente ▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

[Indice](#) - [◀ Precedente](#) - [Siguiente ▶](#)

Ejemplos de materiales de cubierta

[Techo de bobinas de tierra](#)
[Techo de bloques de tierra - cemento](#)
[Techos de tejas de arcilla](#)
[Conoide de yeso y fibras de sisal](#)
[Techo prefabricado de canales de concreto](#)
[Techos de ferrocemento](#)
[Sábanas de fibrocemento corrugadas](#)
[Tejas de micro concreto TMC \(mortero vibrado\)](#)
[Techos de paja de tallo rígido durables](#)
[Estructura de bambú para techos](#)
[Estructura de techo de madera rolliza](#)
[Tejas de bambú y madera](#)
[Cubierta de planchas metálicas corrugadas](#)



Techo de bobinas de tierra

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Techo pesado, buen aislamiento térmico
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Experiencia en construcciones de barro

Equipamiento requerido	Equipo de construcción usual
Resistencia sísmica	Baja
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Depende de la capa de acabado
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Calido, seco o clima andino
Grado de experiencia	Normal

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Este sistema constructivo es apropiado para techos inclinados y planos.
- Su densidad y capacidad para retener el calor, hace que sea apropiado para regiones montañosas o con clima cálido seco donde los días son calurosos y las noches frías.
- La pieza principal es una bobina, hecha enrollando un material fibroso vegetal, largo (generalmente paja) y un suelo arcilloso húmedo alrededor de una varilla de madera (3 - 5 cm de diámetro, 80 - 100 cm de largo).
- Las bobinas se colocan sobre vigas de madera, cuando están todavía húmedas y se presionan las unas contra las otras y rellenan los espacios entre las bobinas con la mezcla de fibra y tierra.
- Después del secado, las grietas son llenadas con una pasta de tierra, y encima se aplica una capa de 2 cm de tierra estabilizado con cal y fibra finamente cortada.
- Finalmente el techo es cubierto con papel asfáltico y una capa de arena o grava fina.
- Teniendo en cuenta la gran proporción de fibras vegetales y madera, el riesgo de ser afectado por termitas es grande.

Más información: Bibl. 02.19, 23.24.

Preparación de las bobinas de tierra construcción del techo
(Dibujos: Vorhauer, Bibl. 23.24)

Figura 1



Figura 2

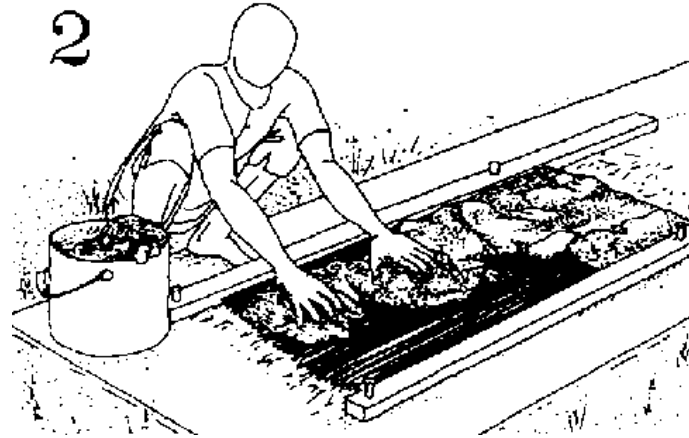


Figura 3

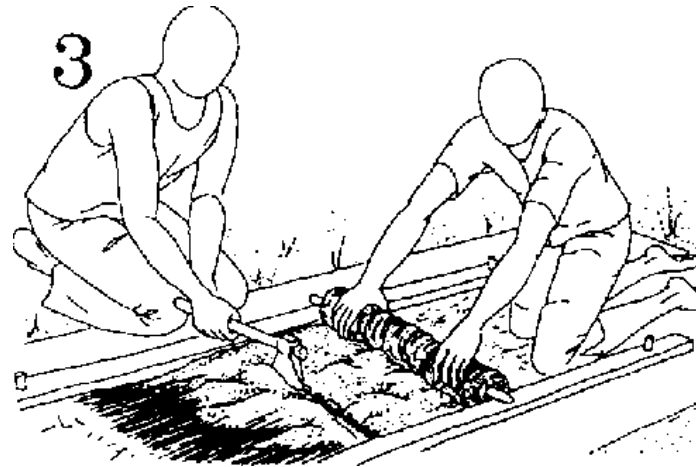


Figura 4

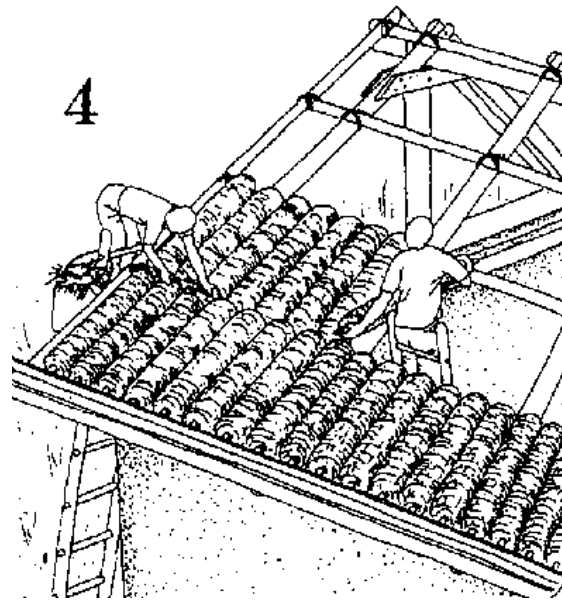
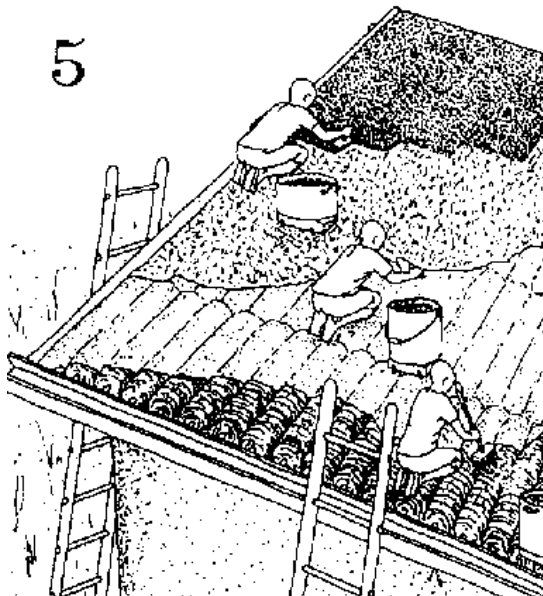


Figura 5



Techo de bloques de tierra - cemento

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Simple sistema de prefabricado de auto-ayuda
------------------------	--

Aspectos económicos	Costo bajo a mediano
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Conocimientos medios de construcción
Equipamiento requerido	Prensa para bloques CINVA, encofrado para vigas
Resistencia sísmica	Baja
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Depende del acabado de la superficie
Resistencia a los insectos	Buena
Idoneidad climática	Clima cálido y seco, climas montañosos
Grado de experiencia	Experimental, numerosas viviendas en Tunes

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Este método de construcción para techos fue desarrollado por la "Swedish Association for Development of Low-Cost Housing, Lund University", Suecia, para un proyecto piloto en Rohia, Tunes, basado en "construcción de auto-ayuda planificada".
- Aparte del aspecto de auto-ayuda, el objetivo fue el de construir un techo resistente (sobre el cual se pueda transitar), usando materiales locales diferentes a la madera, que es escasa y costosa.
- El principal material escogido fue el suelo del lugar, llamado Torba, suelo de una granulometría fina, con un contenido de 60 % de CaO (cal). Este se usó para hacer bloques de tierra-cemento con una prensa para bloques CINVA-Ram.
- Los techos ligeramente inclinados fueron construidos con vigas de concreto prefabricadas, colocadas con mucha

exactitud y en forma paralela, a una distancia suficiente para soportar dos bloques de tierra-cemento apoyados el uno al otro (por lo que los bloques fueron diseñados una de las caras menores biseladas). El par de bloques se unieron con mortero de cal y cemento. Una vez completado, el techo fue cubierto con una lechada de cemento, encima una capa de 5 cm de tierra-cemento compactado, y finalmente una lechada de cal.

Más información: SADEL, Arkitektur 1, P.O. Box 118, 221 00 Lund, Sweden; Bibl. 00.01

Construcción del Techo Torba Estabilizado con Cemento
(Fotos: Bibl. 00.01)

[Izquierda: Prefabricado de elementos de tierra-cemento y de concreto](#)

[A - Derecha: Construcción del techo](#)

[B - Derecha: Construcción del techo](#)

[C - Derecha: Construcción del techo](#)

[D - Derecha: Construcción del techo](#)



Techos de tejas de arcilla

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Durable, cobertura impermeable para techos inclinados
-------------------------------	---

Aspectos económicos	Costos bajos a medianos
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Mano de obra especializada
Equipamiento requerido	Unidad de producción para tejas de arcilla
Resistencia sísmica	Baja
Resistencia a huracanes	Mediana a buena
Resistencia a la lluvia	Muy buena
Resistencia a los insectos	Muy buena
Idoneidad climática	Todos los climas, pero usual en zonas húmedas
Grado de experiencia	Tradicional

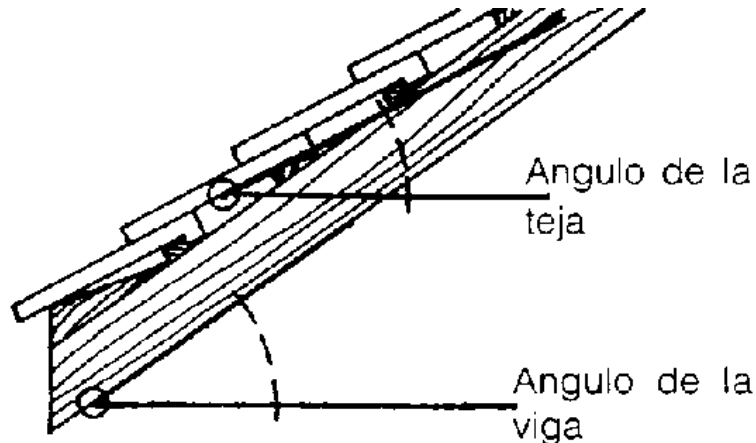
BREVE DESCRIPCIÓN:

- Tejas de arcilla cocida solo se pueden usar en techos inclinados, de 20° a 50° de inclinación de las vigas, y la forma de las tejas difiere según el rango de la inclinación. Cabe recordar que el ángulo de las vigas siempre es mayor que el de las tejas (ver dibujos en la página siguiente).
- La producción de tejas de arcilla es un oficio artesanal tradicional en muchas regiones, sin embargo es muy difícil lograr una calidad y forma uniforme. Las plantas mecanizadas producen tejas de buena calidad, pero a mayor costo. Una solución intermedia apropiada se logra usando prensas móviles con moldes intercambiables, para diferentes formas de tejas (ver *ANEXO: Maquinas y Equipos*).
- El mayor problema de las tejas de arcilla es la inmensa pérdida (en la India aprox. 35%) por agrietamiento y rotura, que depende del tipo de arcilla y el sistema de producción. Un buen remedio se ha encontrado en el uso de cloruro de amonio como aditivo (entre 0.1 y el 1.0 %), de acuerdo al tipo de tierra (Bibl. 00.41).

- Las tejas de barro son pesadas y por lo tanto requieren de una estructura portante resistente y con listones sin mucha separación. Por eso, el diseño de tejas que requieren mayor separación de los listones (ej. tejas Mangalore) son más livianas y económicas. Pero generalmente el reducido peso del techo y la poca unión entre tejas, lo hacen susceptible a la destrucción sísmica.
- Las tejas de buena calidad y con suficiente traslape son impermeables. El color rojo sin embargo tiende a absorber la radiación solar, por lo que podría ser necesario un cielo raso para mejorar el confort interior.

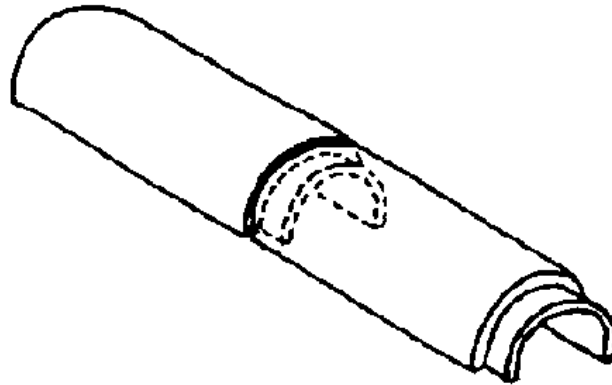
Relación entre el ángulo de la viga y el ángulo de la teja

Relación entre el ángulo de la viga y el ángulo de la teja

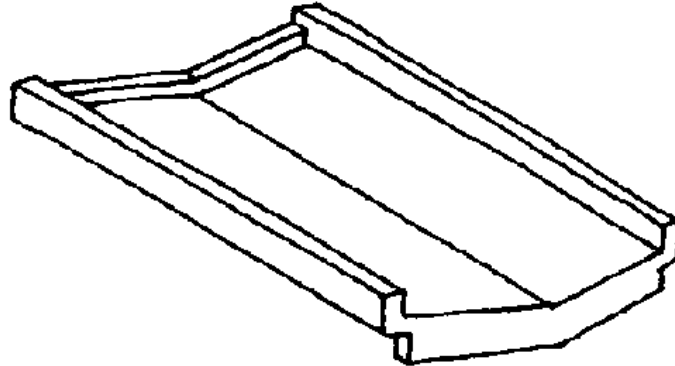


Elementos coberturas de arcilla cocida

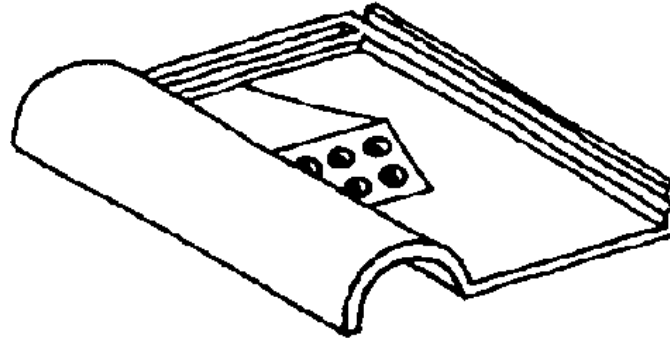
Tejas de caballete



Tejas Lima hoya

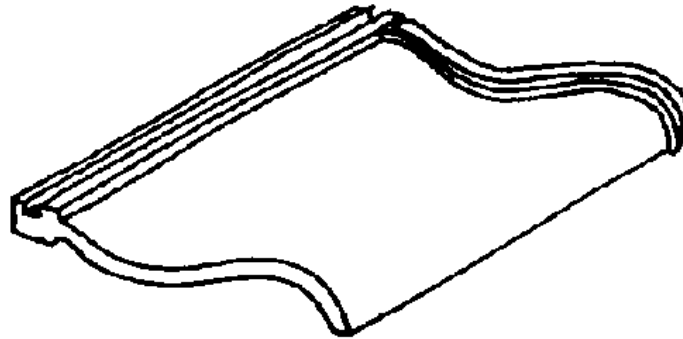


Tejes de ventilaci3n

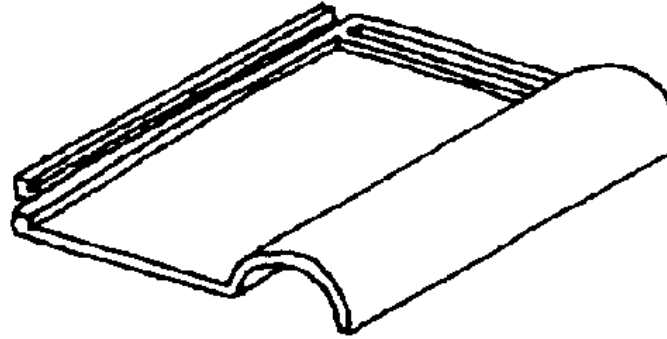


Algunas tejas de barro típicas y su ángulo de viga mínimo
(reducido en 5°, si la teja es colocada sobre una membrana impermeable)

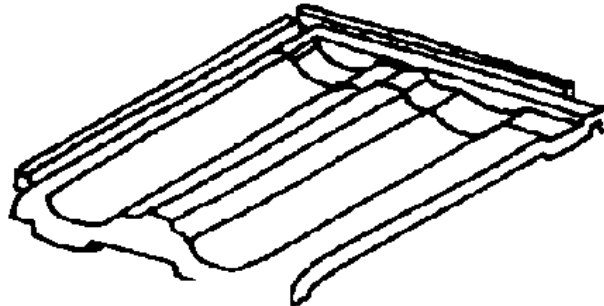
Teja Pantile 25°



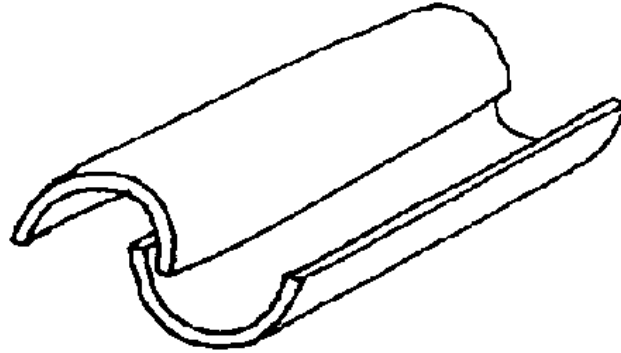
Teja Romana 25°



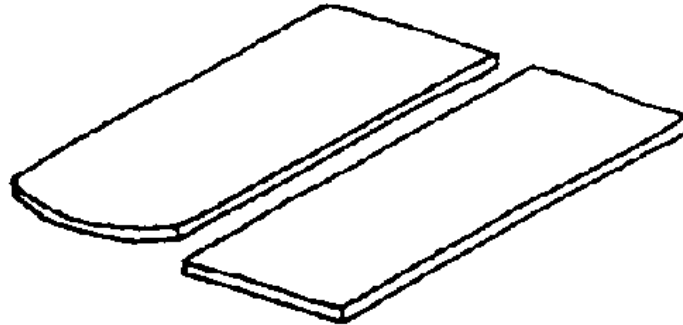
Tejas Marsellesas Mangalore 25



Teja España o China 30



Tejas planas 30 





Conoide de yeso y fibras de sisal

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Material y diseño innovativo
Aspectos económicos	Costos bajos a medianos
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Preparación especial
Equipamiento requerido	Encofrado sencillo de madera
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Buena, si tiene protección contra la lluvia
Resistencia a la lluvia	Baja
Resistencia a los insectos	Buena
Idoneidad climática	Climas secos
Grado de experiencia	Experimental

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Esta es una unidad experimental desarrollada por el Prof. Roberto Mattone y Gloria Pasero en el Politécnico de Turín, Italia.
- La forma del elemento conoide le permite ser usado como techo o como componente de un muro.

- El proyecto se basaba en lograr un componente resistente y versátil, en base a yeso y sisal (que abundan en ciertas regiones), usando equipo y encofrado simple.
- Los ensayos de laboratorio mostraron buena resistencia en relación a su peso, ya que las fibras tienen una gran resistencia a la tracción y se adhiere bien con el yeso. Además la resistencia al fuego y a ataques biológicos es buena.
- La mayor desventaja es la solubilidad del yeso en agua, lo que requiere una impermeabilización total de la superficie.

Más información: Prof. Roberto Mattone, Facultad de Arquitectura, Politecnico di Torino, Viale Mattioli 39, Torino 10125, Italia; Bibl. 23.15.

Preparando el encofrado: el marco de madera es llenado con trozos de ladrillo y piedras, primero piezas grandes, luego más pequeñas y al final arena fina, que es moldeada según la forma deseada y cubierta con una lámina de polietileno. Sobre esta base se coloca el mortero de yeso y sisal, para lograr el conoide.

Figura 1

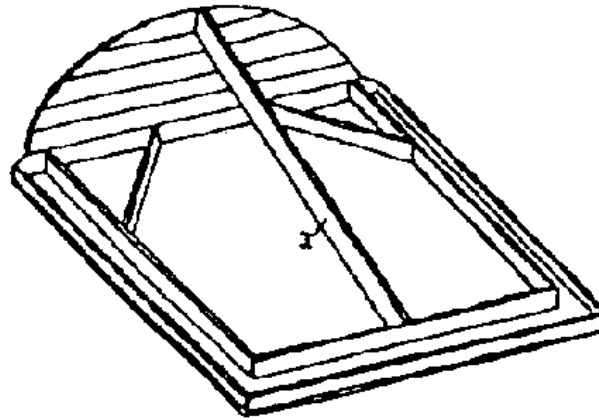


Figura 2

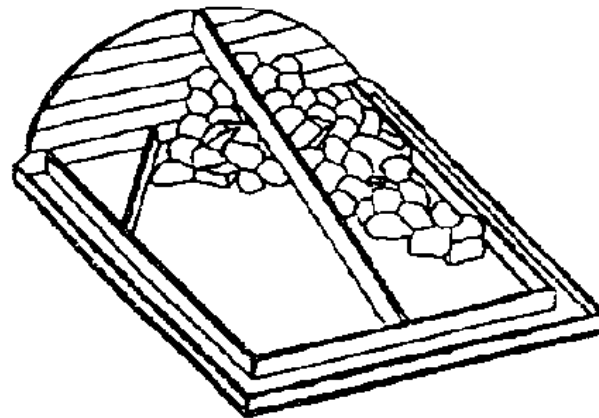
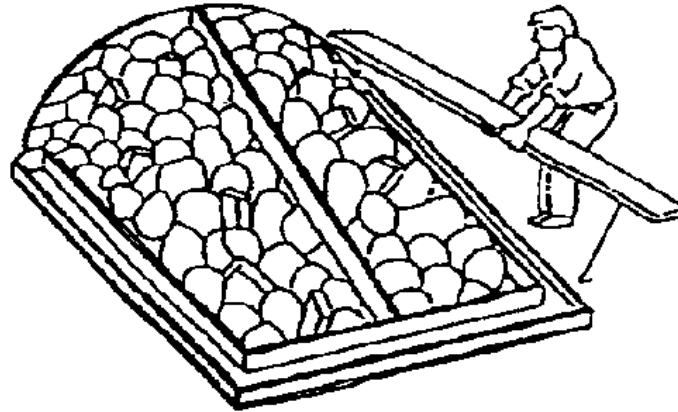
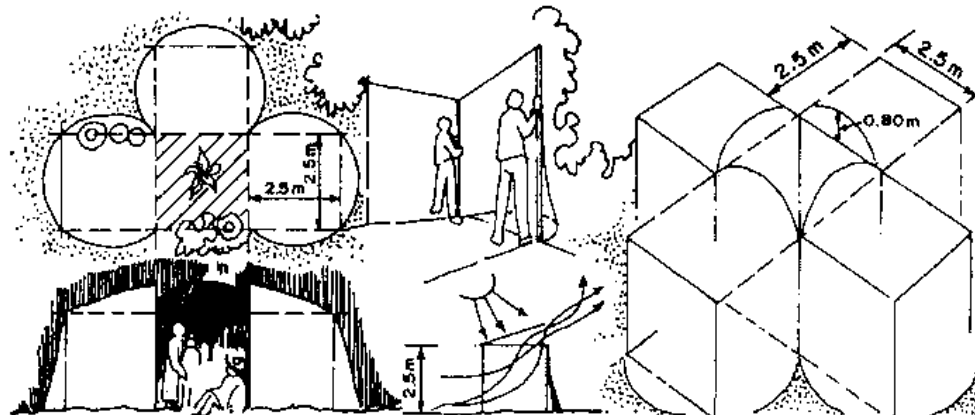


Figura 3



[Ensayo de resistencia del conoide terminado](#)

Posibles formas de ensamblaje de los módulos



Techo prefabricado de canales de concreto

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Alto rendimiento, encofrado y espacio mínimo
Aspectos económicos	Costos medianos a altos
Estabilidad	Muy buena
Capacidad requerida	Mano de obra promedio
Equipamiento requerido	Encofrados metálicos especiales

Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Muy buena
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Experimental

BREVE DESCRIPCIÓN:

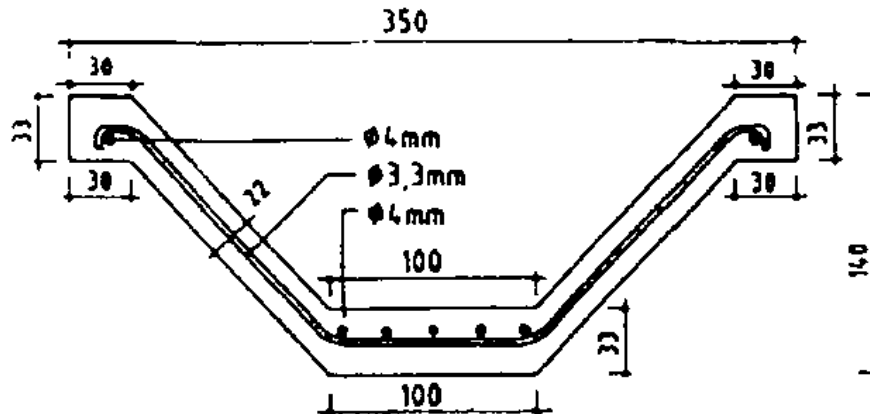
- Este sistema, desarrollado en el "National Building Research Institute", Pretoria, Sud-Africa, se basa en un elemento de concreto armado perfilado en forma de canal, que se fabrica fácilmente y con gran rapidez, requiriendo muy poco espacio de trabajo.
- Las dimensiones del corte transversal están indicadas en la siguiente página; la longitud usada en el proyecto es de 4.27 m, resultando un peso total de 107 kg. (o 25 kg/m). La armadura se compone de 7 barras de acero de 4 mm en el sentido de su longitud y de estribos de barras de acero de 3.3 mm cada 30 cm. Los elementos son autoportantes, tienen una luz de 3.50 m, con un voladizo a cada lado de los muros.
- El ensamblaje del techo se lleva a cabo manualmente. Después de colocar los canales uno al lado del otro, se cierran las aberturas entre el muro y los canales con un bloque prefabricado, sellando las juntas. Se coloca una lámina de polietileno sobre los canales, que a su vez es cubierta por una capa de grava suelta de 20 mm de espesor, que mejora el aislamiento térmico y protege la lámina. La grava es contenida por bloques prefabricados de concreto cavernoso, colocados en seco en los extremos de los canales. El agua de lluvia que se acumula en los canales puede drenar a través de los bloques y ser recolectada. Una pendiente del 5% es recomendable.

Más información: Jorge L. Arrigone, Senior Chief Research Officer, National Building Research Institute, P.O. Box 395, Pretoria 0001, Sud Africa; Bibl. 23.02.

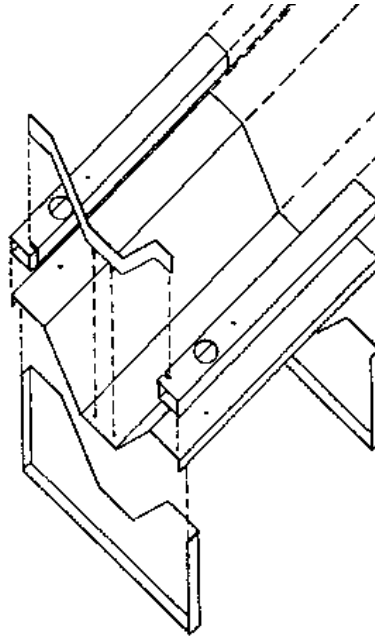
Prefabricación de las unidades con forma de canal

El molde de acero consiste de una base perfilada en forma de canal, con soportes fijados en el piso de concreto, así como de partes móviles como son las tapas laterales y de los extremos. El interior del molde es cubierto con una lamina de politeno que es presionada sobre la superficie otro molde de acero con forma de canal. Las tapas laterales y de los extremos son fijadas con pernos, y una mezcla seca de mortero de 1:3 (cemento: arena gruesa), de 33 mm de espesor en las partes horizontales y 22 mm en las partes inclinadas se coloca y se distribuye uniformemente. La malla de refuerzo de barras de acero de 4 mm se coloca sobre el mortero y se presiona hacia abajo y la superficie se aplana golpeando los lados del molde. Aprox. una hora más tarde, una nueva lamina de politeno se coloca sobre el elemento, y se presiona sobre la superficie con el molde de acero, las tapas laterales y de los extremos se fijan con pernos y se repite el mismo procedimiento. 10 unidades pueden ser fabricadas una sobre la otra, terminadas cada una en 20 minutos. En promedio, seis módulos de cobertura se producen por molde y día de trabajo de 8 horas. Las unidades se curan en húmedo durante dos semanas y en seco dos semanas más.

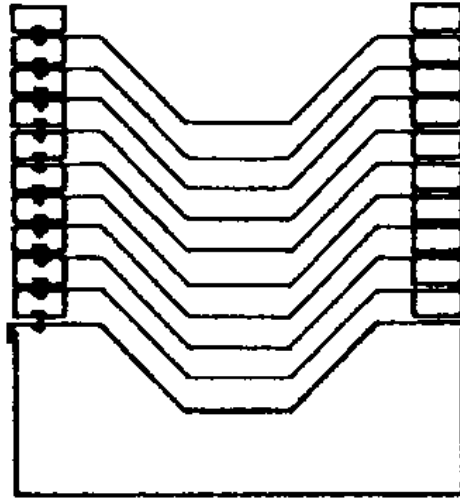
A - Prefabricación de las unidades con forma de canal



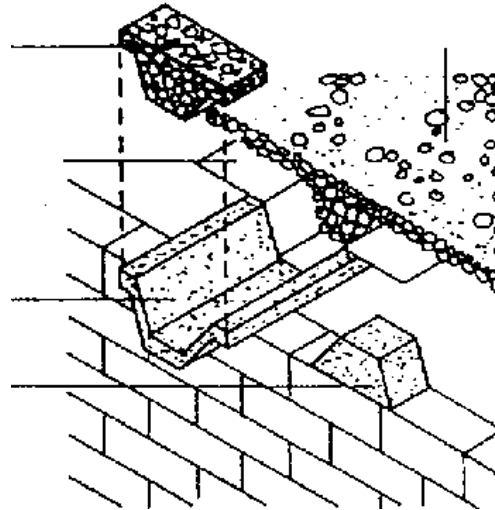
B - Prefabricación de las unidades con forma de canal



C - Prefabricación de las unidades con forma de canal



D - Prefabricación de las unidades con forma de canal



Techos de ferrocemento

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Mayor relación resistencia: peso que concreto armado
Aspectos económicos	Costo alto
Estabilidad	Muy buena

Capacitación requerida	Adiestramiento especial
Equipamiento requerido	Encofrados, herramientas de carpintería
Resistencia sísmica	Muy buena
Resistencia a huracanes	Muy buena
Resistencia a la lluvia	Muy buena
Resistencia a los insectos	Muy buena
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Experimental

BREVE DESCRIPCIÓN:

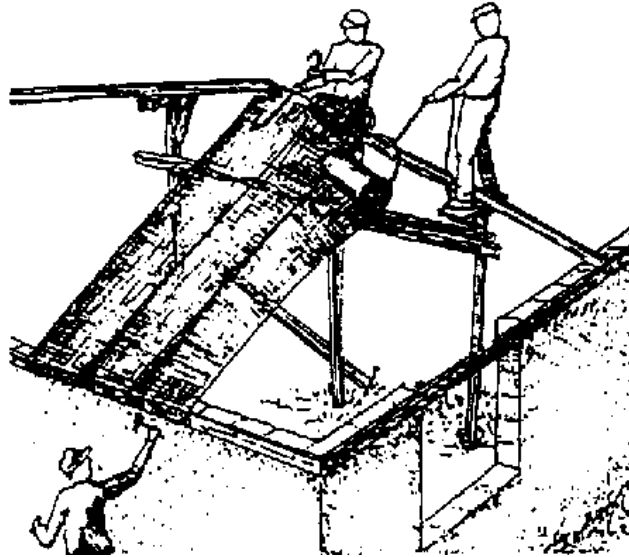
- Los elementos de ferrocemento son muy delgados (15 a 25 mm), pero tienen un mayor porcentaje de armadura que el concreto armado, logrando una mejor relación entre resistencia a la tracción y el peso. Se obtiene más resistencia y rigidez con piezas curvas o plegadas.
- Los techos de ferrocemento pueden ser ejecutados in-situ o prefabricados, siendo los primeros adecuados para formas libres, y los segundos para construcciones modulares repetitivas.
- Dependiendo del diseño, los techos de ferrocemento pueden cubrir grandes áreas sin necesidad de estructuras intermedias que lo soporten, bajando así los costos y obteniendo áreas cubiertas sin obstrucciones. Si la superficie de ferrocemento es ejecutada en forma correcta (recubrimiento total de mallas de alambre, acabado denso y liso, grietas selladas) no es necesario proteger la superficie, disminuyendo aún más los costos. Sin embargo es recomendable aplicar una capa reflectante sobre la superficie exterior, para reducir la absorción de la radiación solar.

Más información: Bibl. 10.02,10.03,10.04, 23.01, 23.13, 23.22.

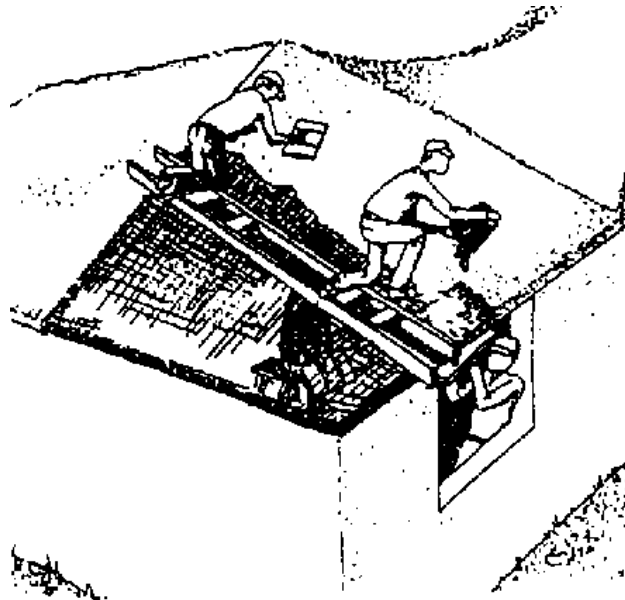
Techo de Ferrocemento con marco

- Este techo está diseñado para actuar como viga de arriostre.
- Se colocan, un marco de madera (6 x 6 cm) en la parte superior exterior de los muros, así como dos marcos en forma de trípode sobre el piso. La superficie definida por estos marcos son paraboloides hiperbólicos, compuestos por líneas rectas, lo que facilita la colocación de la armadura.
- La malla de alambre (2 o 3 capas) se estira sobre el marco y se clava o se grapa al mismo. El marco se necesita solamente para soportar la malla durante la construcción. Una vez colocado y fraguado el mortero, la estructura es autoportante.
- Las barras de refuerzo se colocan sobre los muros y a lo largo de los pliegues.
- El mortero se coloca con un equipo de trabajadores desde la parte superior que obligan al mortero pasar a través de las mallas, mientras que otro equipo de trabajadores recuperan el mortero que cae y lo usan para rematar la parte inferior.
- Este techo curvo, desarrollado por P. Ambacher, Francia, es muy aerodinámico, y por lo tanto muy adecuado para zonas afectadas por huracanes. (Bibl. 23.01)

A - Techo de Ferrocemento con marco

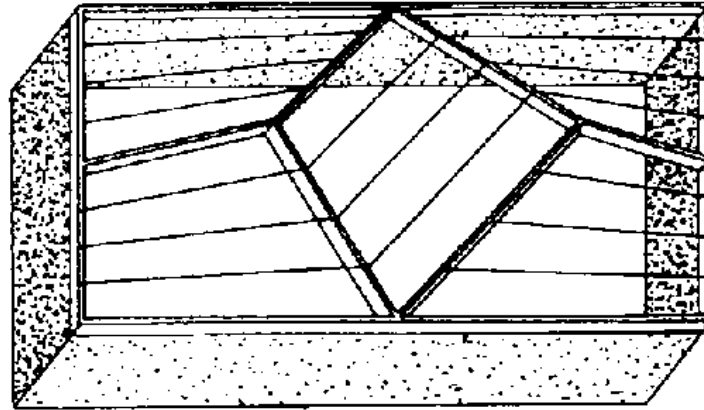


B - Techo de Ferrocemento con marco



Marco de madera colocado sobre muro

Techos



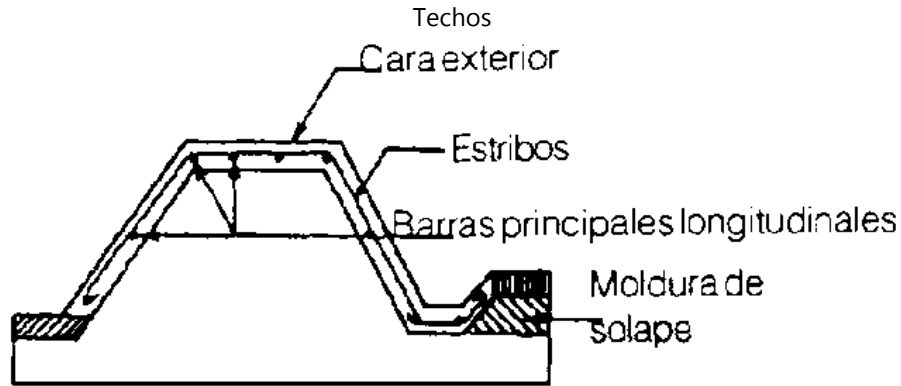
Techo terminado



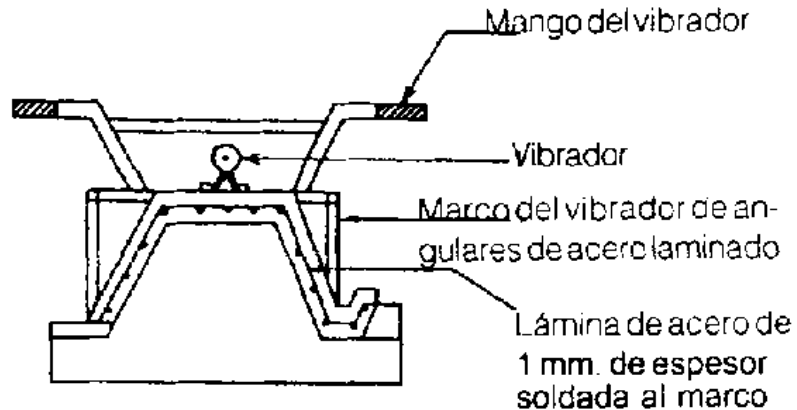
Elementos acanalados prefabricados (Bibl. 23.22)

- Estos elementos se basa en el principio, de que las losas plegadas tienen mucho más resistencia que las losas del mismo espesor sin pliegues.
- El modulo mostrado en esta pagina, fue desarrollado en el "Structural Engineering Research Centren", Roorkee, y puede ser ejecutado en un molde fijo de ladrillo y concreto o en un encofrado de madera portátil, y puede tener la forma de un canal o de un canal invertido.
- La armadura se prepara en el encofrado.
- Antes de colocar el mortero, se aplica con una brocha una capa delgada de lechada de cemento sobre la armadura. Luego se coloca el mortero, asegurando que penetre debajo de la armadura. Esto se hace en 2 o 3 capas. Con un vibrador especialmente diseñado dos operarios compactan el mortero.
- El elemento terminado se cura en humedo durante una semana, antes de sacarlo del encofrado. La cara inferior es acabada con una capa de lechada de cemento. El elemento debe ser curado por lo menos una semana más, antes de ser manipulado e instalado.

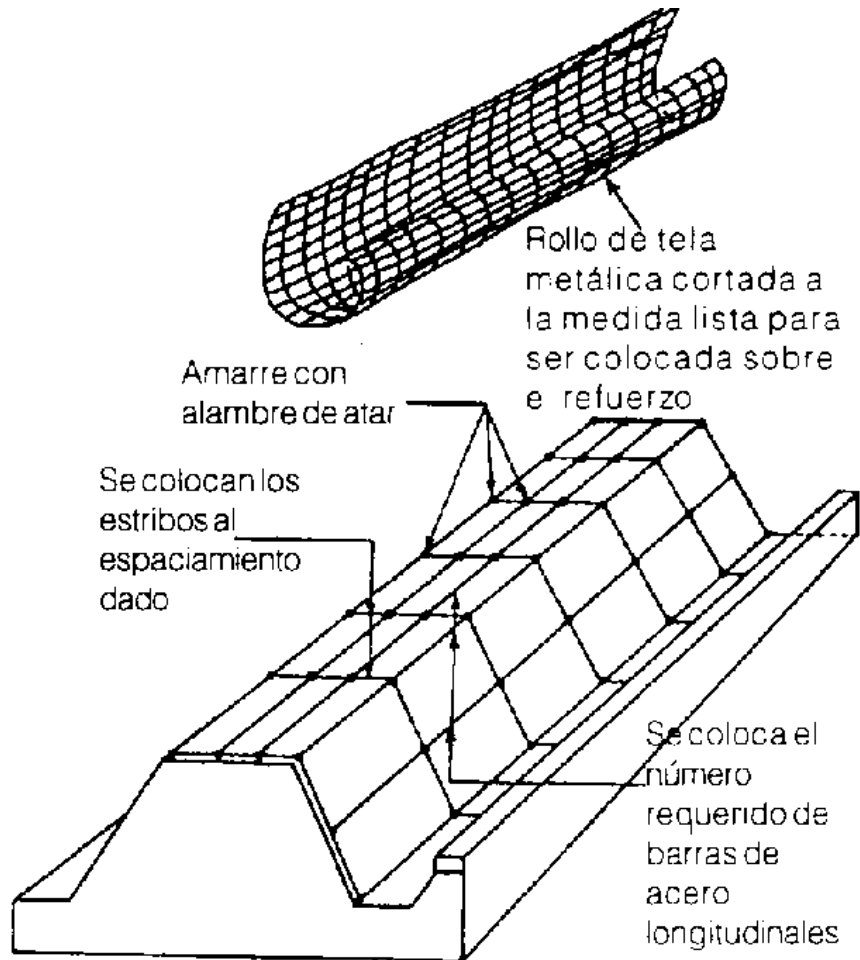
A - Elementos acanalados prefabricados



B - Elementos acanalados prefabricados



C - Elementos acanalados prefabricados



Elementos en forma de bóveda prefabricado (Bibl. 23.13)

- La alternativa a los elementos acanalados, mostrados en la pagina anterior, es un elemento en forma de bóveda, ejecutado básicamente de la misma manera.
- El módulo mostrado aquí fue desarrollado en el "Regional Research Laboratory", Jorhat, India.
- Este módulo mide 60 cm de ancho, 250 cm de largo y 2 cm de espesor. La armadura de cada modulo consiste de 5 barras de 6 mm en dirección longitudinal y 10 barras del mismo diámetro en dirección transversal, con dos capas de malla de alambre de gallinero hexagonal. El mortero esta compuesto de 1 parte de cemento: 2 partes de arena (por peso).
- Los ensayos del comportamiento a largo plazo dieron resultados muy satisfactorios.

[A - Extracción del elemento terminado del encofrado, ensamblaje de dos elementos](#)

[B - Extracción del elemento terminado del encofrado, ensamblaje de dos elementos](#)

[Ensayo de los elementos en forma de bóveda en un cobertizo para bicicletas](#)



Sabanas de fibrocemento corrugadas

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Sistema de bajo costo local
------------------------	-----------------------------

Aspectos económicos	Material de cobertura duradero económico
Estabilidad	Buena, si es adecuadamente producido e instalado
Capacitación requerida	Adiestramiento especial y control de calidad constante
Equipamiento requerido	Moldes simples, hechos localmente y transportables
Resistencia sísmica	Sin experiencia
Resistencia a huracanes	Buena, si están bien instaladas y aseguradas
Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Buena
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Tecnología desarrollada, requiere de mucha experiencia

BREVE DESCRIPCIÓN:***Sábanas corrugadas de FC***

- fueron los primeros módulos de FC para techos desarrollados, con el objetivo de substituir sabanas gci y ac;
- requiere equipamiento simple, fabricado localmente y un equipo de trabajo perfectamente coordinado, de mínimo dos operarios;
- consume aprox. la misma cantidad de cemento como sabanas de asbesto-cemento (15 kg. por m²), tomando en cuenta su mayor espesor y método de producción manual, pero no requiere de electricidad;
- son difícil de manipular y de curar en recipientes de agua, por su gran tamaño;

- son difícil de transportar e instalar sin roturas, y no toleran construcciones de soporte inexactas;
- resisten fuertes vientos porque son pesadas y tienen poca superficie de empalme.

Mayormente es más fácil de producir e instalar tejes de FC que sabanas de FC y por lo tanto son la solución más adecuada

Más información: FAS c/o SKAT, Vambelstr. 14, CH-9000 St. Gallen, Suiza; Bibl. 11.03, 11.05, 11.07, 11.08, 11.12, 11.15.

Producción de Sabanas de FC

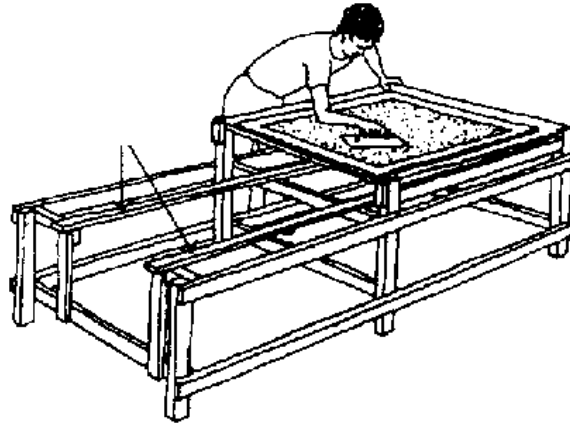
Materiales y equipamiento

- **Cemento:** cemento portland común (9.8 kg. por sabana corrugada de 10 mm de espesor y de 100 x 78 cm) con una relación cemento: arena de 1:1; puzolana (ej. ceniza de cascara de arroz) puede ser añadida, para mejorar la durabilidad de la fibra y reducir la cantidad de cemento, pero alarga el tiempo de la fragua, o sea mayor número de moldes y mayor área de trabajo.
- **Arena:** (10 kg. por sabana) de preferencia con partículas angulares y entre 0.06 y 2 mm, libres de limo y arcilla.
- **Fibra:** (0.2 kg. por sabana) preferentemente natural, como sisal, yute, coco, o fibra de plátano, pero también son aplicables fibras sintéticas, ej. polypropileno o fibra de vidrio. Fibras largas pueden ser usadas, pero requieren de un procedimiento de producción más difícil y el producto es menos resistente. Fibras cortas, cortadas de 12 a 25 mm de largo, son muy fáciles de procesar, dan cohesión al mortero fresco, y también ayudan a prever rajaduras durante el proceso de secado.
- **Agua:** de preferencia agua potable, en cantidad suficiente para hacer el mortero trabajable.
- **Aditivos:** como impermeabilizantes pueden agregarse, si la arena no tiene una granulación uniforme, y colorantes, si

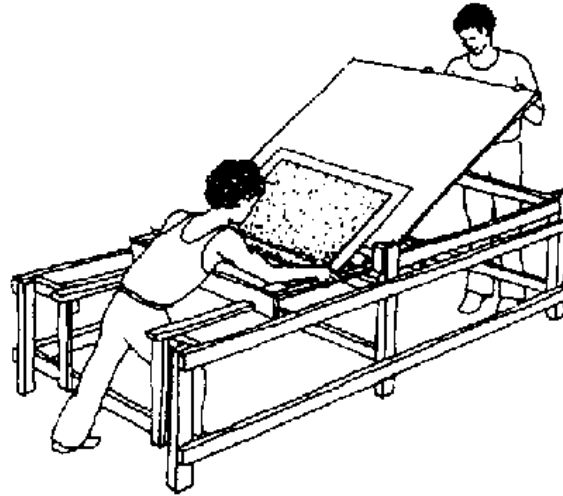
el color gris del cemento no es deseado.

- **Plancha maestra:** tablero horizontal con un marco, que define el tamaño de la sabana de FC y sujeta la lamina separadora de politeno.
- **Moldes corrugados de fraguado:** sabanas de gci o ac, suficientes para dos días de producción. Todas las sabanas deben proceder del mismo vaciado y molde maestro, ya que sabanas de diferentes vaciados o de diferentes fabricantes, difieren ligeramente en cuanto a la exactitud de la corrugación, y esta es vital para un buen montaje y uso sin problemas.
- **Otros equipos:** herramientas habituales.

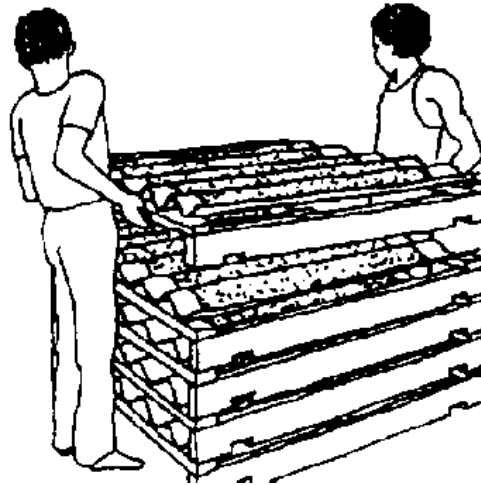
A - Producción de Sabanas de FC



B - Producción de Sabanas de FC



C - Producción de Sabanas de FC



Moldeado y curado

- El mortero bien mezclado en la proporción correcta es repartido sobre la lamina de politeno, fijada sobre la plancha maestra; el mortero es apisonado, igualado a un grosor uniforme de 10 mm y allanado con la plancha.
- Se retira el marco, recortando las esquinas de la capa de mortero e inclinando la plancha maestra, hasta que la lamina de politeno con el fibrocemento fresco encima pueda resbalar gradualmente sobre el molde corrugado.
- La sabana de FC fresca con su molde son apiladas para el curado primario de 24 horas, siendo después lo suficientemente rígidos para ser sacadas del molde y colocadas verticalmente, para seguir siendo curadas (humedeciendo regularmente), o completamente sumergidas en agua durante dos semanas.
- El desencofrado debe concluirse antes de las 48 horas, ya que las sabanas tienden a contraerse y se rajan, por la

resistencia del molde.

Producción de Tejas cumbreiras de FC

- **Materiales y equipo:** como para sabanas, pero forma de molde diferente, plancha maestra con bisagras, permitiendo ser plegada y ser usada como molde de fraguado, sujeta por una plantilla.
- **Moldeado y curado:** como para sabanas.

Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4

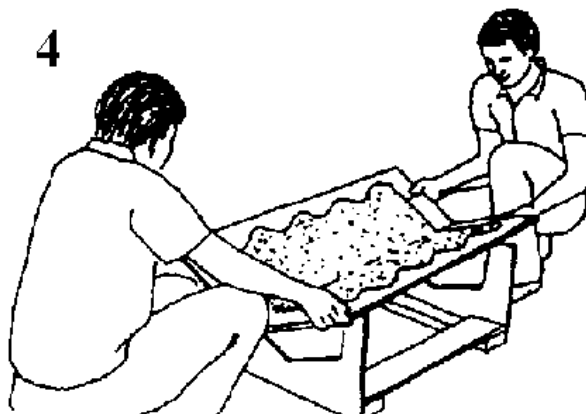


Figura 5

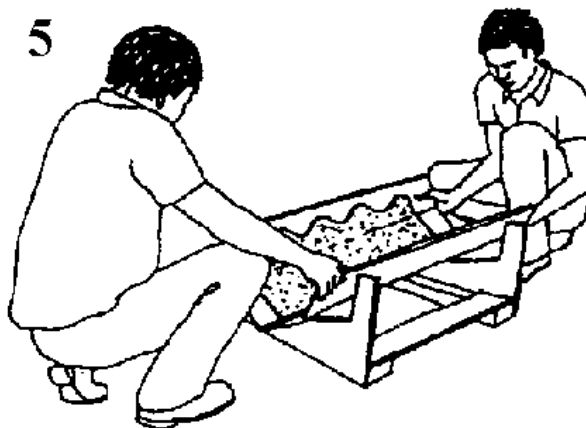


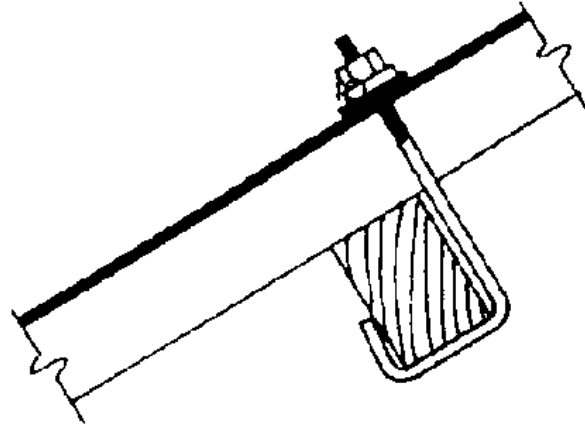
Figura 6



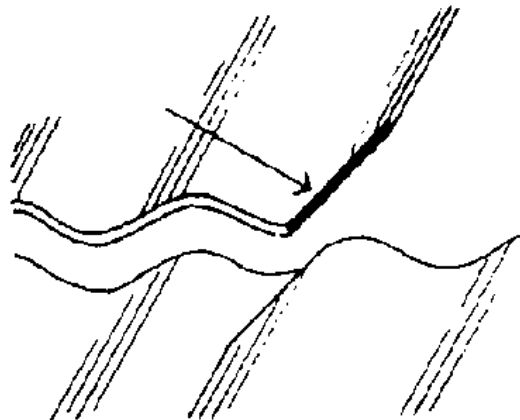
Colocaci3n de Sabanas Corrugadas de FC

Las *sabanas corrugadas de FC* son colocadas sobre una estructura de madera, similar a las sabanas de gci y ac. Sabanas de FC son menos flexibles y pueden ser da3nadas, si las cargas no son distribuidas uniformemente. Al construir la estructura de soporte, se debe prever que los bordes superiores est3n adecuadamente alineados. Si se usan clavos o tornillos, los respectivos huecos (di3metro ligeramente mayor) deben ser perforados de antemano. Como alternativa, se pueden insertar lazos de alambre durante el moldeado, evitando las perforaciones. Esquinas biseladas son esenciales para la impermeabilidad del techo.

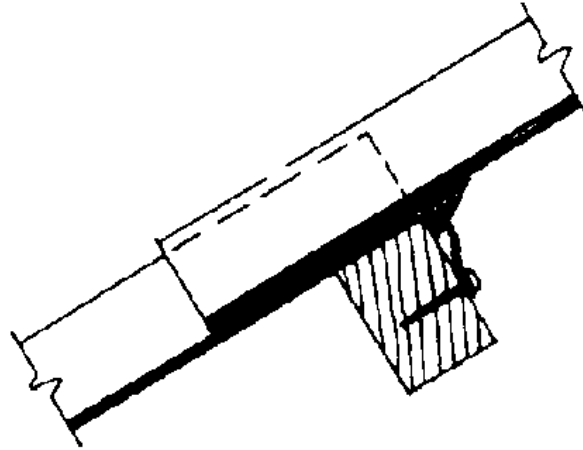
Fijaci3n con un tornillo en forma de J



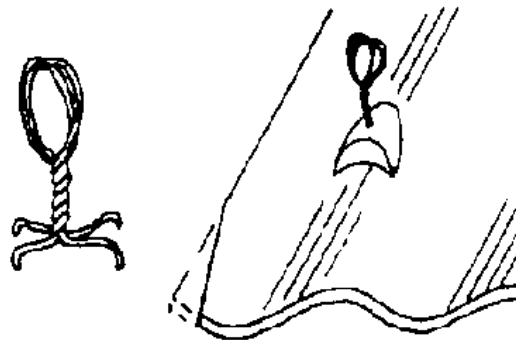
Esquina biselada



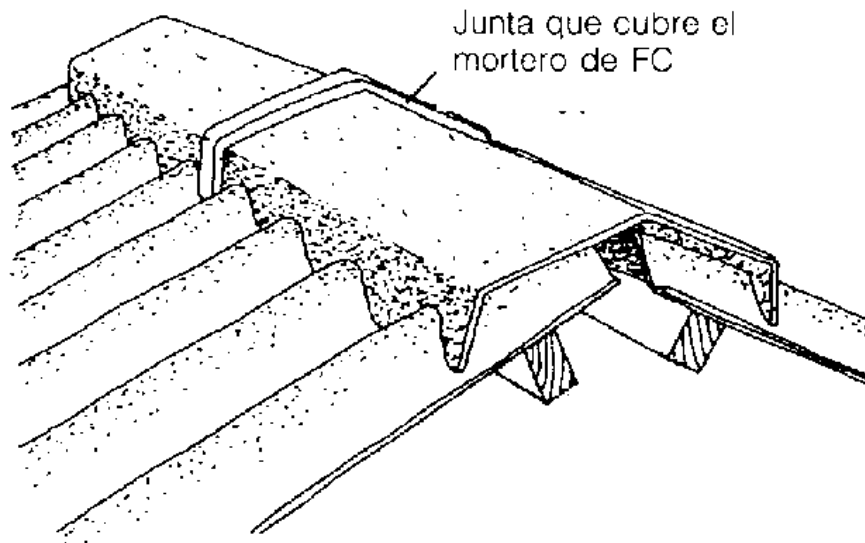
Fijación con lazos de alambre



Lazos de alambre



Junta que cubre el mortero de FC



[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

[Home](#)" :81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)



Tejas de micro concreto TMC (mortero vibrado)

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Producción con materiales parcialmente locales
Aspectos económicos	Bajo costo y excelente relación calidad-precio
Estabilidad	Buena, si se fabrican y montan bien
Habilidades requerida	Baja especialización aunque ejecución cuidadosa
Equipamiento requerido	Mesa vibradora y moldes
Resistencia a terremotos	Satisfactoria
Resistencia a huracanes	Satisfactoria
Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Buena
Adaptabilidad ambiental	Util en cualquier clima. Buen comportamiento acústico y térmico
Estado de desarrollo	Tecnología desarrollada en proceso de difusión internacional

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Sustituyeron a las tejas tipo pantile fabricadas con fibras naturales y mortero virado, demostrando ser más duraderas y económicas.
- Sustituyen con ventajas, en términos ecológicos, a las láminas metálicas y de asbesto cemento, así como a las

tejas de arcilla cocida, dado su muy bajo consumo energético.

- Se producen tejas tipo pantile (de doble onda o de canal) y romana. Las dimensiones son de 50 x 25 cms y los espesores entre 6 y 10 mm. Para los caballetes se producen tejas especiales.
- Para su producción se requiere de una pequeña mesa vibratoria manual o movida por electricidad y moldes preferentemente de producción industrial.
- Consumen entre 6 y 8 kg. de cemento por metro cuadrado, alrededor de la mitad de lo que las láminas de asbesto cemento.
- Resisten bien el almacenaje y el transporte.
- Admiten imprecisiones menores en la estructura de soporte y para resistir vientos de consideración deben estar bien fijadas a esta.
- Las tejas son además inoxidables, incombustibles, de gran durabilidad y buena apariencia.

Información adicional: RAS/BASIN c/o SKAT, Vadianstrasse 42, CH-9000 St. Gallen, Suiza. Bibl. 11.18, 11.19, 11.20, 11.21.

Proceso de producción

Materiales necesarios

- **Cemento:** Se utiliza cemento portland ordinario tipos P250 y P350, con una proporción de cemento por 2,5 a 3,0 de arena y una relación agua/cemento de 0,45 a 0,50. Cada teja utiliza entre 0,6 y 1,0 kg. de cemento, en dependencia de su espesor y tipo.
- **Arena:** Preferentemente con partículas angulares y una buena distribución de granos, (entre 0.06 y 4 mm), libre de

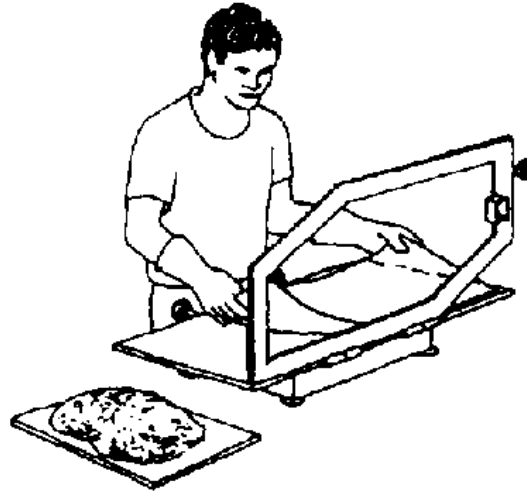
arcilla y limo. Cada teja utiliza entre 1.2 y 1.8 kg. de arena.

- **Agua:** Debe usarse limpia, preferentemente potable Es muy importante garantizar su correcta dosificación para obtener buena resistencia en las tejas.
- **Aditivos:** Pueden utilizarse impermeabilizantes si las arenas no tienen buena granulometría y colorantes si se desea obtener otra apariencia.
- **Alambre:** Para la fijación de las tejas al soporte, si se adopta este método. Se necesitan por teja 10 cm de un alambre de 1.4 mm.

Equipamiento necesario

- **Mesa vibratoria:** Está formada por una superficie que vibra y marcos articulados a esta, intercambiables para producir diferentes tipos y espesores de tejas. El dispositivo vibratorio puede ser movido manualmente o alimentado por corriente alterna o por medio de una batería de automóvil.

1. Coloque la lámina plástica sobre la mesa vibradora



2. Fije el marco a la mesa



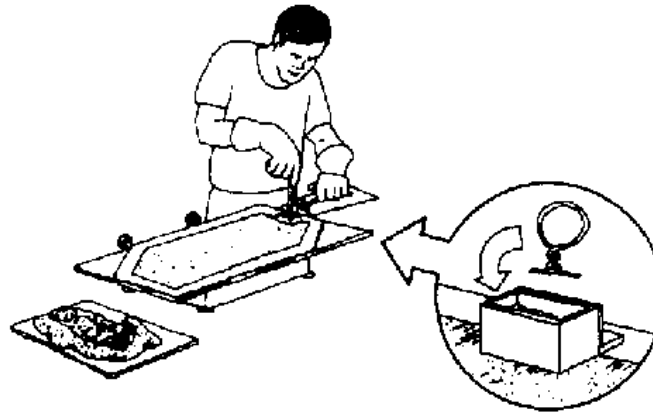
3. Coloque el mortero sobre la l◆mina



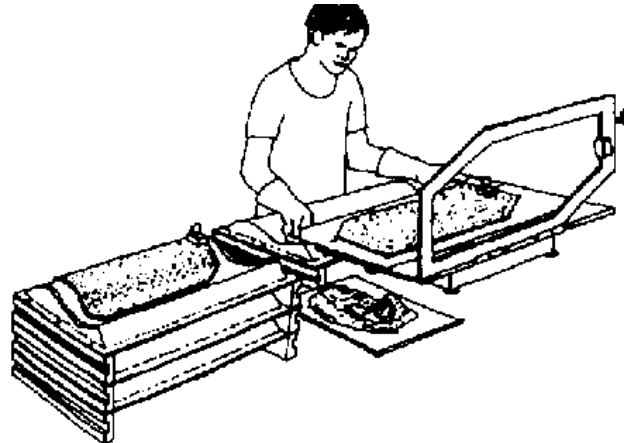
4. Distribuya y alise el mortero bajo vibraci3n



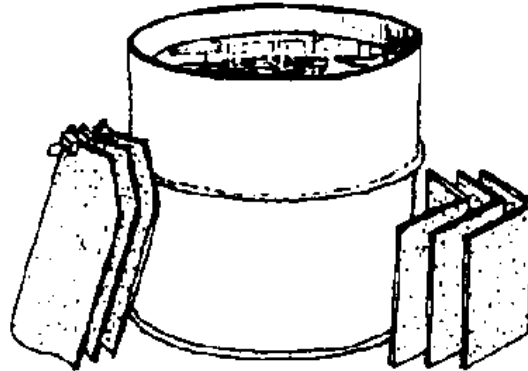
5. Rellene la cajuela del tacón de fijación e inserte el lazo de alambre



6. Traslade la mina con mortero fresco al molde y coloque este en la estiba



7. Cure las tejas en cualquier depósito con agua.



- **Moldes de conformación:** En ellos se termina el proceso de dar forma a la teja. De la calidad de los moldes depende la de las tejas, tanto en términos de superficie como de precisión y similitud entre ellas, lo que repercute posteriormente en la precisión y uniformidad del montaje del techo y en su apariencia. Se recomiendan los producidos industrialmente en plástico resistente al impacto, ligeros, acumulables, con marcas para la correcta ubicación de la lámina fresca en el molde, reforzados con marcos de madera para garantizar su durabilidad, y lograr al acumularlos unos sobre otros, una cámara hermética de curado que garantiza la calidad inicial del mortero. Cada molde permite producir una teja cada 16 horas como mínimo aunque se utilizan generalmente cada 24 horas.
- **Láminas de plástico:** Sirven para la conformación inicial y vibrado de la lámina de mortero fresco y facilitar su traslado de la mesa vibratoria al molde. Se utilizan de igual modo que los moldes. Deben tener un espesor de 24 micras y ser translúcidos para que cumplan bien su función.
- **Equipamiento complementario:** Dispositivos para control de calidad, cuyas versiones más elementales pueden construirse en el taller y un set profesional para ensayos de flexión e impacto), que puede obtenerse a través de ACONTEC S.A., CESEDEM-Perú, del Cecat y de Grupo Sofonías. Ver Anexo de direcciones útiles. Además se utilizan

las herramientas comunes de albañilería.

Fabricación y curado

- Se coloca la lámina plástica de interfase sobre la mesa vibratoria
- Se baja el marco articulado y se fija a la mesa
- Se coloca la cantidad necesaria de mortero utilizando de ser posible una cuchara dosificadora, (Se suministra con los equipos profesionales)
- Se distribuye, compacta y alisa el mortero con ayuda de una plana y de la vibración de la mesa por espacio de 30 seg. aproximadamente
- Se rellena, sin vibración, el suplemento para el tacón, se coloca en el mismo el lazo de alambre y se vibra posteriormente un par de segundos.
- Se abren los cierres de fijación del marco a la mesa y se levanta este
- Se coloca el molde en los soportes correspondientes de la mesa
- Se tira horizontal y suavemente de la lámina por sus extremos delanteros manteniendo estirado el correspondiente borde y se coloca en el molde en la posición adecuada
- Se coloca el molde sobre el utilizado anteriormente
- Se desmolda a las 16-24 horas, mediante un dispositivo, (que se suministra con los equipos profesionales), que facilita retirar la lámina plástica.
- Se verifica, con el mencionado dispositivo, la forma de la teja y se eliminan rebabas que puedan haber quedado

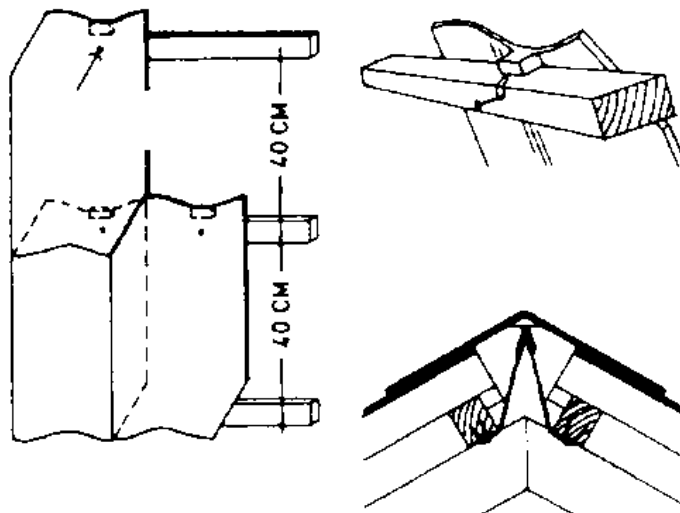
alrededor del borde

- Se procede al curado de la teja sumergiéndola en un tanque con agua por espacio de siete días o manteniéndola en una cámara de curado al vapor por espacio de cuatro días
- Posteriormente se almacenan a la sombra por dos semanas, luego de las cuales están aptas para el uso.

Figura 1



Figura 2



Las tejas de caballete se fabrican con el mismo procedimiento pero se utiliza otro marco y un molde artesanal, de madera, dada la poca cantidad de estas tejas a fabricar, con el ángulo correspondiente al del techo a construir. El lazo de alambre se coloca después que el mortero esté colocado en el molde.

Montaje de las Tejas

Las tejas TMC se colocan sobre correas de madera, acero u hormigón armado, del mismo modo que las tejas cerámicas, pero espaciadas a 40 cms excepto las dos primeras que se espacian a 33 cm. La forma de fijación depende del material del soporte. En el caso de ocurrencia de fuertes vientos todas las tejas de borde llevan doble fijación. La pendiente del techo debe ser como mínimo del 40 %.



Techos de paja de tallo rígido durables

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Excelente aislamiento térmico y acústico
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Buena, depende del material y de la mano de obra
Capacitación requerida	Adiestramiento especial y experiencia
Equipamiento requerido	Herramientas adaptadas localmente
Resistencia sísmica	Muy buena
Resistencia a huracanes	Depends on fixing and roof structure detailing
Resistencia a la lluvia	Mediana a buena
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Todas las zonas donde se ubica el material necesario
Grado de experiencia	Tradicional

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Los techos de paja es la cobertura más usada en el mundo, y a pesar de no estar reconocida por los expertos de la construcción. En la India, por ejemplo, aprox. 40 millones de casas son techadas con paja. Se puede usar casi cualquier material vegetal, desde corteza de arboles hasta juncos delgados, pero hierbas, cañas y palmeras son los materiales más comunes.

- Los techos de paja tradicionales tienen un comportamiento y durabilidad reducida, pero en ciertas regiones (N.O. de Europa, Sud Africa, Japón) se logran con mano de obra especializada, techos funcionales de buena calidad, con una expectativa de resistir de 25 a 70 años.
- Esta cobertura se basa en el uso de materiales renovables, locales que requieren un mínimo o cero de energía externa para el proceso de producción, y su costo es menor que la mayor parte de otros tipos de techos. Su aplicación es intensiva en el uso de mano de obra - una ventaja importante en términos de generación de empleo. Al final de su vida útil la paja se puede usar como abono o como combustible.
- La mayor desventaja es su combustibilidad, pero esta es reducida a través de un trabajo de buena calidad y de precauciones de sentido común. La paja también es susceptible a la degradación biológica y por los agentes atmosféricos.
- Los mejores materiales para coberturas de paja son hierbas de tallo rígido y cañas de 1 a 2 metros de largo y hasta 10 mm de diámetro en el extremo de corte. Deben ser rectos (sin curvaturas en los nudos), cónicos y de tallos huecos, ya que tallos sólidos tienden a secar lentamente, por lo que pudren rápidamente.

Materiales: Cosecha y Procesamiento

- La paja tiene tres diferentes fuentes: La primera la vegetación autóctona del país. La segunda los subproductos de alimentos o al recoger las cosechas agrícolas, y la tercera a través de cultivos especiales para techos de paja.
- El junco es muy durable, pero la paja de cereales (mayormente trigo, pero también centeno, cebada y arroz) está disponible más ampliamente. Cuanto menos fertilizantes artificiales se hayan utilizado en el cultivo tanto menos susceptibles a ataque de hongos.
- La cosecha debe ser manual, ya que máquinas cosechadoras quiebran el tallo. El tallo maduro y seco se corta a 5 cm del suelo.
- Para facilitar que el techado con paja se estanque y plano, la paja debe ser peinada (con un rastrillo manual) para

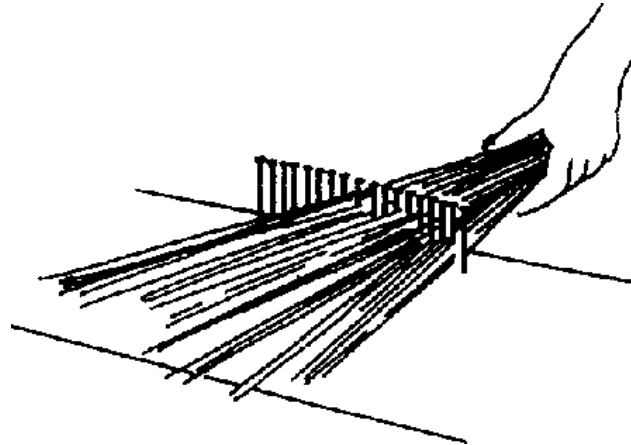
eliminar hojas secas y otros desperdicios, para ser luego atada y almacenada en un lugar seco. (El trabajo de peinado de la paja se justifica ampliamente, ya que así dura el doble que la paja no peinada).

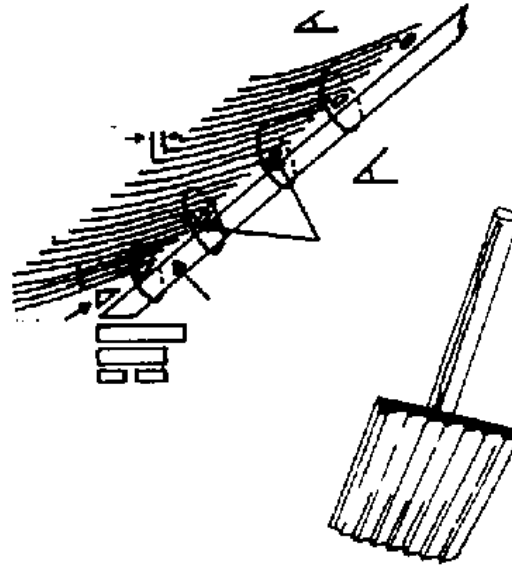
- Los atados deben tener una circunferencia de 55 cm, en el lugar del amarre, que debe estar a 30 cm del extremo de corte, una vez atada, la paja está lista para ser instalada sobre la estructura del techo.

Estructura del techo

- Casi cualquier forma de techo con un mínimo de 45° se puede techar con este método. La paja se adapta a cualquier forma excepto las que tenga forma convexa.
- Se puede usar madera rolliza y listones de tiras; funcionan mejor las formas simples. Esto es la lima hoyos y otros cambios dependientes no son aconsejables.

Figura



Mazo

- La estructura debe soportar 40 kg/m², que es el peso del material más pesado, la caña.
- Es esencial colocar a nivel del alero y fijada en toda su longitud una tabla de sección en curva, 35 mm más gruesa que los listones superiores, con el fin de curvar la primera hilada de paja, tensionandola y haciendo que el resto del techado quede fuertemente compactado.

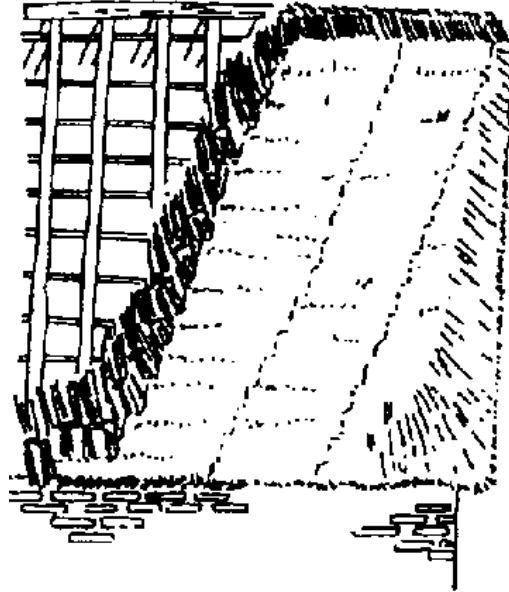
Método para techar con paja

- Herramientas: cuchilla para abrir los fajos y cortar la atadura; un mazo para golpear la paja hacia arriba para

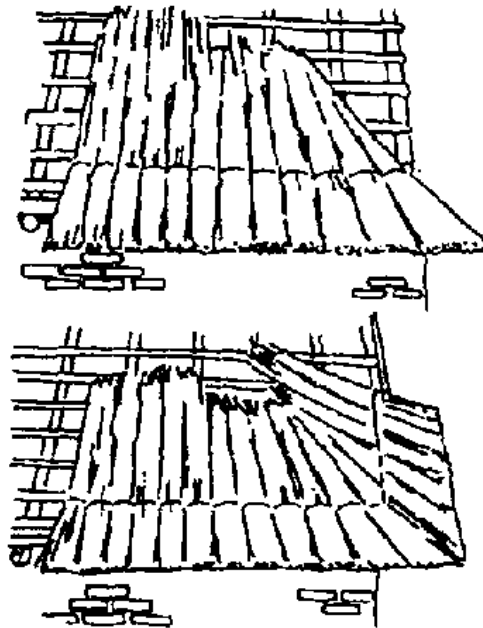
comprimir la capa de paja; cuchillas para emparejar los bordes y lograr el acabado final.

- **Selección de la hierba:** hierbas cortas para los aleros, las aristas y la cumbrera; hierba larga para el resto del techo.
- **Se comienza el techado en el extremo derecho (a menos que el operario sea zurdo) y puede ser ejecutado en hiladas verticales (más común) o secciones horizontales.**
- **La primera hilada de paja es tan importante como el cimiento para un muro, ya que es la más expuesta a la fuerza del viento, debe ser fijada en forma segura.**
- **La paja se coloca en capas horizontales de 20 cm de espesor, que se atan con costura, capa a capa, aproximadamente al centro entre el corte y la espiga. Las capas se traslapan, cubriendo y protegiendo las ataduras. El espesor total de la paja es 30 cm. Después de ser fijada, la paja es golpeada con un mazo hacia la atadura. La superficie compacta tiene una inclinación similar a la de las vigas, y solo de 2 a 3 cm de cada atado están expuestos. En la parte superior de cada hilada se deja sobresalir la paja ligeramente, para ser golpeada hacia la atadura conjuntamente con la próxima hilada, eliminando así la huella de la junta.**
- **El caballete es la parte más vulnerable del techo y puede ser ejecutada de varios materiales duraderos, ej. tejas de barro, plancha de hierro, ferrocemento, pero son caros y desentonan con la apariencia del techo. Más atractiva y barata es una hierba flexible enrollada sobre el vértice, cubriendo las ataduras de la última hilada, sujeta por costura horizontal.**
- **Materiales necesarios:** aprox. 10 atados de hierba por m² de techo; cuerda resistente o alambre de acero para fijar los atados. Operarios experimentados deberán techar de 10 a 20 m² por día.

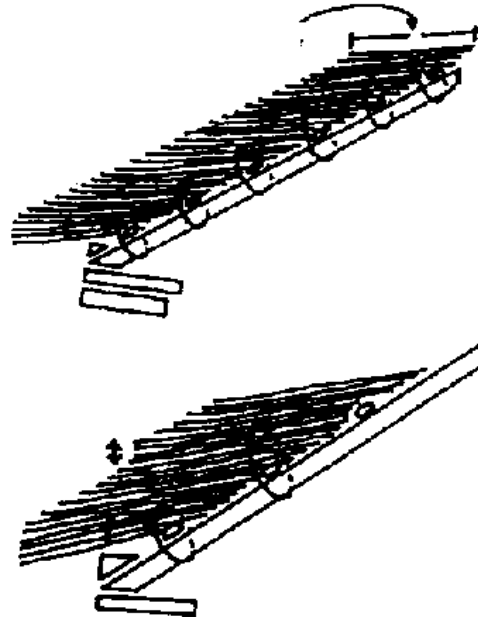
A - Método para techar con paja



B - Método para techar con paja



C - Método para techar con paja



Recolección del agua de Lluvia

- Los techos de paja nos son adecuados para recolectar el agua de lluvia, a menos que se use una canaleta de por lo menos 30 cm de ancho. El método llamado "sustitución por tejas", desarrollado y probado por Nicolas Hall, mejora la recolección en los aleros.
- Se colocan tejas de barro cocido en lugar de la primera hilada de paja, proporcionando una superficie dura y pareja.
- De esta manera los aleros son reforzados (aumentando la vida del techo); se requiere de una canaleta de solo 10 cm

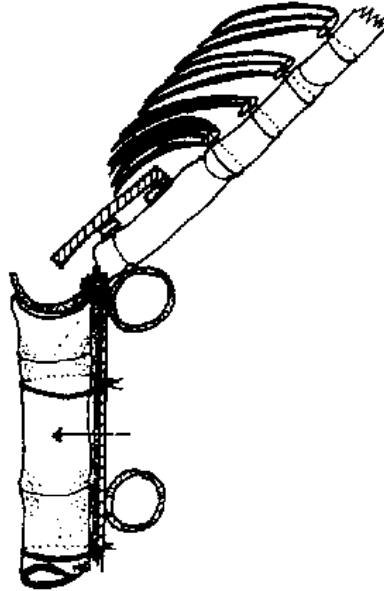
(barato y fácil de obtener y de fijar); y la inflamabilidad es considerablemente reducida.

- La mayor desventaja de recolectar lluvia de techos de paja es, que los desperdicios que contiene contaminan el agua. Por lo tanto se debe eliminar la primera carga de agua de lluvia contaminada por los desperdicios.

Durabilidad

- Un techo de paja competentemente ejecutado debería durar 40 años o más, pero el caballete de hierba requiere ser renovada cada 8 a 10 años.
- La paja es combustible y la mejor protección contra incendio es el sentido común: evitar alta densidad de edificación ( reas urbanas); evitar fuegos incontrolados cerca de techos de paja; evitar chimeneas, o diseñarlas y construirlas cuidadosamente, bien aisladas y regularmente inspeccionadas; la protección de todas las instalaciones eléctricas en la zona del techo. Adicionalmente se puede proteger la parte inferior del techo de paja, colocando planchas incombustibles fijadas a las vigas.

Usando una canaleta de bambú con paja de palmera



- Los tratamientos químicos que reducen el riesgo de incendio, la descomposición orgánica y erosión climática son posibles, pero ninguno es barato, permanente o de buena efectividad, e imposibilita la recolección de agua de lluvia.

Más información: Bibl. 12.02, 12.03 y 23.11, o contactar Nicolas Hall, 48a Hornead Road, London W9, U. K



Estructura de bambú para techos

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Alta resistencia, flexible, gran variedad de formas
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Habilidad en trabajos tradicionales con bambú
Equipamiento requerido	Herramientas para cortar, partir, amarrar bambú
Resistencia sísmica	Muy buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Depende de medidas de protección
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Climas cálidos y húmedos
Grado de experiencia	Experimental

BREVE DESCRIPCIÓN:

Las principales ventajas del uso del bambú para la construcción de techos son:

- Es una tecnología tradicional, que es bien conocida por los artesanos locales. No son necesarias herramientas especiales.

- La utilización de bambú en gran escala no tiene consecuencias ecológicas desastrosas (como en el caso de madera), ya que puede ser reemplazado en un lapso de 4 o 5 años.
- Gracias a sus cualidades físicas, el bambú es un material ideal para construcciones en zonas sísmicas.
- Comparado con otros materiales de construcción, el bambú es barato para comprar, procesar y mantener.

Sin embargo existen desventajas que deben ser mencionadas, por ejemplo:

- durabilidad limitada, mayormente debido a excesivo humedecimiento y secado, ataques de hongos y de insectos, impacto físico y desgaste;
- (imitada aceptación social, debido a la limitada durabilidad del bambú).

Más información: Bibl. 13.05,13.06, 13.07.

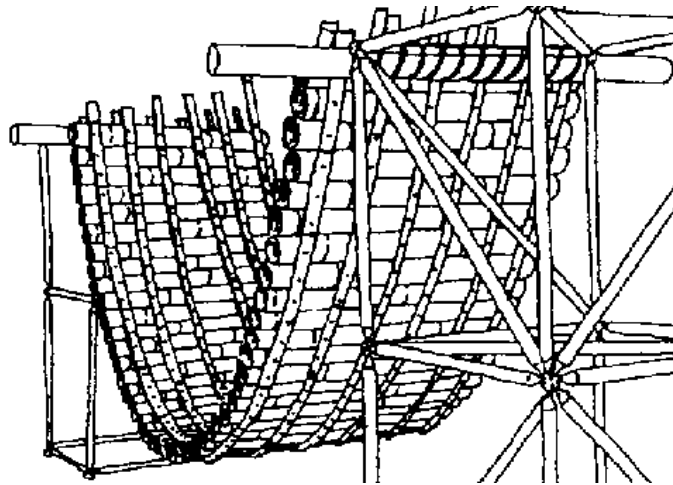
Bveda de Caón (Bibl. 13.05)

- Este sistema de construcción fue desarrollado en el Laboratorio de Investigación para la Construcción Experimental del "Kassel College of Technology", de la República Federal de Alemania, dirigido por el Prof. Gernot Minke.
- Muestra un uso inédito del bambú, en el cual las construcciones alcanza su estabilidad por medio de fuerzas de compresión, que actúan perpendicularmente al eje del bambú.
- Basado en el principio de las bvedas de Caón de mampostería, se colocan cañas de bambú de sección completa en forma horizontal, uno encima del otro, siguiendo una curva, definida por una catenaria invertida. (Esta es una curva formada por una cadena suspendida libremente entre dos puntos. La tensión generada por la fuerza de gravedad sigue la línea que conecta los puntos de contacto de los elementos de la cadena. Dado que la curva se mantiene estable al ser invertidas, las direcciones de las fuerzas, una catenaria invertida, es la forma ideal para una

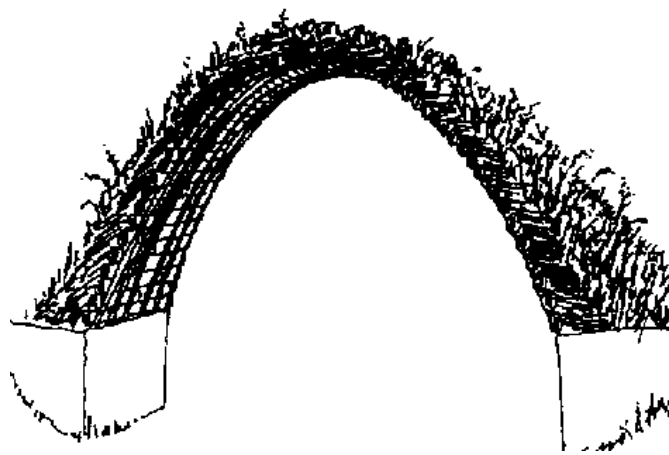
bveda de barril.)

- Se cuelgan tiras de bambú de igual longitud de forma tal que sus extremos estén exactamente separado a la misma distancia que la luz del techo. Se colocan cañas de bambú de sección completa en forma horizontal, formando la bveda invertida. Después se colocan tiras de bambú en el interior, exactamente opuestas a las exteriores. Se taladran perforaciones a través de las tiras y del bambú y se fijan con tornillo o remache.
- La estructura es invertida y se fija en la parte superior de los muros, que de preferencia deben tener una viga de madera o de concreto, a la cual se fija el techo.
- El techo debe ser cubierto por una membrana impermeable. Además debe ser cubierto por una capa de material de paja, o mejor por una capa de 10 cm de tierra, sobre el cual puede crecer hierba. Para prevenir el deslizamiento de la tierra, éste debe ser reforzado por una red (usada para pescar). La densa estructura del tejado cubierto de hierba le dará a la cobertura de tierra su estabilidad final.

A - Bveda de Cañon



B - Boveda de Caon



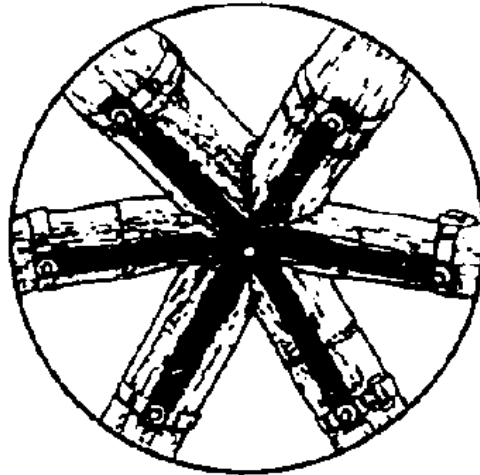
Cúpula Geodésica Pequeña (Bibl. 13.05)

- Este sistema constructivo también fue desarrollado y ensayado por el Prof. Minke y su equipo de trabajo.
- La estructura portante de la cúpula está compuesta por cañas enteras de bambú de 1.5 m de largo, unidos en una serie de triángulos, logrando así la rigidez necesaria. El largo de los elementos de bambú son determinados por el diseño geométrico, que requiere de un corte muy exacto, para lograr una forma regular. Sin embargo, el simple sistema de unión permite ajustes durante el montaje. Para una mayor exactitud en los nudos de unión, en los cuales alternativamente se unen cinco y seis cañas, los extremos del bambú son achaflanados (biselado).
- En el ejemplo descrito, la luz de la bóveda fue de 5 m, un tamaño fácil de prefabricar y transportar manualmente con 5 personas.
- Latas llenas de arena sirvieron como bases, para permitir ligeros ajustes por cargas diferenciales. Estas se colocaron en cimentaciones hechas de bidones viejos de acero que fueron llenados con desperdicios de construcción y

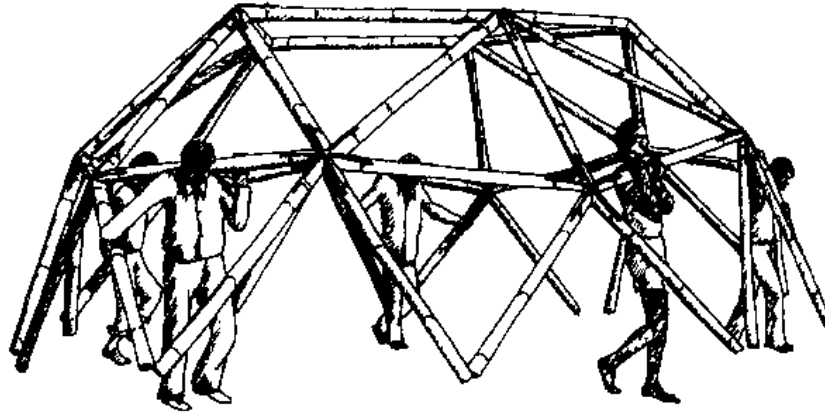
hormigón.

- Una membrana impermeable y resistente es necesaria para cubrir la cúpula, sobre la que se puede colocar varios materiales de cobertura, ej. hojas de palmera, paja de hierba flexible, o tejas de madera sobre listones. En la estructura levantada en el "Kassel College of Technology" se colocó paja.

Detalle de la unión



Cúpula Geodésica Pequeña



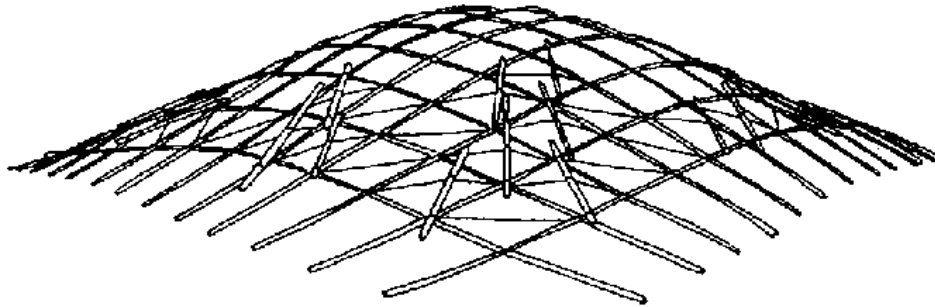
Redondacula laminar sobre una Base Cuadrada (Bibl. 13.05)

- El objetivo de este proyecto, llevado a cabo por el "Aachen Technical College", en Alemania, fue el desarrollo de una estructura de techo para países del Tercer Mundo, de bajo costo, asísmica, y basada en el uso de materiales y herramientas locales. El resultado fue una redondacula laminar, que es prefabricada sobre una base plana y posteriormente elevada en el centro, para lograr su forma final.
- La caña de bambú usada tiene un diámetro promedio de 30 mm y un largo de aprox. 4 m. Para lograr el largo requerido de 7.2 m, cada barra de la redondacula está compuesta por dos cañas. Los ensayos demostraron que la unión más resistente se logra insertando una pieza de bambú más delgada en la cavidad de las cañas a conectarse, fijándola con un pequeño pasador.
- Con estas barras alargadas, se arma la redondacula sobre el piso, formando sectores de 50 x 50 cm. Cada nudo se une por un tarugo y además se amarra con una cuerda, para evitar que se suelte, y permitir un movimiento de tijera. Después de elevar el centro de la redondacula a la altura requerida, se ubican cañas de 1 m en forma diagonal en las

retículas rombicas, en dirección de la pendiente, y son firmemente amarradas a la estructura, dándole estabilidad.

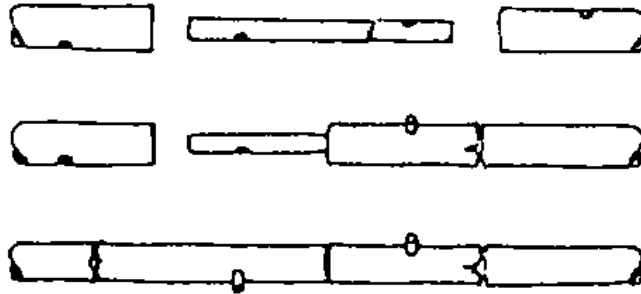
- Los bordes de la retícula laminar forman un cuadrado de 6 x 6 m, correspondiendo con las dimensiones de los muros. Una pieza vertical de bambú se fija en cada esquina de los muros, a la que se sujeta una especie de viga solera de bambú. Esta ubica y sujeta la retícula laminar en su lugar. El techo es cubierto por una membrana impermeable y un material de paja local adecuado, que no sea hierba de tallo rígido. Una posible alternativa es una cobertura de ferrocemento, que se mantendrá en su sitio incluso en el caso que la estructura de bambú deje de soportarla.

Retícula laminar sobre una Base Cuadrada

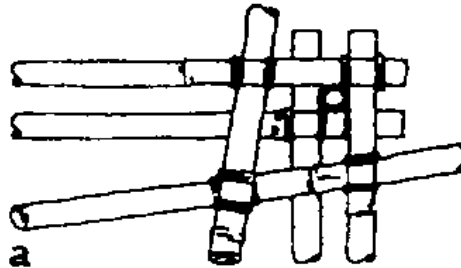


Junta de bambú con pieza más delgada insertada en la cavidad

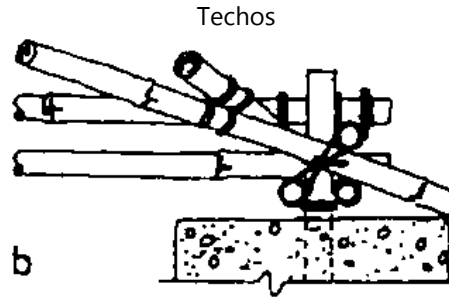
Techos



Detalle de esquina con viga solera - a. planta



Detalle de esquina con viga solera - b. corte

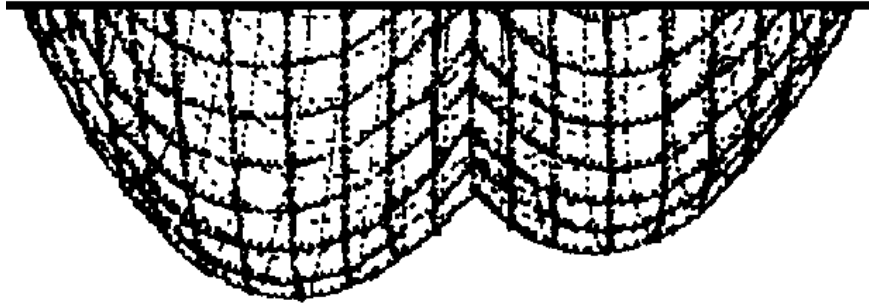


Redícula Laminar de Forma Irregular (Bibl. 13.05)

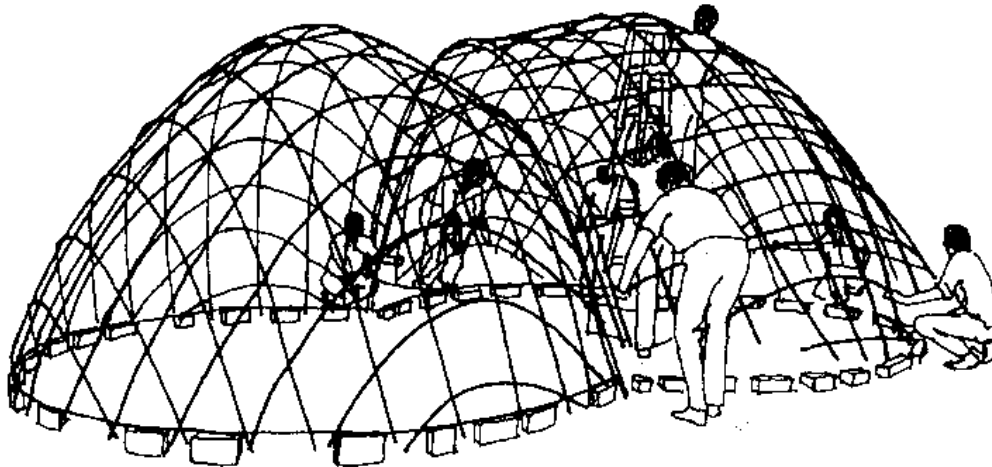
- Para construir estructuras espaciales curvas usando barras relativamente delgadas, se aplica el mismo sistema de catenarias invertidas descrito en "Boveda de Cañon". La forma de esta redícula laminar por lo tanto no se calcula, más bien se determina usando modelos suspendidos (ej. con una red de cadenas). Varias de estas estructuras usando tiras de bambú se han desarrollado y construidos en un proyecto conjunto del "Institute of Lightweight Structures, Stuttgart, Alemania", y la "School of Architecture", en Ahmedabad, India.

- La redícula se ensambla sobre el piso con la forma que se obtuvo con la red de cadenas y cada nudo se amarra. Como la base es irregular, cada barra tiene una longitud diferente, que se mide en el modelo suspendido. Como las tiras de bambú se dobla en función de la pendiente de la redícula, no se pueden usar pasadores, pero las uniones amarradas mantienen la curvatura de la estructura en forma armoniosa.

Modelo de red de cadenas suspendida



Rede Laminar de Forma Irregular



Cerchas de Bambu (Bibl. 13.06, 13.07)

- En muchas regiones, el bambú se usa tradicionalmente para construcciones de cerchas, pero a menudo se usa más bambú del necesario y no siempre son estructuralmente seguros.
- En un proyecto de investigación, dirigido por el Dr. Jules Janssen de la "Eindhoven University of Technology", en Holanda, se desarrollaron y ensayaron cuatro tipos de uniones y un diseño mejorado de cerchas.
- Unión 1: madera contra chapada en ambos lados del bambú sujetados por pernos de acero.
- Unión 2: la barra diagonal se apoya sobre pinas insertados a través de la barra superior, por lo cual los pinas soportan ambas, la correa y la barra diagonal. Un elemento intermedio (una especie de arandela) aumenta considerablemente la resistencia.
- Unión 3: dos "cuernos" al final de la diagonal se insertan en dos huecos de la barra superior. (Desventaja: requiere operarios especializados, tiempo y excluye prefabricación).
- Unión 4: pin de bambú atravesando tres barras de bambú, siendo las dos exteriores paralelas.
- La viga de celosía especial, construida con la Unión 2 y de una luz de 8 m, fue sometida a pruebas de laboratorio, colocándola en el piso y simulando cargas verticales con un sistema de gatas hidráulicas que actúan horizontalmente.

[Cerchas de Bambú](#)



Estructura de techo de madera rolliza

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Más barato y resistente que madera cortada
Aspectos económicos	Costos bajos a medianos
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Carpintero
Equipamiento requerido	Herramientas de carpintería
Resistencia sísmica	Muy buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Depende de medidas de protección
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Todos los climas en parte tradicional,
Grado de experiencia	En parte experimental

BREVE DESCRIPCIÓN:

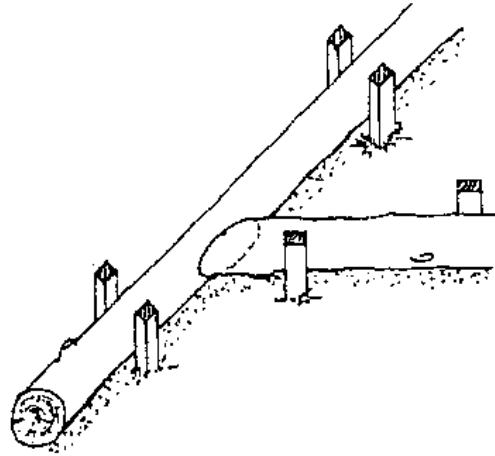
- Madera redonda sin procesar es más barata y fácil de obtener que madera cortada, y es mayormente usada para estructuras, ej. bastidores para muros y techos, vigas de celosía, etc.
- Las ventajas de usar madera rolliza de árboles jóvenes (5 - 7 años) comparada a la usada para madera cortada son numerosas. Las más importantes son:
 - Se elimina el costo y los desperdicios del aserrado.
 - 100 % de la resistencia natural de la madera es aprovechada, mientras que la inmensa resistencia original de los grandes troncos de madera se pierde en el corte, o en los desperdicios del aserrado.

- Una madera rolliza es más resistente que una madera cortada de la misma sección, porque las fibras fluyen suavemente alrededor de defectos naturales y no terminan bruscamente en una superficie cortada.
- La madera rolliza aumenta fuertemente su resistencia a los esfuerzos alrededor de su perímetro, esto le ayuda a incrementar la resistencia a la compresión en la superficie de un rollizo sometido a flexión.
- La madera aserrada es un producto de árboles que han crecido durante varias décadas. Ya que su reforestación toma mucho tiempo, su excesiva explotación puede causar serios problemas ambientales.
- Por razones económicas, características de resistencia y aceptabilidad ambiental, el uso de madera rolliza es en muchas construcciones más apropiado, que el uso de madera aserrada.

Conexiones con chapa metálica plegada (Bibl. 00.39)

- Esta técnica simple y barata, desarrollada en el "Intermediate Technology Workshop" en Cradley Heath, G.B., usa una delgada placa de metal, cortadas al tamaño y forma requerida, dobladas alrededor de la conexión y firmemente clavadas a la madera.
- La aplicación más adecuada para este método es la prefabricación de cerchas de madera rolliza. Para asegurar dimensiones uniformes, las cerchas son fabricadas sobre el suelo con la ayuda de una plantilla y son sujetadas por estacas de madera o de acero. Los rollizos se colocan en la plantilla, para ser cortados a la medida y se conectan como se describió con anterioridad.

Detalle de la junta



Conexiones con chapa metálica plegada



Conexi^on con Cartelas de Acero (Bibl. 14.10)

- La conexión con cartelas de acero clavada, desarrollada en el "Building Research Establishment", Garston, G.B., consiste de planchas de acero laminado insertadas en cortes longitudinales en la madera rolliza y fijados por clavos que atraviesan la madera y la plancha de acero, en ángulo recto a ésta.
- Las planchas de acero laminado de hasta 1 mm de espesor se pueden atravesar con clavos de acero, sin necesidad de perforar previamente. Planchas más gruesas requieren perforar o usar clavos especiales. Los ensayos han demostrado que para la mayor parte de las aplicaciones y de las maderas dos planchas de acero de 1 mm tienen la resistencia requerida en las conexiones. (Consideraciones de costo sugieren que es preferible aumentar el número de planchas de 1 mm en lugar de aumentar su espesor.) Las maderas más resistentes pueden requerir planchas de acero de mayor grosor lograr esfuerzos de diseños adecuados.
- La capacidad de las conexiones con cartelas de acero clavadas, de seguir sosteniendo cargas, aun después del inicio de un colapso, es una característica muy valiosa en zonas sísmicas o de vientos huracanados.

Figura 1

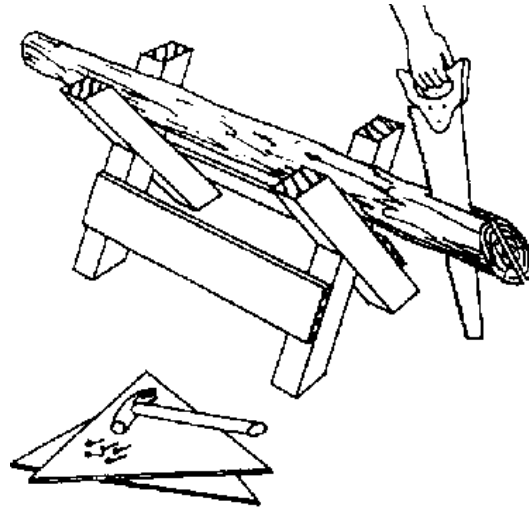


Figura 2

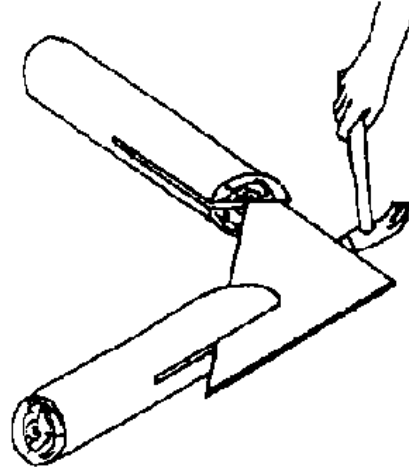


Figura 3

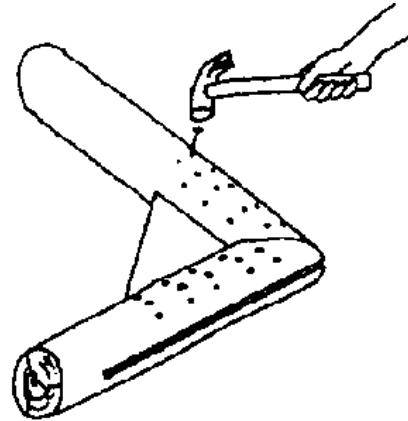
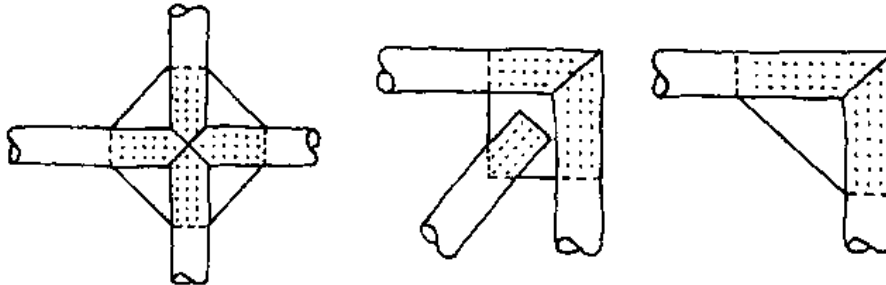


Figura 4



Conexiones de Madera con Tarugos (Bibl. 14.02)

- Los clavos y las uniones con planchas dentadas son casi imposibles de usar con maderas duras. Cuando se usan con madera blanda, tienden a soltarse cuando la madera se contrae.

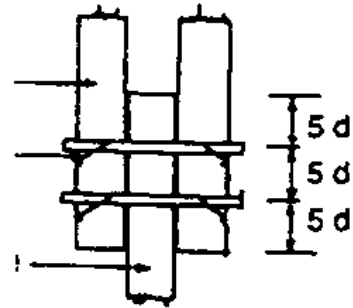
- Una alternativa más apropiada, desarrollada en la Universidad de Nairobi, Kenya, es el uso de tarugos, que son colocados en huecos perforados. Si es estructuralmente posible, es mejor usar tarugos de madera que son más baratos y no se oxidan. En todo caso se debe prever, que no puedan soltarse, fijándolos con clavos insertados desde diferentes ángulos.
- Alternativamente, se pueden perforar huecos en los extremos de los tarugos de madera, para insertar cuñas de madera dura, que presionan el tarugo en su lugar. así la perforación en la que se inserta el tarugo puede ser un poco más grande, facilitando y acelerando el trabajo.
- Pernos y tuercas de acero son más adecuadas en las conexiones donde se necesitan de mucha resistencia pero son muy caros y cuestan tres o cuatro veces más que las barras de acero, de la que ellos están hechas. Utilizar las barras de acero directamente como tarugo es más barato e igualmente efectivo. Para evitar que se suelten de la madera, se deben perforar unos huecos de 10 - 12 mm de profundidad en los extremos del tarugo, como se describió anteriormente en el caso de los tarugos de madera. Con un corte en forma de cruz, los extremos pueden ser doblados como un pétalo de una flor, presionándolos contra una arandela.

Dímetro del tarugo

Tabla de madera

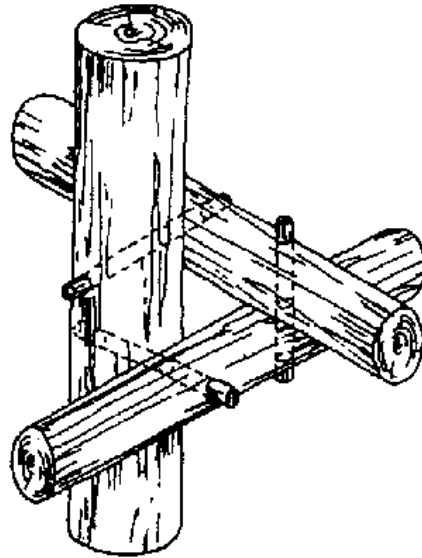
tornillos o clavijas

Madera o concreto
premoldeado

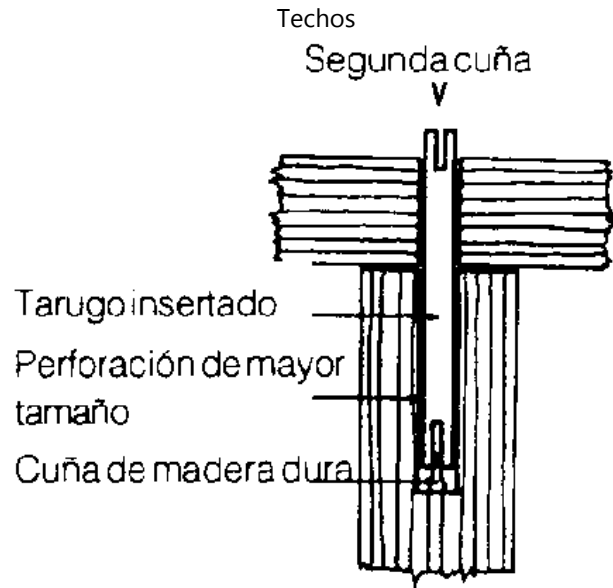


d=diámetro del tarugo

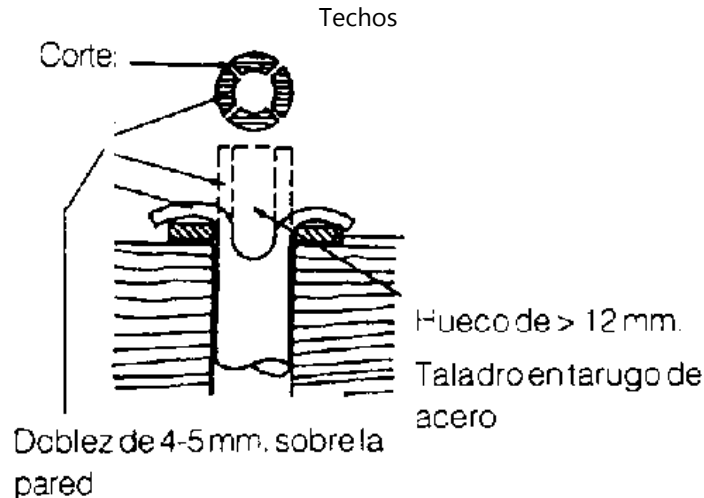
Tarugo



Secunda cu



Doblez de 4-5 mm. sobre la pared



Conexiones para Estructuras Espaciales (Bibl. 23.10)

- Un método, que usa madera rolliza de longitud corta en estructuras espaciales para techar grandes áreas (como salas de reuniones, talleres, mercados, etc.), fue desarrollado en Suecia por Habítropic. El sistema se basa en el uso de conexiones para estructuras espaciales, que comprenden un componente en forma de cruz de acero soldado, y conectares con una lengüeta, con tornillos, arandelas y tuercas.
- Todos los rollizos son cortados a la misma longitud, digamos 1.5 m, y en los extremos se hace un corte longitudinal con una sierra. Los huecos para los pernos son perforados en ambos extremos, se inserta el conector con la lengüeta en el corte y se fija con el tornillo, la arandela y la tuerca. Después de prefabricar todos los rollizos requeridos, estos son ensamblados sobre el piso, exactamente debajo de su posición final, para ser elevados posteriormente con un sistema de poleas .
- Con un diámetro de rollizo de 5-6 cm el peso por metro es de 20 kg. y el material requerido por metro es

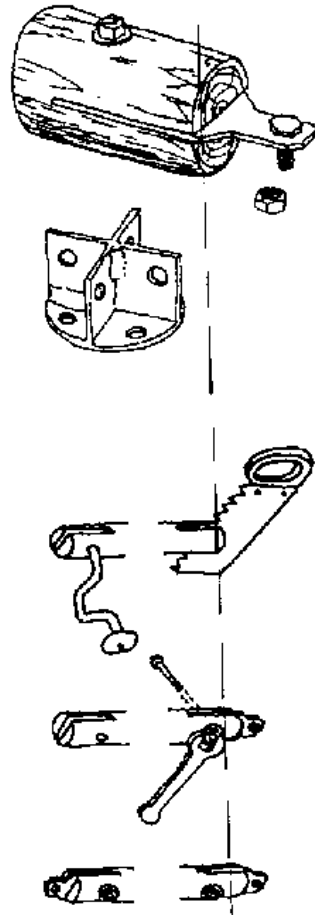
20/10/2011

Techos

aproximadamente 3.5 rollizo y 1.1 conectares para las estructuras espaciales.

A - Conexiones para Estructuras Espaciales

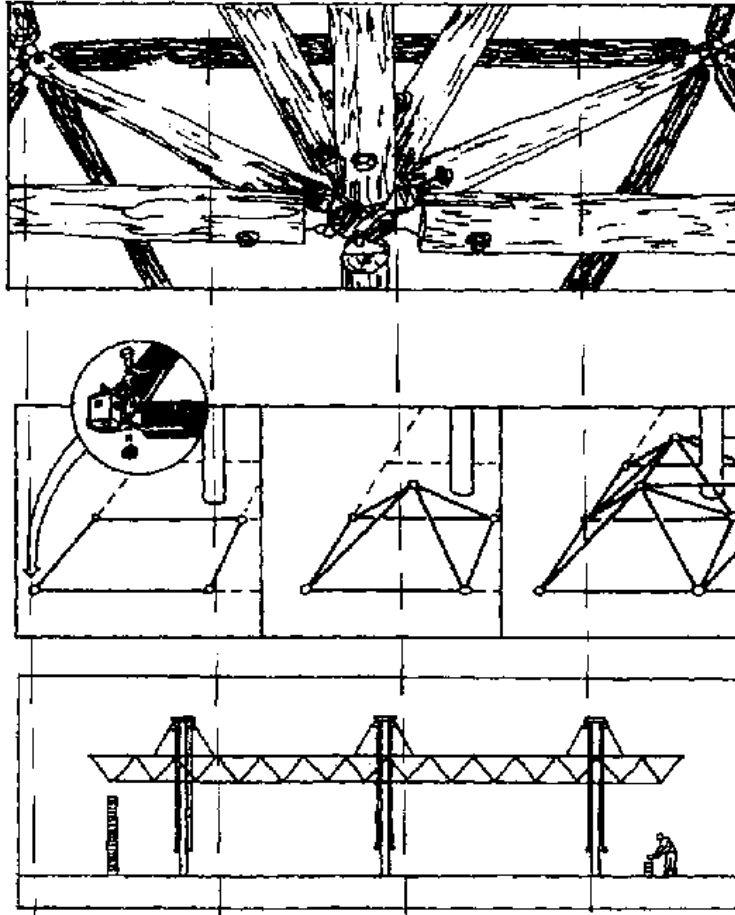
Techos



20/10/2011

Techos

B - Conexiones para Estructuras Espaciales



Construcciones de Techo "Hogan" (Bibl. 23.16)

- Los Indios Norteamericanos Navajo tradicionalmente construyen sus viviendas (hogans) con este simple método. Un "hogan" es usualmente una casa octogonal cubierta por varias capas de madera rolliza, que son colocados transversalmente a las esquinas de la capa inferior, reduciendo así el vacío con cada nueva capa. El mismo sistema puede ser aplicado para cubrir estructuras triangulares, cuadradas o de otros polígonos, sin necesidad de soportes adicionales al perímetro del techo.
- Un techo bien diseñado con los rollizos cortados e instalados en forma exacta debería teóricamente ser estable con solo algunas conexiones de tarugos o pernos en puntos estratégicos. Sin embargo es recomendable fijar cada rollizo firmemente al rollizo inferior, para evitar movimientos laterales, especialmente en zonas sísmicas o de huracanes.
- Tradicionalmente los techos "hogan" son cubiertos con tierra para aumentar el aislamiento térmico, que es ventajoso en climas con grandes fluctuaciones de la temperatura diurna. Techos más livianos con menor aislamiento térmico también son posibles, construyendo solo unos marcos, recubiertos por una membrana impermeable con una cobertura liviana (ej. listones de madera y tejas, esteras o paja).

Figura 1

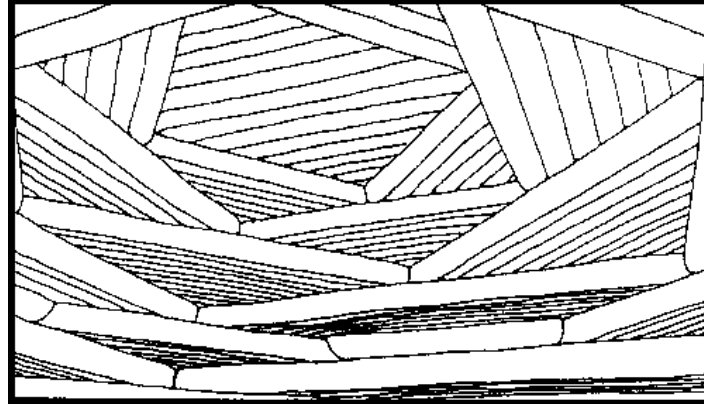


Figura 2

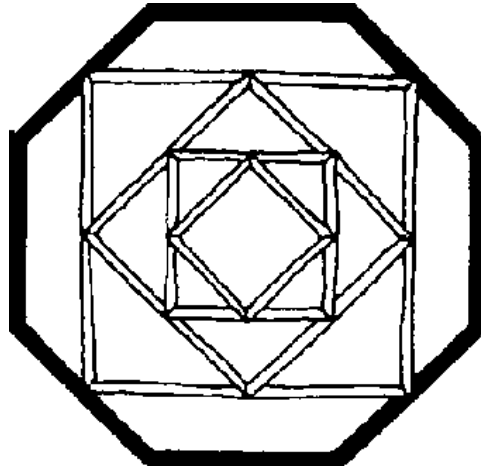


Figura 3

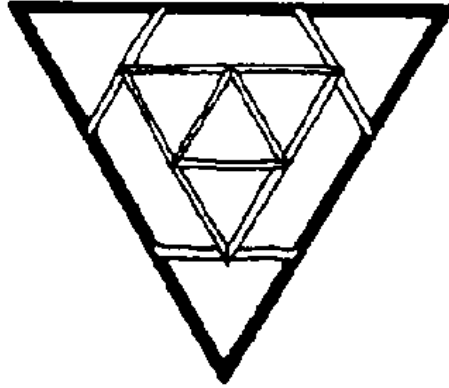
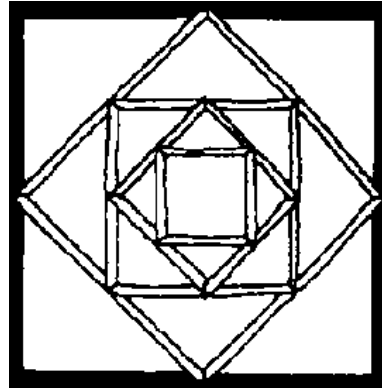


Figura 4



[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

[Home](#)" :81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)



Tejas de bambú y madera

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Cobertura de techo atractiva, durable y reemplazable
Aspectos económicos	Costos bajos a medios
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Mano de obra tradicional
Equipamiento requerido	Herramientas para cortar bambú, cuchilla y martillo
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Depende de sujeción
Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Zonas húmedas y altas
Grado de experiencia	Muy conocido

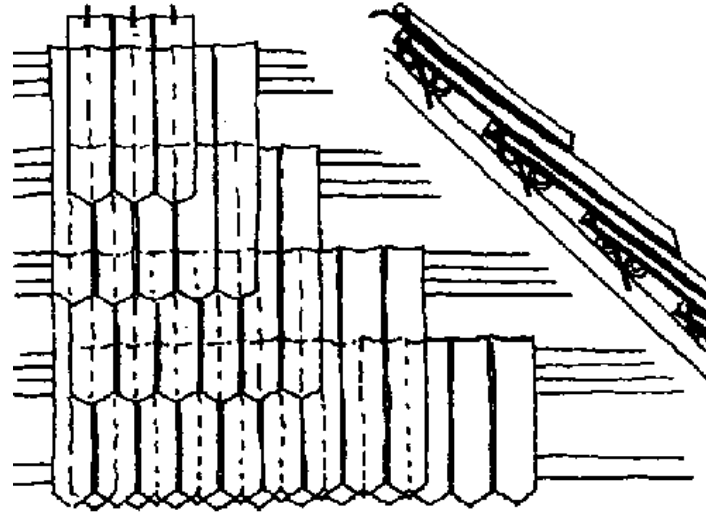
BREVE DESCRIPCIÓN:

- Las tejas se usan para techar techos inclinados (y muy a menudo muros) soportan en una reticulada de bambú o listones de madera. La apariencia típica es la de una estructura de escama de pescado, pero algunos tipos de tejas de bambú se parecen a tejas de barro Españolas.
- Se cortan cañas de bambú o troncos de madera en la longitud adecuada, del tronco se cortan verticalmente con un cuchillo especial y un martillo, las tejas mientras que las cañas de bambú se cortan al medio o en cuartos.
- Para fijar las tejas de bambú, se necesita perforarle un hueco para clavarla o amarrarlas con una cuerda. Las tejas de bambú cortadas en cuatro secciones se puede fijar con astillas que se enganchan en los listones de soporte.
- Las tejas de madera se clavan a los listones, se debe tomar en cuenta el posible arqueado de la misma después de secarse.
- La inclinación mínima para tejas es de 45°. Con madera o bambú impregnado a presión se puede llegar a inclinaciones menores, pero no es recomendable: costos más elevados, los productos químicos son lavados gradualmente y se vuelven inefectivos y el agua de lluvia no puede ser recolectada del techo.

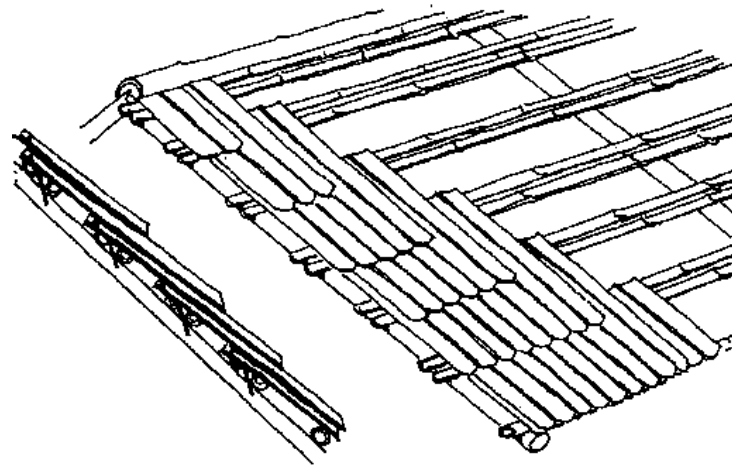
Más información: "The Shingle Roofing Manual" (disponible en el "Forest Products Research Centre", Casilla 1358, Boroko, Papua Nueva Guinea); Bibl. 00.19, 23.24.

Tejas de Bambú fijadas con Astillas o Cuerdas (Bibl. 23.24)

Tejas fijadas con astillas



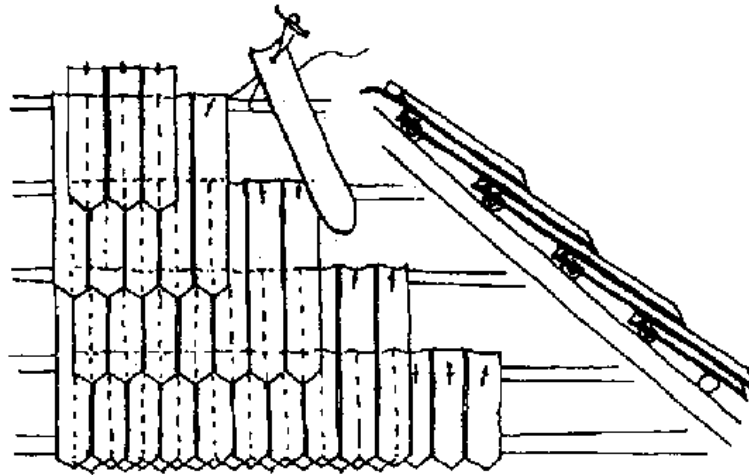
En el caballete se atan dos tejas y se cuelgan a ambos lados. El hueco del caballete se cubre con la mitad de una caña de bambú (la caña se corta por el centro de la sección)



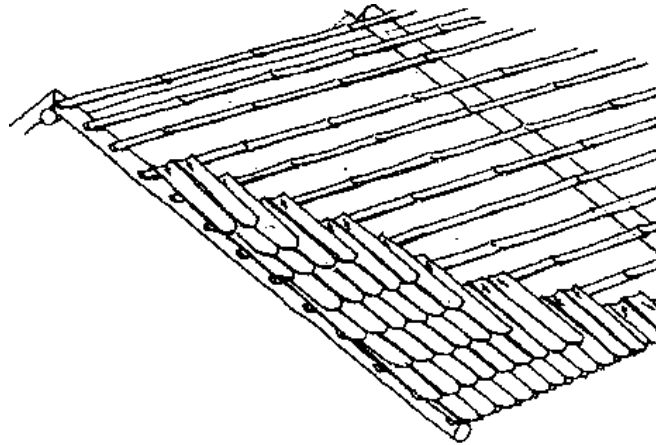
Se corta cuatro tejas de una caña de bambú



La tejas se unen a los listones con un cordel y una astilla pequeña

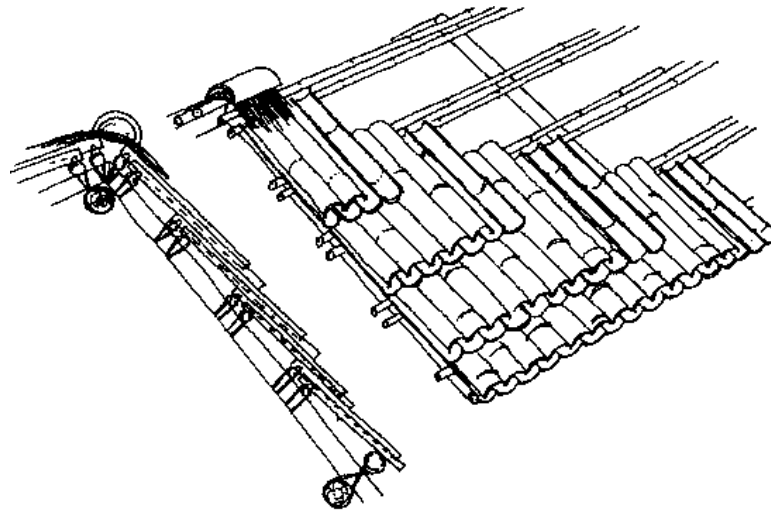


En el caballete se atan dos tejas y se cuelgan a ambos lados. El hueco del caballete se cubre con la mitad de una caña de bambú (la caña se corta por el centro de la sección)



Tejas de Bambú Similares a Tejas Españolas (Bibl. 23.24)

Tejas de bambú similar a las tejas Españolas hechas con piezas cortas



Las cañas de bambú se cortan al centro y se quitan los nudos.



Techos

Las tejas se atan a un par de listones. En el alero un listón de mayor diametro iguala la pendiente.

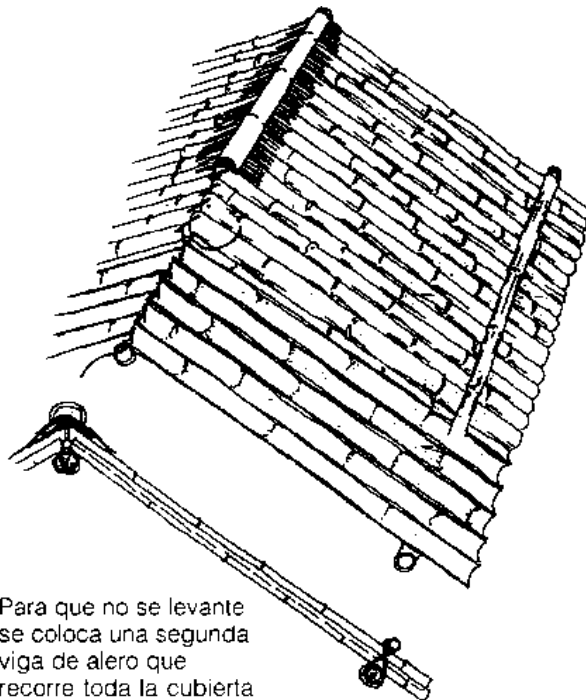
Tejas de bambú similar a las tejas Españolas hechas con piezas largas.

Las tejas se unen en la cumbrera y se colocan a ambos lados y la tapa se cierra con otra mitad de caña.





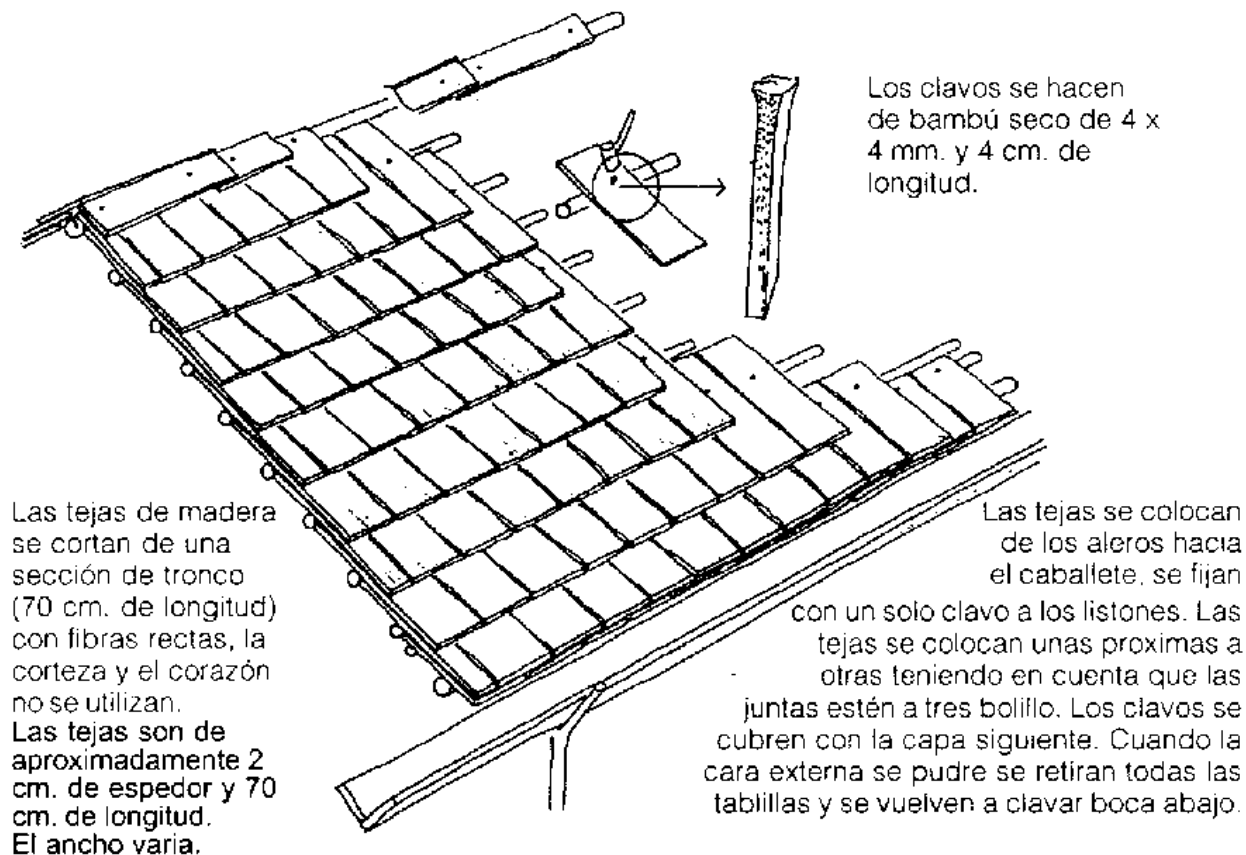
Para que no se levante se coloca una segunda viga de alero que recorre toda la cubierta



Para que no se levante
se coloca una segunda
viga de alero que
recorre toda la cubierta

Tejas de Madera (Bibl. 23.24)

Figura 1



20/10/2011

Techos

Figura 2

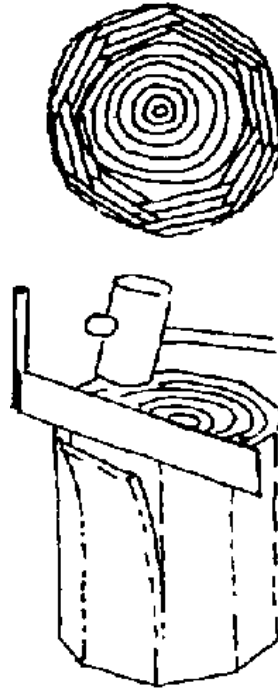
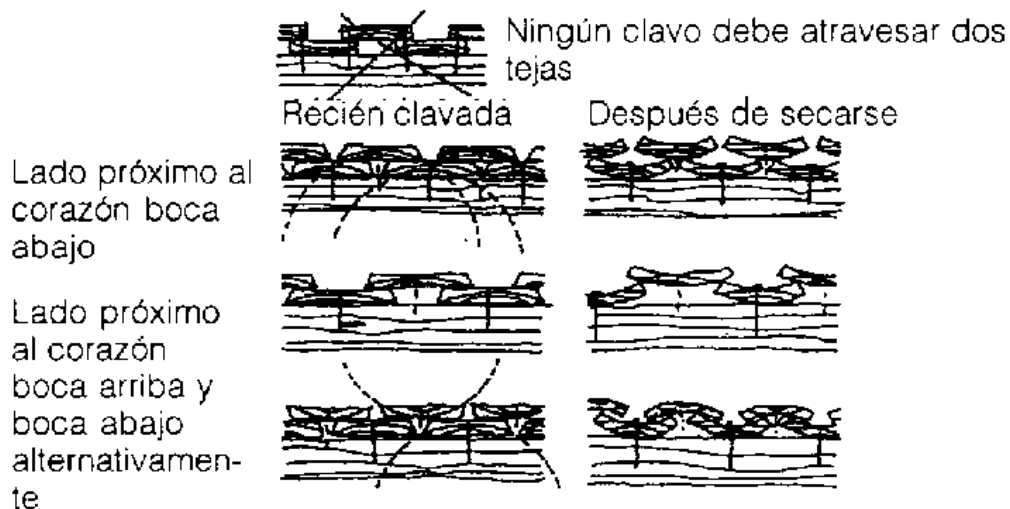


Figura 3



Cubierta de planchas metálicas corrugadas

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Techos livianos, instalación rápida
Aspectos económicos	Costos medios
Estabilidad	Baja a mediana

Capacitación requerida	Mano de obra promedio
Equipamiento requerido	Herramientas de carpintería
Resistencia sísmica	Muy buena
Resistencia a huracanes	Baja
Resistencia a la lluvia	Buena, muy ruidoso
Resistencia a los insectos	Muy buena
Idoneidad climática	Climas húmedos cálidos
Grado de experiencia	Ampliamente usado en muchos países

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Las planchas de metal son de hierro galvanizado o de aluminio mientras que el hierro galvanizado es susceptible a una rápida corrosión, si la capa de zinc no es suficientemente gruesa (un problema común con variedades baratas), el aluminio es más liviano, más durable y refleja mejor la radiación solar, pero es más caro y su producción requiere de mucha energía.
- Las corrugas hace que las delgadas laminas sean suficientemente rígidas para apoyarse sobre dos viguetas, sin arquearse. áreas grandes pueden ser techadas con una estructura portante mínima, logrando un techo liviano (bueno para zonas sísmicas) y barato (menos estructura de madera o de acero).
- Las planchas de poco espesor no permiten caminar sobre el techo, pueden ser abolladas, perforadas o arrancadas por vientos fuertes.
- Los problemas mayores del techado con planchas metálicas es la inmensa transmisión de calor al interior (menos fuerte con aluminio) durante las horas de soleamiento, y condensación en la parte inferior, cuando el techo se enfría en la noche; ruido insoportable durante lluvias fuertes; los estragos causados en las laminas arrancadas en las tormentas tropicales; baja resistencia al fuego.

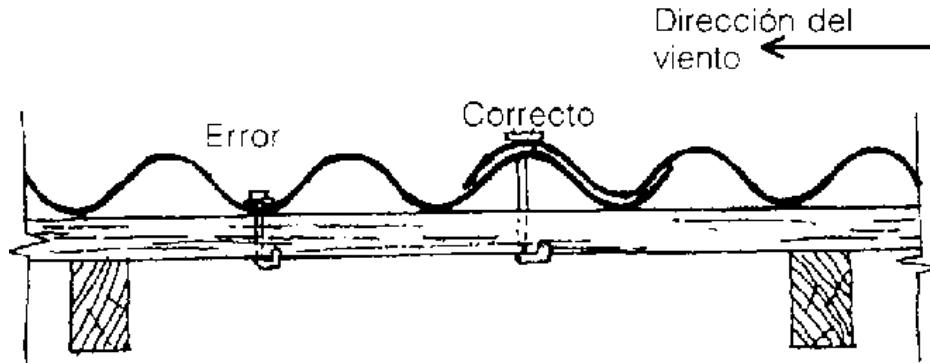
- Muchos de estos problemas pueden ser aliviados con un buen diseño, calidad del material y de la mano de obra.

Más información: Bibl. 00.55, 23.17, 25.06.

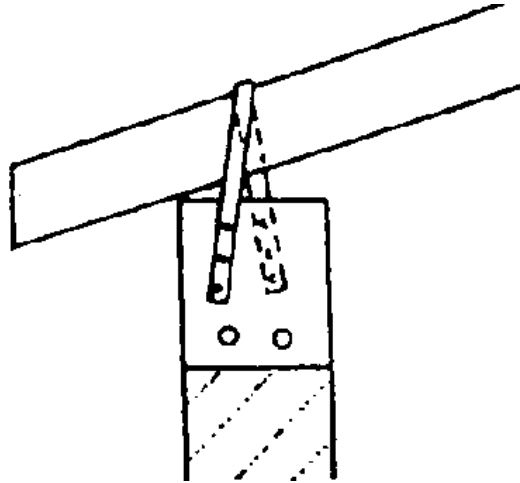
Construcción de cubiertas con planchas metálicas corrugadas

- Este tipo de cubierta no se debe usar en zonas de fuerte radiación solar y cambios de temperatura bruscos, para evitar climas interiores calurosos y problemas de condensación.
- En la mayoría de los casos es aconsejable construir un falso techo suspendido (de un material liviano y reflejante), con una cámara de aire ventilada, que elimina el calor acumulado, antes de que este llegue al interior.
- La cámara de aire también reduce el ruido durante las lluvias. Adicionalmente, distancias más cortas entre apoyos, así como arandelas de fieltro o de goma en los puntos de sujeción, fijación firme y espesores de planchas mayores, ayudan a reducir la transmisión de ruido.
- En forma similar, usando planchas más gruesas, tornillos en forma de gancho con grandes arandelas (con fieltro o goma para evitar la corrosión entre metales) y evitando aleros, son medidas para evitar los daños ocasionados por vientos fuertes.
- Un falso techo incombustible suspendido y junto con otras medidas de sentido común, pueden eliminar por completo el riesgo de incendio.

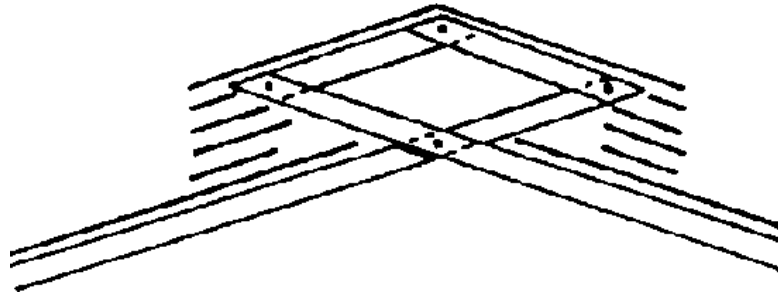
Los traslapes de la cubierta deben tomar en consideración la dirección del viento.



Las viguetas deben ser fijadas por una brida o una barra de refuerzo que esta embebida en el concreto la mampostería (Bibl. 25.06)



Un respiradero en el caballete puede ayudar a mejorar el clima interior y reduce la presión interior, disminuye así el peligro de que el techo sea arrancado (Bibl. 25.06)



[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

Ejemplos de sistemas constructivos

[Bovedas y cúpulas de ladrillos de barro](#)

[Estructuras asísmicas de barro y bambú](#)

[Vivienda de adobe](#)

[Sistema modular de bloques de tierra entrelazados](#)

[Sistema "LOK BILD"](#)

[Sistema de prefabricación con pequeños paneles y columnas](#)

[Sistema constructivos con ferrocemento](#)

[Sistema constructivo FIBRACRETO](#)

[Construcción "bamboocrete"](#)

[Viviendas de bambú](#)

[Cabaña prefabricada de madera](#)

[Casa de madera prefabricada](#)

[Casas de madera para zonas inundadas](#)

[Vivienda prototipo de cal-"RHA"](#)



Bovedas y cúpulas de ladrillos de barro

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Sistema de construcción sin encofrado
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Adiestramiento especial
Equipamiento requerido	Equipo de albañilería
Resistencia sísmica	Baja
Resistencia a huracanes	Muy buena
Resistencia a la lluvia	Depende de acabado exterior
Resistencia a los insectos	Mediana a buena
Idoneidad climática	Climas cálidos y secos
Grado de experiencia	Países tradicionales como Egipto e Irán

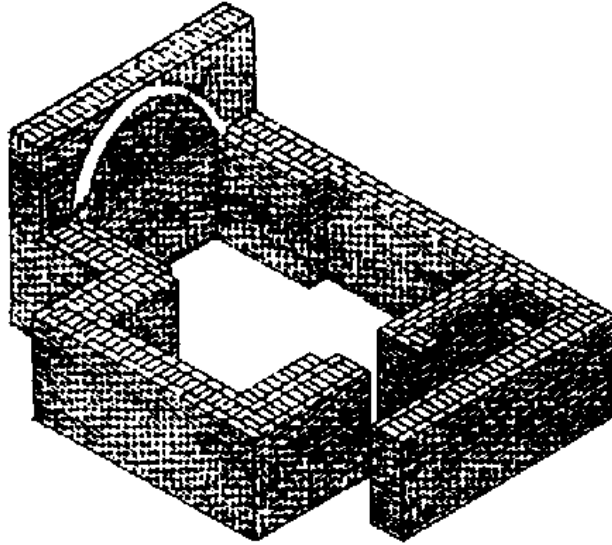
BREVE DESCRIPCIÓN:

- Cúpulas y bovedas son formas estructurales autoportantes, una vez completadas, pero durante el proceso de construcción requieren de soportes y encofrados. Esto significa usualmente la construcción de una boveda de madera idéntica, sobre la cual descansa la boveda de mampostería, hasta que esta sea completada y fraguada.

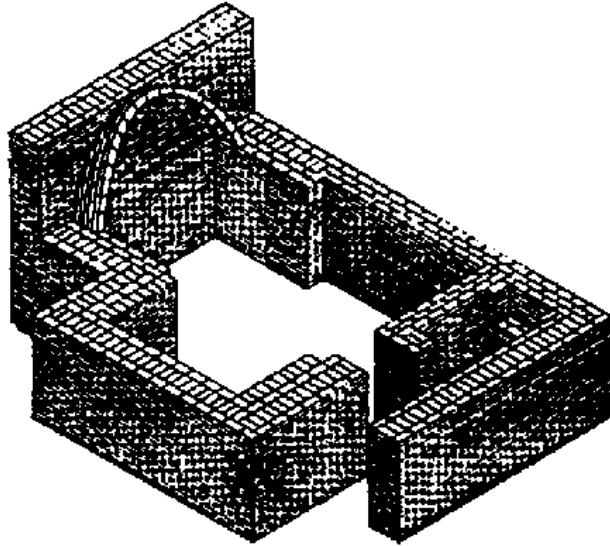
- En países donde la madera es escasa, este tipo de estructura no es ventajosa. Un sistema para construir cúpulas y bóvedas, sin soportes y encofrado evolucionó en países como Egipto e Irán.
- Los dibujos en las siguientes páginas muestran la secuencia de la construcción de una pequeña vivienda, que fue construida en Nueva Gurna, Egipto, en 1973, por los miembros fundadores del "Development Workshop" y algunos amigos. Ellos trabajaron como aprendices al lado de dos maestros en albañilería de Nubia, diestros en la técnica aplicada.
- La vivienda fue construida con ladrillos de barro y sirvió como una oportunidad práctica para aprender y evaluar la técnica de construcción de Nubia, que no usa encofrado, y obtener la relación entre la luz del techo en función del espesor y la altura de los muros de ladrillos de barro.
- Esta es una de las viviendas diseñadas por Hassan Fathy, quien hizo revivir esta técnica de construcción en los años 1940 (Bibl. 02.14).

Secuencia de la Construcción de una Vivienda Experimental en Nueva Gurna, Egipto (Ilustraciones por el "Development Workshop", Bibl. 24.03)

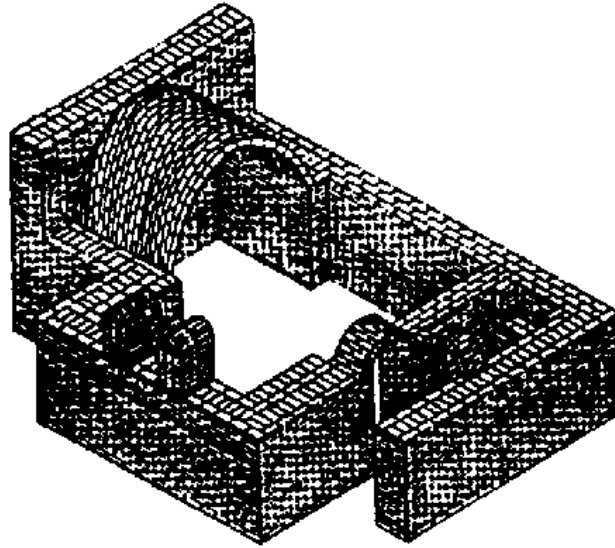
Los muros se construyen hasta el punto de arranque de las bóvedas. El muro al final es levantado hasta su altura completa, para que la bóveda se apoye en el mismo y sobre este muro se ubica el trazo de la catenaria invertida.



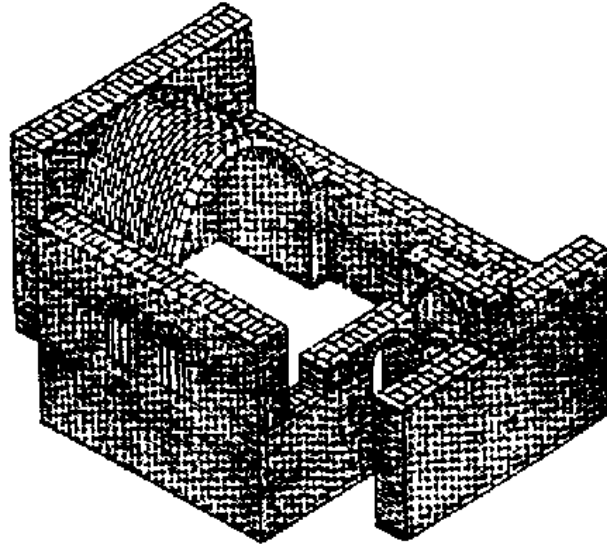
Construcción de la bóveda con las hiladas apoyadas contra el muro, de manera que no se requiere de encofrados.



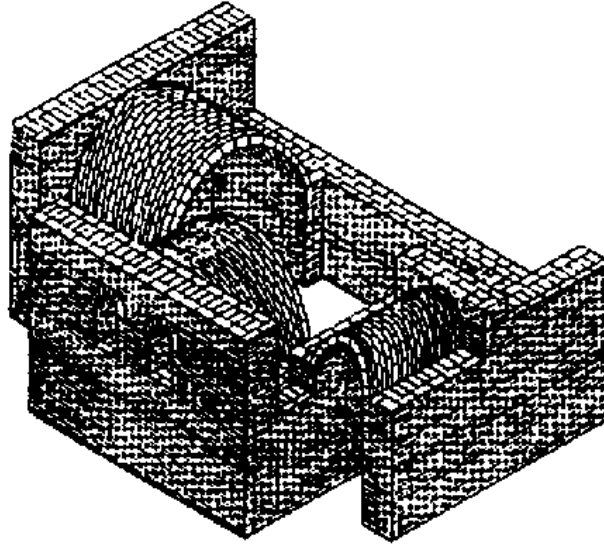
La bóveda es completada; cada hilada está menos inclinada, hasta que la bóveda se empareja con los muros laterales. Los vanos de las ventanas se construyen sobre ladrillo de barro sin mortero.



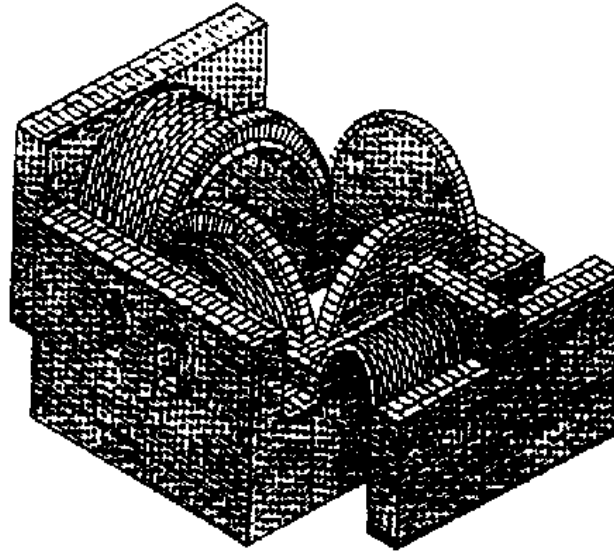
Muros terminados. Los arcos construidos sobre ladrillo de barro de las ventanas



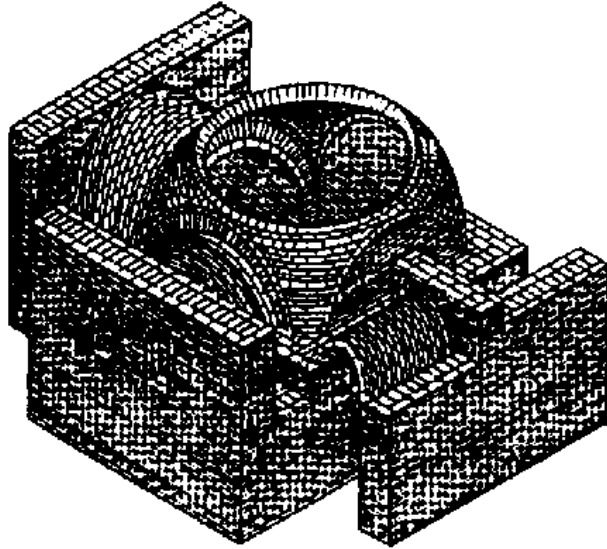
Las bóvedas pequeñas se construyen del mismo modo que las grandes. Los ladrillos sueltos se retiran de los huecos de las ventanas.



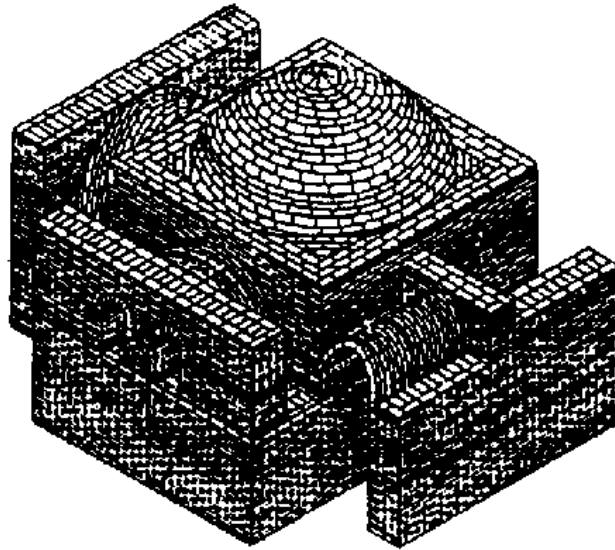
Se construyen ◊reas circulares sobre las b◊vedas para crear una base para la c◊pula.



Se completan las pechinas formando una hilada continua sobre la cual la cúpula se puede completar.



Las hiladas de ladrillos se inclinan sucesivamente hasta completar la cúpula.



Más información: "Development Workshop" (oficina de coordinación en Canadá), Casilla 133, 238 Davenport Road, Toronto, Ontario M5R 1J6, Canadá, o (oficina para Europa en Francia) B.P. 10 Montayral, 47500 Fumel, Francia.

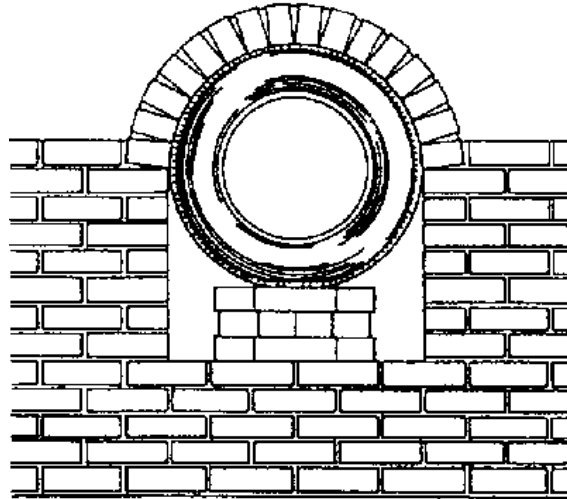
Nuevos Desarrollos

Arcos contruidos con llantas usadas (Bibl. 24.12)

Se pueden construir arcos sencillos empleando neumáticos usados como encofrado. Esto se probó en un proyecto en la India (1986) y resultó de muy fácil aplicación. Los lados del vano, que tienen el ancho de la llanta, son levantados hasta el punto donde inicia el arco. La llanta se coloca sobre una pila de ladrillos de barro, coincidiendo el eje de la llanta con la última hilada de bloques. Los ladrillos se deben colocar alternativamente a cada lado de la llanta, porque una carga excesiva a un lado pudiera deformar y distorsionar la forma del arco. Se debe cuidar que los bordes

inferiores de los ladrillos se toquen, sin dejar vacíos. Como la llanta es flexible, se puede retirar fácilmente.

Cúpula



Cúpula con Forma de Catenaria

Una plantilla en forma de catenaria, que rota alrededor de un eje vertical en el centro de la cúpula, se usa para colocar los ladrillos con gran precisión, formando una curva que solo permite fuerzas de compresión que actúan dentro de la estructura. Esto da una construcción más estable que la de las cúpulas de forma semiesférica.

Este sistema constructivo novedoso fue desarrollado y probado en 1987 en el "Research Laboratory for Experimental Construction, Kassel College of Technology", Alemania, dirigido por el Prof. Gernot Minke.

[Cúpula con Forma de Catenaria](#)



Estructuras asísmicas de barro y bambú

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Construcción de auto-ayuda con materiales locales
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Muy buena
Capacitación requerida	Mano de obra semi-especializada
Equipamiento requerido	Equipamiento de construcción tradicional
Resistencia sísmica	Muy buena
Resistencia a huracanes	Baja a mediana
Resistencia a la lluvia	Baja a mediana
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Todos menos climas muy húmedos
Grado de experiencia	Experimental

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Este sistema constructivo fue desarrollado e implementado por John Norton, del "Development Workshop" en

Francia, en un proyecto de asistencia técnica del USAID en la región de Koumbia en el Nor-Oeste de Guinea, después del terremoto de Diciembre de 1983.

- Las viviendas tradicionales generalmente se construían con muros hechos por el método de tierra embadurnada y techos de paja. Para la reconstrucción se optó por usar materiales, técnicas y formas similares, para lograr la aceptación de la población, pero las casas tenían que ser antisísmicas.
- Se optó por la solución de construir los muros con ladrillos de barro secados al sol, reforzados con parrillas de bambú fijadas por cada lado. Este refuerzo exterior se puede revisar fácilmente, para detectar daños de termitas u otras causas y de ser necesario puede ser reemplazado, evitando así los problemas de las viviendas tradicionales, en las que el refuerzo de listones de bambú es incorporado al muro, y normalmente era dañado y por lo tanto ya no cumplía su función de refuerzo en caso de sismos.
- Con el tipo de construcción descrito, fue posible mantener la forma tradicional de las viviendas y los techos de paja, logrando la aceptación de la población.

Más información: John Norton, "Development Workshop", B.P. 10 Montayral, 47500 Fumel, Francia; Bibl. 24.13, 24.14, 25.10.

Planta y Corte de una Vivienda Circular Tradicional, Zona de Koumbia

Figura 1

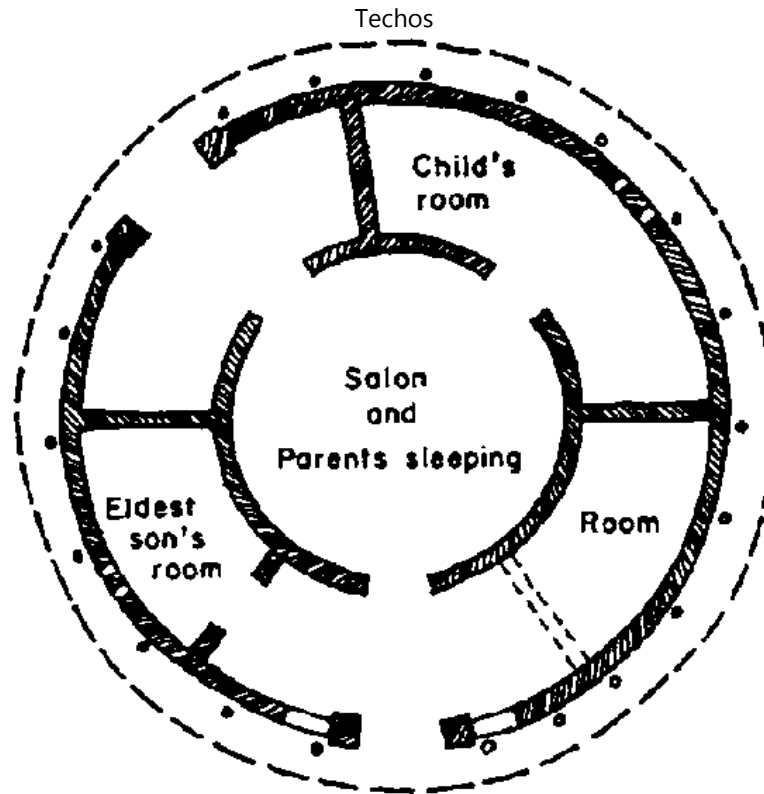
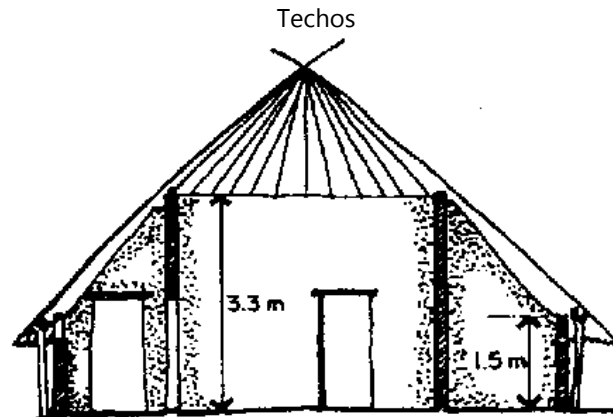
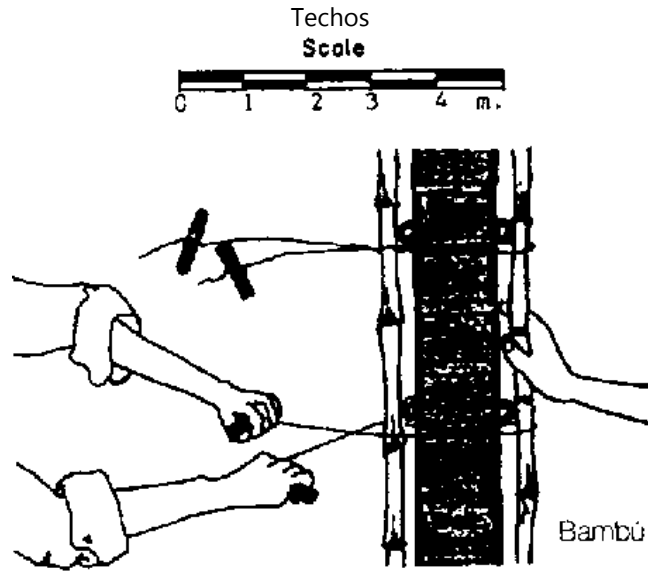


Figura 2



Muro antisísmico, de ladrillo de barro con estructura de bambú por ambos lados. (Bibl. 24.13, 24.14)

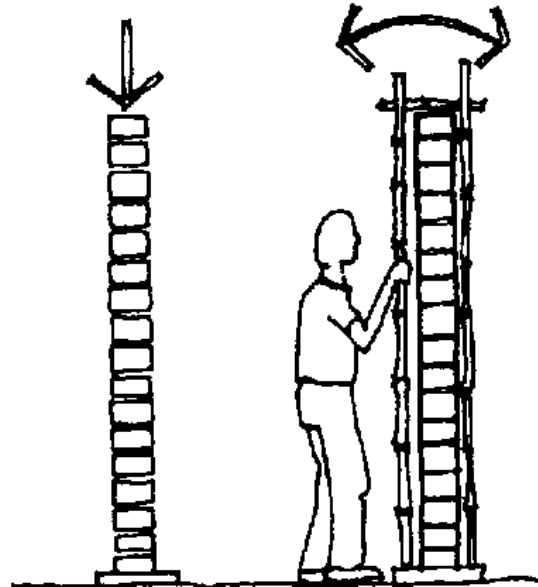
Bambú



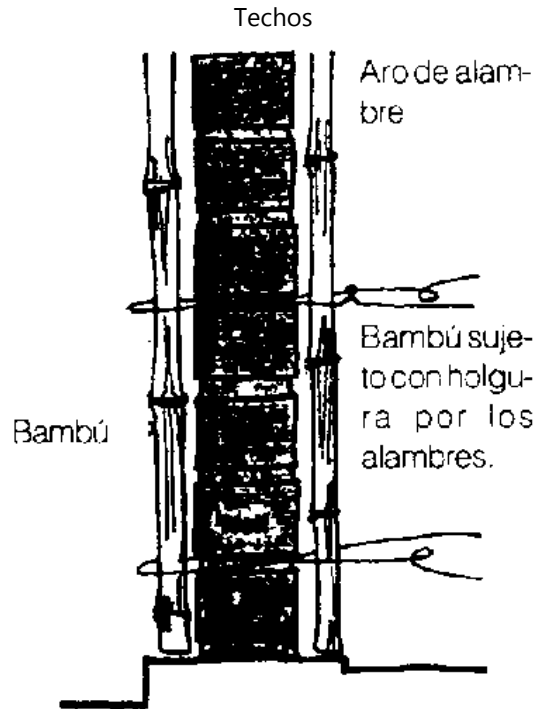
Muro de bloques portante - La estructura ayuda a sostener el muro en caso de sismo

Muro de bloques portante

La estructura ayuda a sostener el muro en caso de sismo



El bambú se amarra tirando de palitos de madera atados al extremo del alambre.



[Amarre de la estructura de bambú con alambres colocados a través del muro de bloques durante el proceso de construcción](#)

[Detalle del refuerzo de bambú exterior: detección inmediata de daños de termitas u otras causas; fácil reposición de piezas dañadas](#)

[Construcción de estructura de bambú para el techo sobre muros de ladrillos de barro reforzados con bambú](#)

[Casa terminada \(vivienda tradicional en forma circular\)](#)**Vivienda de adobe****CARACTERÍSTICAS:**

Propiedades especiales	Sistema constructivo tradicional mejorado
Aspectos económicos	Costos bajos a medianos
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Mano de obra tradicional
Equipamiento requerido	Moldes para adobes y concreto, herramientas de obra
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Depende de la estabilización de la tierra
Resistencia a los insectos	Mediana a buena
Idoneidad climática	Todos menos climas cálidos secos
Grado de experiencia	Uso en aumento

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Este sistema constructivo fue implementado en un proyecto de viviendas en El Salvador, América Central, iniciado

por GATE y llevado a cabo por el "Institute for Tropical Building", Starnberg, Alemania, dirigido por el Dr. Ing. Georg Lippsmeier.

- El objetivo era mejorar la resistencia sísmica de viviendas tradicionales de adobe, aplicando métodos de auto-ayuda, con el mínimo costo adicional.
- Las mejoras introducidas fueron: reforzamiento de los adobes producidos al pie de la obra añadiendo cal; cimientos y viga solera de concreto armado; conexión rígida entre muro portante y techo.

Más información: GATE, Postfach 51 80,6236 Eschborn, Alemania; Bibl. 00.18, 24.01.

Detalle Constructivo del Muro, Viga solera y Techo (Bibl. 24.01)

Figura 1

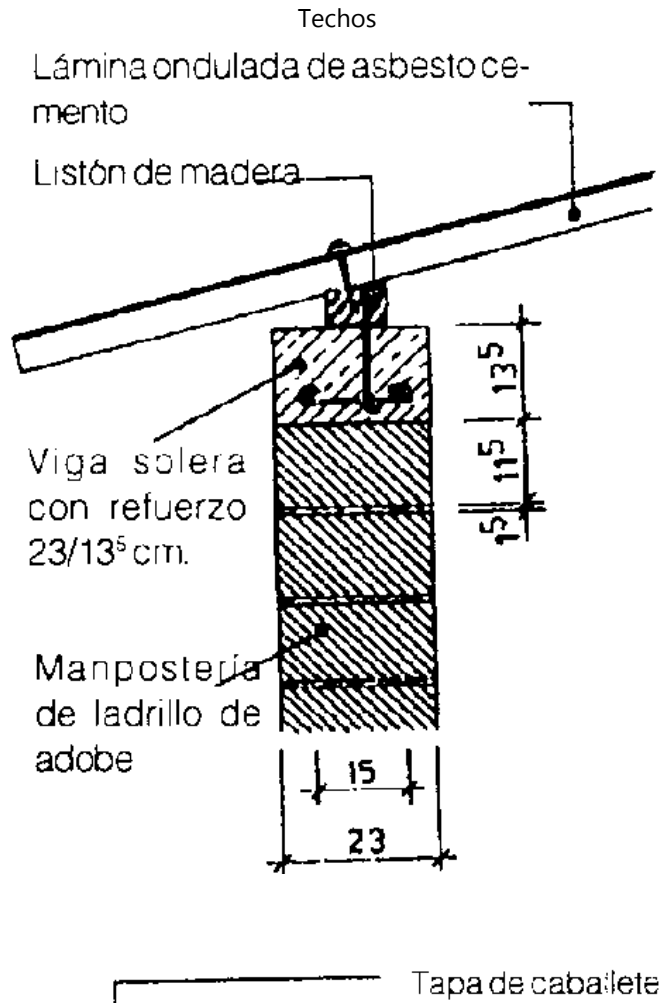


Figura 2

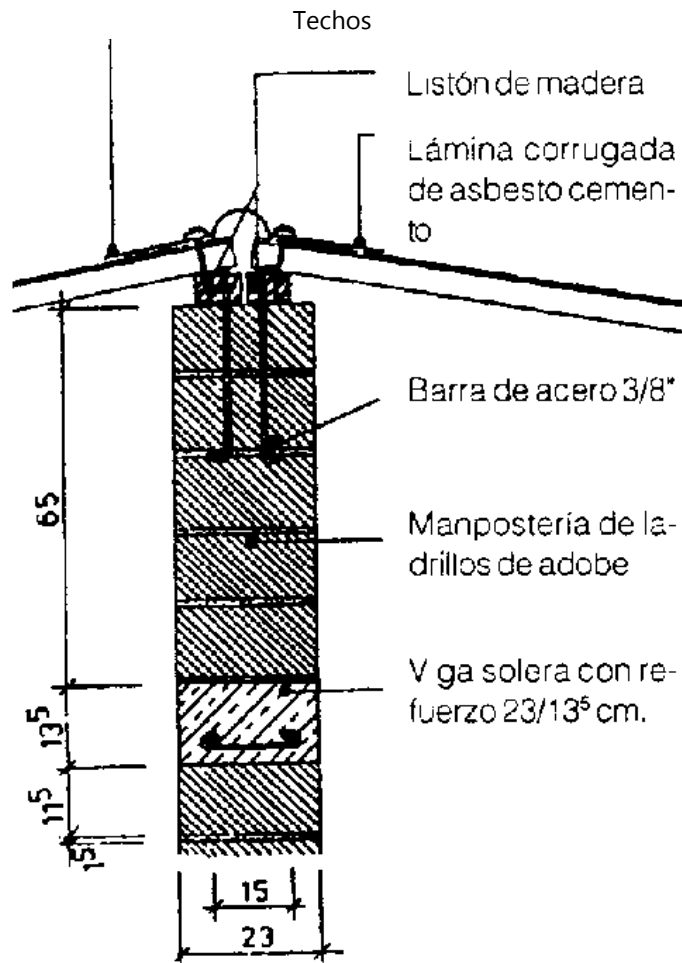
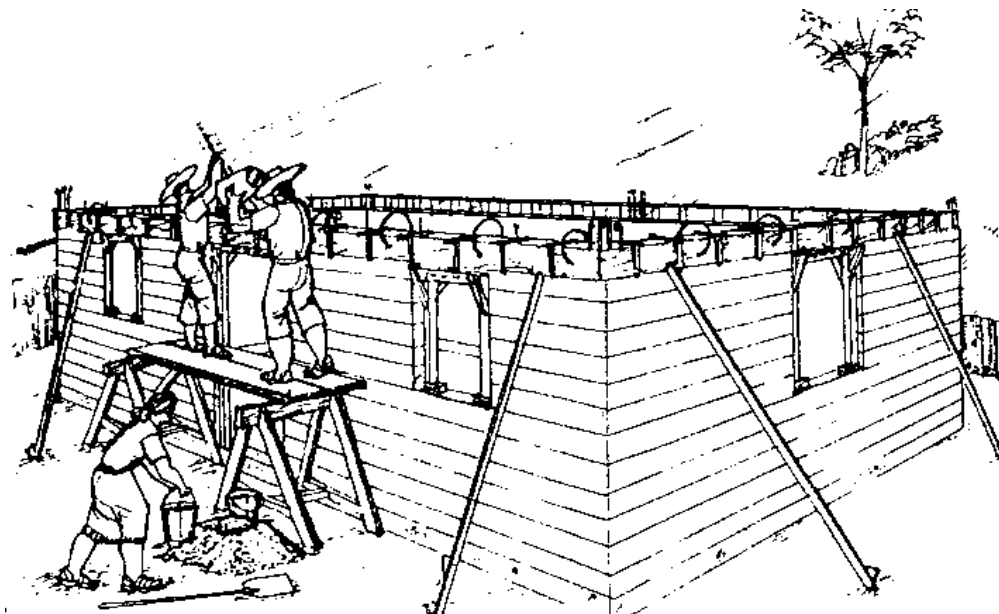


Figura 3



Sistema modular de bloques de tierra entrelazados

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Estructura liviana asísmica, fácil montaje
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Mano de obra promedio
Equipamiento requerido	Prensa para bloques de barro, equipamiento simple
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Depende de la estabilización de la tierra
Resistencia a los insectos	Media a buena
Idoneidad climática	Todos menos climas muy cálidos secos
Grado de experiencia	Aplicación en proyectos en Africa

BREVE DESCRIPCIÓN:

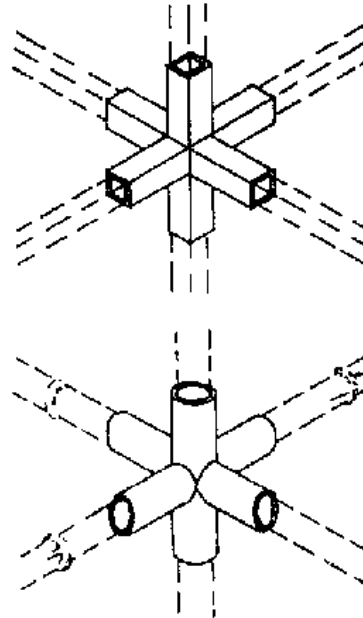
- Los elementos clave de este sistema constructivo son conectares de aceros huecos y bloques de tierra especialmente moldeados en una prensa manual para bloques (con un sistema de insertos).
- Los conectares de hierro son de sección cuadrada o circular y se usan para conectar tardos rectos de sección cuadrada o circular, o incluso elementos cortados de madera o bambú, para formar la estructura base, que soporta un techo liviano de laminas corrugadas de aluminio.
- Los bloques de tierra, producidos con la prensa para bloques MARO (ver Anexo), se hacen para que encajen en la estructura base para formar muros perdurables. El sistema es ideal para proyectos de vivienda de emergencia. Un camión cargado de conectares, planchas para el techo y un par de prensas para bloques son suficientes para construir un grupo de viviendas con tierra y bambú local.

- La estructura se debe apoyar sobre una cimentación corrida de hormigón, mientras que para estructuras temporales la cimentación no es necesario.
- Los muros pueden inicialmente ser de tela plástica (para protección inmediata), para ser sustituidos gradualmente por bloques de tierra o incluso ladrillos cocidos producidos localmente, así que los refugios rápidamente construidas son eficientemente reconvertidas en viviendas estables, con métodos de auto-ayuda y de bajo costo. Ampliaciones en todas las direcciones son posibles.

Más información: Mark Klein, MARO Enterprise, 95 bis Route de Suisse, CH-1290 Versoix (Ginebra), Suiza.

Sistema Constructivo MARO

Conectores de acero con secciones cuadradas o circulares



[Prensa para bloques con insertos](#)

[Bloques especiales de tierra completan la Estructura](#)

[Construcción de muro de bloque de tierra entrelazado con la estructura](#)

[Figura](#)



Sistema "LOK BILD"

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Bloques interconectados, gran resistencia, fácil montaje
Aspectos económicos	Costos medios a altos
Estabilidad	Muy buena
Capacitación requerida	Mano de obra promedio
Equipamiento requerido	Moldes especiales, equipamiento de obra normal
Resistencia sísmica	Muy buena
Resistencia a huracanes	Muy buena
Resistencia a la lluvia	Muy buena
Resistencia a los insectos	Muy buena
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Aplicación en aumento; ampliamente probado

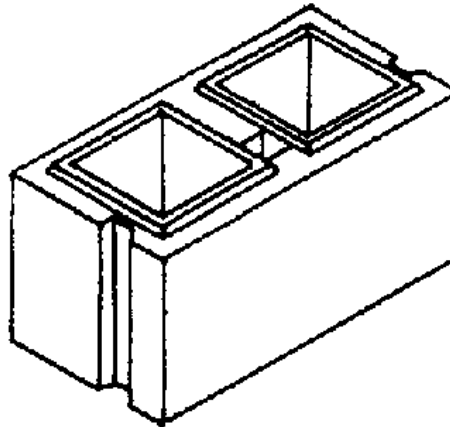
BREVE DESCRIPCIÓN:

- El sistema LOK BILD fue desarrollado por el Dr. A. Bruce Etherington del AIT Bangkok y de la Universidad de Hawai, y fue ensayado en Malasia, Tailandia y Filipinas usando concreto de cemento y concreto sulfúrico en los Emiratos Arabes Unidos.

- Los bloques huecos son diseñados para interconectarse sin necesidad de mortero, formando muros perfectamente alineados, sin mano de obra especializada. El sistema incluye viguetas prefabricadas de concreto, que se conectan con el muro de bloques de concreto, para soportar pisos o techos vaciados in-situ, y bloques en forma de "U", que se colocan sobre los muros para formar vigas solera de concreto armado.
- Los bloques interconectados tienen una muesca estrecha, vertical y una cavidad central, que una vez ensamblados forman huecos continuos, verticalmente alineados a todo el alto del muro. Una vez que éstos se llenan con lechada de cemento, los bloques se interconectan permanentemente. Donde sea necesario, ej. en las esquinas, muros en cruz, o alrededor de aberturas, el hueco grande puede ser llenado con armadura y concreto, logrando resistencia antisísmica.

Más información: Dr. A. Bruce Etherington, Human Settlements Division, Asian Institute of Technology, P.O. Box 2754, Bangkok 10501, Tailandia; Bibl. 24.05.

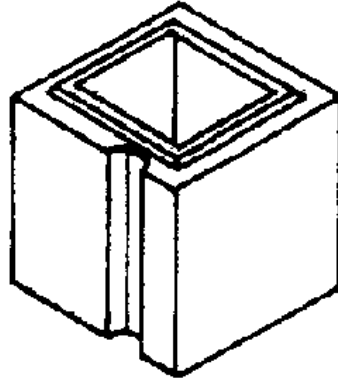
Bloque entero



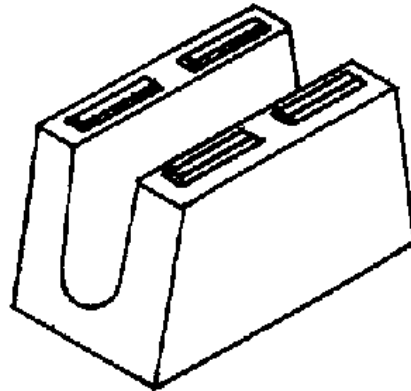
20/10/2011

Techos

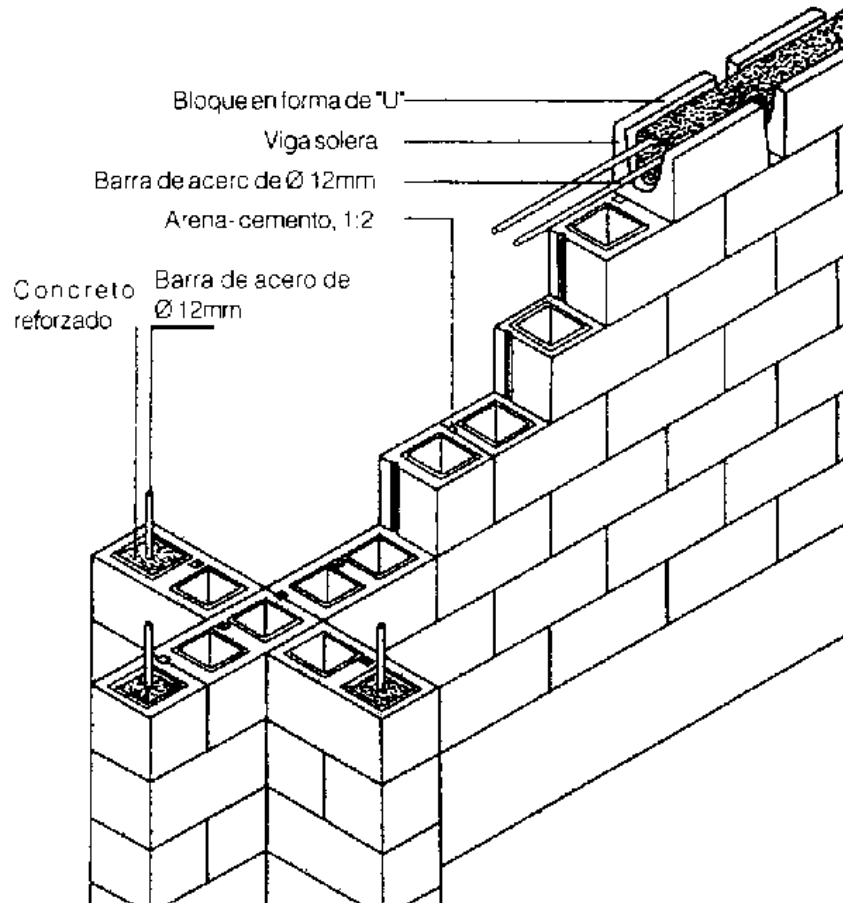
Medio bloque

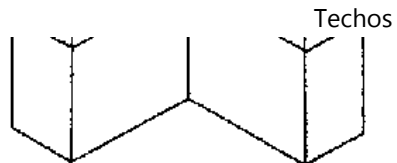


Bloque en forma de "U"



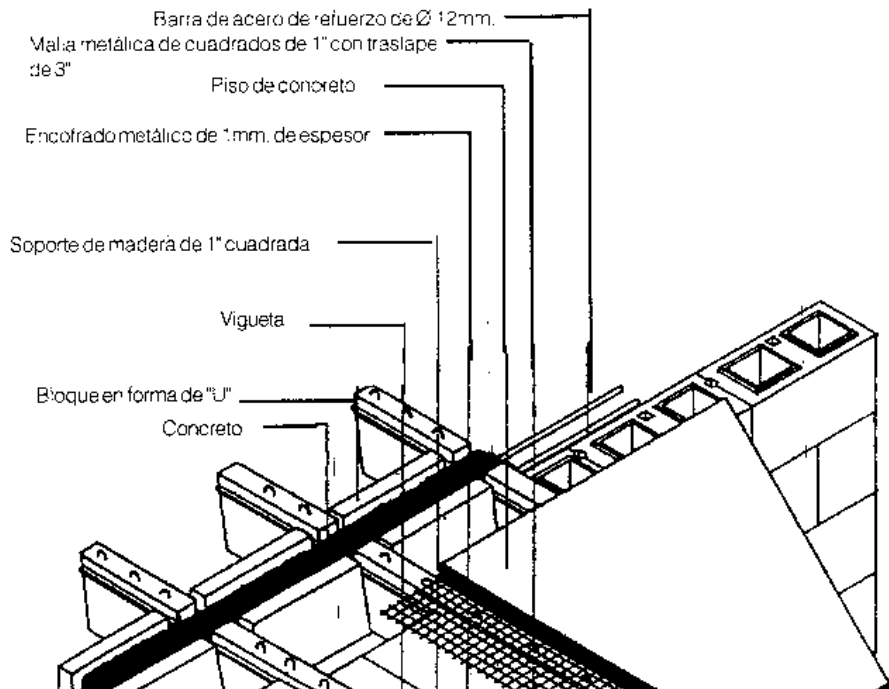
Montaje LOK BLOK (Bibl. 24.05)

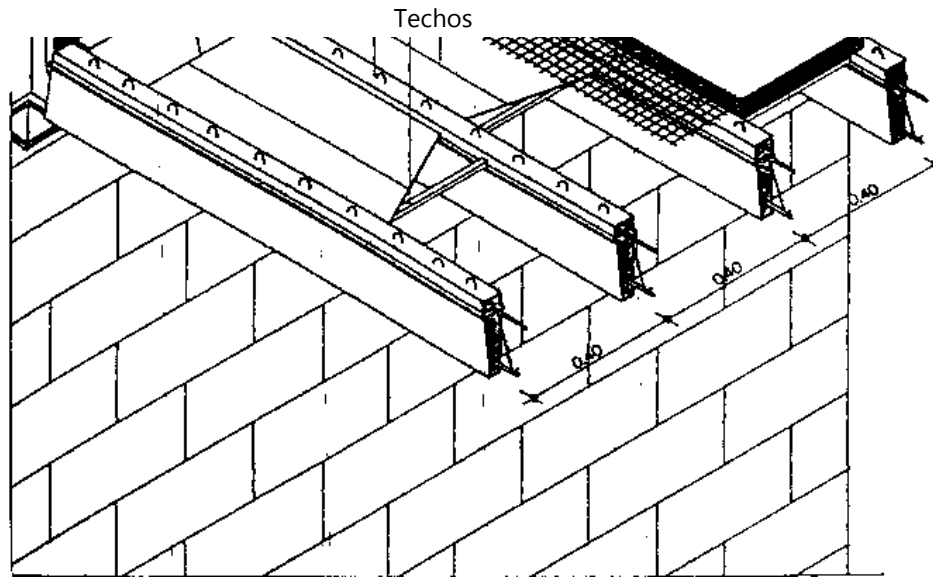




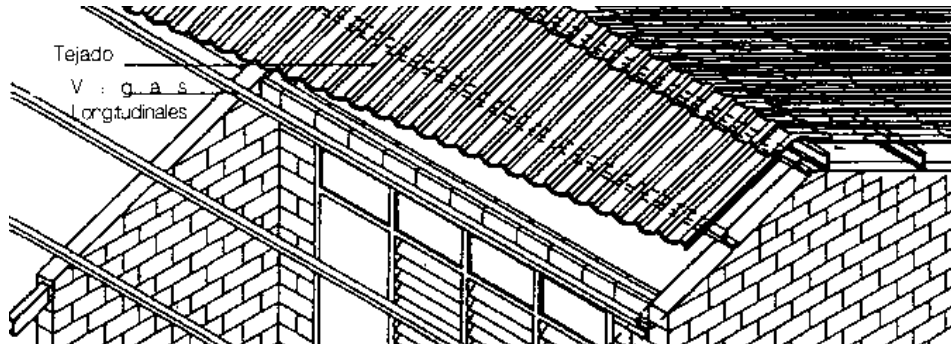
Instalación del Piso

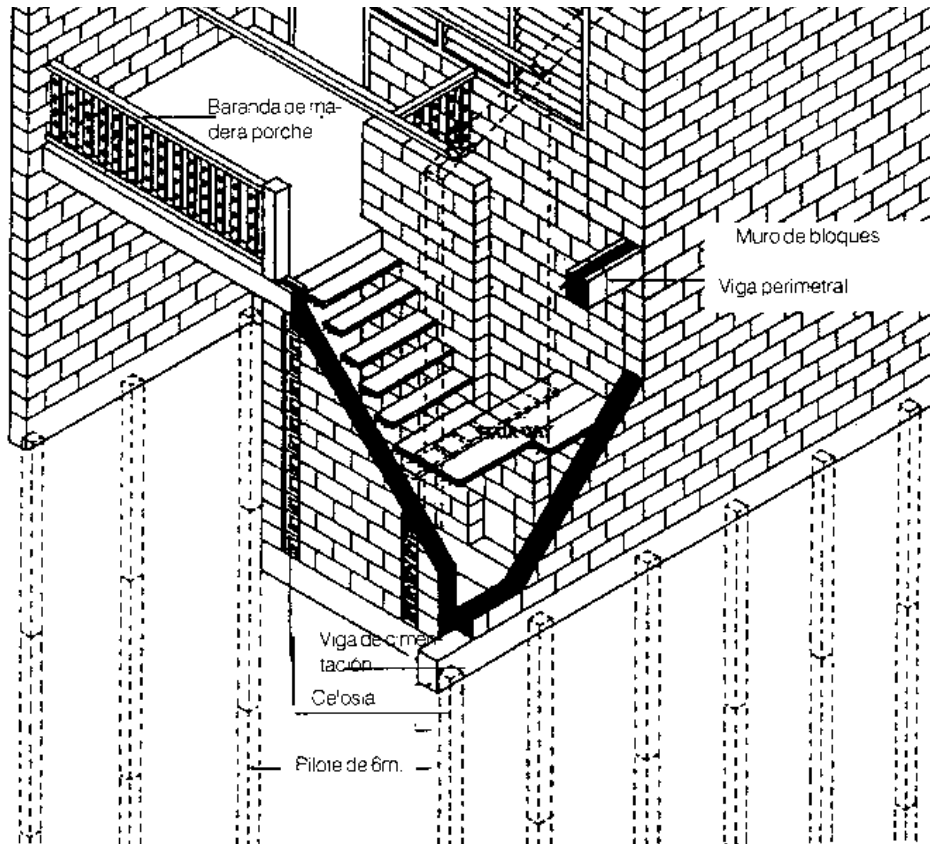
Instalación del Piso





Isometría de una Vivienda







Sistema de prefabricación con pequeños paneles y columnas

CARACTERÍSTICAS:

Características	Prefabricación de fácil producción y montaje
Costos	Medios a altos
Resistencia estructural	Muy buena
Habilidades requeridas	Conocimientos promedio de construcción
Equipamiento requerido	Moldes de madera o acero y herramientas de construcción
Resistencia terremoto	Muy buena
Resistencia a huracanes	Muy buena
Resistencia a la lluvia	Muy buena
Resistencia a los insectos	Muy buena
Adecuación ambiental	Deficiente aislamiento térmico y acústico.
Estado de desarrollo	Tecnología madura aplicada en diversas variantes y países. Se reportan experiencias en Nicaragua, Colombia, y Mexico. Tiene un uso extensivo en Cuba

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Las paredes de este sistema están compuestas por paneles de mediano y simple formato elaborados a base de hormigón u otros materiales locales disponibles, tales como madera, hormigón ligero, ferrocemento, etc., armados o no en dependencia de su tamaño, los que pueden prefabricarse a pie de obra o en una pequeña planta. Se soportan

por columnas en forma de H o doble U, las que se empotran en una cimentación corrida. El cerramiento puede ser de hormigón armado convencional o piezas de madera o metal. De esto resulta una construcción con gran rigidez y estabilidad. El techo se construye con cualquier solución de cubierta ligera o pesada, in situ o prefabricada.

- El sistema utiliza moldes de madera o metal para la prefabricación de los elementos. El montaje, básicamente manual, se ejecuta con herramientas sencillas.

Más información: GATE, Postfach 51 80, 6236 Eschborn, Alemania; Bibl. 24.02.

Karachi, Pakistan; Bibl. 24.16. Vivienda Prototipo "RHA"-Cal en NBRI, Karachi (Bibl. 24.16)

Sistema de paneles de hormigón y perfiles metálicos

- Este sistema fue desarrollado para proyectos de desarrollo habitacional en Nicaragua y Colombia, iniciados por GATE y ejecutados por ARCO Grasser y Asociados, de Munich, RFA.
- Utiliza paneles de hormigón armado y una cubierta de madera con planchas acanaladas metálicas. Los bordes superior e inferior de los paneles forman una junta en V que se sella con mortero luego del montaje. Utilizaron vigas de cerramiento de madera, aunque se indican que puede ser de hormigón armado monolítico.

Figura 1

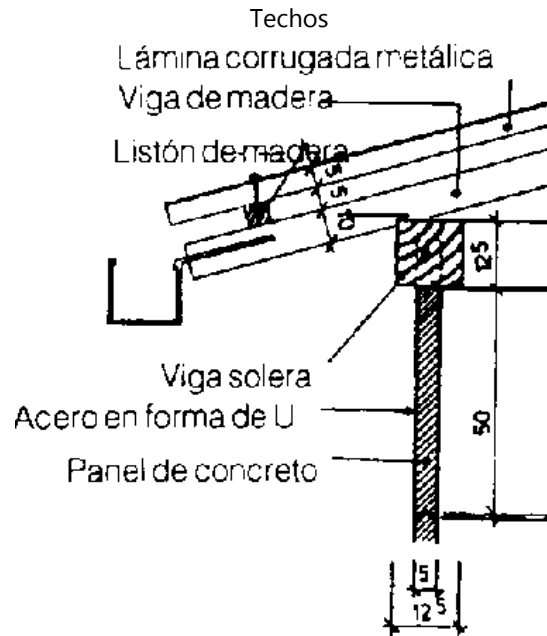


Figura 2

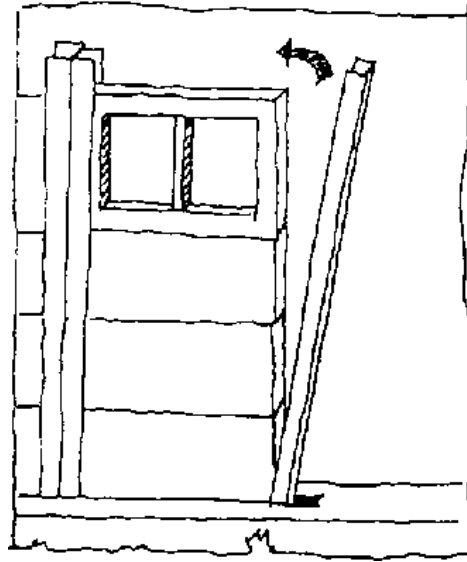
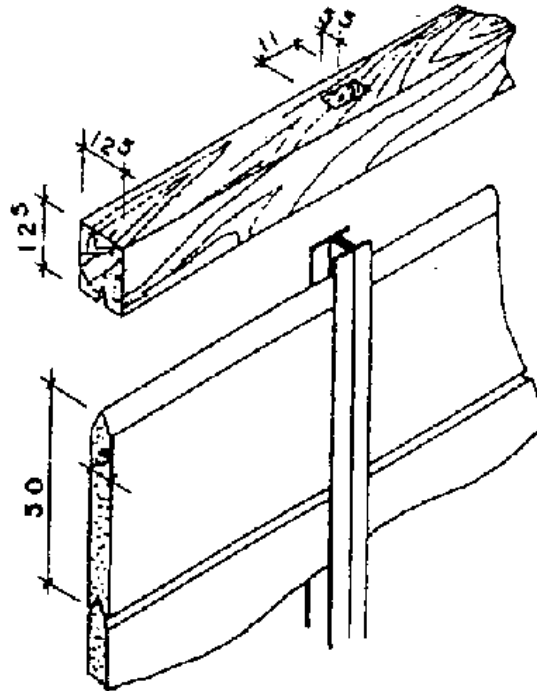


Figura 4



Sistema Sandino.

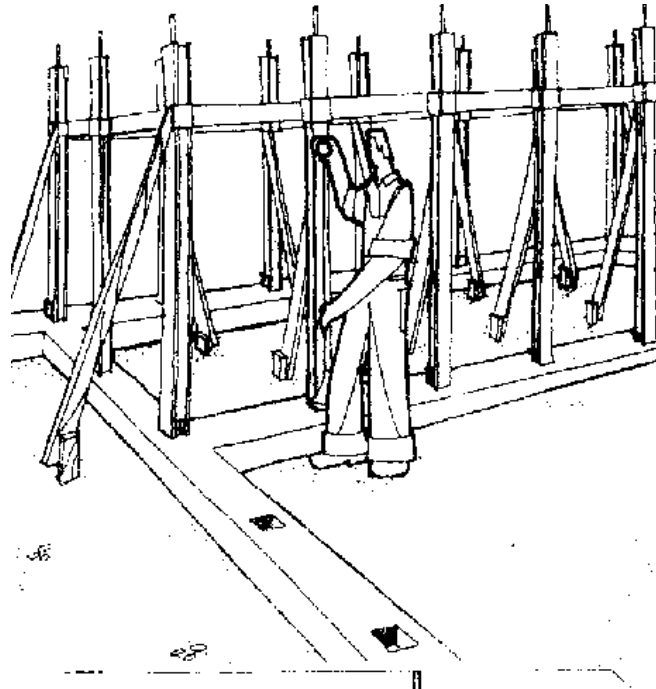
Centro Técnico de Vivienda y Urbanismo. Ministerio de la Construcción, CUBA.

- Se desarrolló a partir de un sistema existente antes de 1959 llamado Novoa. En este caso los paneles son de hormigón simple y las columnas de hormigón pretensado. El cerramiento es en todos los casos con soluciones de hormigón armado monolítico. Para los entrepisos y techos se han utilizado diversas variantes in situ y prefabricadas,

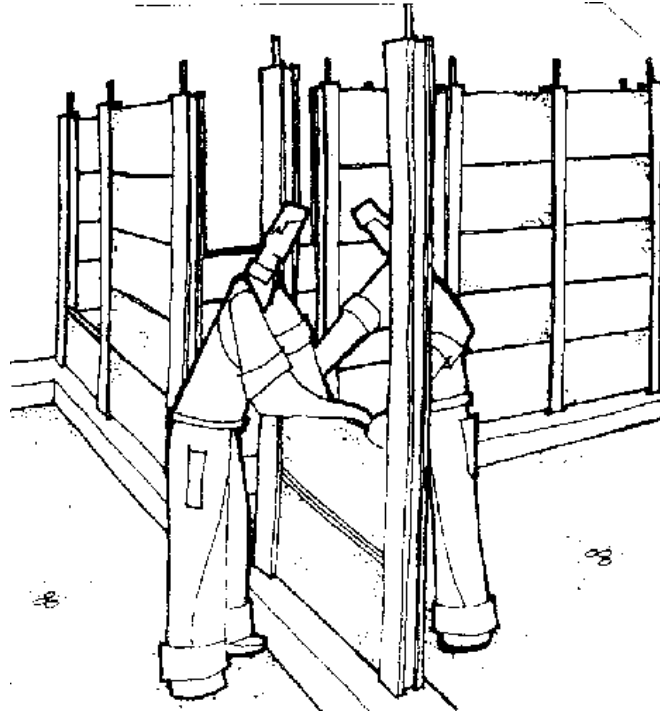
ligeras y pesadas Ha tenido un uso muy extensivo en Cuba para edificaciones de hasta dos plantas.

- Recientemente se ha desarrollado una versión denominada Simplex en el que se han mejorado las soluciones de los paneles, reduciendo el consumo de cemento, su peso e introduciendo terminaciones integrales. También para esta versión se desarrolló un sistema de viguetas y bovedillas.

A - Sistema Sandino



B - Sistema Sandino



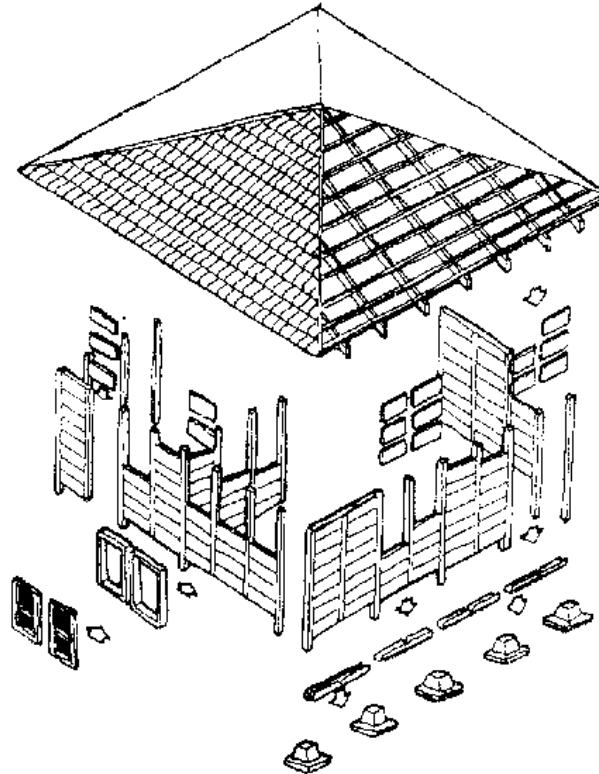
Sistema TANGRAM.

Tangram Industria y Comercio, S^o Paulo, Brasil.

- Sistema formado por columnas de hormigón armado espaciadas a 76 cm y paneles cerámicos de cierre. A diferencia

de otros sistemas posee cimientos aislados y zapatas prefabricadas. Aunque tiene una génesis industrial es asequible a los medios constructivos de comunidades con cierto grado de desarrollo tecnológico.

Esquema montaje del sistema

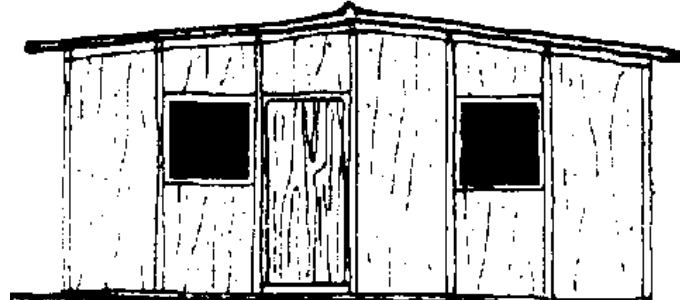


Sistema Serviviendas.

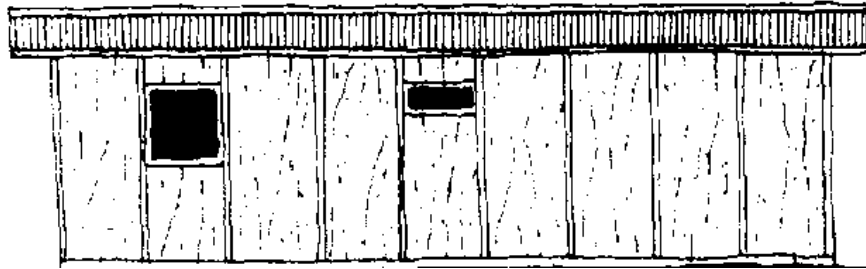
Asociación Civil Guatemalteca de Hogar y Desarrollo. Ciudad de Guatemala. Guatemala.

- El sistema esta formado por placas de piso a techo, de hormigón ligero reforzado con acero estructural de alta resistencia, que van embalsadas en columnas de concreto reforzado. Utiliza una cimentación corrida y una solera de cerramiento. Utiliza una cubierta ligera. Con este sistema se han construido mas de 300 viviendas.

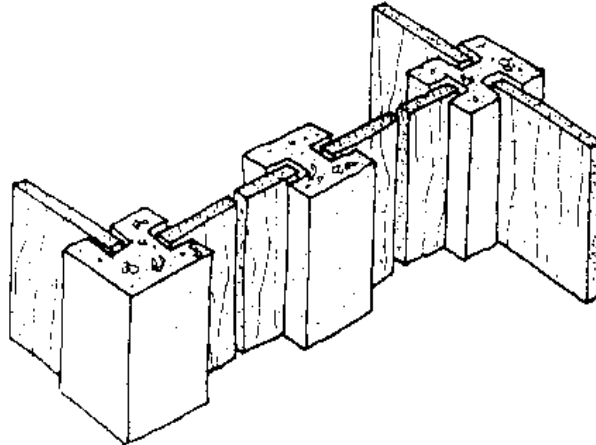
Planta - Elevación



Elevación



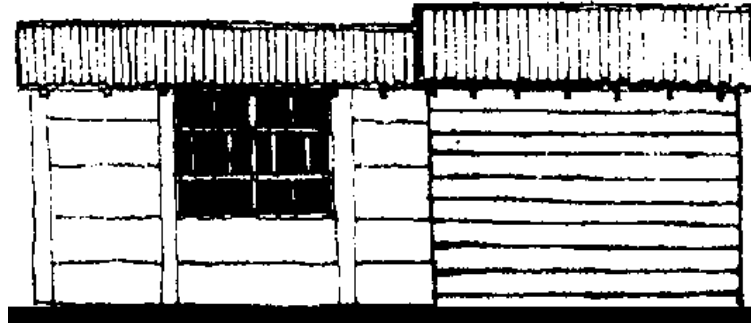
Detalle uniión de paneles

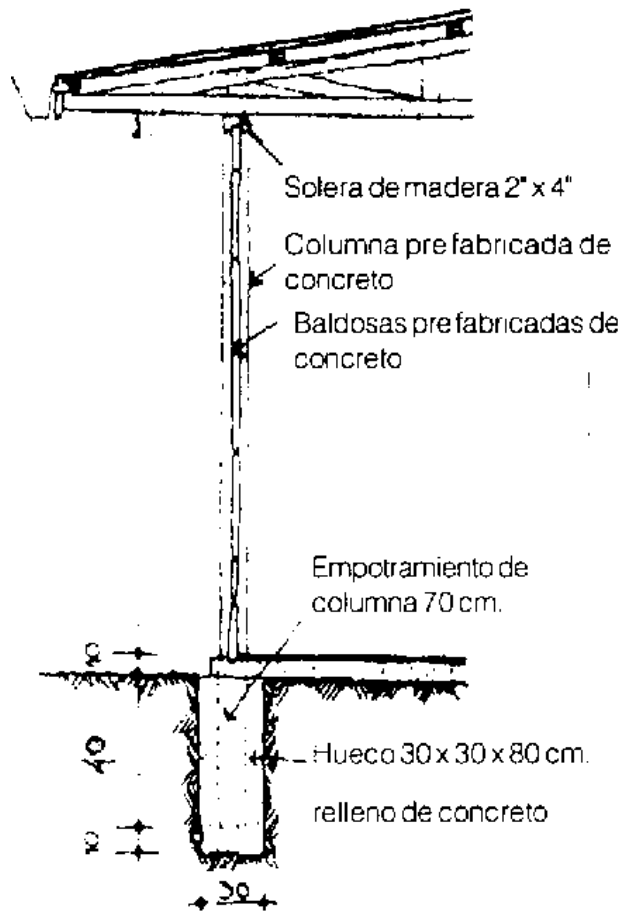


Sistema PREFAB

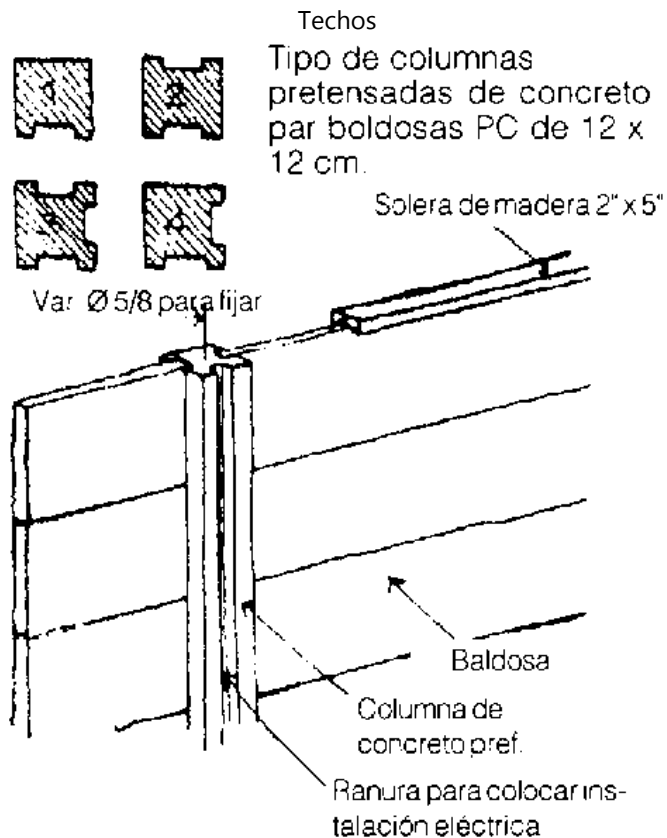
Centro Técnico de la Vivienda y Urbanismo. Facultad de Derecho. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

- Sistema prefabricado con paneles semipesados de largo variable y columnas ranuradas, ambos de hormigón pretensado. Cimientos aislados con empotramiento de las columnas. Las placas se colocan sobre el piso. El cerramiento o solera es de madera. El montaje se efectúa en forma manual por cuatro personas. Se han construido mas de 900 viviendas.

Figura**Escantillon**



Detalle





Sistema constructivos con ferrocemento

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Paneles y elementos muy rígidos con un bajo consumo material.
Costos	Medios a altos
Resistencia estructural	De buena a muy buena
Habilidades requeridas	Conocimientos promedio de construcción
Equipamiento requerido	En cualquier caso herramientas convencionales de construcción
Resistencia a terremoto	Buena
Resistencia a huracanes	Muy buena
Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Muy buena
Adecuación ambiental	Deficiente aislamiento térmico y acústico.
Estado de Desarrollo	Tecnología relativamente desarrollada en estado de apropiación en diversas variantes y países

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Este material, laminar por excelencia, permite desarrollar edificaciones y elementos in situ y prefabricados, de forma

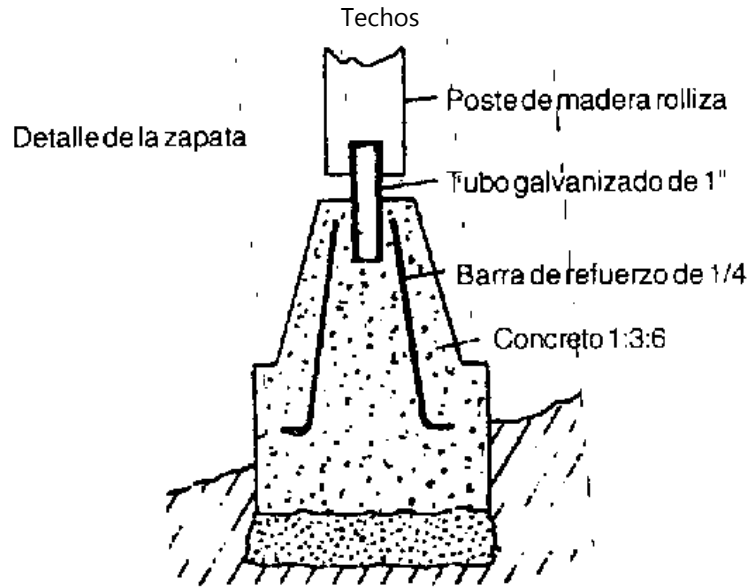
regular e irregular. Puede utilizarse para elementos de cierre o división y para elementos portantes. En las páginas siguientes se muestran dos sistemas constructivos a base de este material.

Casas de ferrocemento con estructura de madera

- Una simple casa fue construida en 1977 en la isla caribeña de Dominica por Richard Holloway. Se utilizaron elementos de madera rolliza para la estructura portante. Luego se colocó una malla metálica de gallenero entre las piezas de madera y se recubrió con mortero. Primero una capa gruesa y luego una terminación fina. La estructura de madera que quedó expuesta, se protegió del agua de lluvia y el ataque de las termitas montando los miembros verticales de madera sobre apoyos de tubería de hierro galvanizado los que se empotraron en cimientos de hormigón con pedestales que sobresalen del terreno.
- El techo se construyó con láminas de hierro galvanizado dejando una separación entre esta y la parte superior de la pared para ventilación. Los pisos, puertas y ventanas fueron ejecutados con madera de segunda y cajas viejas, los que una vez pintados no mostraron gran diferencia con respecto a la madera nueva.

información adicional en figura:

Figura



[Armadura de mulla de gallinero](#)

[Vivienda de ferrocemento terminada](#)

Sistema prefabricado de viviendas en ferrocemento SER

Desarrollada por el CREDEF/CECAT. La Habana, Cuba

- Se trata de un sistema formado por paneles tipos canal y cajón, de pared y de entrepisos o cubiertas. Los de pared se empotran sobre cimientos o cerramientos corridos. La viga de cerramiento para cada nivel de piso puede ser construida in situ o prefabricada. La cubierta puede ser hecha con paneles de propio material o con otro tipo de cubierta ligera o pesada.

- La tecnología permite construir adicionalmente elementos complementarios de la edificación tales como jardineras, toldos, escaleras, tanques sépticos y para agua potable, así como otros elementos de mobiliario urbano.

Se está aplicando en Cuba, Nicaragua y Bolivia.

Figura 1

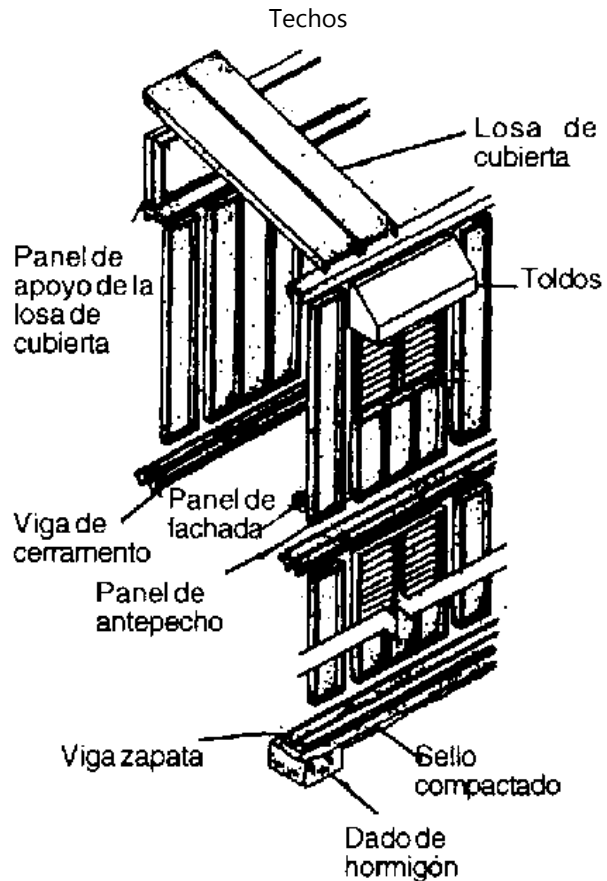


Figura 2



Sistema constructivo "Ferrocimiento"

Desarrollada por el Centro Experimental de la Vivienda Económica/CEVE, Córdoba, ARGENTINA

- Se trata de un sistema de grandes paneles, para pisos y techos, formados por un núcleo de poliestireno expandido y recubierto con una red de varillas metálicas finas recubiertas por un mortero estructural. Los paneles son transportables por dos obreros. El techo se completa con tejas, placas cerámicas u otras variantes de cubiertas.

[Sistema constructivo "Ferrocimiento"](#)



Sistema constructivo FIBRACRETO

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Viviendas confortables
Aspectos económicos	Costos medianos a altos
Estabilidad	Buena
Capacitación requerido	Habilidades de albañilería
Equipamiento requerido	Equipamiento de albañilería
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Buena
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Ampliamente usado

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Este sistema constructivo, patentado en el Perú bajo la marca FIBRACRETO, consiste básicamente de paneles de viruta de madera y cemento, con una estructura de columnas y vigas de concreto armado (Bibl. 24.15).
- Es usado para viviendas de uno y dos pisos y aparentemente reduce los costos de construcción en un 35 a 40 %,

comparado con construcciones convencionales.

- La cimentación consiste de una plataforma de 10 cm de espesor, reforzada en sus caras inferior y superior a lo largo del eje de los muros.
- Los paneles de 7.5 cm de espesor (50 x 200 cm) son ensamblados con juntas de mortero horizontales y sujetos por encofrados de madera. Un vez ensamblados los muros, se procede al vaciado del concreto formando fuertes columnas, que se repiten cada 200 cm.
- El techo es construido con los mismos (o de mayor espesor) paneles de viruta de madera y cemento, soportados por vigas de concreto armado vaciadas in-situ, y puede ser inclinado o plano
- Los muros y el techo son tarrajeados con mortero de cemento.

Más información: L.R. & T. Arquitectura y Construcción S.A., Arq. Manuel I. de Rivero D'Angelo, Shell # 319 - 702 Miraflores, Lima, Perú.

Sistema Constructivo FIBRACEMENTO

[Figura 1](#)

[Figura 2](#)

[Figura 3](#)

[Figura 4](#)

[Figura 5](#)



Construcción "bamboocrete"

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Más barato que estructuras similares
Aspectos económicos	Costos bajos a medianos
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Habilidades de carpintería y albañilería
Equipamiento requerido	Herramientas de carpintería y albañilería
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Todos menos climas cálidos secos
Grado de experiencia	Experimental

BREVE DESCRIPCIÓN:

- La vivienda "bamboocrete" mostrada en la siguiente página fue implementada en 1976 por el Dr. U.C. Kalita, (Bibl. 24.11), Regional Research Laboratory, Jorhat (Assam), India.
- Sobre una cimentación de concreto con base y piso de ladrillo cocido, una estructura portante hecha con especies de

madera de segunda da soporte a paneles de relleno y elementos de techo abovedados, contruidos de esteras de bambú partido, recubiertas con mortero de cemento.

- El uso de bambú para sustituir la armadura de acero en el concreto es de considerable interés económico, ya que el acero es costoso y mayormente importado. Sin embargo, el bambú se contrae al secar - más de 4 veces más, que el concreto - de esta forma no hay adherencia entre el bambú y el concreto. Es más, la alcalinidad del concreto destruye gradualmente la fibra del bambú, perdiendo esta finalmente toda su resistencia.
- Recientes investigaciones (Bibl. 24.10) han mostrado ciertos remedios posibles: 1. Recubrimiento del bambú con brea caliente, mejorando la adherencia con un recubrimiento de arena gruesa, y clavos de 25 mm o amarrando cuerdas de fibra de coco alrededor del bambú (desarrollado por D. Krishnamurthy); 2. Usando solo la sección exterior del bambú (por su mayor elasticidad y resistencia a la tracción) y entrelazando fajos de tres tiras de bambú partido, uno al lado del otro (desarrollado por O. Hidalgo López).
- Más investigación es necesaria, especialmente lo que respecta el deterioro de la fibra.

Vivienda "Bamboocrete" (Bibl. 24.11)

[A - Colocación de las esteras de Bambú partido, vivienda terminada](#)

[B - Colocación de las esteras de Bambú partido, vivienda terminada](#)

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)



Viviendas de bambú

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Alta resistencia, flexibilidad, gran variedad de diseño
Aspectos económicos	Costos bajos a medios
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Mano de obra tradicional para bambú
Equipamiento requerido	Herramientas para cortar, partir y amarrar bambú
Resistencia sísmica	Muy buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Depende de medidas de protección
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Climas cálidos y húmedos
Grado de experiencia	Tradicional

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Los ejemplos de casas de bambú mostradas en las siguientes páginas son tomados del manual de construcción magníficamente ilustrado por Oscar Hidalgo López (Bibl. 24.07).
- Todos los componentes estructurales y la mayor parte de los elementos no-estructurales (pisos y cierres de muros)

son de bambú. Muy poca madera es usada y el techo puede ser cubierto por cualquier material existente localmente (ej. paja, fibrocemento, ferrocemento, láminas metálicas, mortero de cemento, o inclusive mortero de suelo estabilizado resistente al agua).

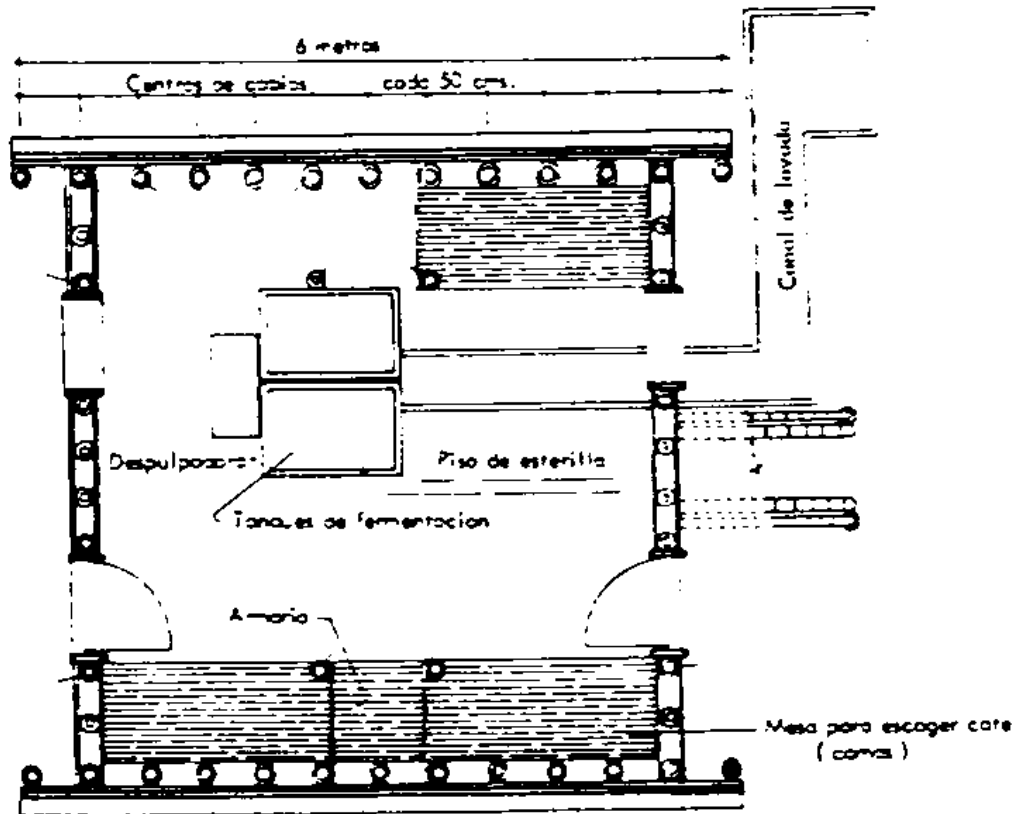
- Los componentes de bambú son unidos por medio de material de amarre, tarugos, pernos o clavos. Un gran número de posibles uniones para el bambú son mostrados en el manual de construcción.
- En vista de su baja resistencia al fuego y a ataques biológicos, se necesita aplicar medidas de protección (ver sección sobre *Bambú*).

Más información: Oscar Hidalgo López, Universidad Nacional de Colombia, Apartado Aéreo 54118, Bogotá, Colombia.

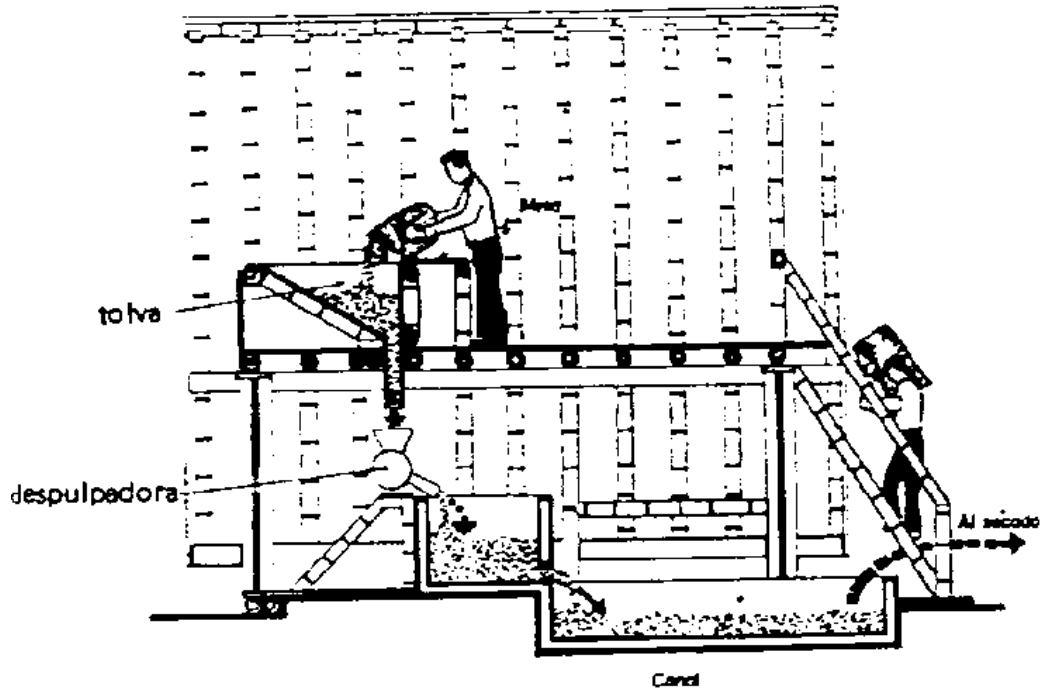
Construcción de una Planta de Café (también apto para viviendas) (Bibl. 24.07)

1ª Planta

1ª PLANTA

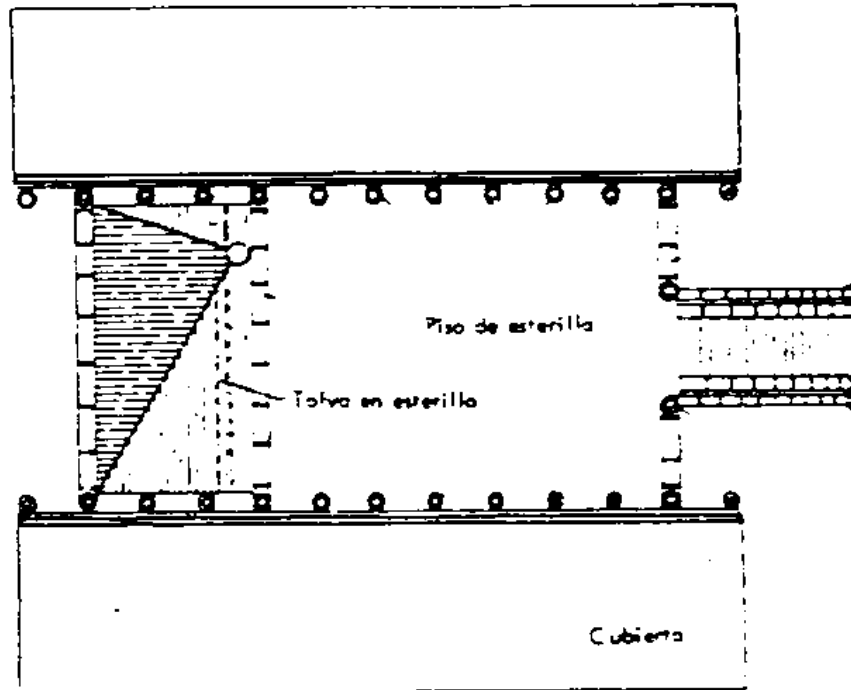


Sección longitudinal

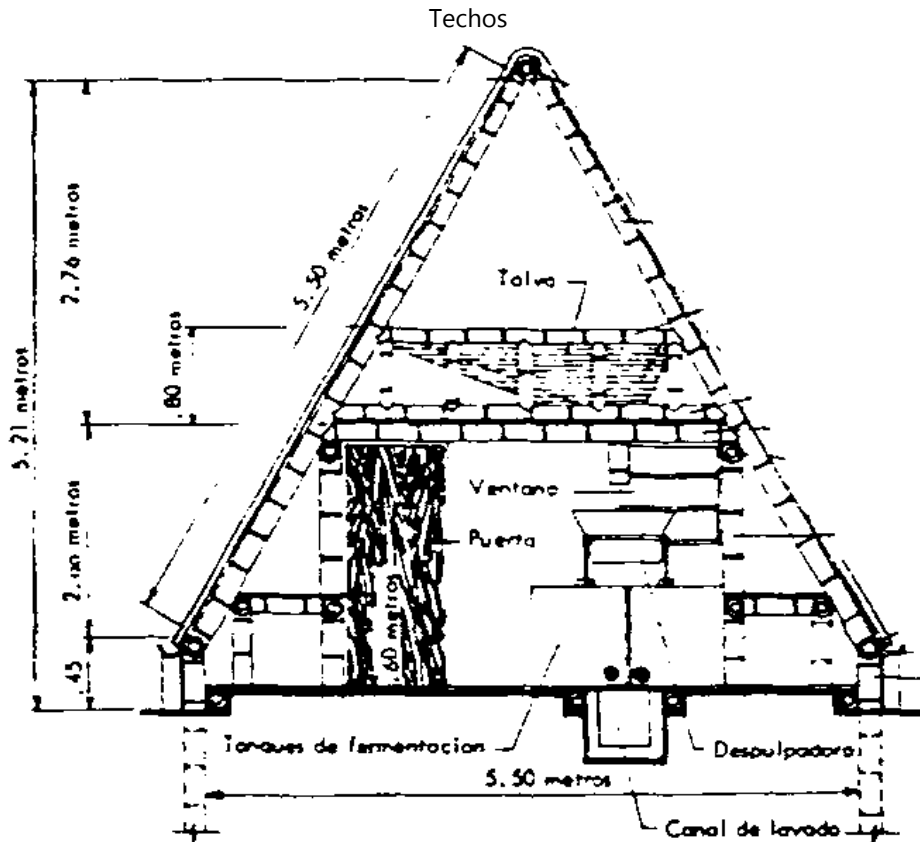


2ª Planta

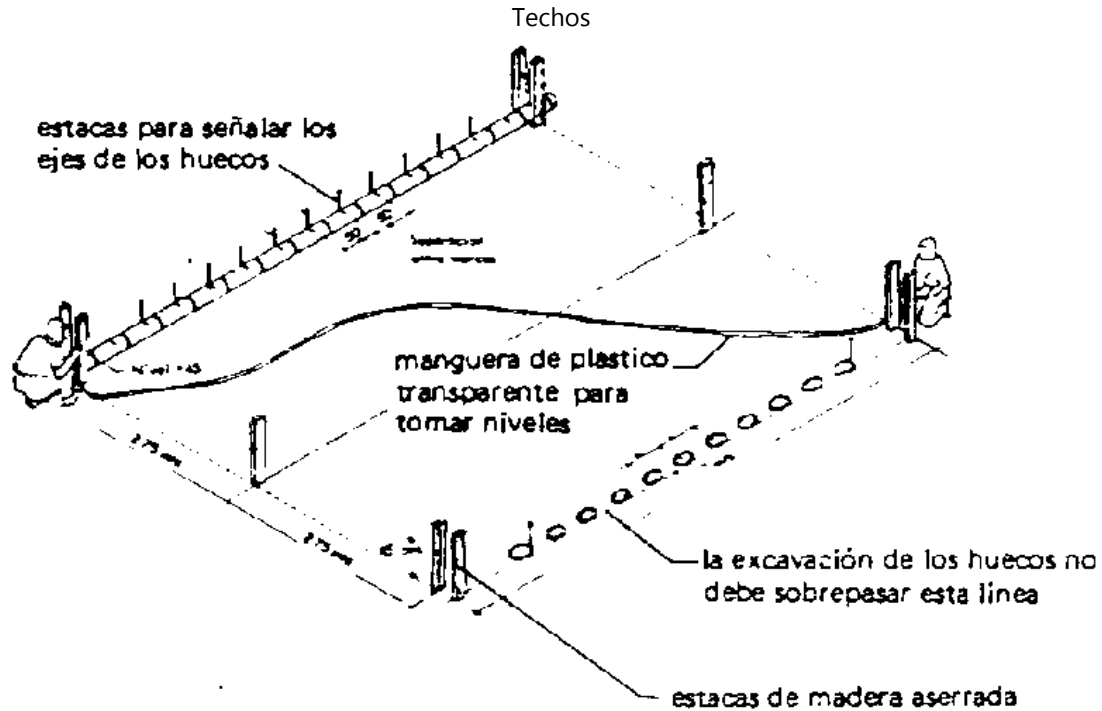
2ª PLANTA



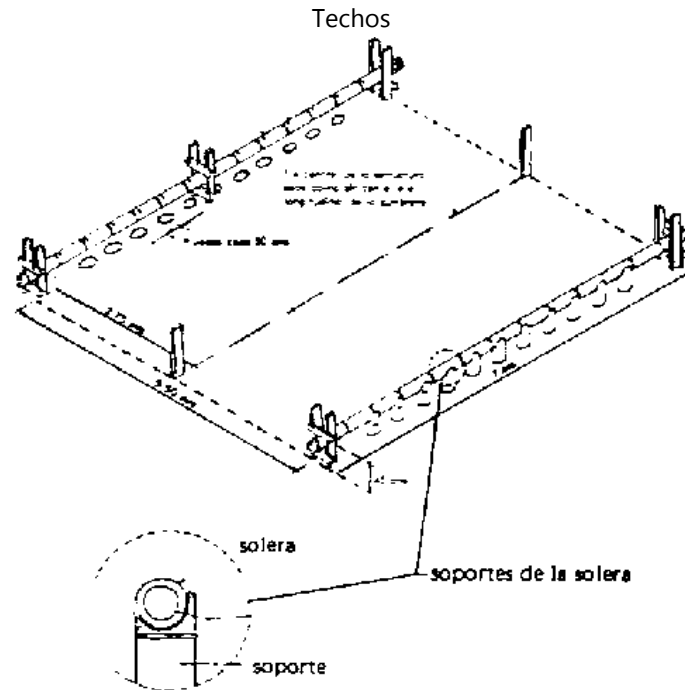
Sección transversal



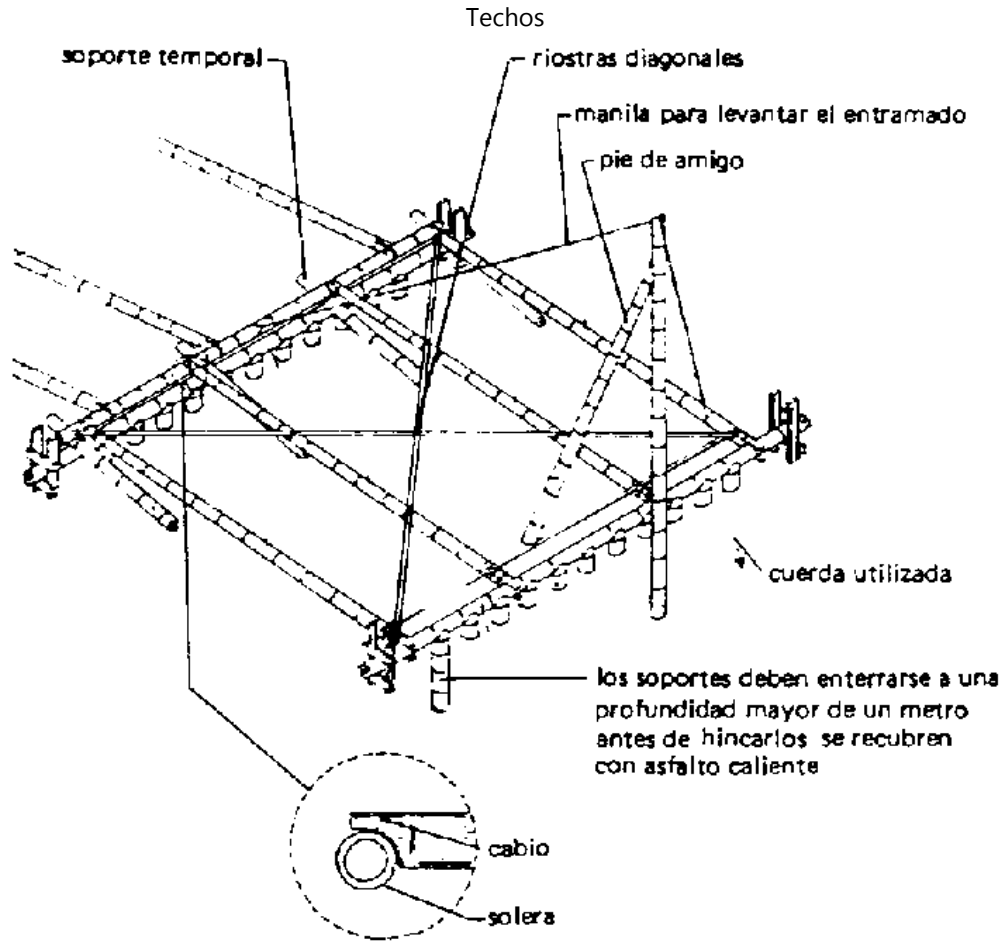
A - Localización de los soportes y erección de la estructura portante



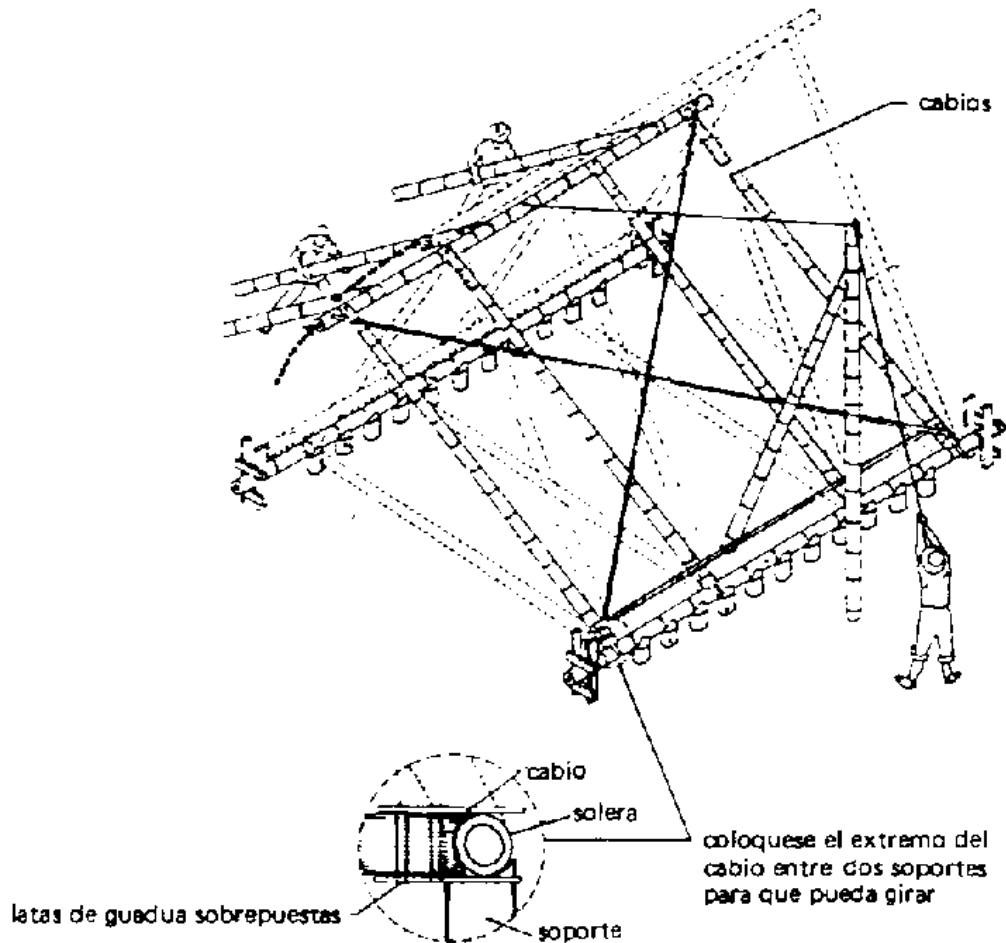
B - Localización de los soportes y erección de la estructura portante



A - Erección de la estructura



B - Erección de la estructura



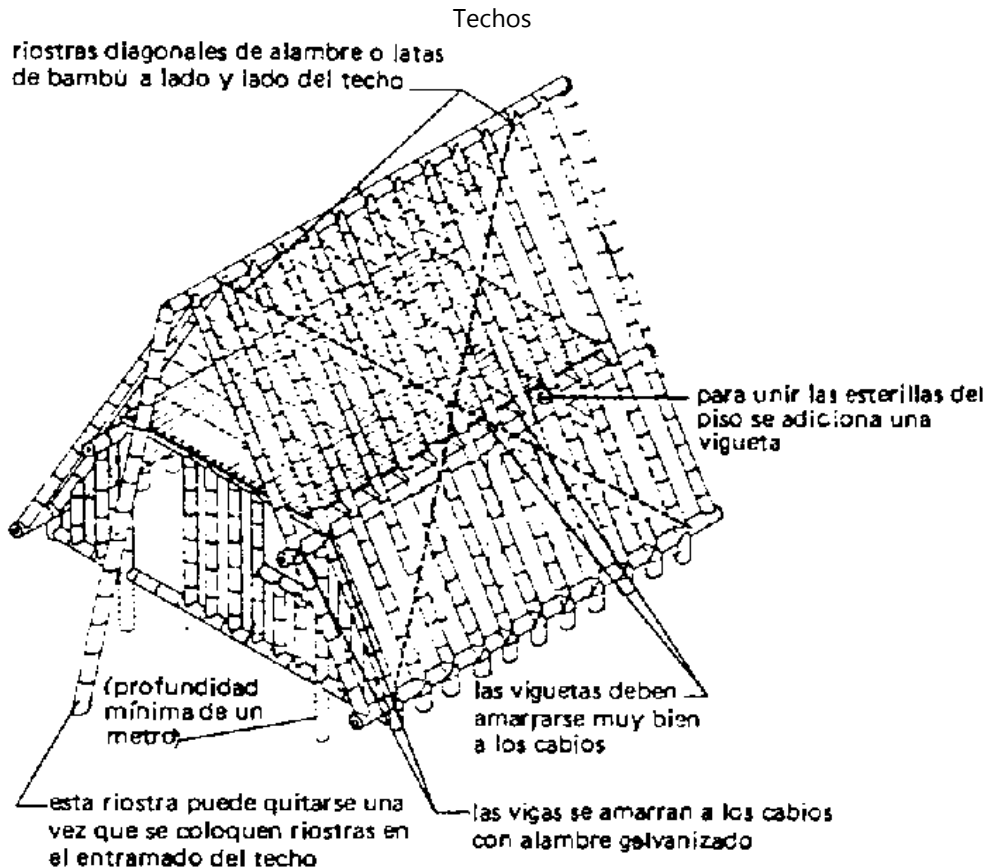
Colocaci3n de los cabios y construcci3n del piso y entrepiso (piso y paredes con estera de bamb3 o listones de madera, entrepiso cubierto con tierra compactada estabilizada).

[Colocaci3n de los cabios](#)

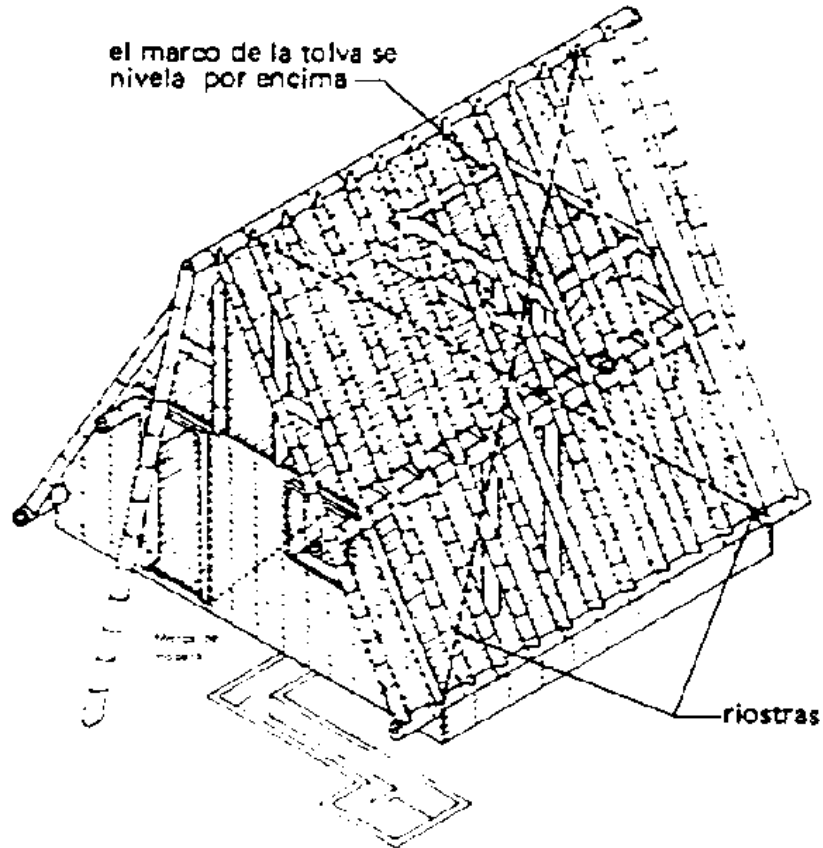
[Construcci3n del entrepiso](#)

Arriostramiento de la estructura del techo y terminaci3n de la cobertura (primero con bamb3 partido o listones de madera, fijados con clavos y alambre, despu3s cubiertos con mortero de cemento, mortero de barro estabilizado impermeable o paja).

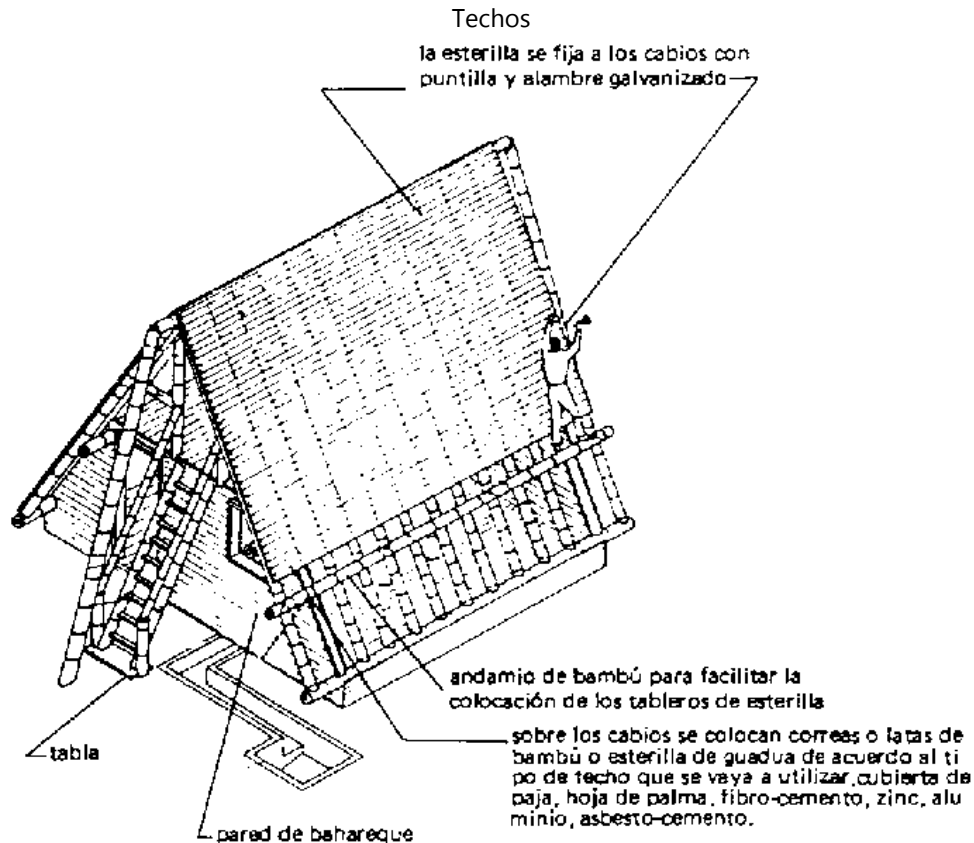
A - Arriostramiento de la estructura



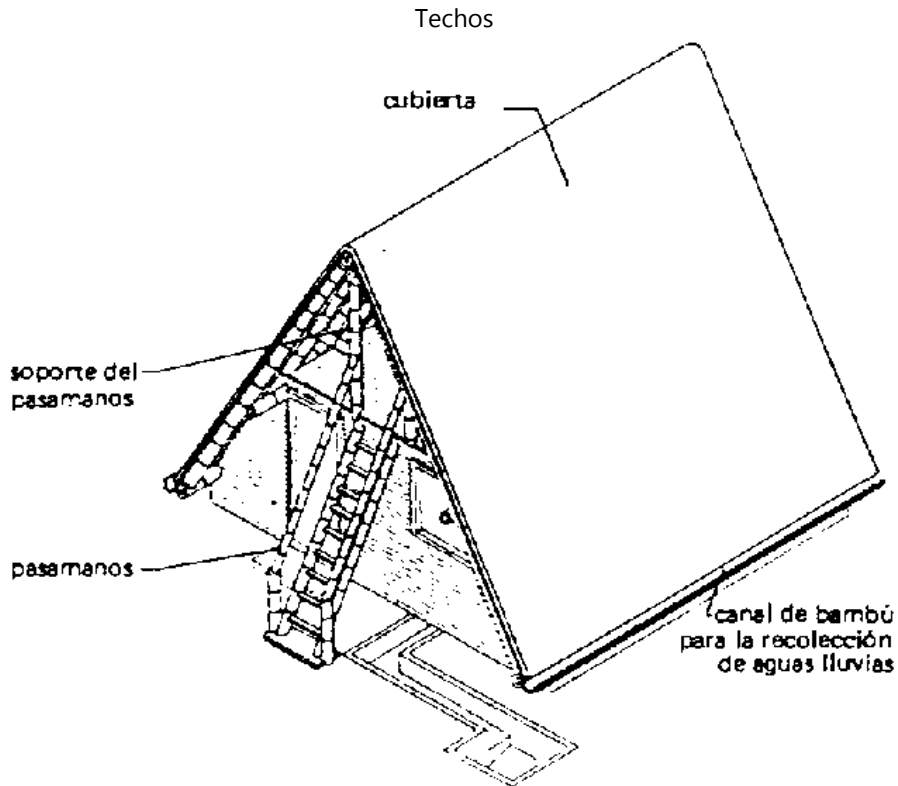
B - Arriostramiento de la estructura



A - Construcción de la cubierta



B - Construcción de la cubierta

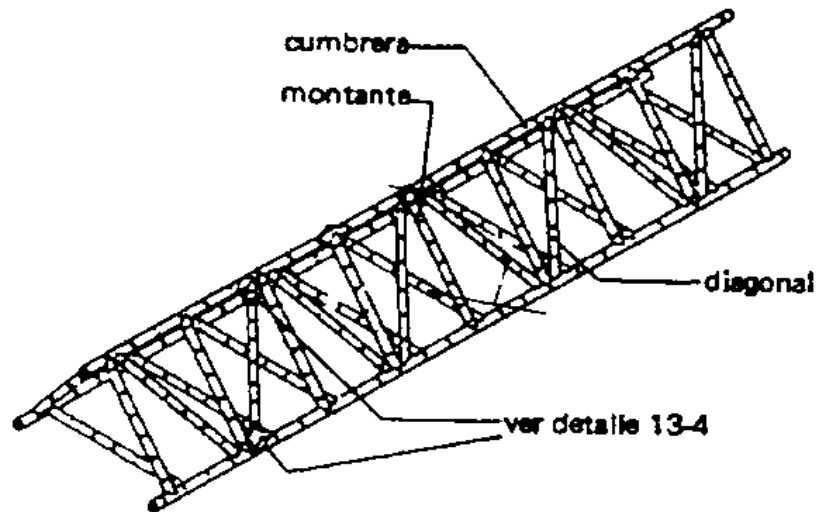


Estructura de Bambú con Estructura Espacial Prefabricada

(Planchas de madera sirven de encofrado durante prefabricación; las paredes de la vivienda no son necesariamente de bambú).

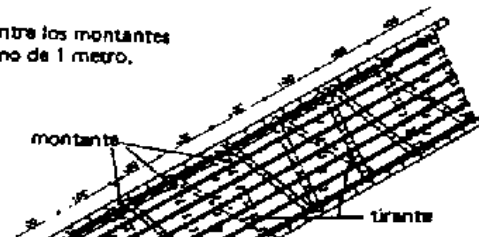
[Figura 1](#)

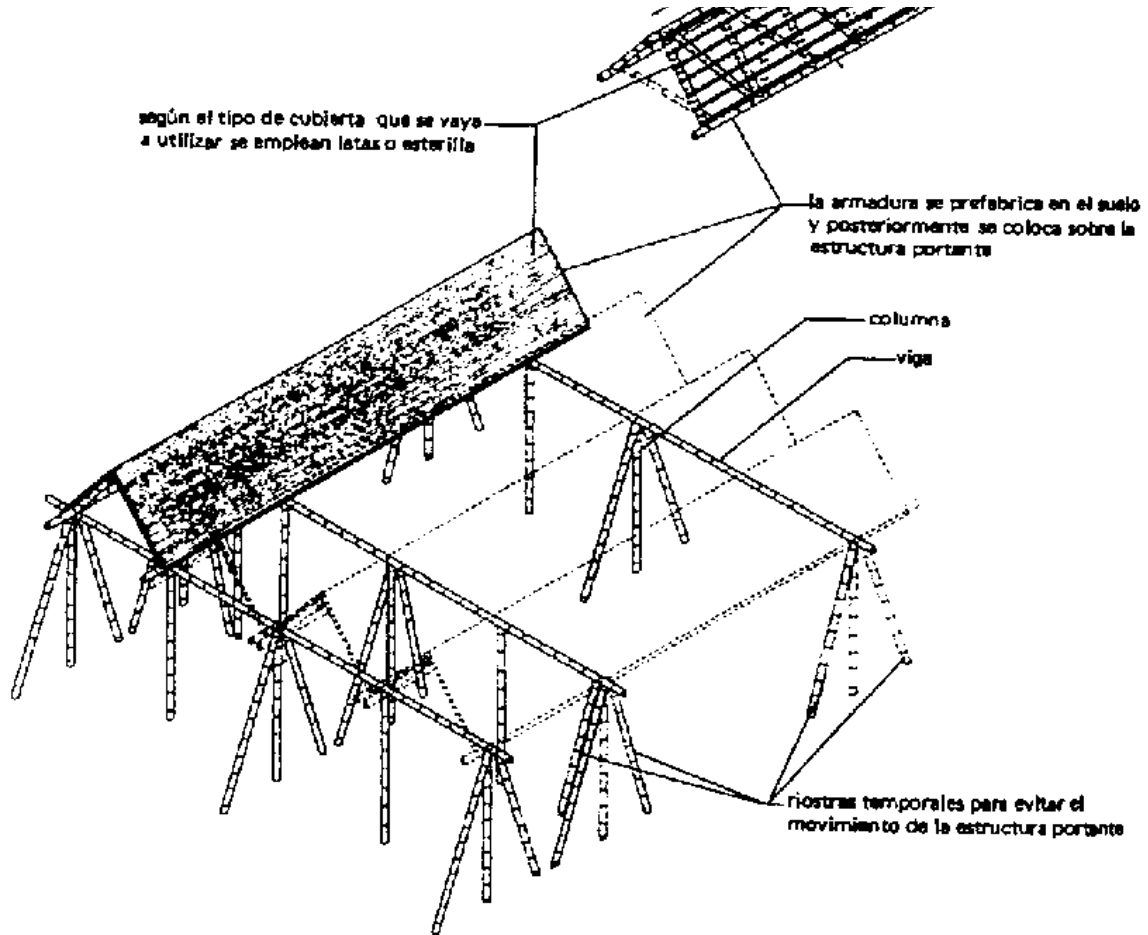
Figura 2



Construcción con bambú - Oscar Hidalgo López. CIBAM Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Artes

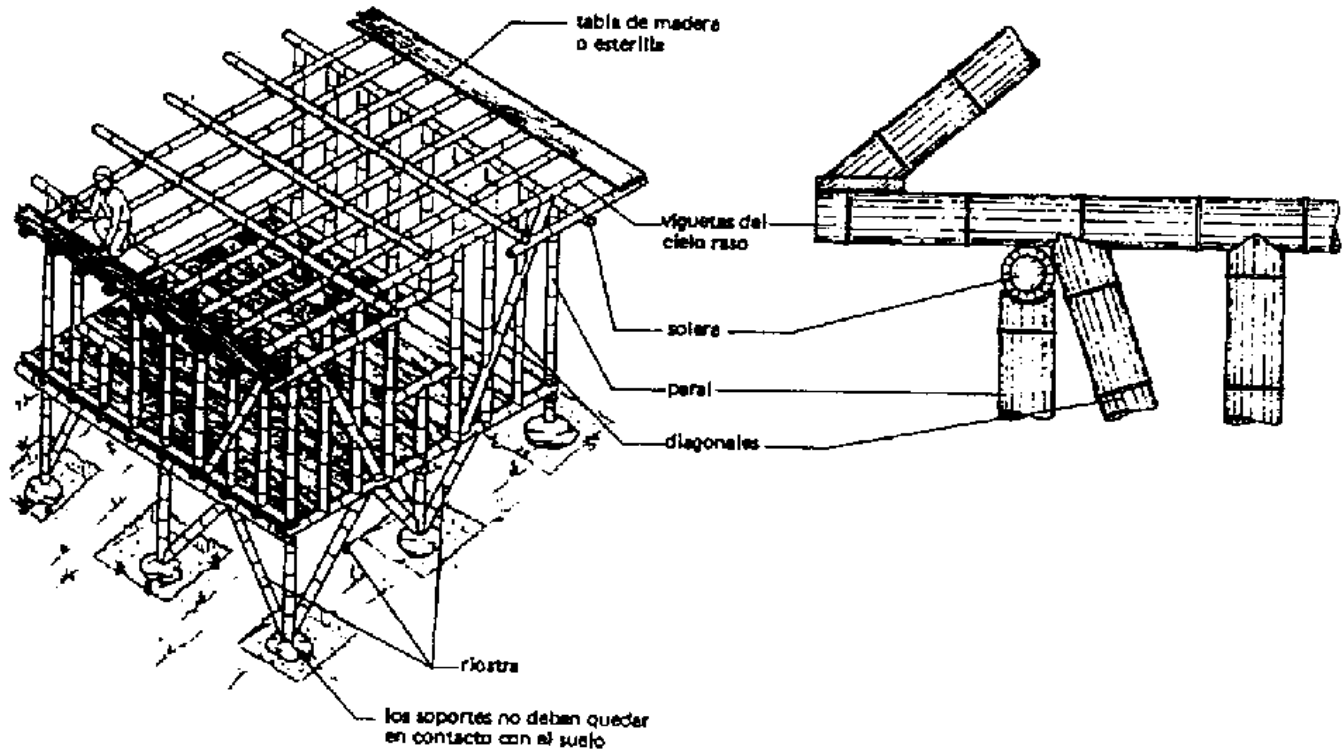
la separación entre los montantes debe ser máximo de 1 metro.

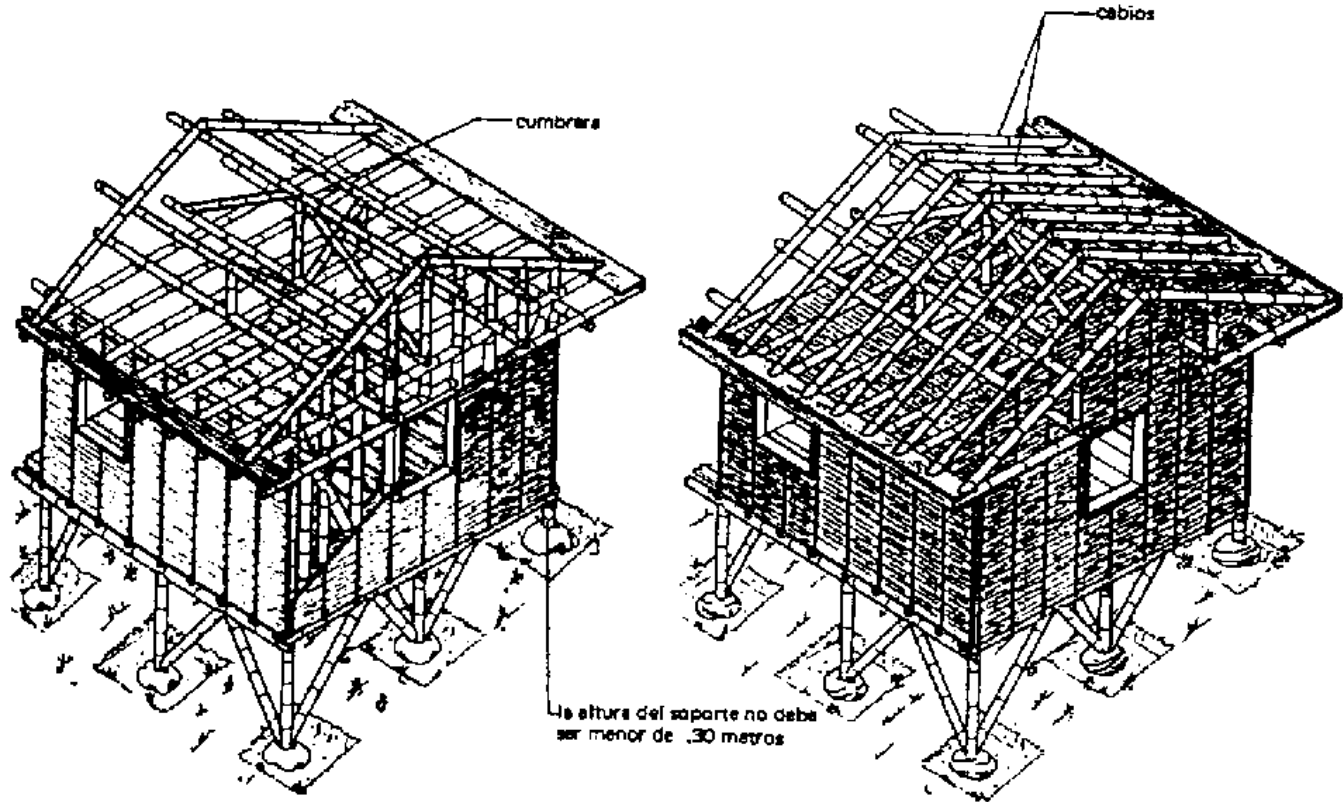




Casa de Bambú sobre Pilotes

Casa de Bambú sobre Pilotes





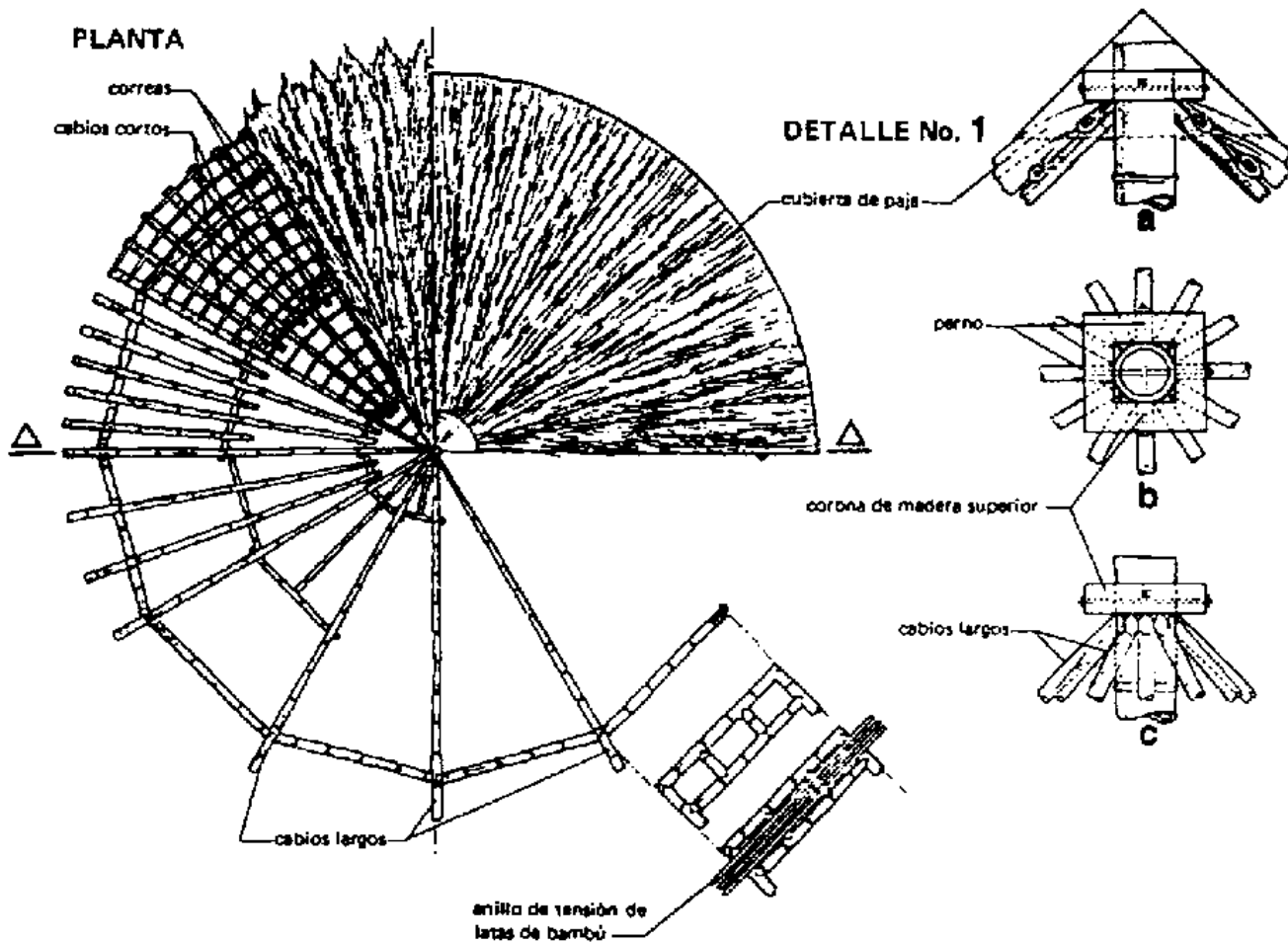
Casa Circular con Techo de Paja Con co

(Estabilidad estructural es lograda con un anillo de tensi n en la parte superior de las columnas de bamb .

20/10/2011

Techos

Casa Circular





Cabaña prefabricada de madera

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Estructura plegable, montaje rápido, fácil transporte
Aspectos económicos	Costos medianos a altos (depende de madera usada)
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Mano de obra de carpintería
Equipamiento requerido	Herramientas de carpintería
Resistencia sísmica	Muy buena
Resistencia a huracanes	Buena
Resistencia a la lluvia	Depende de revestimiento
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Diseño comprobado, numerosas aplicaciones

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Basado en un diseño de viviendas de emergencia Alemán (Prof. Kleinlogel, 1952), una cabaña prefabricada de

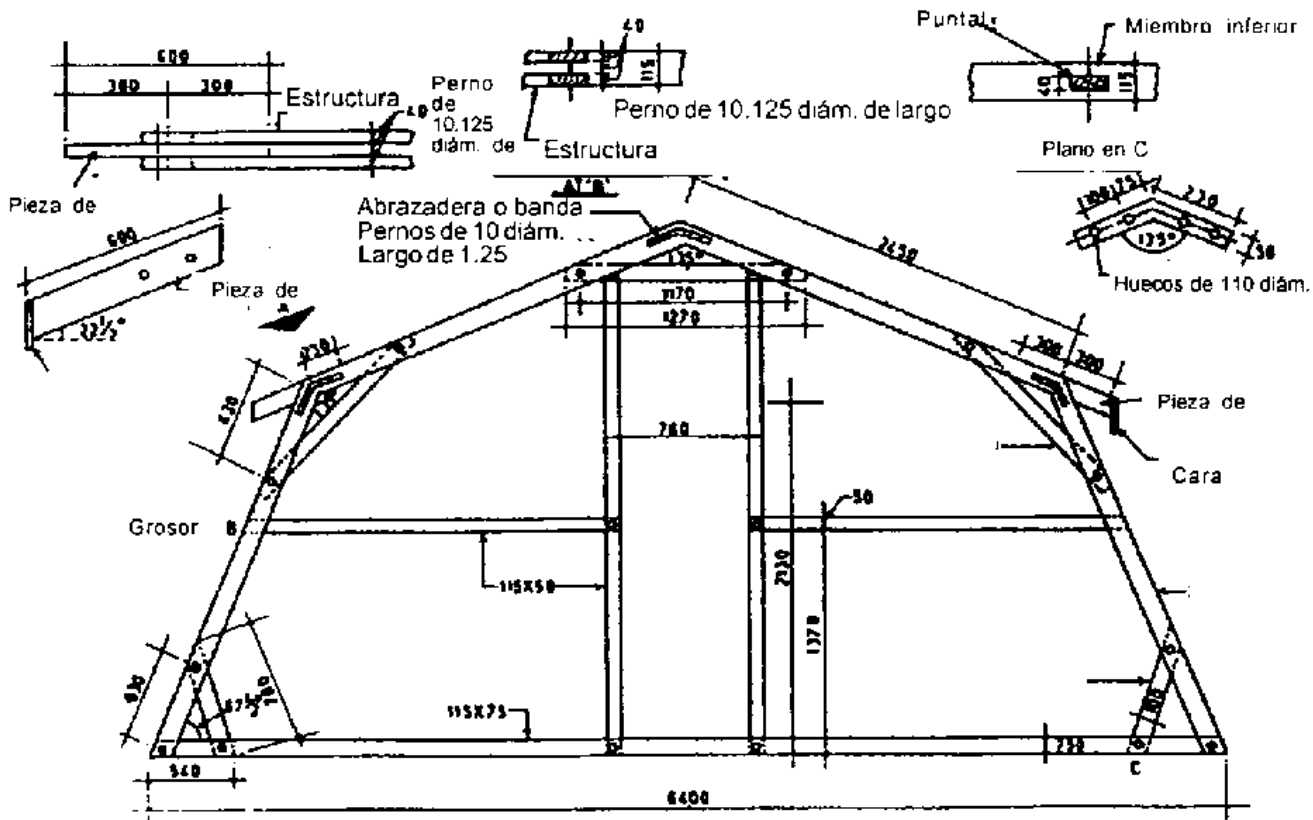
madera fue desarrollada en el "Central Building Research Institute", Roorkee, India.

- El objetivo fue el de construir una vivienda prefabricada, que puede ser fácilmente desarmada, transportada y reconstruida en diferentes lugares, especialmente para viviendas de emergencia.
- La cabaña esta diseñada para resistir velocidades de viento hasta 130 km/h y cargas de nieve hasta 100 kg/m².
- El componente estructural principal es un marco plegable de madera, que define la sección de la vivienda. El largo de la vivienda está determinado por el número de marcos, que son colocados cada 2.44 m.
- La cabaña modelo tiene una cobertura de láminas corrugadas de hierro galvanizado y paneles de madera contrachapado para el revestimiento interior y falso cielo. Sin embargo, cualquier material local puede ser usado. En climas fríos, el vacío entre el revestimiento exterior e interior puede ser llenado con material aislante.
- Todo lo que se necesita es un terreno plano. Los marcos pueden ser fijados en el terreno o levantados sobre bases de concreto preparadas, si se requiere una estructura permanente.

Más información: CBRI, Roorkee 247 667, India; Bibl. 24.04.

Cabaña de Madera Prefabricada (Bibl. 24.04)

Cabaña de Madera Prefabricada



Todas las dimensiones en mm

Estructura de madera

[Cabaña terminada](#)



Casa de madera prefabricada

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Adecuado para proyectos de auto-ayuda
Aspectos económicos	Costos medianos
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Mano de obra de carpintería
Equipamiento requerido	Herramientas de carpintería
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Baja a mediana
Resistencia a la lluvia	Baja a mediana
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Climas húmedos y cálidos
Grado de experiencia	Construcción normal

BREVE DESCRIPCIÓN:

- La construcción de esta vivienda, paso por paso, es mostrada en el manual excelentemente ilustrado, publicado por

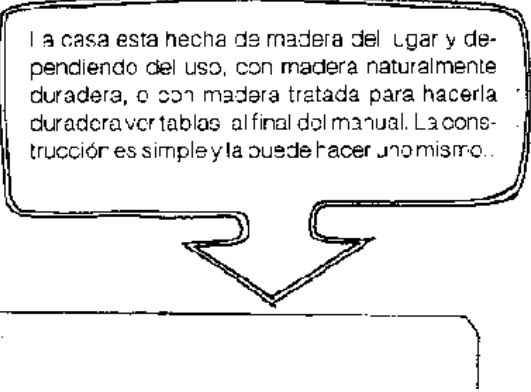
UNIDO, que fue elaborado por el Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), São Paulo, Brazil, para un proyecto de auto-ayuda en Coroados, Manaus, bajo un contrato con la "Housing Society for the Amazon State" (SHAM).

- Impresiones del contenido de este manual son dadas en *Ejemplos de Pisos y Muros*. Las instrucciones son claras y fácil de seguir.
- Un grupo experimental de 40 viviendas fue construido en 1981 - 82, demostrando la factibilidad del diseño.
- Al ser la vivienda completa (con excepción de la cubierta del techo) de madera, es necesario proveer medidas protectoras contra agentes biológicos y fuego (ver sección *MEDIDAS PROTECTORAS*).

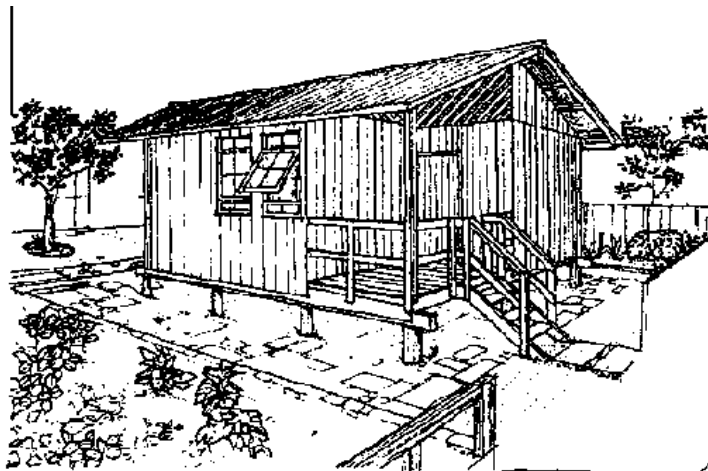
Más información: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo, S.A., P.O. Box 7141, 05508 São Paulo, Brazil; Bibl. 14.22.

Vivienda de Madera Prefabricada (Bibl. 14.22)

Vivienda de Madera Prefabricada



La casa esta hecha de madera del lugar y dependiendo del uso, con madera naturalmente duradera, o con madera tratada para hacerla duradera, ver tablas al final del manual. La construcción es simple y la puede hacer uno mismo..



Se puede hacer la casa más pequeña, idéntica o más grande que nuestro modelo. Si no se puede hacer una casa grande desde el principio. Se puede empezar por algo más pequeño y ampliarlo posteriormente.



Casas de madera para zonas inundadas

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Casas elevadas o sobre estructuras flotantes
Aspectos económicos	Costos medios a bajos
Estabilidad	Buena
Capacitación requerida	Mano de obra de carpintería
Equipamiento requerido	Herramientas de carpintería
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Depende de las uniones de la madera
Resistencia a la lluvia	Buena
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Regiones cálidas húmedas
Grado de experiencia	Experimental

BREVE DESCRIPCIÓN:

- Las grandes inundaciones de 1982 y 1983, que afectaron toda la región del Paraná - La Plata en Paraguay, llevaron al desarrollo de viviendas prototipo, diseñadas a proveer seguridad, aún en el caso de inundaciones que llegan a cubrir casas de un piso, como fue en 1983.
- El diseño fue llevado a cabo conjuntamente por los estudiantes de la Universidad Católica de Asunción, y las víctimas de la inundación, bajo la dirección del Prof. Thomas Gieth, Centro de Tecnología Apropiaada, Asunción, y el Dr. Wolfgang Willkomm, Universidad de Hanover, Alemania (Bibl. 24.06, 24.17).
- Los criterios de diseño fueron: protección y evacuación ante las de inundaciones, bajos costos de construcción, uso de materiales y técnicas locales, aptas para la construcción de auto-ayuda.

- La solución fue una vivienda de dos pisos con una escalera exterior y una plataforma al rededor de la planta alta. Durante las inundaciones los habitantes pueden encontrar refugio en la parte alta, y se puede colocar tablonés entre casas vecinas para servir de puentes comunicantes. Tronco de palmera local fue usada para la estructura, cierre de muros, ventanas, puertas, y hasta para la cubierta de techos.
- Para resolver los problemas de cimentación de este tipo de casa, se desarrolló una solución alternativa en 1984 por Behrend Hillrichs, estudiante de arquitectura en la Universidad de Hanover (Bibl. 24.08), sugiriendo casas flotantes.

Sistema Constructivo para Viviendas en Zonas Inundadas

CTA, Paraguay

Figura 1

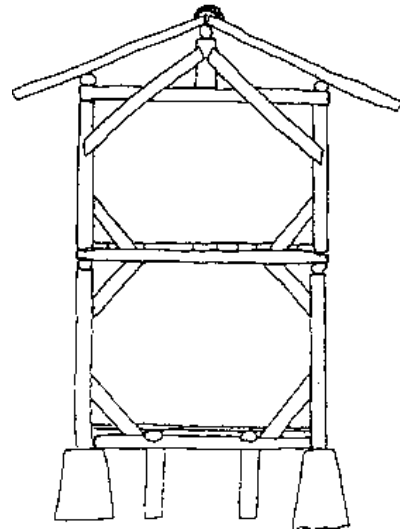
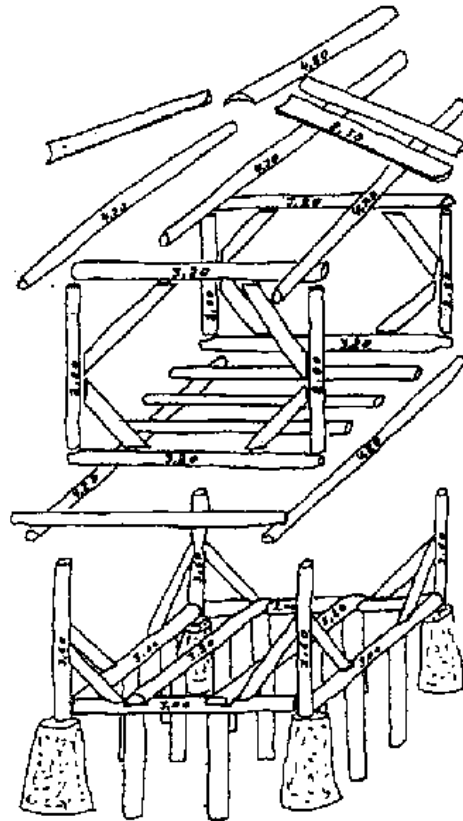


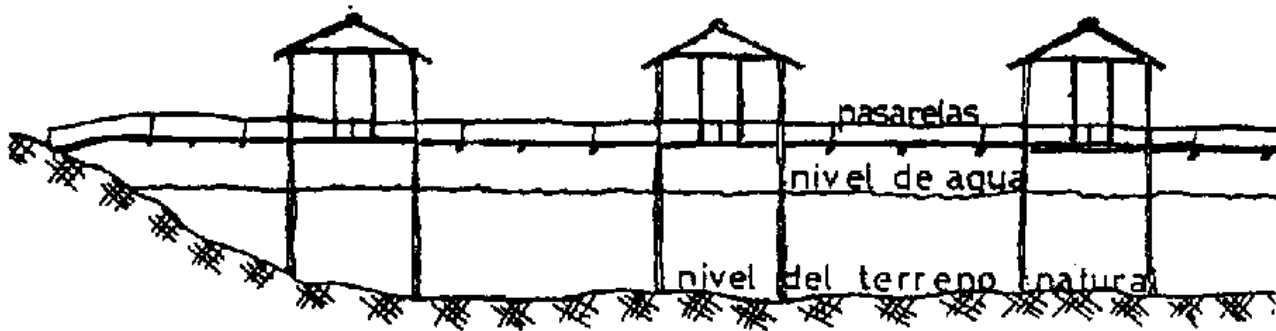
Figura 2



A - Grupo de Viviendas con plataformas de evacuación



B - Grupo de Viviendas con plataformas de evacuación



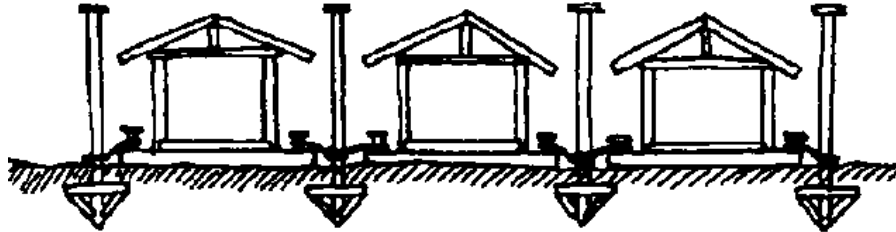
[Detalle de techo tallos de caña partidos, colocados como tejas espaldas](#)

[Detalle de la estructura](#)

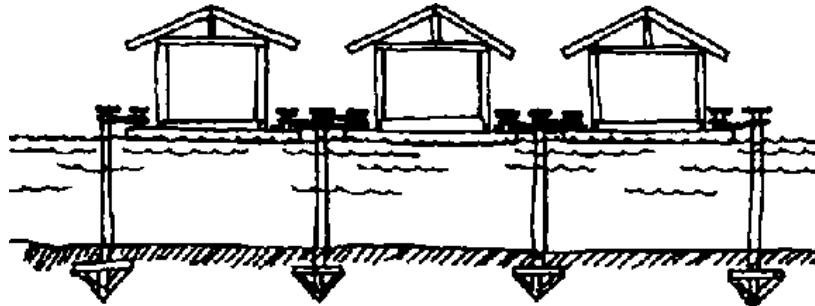
[Vivienda terminada ...](#)

... durante pequeñas inundaciones**Principios para Viviendas Flotantes en Zonas Inundadas (Bibl. 24.08)**

Posición normal de viviendas sobre terreno seco



Posición de viviendas durante inundación: los postes las mantienen en una posición estable.



Vista de las viviendas desde arriba: cortos puentes conectan las plataformas.

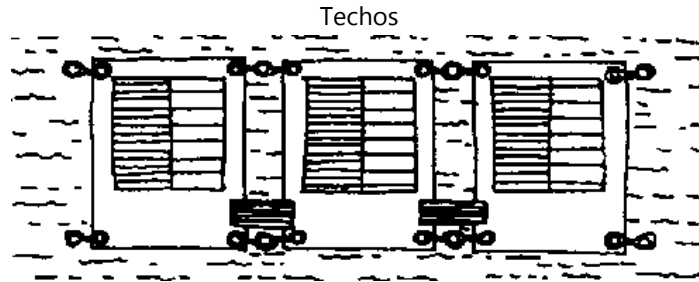


Figura 1

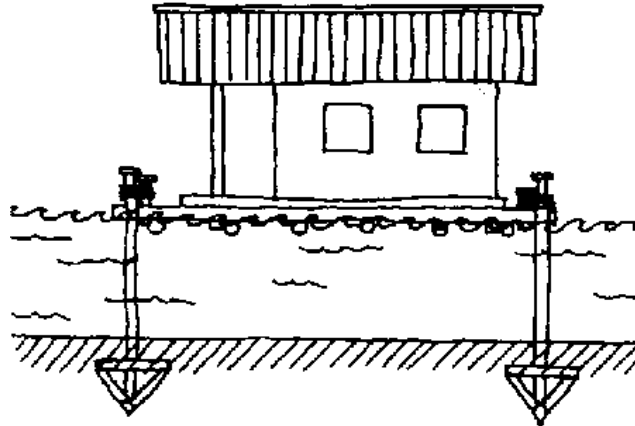
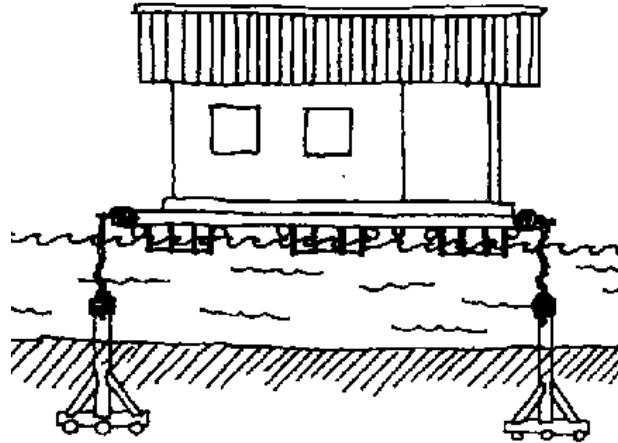


Figura 2



Plataforma tipo balsa

Ventajas: construcción simple; posición estable durante inundaciones.

Problemas: gradual humedecimiento del piso; la balsa se va hundiendo con el incremento de la carga de personas, sus pertenencias y la absorción gradual de agua. Hay riesgo de pandeo de los postes bajo la presión lateral del agua. Plataforma sobre flotadores (ej. barriles de petróleo vacíos).

Ventajas: plataforma está elevada sobre el nivel del agua; alta capacidad de carga; sin hundimiento gradual.

Problemas: construcción más complicada; mantenimiento de los flotadores (sin perforaciones!); inestabilidad durante inundaciones (tendencia de "bailar" sobre las olas).



Vivienda prototipo de cal-"RHA"

CARACTERÍSTICAS:

Propiedades especiales	Sustancial substitución de cemento
Aspectos económicos	Costos medios
Estabilidad	Muy buena
Capacitación requerida	Mano de obra promedio
Equipamiento requerido	Equipamiento de obra convencional
Resistencia sísmica	Muy buena
Resistencia a huracanes	Muy buena
Resistencia a la lluvia	Muy buena
Resistencia a los insectos	Muy buena
Idoneidad climática	Todos los climas
Grado de experiencia	Experimental

BREVE DESCRIPCIÓN:

- La primera vivienda construida usando en gran parte ceniza de cascara de arroz ("RHA") y cal como sustituto de cemento, se hizo gracias al "National Building Research Institute", Karachi, Pakistan (también ver *Puzolanas*).
- Cemento Portland fue usado para estabilizar el suelo para la cimentación (3 % cemento); para los bloques de tierra prensada usados para construir el zócalo (5 % cemento); para el piso; y para marcos de concreto de puertas y

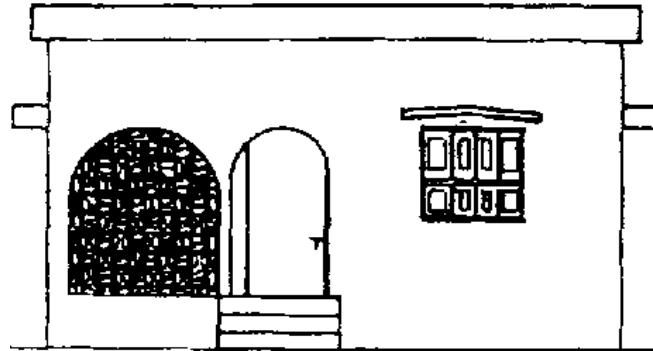
ventanas.

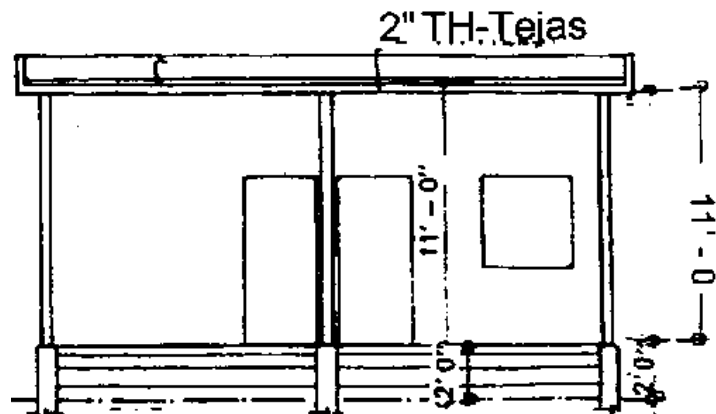
- Los componentes estructurales como techos, vigas, dinteles, aleros (parasoles), tanque de agua elevado, tambien fueron contruidos con cemento Portland, pero el 30 % de la cantidad requerida fue sustituido por RHA y cal.
- Los bloques huecos y el mortero usado para los muros de carga fueron hechos con "RHA" y cal como aglomerante, as como el enlucido exterior.
- La apariencia, la característica estructural y la durabilidad de las viviendas no difiere de las construcciones convencionales, que solo usan cemento Portland como único aglomerante, pero se ahorra un 37 % de los costos y se da una vía para solucionar la colocación de los desechos.

Más informaci n: "National Building Research Institute", F-40, S.I.T.E., Hub River Road, Karachi, Pakistan; Bibl. 24.16.

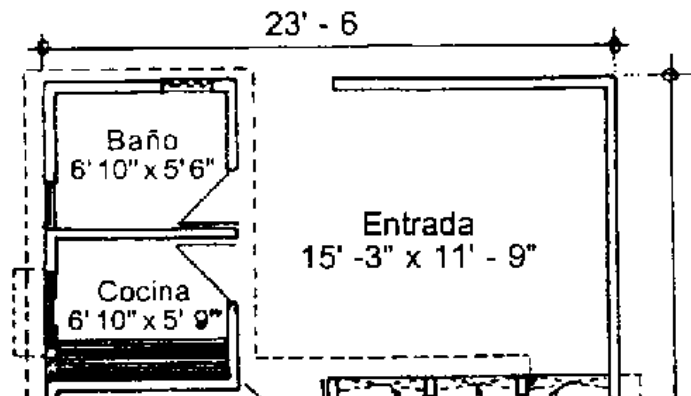
Vivienda Prototipo "RHA" - Cal en NBRI, Karachi (Bibl. 24.08)

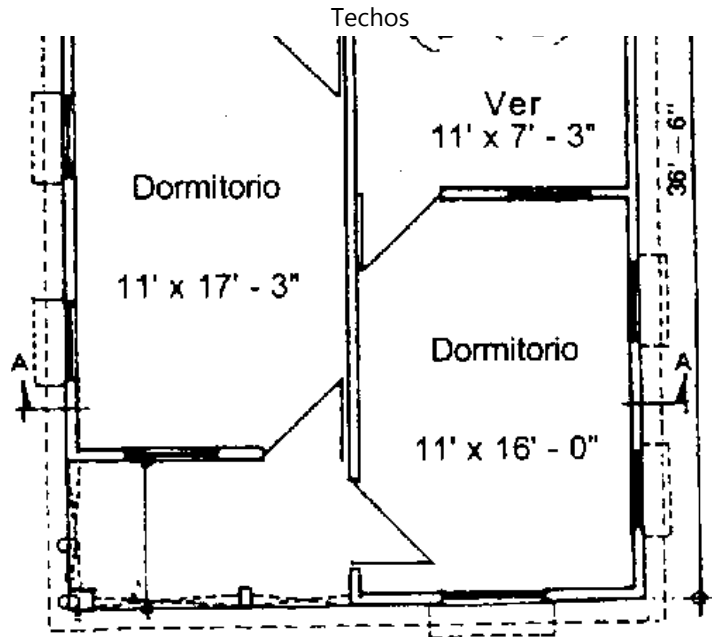
Elevaci n



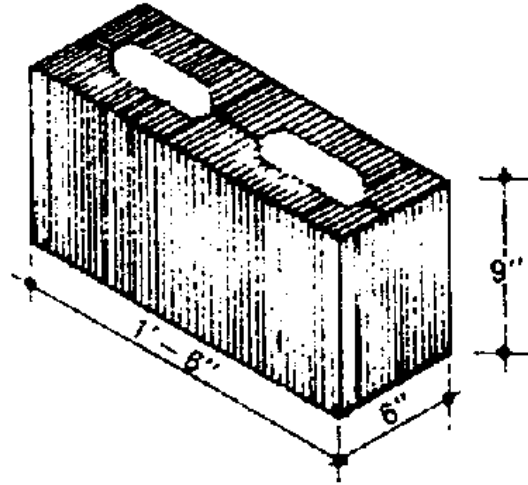


Planta





Bloque de hueco



Elevación - Planta

