



DISEÑO Y CONSTRUCCION EN QUINCHA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
PROYECTO CONSTRUCCIONES EN QUINCHA

PROYECTO FINANCIADO POR EL
CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO
DEL CANADA

DISEÑO Y CONSTRUCCION EN QUINCHA



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
PROYECTO CONSTRUCCIONES EN QUINCHA

PROYECTO FINANCIADO POR EL
CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO
DEL CANADA

Pontificia Universidad Católica del Perú

Investigador Principal:

Ing. Nino Bariola, Ph.D.

Trabajo de Campo

Coordinadora:

Ing. Doris Gonzales

Construcción:

Ing. Miguel Atauje

Ing. Fernando Linares

Investigación de Laboratorio:

Ing. Marcos Tinman, M.E.

Ing. Rafael Ortiz

Ing. Beatriz Alberca

Ing. Jorge Vargas

Consultores:

Soc. Hortensia Ferrand

Ing. Julio Vargas

Technical University of Nova Scotia, Canada

Investigador Principal:

Essy Baniassad, B.Arch., M.A., Ph.D.

Arquitectos:

Terry Galvin, BEDS, M.Arch.

Michael Carroll, BEDS, M.Arch.

David Benavides, BEDS, M.Arch.

Victor Yañez, B.Arch.

Presentación

La presente publicación recoge la experiencia de realizar construcciones de quincha en el distrito de Villa El Salvador, labor llevada a cabo como actividad principal del Proyecto *Construcciones en Quincha*.

Este proyecto ha sido desarrollado por la Universidad Técnica de Nueva Escocia, Canadá y la Pontificia Universidad Católica del Perú, instituciones que trabajaron en forma coordinada con la Comunidad Urbana Autogestionaria de Villa El Salvador. Los estudios fueron dedicados a investigar en el área del diseño de viviendas en zonas de bajos recursos, y a la realización de una serie de obras comunales. Las propuestas de diseño y la construcción se desarrollaron con una participación activa de los dirigentes y pobladores de V.E.S.

Se adoptó el sistema constructivo de quincha por ser el más apropiado para la zona de implementación. La quincha es un sistema constructivo que brinda innumerables ventajas como hábitat en la costa del Perú, por el agradable ambiente que proporciona, gracias al excelente aislamiento de sus materiales, por su buen comportamiento durante terremotos, y por su bajo costo. Esta publicación tiene como objetivo presentar nuestra experiencia construyendo en quincha en Villa El Salvador a un amplio público formado por arquitectos, ingenieros, constructores e interesados en general.

Introducción

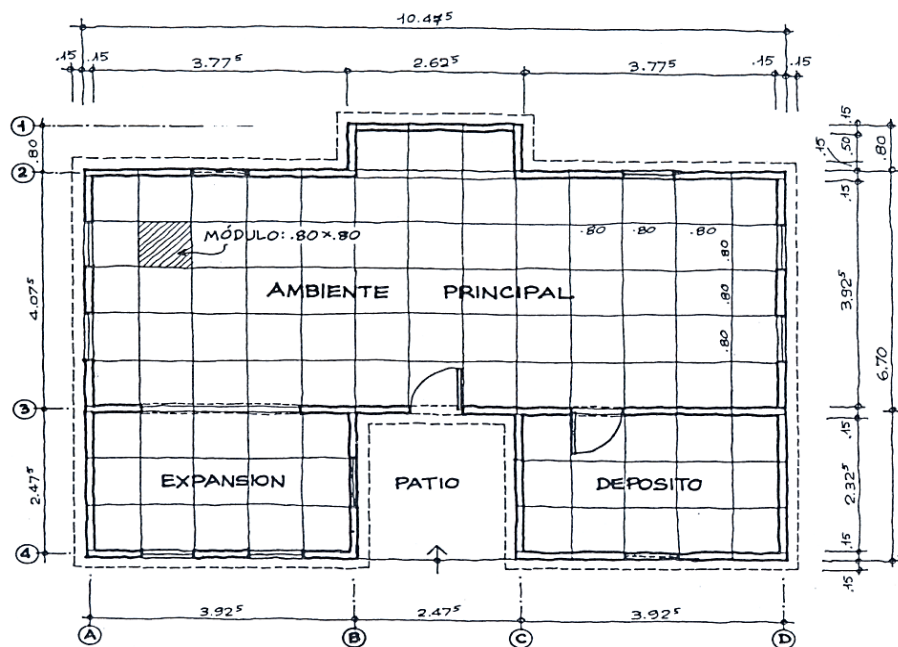
En una construcción la estructura y la cimentación resisten los esfuerzos ocasionados por diferentes acciones tales como el viento, los terremotos y el peso de la estructura.

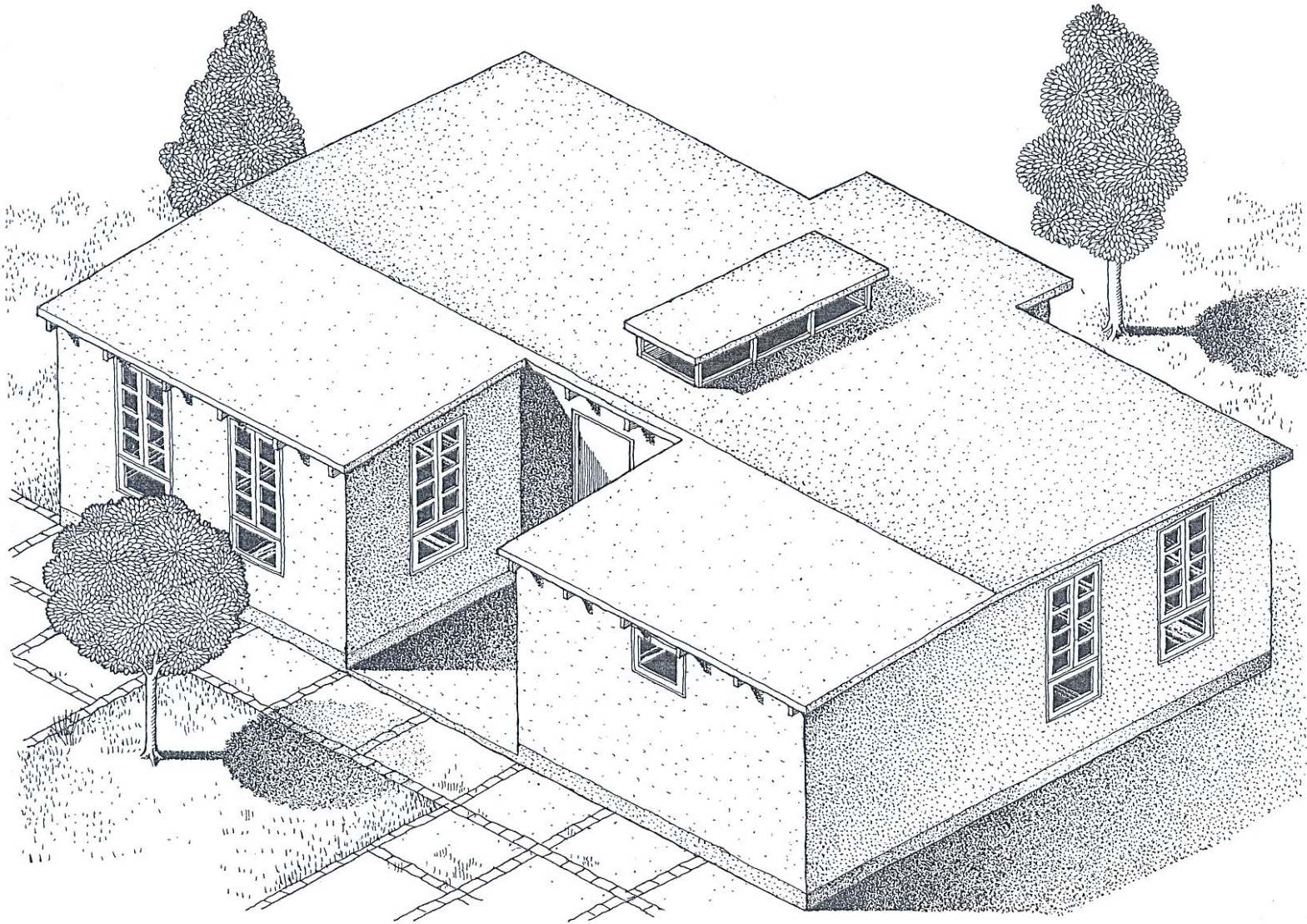
La estructura de la construcción está formada por paneles convencionales, paneles sísmicos, solera, tijerales o vigas, y viguetas. La resistencia ante las fuerzas horizontales que ocasionan los sismos, está dada por el tarrajeo de barro y los paneles sísmicos. Los paneles sísmicos tienen la función de garantizar la seguridad en caso de un sismo muy severo, que pudiera dañar al tarrajeo de barro.

Con la finalidad de facilitar la presentación nos referiremos a un ejemplo, del cual se han construido tres variantes en Villa El Salvador para servir de salón comunal de usos múltiples, tales como PRONOEI (Programa No Escolarizado de Educación Inicial), salón de reuniones vecinales, consultorio médico, etc. Por simplicidad denominaremos a este ejemplo, "PRONOEI".

EL local del PRONOEI consta de un ambiente amplio con dimensiones aproximadas de 10 x 4 m, el cual puede ser usado como un solo ambiente o dividirlo en dos, y sirve además para las reuniones vecinales. Tiene además un ambiente de expansión para permitir actividades de pequeños grupos y un depósito, que puede servir de ser necesario para oficina o consultorio, en cuyo caso se requeriría de una puerta hacia el exterior.

Las siguientes secciones están referidas al diseño de la cimentación y estructura.





Descripción del Sistema

En base a estudios realizados en la Universidad Católica y la experiencia de diseño y construcción de locales comunales en Villa El Salvador, se ha llegado a la siguiente propuesta para construcciones de 1 piso.

(a) Cimentación

La cimentación consiste en una losa de concreto armada con caña. La losa tiene un anillo perimetral de concreto. El sobrecimiento tiene una altura mínima de 20 cm sobre la losa y un ancho de 15.0 cm, igual al ancho del muro terminado.

(b) Paredes

Las paredes son formadas por paneles prefabricados de 0.80 m de ancho y alturas de 2 a 2.40 m, los que son fabricados en base a un marco de madera, estera y tarrajeo de barro. Los paneles tienen secciones de madera (no cepillada) de 2.5 x 7.5 cm. El espesor terminado de los muros es 15 cm. Las paredes están conformadas por la unión de paneles de dos tipos: paneles convencionales y paneles sísmicos.

(c) Techo

El techo es de vigas de madera y cobertura de caña con mortero de cemento. Se usan vigas de madera de tornillo espaciadas a 0.8m. Las cañas proporcionan un aislamiento adecuado, a pesar de su reducido espesor. El mortero de cemento se aplica en espesores del orden de 2 cm, con lo cual se logra una cobertura liviana, durable y resistente a la lluvia.

El sistema tiene diferentes ventajas que se describen a continuación:

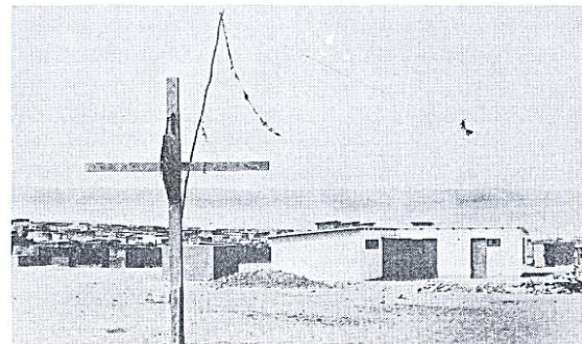
La estructura es liviana. Los paneles pesan aproximadamente 100 Kg/m² y el techo alrededor de 70 Kg/m². El reducido peso conlleva ahorro en la estructura de madera y cimentación, y por consiguiente en el costo global de la obra.

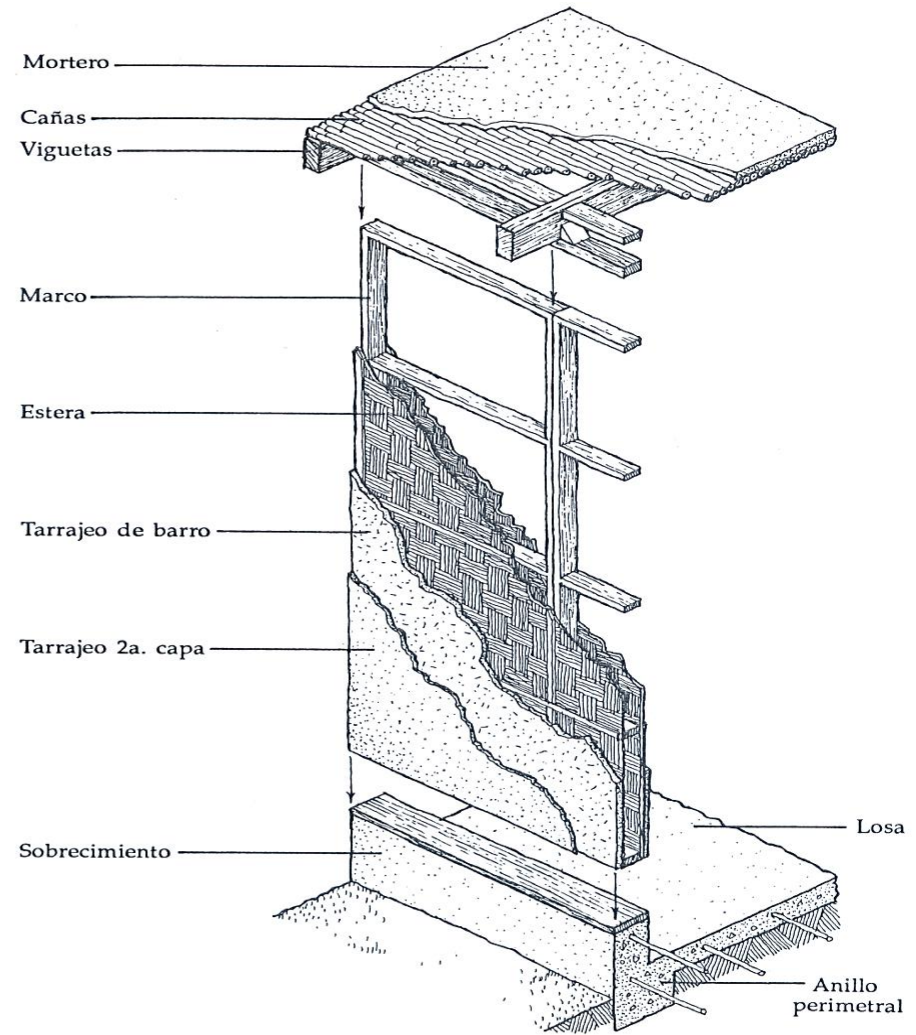
El espesor de los muros es reducido. Los muros acabados tienen un espesor de 15 cm, consecuentemente, se usa eficientemente el espacio.

Los materiales usados en la quincha poseen características aislantes óptimas. Como resultado, el ambiente es muy confortable en invierno y verano.

La construcción de quincha es segura frente a terremotos. Esto se logra gracias al reducido peso del sistema y al buen comportamiento de sus elementos estructurales.

La quincha es un sistema económico, aún cuando el volumen de construcción en quincha en zonas urbanas es muy limitado en la actualidad.



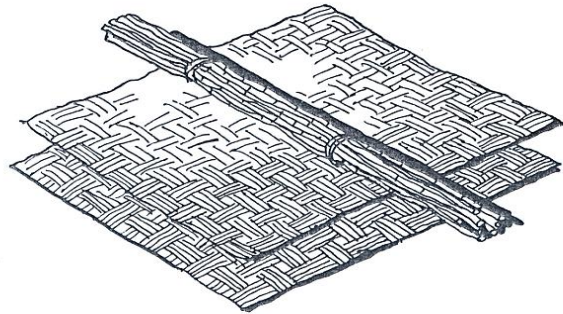


Materiales y Trabajos Preliminares

Se usan materiales convencionales como el cemento y los siguientes agregados: arena gruesa, arena fina y piedra de 1/2", los que se consiguen comercialmente sin ser necesario dar recomendaciones especiales.

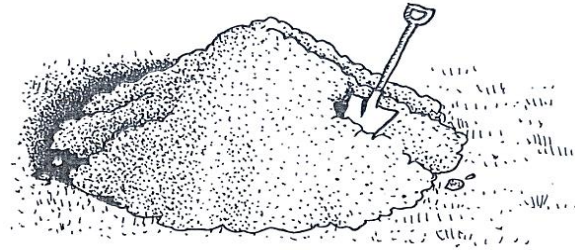
La madera utilizada para la estructura es la especie "Tornillo", por conseguirse con facilidad en el mercado. Existen muchas otras especies tales como la Copaiba, Pumaquiro, Diablo Fuerte, etc., cuya resistencia es superior, pero no son tan comerciales como el tornillo. La descripción de las diferentes especies se puede encontrar en publicaciones del PADT-REFORT, Junta del Acuerdo de Cartagena.

Las esteras usadas para la cobertura de paredes, son de carrizo (Arundo Donax), el cual se chanca cuando está maduro pero no seco. En la medida que el carrizo de las esteras se encuentre muy seco será más susceptible a quebrarse. El carrizo es también usado en la cobertura del techo.



Como refuerzo de la losa de cimentación se usa la caña brava (Ginerium Sagittatum). La caña brava posee una alta resistencia del orden de 2800 Kg/cm², comparable a la de algunos aceros, lo que permite su uso como refuerzo del concreto.

Es necesario proteger la madera, caña y esteras del ataque de insectos y hongos, aplicando un preservante.



La tierra, usada para el tarrajeo de paredes, es el material de construcción más abundante y económico. Aún en zonas urbanas, donde la tierra se compra al igual que otros materiales, su costo es muy reducido. Normalmente, se compra como "tierra de chacra", y por camionadas (volumen de un camión volquete). Es necesario seleccionar la tierra, sin embargo, casi todo suelo arcilloso es adecuado. Cuando un suelo contiene arcilla (o limo plástico), reacciona con el agua formando barro. El barro que contiene arcilla es pegajoso, puede moldearse como plastilina y puede también reducirse a rollitos de espesor muy delgado. En el Apéndice A se discute con mayor extensión este tema.

La "paja" puede ser cualquier fibra vegetal resistente y duradera. El ichu posee tales características, sin embargo, sólo crece en la sierra. También es posible usar césped, paja de arroz, etc. La paja usada debe tener un largo de aproximadamente 10 cm.

Tradicionalmente en el Perú, el concreto para cimentaciones de obras de hasta tres pisos, se hace en base a cemento, hormigón, y piedra de 15 cm de tamaño nominal. En caso de que el hormigón esté mal graduado (por ejemplo, sea excesivamente arenoso y con ausencia de grava), el concreto resulta muy pobre, por consiguiente susceptible de deteriorarse a corto plazo. El uso de una losa de cimentación requiere garantizar un concreto de buena calidad, por lo que no es recomendable usar hormigón sino piedra chancada (1/2") y arena gruesa. Se recomienda una proporción en volumen 1:4:4 de cemento, arena y piedra. El costo de la piedra chancada es superior al del hormigón, sin embargo, el costo global de usar losa de cimentación versus cimiento corrido de concreto ciclópeo reduce el costo por lo menos en un 20%. El agua debe limitarse a la cantidad mínima que permita una adecuada trabajabilidad.

La obra se inicia con la limpieza y nivelación del terreno. Es recomendable humedecer y apisonar bien el terreno después de nivelarlo para evitar asentamientos.

El trazado y replanteo, puede realizarse de la manera tradicional: con balizas, cordel y plomada, teniendo en cuenta que por tratarse de un sistema modular, es necesario replantear los ejes y los ángulos rectos en las esquinas con precisión.

Tabla de Incidencia Unitaria de Insumos
(para áreas entre 60 y 80 m²)

Cimentación:	Cantidad por m²
Concreto (m ³)	0.17
Arena gruesa (m ³)	0.09
Piedra de 1/2" (m ³)	0.09
Cemento (bolsas)	0.93
Caña brava (paquete*)	0.13
Paredes y Techo:	
Madera (pie ²)	17.2
Clavos (kg)	1.1
Esteras (unid.)	0.88
Carrizo (paquete**)	1.11
Paja (kg)	1.95
Tierra de chacra (m ³)	0.13
Arena gruesa (m ³)	0.10
Arena fina (m ³)	0.03
Cemento (bolsas)	0.16

* Cada paquete de 10 a 12 cañas de alrededor de 5m de largo c/u.

** Cada paquete de 20 a 25 carrizos de alrededor de 3m de largo c/u.

Cimentación

Dado que este tipo de construcción es liviana, se puede usar una losa a nivel casi superficial, siempre y cuando el suelo sea capaz de resistir una presión de 0.5 Kg/cm². Si en la zona existen construcciones de ladrillo con cimientos convencionales es muy probable que el suelo sea suficientemente bueno como para construir con el sistema propuesto. El espesor de la losa debe ser de 10 cm como mínimo.

La losa permite distribuir adecuadamente el peso de la construcción, integrar a los elementos estructurales, y servir directamente de piso.

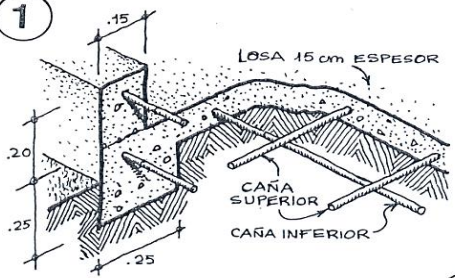
La losa está reforzada con caña brava, material de bajo costo, que actúa de manera similar a las varillas de acero. La caña debe estar espaciada a 30 cm. Es necesario que las cañas en dirección perpendicular a los muros portantes sean ubicadas más cerca de la superficie superior de la losa. Esto se debe a que en suelos blandos, la losa tiende a levantarse al centro del paño, y a fisurarse de no existir la caña. En el ejemplo, los muros portantes se encuentran en la dirección EO, por consiguiente, las cañas superiores seguirán la dirección NS.

El sobrecimiento protege a las paredes contra la erosión y la humedad del suelo. A lo largo de la cara superior se ancla un listón de madera de 2.5 cm de espesor por 15.0 cm de ancho que se coloca inmediatamente después del vaciado. Este elemento es la unión entre la estructura de madera y el sobrecimiento, y su correcta nivelación y fijación es muy importante para la posterior instalación de los paneles.

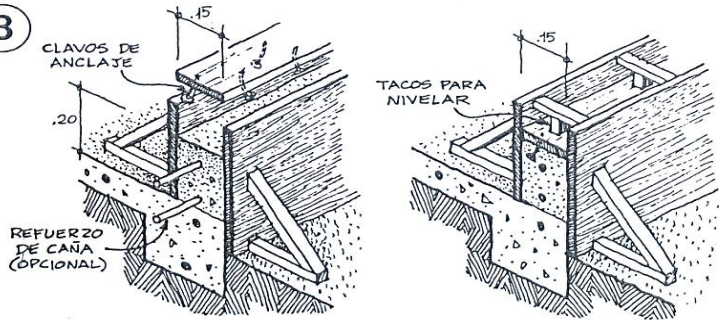
Recomendaciones para la fabricación de la cimentación:

- a) La losa debe ser vaciada en su totalidad en un mismo día, de manera de lograr un elemento monolítico.
- b) Se debe mantener las cañas alineadas sujetándolas entre sí con alambre.
- c) La losa aún fresca puede pulirse con cemento, si se quiere evitar el gasto de un acabado posterior.
- d) Para mejorar la adherencia es conveniente dejar un acabado áspero o rayado en las zonas sobre las que se vaciará el sobrecimiento.
- e) Se debe "curar" el concreto manteniéndolo húmedo durante los dos días posteriores al vaciado. El curado puede realizarse usando una "cama" de arena húmeda.
- f) Antes de encofrar el sobrecimiento, es necesario replantear cuidadosamente los ejes y la forma del sobrecimiento. Para verificar visualmente si el listón de madera y el concreto están en contacto, es conveniente hacer perforaciones en el listón aproximadamente cada metro.

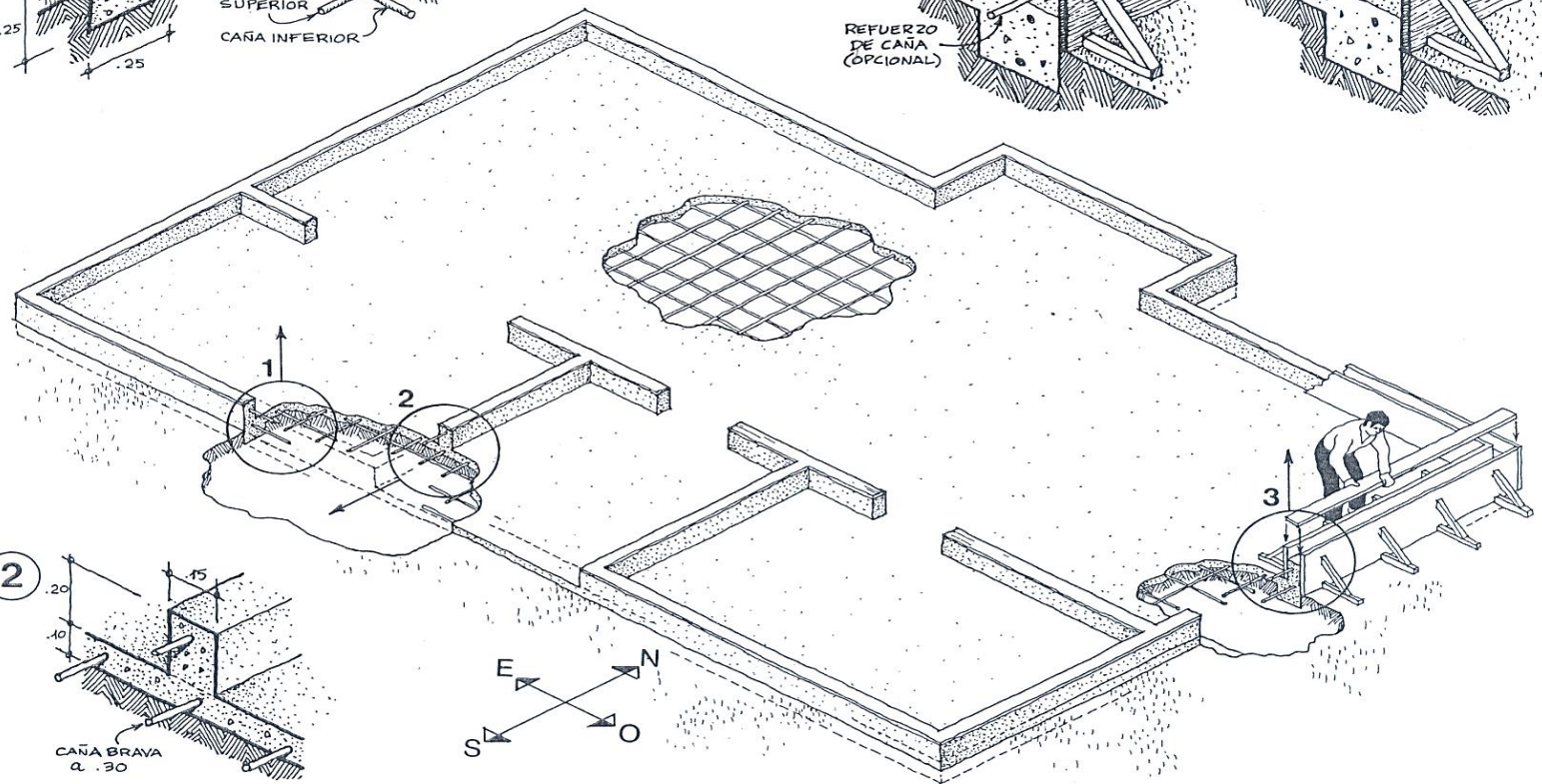
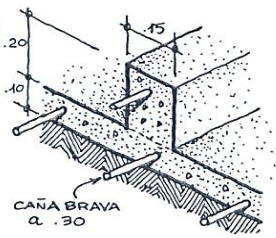
1



3



2



Diseño de Paneles

Los terremotos constituyen una de las pruebas más severas a las que se verá sometida la estructura. El buen comportamiento de la estructura depende de su forma, la que debe ser simétrica en lo posible, y de la resistencia y adecuada unión de elementos estructurales y cimentación.

En particular, la resistencia de las paredes es esencial. Estudios realizados en la Universidad Católica, han permitido determinar el número de paneles requeridos para garantizar la seguridad de la edificación. En cada dirección (NS y EO en el ejemplo) se determina el número mínimo de paneles a partir del área techada en m^2 usando las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} \text{Número de Paneles Convencionales} &= \text{Area}/6 \\ \text{Número de Paneles Sísmicos} &= \text{Area}/12 \end{aligned}$$

Los paneles sísmicos deben colocarse, de preferencia, en las esquinas de la edificación.

El área del PRONOEI es de $66 m^2$, por consiguiente:

El número mínimo de paneles convencionales en cada dirección es igual $66/6 = 11$ paneles.

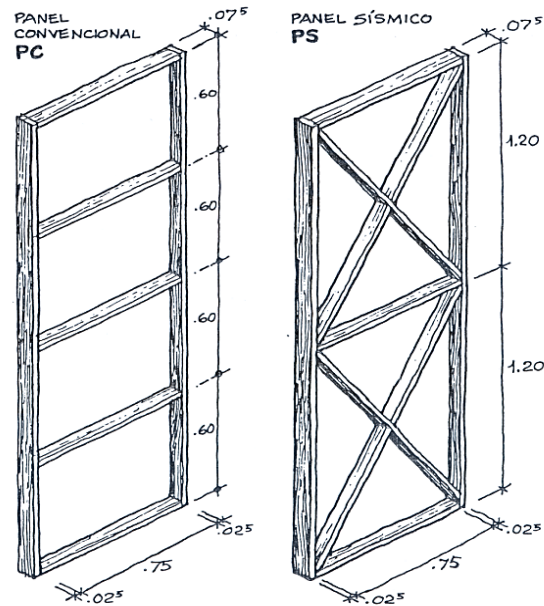
El número mínimo de paneles sísmicos es igual a $66/12 = 5.5$, es decir 6 paneles.

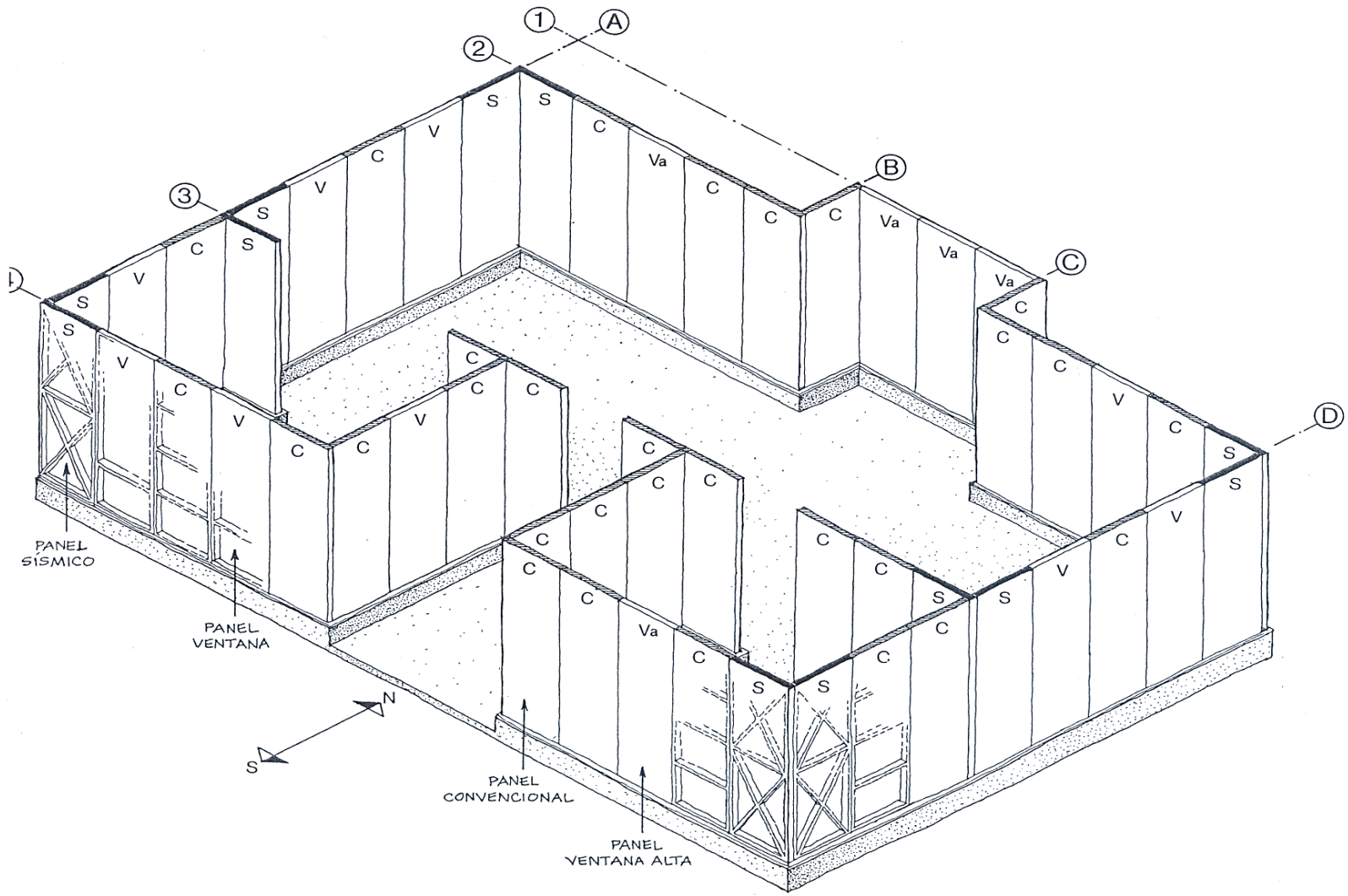
Los paneles sísmicos han sido colocados en las esquinas exteriores, en los extremos del eje 3 y en una zona intermedia de los ejes A y D.

En la dirección EO se requieren en total 31 paneles, de los cuales 8 son paneles ventana, 6 paneles sísmicos, por consiguiente quedan 17 como paneles

convencionales, satisfaciéndose la condición de un mínimo de 11.

En la dirección NS se requieren 24 paneles, de los cuales 6 son paneles ventana, 6 paneles sísmicos, por consiguiente quedan 12 como paneles convencionales, satisfaciéndose la condición de un mínimo de 11.



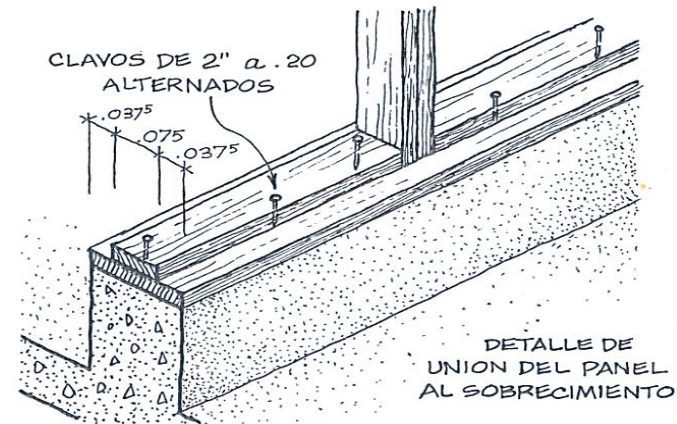
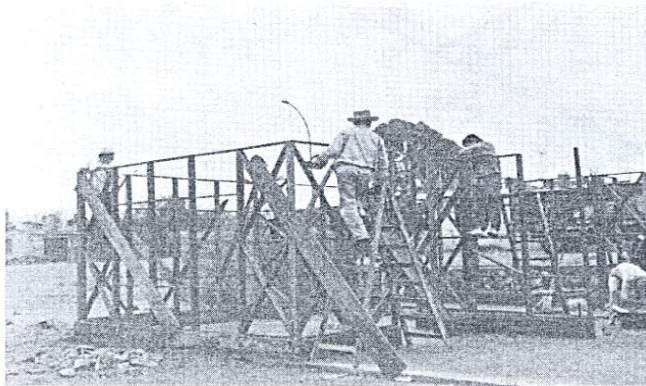
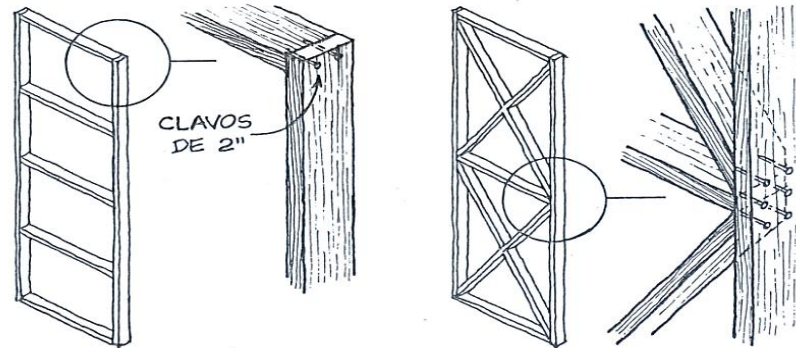


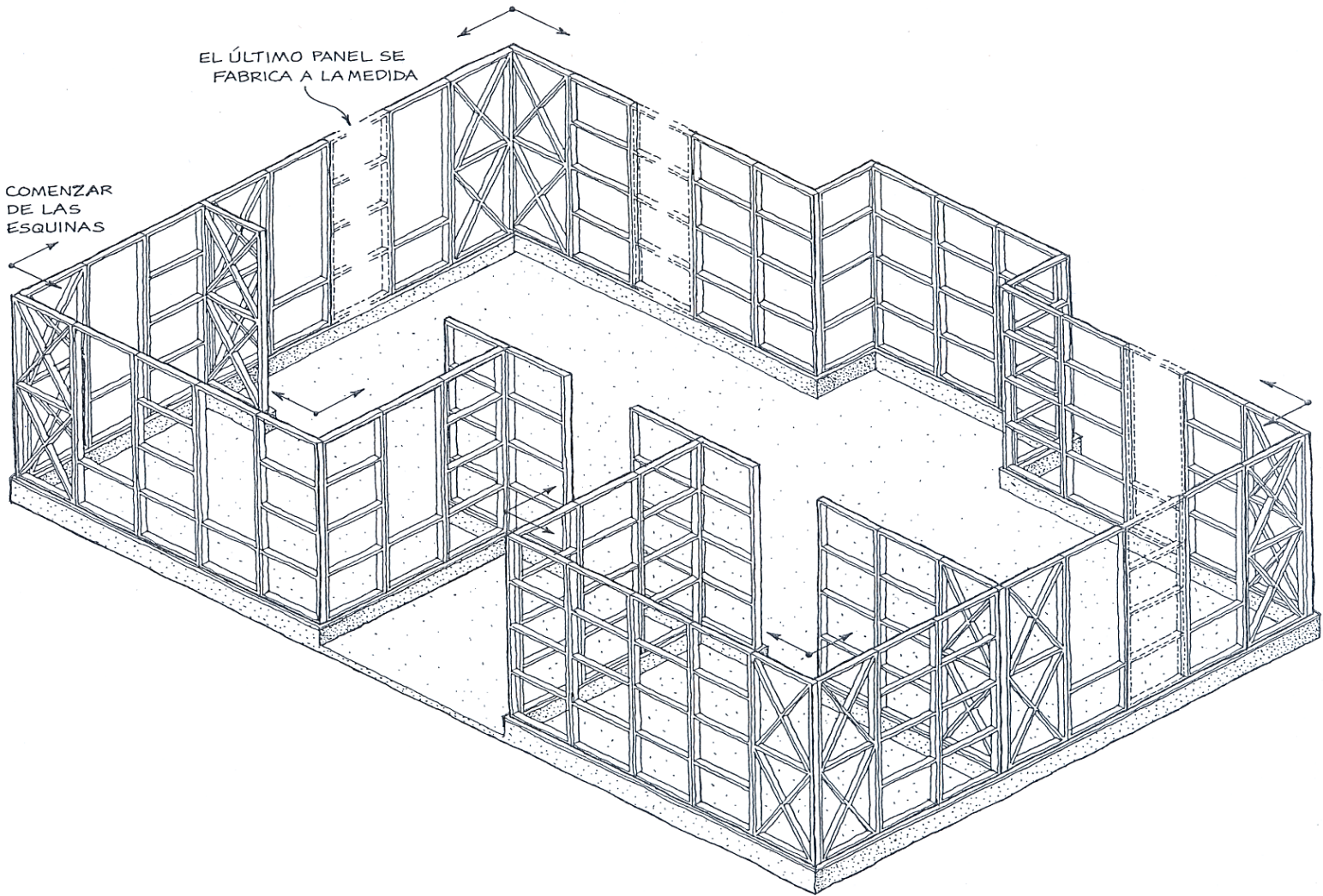
Fabricación y Colocación de Paneles

En la fabricación de los paneles, es importante cuidar la perpendicularidad de pies derechos y travesaños.

En la colocación de los paneles se debe tomar en consideración las siguientes recomendaciones:

- a) Colocar los paneles correctamente alineados sobre los ejes de los muros.
- b) Colocar los paneles de las esquinas en primer lugar, luego los más cercanos a las esquinas y así sucesivamente. El último panel se fabrica a la medida, de manera de cerrar el espacio remanente.
- d) Usar clavos de 2" en zigzag, cada 10 cm aproximadamente, para unir los paneles entre sí y los paneles con la tabla base.






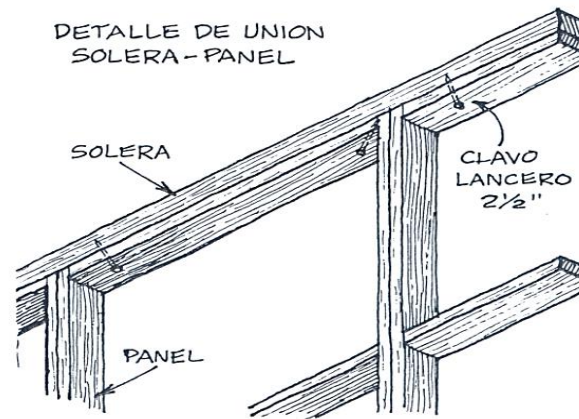
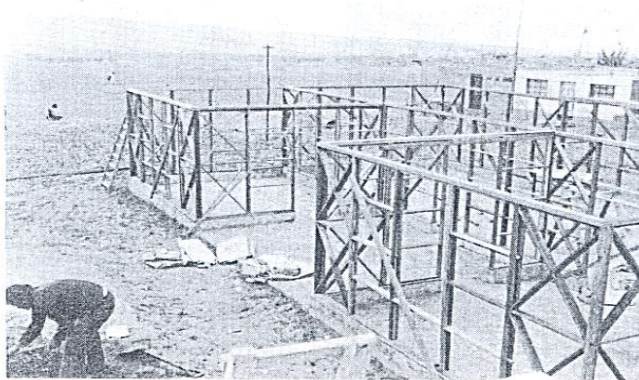
Vigas y Soleras

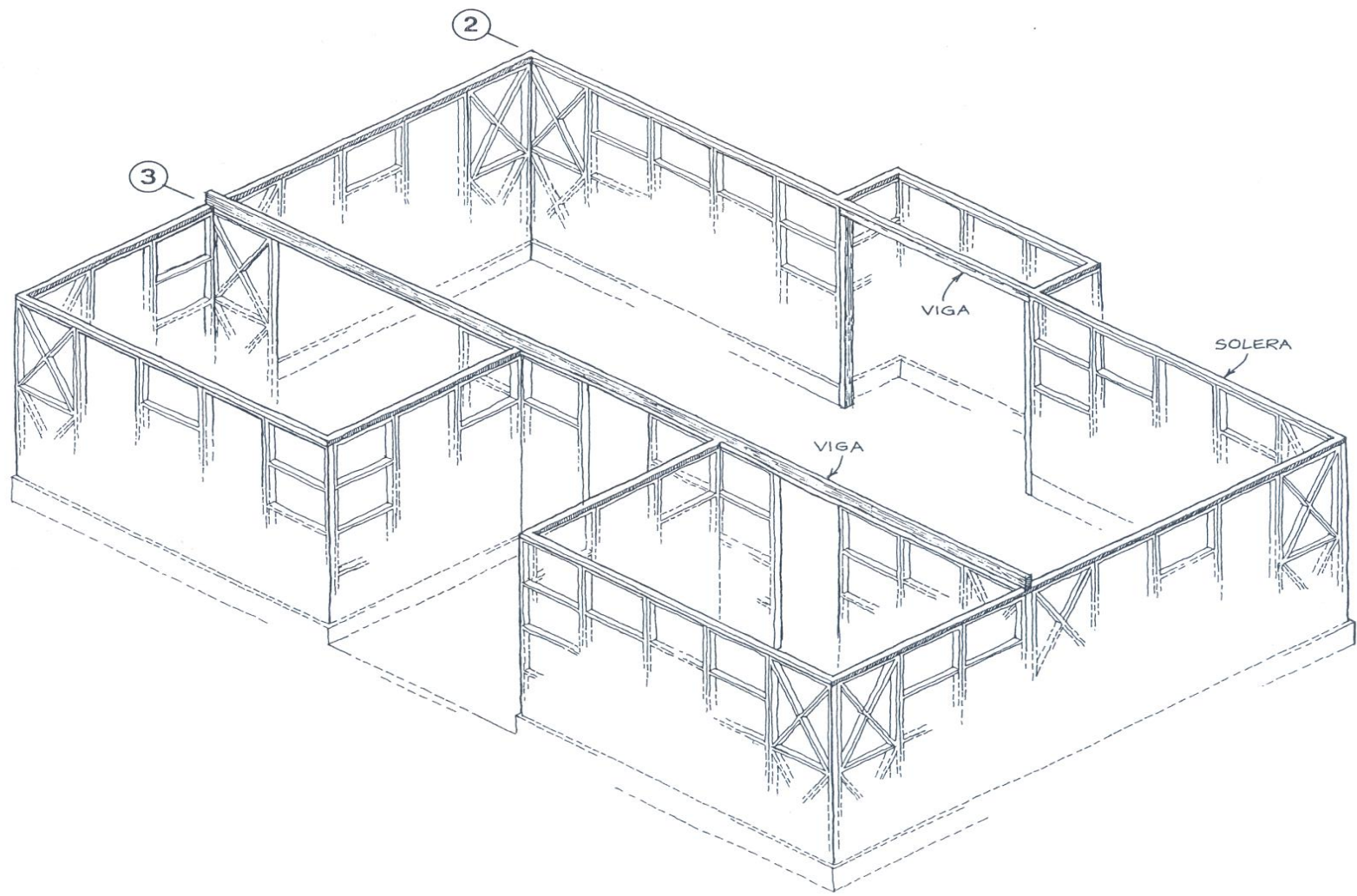
En el PRONOEI existen vigas sirviendo funciones de cumbrera (encuentro de los dos techos a 2 aguas) en el eje 3, y en el eje 2 como dintel del armario. Para el dintel se ha usado una viga de 5 x 10 cm y en la cumbrera una de 7.5 x 15. En ambos casos, la viga se ha unido a la solera, es decir ambas trabajan conjuntamente. La viga se ha colocado a todo lo largo del eje 3, de manera de lograrse una pendiente de 3.75%.

Las dimensiones de vigas requieren ser calculadas por un especialista, sin embargo, para casos de coberturas tales como la propuesta, cuyo peso es de 70 kg/m², y si la viga recibe viguetas cuyas luces sumadas son menores a 6.4 m, se puede usar las siguientes dimensiones:

Luz de la Viga (m)	Sección de la Viga (cm)		
	b	h	
2.40	7.5	15.0	
3.20	7.5	17.5	
4.00	7.5	20.0	

La solera se clava sobre los paneles. Además de su función básica de unir todos los paneles y las viguetas, sirve también de dintel en puertas y ventanas. La sección recomendable es de 7.5 cm de ancho por 5 cm de alto.





Viguetas y Tijeral

El peso del techo es soportado por viguetas espaciadas a 80 cm, distancia que puede ser cubierta adecuadamente por la caña.

Para el tipo de cobertura propuesta se recomiendan las siguientes secciones de viguetas en función de la luz.

- a) Para luces de hasta 2.40 m : 5.0 x 7.5 cm
- b) Para luces desde 2.40 m hasta 3.20 m: 5.0 x 10.0 cm
- c) Para luces desde 3.20 m hasta 4.00 m: 5.0 x 12.5 cm

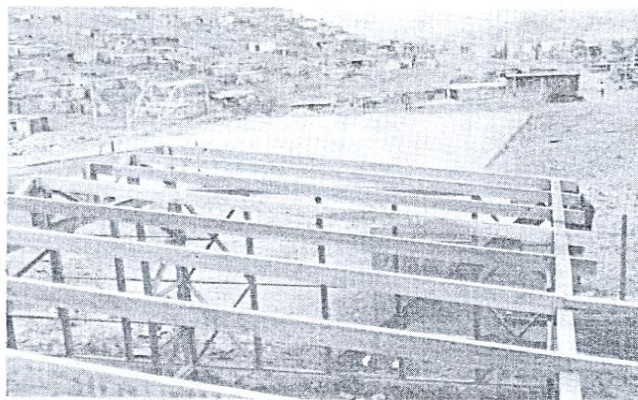
En el PRONOEI, existen luces de 4 y 2.40 m, luces que se podrían cubrir con secciones de 5 x 12 y 5 x 7.5 cm, respectivamente. Sin embargo para simplificar el encuentro a nivel de la cumbrera se han seleccionado viguetas de 5 x 12.5 cm, para ambos casos.

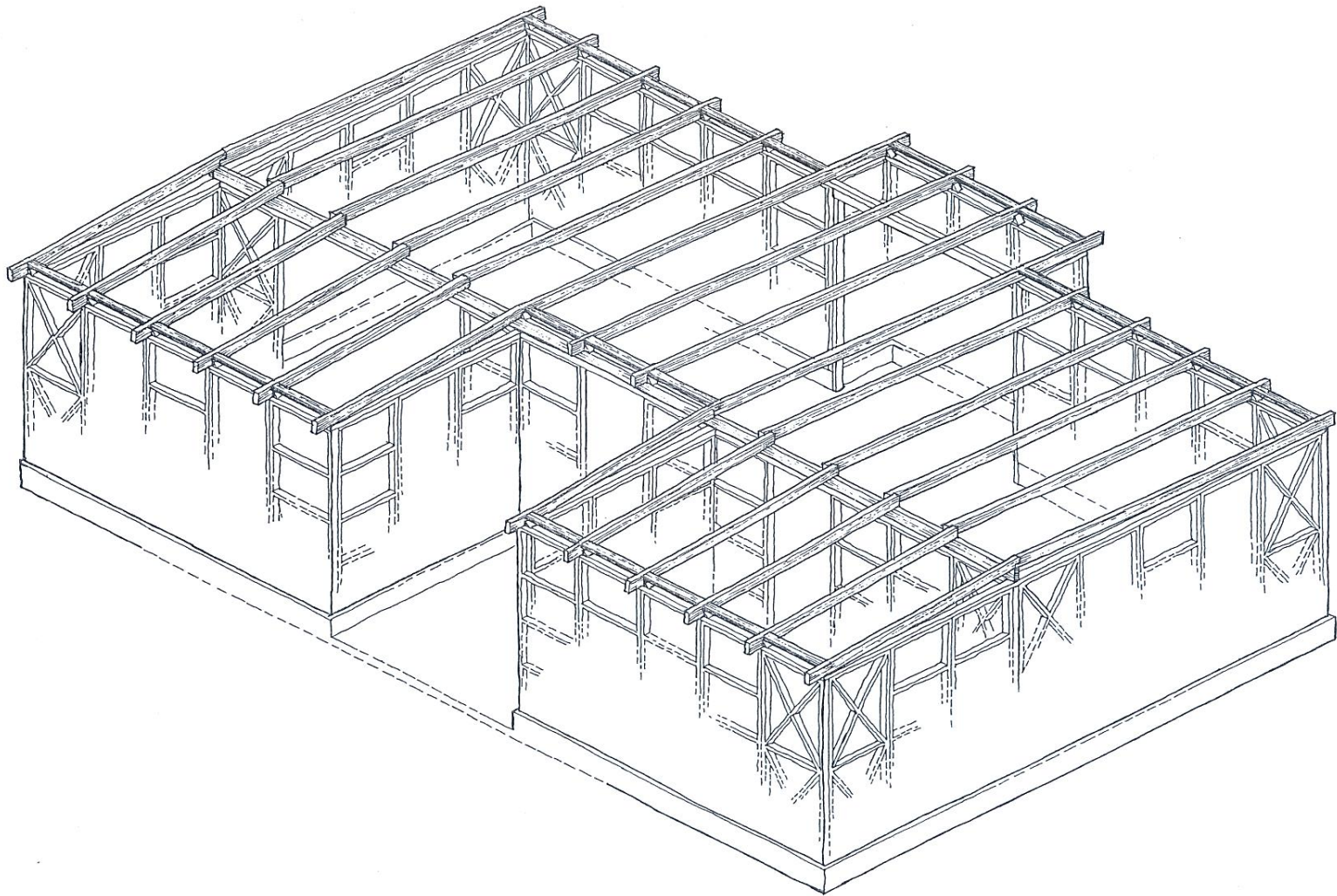
Pendiente del techo

Para evitar el empozamiento del agua es necesario que el techo tenga pendiente, la magnitud de la cual depende del tipo de cobertura. Si el techo es acabado con cemento pulido, y se garantiza que la superficie es uniforme, sin zonas hundidas, es suficiente una pendiente de un 3%. En caso de usar planchas corrugadas, se deben seguir las recomendaciones del fabricante.

Tijeral

Se puede usar un tijeral con el propósito de levantar el nivel de la cumbrera para lograr la pendiente necesaria y recibir el techo, y cuando usar un elemento sólido de madera resultaría muy costoso. Su posición es encima de la solera. Para cubrir luces libres de hasta 2.40 m, se pueden usar secciones de madera de 2.5 cm x 7.5 cm. Para luces libres de hasta 4.00 m se requieren secciones de 4 cm x 7.5 cm. (Ver detalle en la pág. 36)





Cobertura

Techo

El encañado del techo se hace con carrizo, el cual se clava a las viguetas con clavos de 1 1/2". El carrizo debe volar un mínimo de 15 cm hacia el exterior para formar el alero. Los huecos de las cañas deben ser tapados, para protegerlas de los insectos.

Se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a) Procurar que el clavado de la caña a la primera vigueta se produzca cerca a un nudo.
- b) Evitar en lo posible usar los extremos de las cañas, por tener un grosor diferente al resto de la pieza.
- c) Los empalmes entre cañas se deben hacer sobre una de las viguetas.

Paredes

Los paneles se cubren por ambos lados con esteras, dejando la cara áspera hacia el exterior para mejorar la adherencia con el tarrajeo.

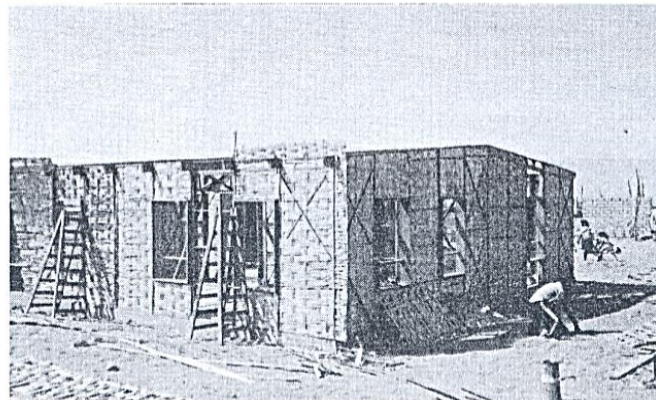
Es necesario asegurarse que la estera quede bien sujeta y tensa para que al recibir el tarrajeo éste no se fisure.

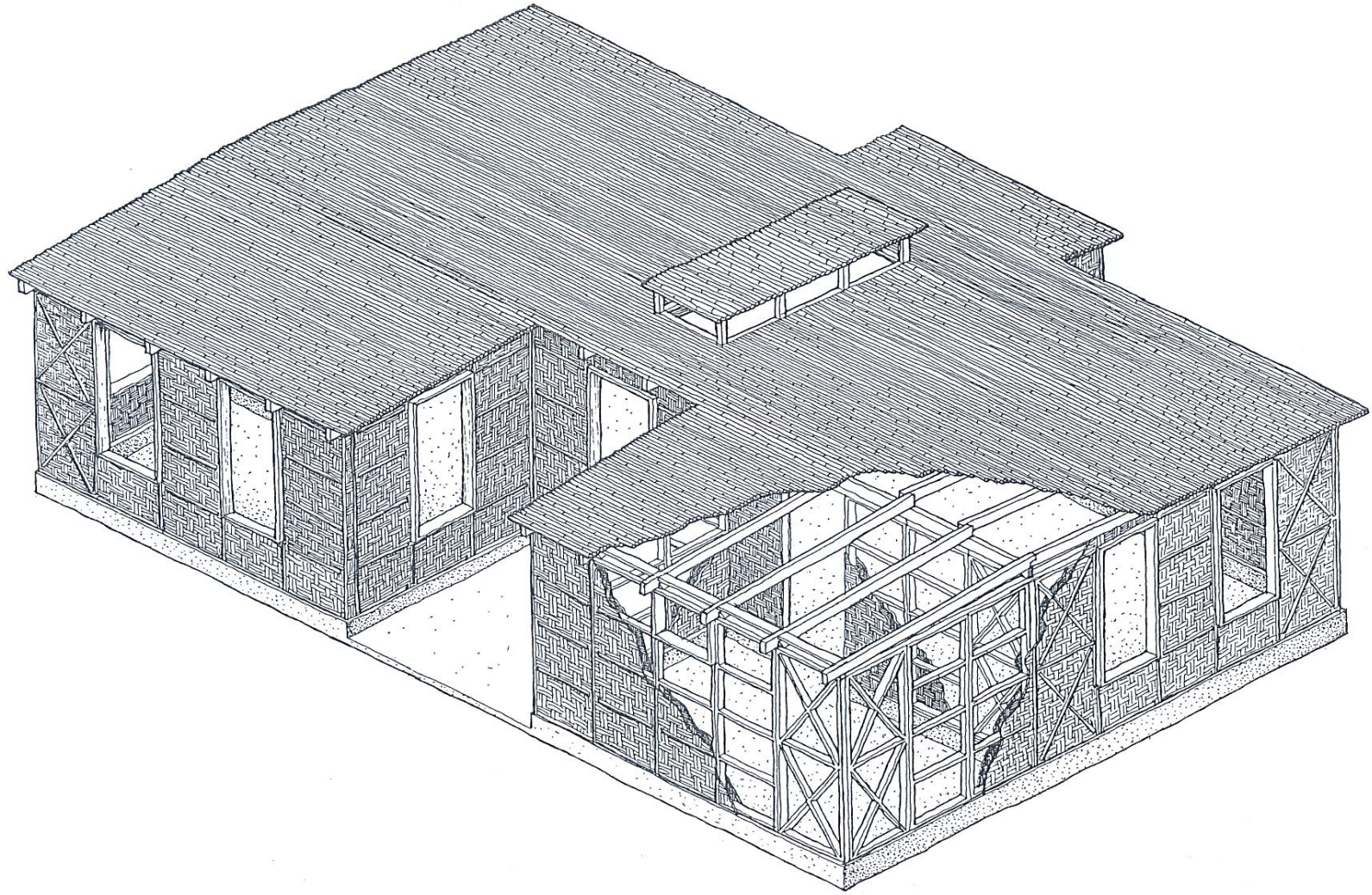
Para fijar las esteras sobre los paneles se utiliza cintas de madera de 2.5 cm de ancho por 0.4 a 0.5 cm de espesor, a todo lo largo de los pies derechos, travesaños y diagonales, usando clavos de 1" espaciados a 20 cm.

Adicionalmente se deben considerar las siguientes recomendaciones:

- a) La estera debe colocarse cubriendo por lo menos 2 paneles consecutivos, luego de lo cual se cortan los sobrantes.

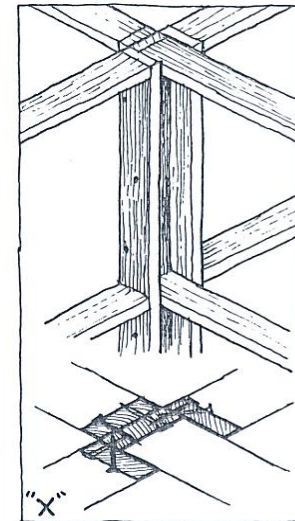
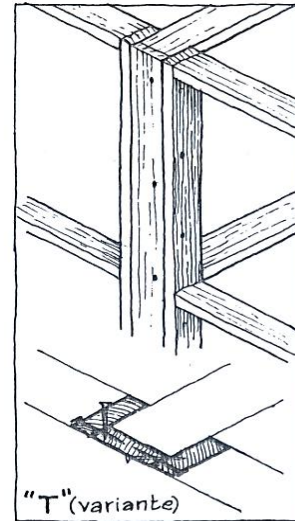
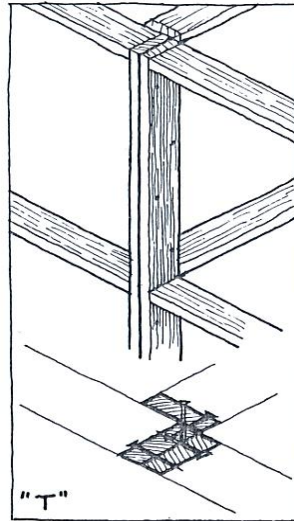
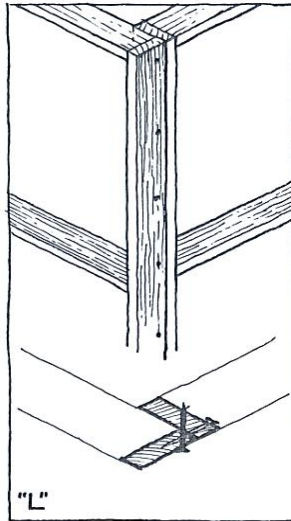
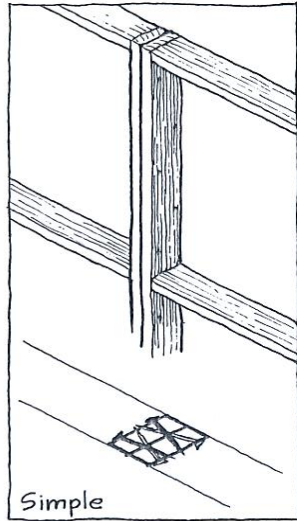
- b) El extremo de una estera debe siempre coincidir con un pie derecho. Las esteras no deben ser sobrepuestas en los extremos.
- c) En algunas esquinas se presentan problemas para fijar las esteras a los paneles. En estos casos, se debe clavar tacos de madera a los paneles cada 40 cm aproximadamente (ver pág. 23).



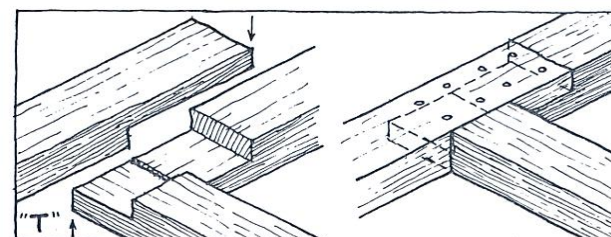
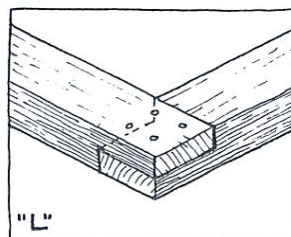
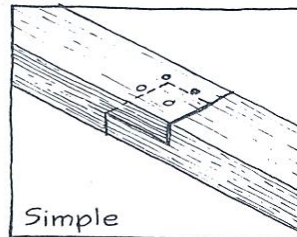


Detalles de la Estructura

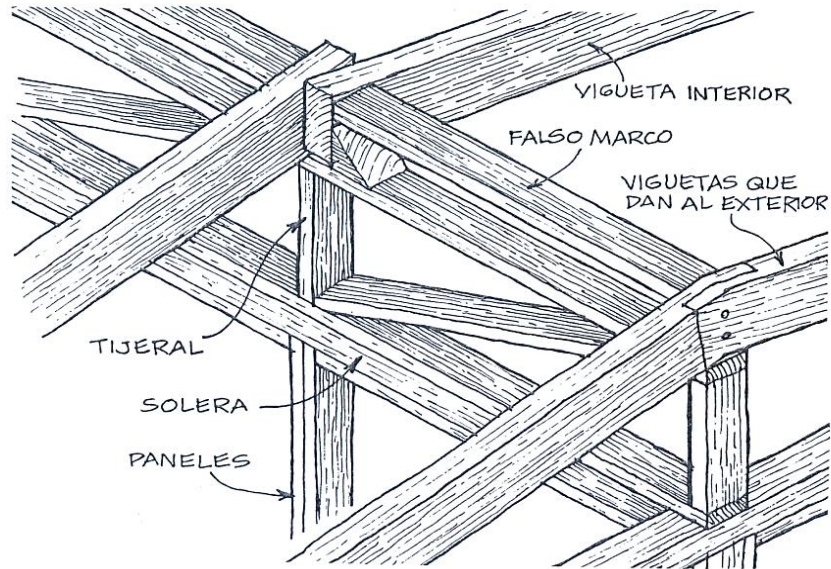
Encuentros de Paneles:



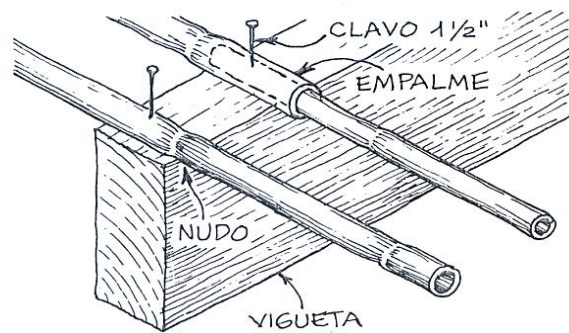
Encuentros de Soleras:



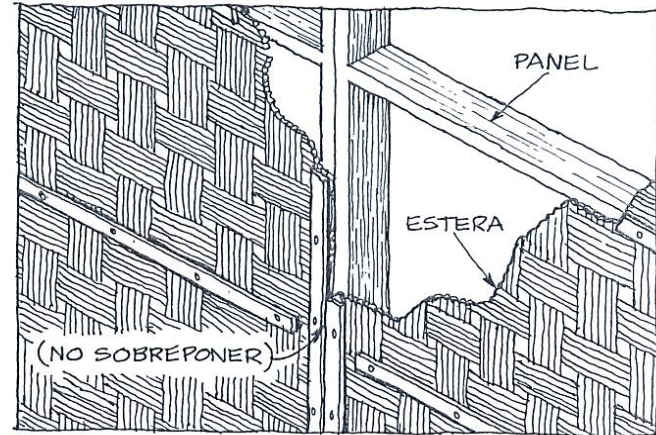
Encuentro de Viguetas:



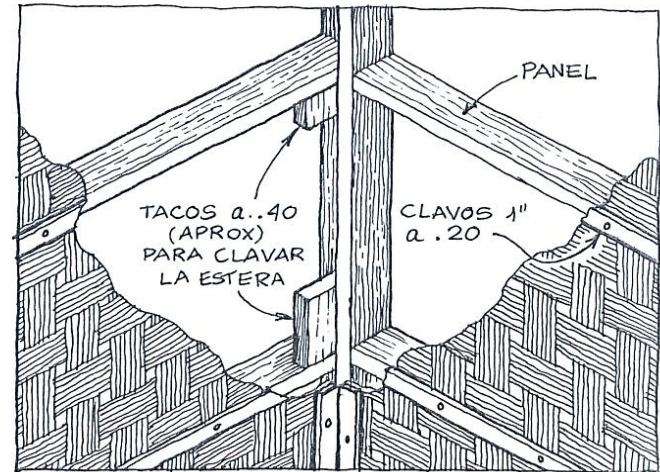
Forma de clavar Carrizos:



Encuentro de Esteras:



Simple



En esquina

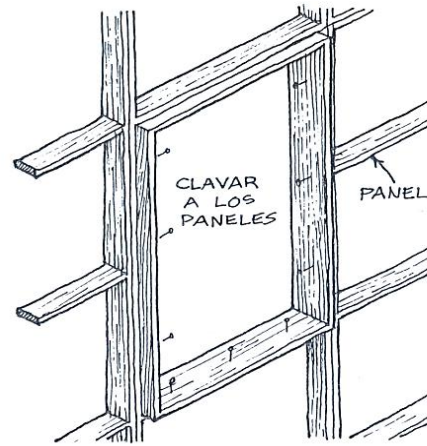
Puertas y Ventanas

Las ventanas se colocan dentro de paneles similares al convencional, en el cual se eliminan los travesaños que sea necesario.

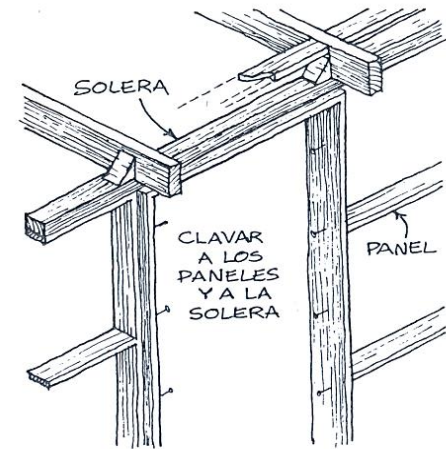
Para las puertas se dejan vanos de 0.80 m de ancho por la altura de los paneles. Después de colocar el marco, el vano tendrá 0.75 m de ancho libre.

Los marcos para puertas y ventanas se clavan a los paneles. Se usa tablas de madera cepillada de 2.5 cm de espesor por 15.0 cm de ancho; este ancho es igual al espesor final que tendrá la pared, por lo tanto, el marco sirve como guía para controlar el grosor del recubrimiento.

Es preferible colocar las hojas de las puertas y ventanas antes de empezar a tarrajear las paredes, para evitar golpes que pueden afectar al tarrajeo.

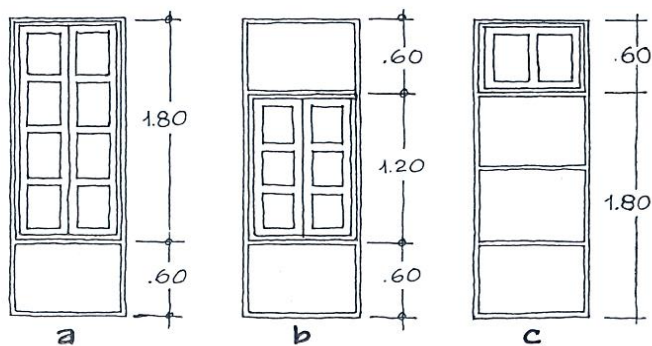


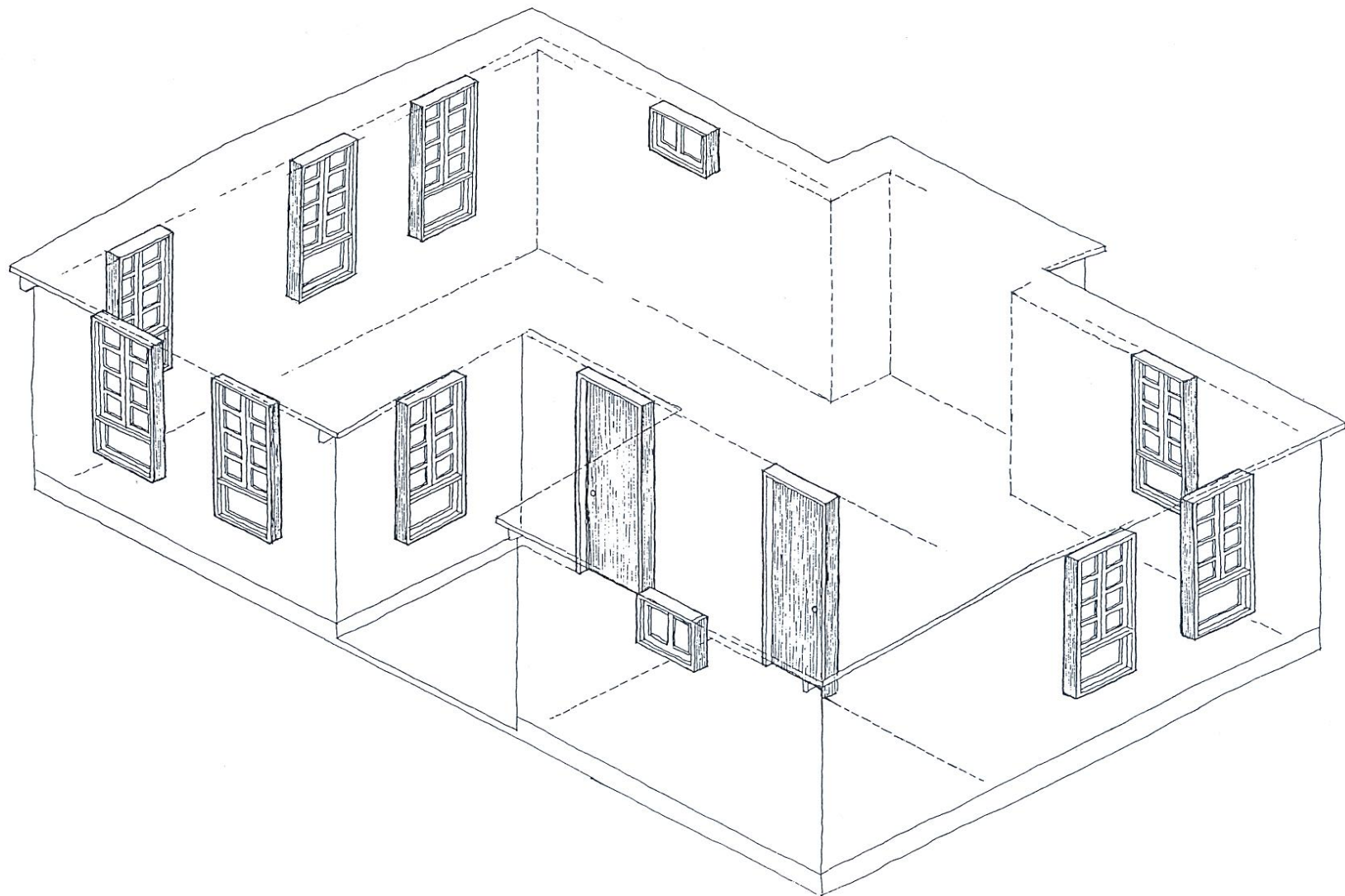
MARCO PARA VENTANA



MARCO PARA PUERTA

Tipos de Ventanas:





Recubrimientos

Techo

Previamente debe aplicarse un preservante para protección de la caña. El recubrimiento es un mortero cemento: arena gruesa en proporciones por volumen 1:6 y de 2.5 cm de espesor. Debe ser pulido con plancha metálica espolvoreando cemento para reducir su permeabilidad, y curado con agua por lo menos por un día. Para evitar la fisuración del mortero se recomienda usar la cantidad mínima de agua que permita una adecuada trabajabilidad de la mezcla.

Debido a las irregularidades de las cañas, es recomendable llenar con barro los espacios entre éstas, para evitar el desperdicio del mortero.

Se debe evitar el uso de papel o plástico entre la cobertura de caña y el mortero para que se adhieran convenientemente.

Paredes

Previamente al tarrajeo es recomendable aplicar preservante a las esteras. El recubrimiento de las paredes se hace en 2 capas. La primera capa, fabricada con tierra, arena gruesa y paja, debe tener un espesor apenas suficiente para cubrir las cintas de madera (aproximadamente 2.0 cm). Tarrajeos con espesores mayores no se adhieren bien por ser excesivamente pesados.

La tierra y la paja deben seleccionarse de acuerdo a las recomendaciones dadas en la Sección Materiales.

Normalmente, la tierra requiere de la adición de arena gruesa para reducir la fisuración y mejorar la

trabajabilidad. El porcentaje que se añade dependerá de cuán arcillosa sea la tierra. Normalmente, la mezcla óptima (arena:tierra) debe estar entre 1:1 y 1:2 por volumen para suelos de mediana plasticidad que son los más corrientes. La paja ayuda a controlar las fisuras y su uso es recomendable; sin embargo, dada la dificultad de obtener paja en zonas urbanas, se puede optar por una mezcla sólo de arena:tierra, cuya proporción se puede determinar mediante pruebas (ver Apéndice A).

Recomendaciones de preparación:

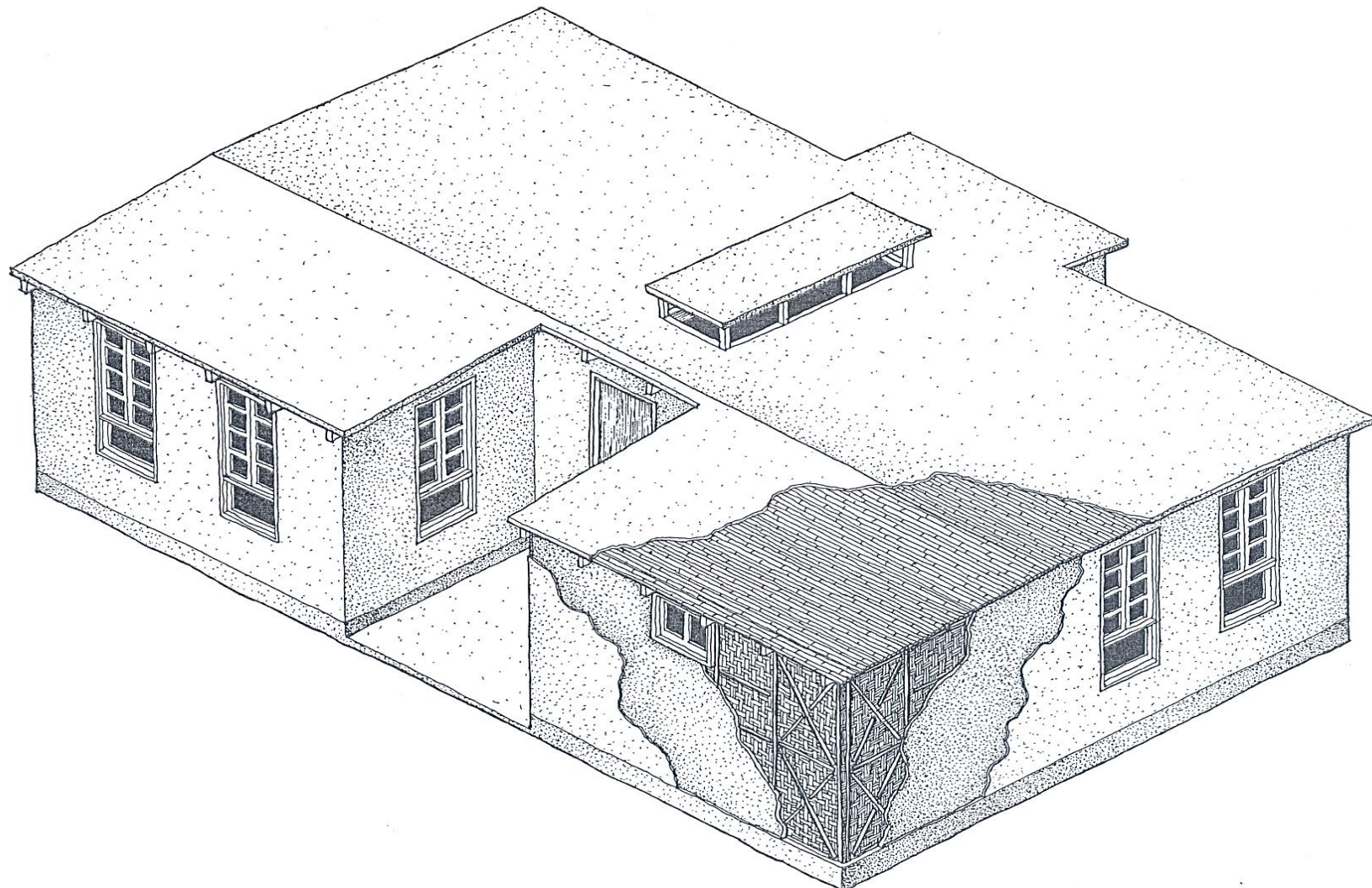
- 1) Mezclar los materiales en seco.
- 2) Preparar la mezcla con agua, apisonarla con los pies y "voltearla" con lampa varias veces.
- 3) Dejar dormir la mezcla 1 ó 2 días.
- 4) Inmediatamente antes de tarrajar, agregar una cantidad de agua apenas suficiente para lograr una mezcla trabajable.

Recomendaciones de aplicación:

- 1) Aplicar la mezcla presionando sobre la estera, a mano o con herramientas, de abajo hacia arriba, para que se adhiera a la estera.
- 2) Aplicar primero el tarrajeo en la cara interior de las paredes, por ser éstas las que demoran más en secar.

La segunda capa, preparada con tierra, arena fina (o arena gruesa) y paja, debe permitir cubrir las fisuras e irregularidades de la primera y darle un acabado final. Esta capa tiene un espesor de aproximadamente 0.7 cm.

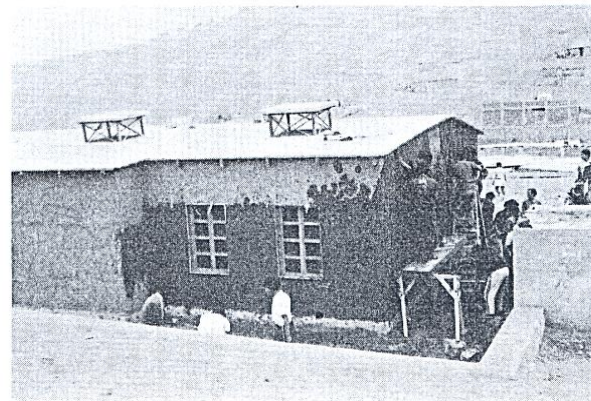
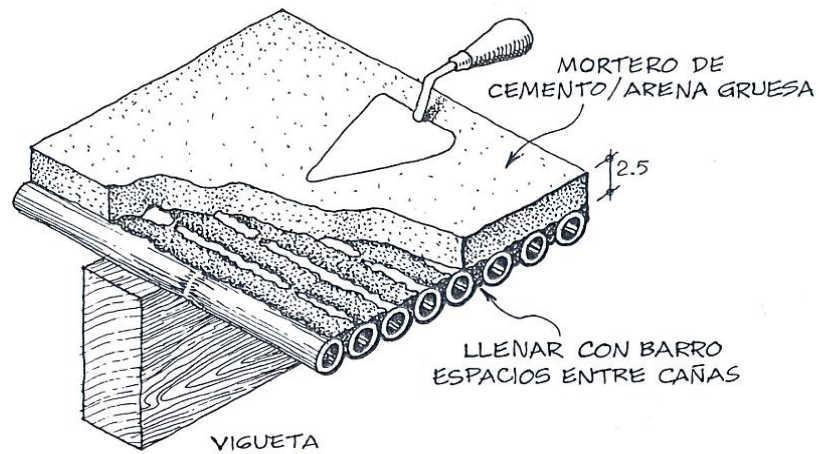
La mezcla a utilizar puede ser una de las siguientes opciones: (pasa a la pág. 28)



- a) Barro en proporción (por volumen) 1:1 de tierra, arena fina y 1% del peso total de la mezcla seca en paja.
- b) Mortero en proporción (por volumen) 1:6 de cemento, arena.

Recomendaciones:

- 1) Aplicar a mano o con herramientas, enrasar con regla, hasta llegar al espesor especificado.
- 2) No hacer bruñas en tarrajes de barro, sobre todo en los encuentros de los marcos. Las bruñas ocasionan un secado muy rápido, separándose el tarrajeo de la estera. Es recomendable humedecer alisando con frecuencia el recubrimiento que se encuentra en estas zonas a medida que va secando.



Acabados

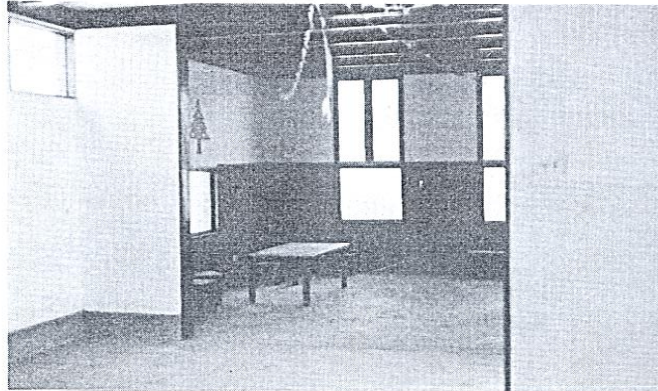
Techo

El cielorraso puede dejarse expuesto, siendo en este caso necesario pintar o barnizar el encañado para protegerlo contra el ataque de insectos u otros agentes nocivos. Otra posibilidad es enlucir con mezcla Yeso:Cemento:Arena Fina en proporción 1:1:3 (en volumen), mezcla llamada "diablo fuerte". Los aleros pueden ser terminados como se muestra en la Figura.

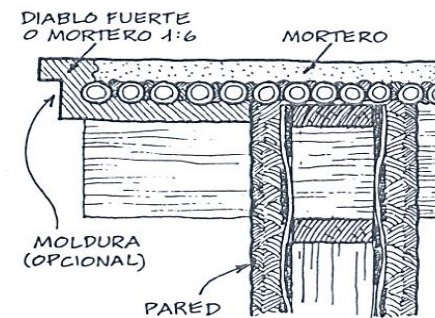
Con la finalidad de reducir las deflexiones, es conveniente colocar por lo menos un puntal debajo de cada vigueta antes de empezar a aplicar el mortero y retirarlo cuando el mortero haya endurecido.

Paredes

Es recomendable dar un acabado final a las paredes



para mejorar su aspecto y durabilidad. Se puede aplicar varios tipos de acabado, tales como imprimante, base de tiza con cola, pintura a la cal o pinturas al temple o látex. El acabado se aplica directamente sobre el tarrajeo de barro.



Instalaciones

Instalación Eléctrica

Se recomienda una instalación eléctrica empotrada en paredes y techo con cable blindado doble. El cable pasa por dentro de los muros y sobre el encañado del techo. Es recomendable hacer la instalación antes del esteroado de las paredes y después del encañado.

El paso de los cables requiere hacer agujeros o rebajes, los que deben ser del menor tamaño posible con el fin de no debilitar la estructura. Los cables no se deben empalmar en ningún otro lugar que no sea las "cajas de distribución".

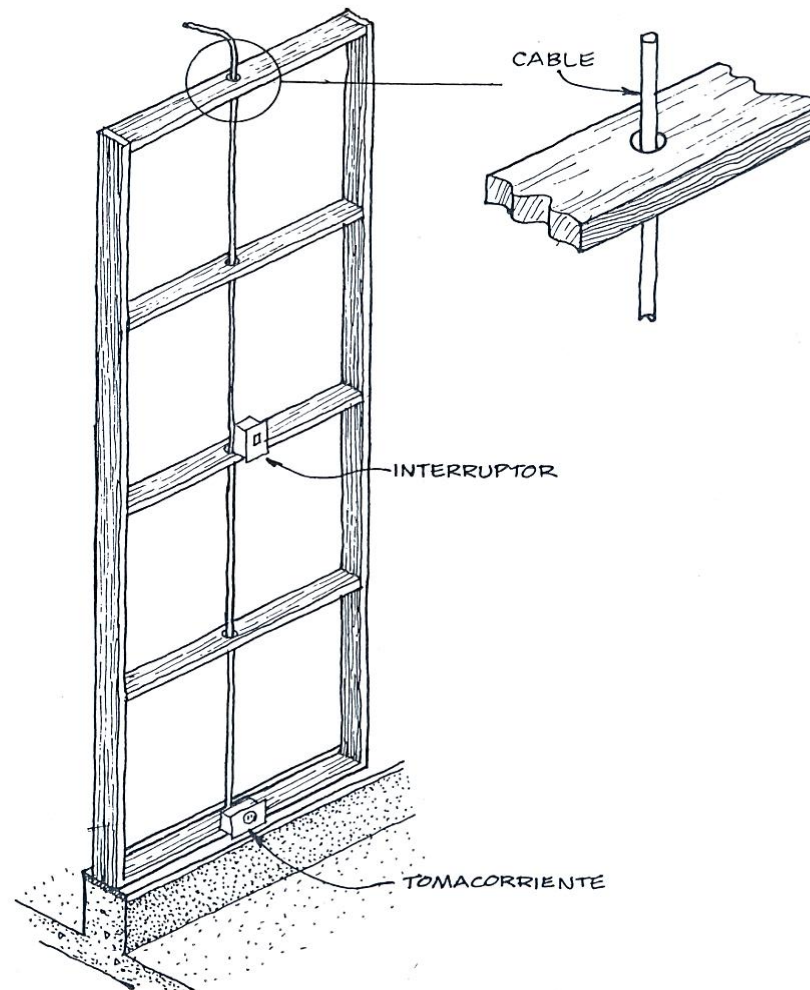
Cuando el cable debe pasar por el piso es necesario usar tubería plástica; en este caso, se usa cable estándar en tubo de 5/8" de diámetro. Las instalaciones por el piso son bastante más caras que por el techo.

Instalación Sanitaria

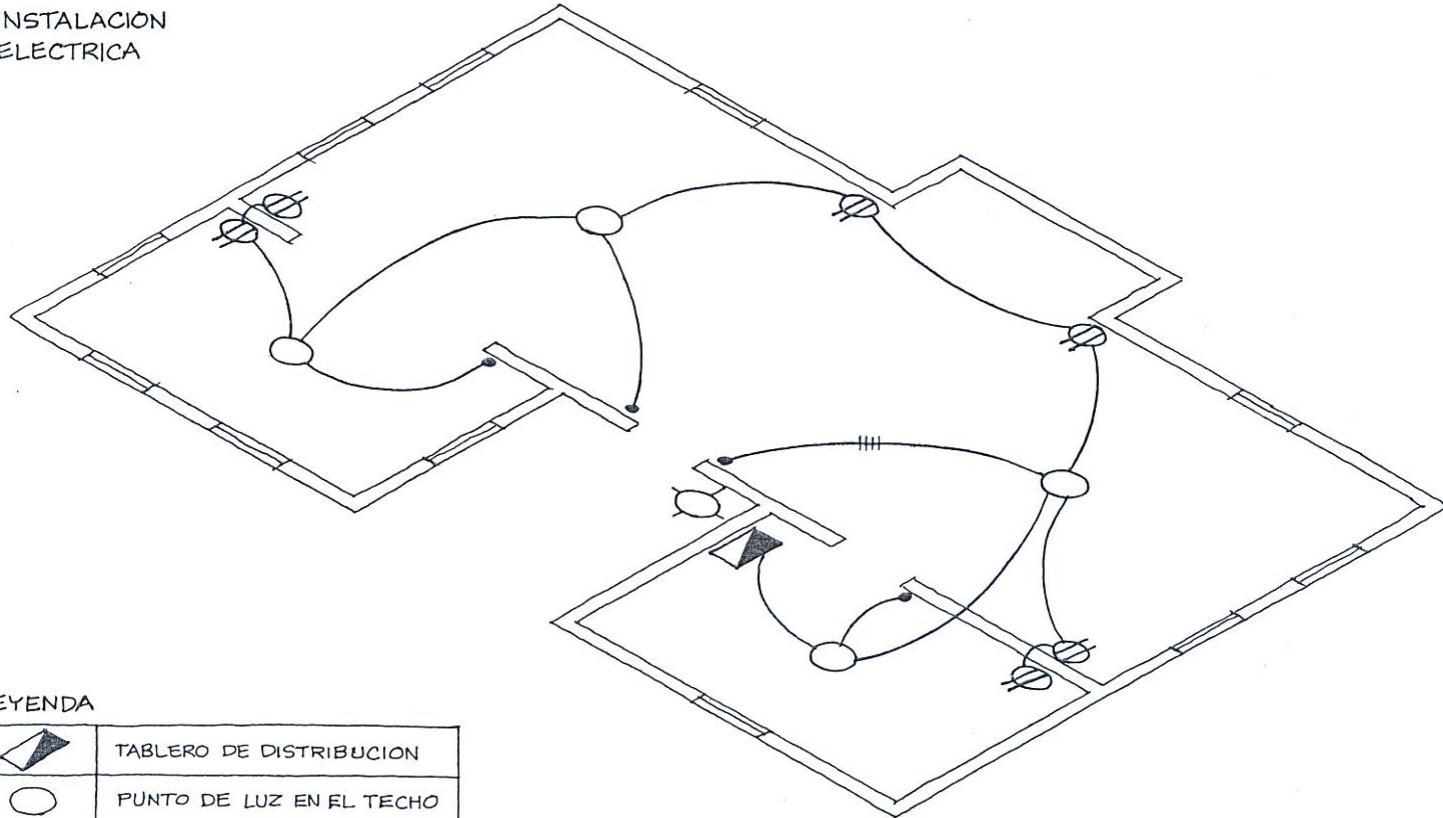
El barro, la madera y la estera son materiales que pueden verse afectados por la humedad excesiva, a menos que se tomen precauciones especiales para protegerlos.

Al respecto, sería recomendable proteger las paredes del núcleo de servicios higiénicos con un acabado de cemento pulido y pintado. En este caso, es conveniente hacer paneles más resistentes, espaciando los pies derechos a 40 cm. De ser así, puede utilizarse también un acabado de mayólica.

Es recomendable, asimismo que el tendido de las tuberías de agua y desagüe se haga por el piso, sin entrar en contacto con las paredes.



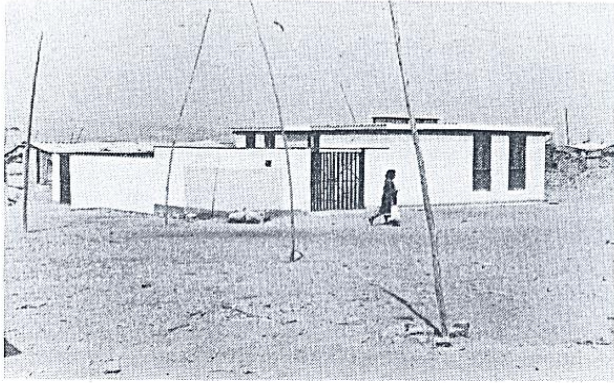
INSTALACION
ELECTRICA



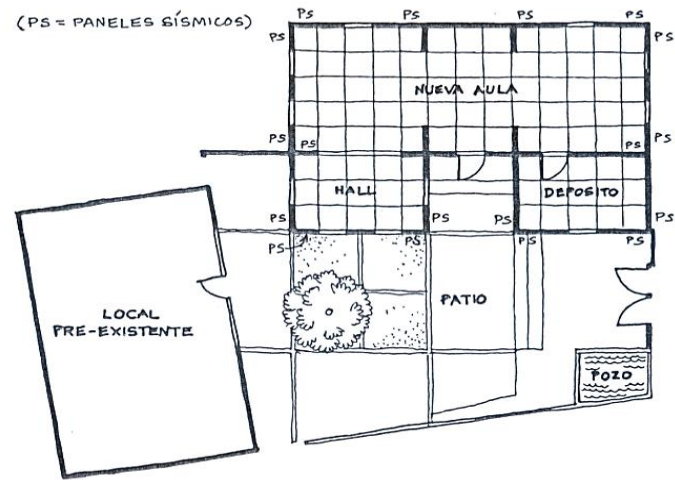
LEYENDA

	TABLERO DE DISTRIBUCION
	PUNTO DE LUZ EN EL TECHO
	PUNTO DE LUZ EN LA PARED
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR

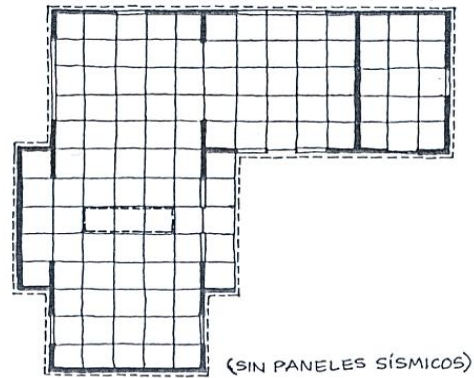
Obras



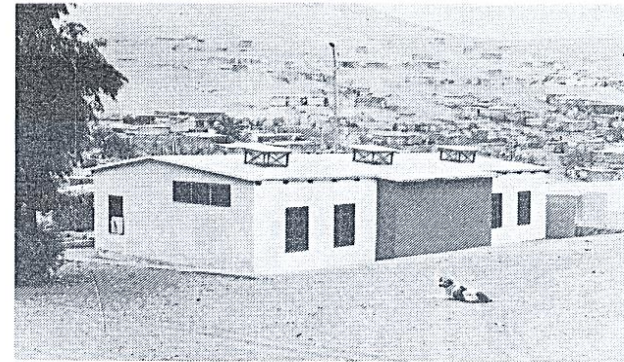
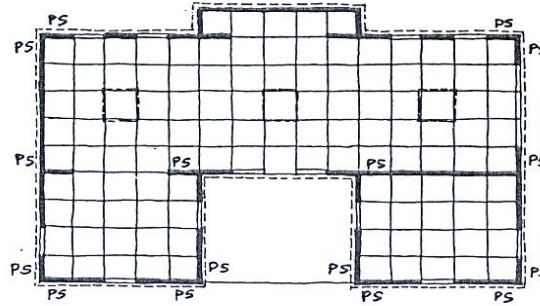
Local del PRONOEI del Grupo Residencial 8, 6° Sector.



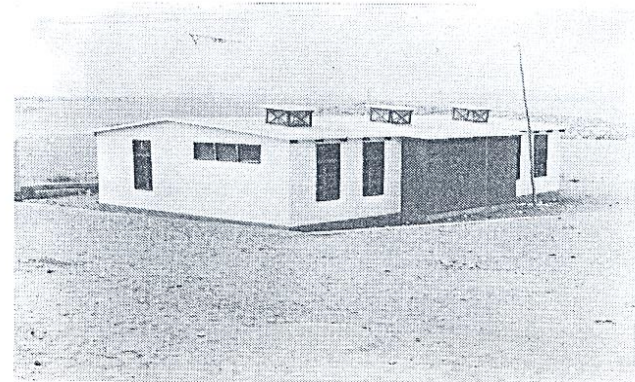
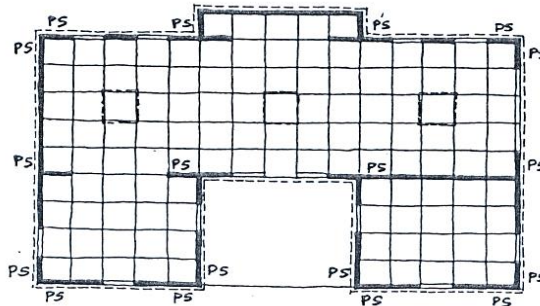
Local del PRONOEI del Grupo Residencial 4A, 6° Sector.



(SIN PANELES SÍSMICOS)

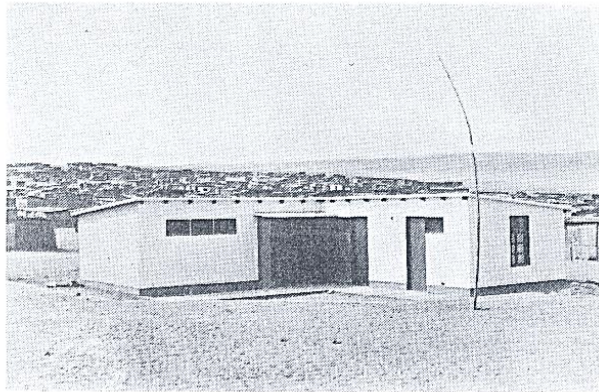


Local del PRONOEI del Grupo Residencial 11, 1er. Sector.

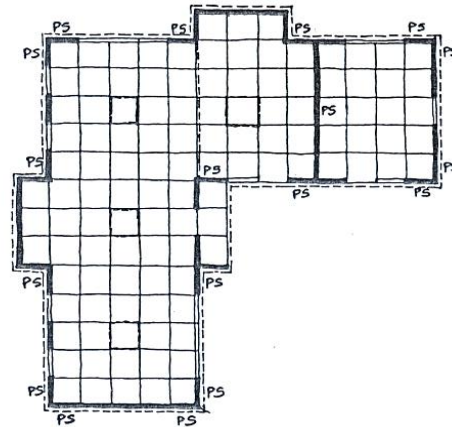


Local del PRONOEI del Grupo Residencial 22A, 3er. Sector.

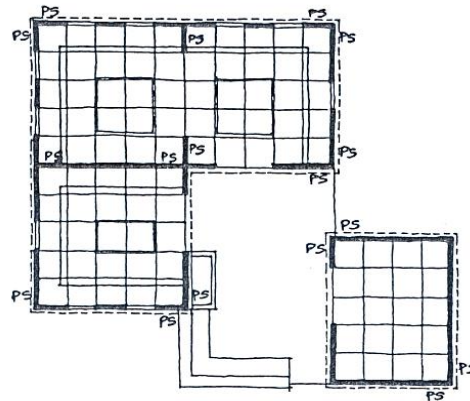
Obras



Local del PRONOEI del Grupo Residencial 1, 7° Sector.

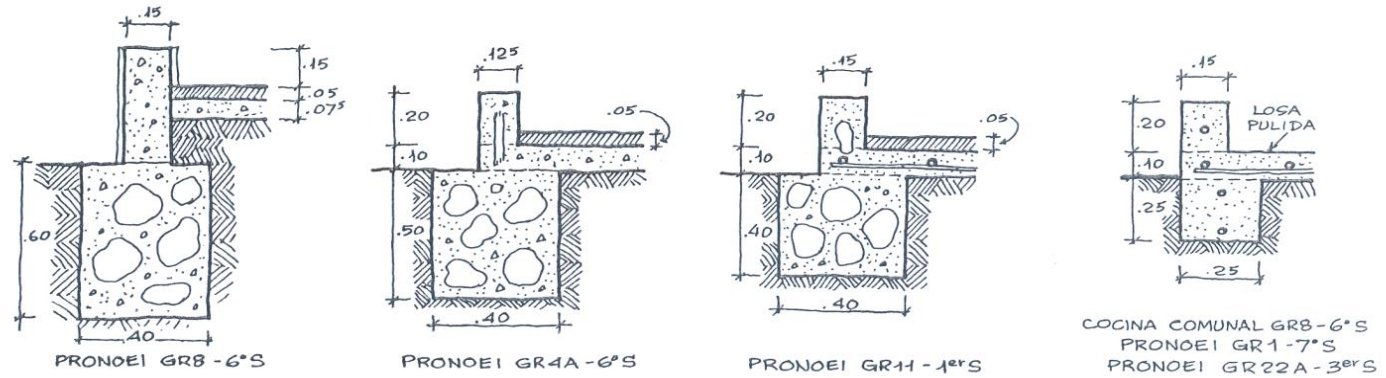


Local de la Cocina Comunal del Grupo Residencial 8, 6° Sector.

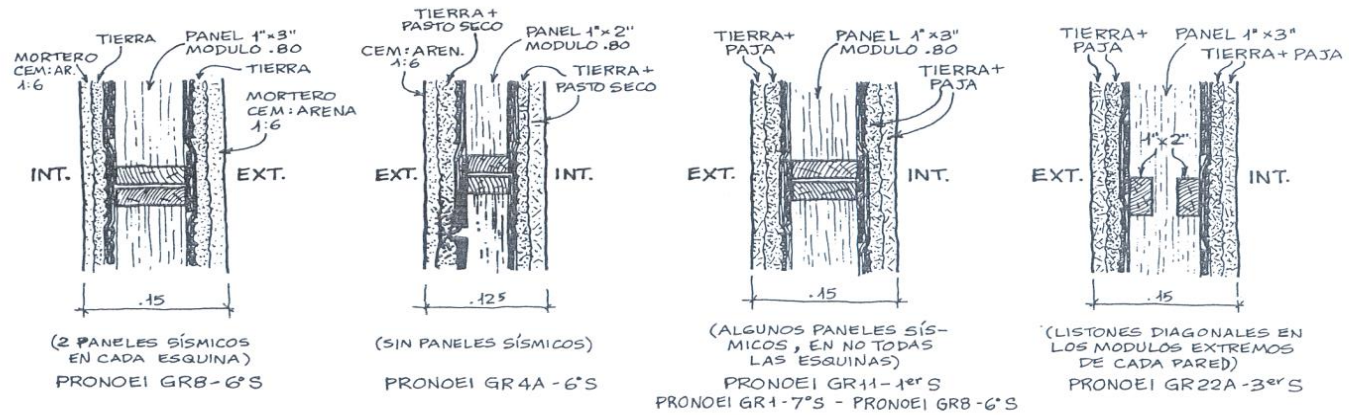


Evolución de Detalles

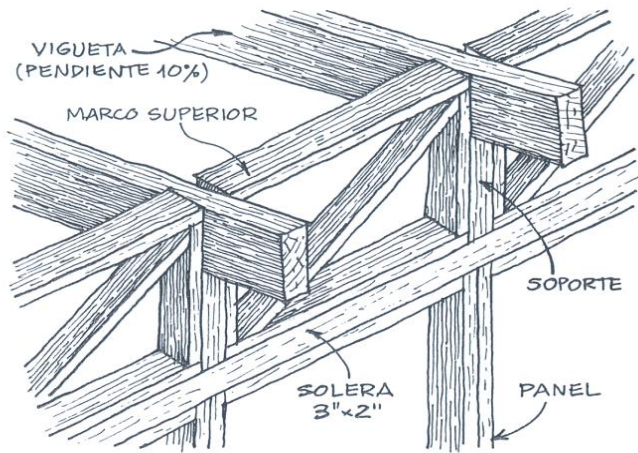
Cimentación:



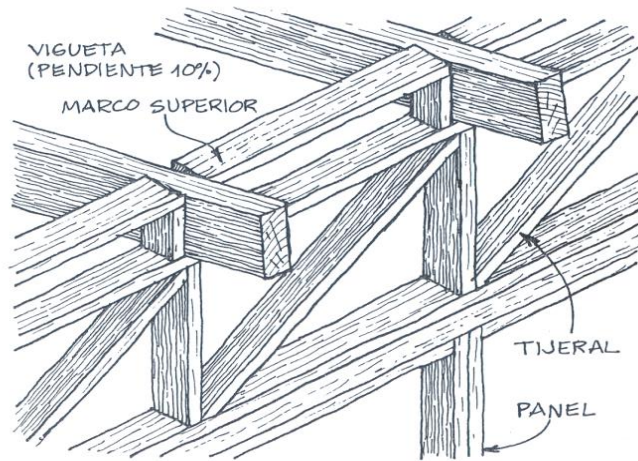
Variantes de Paredes (vistas en planta):



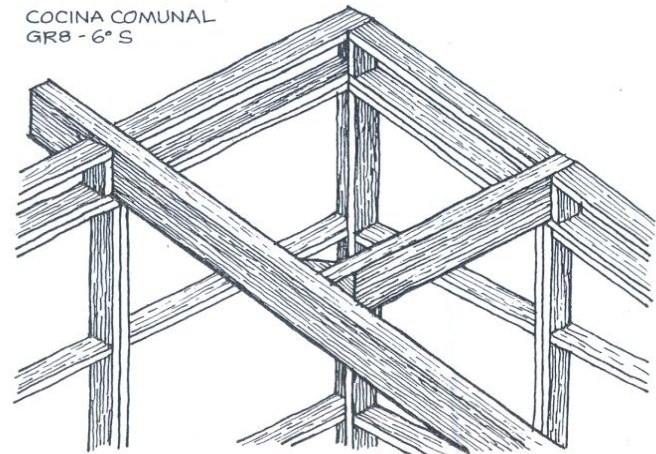
Evolución de Detalles



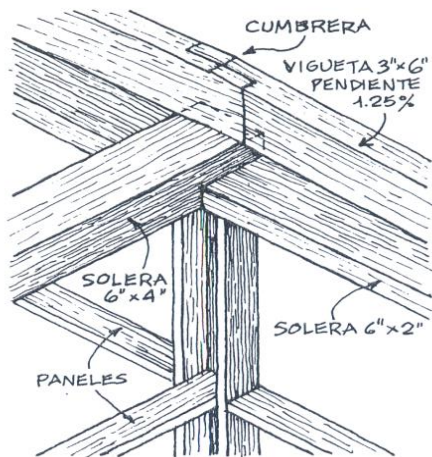
PRONOEI GR11-1er S.



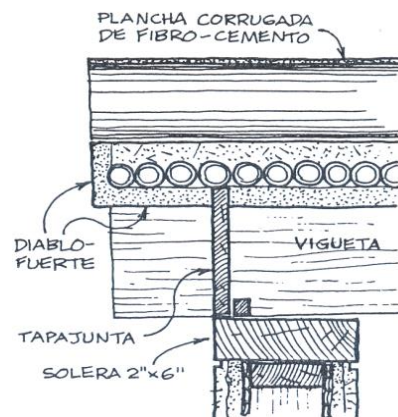
PRONOEI GR22A-3er S
PRONOEI GR1-7er S



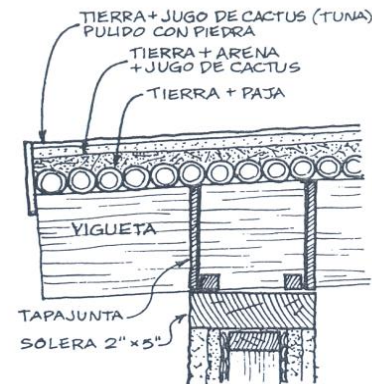
COCINA COMUNAL
GR8-6er S



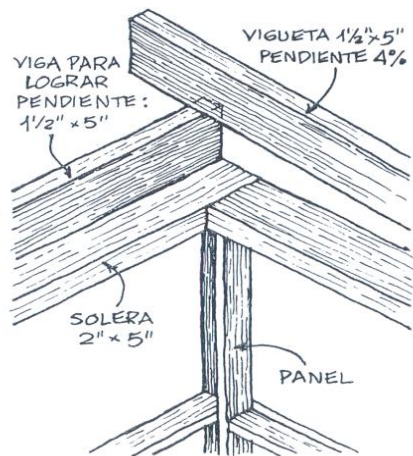
PRONOEI GRB
6°S



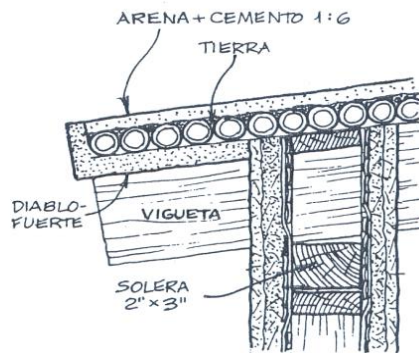
PRONOEI GRB-6°S



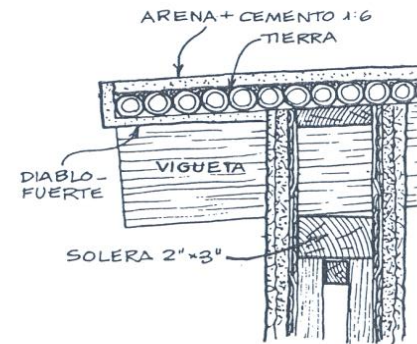
PRONOEI GR4A-6°S



PRONOEI GR4A
6°S



PRONOEI GR11-14°S
PRONOEI GR1-7°S
COCINA COMUNAL GRB-6°S



PRONOEI 22A-3erS

Apéndice A - Uso de la Tierra como Material de Construcción

El presente Apéndice está dirigido a quienes estén interesados en mayores detalles del uso de la tierra como material de construcción. Existen diferentes publicaciones de la Pontificia Universidad Católica del Perú sobre este material.

El tarrajeo de barro posee un acabado con una textura, plasticidad y calidez, que se aprecia en muchos de nuestros monumentos históricos y que es difícilmente igualable por materiales industriales. Desafortunadamente, el uso de la tierra como material de construcción ha caído en desuso en nuestro país, al menos a nivel urbano, mientras crece en forma importante en otros países por sus excelentes cualidades en cuanto a aislamiento térmico y posibilidades arquitectónicas. Cabe mencionar el importante desarrollo que está alcanzando la industria de construcciones de adobe en los Estados Unidos, estados de California, Arizona y Nuevo Mexico, y también el creciente interés en la tierra en Francia y Alemania. Un aspecto que ha atraído la atención de arquitectos es el constituir la tierra un material natural, que no presenta peligros para la salud aparentemente asociados a los materiales industriales.

La tierra requiere de dos componentes para servir como material de construcción, arcilla y arena. La arcilla cumple la función de elemento aglomerante. La arena es inerte, cumple la función de ocupar espacio y la función básica de servir de estructura del material mientras el barro está húmedo, impidiendo que aparezcan fisuras. Las fisuras son consecuencia de la contracción que sufre el material durante el secado a partir de su fabricación. En la medida en que el material no puede contraerse libremente mientras seca, aparecerán fisuras. Los granitos de arena son muy rígidos, por lo cual limitan la contracción del material. En el caso del tarrajeo, la superficie del panel, sobre el cual está aplicado, impide la libre contracción durante el secado, pudiendo producirse rajaduras.

Uno de los factores que contribuyen a aumentar la contracción de secado y por ende la fisuración, es la cantidad de agua que se usa para la mezcla del barro. En la medida en que la mezcla contenga agua en exceso, la

contracción será mayor, pues se tiene un volumen inicial mayor. En consecuencia, es recomendable el uso de la mínima cantidad de agua que garantice una adecuada trabajabilidad.

Los suelos arcillosos son generalmente adecuados para la construcción. Cuando un suelo contiene arcilla, reacciona con el agua formando barro y se pone bastante duro cuando seca. Si esta simple apreciación no fuera suficiente, se pueden hacer pruebas de campo o de tratarse de una construcción masiva recurrir a un laboratorio especializado. Una prueba simple, consiste en fabricar varias bolitas añadiendo agua a una cantidad de tierra y dejarlas secar completamente. Esto puede tomar un día o menos dependiendo del clima. Pueden secarse en el horno a una temperatura del orden de 60 grados centígrados. Si las bolitas pueden romperse presionándolas con los dedos pulgar e índice, el suelo no es adecuado. Probablemente se trate de un suelo muy arenoso o limoso de baja plasticidad. Normalmente, la tierra requiere de la adición de arena gruesa. El porcentaje que se añada dependerá de cuán arcillosa sea la tierra. La forma más práctica de determinar el porcentaje de arena gruesa adecuado es fabricar una serie de mezclas con proporciones en volumen, arena:tierra, de 1:3, 1:2.5, 1:2, 1:1.5, 1:1, con 1% del peso seco en paja, tarrajeándose paneles de prueba.

Debe observarse la trabajabilidad de la mezcla y la fisuración al secar, escogiéndose la mezcla con adecuada trabajabilidad y que permita controlar la fisuración (entendida como sólo la aparición de fisuras finas), con la menor cantidad de arena gruesa posible. El exceso de arena gruesa hace que la mezcla sea muy débil y fácilmente erosionable. Normalmente, la mezcla arena:tierra de 1:2, es adecuada para suelos de mediana plasticidad que son los más corrientes. La paja ayuda a controlar las fisuras y su uso es importante, sin embargo, dada la dificultad de obtener paja en zonas urbanas, se puede optar por una mezcla de sólo arena:tierra, cuya proporción se puede determinar mediante pruebas con las proporciones mencionadas arriba.

Contenido

Presentación	3
Introducción	4
Descripción del Sistema	6
Materiales y Trabajos Preliminares	8
Cimentación	10
Diseño de Paneles	12
Fabricación y Colocación de Paneles	14
Vigas y Soleras	16
Viguetas y Tijeral	18
Cobertura	20
Detalles de la Estructura	22
Puertas y Ventanas	24
Recubrimientos	26
Acabados	29
Instalaciones	30
Obras	32
Evolución de Detalles	35
Apéndice A	38

Diseño gráfico: Carlos Tovar Samanez

Fotos: Herman Schwarz (págs. 6, 32, 33 y 34). Las demás fotos son tomadas por personal del proyecto.

Composición: Text-o-tronic Servicios Editoriales S.R.L.