Zona de la sierra

Construcción de casas saludables y sismorresistentes de

ADOBE REFORZADO

con geomallas

Julio Vargas Neumann
Daniel Torrealva
Marcial Blondet

FONDO EDITORIAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. 90 AÑOS

Zona de la sierra

Construcción de casas saludables y sismorresistentes de ADOBE REFORZADO con geomallas

Julio Vargas Neumann
Daniel Torrealva
Marcial Blondet

FONDO EDITORIAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. 90 AÑOS

Primera edición: noviembre de 2007

Casas sismorresistentes y saludables de abode reforzado con geomallas
Zona de la sierra

© Julio Vargas Neumann, Daniel Torrealva y Marcial Blondet, 2007
© Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007
Av. Universitaria cuadra 1801, San Miguel, Lima
Teléfono 626-2000
Correo electrónico: feditor@pucp.edu.pe

Se permite la reproducción total o parcial de esta publicación en cualquier medio, siempre que se mencione la fuente.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2007-12445

ISBN: 978-9972-42-838-8

Impreso en el Perú - Printed in Peru

Reconocimientos

El Rectorado de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) encomendó al ingeniero Julio Vargas la confección de esta cartilla, obra que presenta una propuesta de construcción de viviendas de adobe saludables y seguras.

La propuesta de refuerzo sísmico con geomalla de las edificaciones de adobe, inicialmente concebida por el ingeniero Daniel Torrealva, ha sido desarrollada en la PUCP a través de proyectos de investigación dirigidos por los profesores de Ingeniería Civil Daniel Torrealva, Marcial Blondet y Julio Vargas. Care-Perú ha participado en el proceso de diseño de los modelos de vivienda y ha contribuido con las soluciones saneamiento y de cocina mejorada.

Esta cartilla es producto del esfuerzo en el tiempo de muchas instituciones y personas que han trabajado para lograr mejores viviendas de adobe. Los autores expresan su agradecimiento a todas ellas:

A los profesores Francisco Ginocchio y Gladys Villa García, quienes con dedicación y entusiasmo han acompañado esta tarea. A todos los profesores, alumnos y al personal de laboratorios que participaron en los proyectos de investigación.

A la Dirección Académica de Investigación de la PUCP, que ha financiado las investigaciones en adobe. A la Dirección Académica de Responsabilidad Social, que lidera el esfuerzo institucional para contribuir a la reconstrucción de la zona afectada por el sismo de agosto del 2007.

A Care-Perú, que junto a la PUCP desarrolla e implementa programas de capacitación para la construcción con adobe saludable y segura.

Al SENCICO, que generó, con el dedicado apoyo de profesionales peruanos, las normas de construcción con adobe del Reglamento Nacional de Edificaciones que legalizan la construcción con adobe en el país.

A los profesionales que laboraron en los modelos de vivienda presentados en esta cartilla, arquitectos de Forsur, la PUCP y la Universidad San Luis Gonzaga de Ica. A las instituciones internacionales que colaboraron en importantes programas de investigación, como USAID, GTZ, CIID, y el GCI.

LOS AUTORES

Lima, diciembre de 2007

CONTENIDO

1. Construcción de mi vivienda 7
   - Plano de vivienda tipo sierra 8
   - Vivienda terminada tipo sierra 9
2. Elementos necesarios para la fabricación de adobes 10
   - Molde o gavera para adobes 10
   - Herramientas necesarias para la fabricación de una vivienda con adobes 10
3. Pasos para escoger un buen suelo 11
   - Cómo saber si el suelo tiene suficiente arcilla 11
   - Preparación del barro para los adobes 12
   - Cómo rellenar el molde de gavera sin fondo 13
   - Cómo y dónde secar los adobes 15
   - Cómo hacer adobes de prueba 16
4. Construcción de los cimientos de mi vivienda 17
   - Cómo realizar el trazo y la excavación 17
   - Cómo realizar el cimiento 18
   - Cómo hacer la mezcla 18
   - Cómo hacer el sobrecimiento 19
   - Cómo reforzar los muros 20
5. Construcción de los muros 22
   - Cómo hacer el emplantillado de acuerdo a planos 24
   - Cómo construir la viga collar superior 26
   - Cómo colocar y fijar las geomallas 27
   - Cómo cortar las mallas de los vanos 28

6. Construcción de techos 29
Cómo construir el tijeral 29
Detalles de uniones de los tijerales (1) 30
Detalles de uniones de los tijerales (2) 31
Cómo colocar las calaminas y las cañas 32
7. El acabado 33
Cómo tarrajear los muros 33
Cómo colocar el barro sobre las mallas 34
Cómo realizar el pulido 35
Puedes obtener un acabado liso y brilloso frotando la superficie del tarrajeo con una piedra lisa y otra más lisa aun. 35
8. Cocina mejorada 36
Cómo construir una cocina mejorada 37
9. Letrina de hoyo seco ventilado 38
Cómo construir la letrina 38
Uso y mantenimiento de la letrina 39

En esta cartilla te explicaremos paso a paso, y en términos sencillos, los conceptos básicos y las técnicas para construir tu casa de adobe segura, saludable y resistente a terremotos con refuerzo de geomallas.

Esta cartilla ha sido desarrollada para nuestros hermanos de la zona afectada por el sismo del 15 de agosto del año 2007.

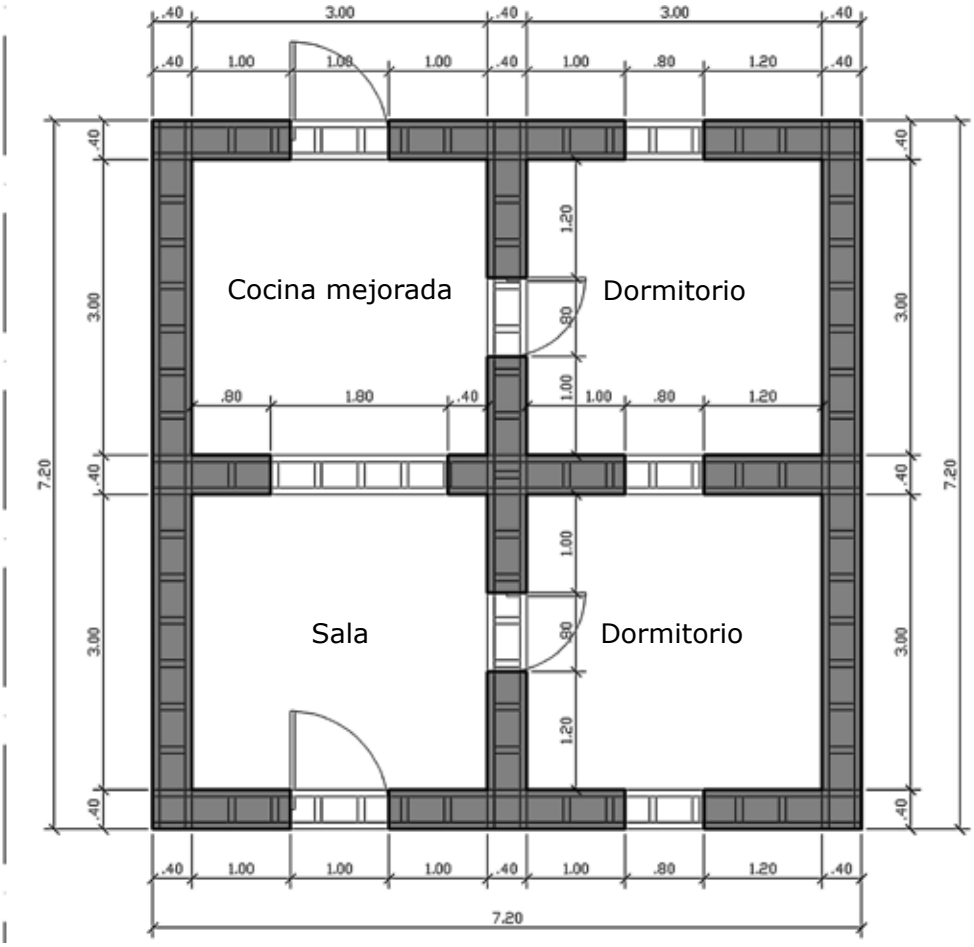
1. Construcción de mi vivienda

Recuerda que antes de construir tu vivienda es muy importante que evalúes los peligros de tu terreno, entre ellos:

- No construyas en terrenos que puedan ser afectados por huaycos, aluviones, deslizamientos, inundaciones, etcetéra.
- No construyas en rellenos, suelos arenosos sueltos, depósitos trasladados por el viento, suelos blandos, suelos orgánicos, suelos de arcilla inestable con el agua o expansivos. Estos suelos amplifican las ondas que producen los terremotos y pueden dañar tu construcción.
- No construyas en suelos de nivel freático superficial (agua subterránea). El comportamiento de estos suelos durante los sismos es también inconveniente.

Plano de vivienda tipo sierra

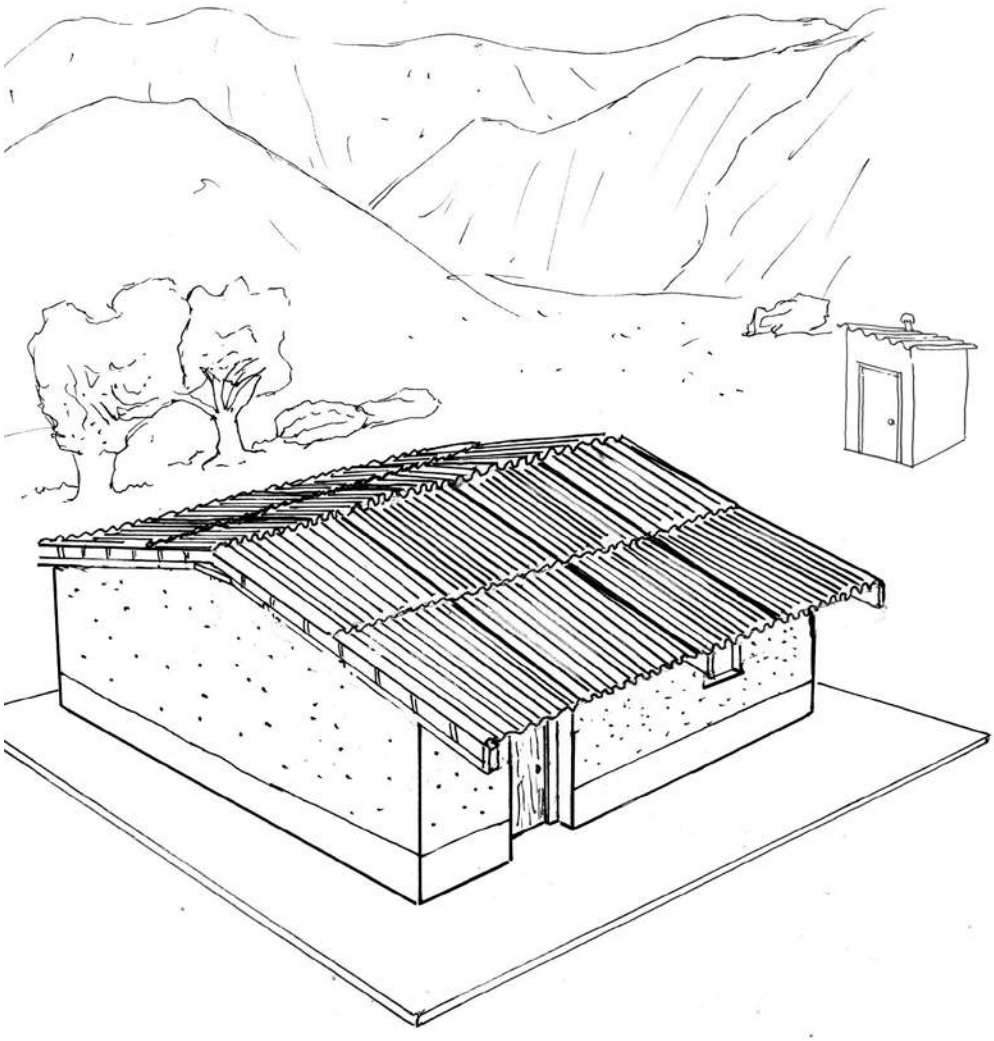
Límite de propiedad



Fachada

Este es el plano que te guiará en los pasos para el trazo y la construcción de tu casa segura (con mallas) y saludable (letrina más cocina mejorada).

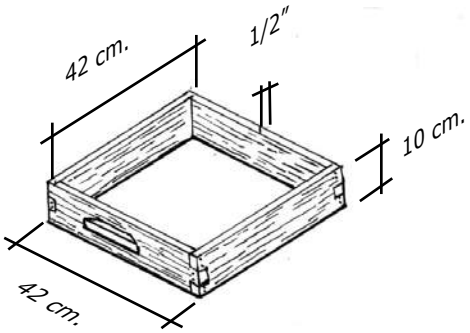
Vivienda terminada tipo sierra



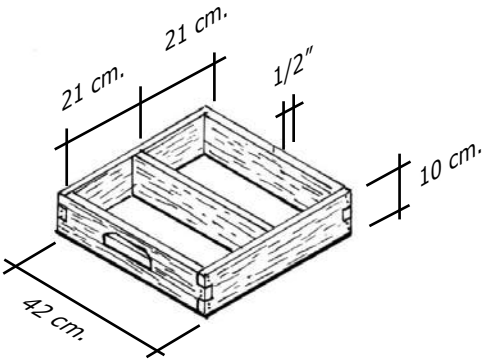
Como verás, el techo de tu vivienda será a dos aguas y tendrá cuatro ambientes que podrás usar según te convenga.

2. Elementos necesarios para la fabricación de adobes

Molde o gavera para adobes



Adobe cuadrado



Medios adobes

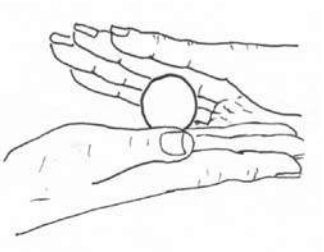
Herramientas necesarias para la fabricación de una vivienda con adobes

Recuerda que el molde con fondo produce mejores adobes. Si puedes, hazlo con fondo.

3. Pasos para escoger un buen suelo

El suelo o tierra es utilizado para hacer adobes, barro para las juntas y revestimiento de las paredes de la casa. Sin embargo, todos los suelos no son adecuados para estos fines. Estos son una mezcla de gravilla, arena y arcilla. Combinados con agua, se les puede dar la forma necesaria.

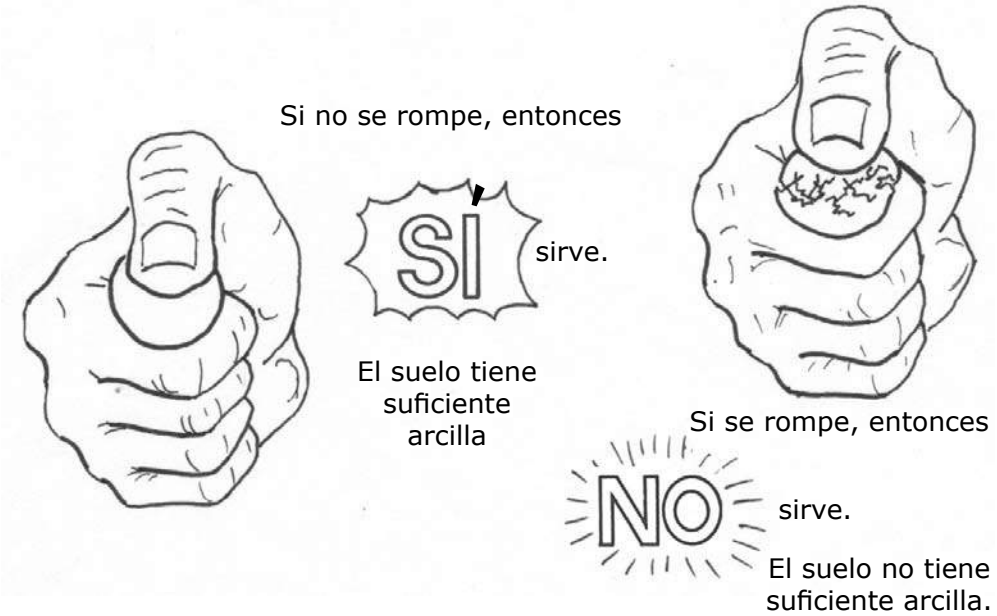
Cómo saber si el suelo tiene suficiente arcilla:



Para saberlo, lleva a cabo la siguiente prueba:

Paso 1. Con el barro de la cantera haz 6 bolitas de 2 cm., aproximadamente.

Paso 2. Luego deja secar durante dos días las 6 bolitas bajo techo.



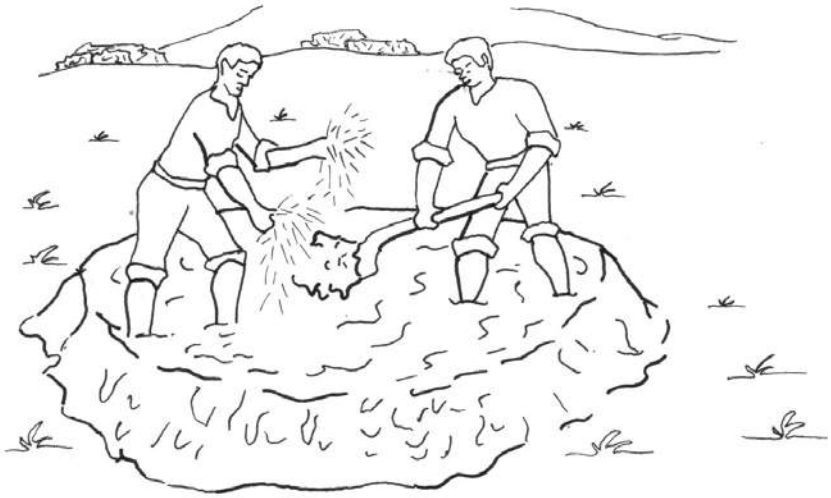
Recuerda que si no hay suficiente arcilla en un suelo, la mezcla de agua y suelo (barro) no será suficientemente fuerte cuando seque. Si, por el contrario, no hay suficiente gravilla o arena en el suelo, el barro se encogerá y se rajará cuando seque.

Preparación del barro para los adobes

Paso 1: Zarandea el suelo para eliminar las piedritas, luego mézclalo con agua y deja dormir el barro por 2 días.

Paso 2: A continuación, agrega paja. ¿Cuánta?
1 de paja + 5 de barro

Paso 3: Mezcla la paja con el barro y amásalo bien para hacer adobes de prueba. Usa paja de caña, trigo, ichu o césped.



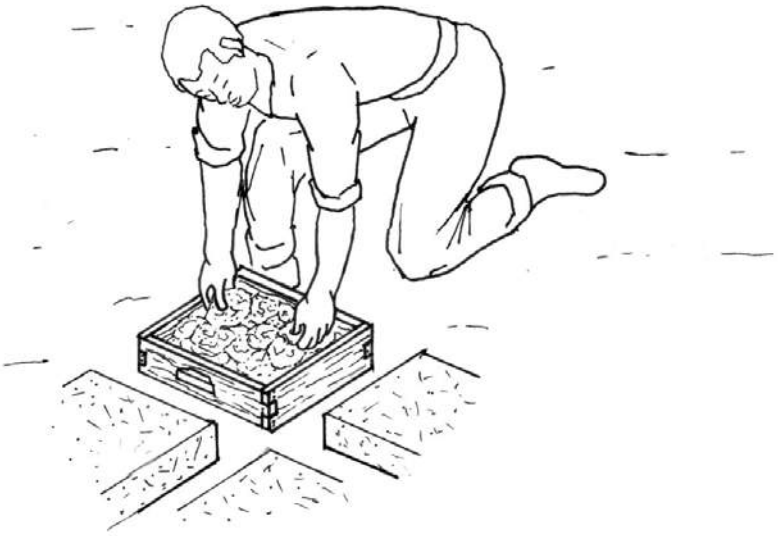
Recuerda que debes agregar al barro paja cortada en tiras de 5 cm. para evitar que se produzcan rajaduras.

Cómo rellenar el molde de gavera sin fondo:

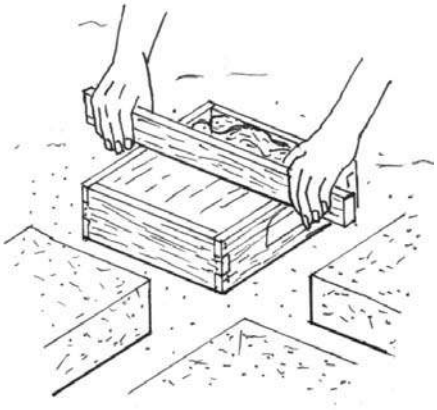
Paso 1: Mete el molde en agua antes de llenarlo de barro.

Paso 2: Luego, espolvorea arena fina en el suelo dentro del molde para que no se pegue el barro.

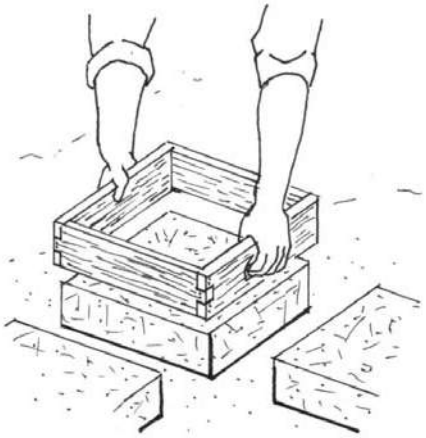
Paso 3: Arroja el barro en bolas dentro del molde colocado en el suelo del tendal plano.* Emparéjalo primero con las manos.



* Para la construcción del tendal, ver la siguiente página.

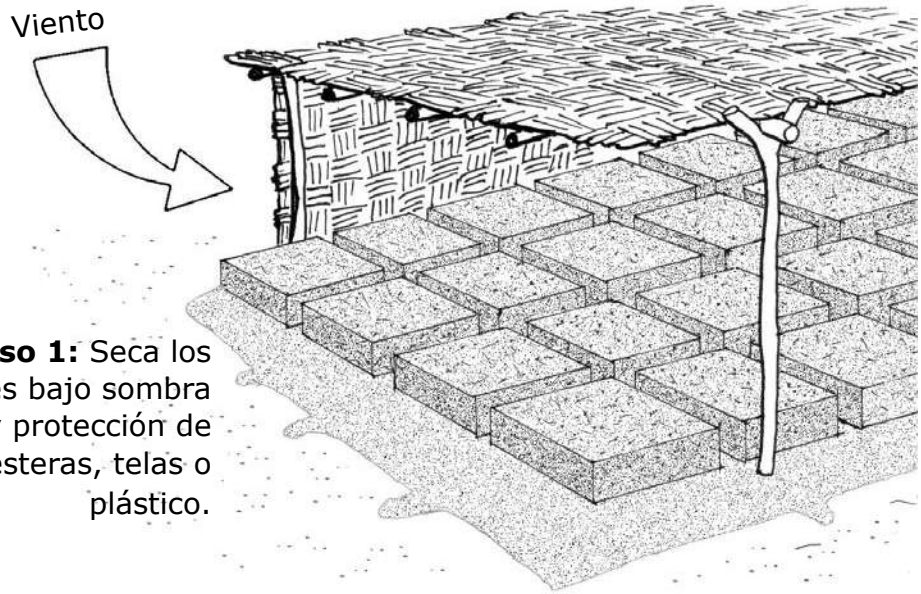


Paso 4: Empareja la superficie con una regla de madera mojada.



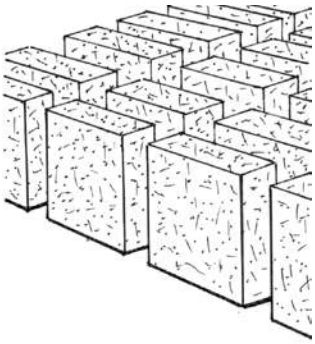
Paso 5: Saca con cuidado el molde para no deformar el adobe recién hecho.

Cómo y dónde secar los adobes:

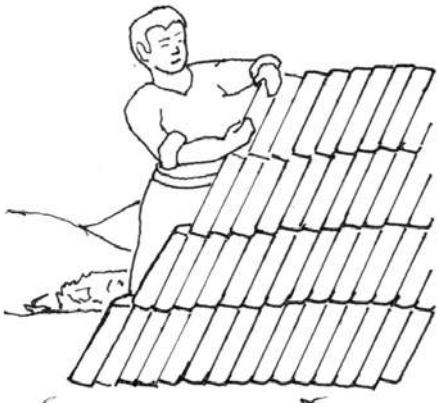


Paso 1: Seca los adobes bajo sombra y protección de esteras, telas o plástico.

Recuerda que el tendal debe ser plano, de suelo (no césped ni piedras), sin sales, bajo sombra y protegido del viento. Además, debes espolvorear su superficie con arena fina.



Paso 2: A los 4 días, voltéalos de canto para que se sequen uniformemente.

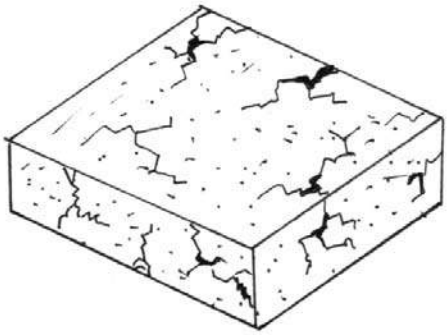


Paso 3: Una semana después, apila los adobes.

Recuerda que es preferible secar los adobes a la sombra, pero también se puede cubrir la superficie de los adobes con paja o arena húmeda para evitar que la evaporación rápida, debida al viento y el sol fuerte, los fisure.

Cómo hacer adobes de prueba:

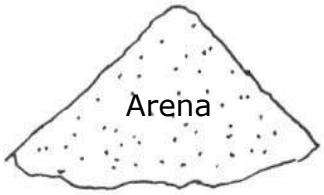
Paso 1: Haz varios adobes de prueba con el suelo y paja y sécalos durante un día.



Recuerda que si se rajan, hay que echar arena gruesa al barro.

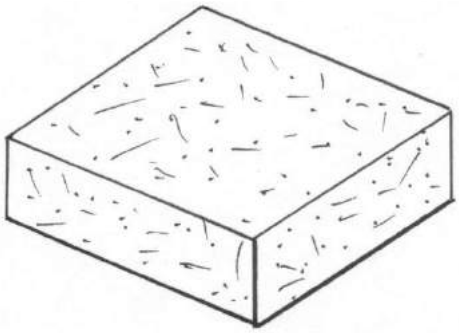
Paso 2: Añade la mitad de arena a toda la cantidad de barro. Luego, haz otra prueba. Si aún se rajan, vuelve a añadir la misma cantidad de arena al barro. Y así sucesivamente.

1/2



1

Paso 3: Lleva a cabo el paso 2, pero solo hasta que los adobes ya no se rajen.

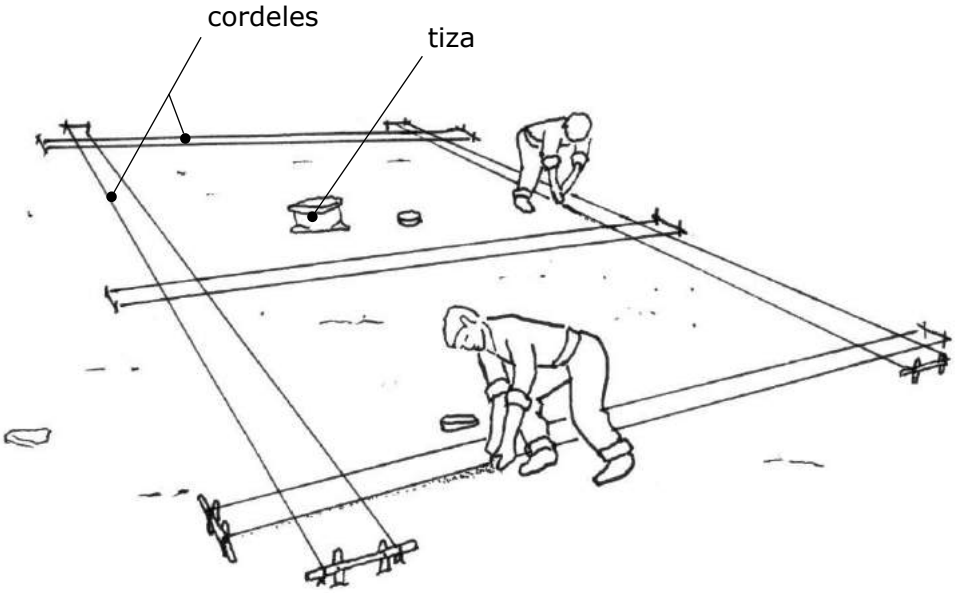


Recuerda que hay que hacer unos adobes de prueba. Si los adobes se rajan al secarse, entonces el suelo contiene mucha arcilla y debes agregarle más arena gruesa hasta evitar que se rajen.

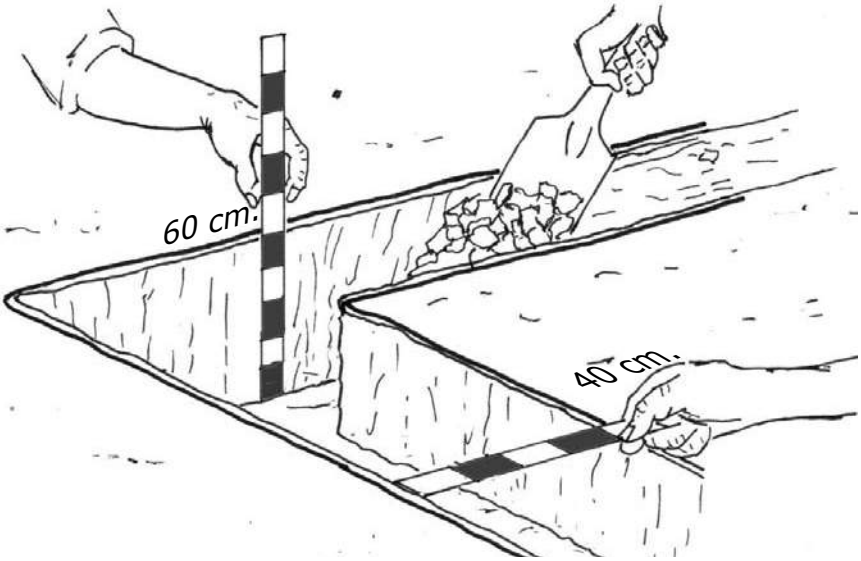
4. Construcción de los cimientos de mi vivienda

Cómo realizar el trazo y la excavación:

Paso 1: Limpia y nivela el área sobre la que construirás tu vivienda. Marca los muros con tiza de acuerdo al plano.



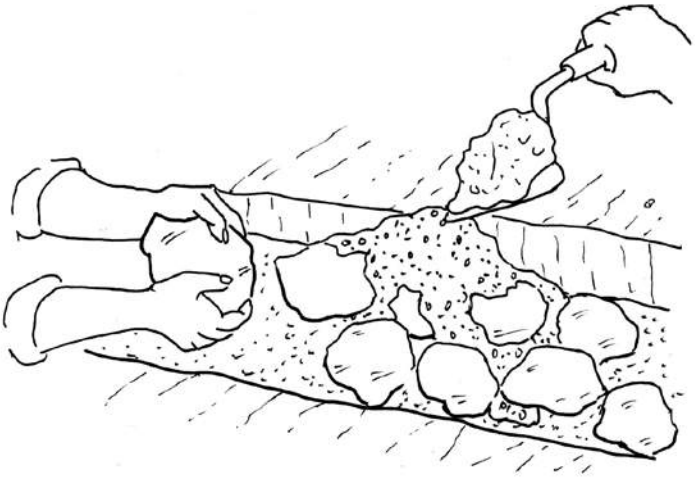
Paso 2: Excava la zanja a una profundidad mínima de 60 cm.



Recuerda que la base del cimiento debe apoyarse sobre suelo firme y no sobre suelo suelto o relleno.

Cómo realizar el cimiento:

Paso 1: Haz una cama de mezcla y coloca piedras grandes. Luego agrega más mezcla para hacer una cimentación tipo pirca (mucha más piedra que mezcla).



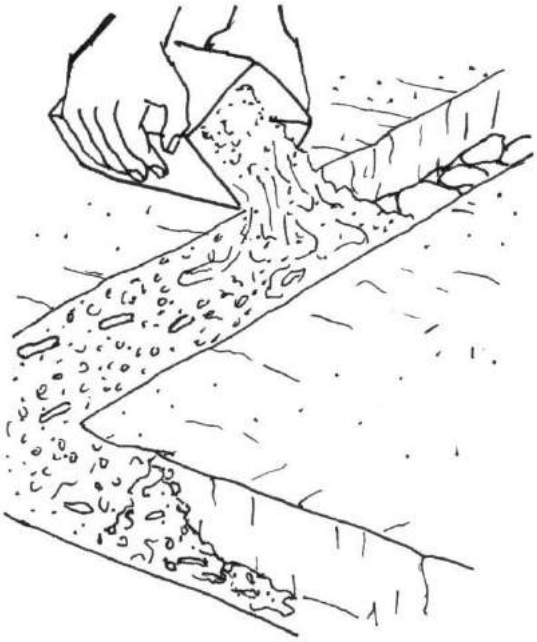
Cómo hacer la mezcla:
Esta es la proporción para llenar la zanja.

1 bolsa de cemento

12 latas de hormigón

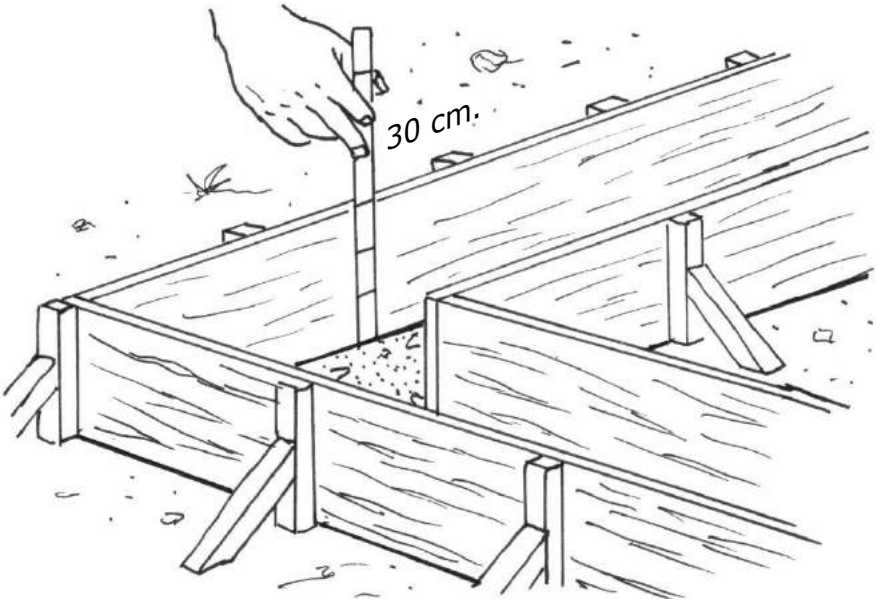
Poca agua
(mitad del cemento)

Paso 2: Para vaciar la mezcla, llena la zanja hasta la altura del suelo.

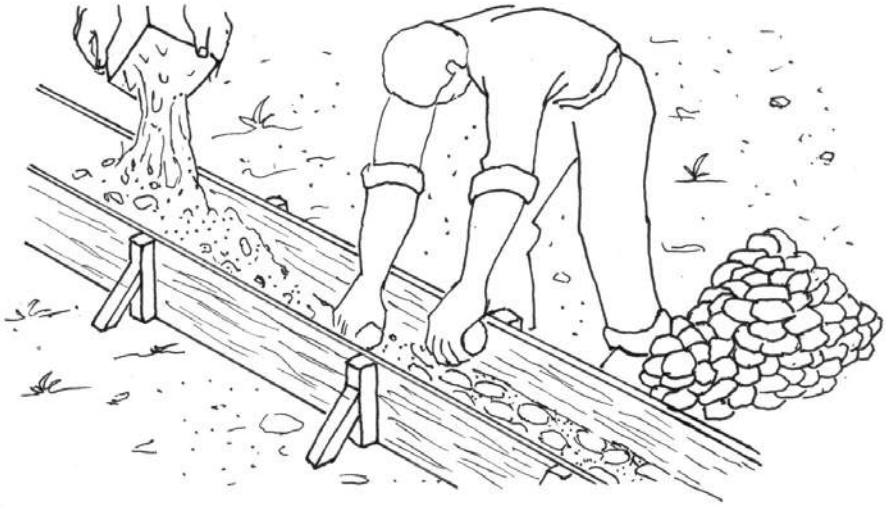


Cómo hacer el sobrecimiento:

Paso 1: Coloca las tablas a una altura de 30 cm.



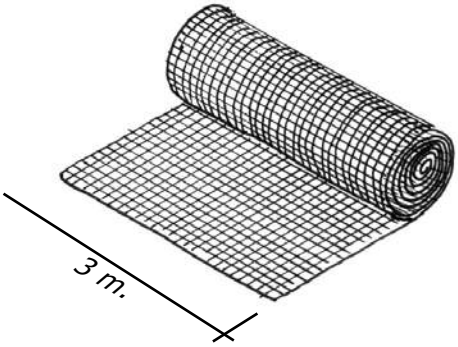
Paso 2: Llena 20 cm. el sobrecimiento con capas de mezcla y piedra mediana.

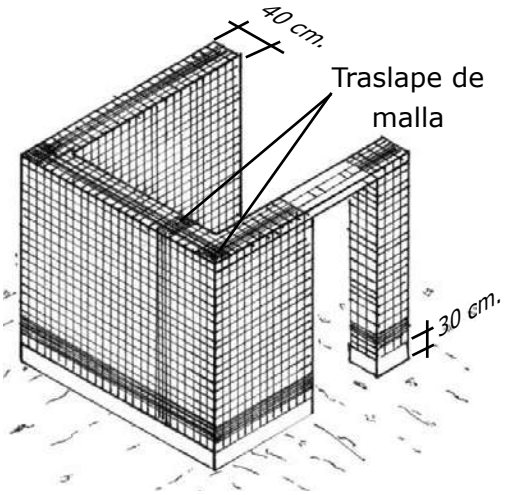


Recuerda que la cantidad de piedras medianas debe ser la cuarta parte del volumen total.

Cómo reforzar los muros:

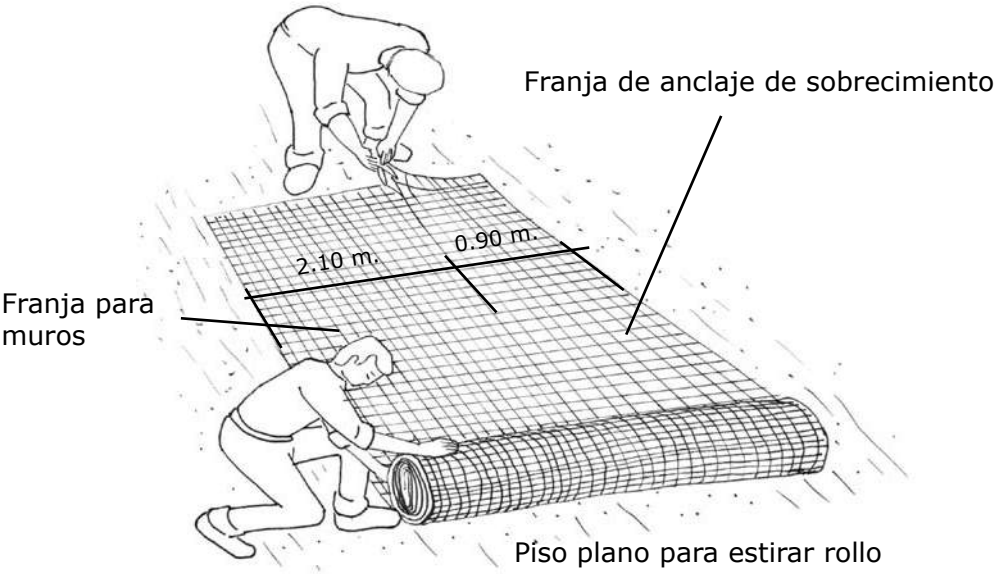
Paso 1: Refuerza los muros con geomallas de plástico en cada cara. Las geomallas vienen en rollos de 3 x 50 m. y debes cortarlas según los planos.



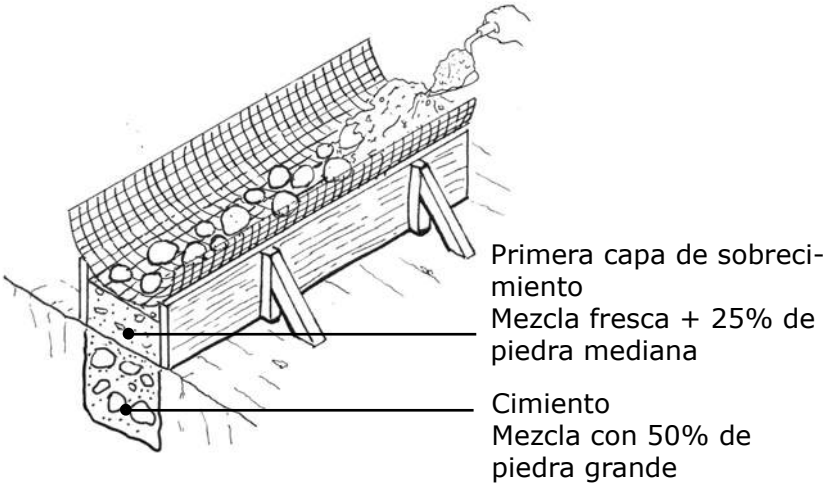


Recuerda que con las geomallas se envolverán todos los muros.

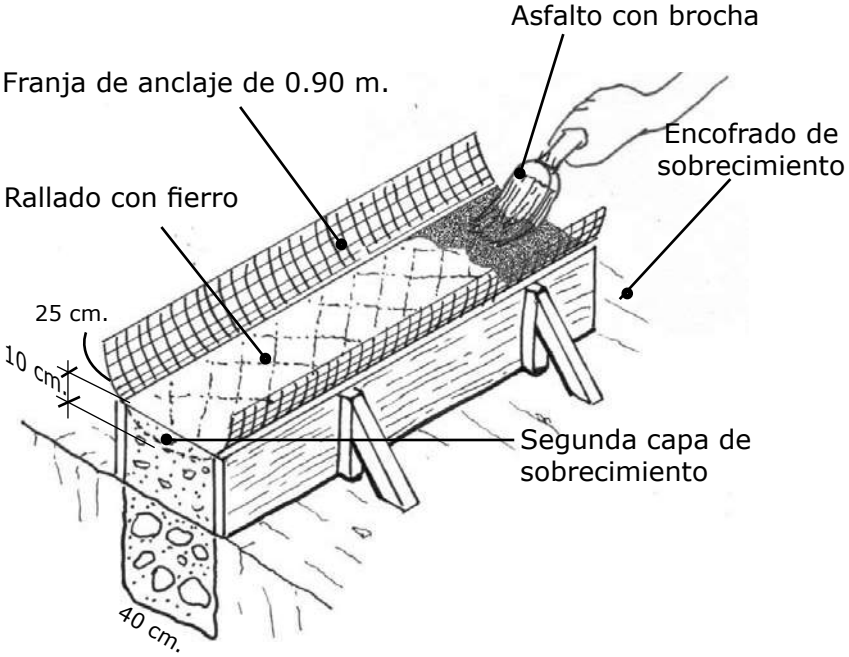
Paso 2: Toma en cuenta el siguiente dibujo para realizar el corte.



Paso 3: Para fijar las mallas al sobrecimiento coloca piedras medianas. De esta forma, las mallas no se levantarán.



Paso 4: Agrega sobre las mallas la segunda capa de sobrecimiento y aplica el terminado.



Recuerda que debes amarrar la franja de malla de anclaje con rafia a las mallas verticales en cada cara de los muros.

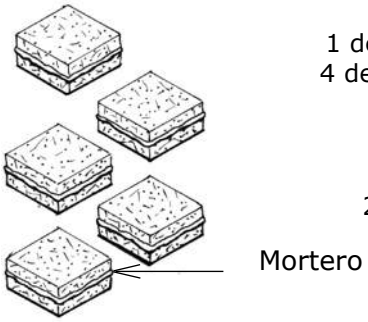
5. Construcción de los muros

Antes de construir los muros, primero debes elaborar el mortero. Este es una mezcla que te ayudará a unir los adobes. Para prepararlo, duerme el barro durante dos días y luego mézclalo con la paja cortada a 5 cm.

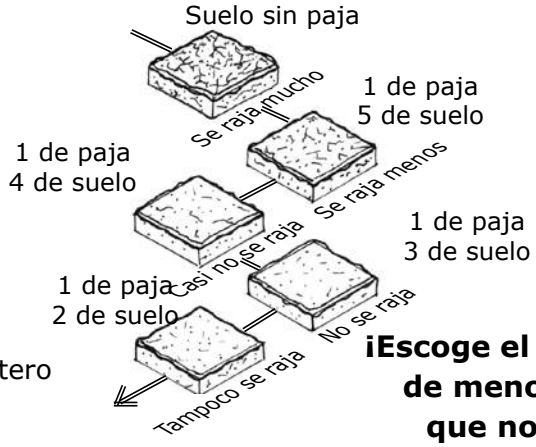
¿Cuántas porciones de paja y de suelo debo utilizar para elaborar el mortero?

Para saberlo, lleva a cabo esta prueba:

Prepara 5 emparedados utilizando los adobes fabricados para construir la casa y mortero con distintas mezclas de paja y suelo.



Después de un día, abre los emparedados poniéndolos de canto y bamboleándose en el suelo.

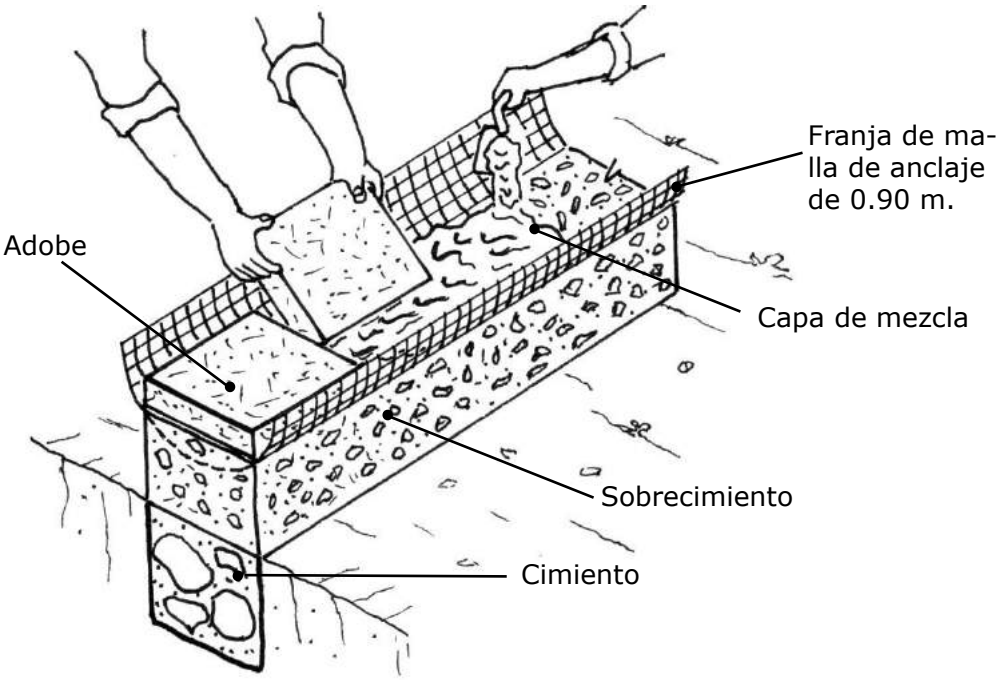


¡Escoge el mortero de menos paja y que no se raje!

Recuerda que la resistencia de los muros depende de la calidad del mortero, más que la del adobe. No debe rajarse y por eso tiene más paja. El espesor del mortero debe ser de 1 cm. y no más grueso.

Paso 1: Una vez escogido el mortero, remoja bien los adobes antes de asentarlos para poder construir tus muros.

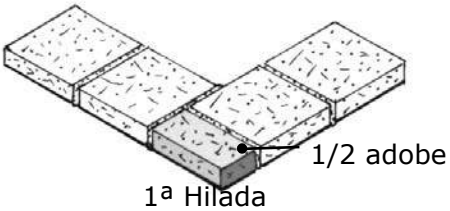
Paso 2: Para hacer la primera hilada, remoja los adobes antes de colocarlos para que no se seque demasiado rápido el mortero y no se raje.



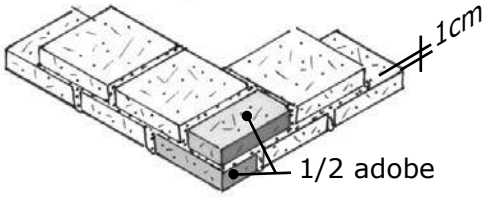
Cómo hacer el emplantillado de acuerdo a planos:

Sigue los siguientes modelos:

Caso esquina

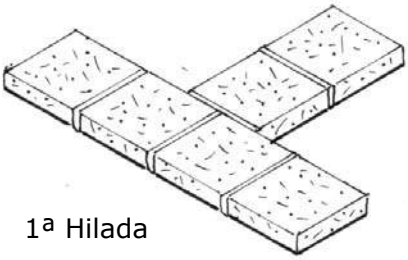


1ª Hilada

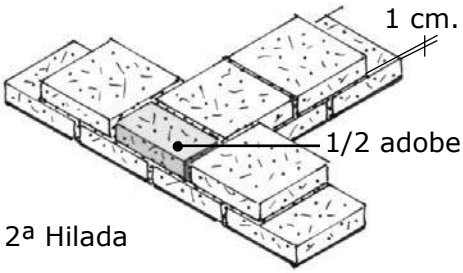


2ª Hilada

Caso encuentro en (T)

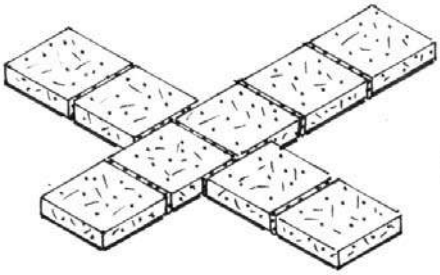


1ª Hilada



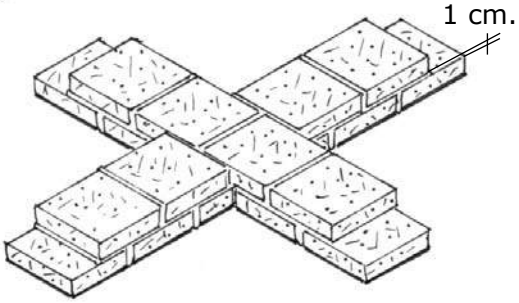
2ª Hilada

Caso encuentro en cruz



1ª Hilada

2ª Hilada

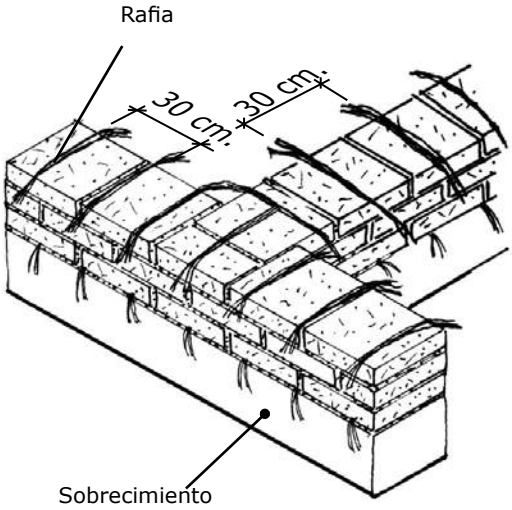


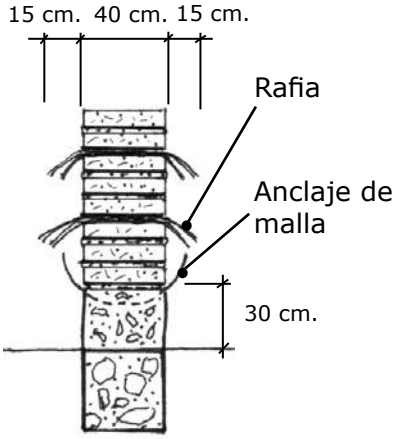
Recuerda que debes hacer un emplantillado de los adobes y medios adobes para la primera y segunda hilada. El mortero debe ser de 1 cm.

Paso 3: Coloca la rafia para unir las mallas de la siguiente manera:

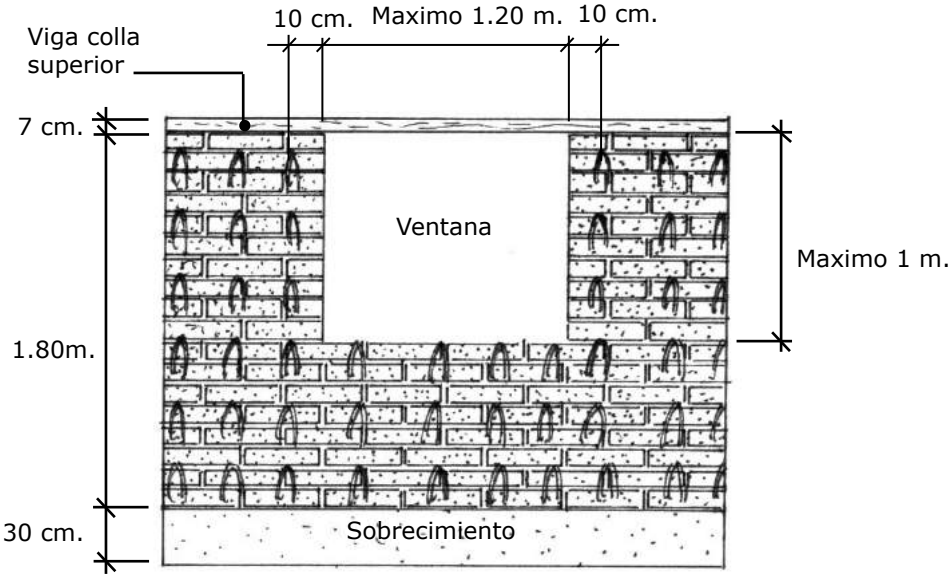
Deja 4 cintas de rafia cada 30 cm. en horizontal.

La separación vertical es cada 3 hiladas máximo.





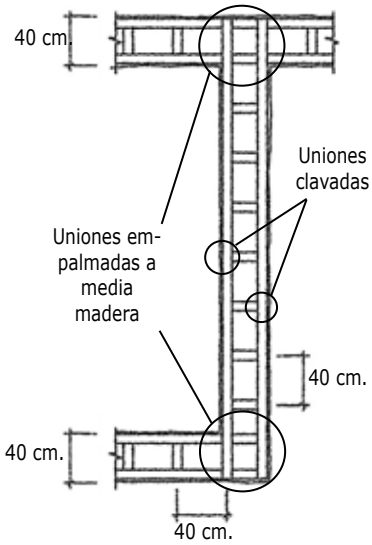
La longitud de la rafia es de 70 cm. y debe sobrar 15 cm. a cada lado del muro para amarrar la malla.

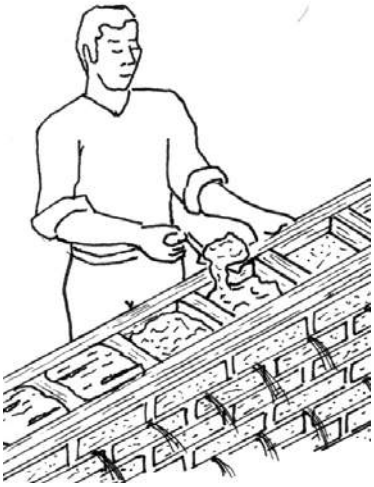


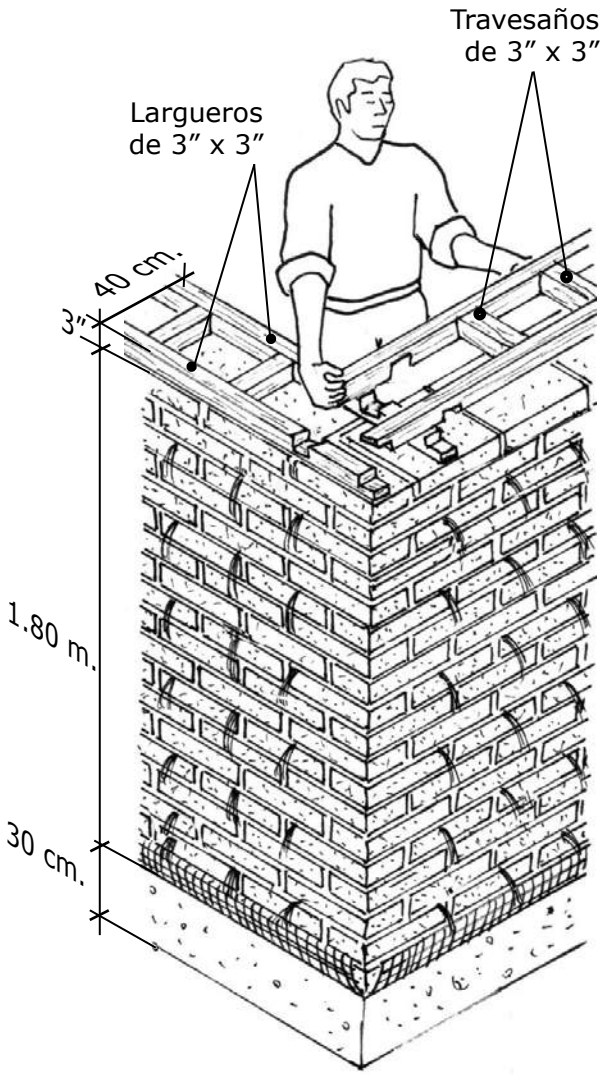
Recuerda que la rafia se debe colocar en la hilada inmediata inferior a la parte baja de la ventana. A los dos lados de las aberturas (puertas y ventanas) la rafia se comienza a colocar a 10 cm. de distancia.

Cómo construir la viga collar superior:

Construye la viga collar por tramos en el piso y después ármala sobre los muros.



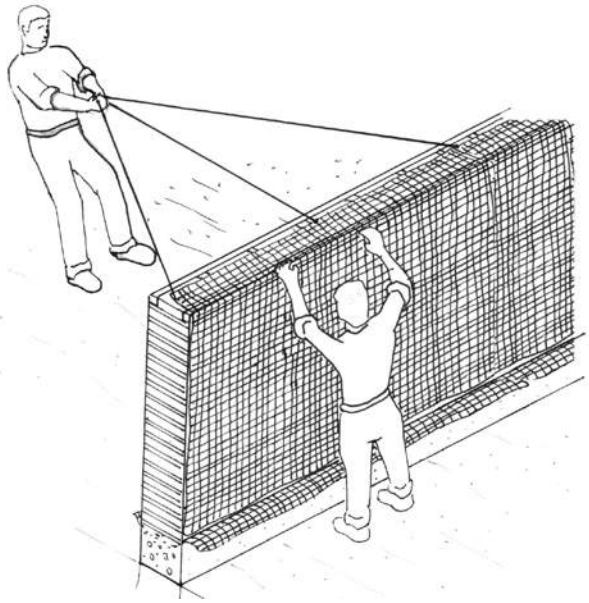


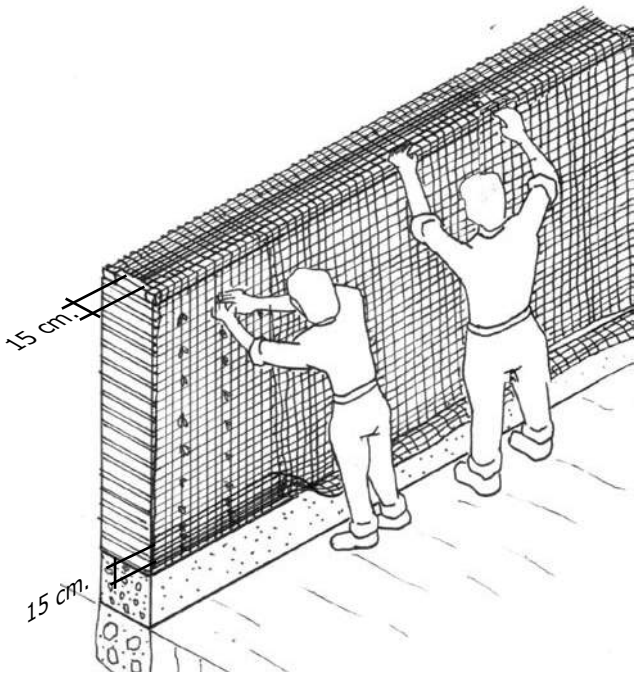


Recuerda que debes colocar barro entre los largueros y travesaños.

Cómo colocar y fijar las geomallas:

Paso 1: Mientras uno jala con soguillas, el otro sujeta la malla con clavos, y luego la amarra con las rafias.

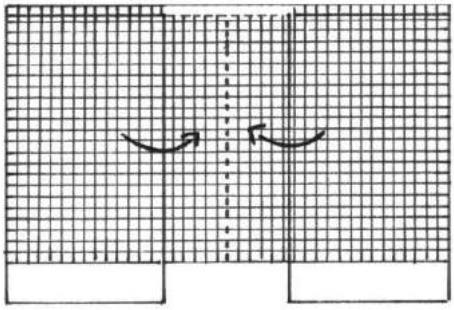




Paso 2: Debes fijar la malla entre dos hombres: mientras uno la sostiene estirada, el otro amarra la malla con la rafia de arriba hacia abajo y luego se empalma con la franja de anclaje, con rafia. Arriba se traslapan las mallas de los lados sobre la viga collar y se amarran con rafia y clavan a la viga.

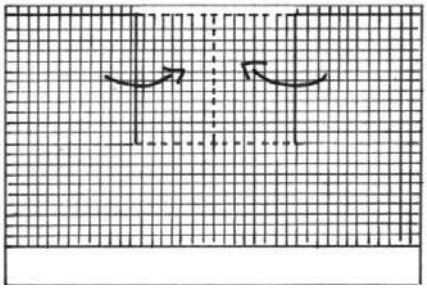
Cómo cortar las mallas de los vanos:

En puertas: corta y dobla la malla en 2 partes a cada lado.

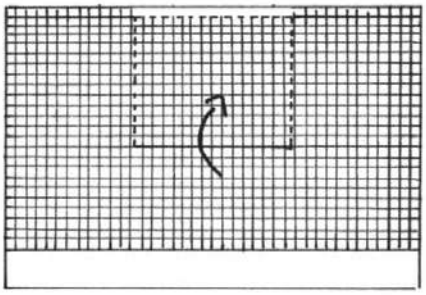


Cara frontal y opuesta
(2 cortes)

En ventanas: corta y dobla la malla a cada lado, según se indica.

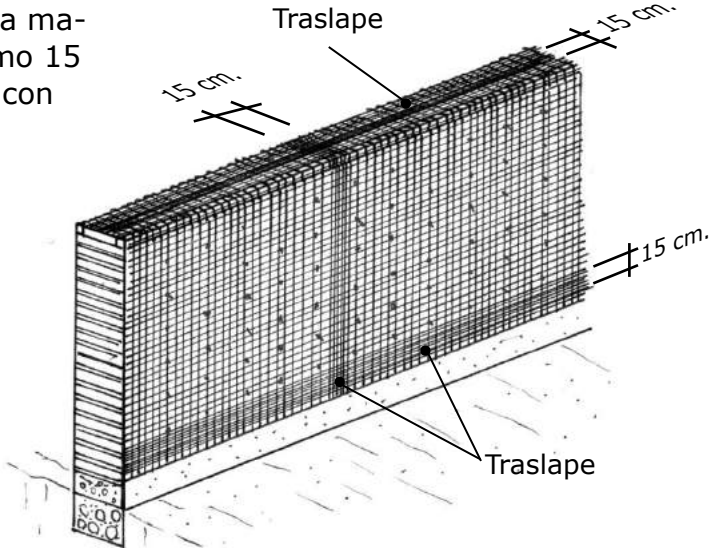


Cara frontal (3 cortes)



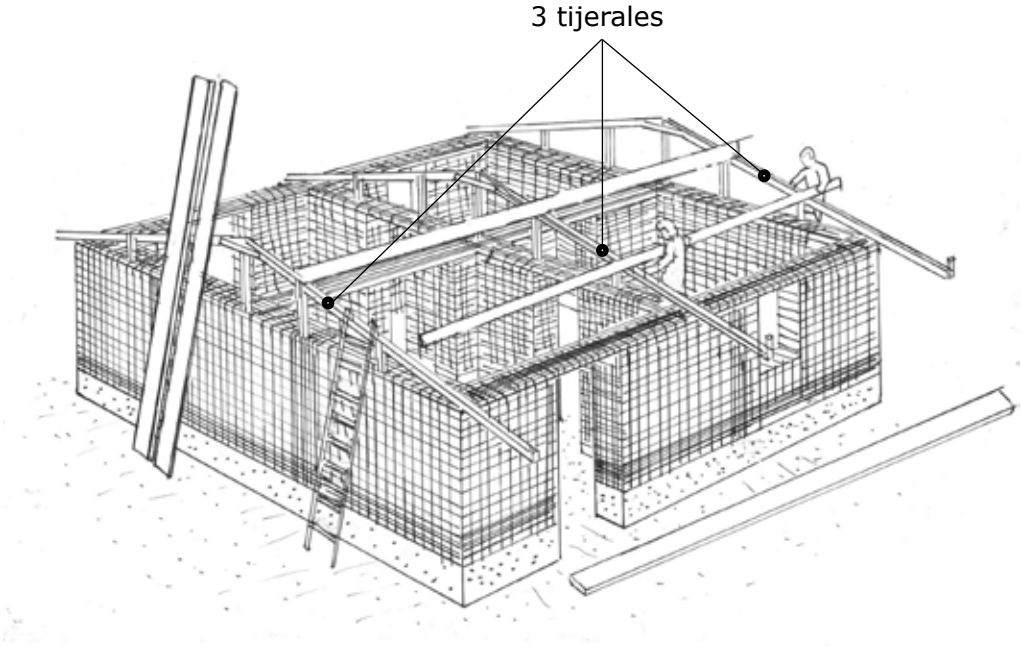
Cara opuesta (3 cortes)

Los traslapes de la malla serán de mínimo 15 cm. y amarrados con rafia.



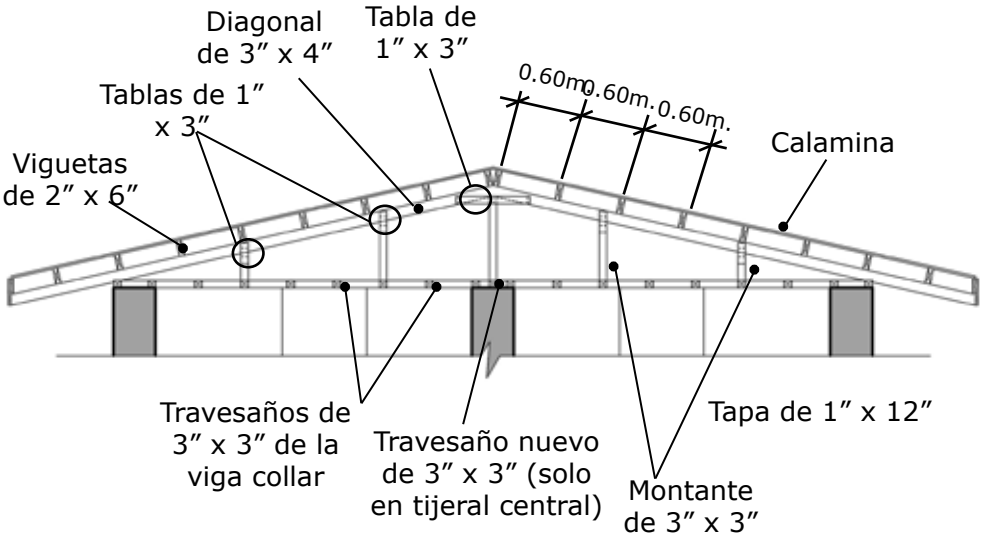
6. Construcción de techos

Luego de fijar la viga collar con las mallas, inmediatamente coloca correas de 2″ x 6″ cada 60 cm. clavadas a las vigas collar y a los tijerales.



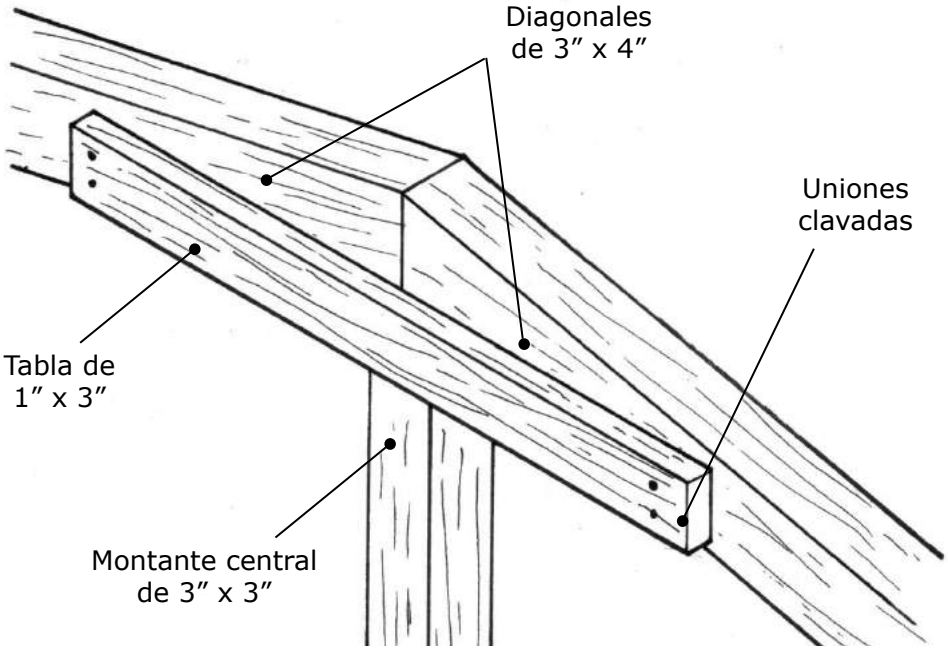
Cómo construir el tijeral:

Toma en cuenta el siguiente dibujo:

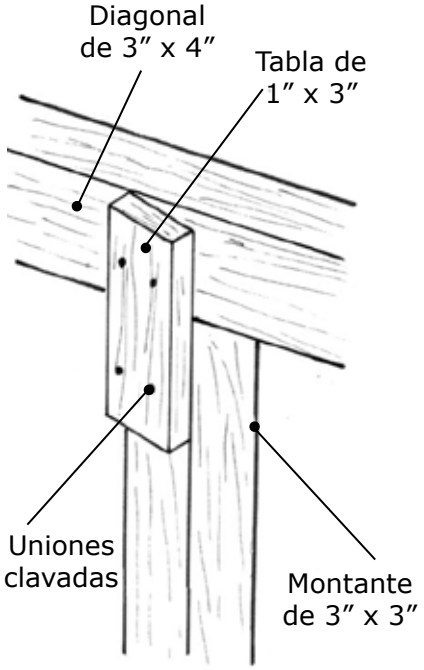


Detalles de uniones de los tijerales (1)

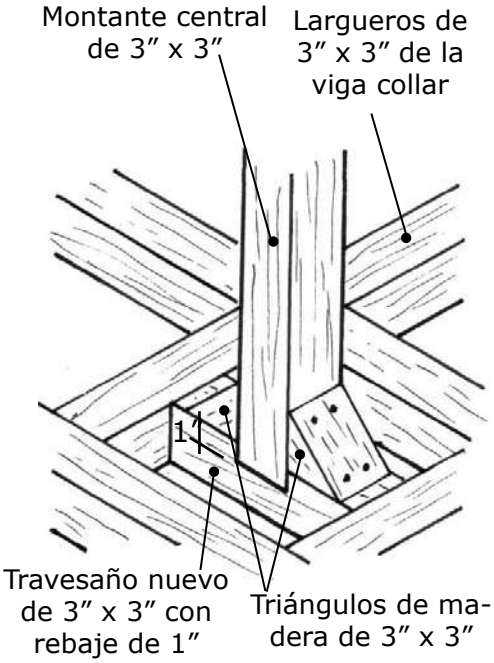
Unión de montante central con diagonales



Unión de montantes laterales con diagonal

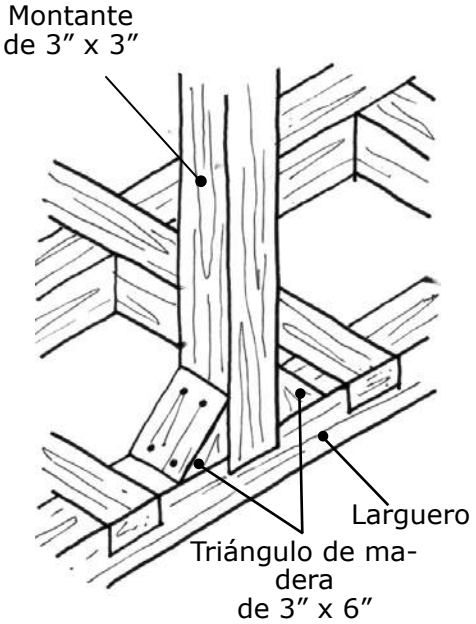


Unión de montante central con viga collar central

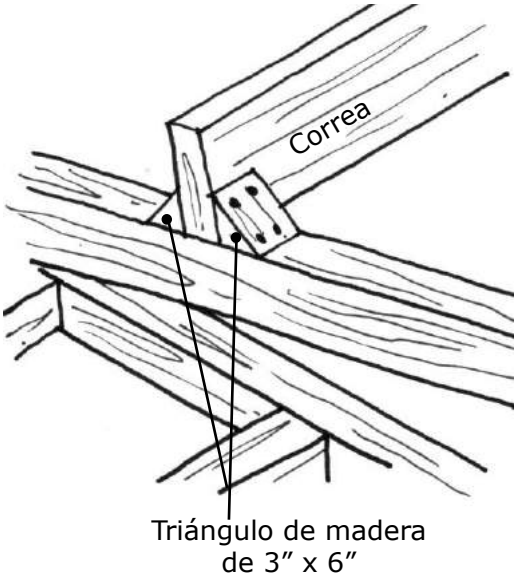


Detalles de uniones de los tijerales (2)

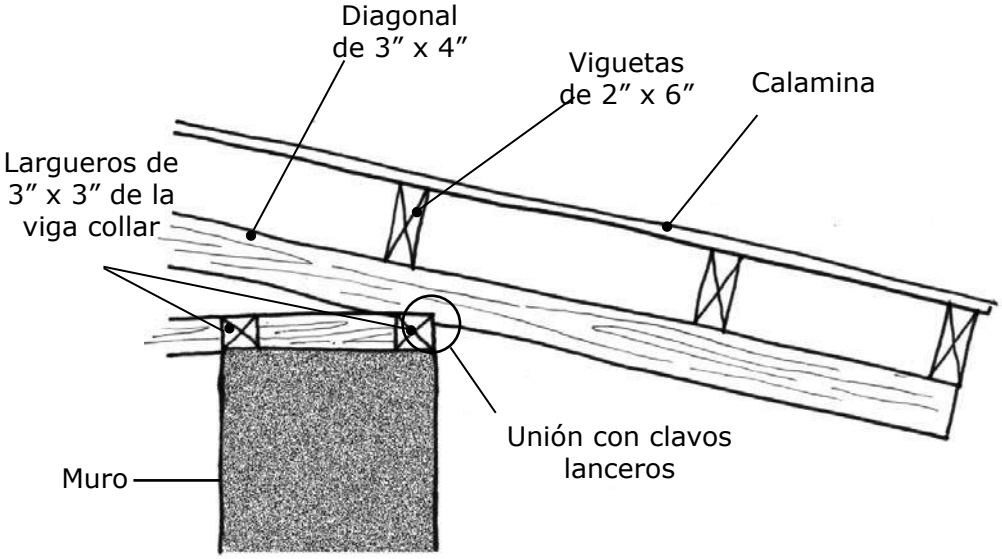
Unión de viga collar y tijerales laterales



Unión clavada de correas con diagonales

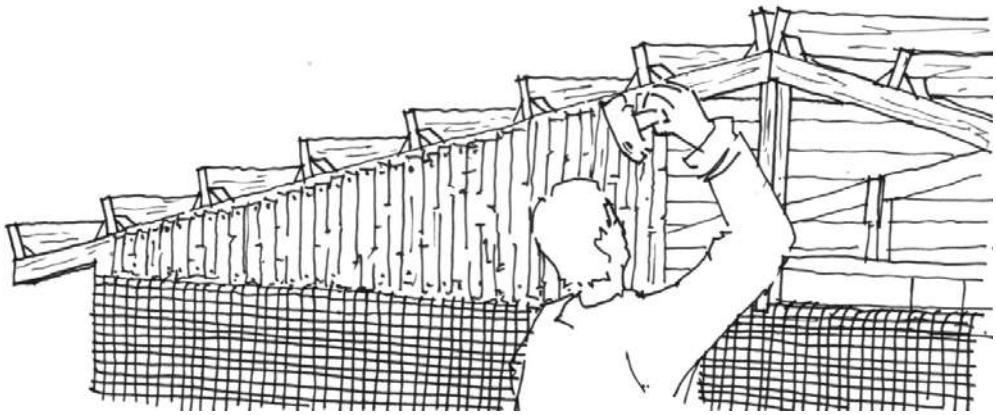


Detalle de volado y encuentro de diagonales con viga collar

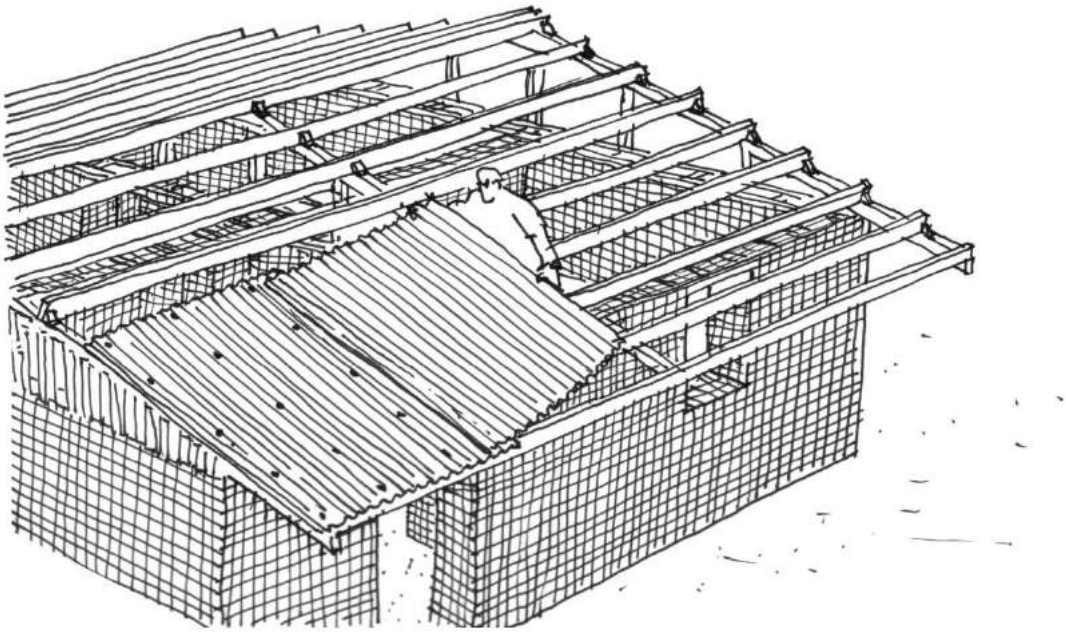


Cómo colocar las calaminas y las cañas:

Paso 1: Coloca caña brava o caña de guayaquil chancada en la parte exterior de los tijerales clavándola sobre los largueros y las diagonales. Luego, cúbrela con el mismo tarrajeo de los muros.



Paso 2: Coloca las calaminas del techo sobre las correas de 2″ x 6″ formando un plano inclinado.

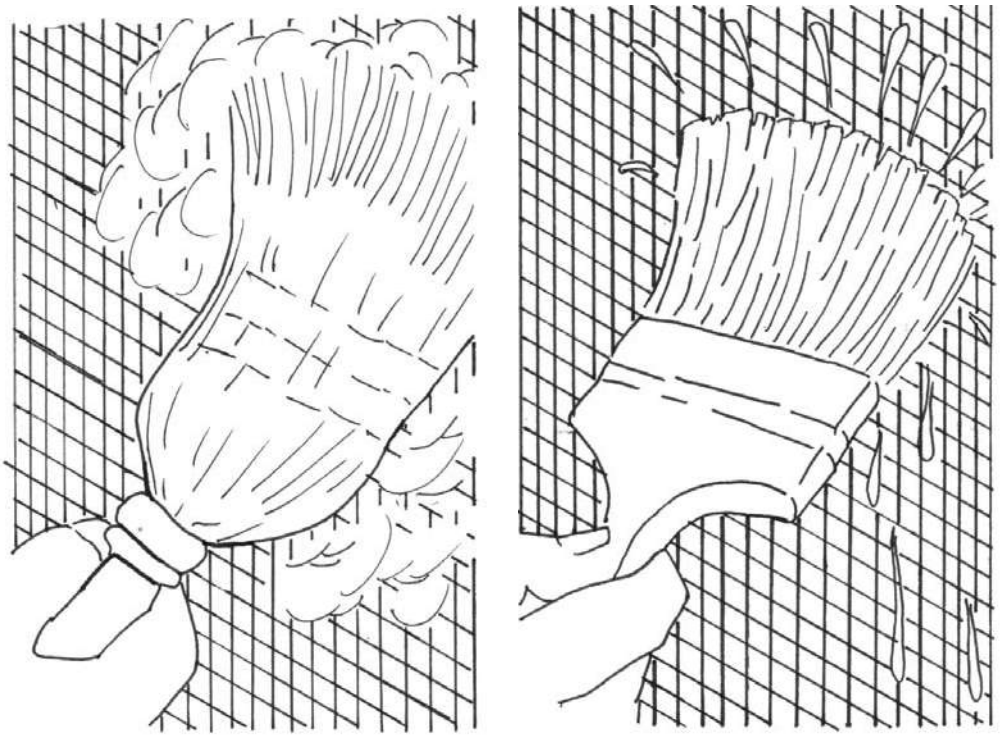


7. El acabado

Cómo tarrajear los muros:

Es recomendable que tarrajees en dos capas: la primera de aproximadamente 2.5 cm. y la segunda de 0.5 cm. para desaparecer las fisuras de la capa anterior.

Utiliza la misma mezcla del mortero para la primera capa y para la delgada. Usa paja de solo 1.5 cm. en la última capa delgada.



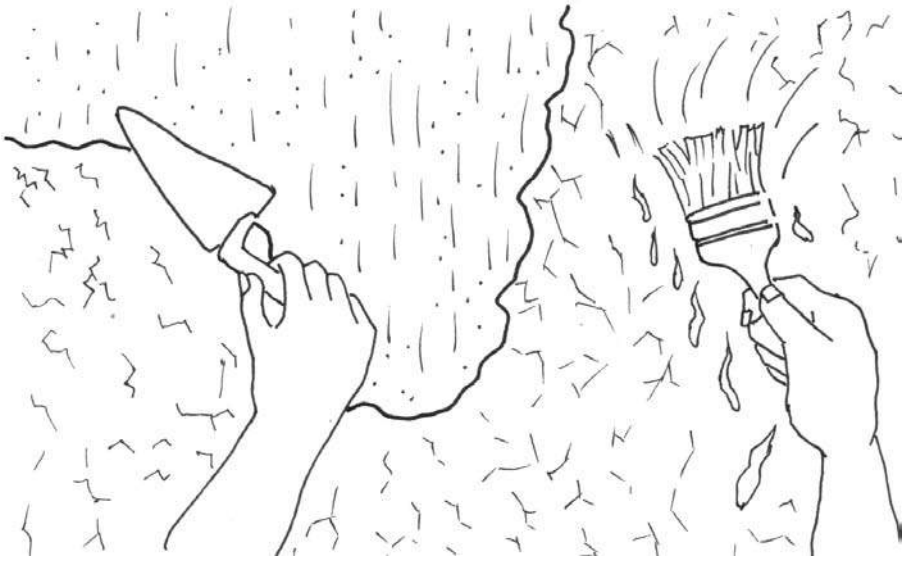
Recuerda que cuando el tarrajeo se raja se debilita su resistencia a la lluvia. Esto se puede solucionar agregando paja al barro. Además, antes de colocar el revestimiento, debes limpiar el polvo y dar una mano de agua a la superficie del muro.

Cómo colocar el barro sobre las mallas:

Paso 1: Coloca bolas de barro sobre la pared y apriétalas con las manos.

Paso 2: Empareja la superficie y déjala secar.

Paso 3: Dale una segunda mano de agua y aplica con una espátula la segunda capa de barro de espesor muy delgado y déjalo secar.



Recuerda que la segunda capa cubre totalmente las rajaduras de la primera y permite obtener un mejor acabado.

Cómo realizar el pulido:

Puedes obtener un acabado liso y brilloso frotando la superficie del tarrajeo con una piedra lisa y otra más lisa aun.

Paso 1: Frota la superficie circularmente con una piedra lisa.

Paso 2: Luego, frota la superficie con una piedra más lisa.

Recuerda que el pulido con piedra contribuye a incrementar la resistencia del tarrajeo a la lluvia pues pule el acabado de la superficie.

8. Cocina mejorada

Es muy fácil construir una cocina mejorada con materiales económicos y fáciles de encontrar en tu comunidad.

Una cocina mejorada nos puede servir para:

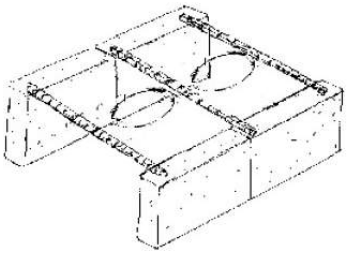
- Evitar las enfermedades pulmonares e infecciones respiratorias generadas por los humos de las cocinas a leña.
- Ahorrar leña a conservar el calor necesario para cocinar con menos combustible y preparar higiénicamente nuestros alimentos.
- Usa 100% materiales de la zona.
- Es de fácil construcción por parte de las familias.

¿Qué necesitamos para construir una cocina familiar mejorada?

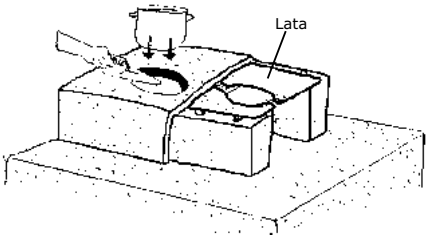
- Un espacio de 1 metro de largo por 80 cm. de ancho aproximadamente
- 23 adobes de 40 x 20 x 10 cm. aproximadamente
- 4 latas de arcilla y 2 latas de arena
- 3 fierros planos de 30 cm. o 7 varillas de construcción (pueden ser rieles, rejas, muelles usados, rejas de arado o latas dobladas)
- 3 puñados de pelo de cuy
- 3 puñados de paja picada
- Bosta de burro o caballo (estiércol)
- Jugo de cactus "gigantón"
- 10 tejas
- Agua
- 2 Latas o envases vacíos de aceite, que servirán para la sombrilla de la chimenea y la base de la cocina.

Cómo construir una cocina mejorada:

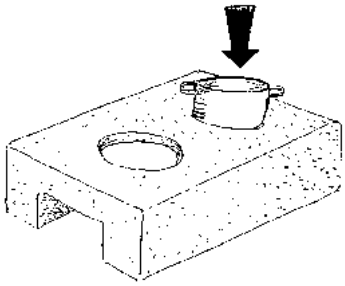
Paso 1: Construye una plataforma con los adobes y, sobre esta, otra plataforma para las hornillas.



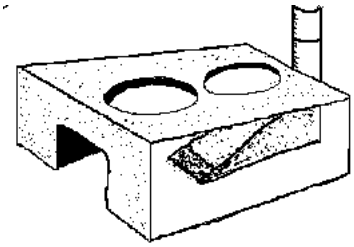
Paso 2: Sobre los 4 ladrillos coloca tres o más fierros o varillas de construcción que permitirán sostener las ollas.



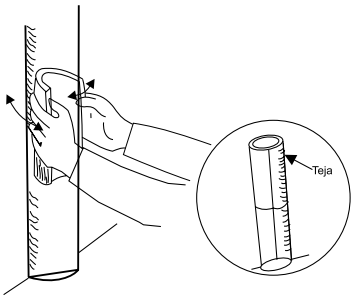
Paso 3: Cubre esta segunda plataforma con una mezcla de barro, jugo de cactus y paja. La plataforma se sostendrá con la lata que aparece en la imagen.



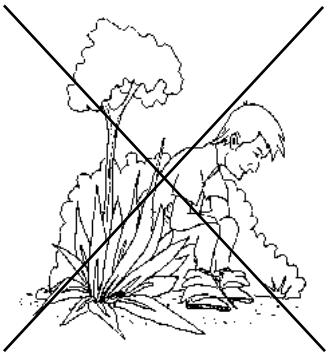
Paso 4: Las hornillas las formarás colocando las ollas sobre la plataforma y presionando con movimientos giratorios hasta lograr el encaje necesario.



Paso 5: En la parte media del piso de la segunda hornilla construye un lomo de barro con la misma mezcla. Esto servirá para hacer llegar el fuego a la segunda olla y para regular la salida de humo a través de la chimenea que construirás con hojalata de latas de aceite.



Paso 6: Para construir la chimenea, cava en la pared una ranura del mismo ancho de una teja.

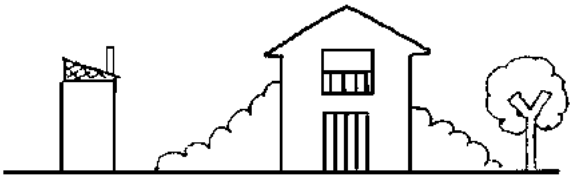


9. Letrina de hoyo seco ventilado

Es un sistema apropiado e higiénico, donde se depositan los excrementos humanos. Contribuye a evitar la contaminación del ambiente y a preservar la salud de la población.

Cómo construir la letrina:

Paso 1: Se localizará en terreno firme y libre de inundación. La distancia mínima horizontal entre la letrina y cualquier fuente de agua será de 20 metros.



Paso 2: Cavar un hoyo de 0.80 M x 0.80 M por 1.80 M. De profundidad.

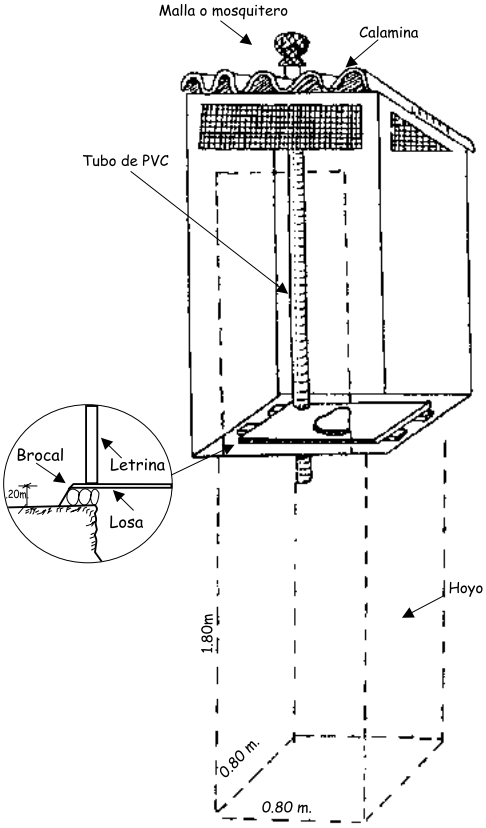
Paso 3: Luego se construye el brocal de piedra o de adobe para evitar el ingreso de agua.

Paso 4: Reforzar el suelo de los terrenos blandos internamente con vigas de madera y troncos.

Los muros pueden ser de adobe reforzado, madera o planchas de fibrocemento sobre una estructura de madera.

El techo puede ser de calamina, fibrocemento o tejas.

Paso 5: En la parte alta se hará una ventana de ventilación que se cubrirá con malla mosquitero.

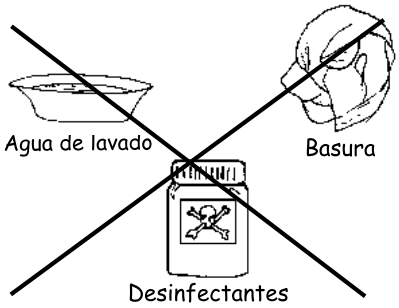


Uso y mantenimiento de la letrina

Recuerda que:

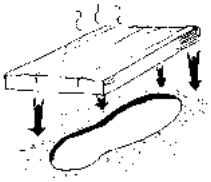
Siempre debes mantener limpio el piso, la taza o el hoyo turco y la limpieza hay que hacerla todos los días.

No debe caer dentro de la letrina:

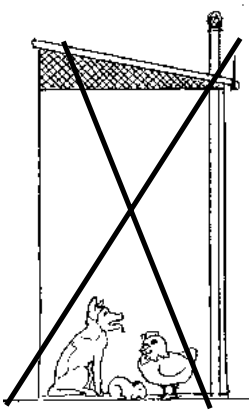


Debes mantener limpias las paredes y los alrededores de la caseta.

La taza o el hueco de la letrina deben estar tapadas y así evitará los insectos.



No uses la caseta para albergar gallinas u otros animales domésticos. Tampoco debe servir para almacenar basura.



Para evitar los malos olores echa 2 palas de bosta de vaca, burro o caballo cada 2 semanas.

Cuando falte medio metro para que la letrina se llene echa cal viva primero y luego tierra, clausúrala y haz otra en un lugar distinto.

Cada vez que uses la letrina, lávate las manos con agua y jabón.

Si no cuentas con un caño, pon un lavatorio con agua cerca de la letrina y haz que todos los miembros de tu familia se laven allí.

ISBN: 978-9972-42-838-8

En el Perú, un país afectado por movimientos sísmicos y de variada superficie, es importante conocer y valorar los diversos materiales de construcción que nos brinda nuestro entorno. Este libro presenta los pasos a seguir para el diseño y construcción de una vivienda hecha de adobes. Dirigido a maestros de obra, albañiles y público en general, es una herramienta útil para todo aquel que quiera aprovechar el adobe como un material resistente para construir una vivienda segura y saludable. Fue concebido para ayudar a nuestros hermanos afectados por el sismo del 15 de agosto del año 2007 y servirá, además, para revalorar el adobe como un material eficaz y resistente para la construcción.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
SENCICO
care
FORSUR