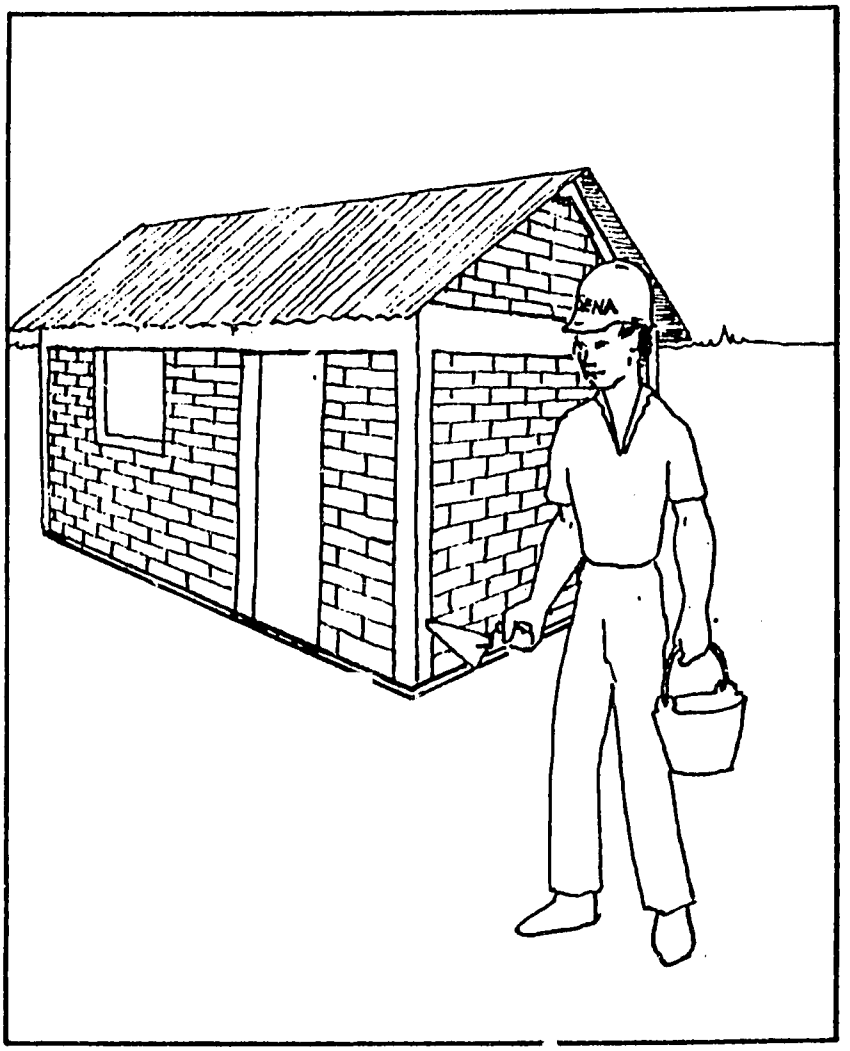
PN-AAP-460 /G2
ISN-22736

CONSTRUCCIONES SISMO-RESISTENTES
MANUAL PARA INSTRUCTORES



SENA
Programa de Reconstrucción

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE "SENA"

PROGRAMA DE RECONSTRUCCION

PNAAP460

MANUAL ELABORADO POR: "INTERTECT": ESPECIALISTAS INTERNACIONALES EN RECONSTRUCCION

JAMES VIETS: Dibujante

CON LA COLABORACION DE: "SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE "SENA" REGIONAL CAUCA

Dr. GUSTAVO WILCHES CHAUX - Gerente Regional y Director Programa de Reconstrucción

Dr. CARLOS ALBERTO FLOREZ - Jefe Proyecto de Construcción

Dr. LUIS ENRIQUE MARTÍNEZ - Asesor Técnico

Sr. GERARDO OVIDIO AGREDO - Dibujante

Sr. GERARDO PIANDA TASCON - Dibujante

Sta. ANA MARIA CHAVEZ CHAUX - Mecanógrafa

Sta. CIELO PATRICIA GARCES - Auxiliar

OTROS COLABORADORES: Instructores de Construcción y Participación Social

Popayán, septiembre 1983

Este Manual ha sido financiado en parte por la Agencia Internacional de Desarrollo E.E.U.U.

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE "SENA"

PROGRAMA DE RECONSTRUCCION

CONSTRUCCIONES SISMO-RESISTENTES

MANUAL PARA INSTRUCTORES

"INTERTECT"

ESPECIALISTAS INTERNACIONALES EN RECONSTRUCCION

INTRODUCCION

El presente manual para instructores ha sido elaborado para ser usado en el Programa de Autoconstrucción del SENA. Está diseñado para servir de ayuda didáctica a los Instructores de Construcción y Promoción Social, quienes están enseñando cómo construir viviendas seguras a personas afectadas por el terremoto del 31 de marzo de 1983 en Popayán.

El manual consta de diez cartillas en las cuales se tratan los siguientes temas:

1. Qué son los Terremotos
2. Como afecta el terremoto a una casa
3. Principios básicos de construcción sismoresistente
4. Como construir una casa segura de ladrillo
5. Daños típicos
6. Como inspeccionar y evaluar una casa dañada por el sismo.
7. Formulario para evaluación de daños
8. Como reparar una casa de ladrillo
9. Como reparar una casa de adobe
10. Como reparar daños típicos

Es importante anotar que los conceptos básicos son también aplicados a viviendas de bahareque y madera.

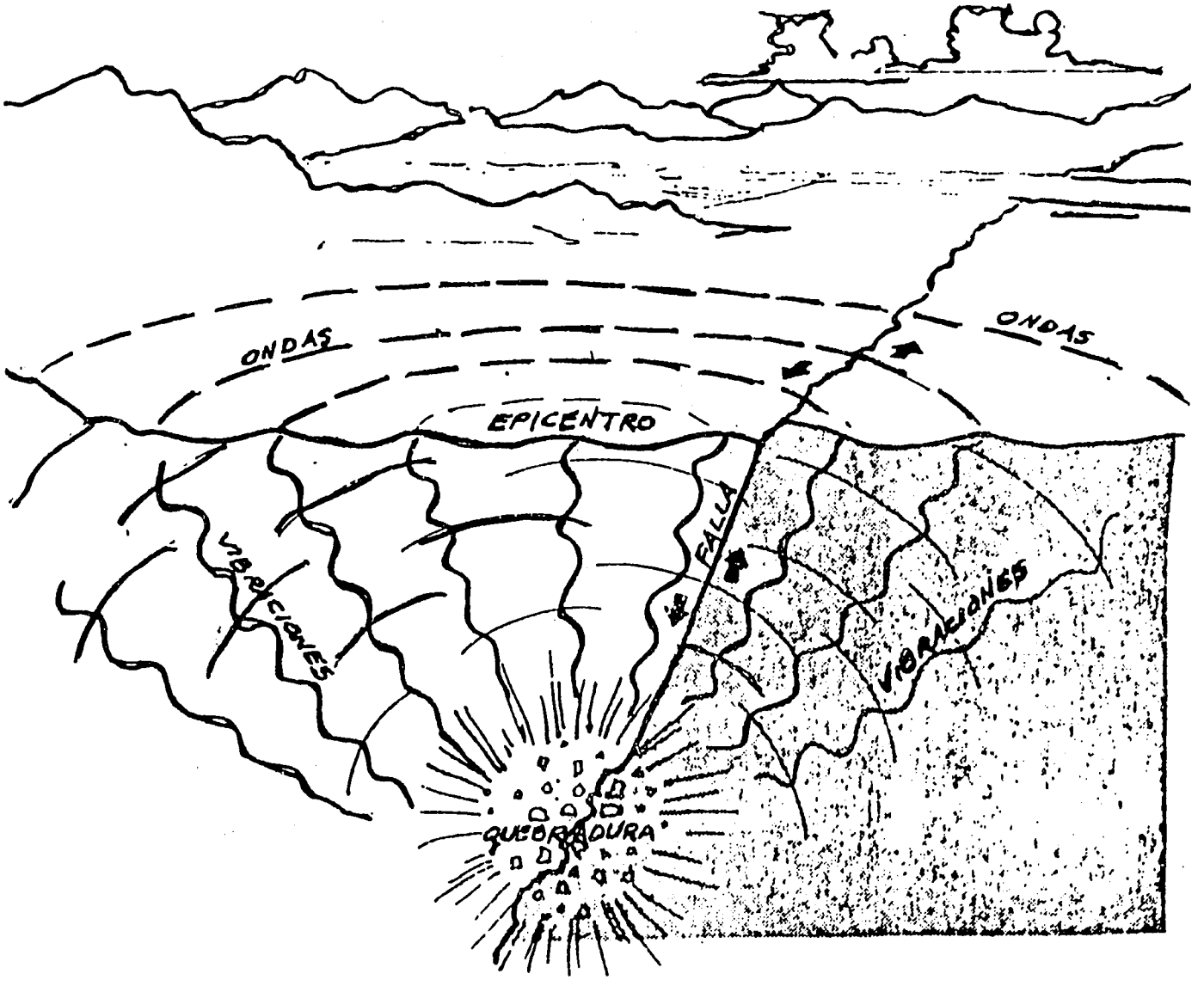
La información contenida en las cartillas está presentada en una forma muy simple y clara para facilitar la transferencia de los conceptos al sector popular. En varias de las cartillas, se ha puesto énfasis en el aspecto visual como forma de transmitir las ideas.

Es aconsejable que la presentación de las cartillas se haga en forma individual y su información sea discutida ampliamente, esto requerirá de un programa de entrenamiento de varias sesiones, aspecto especialmente importante cuando los cursos se imparten a

personas no acostumbradas a una educación formal.

Por último es importante notar que las cartillas han sido diseñadas para ser usadas en la práctica bajo la supervisión de una persona calificada tecnicamente.

¿QUE SON LOS TERREMOTOS?



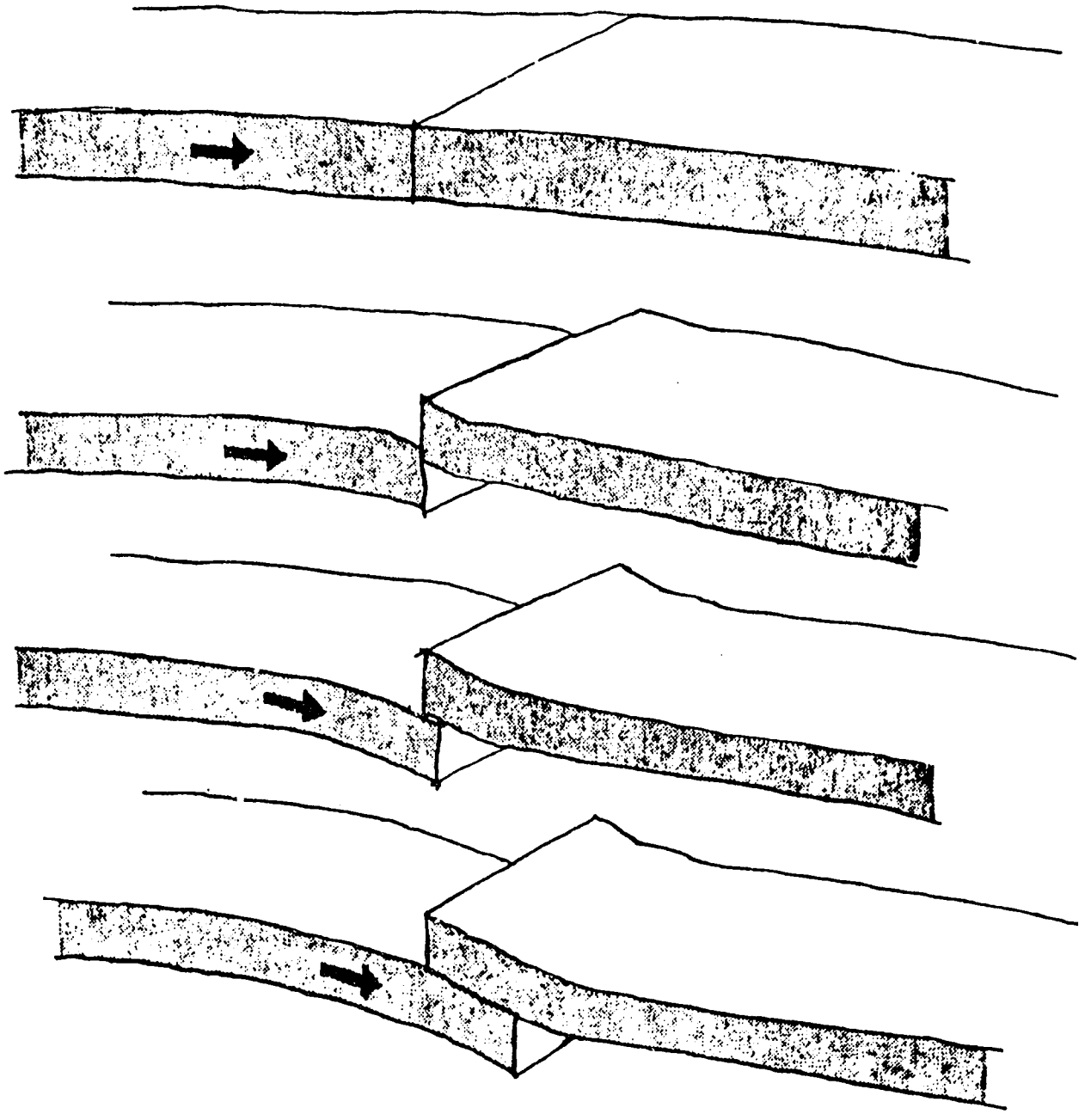
SENA

Programa de Reconstrucción

1. ¿QUE SON LOS TERREMOTOS?

Para diseñar una casa que resista las fuerzas de un fuerte terremoto, es importante y necesario que sepamos qué es un terremoto y cómo afecta a la tierra.

La superficie de la tierra está compuesta por grandes secciones, las cuales se llaman PLACAS. Estas placas se encuentran bajo los oceanos y bajo continentes enteros como: América del Sur, América del Norte y el Mar Caribe.

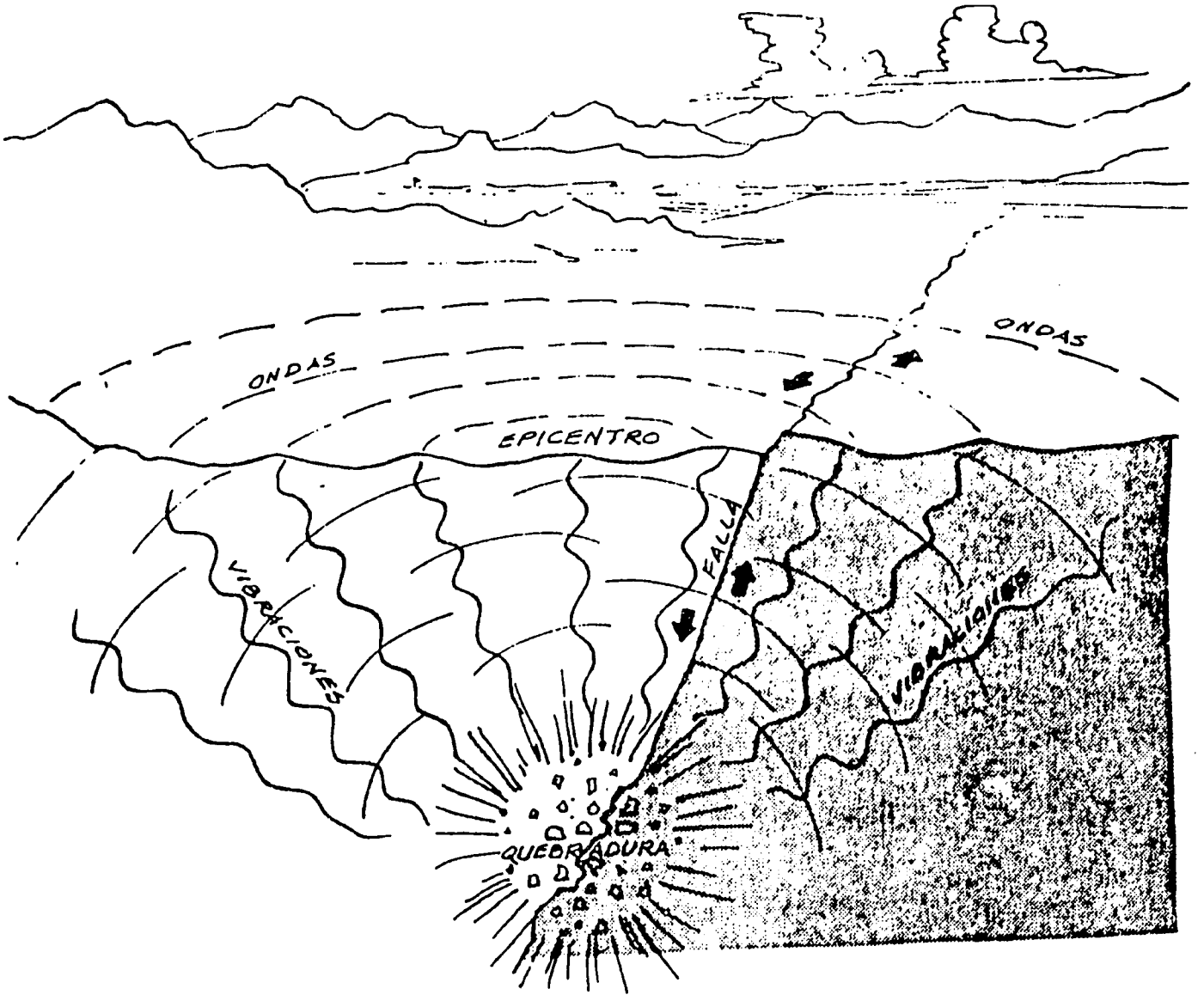


Todas las placas siempre se mantienen en movimiento, aunque se muevan solamente unos cuantos centímetros cada año. A causa de este movimiento, las placas se chocan una contra otra en muchas partes del mundo. Una cosa que pasa cuando las placas se chocan es que una placa trata de pasarse bajo la otra.

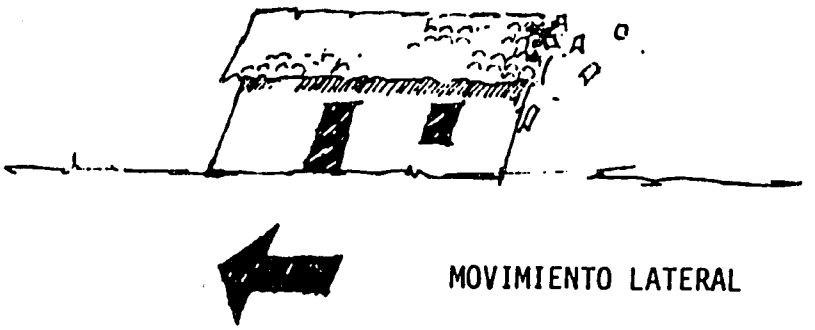
Los terremotos pueden ocurrir en cualquier parte del mundo, en donde las orillas de dos placas se junten. ¡ Cerca de Colombia se juntan tres placas! Por la unión de estas tres placas debemos saber que siempre puede haber terremotos en nuestro País.

Bajo el suelo de Colombia el movimiento de las placas ha creado fallas ó grietas en la superficie del terreno. Los terremotos se originan por estas fallas. Esta fue la causa del terremoto de Popayán.

Al punto en la superficie de la tierra sobre este lugar donde el movimiento empezó se le llama el epicentro del terremoto. Dentro de la tierra las vibraciones salen en todas direcctiones desde este punto. Estas vibraciones se llaman ONDAS, y son muy parecidas a las que vemos en el agua cuando tiramos una piedra en una taza.



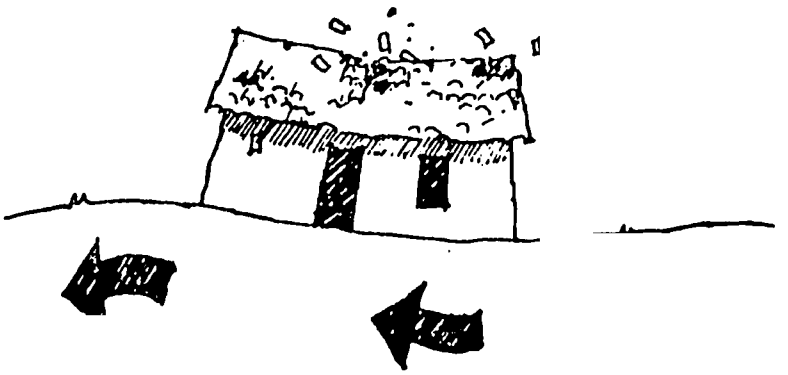
8



MOVIMIENTO LATERAL

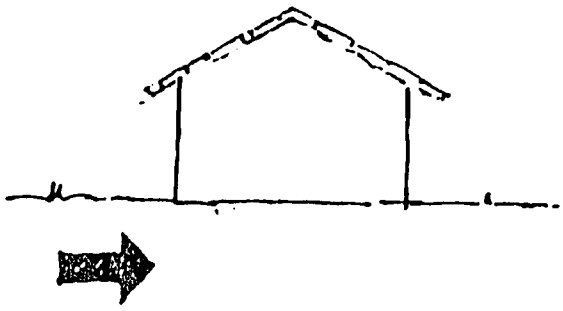
Básicamente hay dos clases de ondas que afectan a las casas: La primera, hace que la tierra se mueva de un lado para otro. A este movimiento se le llama MOVIMIENTO LATERAL. El movimiento lateral nos hace sentir que algo nos hala y nos empuja.

La segunda clase de ondas que se mueven un poquito más despacio, producen un movimiento como el que nosotros vemos en las olas del mar. Este movimiento lo conocemos como MOVIMIENTO ONDULATORIO. Estas ondas nos dan la sensación de que nos tiran para arriba y para abajo.



MOVIMIENTO
ONDULATORIO

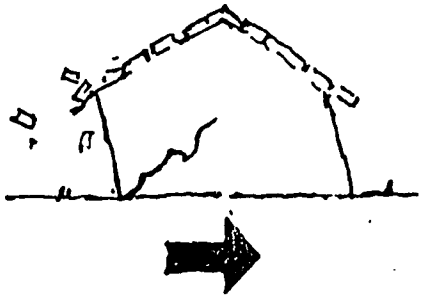
2. ¿COMO AFECTAN LAS ONDAS A LAS CASAS?



1a. CLASE DE ONDAS (MOVIMIENTO LATERAL)

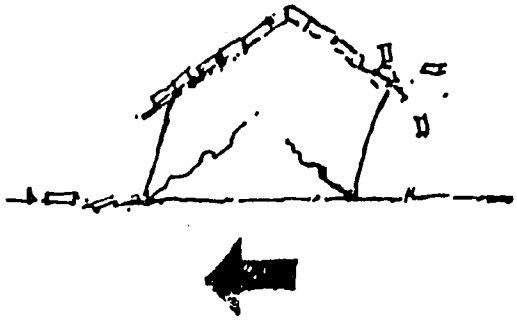
Cuando ocurre un terremoto y se sienten las ondas de la primera clasen, la tierra empieza a moverse de un lado para otro.

El cimiento y la parte de abajo de la casa que está pegada a la tierra, inmediatamente se mueven juntamente con la tierra.



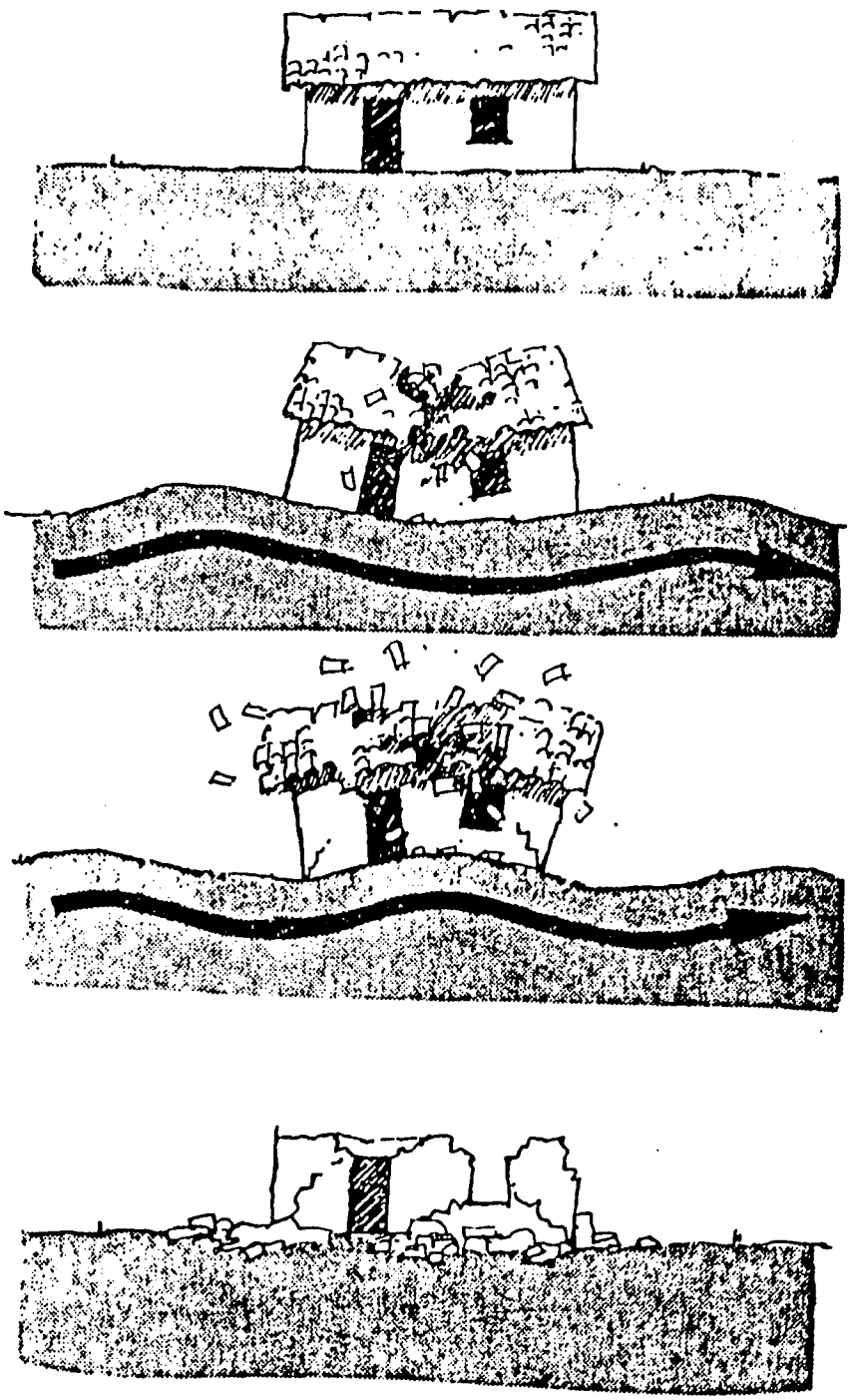
Sin embargo, el techo se tarda un poquito en seguir este movimiento, y entonces la casa se inclina como lo vemos en este dibujo.

Luego la parte de arriba de la casa trata de alcanzar el movimiento de la parte de abajo. Mientras tanto el movimiento de la tierra cambia de dirección o sea que viene una onda de otra dirección. Así que el techo y lá parte de arriba de la casa se mueven en dirección opuesta a la parte de abajo y se mueven más ráp̀ido por estar en alto.



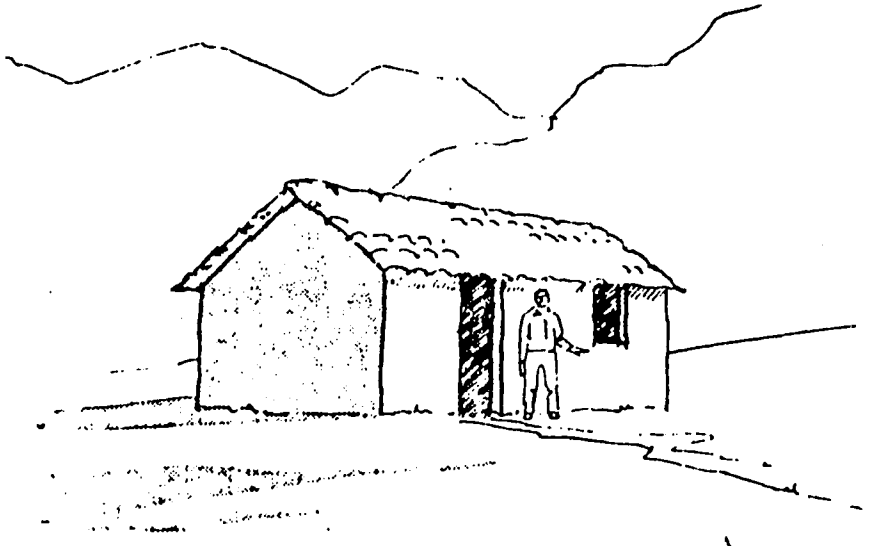
Este movimiento lo podemos comprobar cuando vamos parados en una camioneta, cuando la camioneta empieza a caminar sentimos que nos vamos para atrás; y cuando la camioneta para, sentimos que nos vamos hacia adelante.

2a. <u>CLASE DE ONDAS</u> (MOVIMIENTO ONDULATORIO)



A la vez, los movimientos ondulatorios se chocan con la pared. Con la fuerza de estas ondas, diferentes partes de la pared empiezan a moverse en direcciones opuestas, y entonces las paredes primero tratan de juntarse y después de separarse.

El daño que causa un terremoto en una casa depende de su construcción. Dos de las cosas más importantes son la altura y el peso tanto de las paredes como del techo de la misma. Entre más altas sean las paredes, más rápido será el movimiento y la fuerza que agarrará la parte de arriba de la casa y el daño será mayor. Y entre más anchas y pesadas sean las paredes, éstas tendrán más fuerza cuando se muevan. Así es que las paredes a causa de su propio peso se destruyen cuando se están moviendo.



Por otra parte, en una zona propensa a terremotos es muy importante <u>construir paredes bajas y livianas</u>.

3. ¿QUE ES LO QUE HACE QUE SE MUEVAN LAS PLACAS?

La mayoría de los geólogos creen que el movimiento de las placas es provocado por el movimiento lento de la capa de rocas incandescentes que está bajo las placas. Estos movimientos los causa el calentamiento que existe en el interior de la tierra, y cuando estas rocas se mueven, también hace que se muevan las placas que están sobre ellas.

4. ¿A QUE DISTANCIA SE MUEVEN LAS PLACAS?

De acuerdo a los estudios hechos por los geólogos, las placas generalmente se mueven de 2 a 6 centímetros por año. Sin embargo, durante un terremoto las placas se pueden mover hasta 6 ó 7 metros.

5. ¿CUAL ES LA RELACION QUE EXISTE ENTRE EL MOVIMIENTO DE LAS PLACAS Y LOS TERREMOTOS?

La mayoría de las placas siempre están en movimiento, aunque se muevan muy despacio. Ocasionalmente los bordes de las placas se traban cuando tratan de pasarse en direcciones opuestas. Si el resto de las placas ha caminado por muchos años mientras que los bordes se han quedado trabados y sin movimiento, se formará mucha presión y cuando esta presión es demasiada los bordes se destraban y entonces tenemos un fuerte temblor o terremoto.

6. ¿DE QUE ESTAN HECHAS LAS PLACAS?

Las placas están formadas por diferentes clases de rocas. En la parte de abajo de las placas se encuentran rocas pesadas y en la parte de arriba rocas menos pesadas.

7. ¿A CADA CUANTO TIEMPO OCURREN LOS TERREMOTOS?

Hoy en día no es posible determinar la fecha y el lugar exactos donde va a ocurrir un terremoto. Ahora, los científicos están tratando de encontrar la manera para poder determinar con exactitud la fecha y el lugar en donde ocurrirán los terremotos, pero no han tenido mucho éxito. Cada año ocurren cientos de pequeños terremotos en el mundo. Además, cada año hay más o menos 14 fuertes terremotos.

8. ¿COMO DETERMINAN LOS CIENTIFICOS QUE VAN A OCURRIR TERREMOTOS?

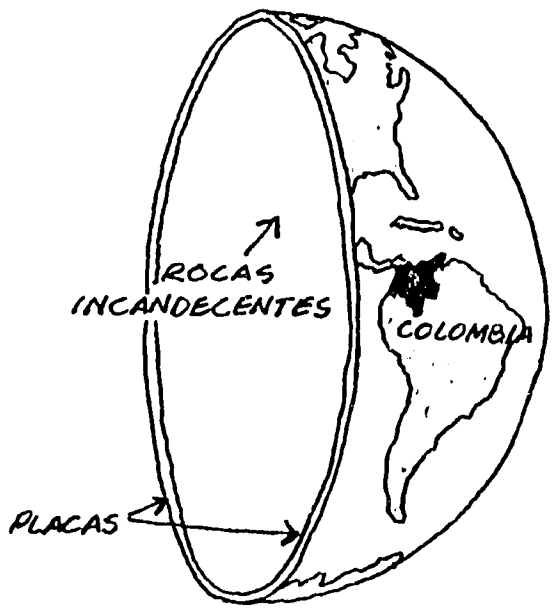
Los científicos todavía no pueden determinar con anticipación el lugar ni la fecha en donde va a ocurrir un terremoto, pero ya han descubierto muchas señales que indican la posibilidad de que va a ocurrir alguno en cierto lugar. Por ejemplo, cuando un topógrafo encuentra que grandes partes del suelo se han abultado, ésto significa a veces que puede haber un terremoto. También, haciendo exámenes químicos en el agua de los pozos, los resultados de estos exámenes muestran que algunas veces el agua cambia un poco antes de que ocurra un terremoto. Estas y otras señales están siendo investigadas por los geólogos, aunque no tienen pruebas exactas todavía. Mientras tanto, los ingenieros y albañiles han descubierto técnicas positivas sobre construcción antisísmica, las cuales ya están siendo aplicadas. Al construir su casa, usted también puede aplicar estas mismas técnicas de construcción, usando cualquier tipo de material.

9. ¿EXISTE FUEGO EN EL CENTRO DE LA TIERRA?

En el centro de la tierra no hay llamaradas, como esas que vemos cuando prendemos fuego. Sin embargo, existe un gran calor y mucha presión, suficientes para derretir la parte de afuera del centro de la tierra. Las temperaturas se calculan que son más de cinco mil grados centígrados. Para dar un ejemplo de la presión que existe en el centro de la tierra, imaginémonos cuál sería el peso que habría hasta abajo si colocamos piedra sobre piedra, piedra sobre piedra, hasta llegar a una altura de 6,350 kilómetros!

10. ¿COMO ES LA TIERRA POR DENTRO?

La tierra es una gran esfera. El diámetro de la tierra es de 12,700 kilómetros. Si nosotros pudieramos cortar la tierra en dos pedazos como lo hacemos con una naranja, la tierra se vería como en el siguiente dibujo. La parte interior de la tierra está formada por rocas incandescentes. Toda la parte externa de la tierra que está bajo la superficie, en donde nosotros vivimos, está formada por grandes secciones que se llaman PLACAS.

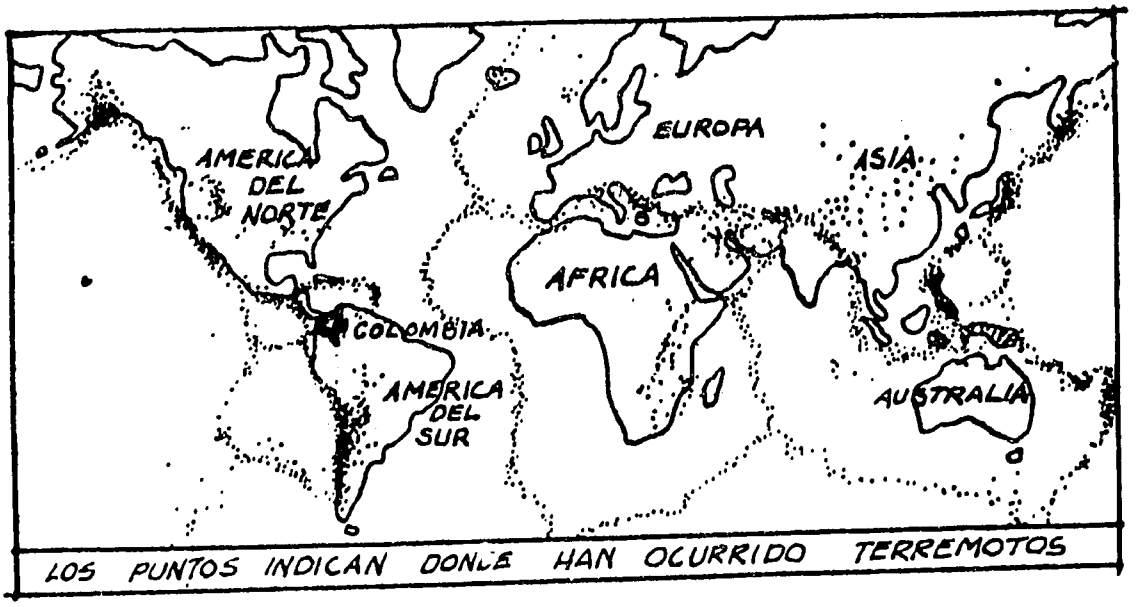


11. ¿QUE PROFUNDIDAD TIENEN LAS PLACAS?

Las placas comienzan en la superficie de la tierra, o sea en donde nosotros estamos, y tienen unos 100 kilómetros de profundidad.

12. ¿COMO SABEN LOS CIENTIFICOS QUE EXISTEN LAS PLACAS?

Los geólogos que se especializan en el estudio de los terremotos se llaman SISMOLOGOS. Los sismólogos usan instrumentos que se han colocado en muchas ciudades y países del mundo para localizar la posición exacta en donde ha ocurrido un terremoto. Usando un aparato que sirve para localizar las direcciones de donde vienen las ondas de un terremoto, y el tiempo que se tardan estas ondas para llegar a diferentes ciudades, los sismólogos pueden,localizar la posición exacta en donde han ocurrido terremotos. Los estudios de esta clase que se han hecho durante muchos años, han demostrado que los terremotos solamente ocurren en ciertas zonas del mundo, y revelan cuáles son los bordes de las placas. El siguiente mapa del mundo nos muestra en dónde están localizados los bordes de las placas.



13. ¿HAN TENIDO OTROS PAISES ALGUN TERREMOTOS?

Los terremotos ocurren en cualquier lugar en donde se juntan los bordes de dos placas. Fuertes terremotos han ocurrido en el pasado en muchos lugares, tales como:

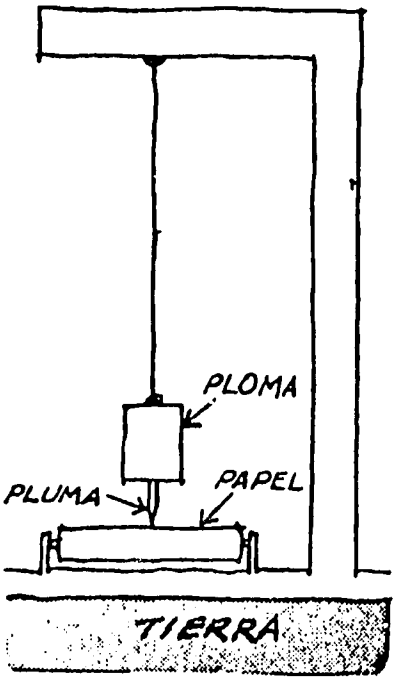
586 A.D.	Grecia	45,000	muertos
1556	China	830,000	"
1797	Ecuador	41,000	"
1861	Argentina	10,000	"
1875	Colombia y Venezuela	16,000	"
1906	San Francisco, California	850	"
1907	Jamaica	1,400	"
1939	Chile	10,000	"
1944	Argentina	10,000	"
1949	Ecuador	10,000	"
1951	El Salvador	400	"
1960	Perú	148	"
1970	Perú	56,000	"
1972	Nicaragua	10,000	"

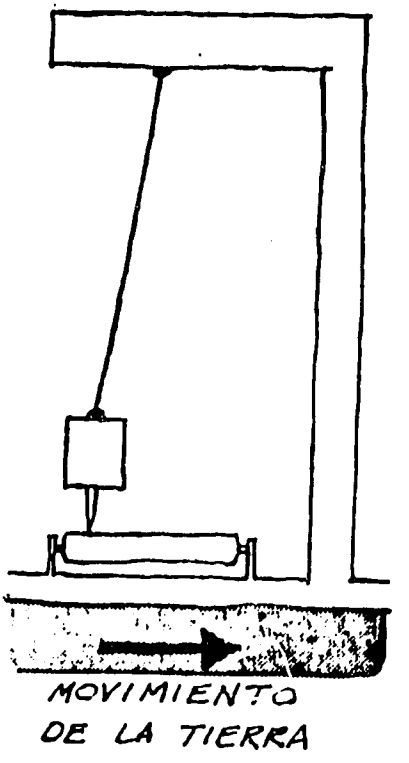
En 1976 mucha gente en Guatemala, Italia, Filipinas, China y Turquia murieron a causa de fuertes terremotos. El de China fue el más fuerte y mató a más de 100,000 personas.

17

14. ¿QUE CLASE DE INSTRUMENTOS USAN LOS SISMOLOGOS?

Uno de los instrumentos que usan los sismólogos se llama SISMOGRAFO. Este sismógrafo tiene un plomo pesado suspendido sobre un papel que está colocado sobre el suelo. Cuando las ondas de los terremotos mueven el suelo, el plomo pesado se queda sin movimiento a causa de su peso y una pluma que está conectada a este plomo pesado marca en el papel el movimiento del suelo.





Dibujo que nos muestra la forma en que trabaja un SISMOGRAFO cuando tenemos un movimiento en la tierra.

15. ¿CUANDO OCURRIO EL PRIMER TERREMOTO?

No sabemos cuando empezaron los terremotos, pero los geólogos han encontrado pruebas en las rocas, las cuales muestran que los terremotos vienen ocurriendo desde hace más de dos mil millones de años. Los terremotos que han ocurrido en el pasado y los de la actualidad son un resultado natural de las presiones que existen dentro de la tierra.

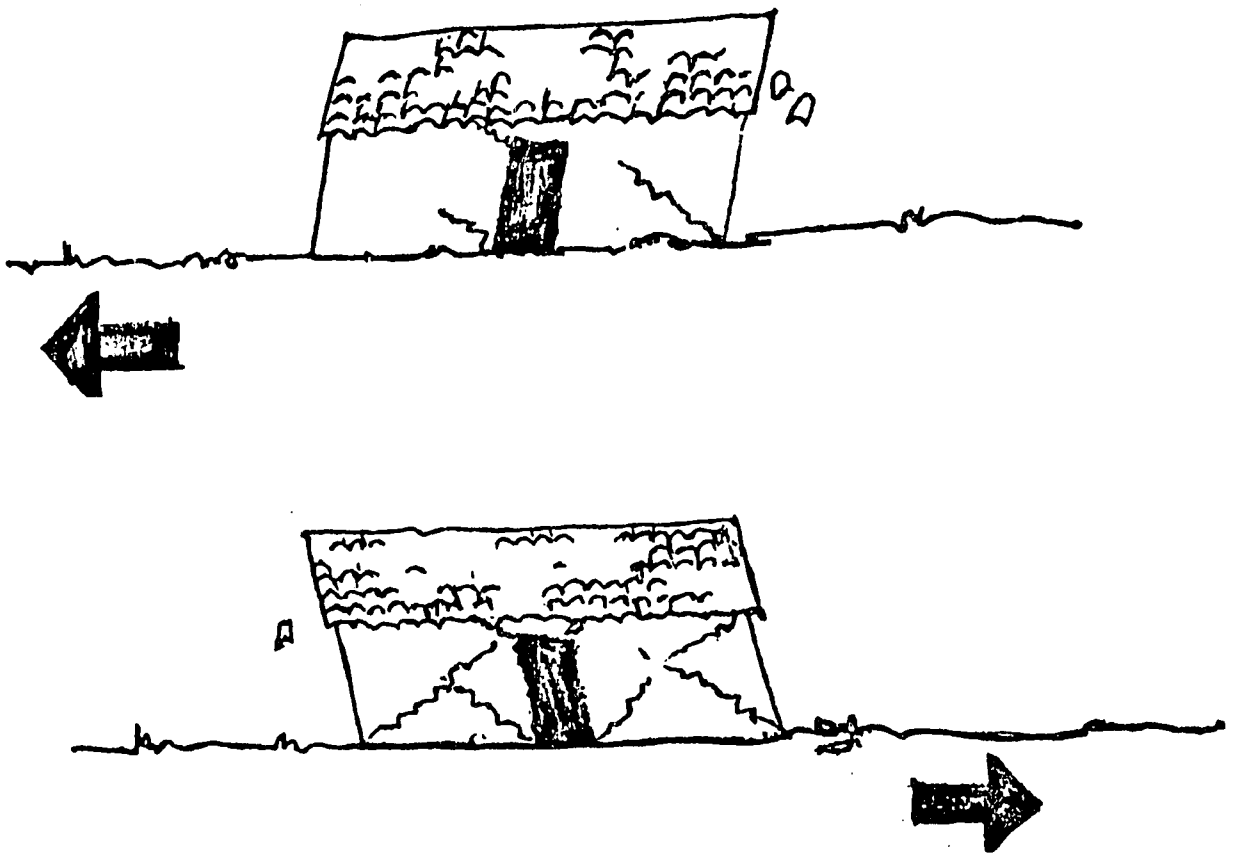
16. ¿QUE EDAD TIENEN LAS PLACAS?

De acuerdo a los estudios hechos por los geólogos, las placas han existido por mucho tiempo, por más de mil millones de años.

17. ¿QUE EDAD TIENE LA TIERRA?

Se calculo que la tierra tiene cuatro mil seiscientos millones de años.

¿COMO AFECTA EL TERREMOTO A UNA CASA?



SENA

Programa de Reconstrucción

I. Introducción: ¿Qué es un Terremoto?

Para diseñar una casa que resista las fuerzas de un terremoto de importancia primero debemos comprender qué es un terremoto y qué es lo que sucede a la tierra durante éste.

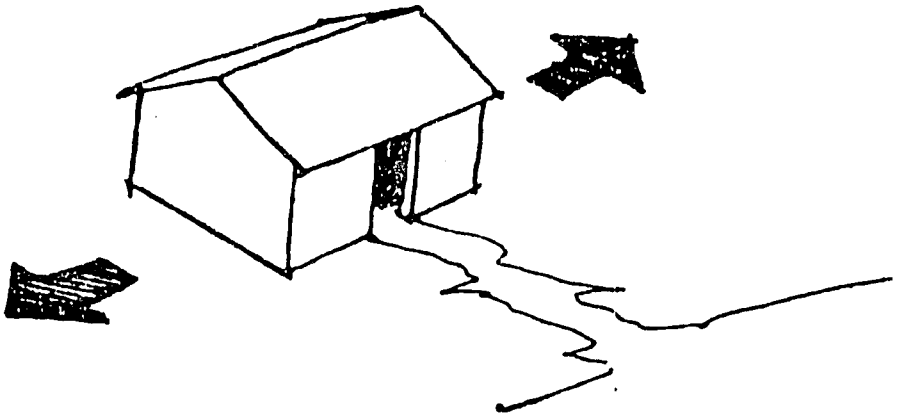
La superficie de la tierra está compuesta de grandes masas de tierra, llamadas placas, que nacen debajo de océanos y continentes enteros, tales como Sud América. Estas placas están siempre en movimiento (aunque sólo unos pocos centímetros cada año) y en varios lugares chocan unas con otras. Donde se encuentran las placas, una tratará de montar sobre la otra. Esto produce una gran presión que se acumula por un período de años, y tarde o temprano esta presión hará que algo se quiebre bajo la superficie. Esta ruptura es un terremoto.

Puede esperarse que se produzcan terremotos en cualquier lugar donde estas placas se juntan. El punto en la superficie de la tierra sobre el lugar donde ocurre la ruptura se llama "epicentro". El terremoto produce vibraciones que salen en toda dirección desde el epicentro. Estas vibraciones se llaman "ondas".

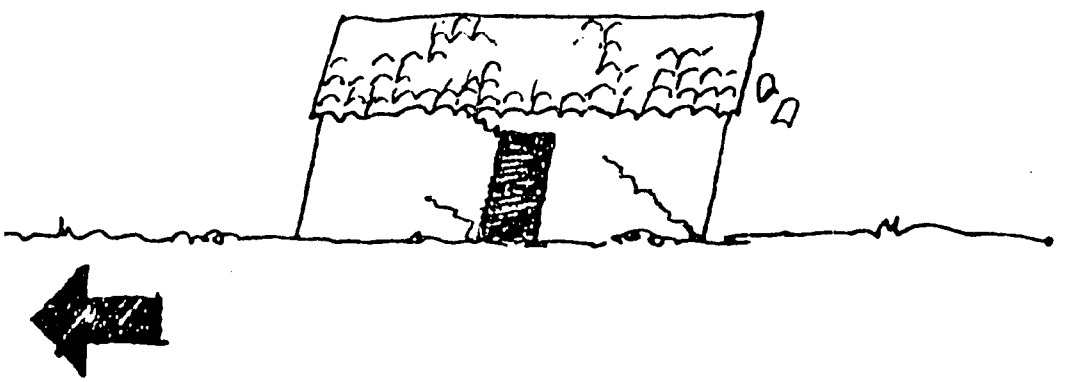
Hay dos tipos de ondas que afectan las casas. Las primeras hacen que la tierra se mueva atrás y adelante en la misma línea. Las segundas, que avanzan más lentamente, producen lo que llamamos "ondas de choque".

II. Cómo Afecta un Terremoto a la Pared

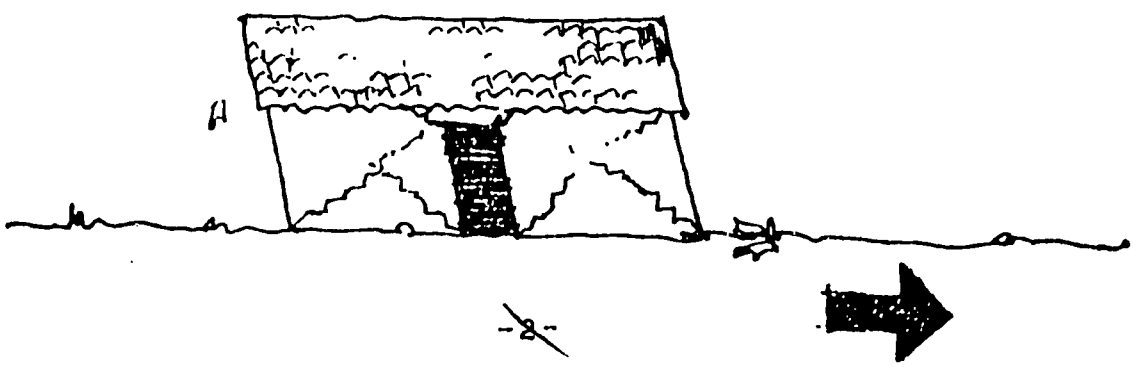
Cuando un terremoto golpea, la tierra empieza a moverse hacia atrás y hacia adelante.



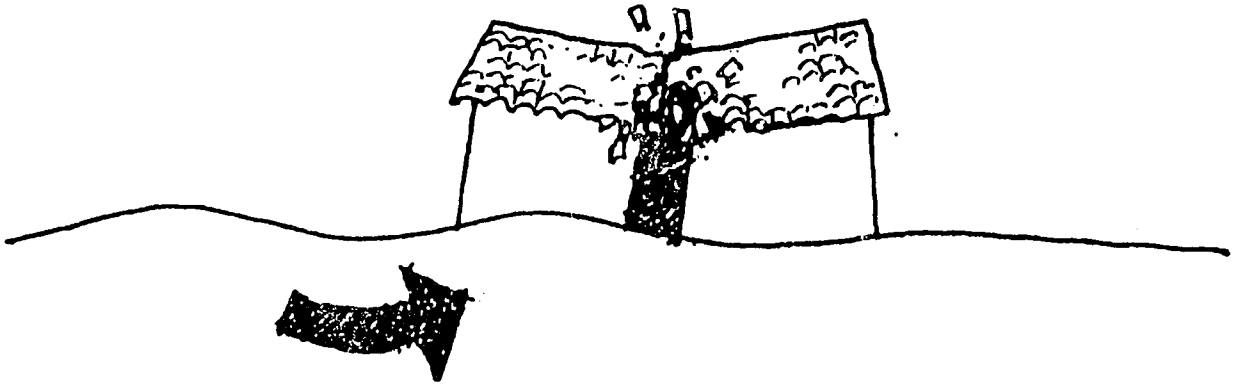
Los cimientos y parte inferior de la casa, que están sujetados a la tierra se mueven inmediatamente con la tierra. Sin embargo el techo permanece donde está; de manera que la casa presenta este aspecto:



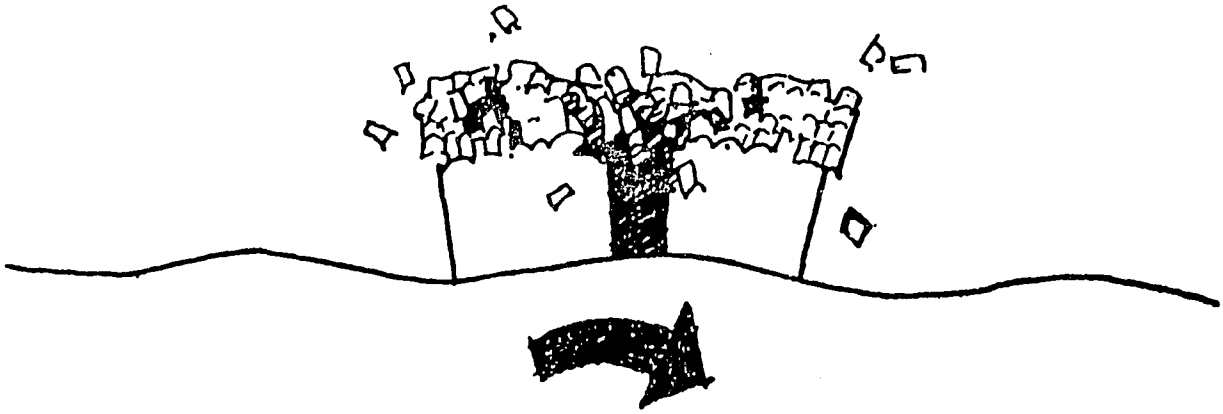
Gradualmente, la parte superior de la casa intenta seguir el movimiento de la inferior, pero mientras lo hace, la tierra se mueve en la otra dirección, dándole velocidad al movimiento de la parte superior.



A medida que las ondas de choque golpean la pared, diferentes partes de la pared empiezan a moverse en direcciones opuestas.



y la pared tratará primero de aplastarse, y luego derrumbarse.

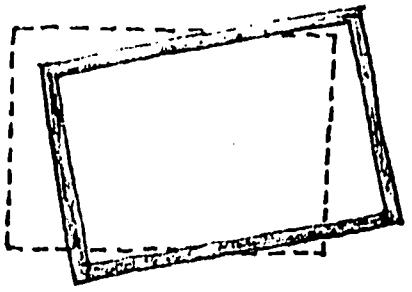


El daño ocasionado por el terremoto depende de la altura y peso de las paredes y del techo. Cuanto más altas sean las paredes, mayor serán la velocidad y la fuerza en la parte superior, y por lo tanto el daño. En consecuencia, en una zona propensa a terremotos, es importante construir paredes bajas y de poco peso.

Debido a que el techo de la casa descansa en las paredes, la altura y peso del techo debe agregarse también al de las paredes.. Por lo tanto es extremadamente importante construir techos ligeros. En Colombia recomendamos usar paja, teja de zinc, Eternit, u hojas de palmera. De ser posible no se deben usar tejas de barro.

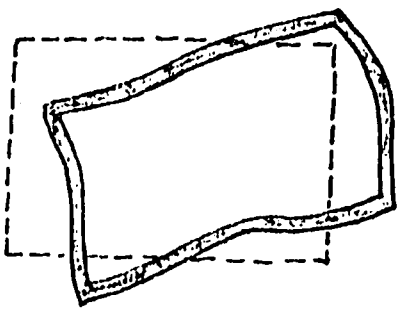
III. Cómo Afecta el Terremoto a una Casa

El movimiento de una casa durante un terremoto proviene del movimiento de la base. Si la base está en suelos duros se moverá así:



Plan de base

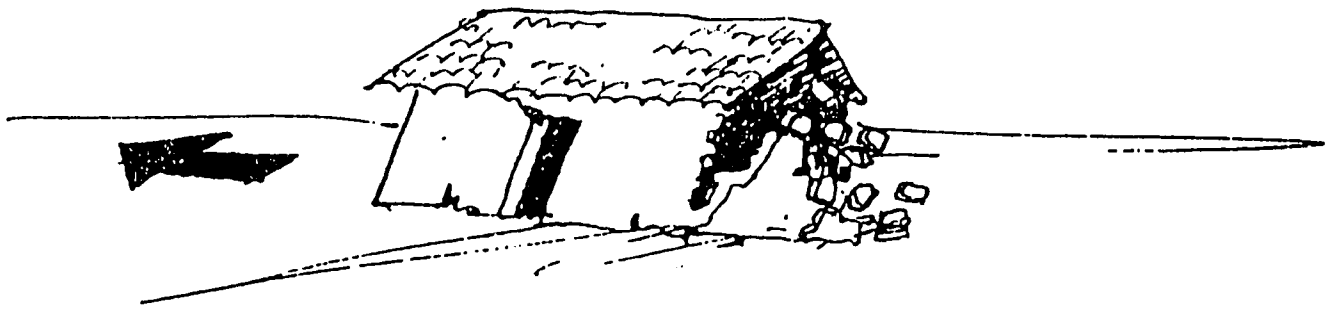
Y si la base está en suelo blando se moverá así:



Plan de base

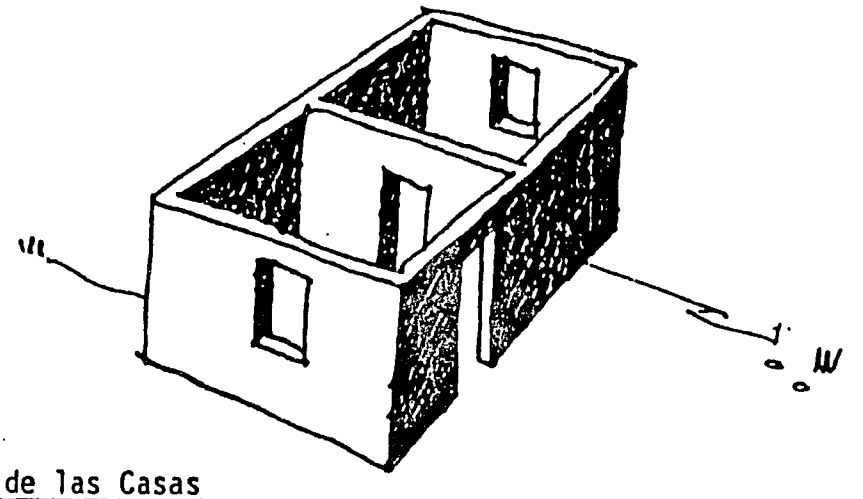
Agravando el efecto del movimiento sísmico.

Las fuerzas de un terremoto sobre una pared también empujan a las paredes entre sí. Si un terremoto empuja sobre una pared, mucho de la fuerza y peso recae además sobre las paredes adjacentes. Si el terremoto se mueve paralelo a la dirección de las paredes largas, sólo las paredes de extremidades cortas se han de dañar probablemente.



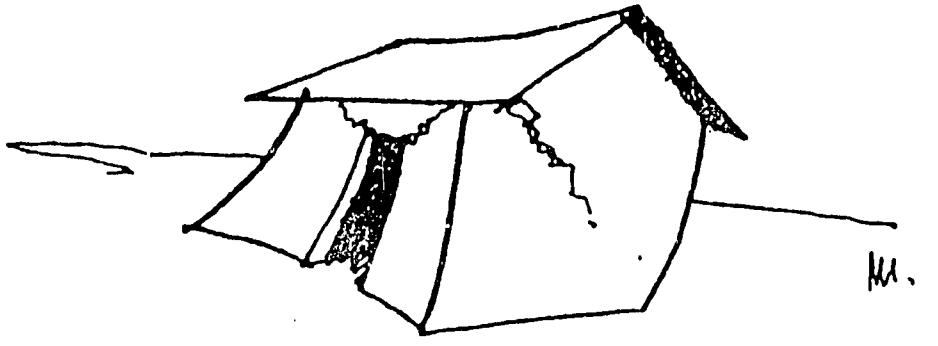
Pero si el terremoto se mueve paralelo a las paredes cortas, se puede esperar un daño mucho mayor. Las paredes largas pueden caerse a lo largo de toda la casa y empujar también a las paredes cortas.

Una pared interior fuerte puede ayudar a sostener las paredes largas.

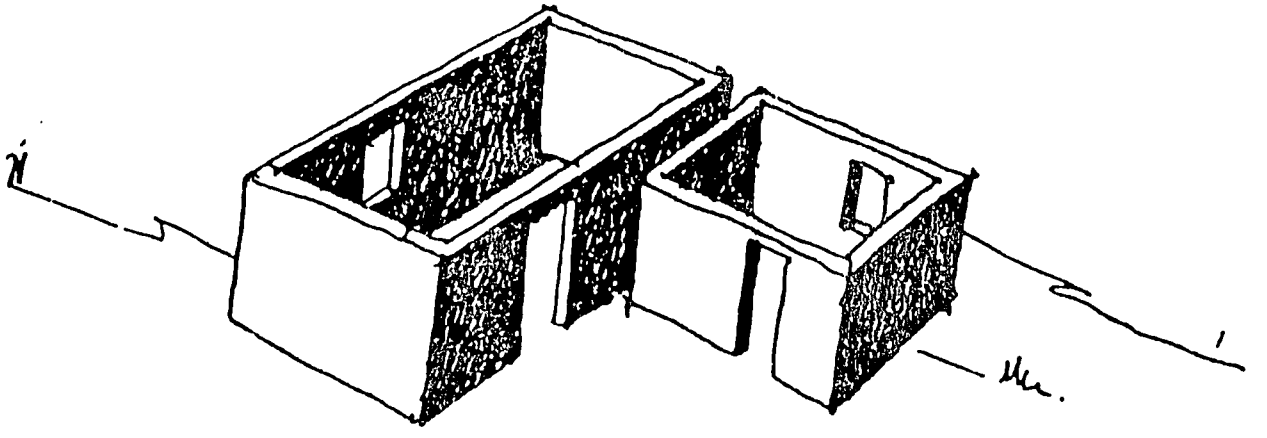


IV. Formas de las Casas

Si un terremoto golpea la casa en un ángulo, éste empujará las paredes en direcciones opuestas y la casa dará la apariencia como que se está retorciendo sobre sus cimientos.



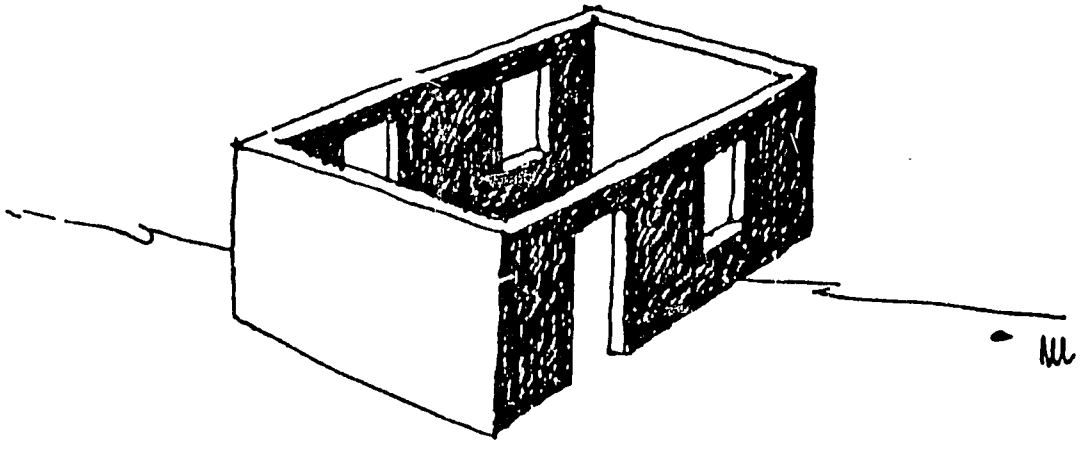
Es mejor construir casas de forma cuadrada o rectangular para resistir estas fuerzas. Una casa en forma de "L" o de "T" es el peor diseño posible para una zona propensa a terremotos. Si su terreno es pequeño y usted necesita espacio adicional, usted debe construir dos cuartos separados con una separación, de por lo menos un metro.



V. Equilibrio

Aunque una casa en forma cuadrada o rectangular resistirá mejor las fuerzas de un terremoto, ella debe ser construída de una manera especial. Tal como hemos visto, las fuerzas del terremoto empujan sobre las paredes en direcciones opuestas Es muy importante que las paredes paralelas tengan igual peso. De lo contrario, el terremoto empujará más sobre la pared más pesada, y la construcción tratará de retorcerse sobre sus cimientos.

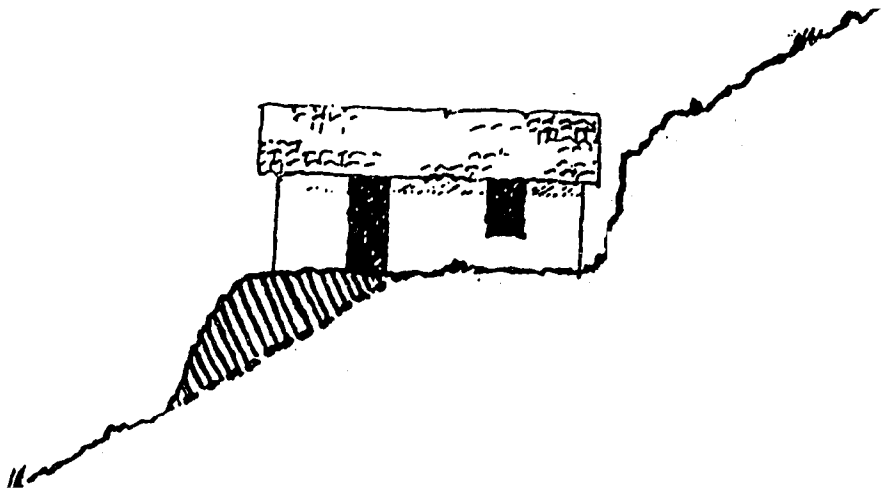
En consecuencia, es prudente no tener más aberturas en un lado de la casa que en el lado opuesto. Para que una casa sea fuerte, usted debe tener aberturas aproximadamente iguales en paredes paralelas. Para cada puerta o ventana en una pared, debe haber una abertura de aproximadamente el mismo tamaño directamente opuesta en la pared paralela. Es mejor no tener aberturas en las paredes cortas; pero si usted las necesita, asegúrese de poner una directamente opuesta a la otra.



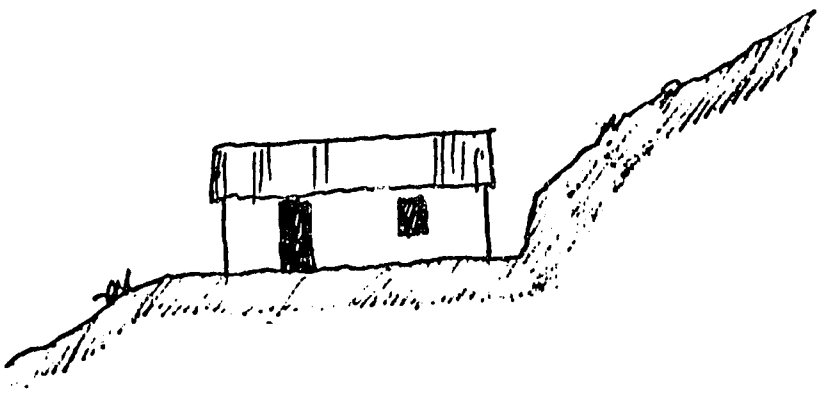
Revisando lo que hemos aprendido hasta este punto, vemos que la fuerza sobre una construcción aumenta con el peso y altura de la construcción, y hemos visto lo que sucede a las paredes cuando golpea un terremoto. Ahora

sabemos que debemos construir casas cuadradas o rectangulares con paredes livianas y bajas y poner techos de poco peso sobre éstas. Para ayudar a darles más fuerza debemos equilibrar las puertas y ventanas.

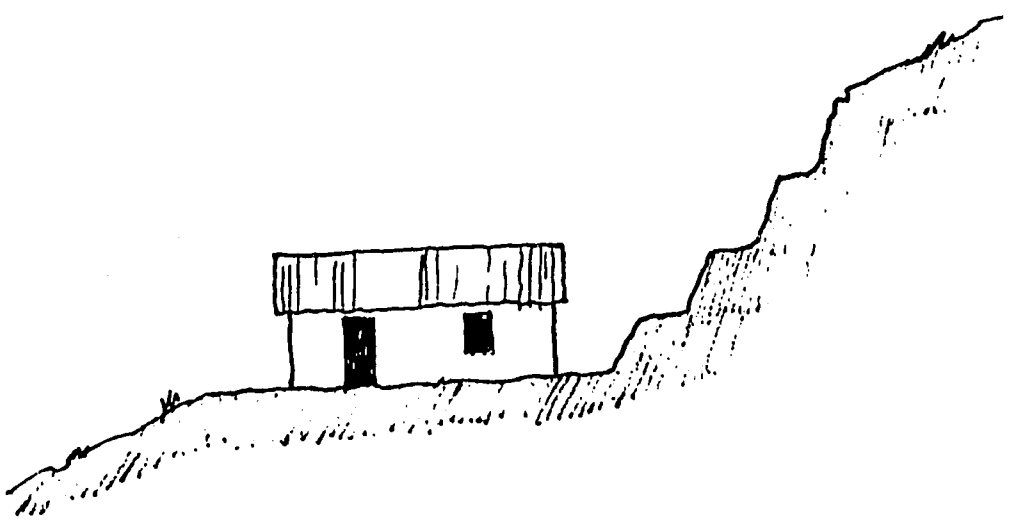
D. Localización: Hasta ahora sólo hemos hablado de la casa en sí. Pero a fin de que su casa sobreviva un terremoto, usted debe tener cuidado de dónde la construye. Por ejemplo, lo mejor es colocar la casa en un terreno firme y plano. Pero en la cordillera de Colombia no hay muchos de estos terrenos disponibles. Por lo tanto veamos algunas reglas simples para construir en la sierra. Primero, no construya su casa sobre la tierra que excavó de los cerros. Esa tierra puede soltarse con el movimiento y arrastrar su casa cerro abajo.



Segundo, no use la vertiente del cerro para construir su pared o parte de ella. Recuerde lo que dijimos anteriormente acerca de la necesidad de que las paredes paralelas tengan igual peso y fortaleza. Bien, una pared de montaña tumbará al resto de la casa desde sus cimientos. La mejor forma de construir es ubicar la casa a un mínimo de un metro del cerro y construir una pared trasera.



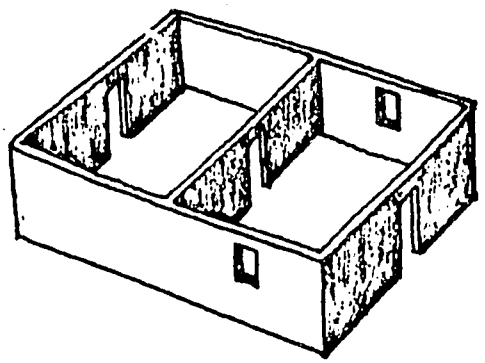
Tercero, recuerde terraplenar el cerro detrás de su casa para evitar que se deslice y entierre la casa.

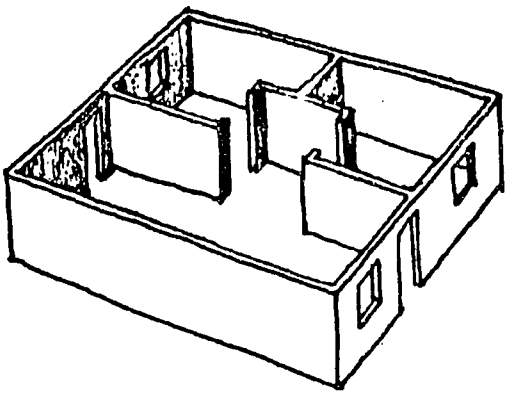


Finalmente, cuando logra salir de su casa en un terremoto Vd. no querrá morir estando afuera. Por lo tanto no construya nada en las paredes que usted no necesite. Por ejemplo, las cornisas altas en las construcciones pueden desprenderse y ser arrojadas hasta casi 5 metros por un terremoto! Lo mismo aplica a culatas hechos de adobe. Estos se desprenden generalmente al nivel de la parte superior de la pared más baja. No sólo es un peligro que le caigan encima tanto adentro como afuera de la casa, sino que el mayor peso de la culata sobre la pared la hace insegura. Por lo tanto siempre haga las culatas de un material de poco peso.

Estos son los principios para construir una casa resistente a los terremotos en Colombia. Como dijimos anteriormente, una casa que sigue todos o la mayoría de estos principios le dará a usted el tiempo que necesita para salir de su casa con seguridad, y probablemente ayude a que su casa sobreviva sin daño excesivo. Use estos principios en su nueva casa y recuerde chequearla regularmente para ver si la madera está podrida o picada. Usted y su familia tendrán nuevamente una casa segura.

PRINCIPIOS BASICOS DE CONSTRUCCION SISMO - RESISTENTE



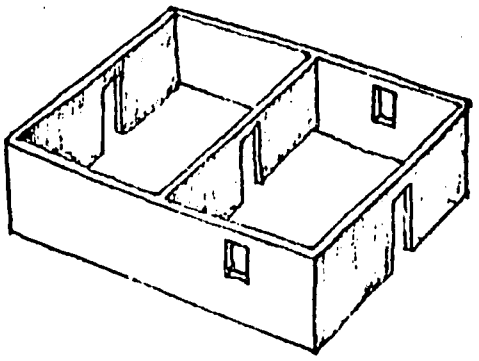


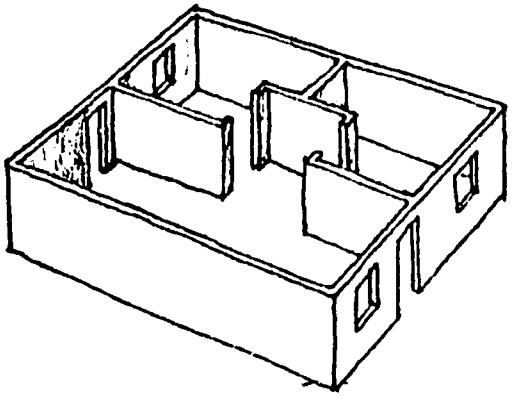
SENA

Programa de Reconstrucción

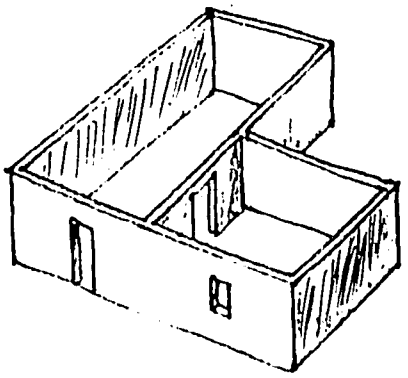
SIMPLICIDAD

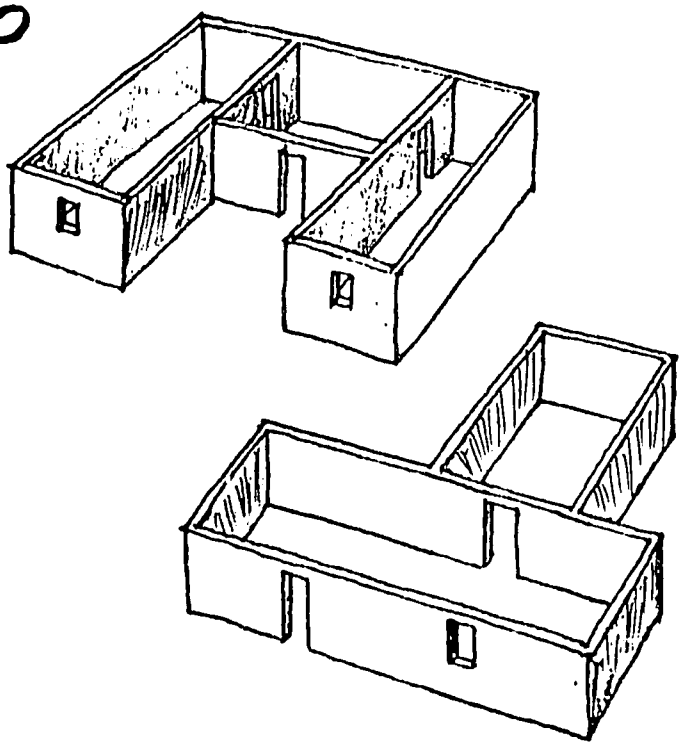
DISEÑOS SIMPLES **SI**





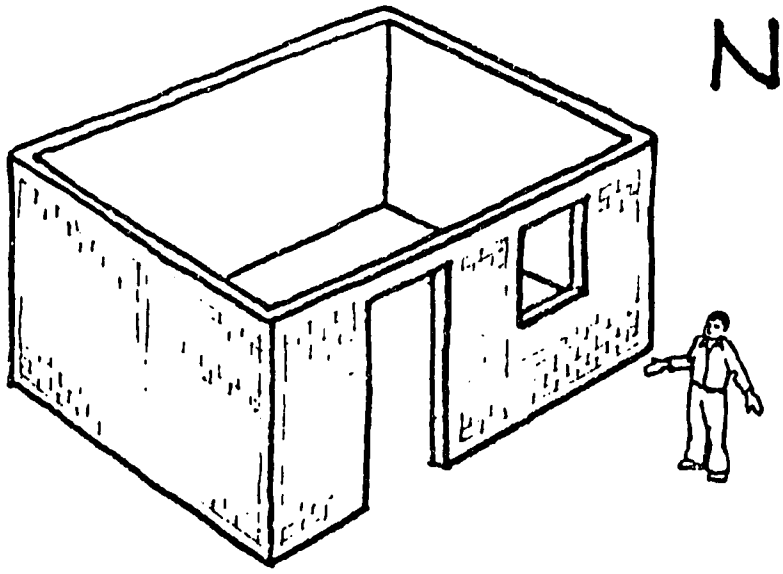
DISEÑOS COMPLICADOS **NO**





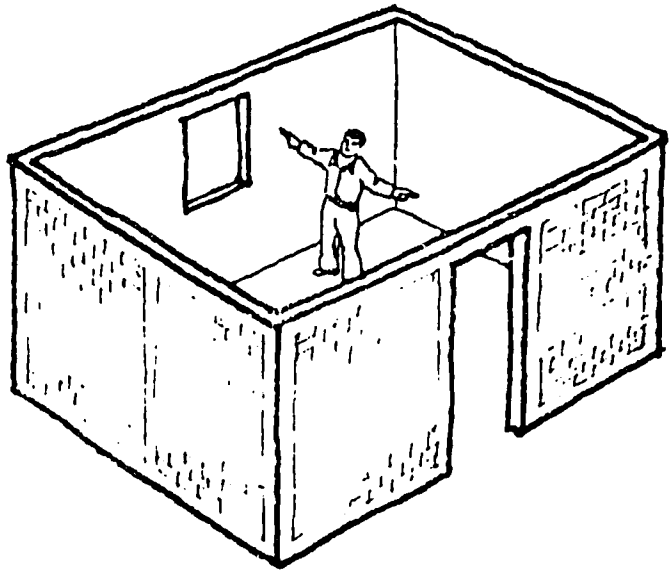
SIMETRIA

NO



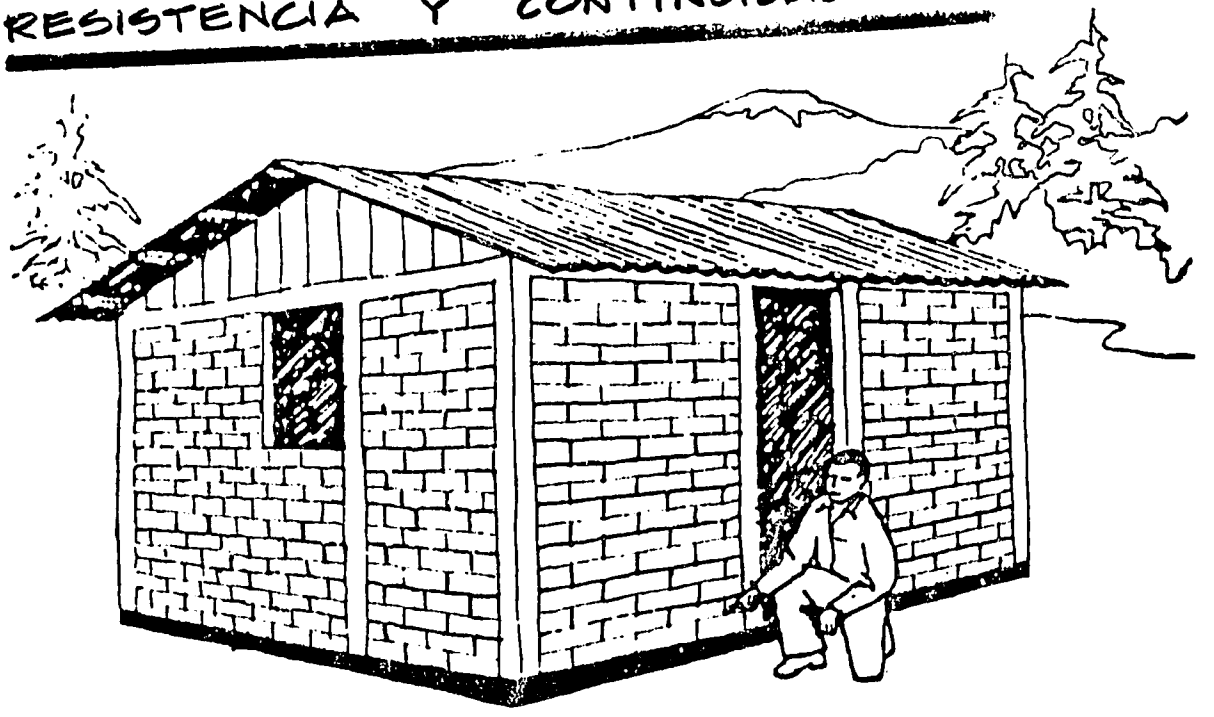
LAS PAREDES QUE NO ESTAN BALANCEADAS SON PELIGROSAS DURANTE LOS TERREMOTOS.

SI

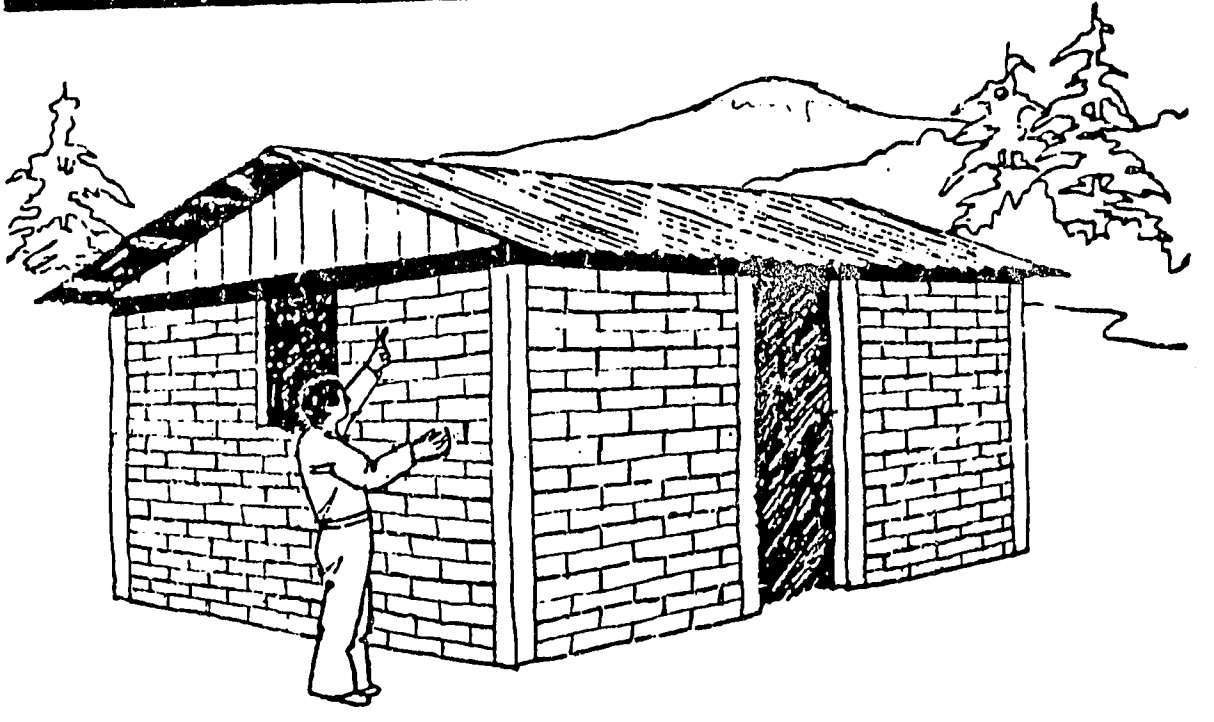


COLOQUE LAS VENTANAS Y PUERTAS UNA FRENTE A LA OTRA PARA BALANCEAR LAS PAREDES.

RESISTENCIA Y CONTINUIDAD

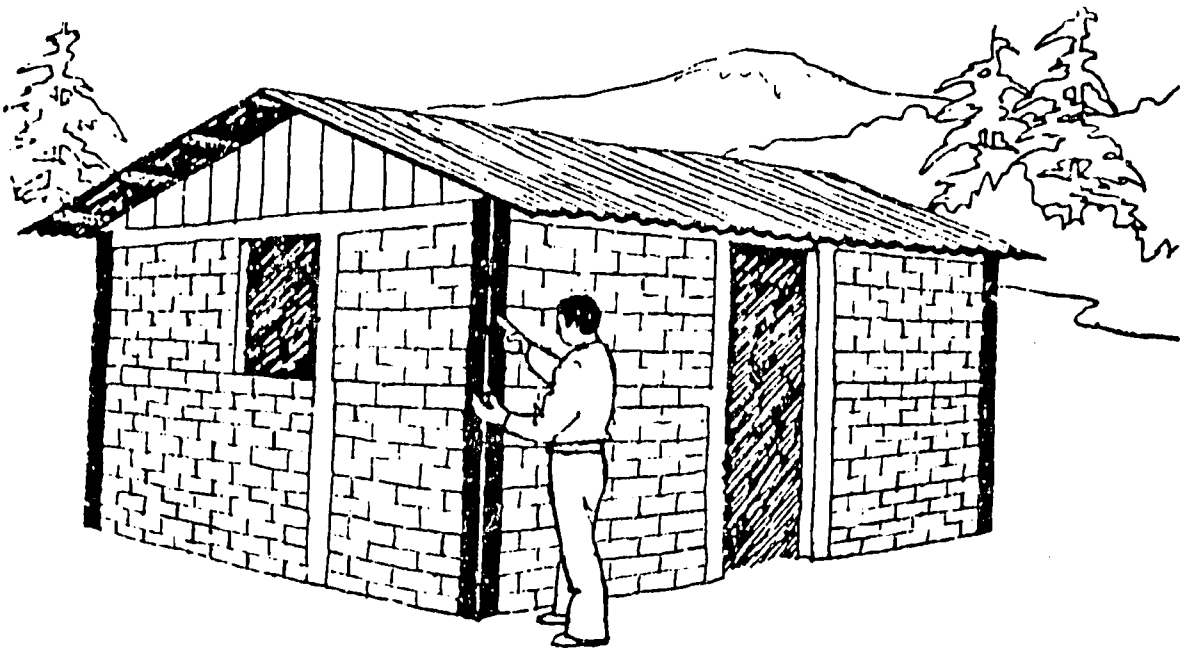


CONSTRUYA' LA VIGA DE CIMENTACION EN HORMIGON ARMADO.

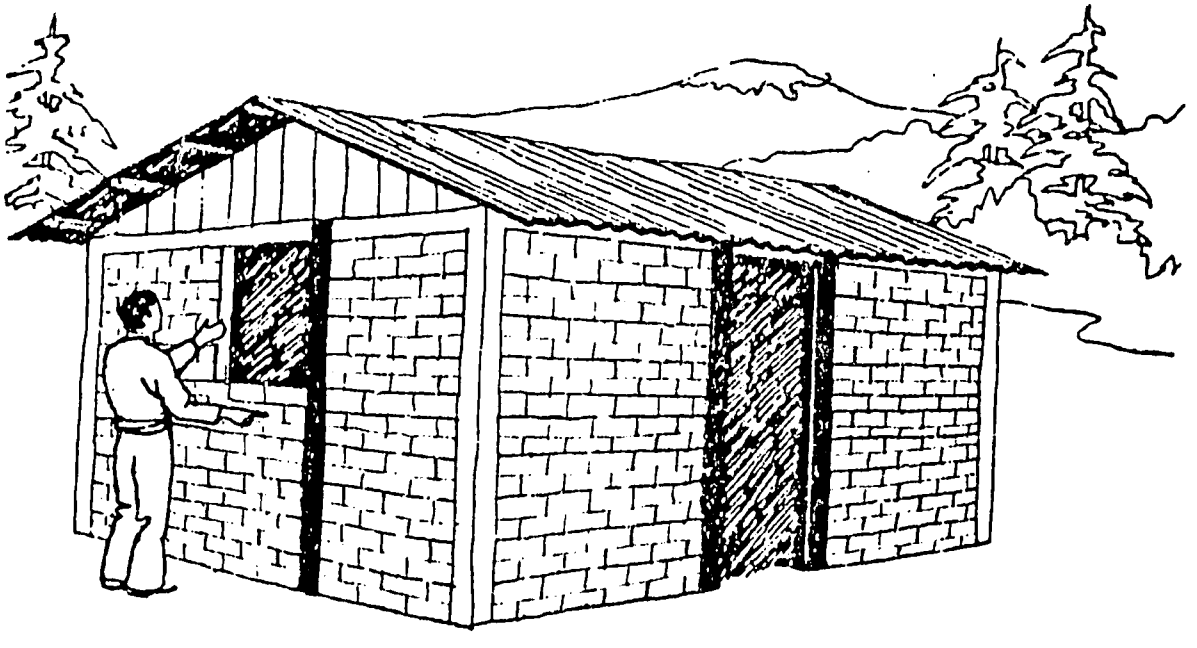


CONSTRUYA UNA VIGA EN LA PARTE SUPERIOR DE LA PARED.

RESISTENCIA Y CONTINUIDAD

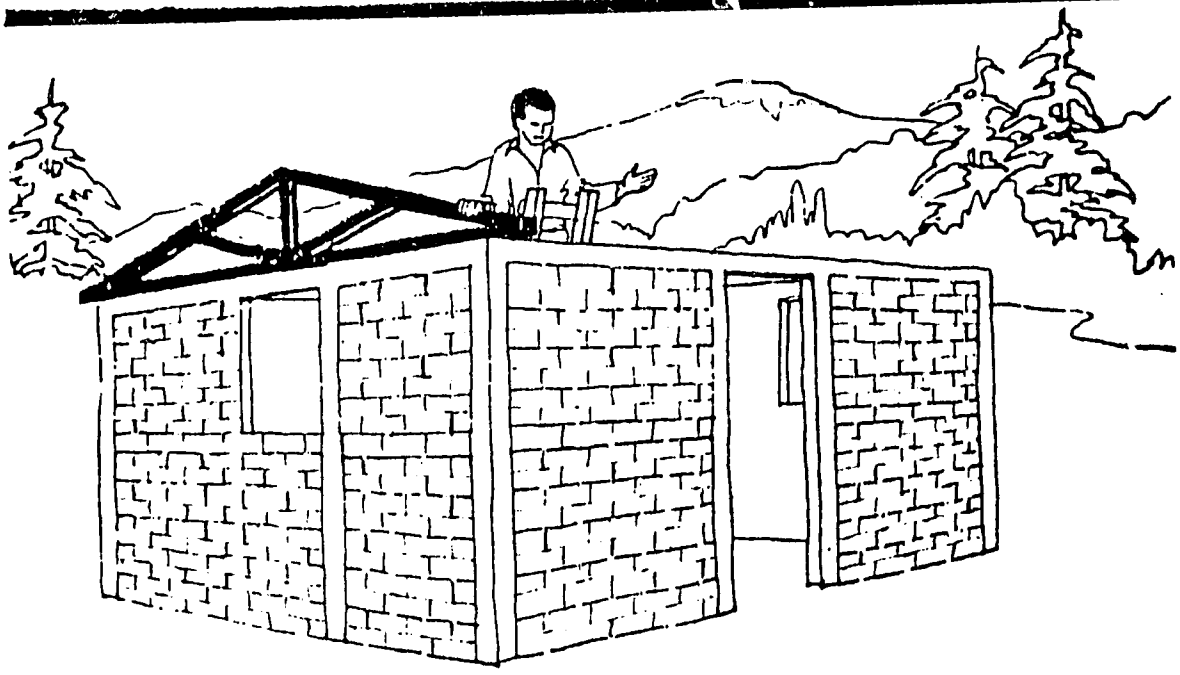


DEBE CONSTRUIR EN LAS ESQUINAS DE LAS PAREDES COLUMNETAS DE HORMIGON ARMADA.

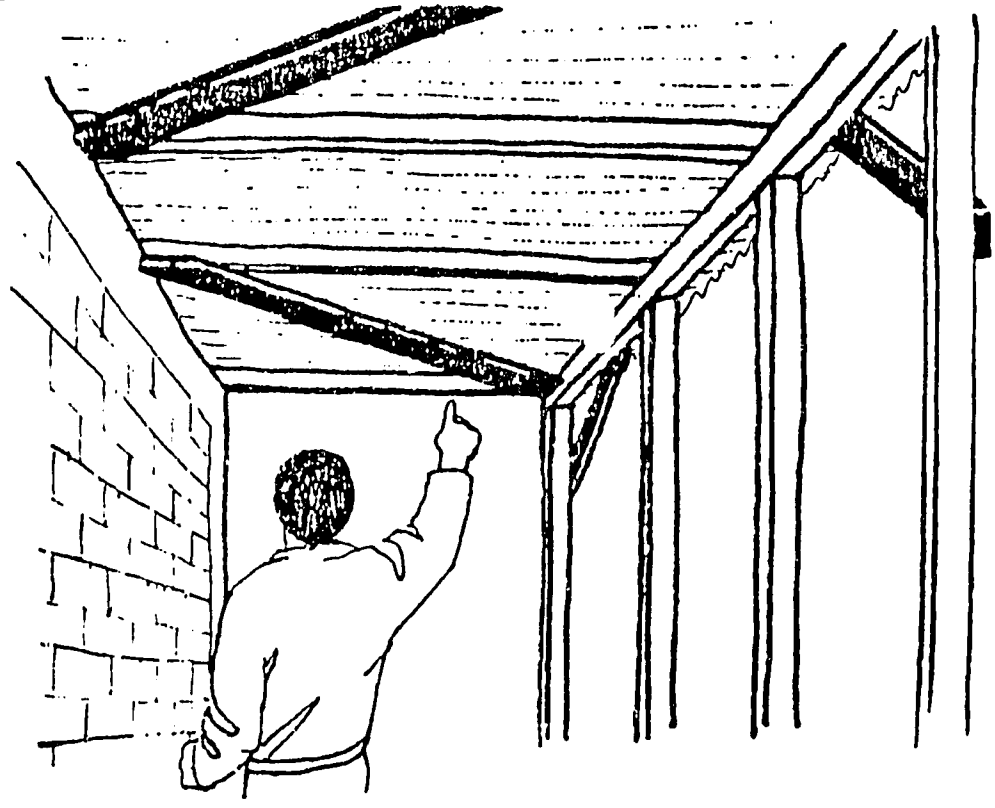


DEBE CONSTRUIR COLUMNETAS POR LO MENOS A UN LADO DE LAS VENTANAS Y PUERTAS.

RESISTENCIA Y CONTINUIDAD

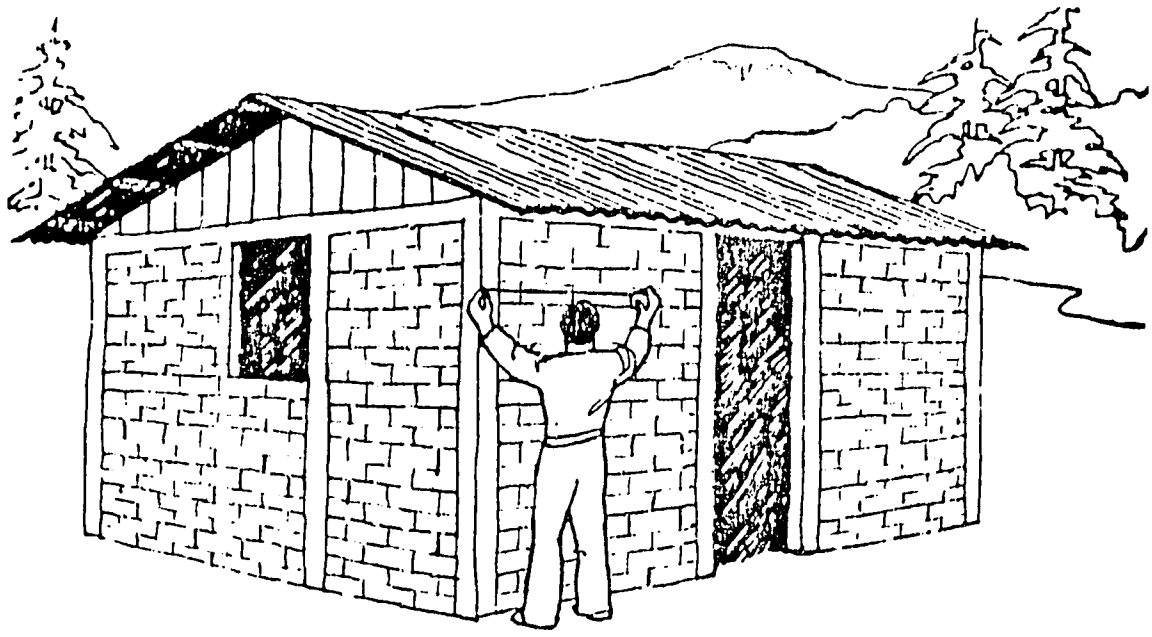


LAS CERCHAS SON EL MEJOR METODO PARA SOSTENER EL TECHO. ENTRE CERCHA Y CERCHA DEBE CONSTRUIR DIAGONALES.

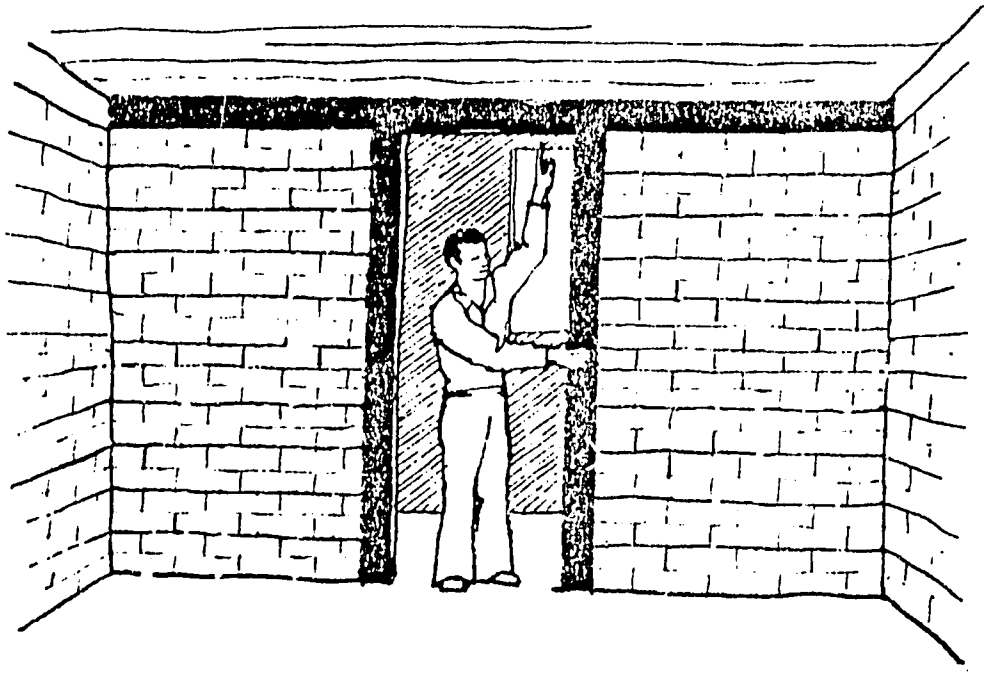


SI HAY CORREDOR, USE DIAGONALES.

RESISTENCIA Y CONTINUIDAD

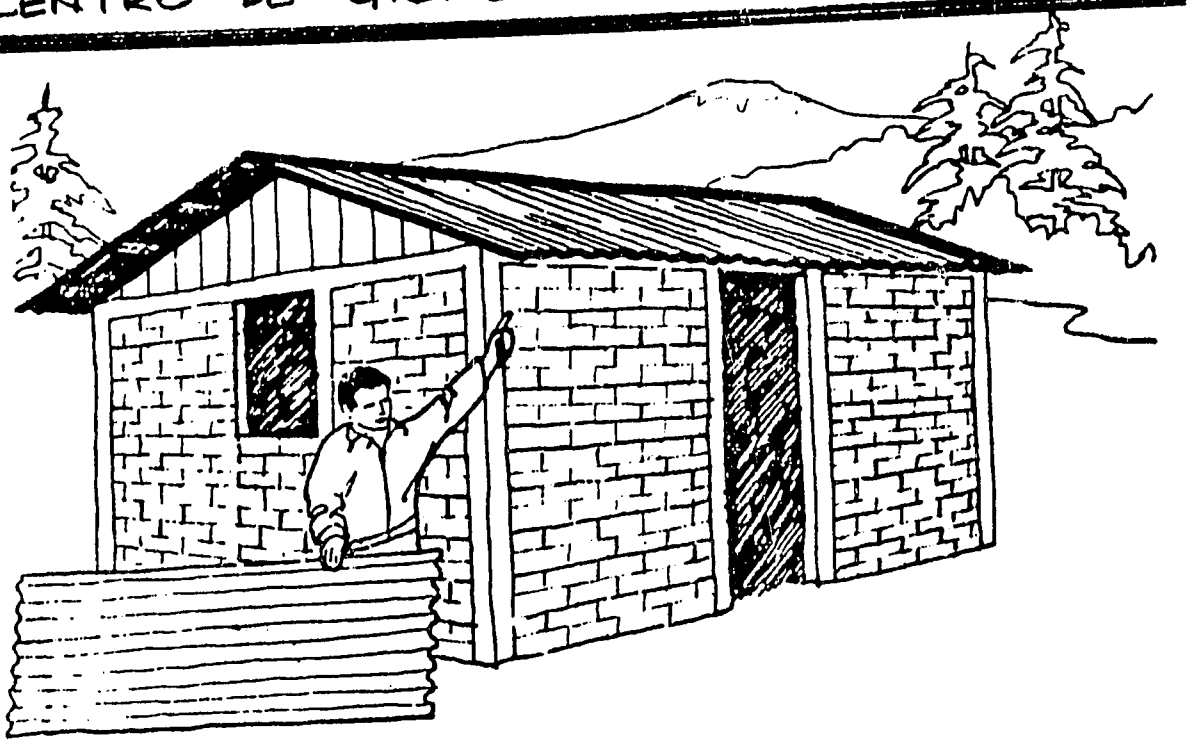


DEJE UN METRO DE DISTANCIA COMO MINIMO ENTRE LAS ESQUINAS DE LAS PAREDES Y PUERTAS O VENTANAS Y TAMBIEN ENTRE PUERTAS Y VENTANAS.

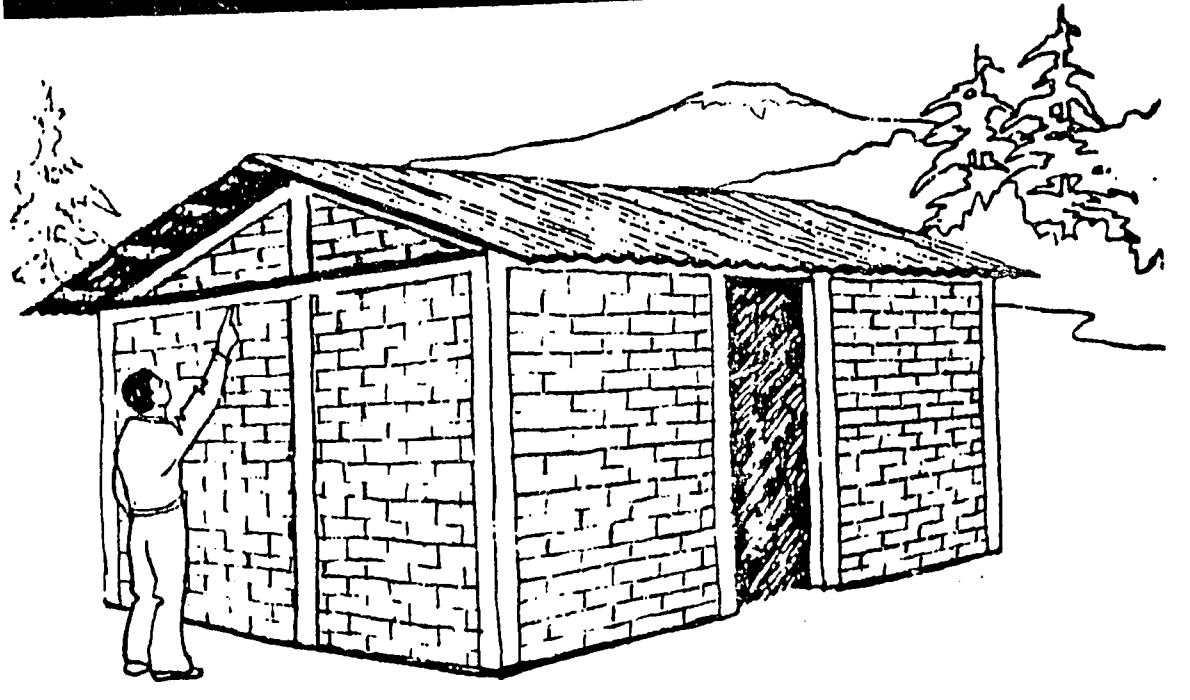


LAS PAREDES INTERIORES TAMBIEN NECESITAN COLUMNETAS Y VIGAS EN HORMIGON ARMADO. LA PUERTA DEBE COLOCARSE EN EL CENTRO DE LA PARED.

CENTRO DE GRAVEDAD BAJO

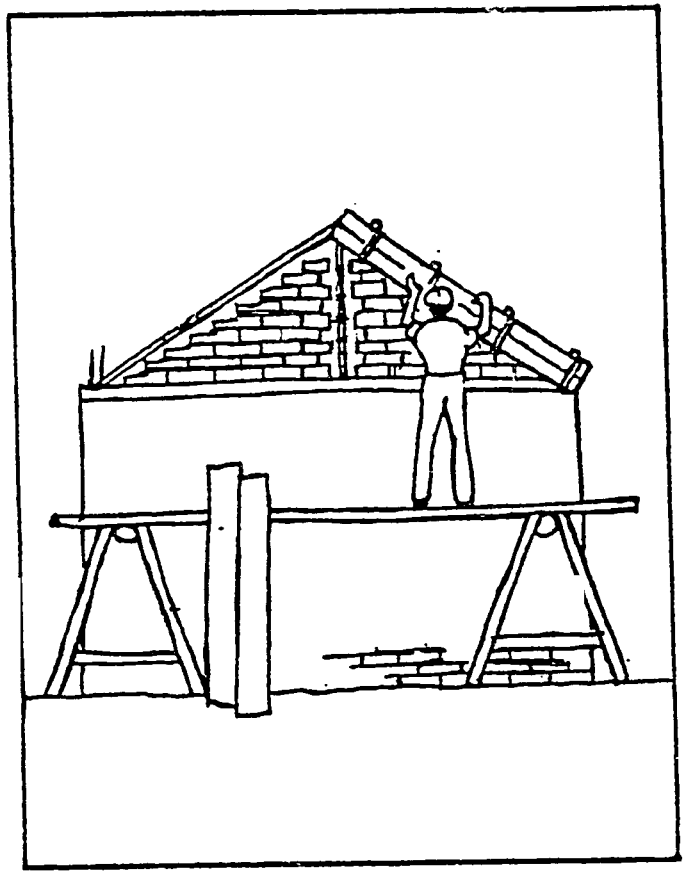


USE TECHO LIVIANO — NO USE TEJAS DE BARRO.



LAS CULATAS LIVIANOS SON MEJORES. PERO SI SE CONSTRUYEN DE LADRILLOS, AMARRELAS CON UNA VIGA DE HORMIGON ARMADO EN LA CORONA.

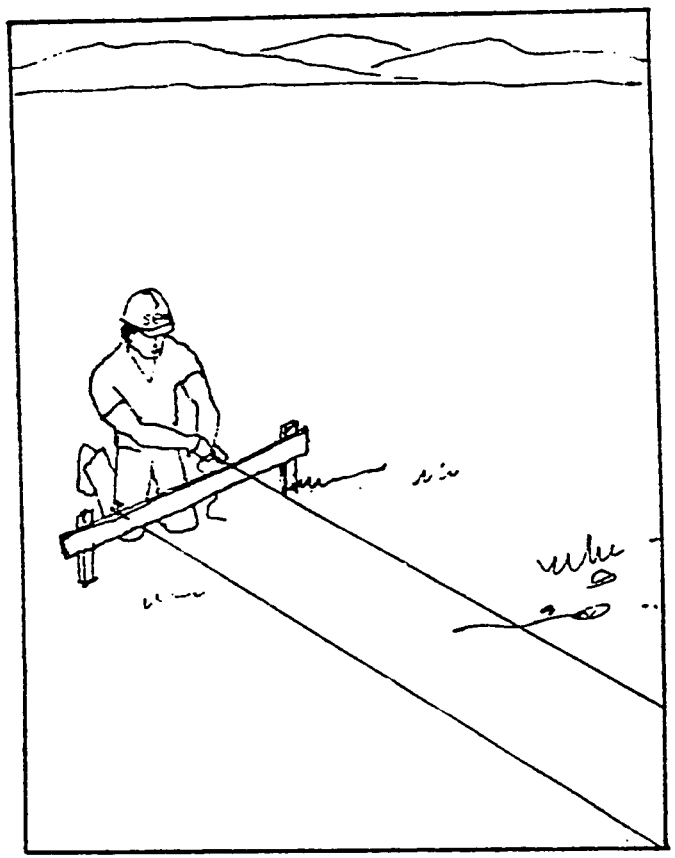
COMO CONSTRUIR UNA CASA SEGURA DE LADRILLO



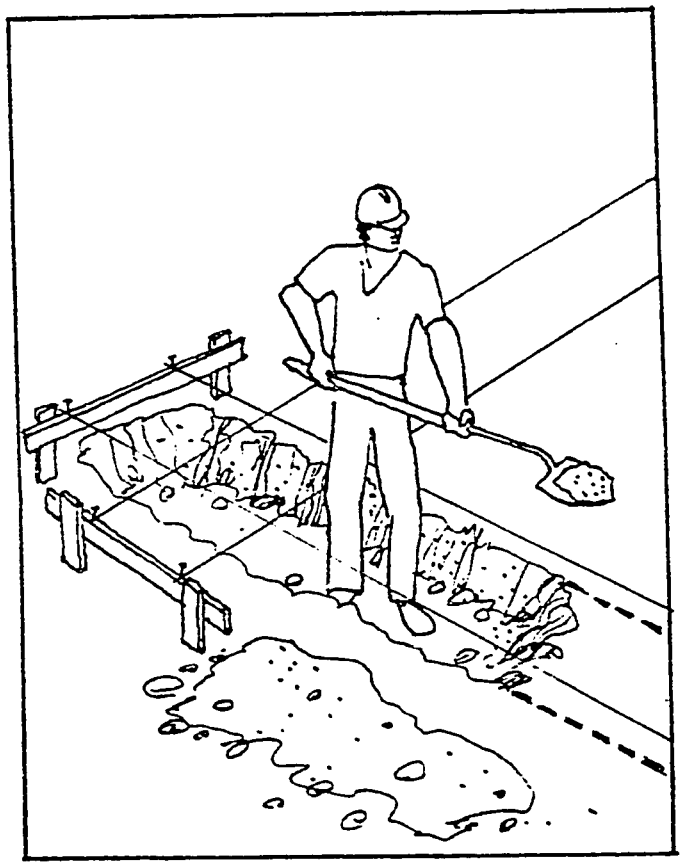
SENA

Programa de Reconstrucción

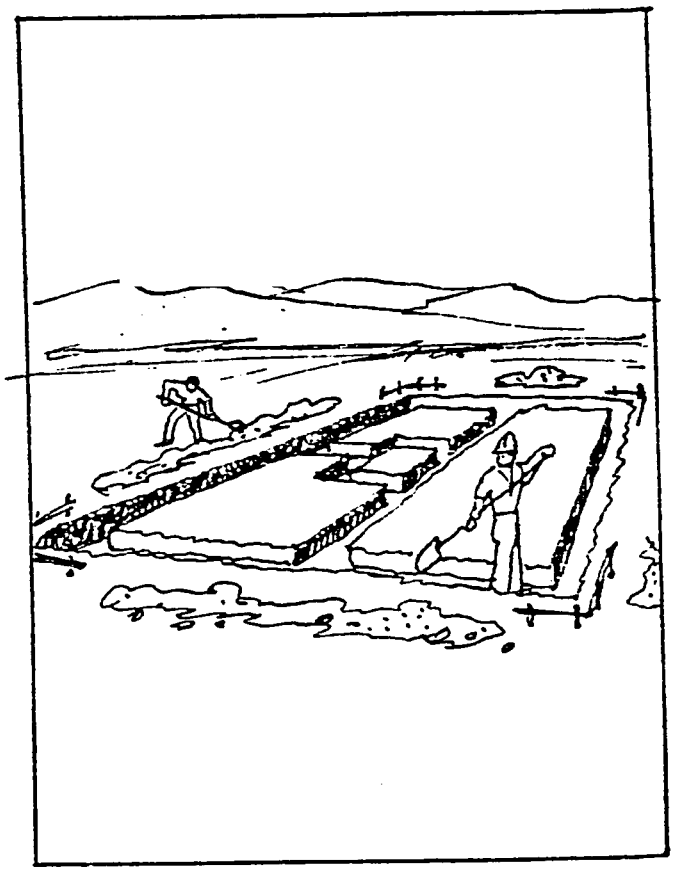
TRAZAR Y HACER EXCAVACION



Trace y tienda hilos



Marque en el terreno y haga excavación

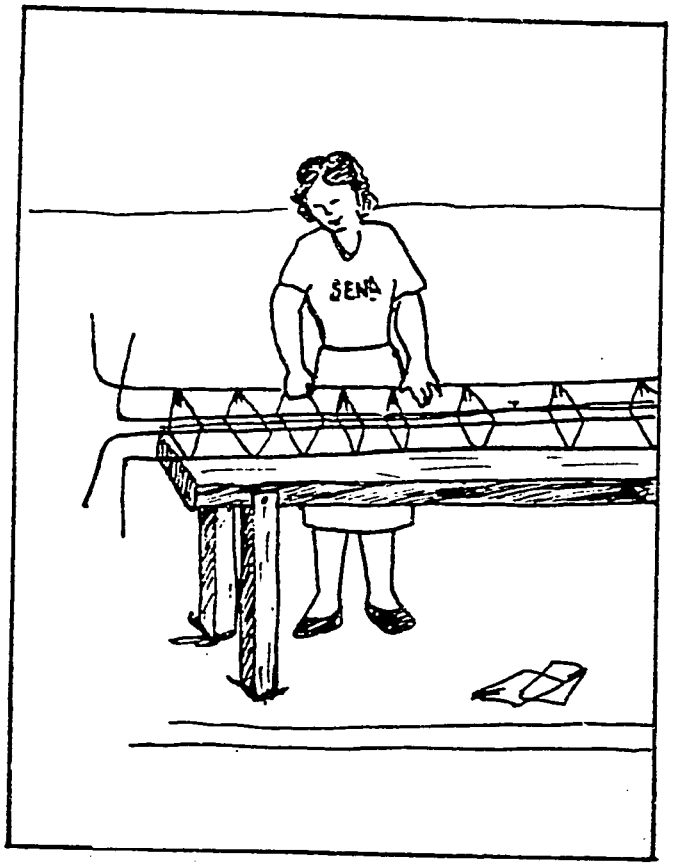


Perfile y nivele excavación

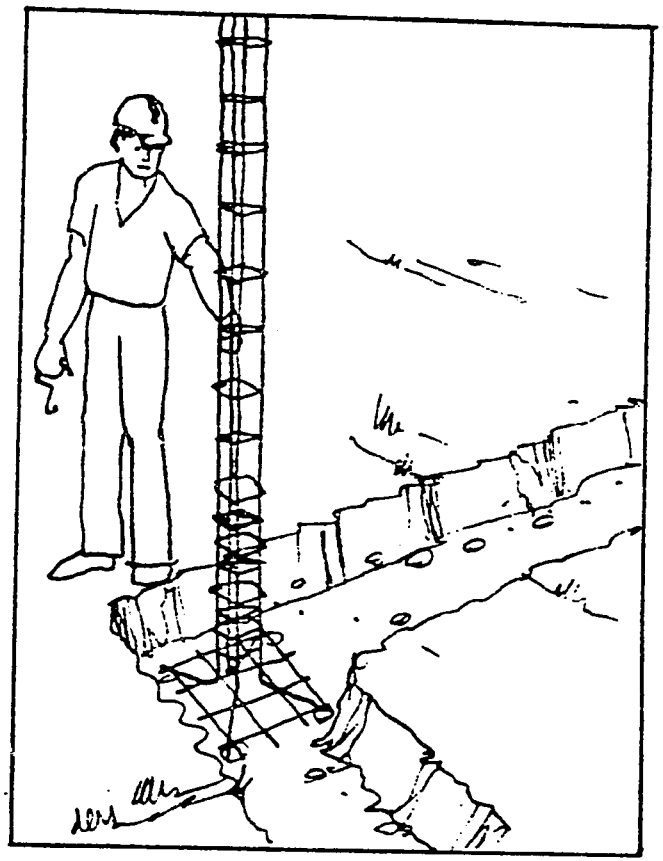
40

CONSTRUIR ARMAZON PARA COLUMNAS

Fleje los estribos

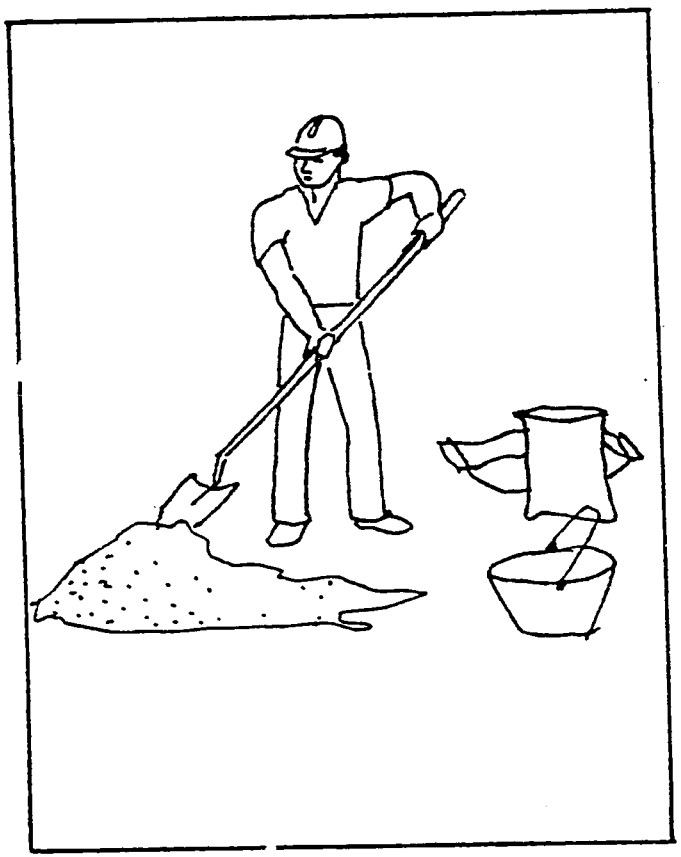


Amarre Castillo (canasta)

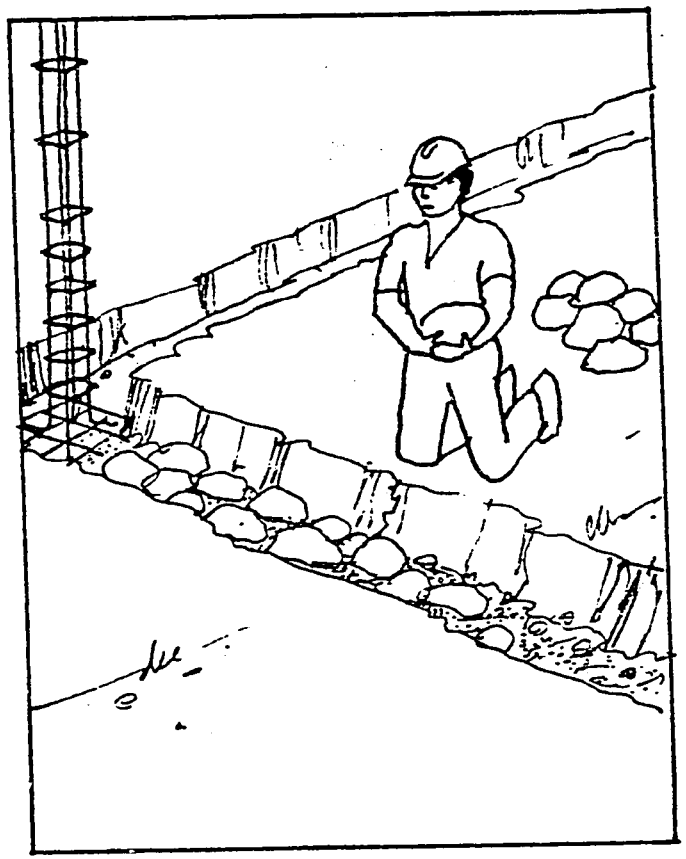


Ubique el castillo (armazón)

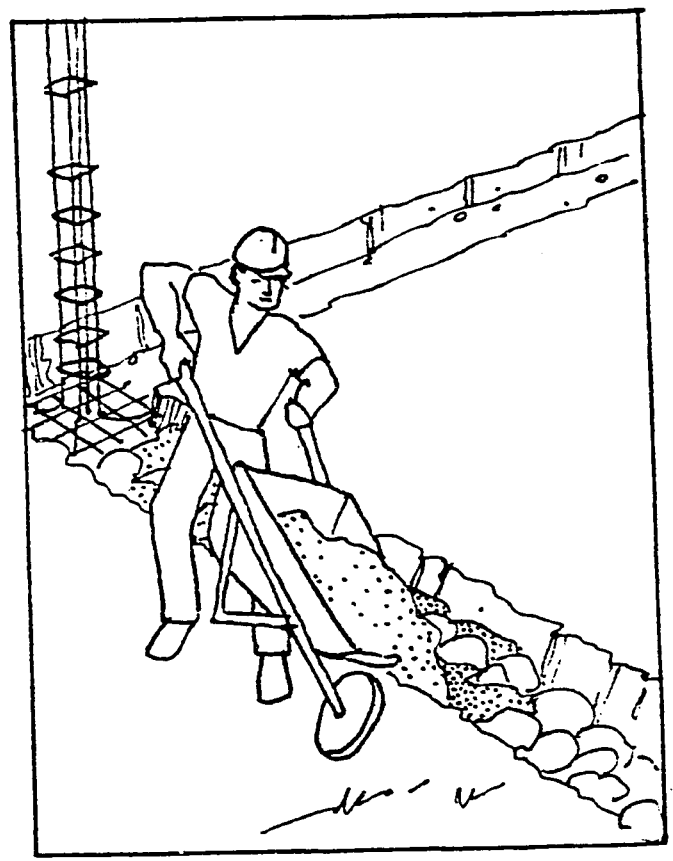
CONSTRUIR CIMENTO CICLOPEO



Prepare mezcla (hormigón)



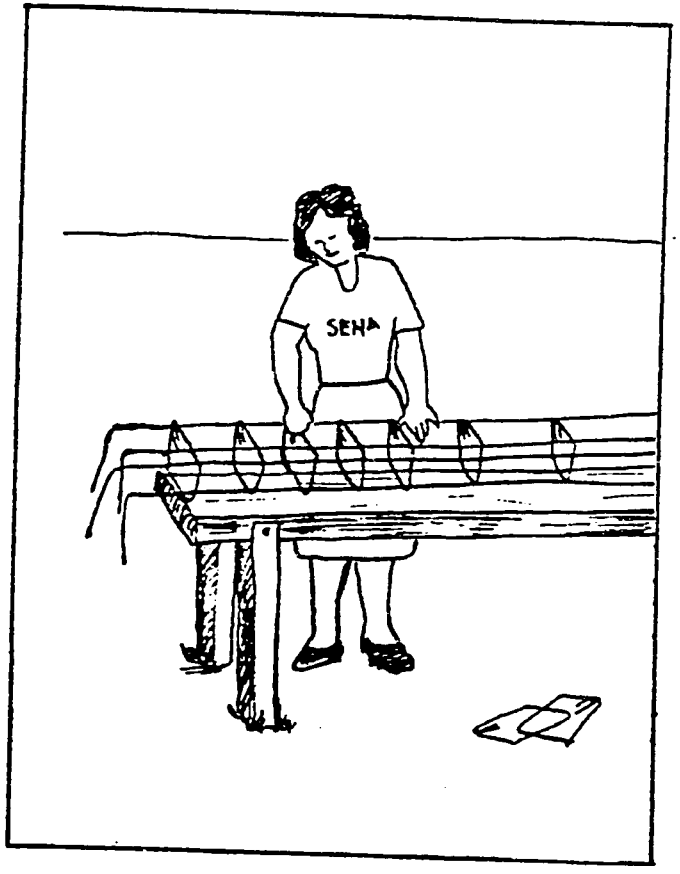
Haga solado y acomode primera capa de piedra



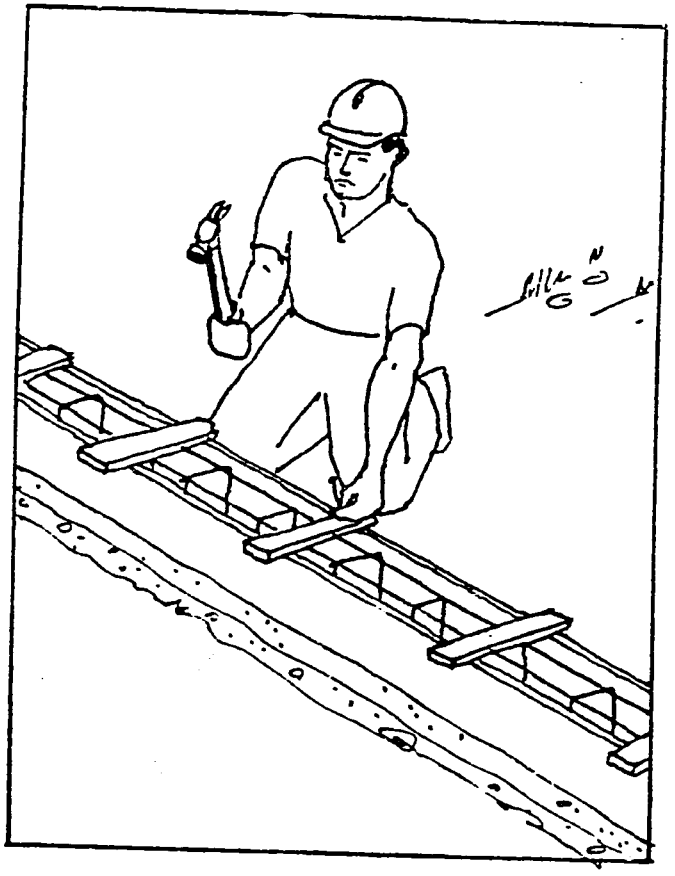
Vacie y vibre capa de hormigón

42

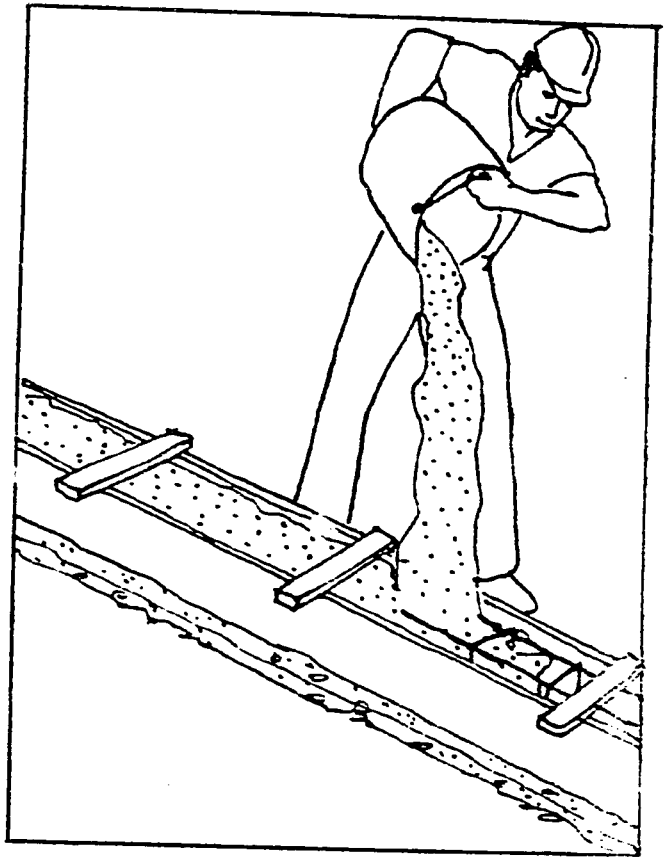
CONSTRUIR VIGA DE AMARRE (SOBRECIMIENTO)



Construya armazón viga



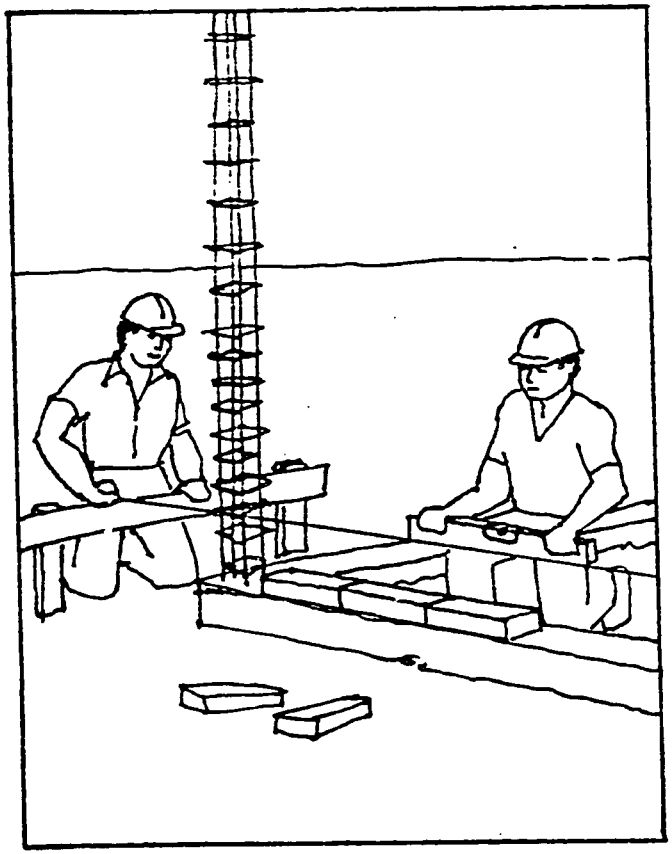
Construya formaleta (encofrado)



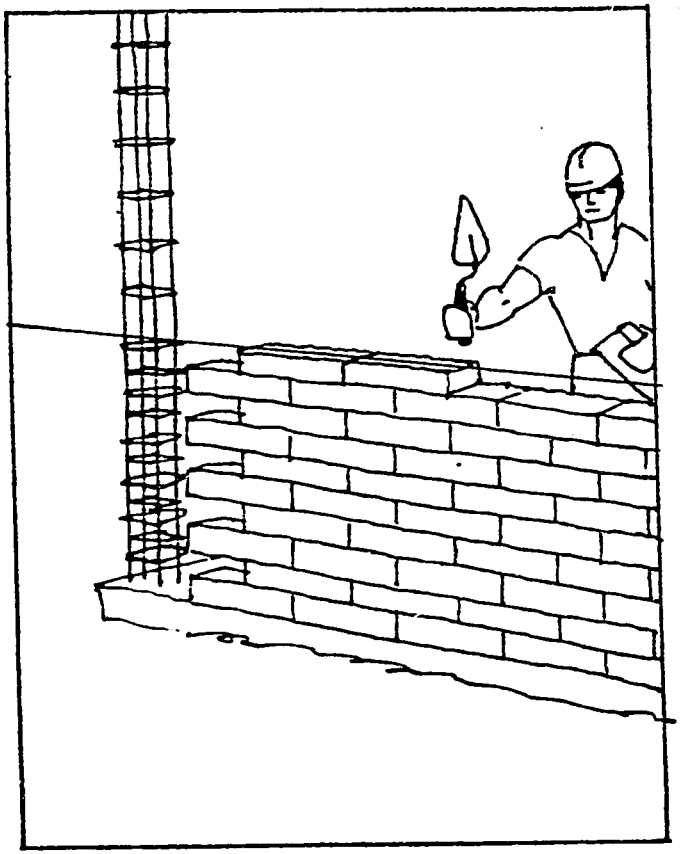
Vacie y vibre hormigón (funda viga)

43

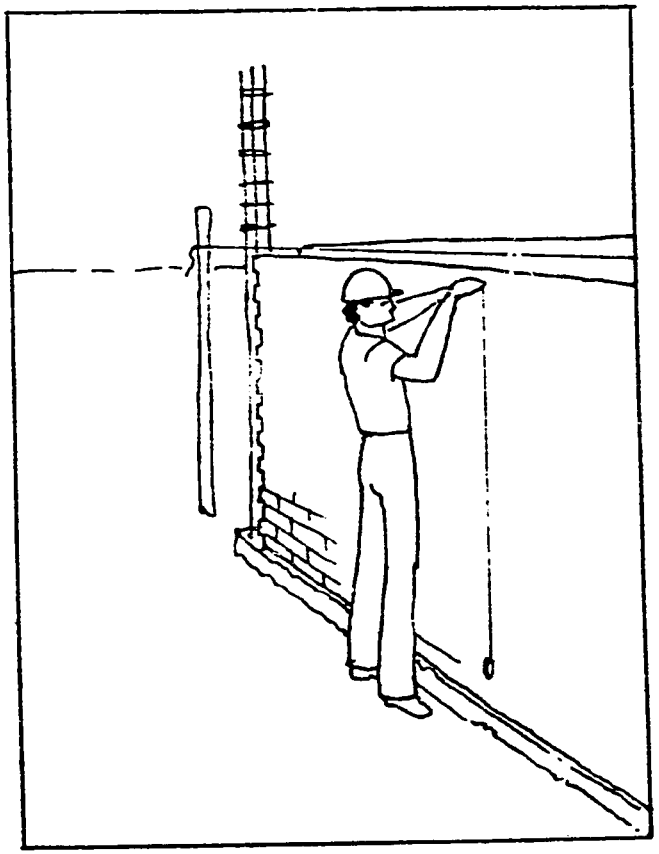
CONSTRUIR PARED (MURO)



Levante puntos

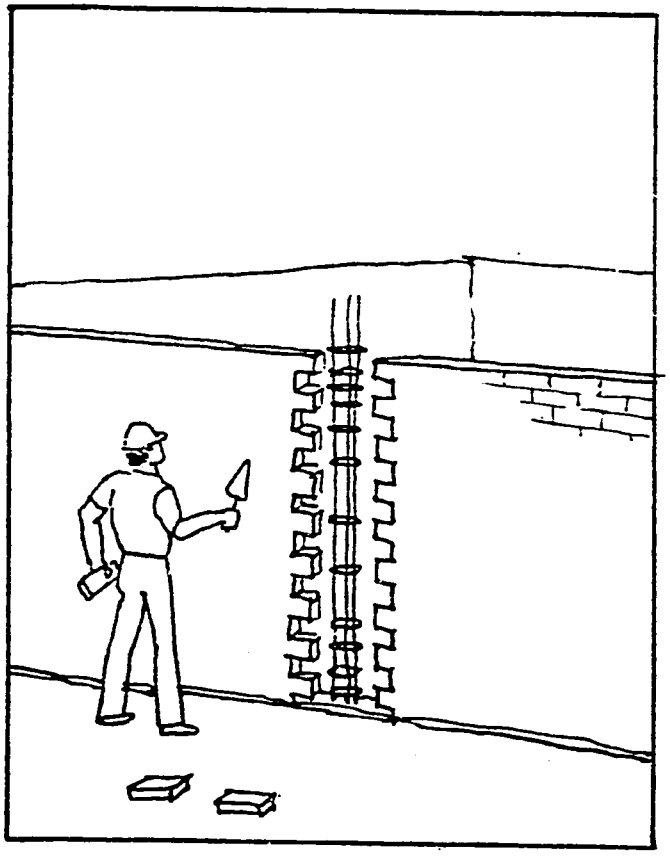


Pegue y nivele el ladrillo guiándose por el hilo

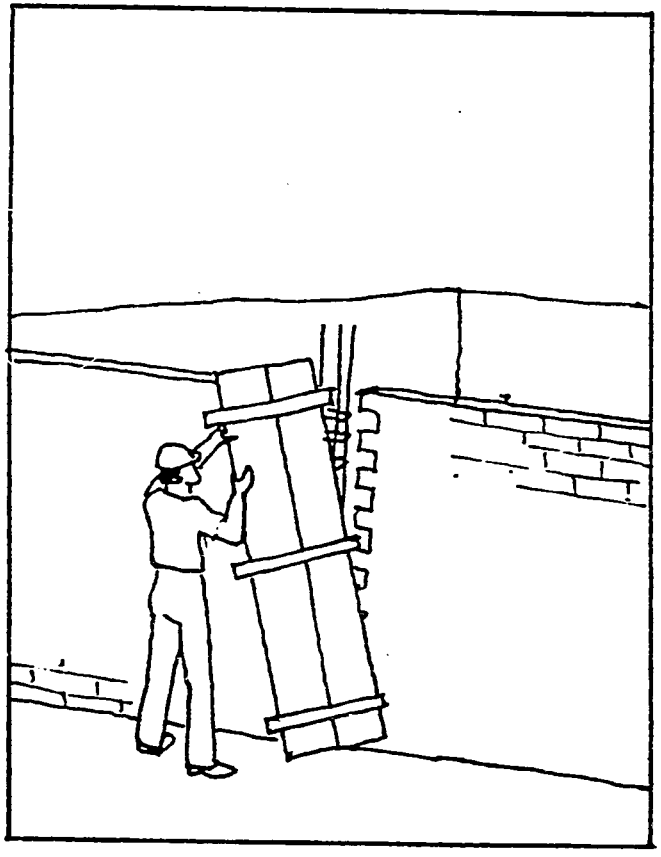


Rectifique plano del muro

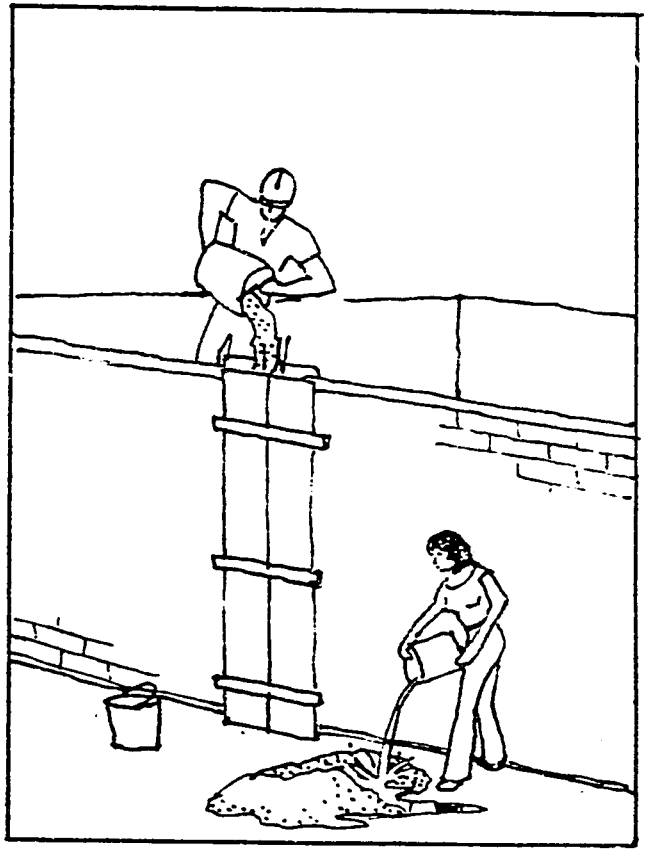
CONSTRUIR COLUMNETAS



Verifique armazón (castillo)

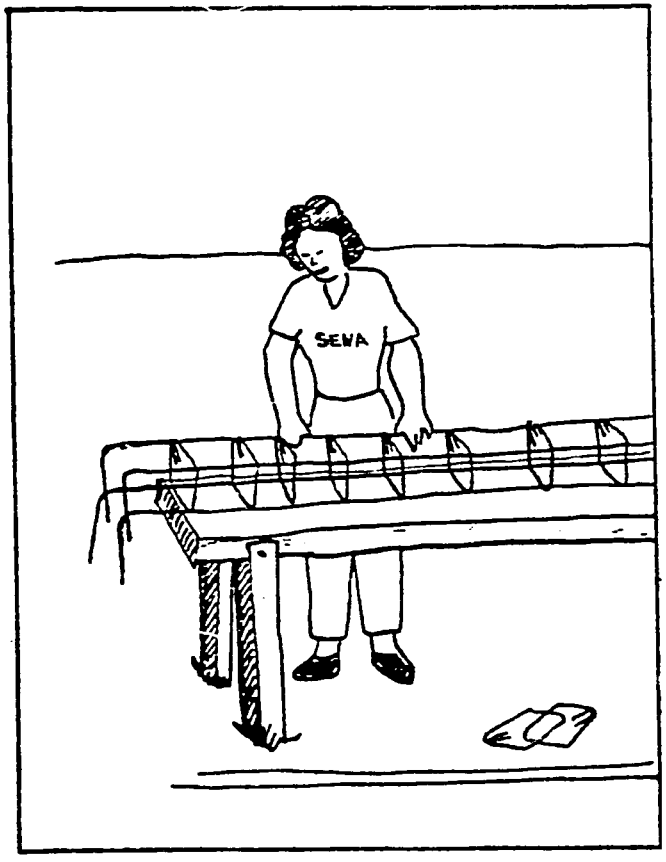


Coloque formaleta (encofre)

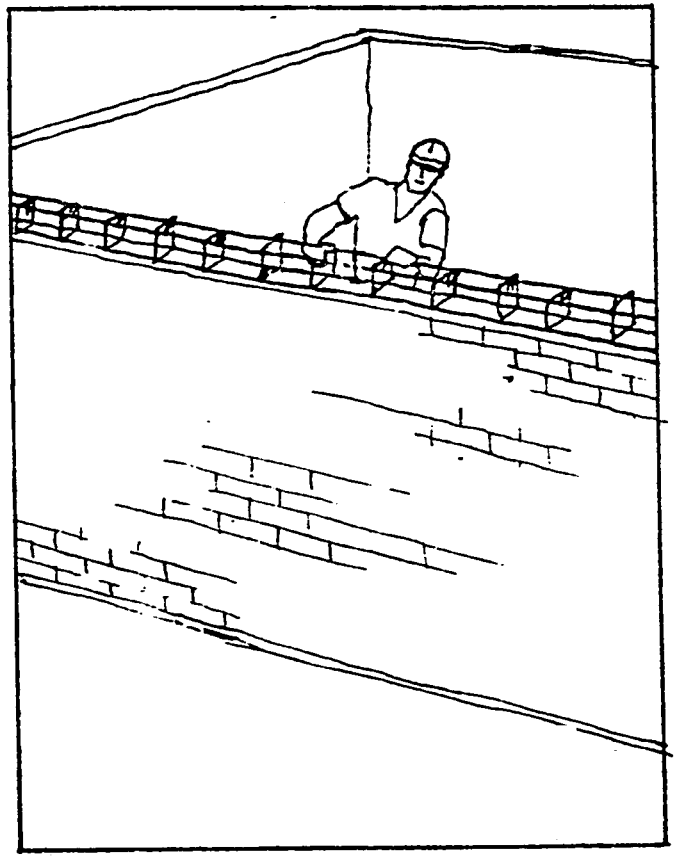


Funda columneta

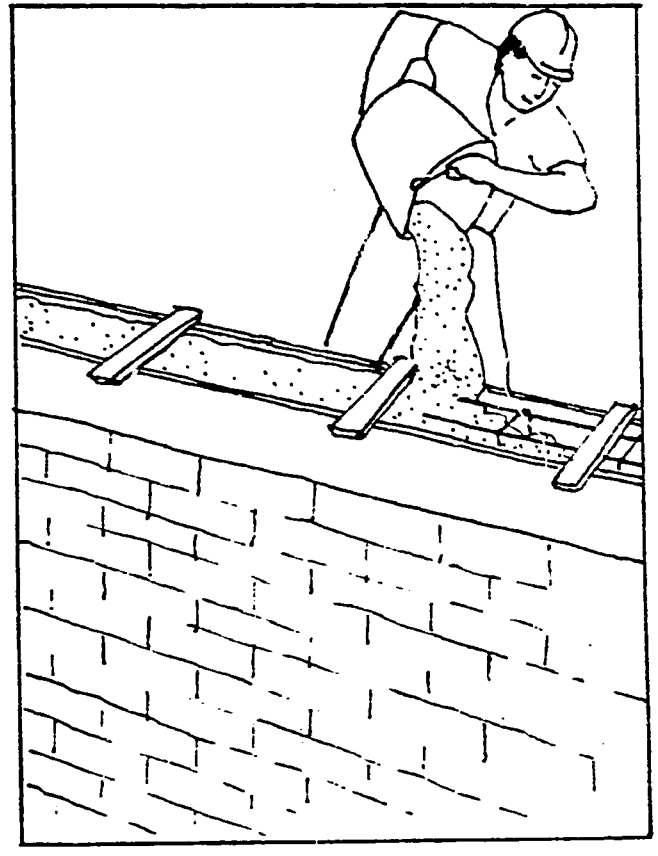
CONSTRUIR VIGA AMARRE SUPERIOR



Construya armazón viga

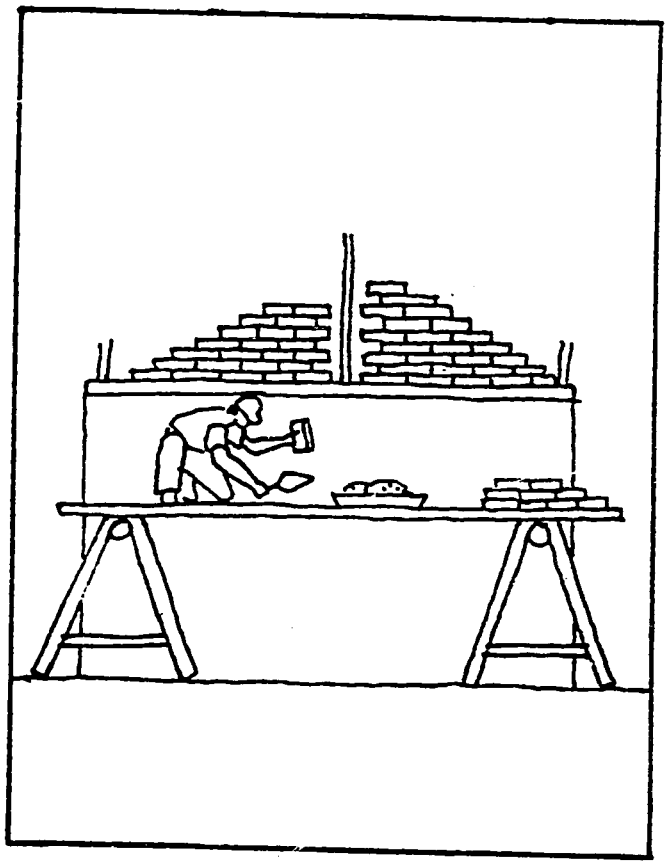


Coloque armazón sobre muro

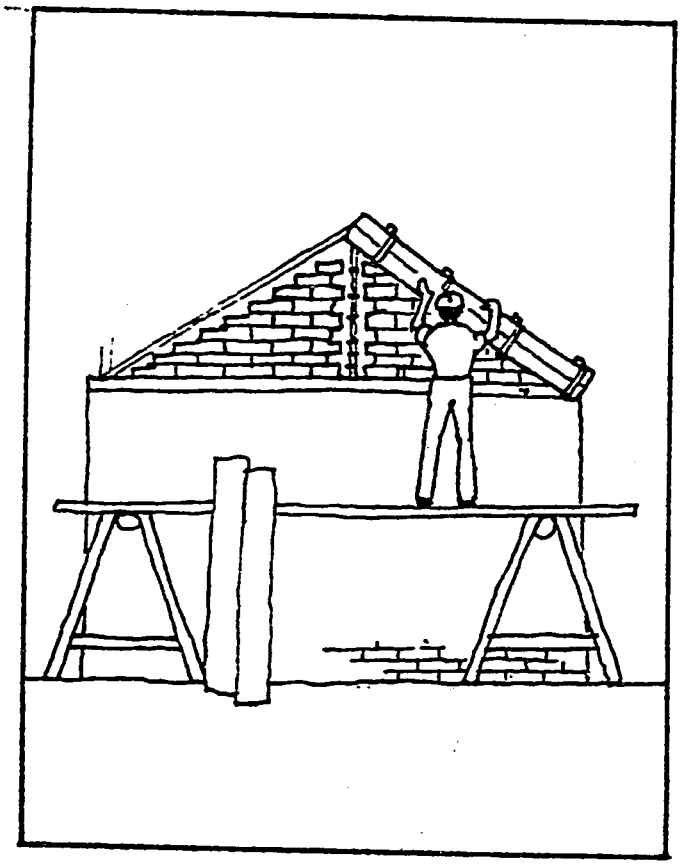


Funda viga superior (perimetral)

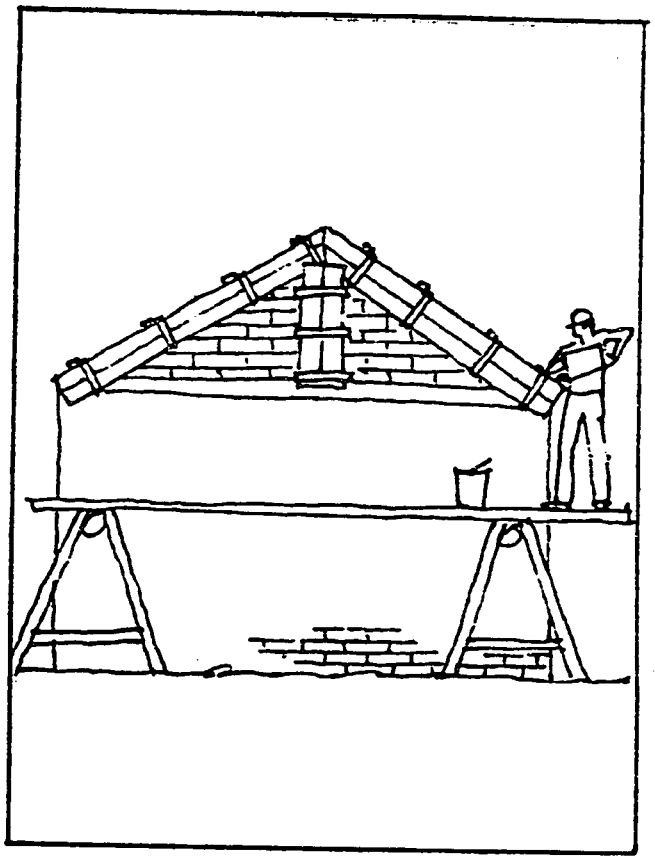
CONSTRUIR CULATA (MOJINETE)



Levante muro para culata



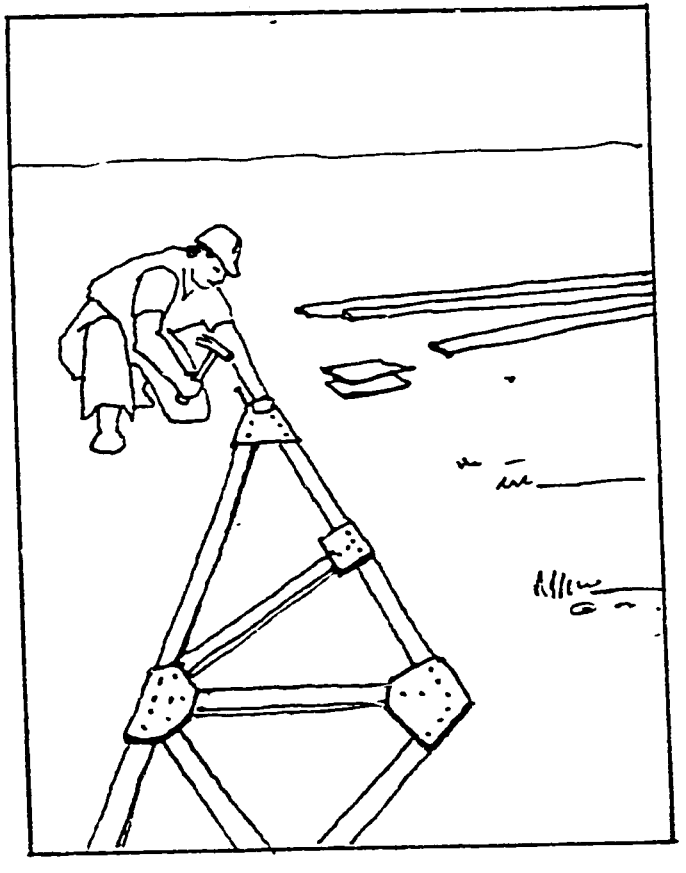
Formaletee (encofre) viga de corona y columneta



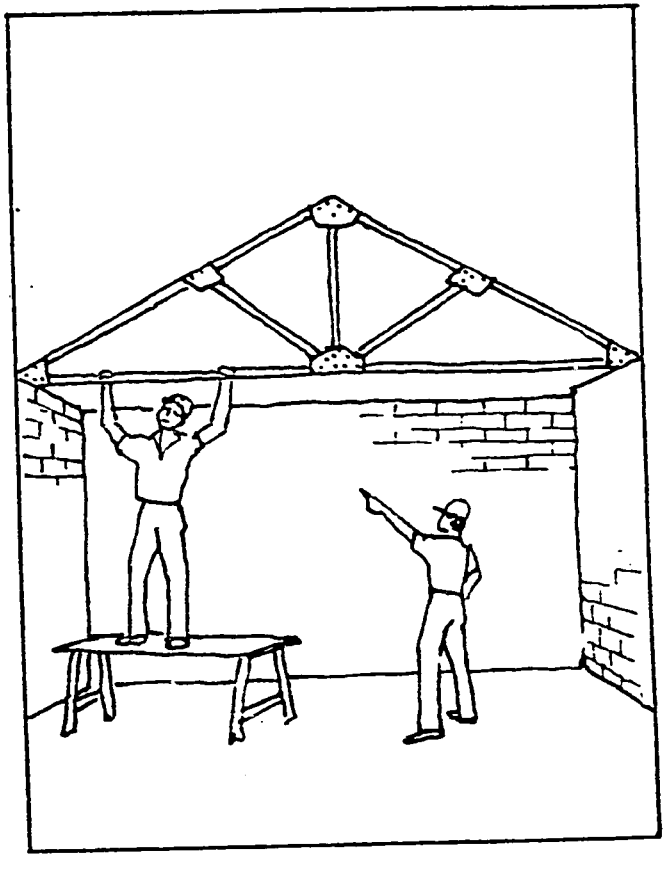
Coloque ganchos (pelos) y funda

CONSTRUIR CERCHAS

Prepare madera



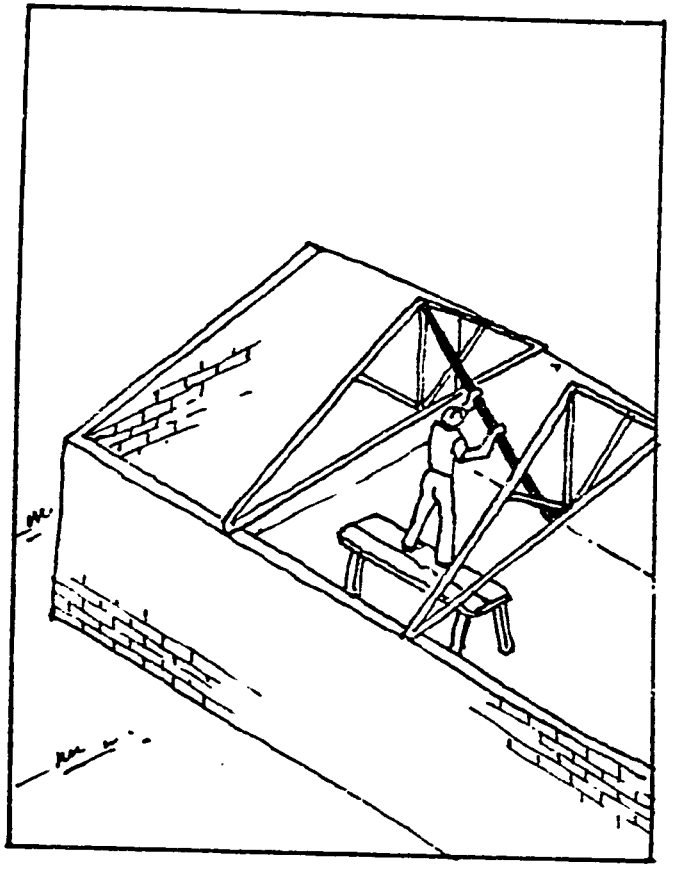
Arme cercha



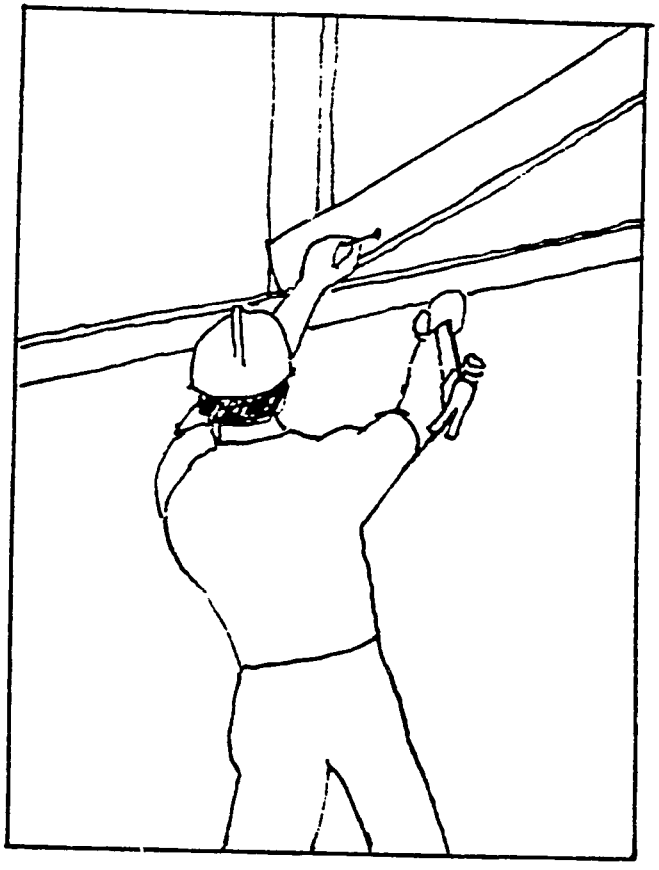
Coloque cercha

ASEGURAR CERCHAS

Prepare madera

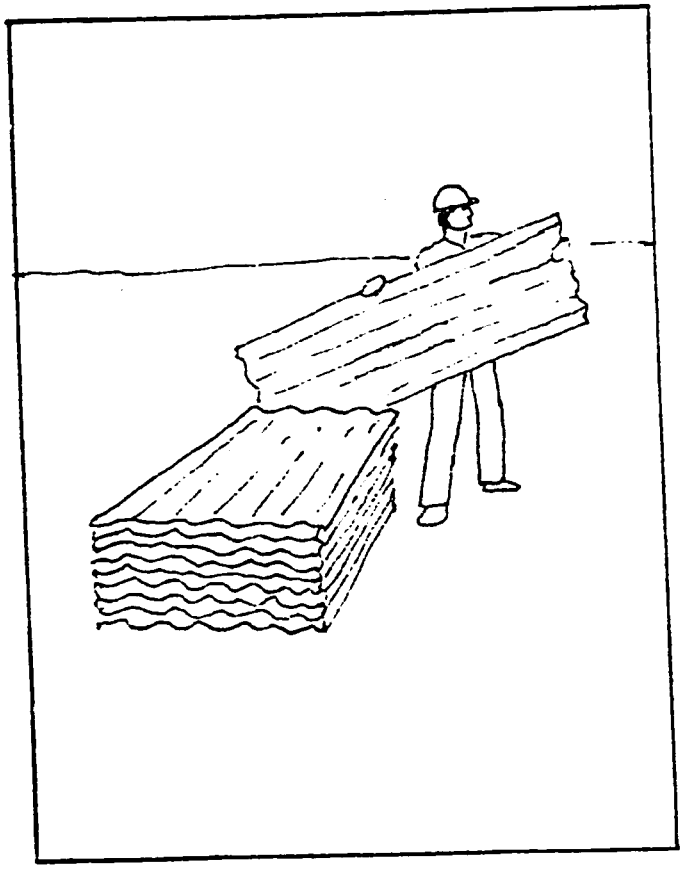


Coloque riostra (diagonal) entre cerchas

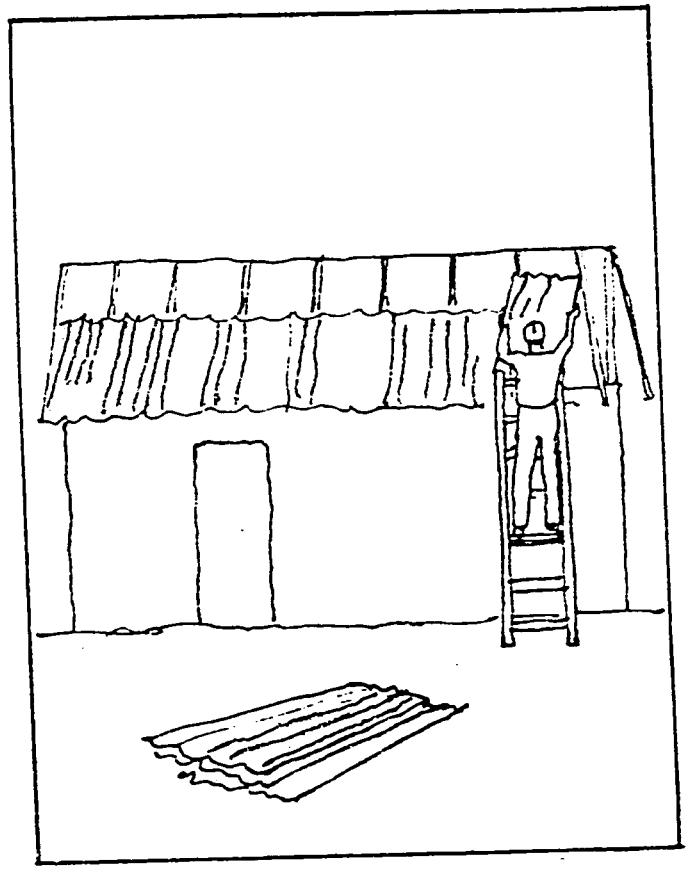


Fije riostra

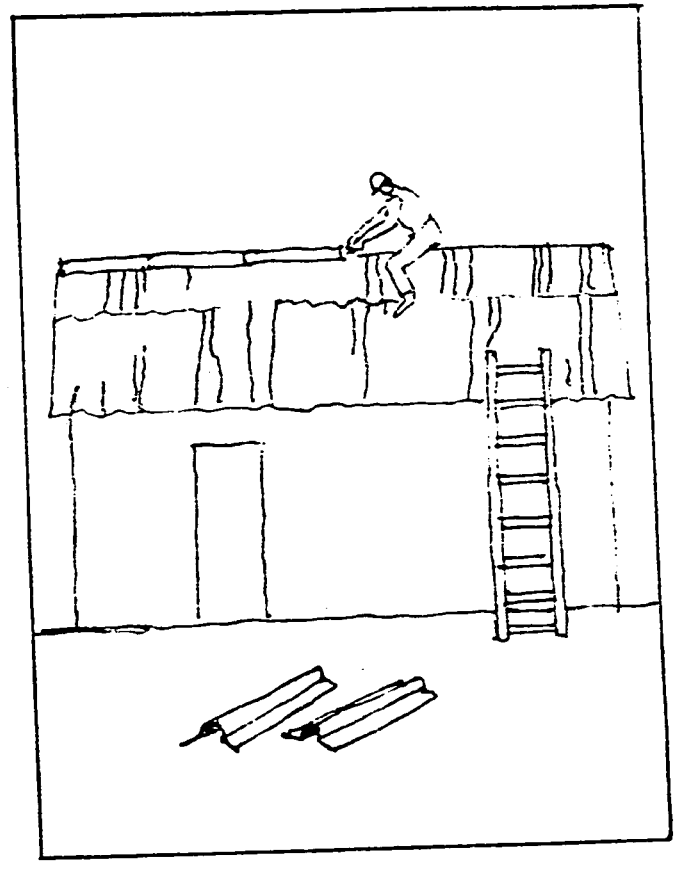
COLOCAR TECHO LIVIANO



Aliste teja liviana

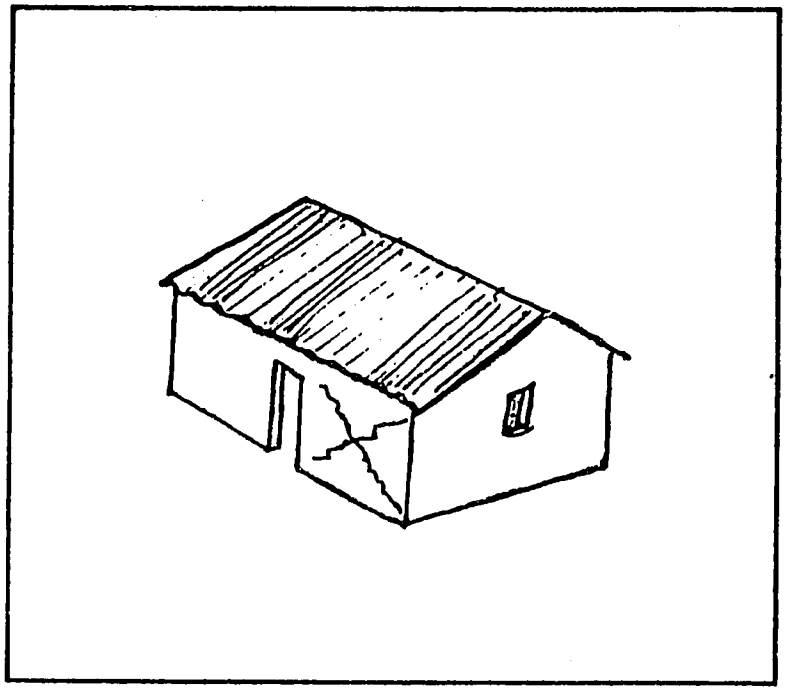


Coloque teja de abajo hacia arriba



Coloque caballetes

DAÑOS TIPICOS

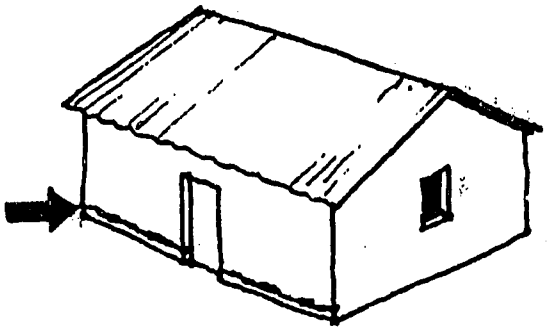


SENA

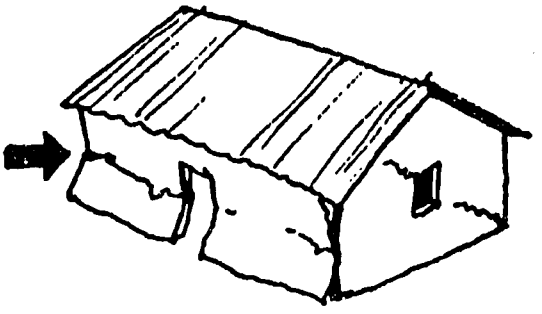
Programa de Reconstrucción

DAÑOS TIPICOS

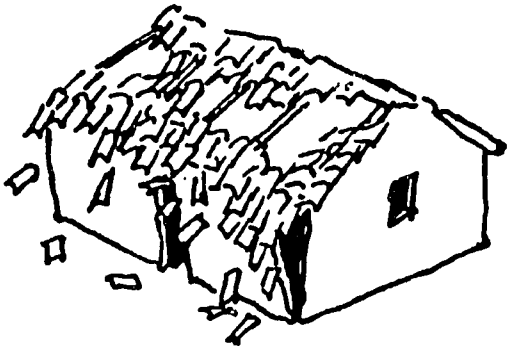
1. GRIETA HORIZONTAL EN LA BASE



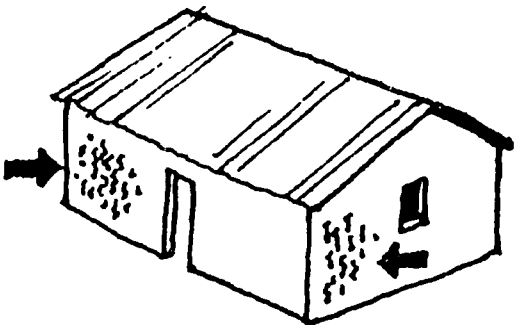
2. PANDEO



3. EFECTO DE CASCADA

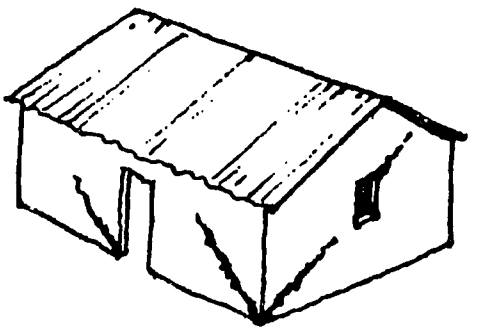


4. GRIETAS POR COMPRESION EN EL REPELLO



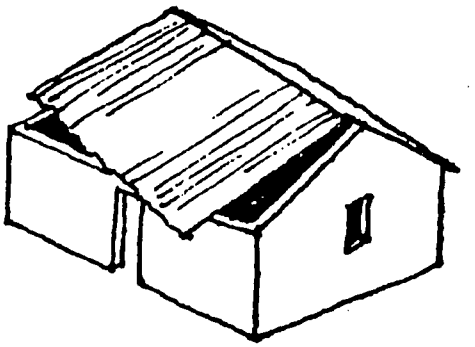
---

5. GRIETAS DIAGONALES QUE ATRAVIESAN LOS LADRILLOS O ADOBES

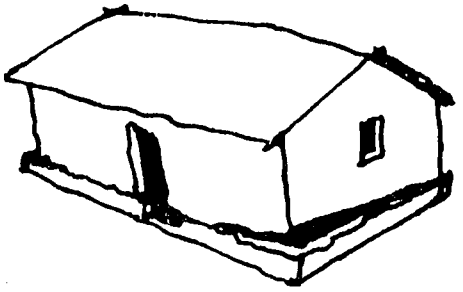


---

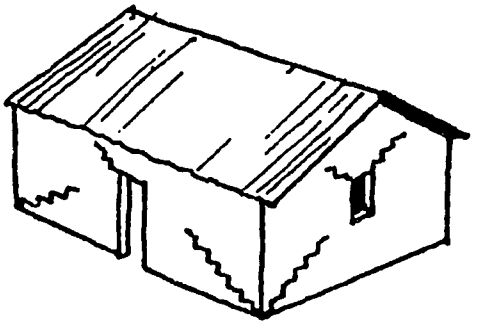
6. DESLIZAMIENTO DEL TECHO



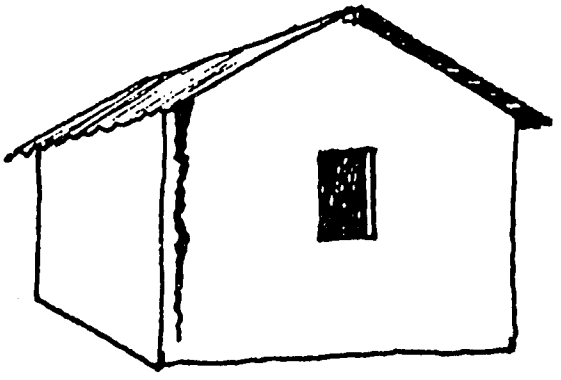
7. DESLIZAMIENTO DE TODA LA ESTRUCTURA



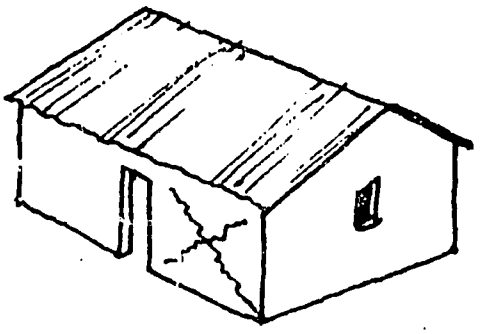
8. GRIETA DIAGONAL ESCALONADA



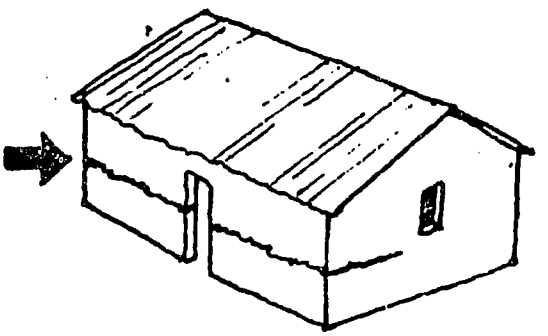
9. GRIETA VERTICAL EN LAS ESQUINAS



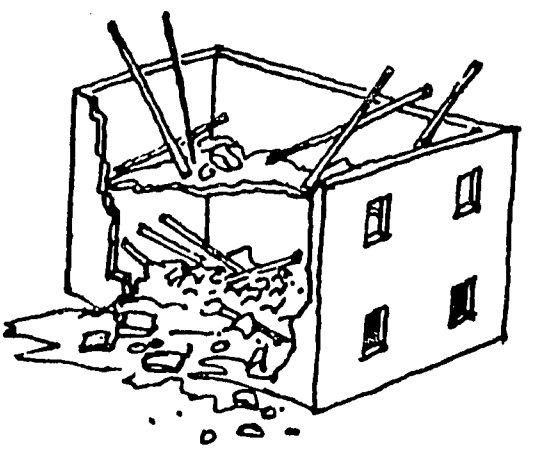
10. GRIETA EN "X"



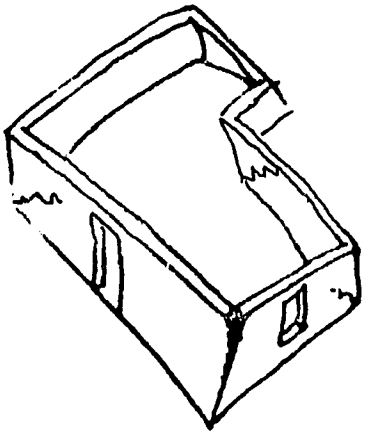
11. GRIETA HORIZONTAL A MEDIA ALTURA



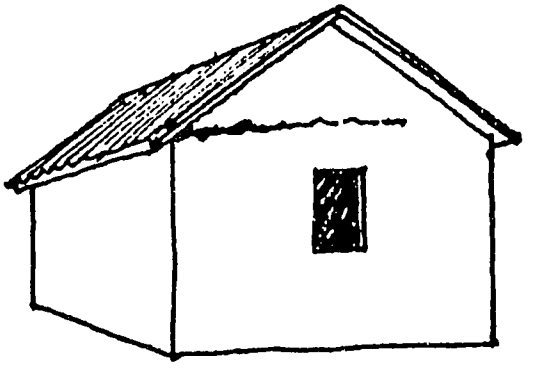
12. COLAPSO DEL TECHO



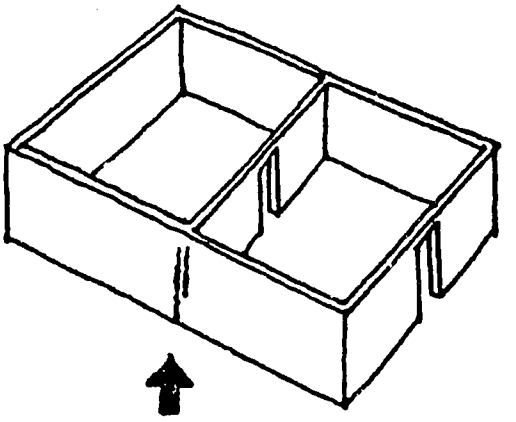
13. EFECTO TORSIONAL



14. GRIETA EN LA BASE DE LOS MOJINETES



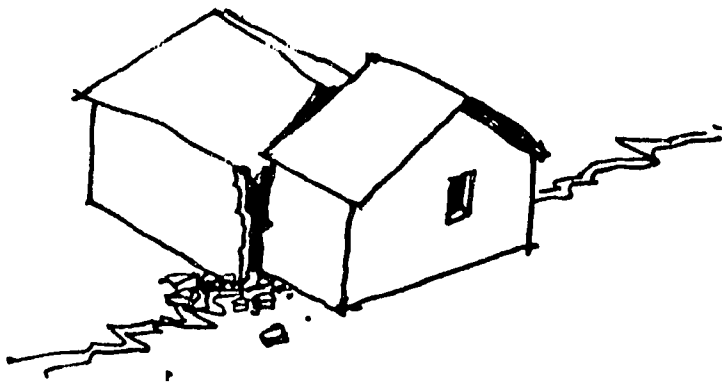
15. GRIETAS QUE PUEDEN INDICAR DAÑO DE LA PARED INTERIOR



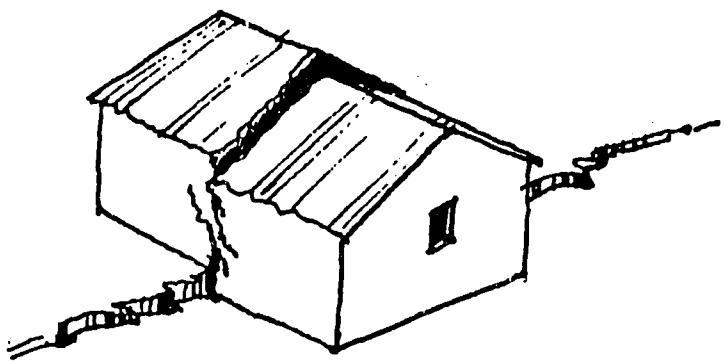
5

Situaciones en las cuales el terreno no se mantiene estable como en deslizamientos de tierra o licuefacción

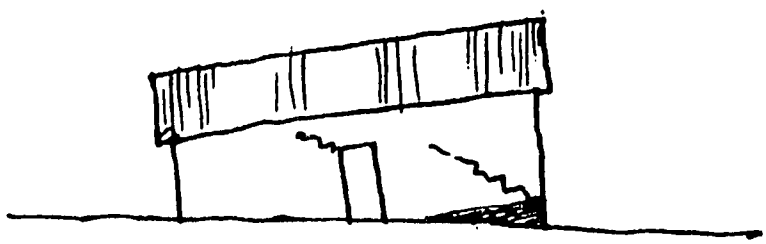
16. DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL DEL TERRENO



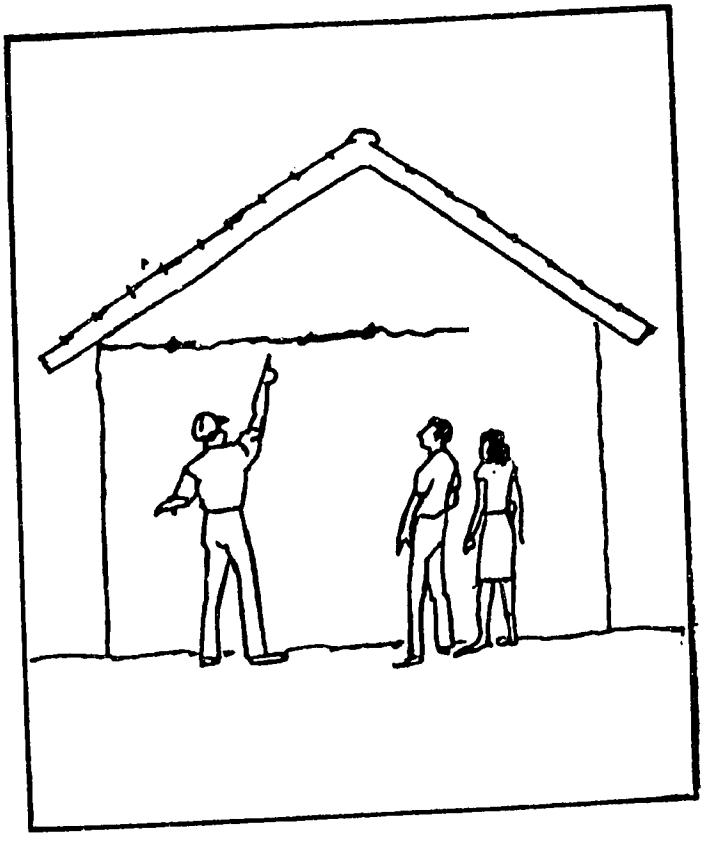
17. DESPLAZAMIENTO VERTICAL DEL TERRENO



18. ASENTAMIENTOS DEL TERRENO.



COMO INSPECCIONAR Y EVALUAR UNA CASA DAÑADA POR UN SISMO



SENA

Programa de Reconstrucción

COMO INSPECCIONAR Y EVALUAR UNA CASA DAÑADA POR UN SISMO

I INTRODUCCION

Los siguientes procedimientos y terminología se están presentando para ayudar a normalizar la recolección de información sobre el comportamiento de edificios sujetosa fuerzas sísmicas. Este material fue diseñado principalmente para obtener información sobre edificios de mampostería de baja calidad, especialmente aquellos hechos de adobe o ladrillos mal cocidos.

II OBJETIVOS

Los objetivos de un formulario para evaluación de daños son:

1. Determinar la causa de la falla.

2. Determinar la forma o secuencia de la falla.

3. Identificar los factores que pudieron haber contribuído a la falla del edificio o de un elemento importante del mismo.

Los factores de preocupación son:

* Mano de obra
* Condiciones del suelo
* Configuración del edificio
* Características no usuales de construcción
* Interacción con otras estructuras que pudieron haber transferido fuerzas al edificio

III PROCEDIMIENTO DE INSPECCION

Las inspecciones de edificios deben ser divididas en tres fases:

A. Inspección Exterior General

El propósito de la inspección exterior es identificar las causas más saltantes de la falla y determinar si es o no seguro entrar a la edificación. El siguiente procedimiento debería ser usado:

1. Comenzando por la entrada principal, rodee la edificación identificando los daños mayores.

2. Determine el estado en que se encontraba la edificación antes del terremoto.

3. Determine si es posible las causas más importantes y la forma o secuencia de falla.

4. Determine si la edificación es segura para entrar.

B. Inspección Exterior Detallada

La inspección detallada del exterior debería comenzar en la entrada principal y rodear completamente la edificación. El inspector debería buscar la evidencia de daño comenzando por la base y siguiendo hacia la parte superior en los sitios importantes. De especial interés son:

1. Condiciones del suelo (fisuras, deslizamientos, etc.)

2. La interacción suelo-cimiento

3. Evidencia de torsión o alabéo en la edificación.

4. Deformación de las paredes (abultamientos o inclinaciones).

5. Daños alrededor de las puertas y ventanas

6. Daños a los elementos de refuerzo (columnas, etc)

7. Daños en las esquinas (separación de muros)

8. Interacción de muros y techos

9. Daños en las culatas

10. Daños en el sistema de techado

11. Daños en elementos ornamentales exteriores

C. Inspección Interior-Detallada

El Inspector se debe trasladar de habitación en habitación de una manera ordenada. En el interior de cada una, deberá comenzar en la puerta y bordear completamente las paredes interiores.

De especial interés son:

1. Daños en las entradas

2. Daños a las paredes interiores

3. Evidencia que las paredes interiores dañaron las exteriores

4. Evidencia de fallas en el cielo raso

5. Evidencia de fallas en el techo

6. Evidencia de fallas en los mojinetes

IV CLASIFICACION DE DAÑOS

A. Hay dos clases de daños: Estructural y No Estructural

1. Daños Estructurales: Son los que ocurren en componentes de la edificación que soportan cargas como columnas vigas y muros portantes

2. Daños No Estructurales son los que ocurren a elementos que no soportan cargas como tabiques de separación, etc.

B. Descripción de la gravedad de los daños.

Los daños deben ser descritos como mayores, moderados o menores. Desde el punto de vista estructural, el valor de pesos pérdidos no debe ser considerado.

1. Daños Mayores: Son los que requieren demolición o reconstrucción del elemento.

2. Daños Moderados: Son los que requieren reparación o reconstrucción parcial del elemento.

3. Daños Menores: Son los que requieren ajustes o reposición del elemento.

C. Descripción del Tipo de Daño

Los siguientes términos deben ser usados:

1. Colapso: Es cuando más del 25% de una pared o techo a caído.

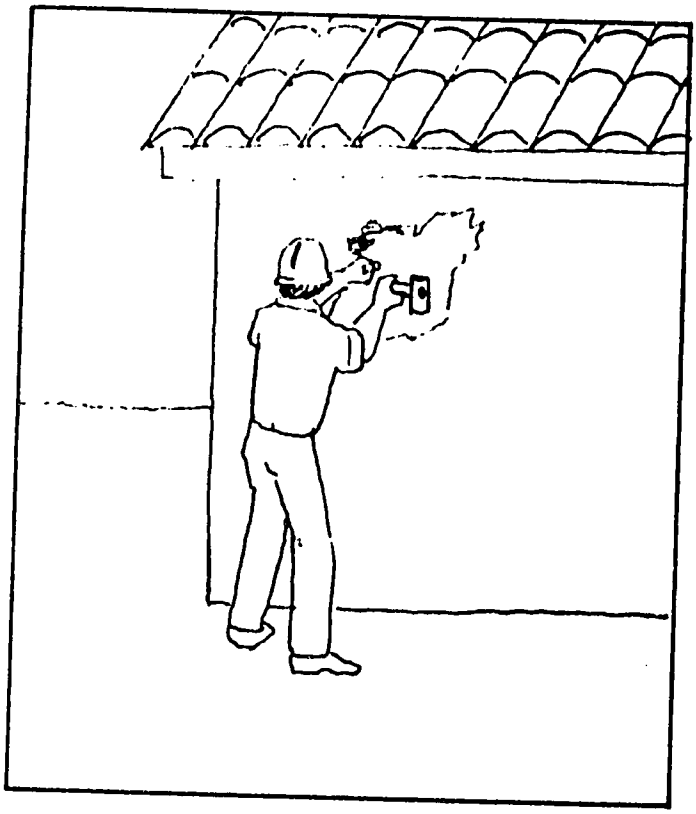
2. Desplazamiento: Es el movimiento de una pared fuera de su posición.

3. Falla: Una situación en la cual el elemento estructural de la edi-

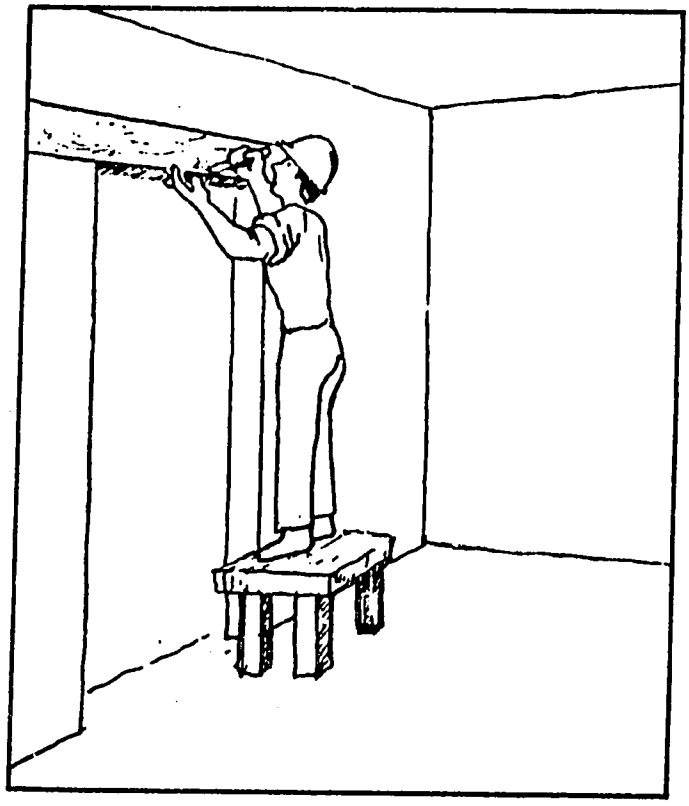
ficación se ha roto, separado o deformado de tal manera que es inservible para propósitos estructurales.

4. Rotura: Grieta que ocurre en la pared o elemento estructural y que lo atraviesa completamente.

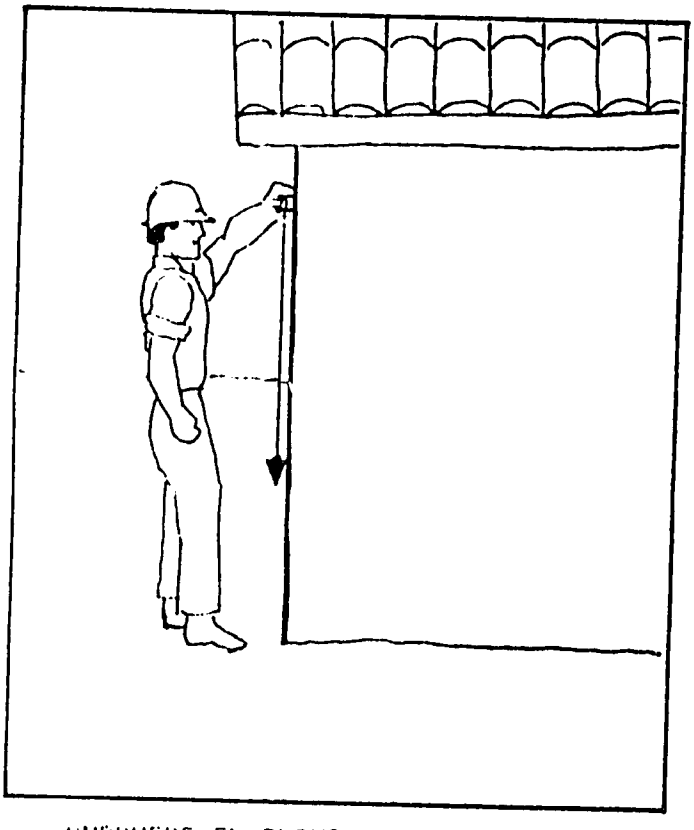
5. Separación: Evidencia visible de que los materiales o elementos se han separado entre sí y no están unidos monolíticamente.



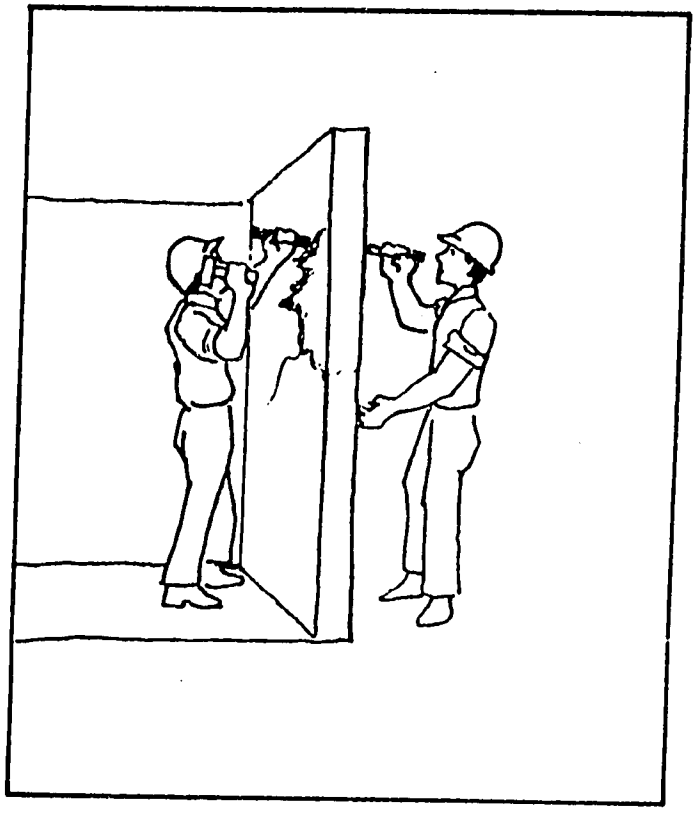
RETIRE EL REPELLO Y VERIFIQUE DAÑOS EN EL MURO



INSPECCIONE EL BUEN ESTADO DEL DINTEL

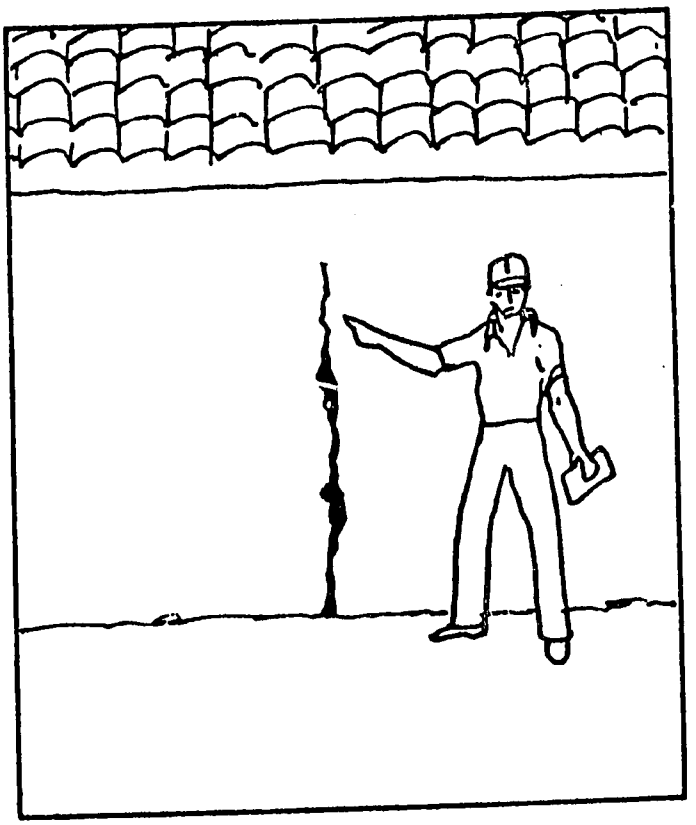


COMPRUEBE EL PLOMO DEL MURO



ESTABLEZCA SI LA GRIETA PASA AL OTRO LADO DEL MURO

FORMULARIO PARA EVALUACION DE DANOS



SENA

Programa de Reconstrucción

65

INFORMACION GENERAL

Comun d _____

A. Dirección: _____

B. Nombre del propietario: _____

C. Nombre del ocupante: _____

D. Uso de la edificación: Residencia _____ Comercio: _____

Residencia y Comercio: _____ Otro: _____

E. Pérdidas totales estimadas: Menos del 10% _____ 10 - 50% _____

Más del 50% _____

F. Costo estimado de reparación: _____

G. ¿Resulta el edificio seguro para ser ocupado? Si _____ No _____

Parcialmente: _____

H. ¿Se requiere asistencia técnica?. Si _____ No _____

I. Acción recomendada: Reparación _____ Demolición _____

Solo desocupar: _____ Otra _____ _____

J. Planes de los propietarios/ocupantes : _____

_____

_____

K. Edad estimada de la edificación: _____

L. Intensidad sísmica estimada: _____

Mercalli Modificada: _____

M. ¿Se anexan fotografías? Si _____ No _____

Número (s) de identificación: _____

FORMULARIO PARA EVALUACION DE DAÑOS

A. El Sitio (Breve descripción general): _____

_____

1. Urbano _____ Rural _____
2. Tipo de suelo (s) _____

_____

3. Pendiente _____%
4. Estructura del suelo:

   Tierra dura _____ Roca _____ Tierra suelta _____

   Suelo compactado _____ Relleno _____ Arena _____
5. Otros:

B. Interación suelo - estructura:

6. ¿Existen grietas en el suelo alrededor de la base de la estructura? Si ____ No _____
7. ¿Existe evidencia en el suelo de volcamiento del edificio? Si _____ No _____
8. ¿Existe evidencia de deslizamiento de la cimentación? Si _____ No _____

C. Cimentaciones:

9. Tipo de cimentación: Ninguna _____ Cimiento _____ Sobrecimiento _____
10. Tipo de mortero: Barro ____ Cal/Barro _____
    Cemento _____ Otros _____
11. Tipo de Piedras: Redondeada _____ Bordes angulosos _____Cortada ____
12. Diseño de la cimentación: (Bosqueje la sección transversal y señale las dimensiones)

13. Factores poco usuales: _____

14. Está la cimentación a nivel? Si _____ No _____

15. Existe evidencia de daños en la cimentación? Si _____ No _____

Si existe evidencia ¿Por qué y dónde? _____

_____

D. Paredes:

16. Materiales utilizados: Adobe _____ Ladrillo _____ Bloque _____

Tapia _____ Quincha _____ Bahareque _____

Piedra _____ Otros _____

17. Dimensiones del material básico de construcción:

_____cm. x _____ cm. x _____ cm.

18. Altura de la pared _____

19. Espesor de la pared _____

20. Nº de piso _____

21. Si existen dos o más pisos, ¿están las paredes superiores construidas del mismo material?

Si _____ No _____ Descríbala _____

_____

22. Sistema de refuerzo (descríbalo) _____

_____

_____

23. Tipo de mortero: Barro _____ Cal/Barro _____ Cal/Arena _____

Cemento _____ Otro (descríbalo) _____

24. Espesor entre bloques: Vertical _____ cm. Horizontal _____cm.

% del ancho del bloque: _____%

% de la altura del bloque _____%

25. Configuración: Señale las dimensiones; ubicación de las puertas, ventanas, paredes interiores, posición relativa de otras estructuras, paredes exteriores, etc. (De ser posible, señale la ubicación de cuerpos o sobrevivientes atrapados en la estructura).

26. Tipo de daño en la pared: Rotura horizontal _____

Rotura vertical _____ Corte _____

Rotura en Echelon _____ Colapso _____

27. Tipo de daño en las esquinas: Rotura _____ Separación _____

Desplazamiento _____ Colapso _____

28. ¿Existe evidencia de torsión o distorsión horizontal? Si ____ No ____

29. Describa la secuencia de la falla, si esto es posible: _____

_____

_____

30. Cuál porción de la pared sufrió el mayor daño? Superior _____

Media _____ Inferior _____

31. Describa el daño alrededor de las puertas, ventanas, dinteles: _____

_____

_____

32. ¿No colapsaron las salidas principales? Si _____ No _____

33. ¿Tienen las puertas dintel? Si _____ No _____

34. ¿Tienen las ventanas marcos de madera: Si _____ No _____

35. A lo largo de una distancia vertical de un metro, cuántos centímetros tiene la pared fuera de la vertical? Pared Norte _____cm.

Pared Este _____cm. Pared Oeste _____ cm. Pared Interior _____cm

Otra _____ cm. Otra _____ cm.

36. ¿Tiene la pared una viga de corona? Si _____ No _____

37. Si la tiene, ¿de qué material es la viga? _____

E. Segundo piso:

38. ¿De qué materiales está construído el piso? _____

39. ¿Qué tipo de vigas se utilizan para sustentar el piso? _____

_____

40. ¿Están las vigas embutidas en la pared? Si _____ No _____

Si no, describa _____

41. Si las vigas están embutidas en la pared, ellas se apoyan

Sobre los adobes _____ Sobre una pieza de madera _____

Otra _____

42. Describa el daño en el piso: _____

_____

_____

_____

43. Describa el daño en los puntos donde el piso se conecta a la pared:

_____

_____

44. Otros datos significativos sobre las paredes: _____

_____

_____

F. Techo y Sustentación del Techo

45. Configuración del techo: Dos Vertientes _____

Cuatro Vertientes _____ Una Vertiente _____ Domo _____

Otro (Descríbalo) _____

46. Cobertura del techo:

Teja _____ Metal _____ Asbesto-Cemento _____

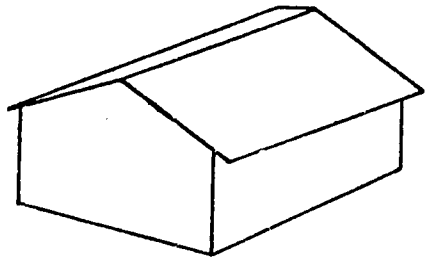
Madera _____ Otro _____

47. Sistema de sustentación del techo:

(Dibuje un corte del sistema de sustentación del techo)

48. Peso estimado del techo: _____ Kg/M2

49. Si el techo es de dos vertientes, muestre como ocurrió el daño:



50. Si se utilizaron cerchas, describa los daños: _____

_____

_____

51. ¿Se apoyán en la viga de corona algunos elementos de sustentación del techo? Si _____ No _____

52. Si alguna parte del sistema de sustentación del techo está embutido en la pared, describa el daño en la pared: _____

_____

_____

_____

53. Describa cualquier falla o daño en el techo: _____

_____

_____

54. ¿Tiene la vivienda cielo raso? Si _____ No _____ Describa cualquier factor relevante concerniente al cielo raso: _____

_____

_____

G. Misceláneas

55. Daños en los servicios (Descríbalos) _____

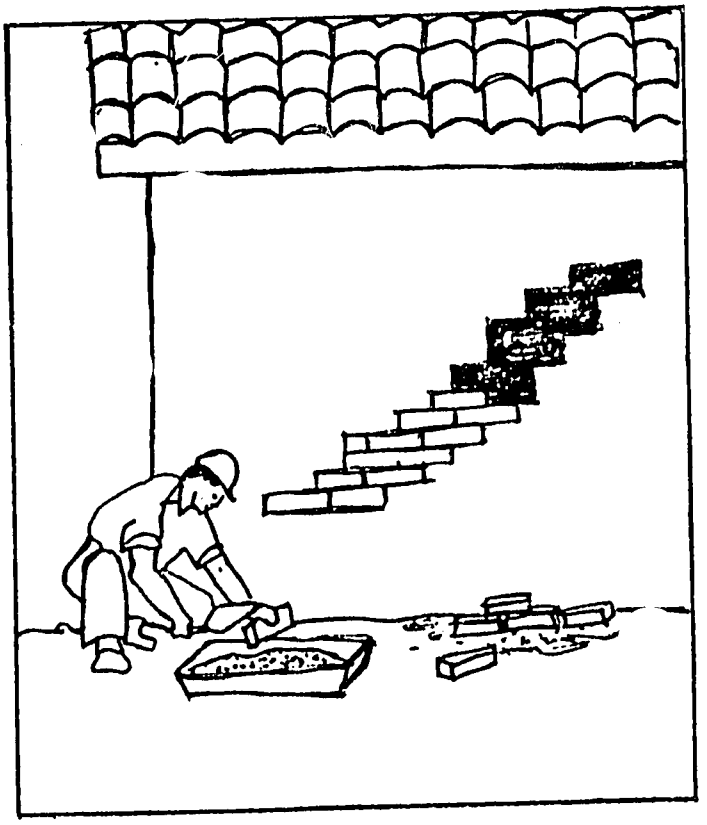
_____

_____

56. ¿Existe la posibilidad de que los daños sean transferidos desde otras estructuras?

Si _____ No _____

COMO REPARAR DANOS TIPICOS



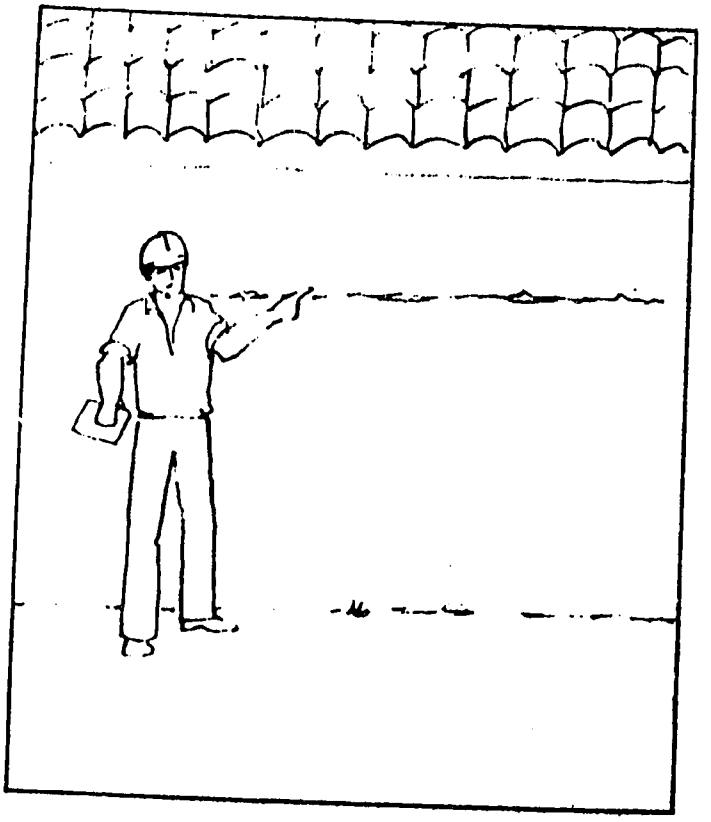
SENA

Programa de Reconstrucción

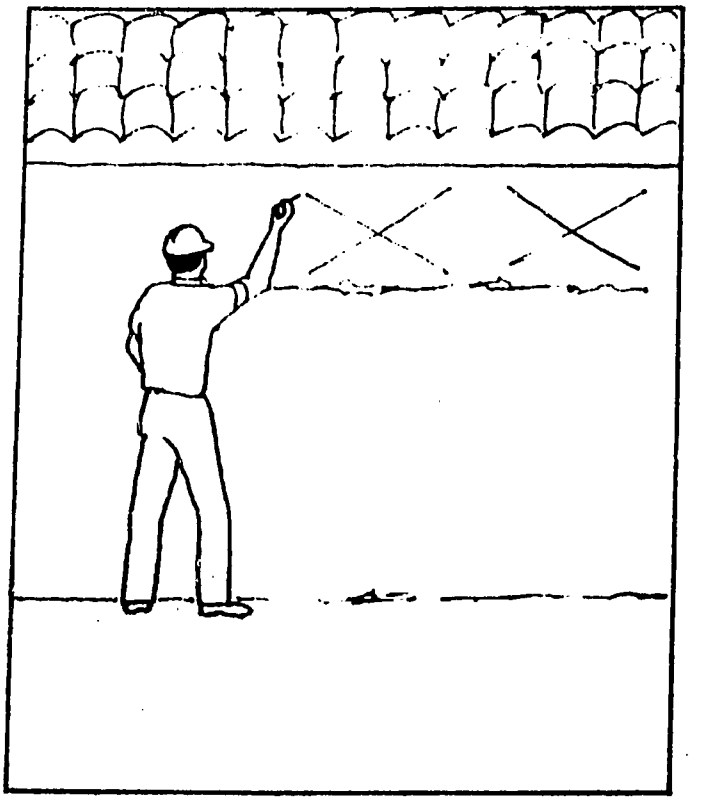
13

EL PROPOSITO DE ESTA CARTILLA ES DEMOSTRAR COMO REPARAR VARIOS TIPOS DE DAÑOS EN UNA CASA. ES IMPORTANTE QUE ESTA CARTILLA SE USE CONJUNTAMENTE CON LAS CARTILLAS: COMO REPARAR UÑA CASA DE LADRILLO Y COMO REPARAR UNA CASA DE ADÒBE.

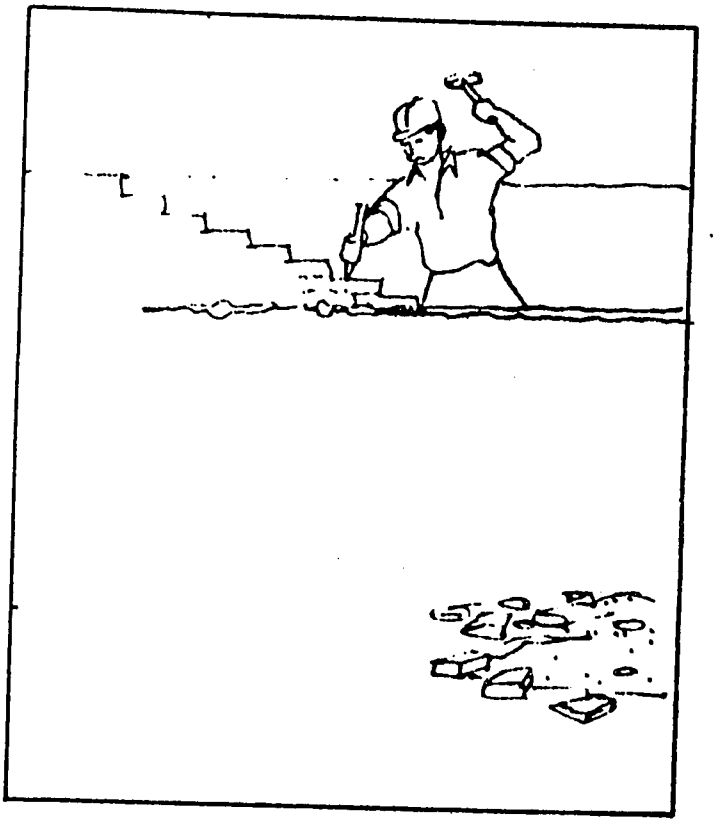
COMO REPARAR UNA GRIETA HORIZONTAL



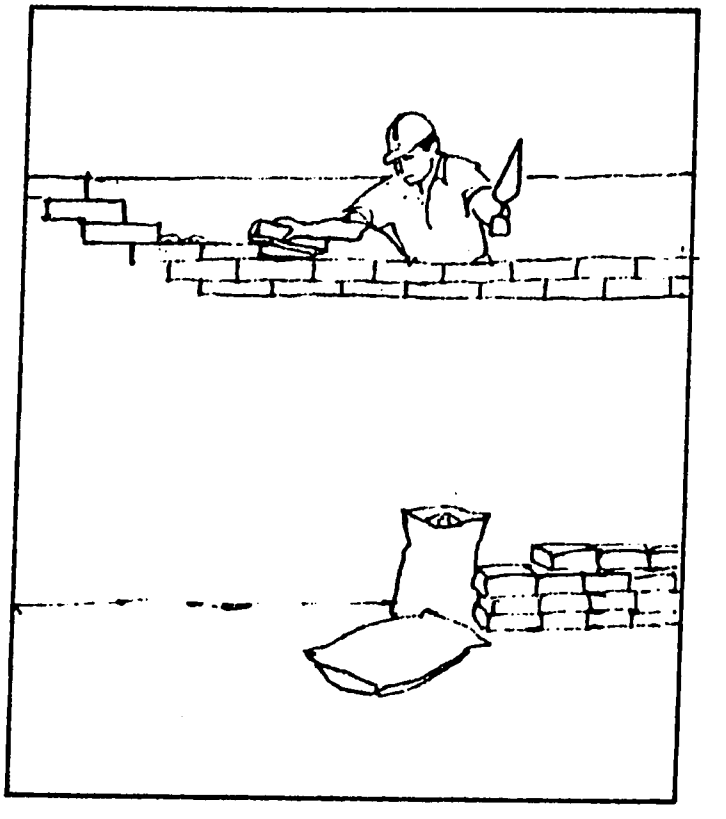
Identifique la grieta



Marque el área sobre la grieta para ser reparada

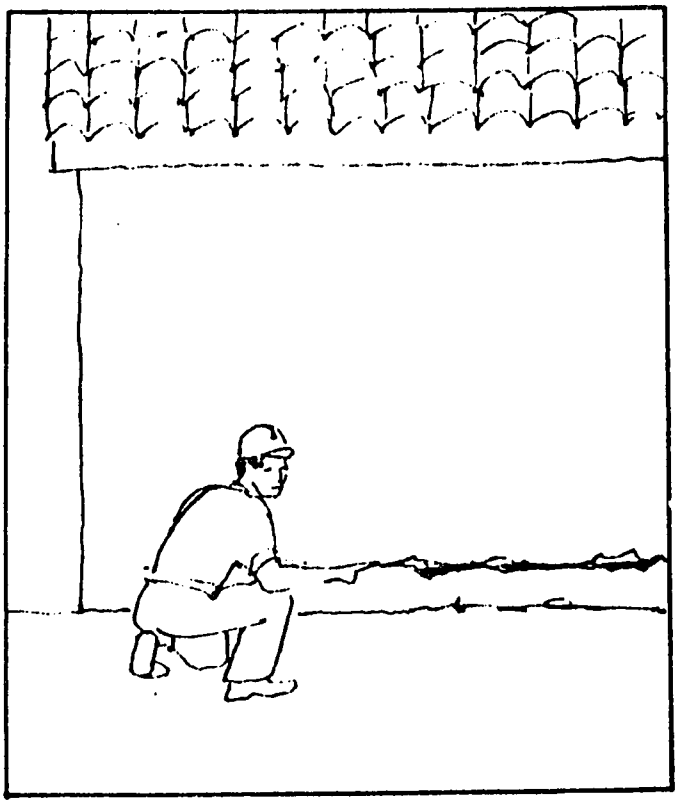


Quite la mampostería sobre la grieta

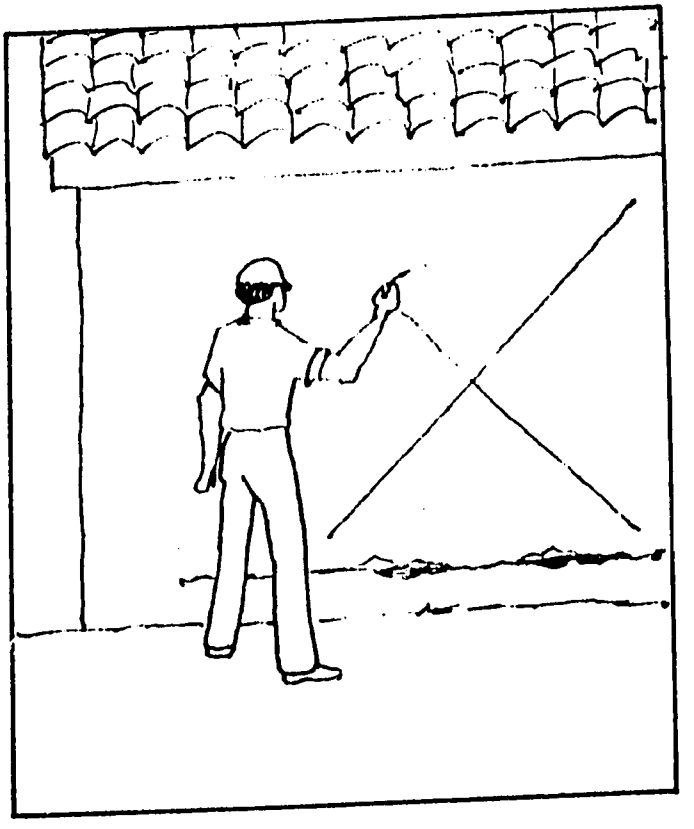


Reconstruya la sección

COMO REPARAR UNA GRIETA EN LA BASE DE UNA PARED

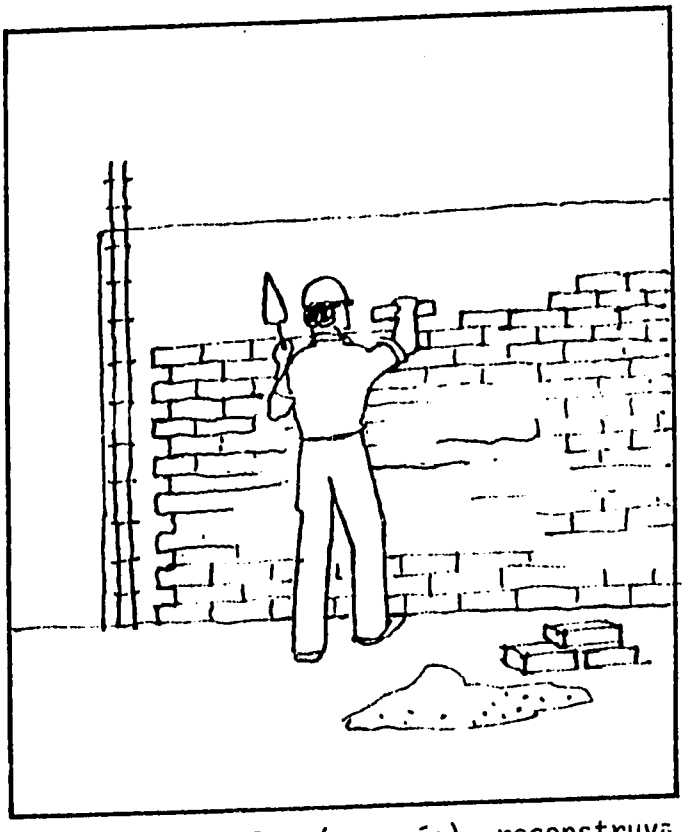


Identifique la grieta



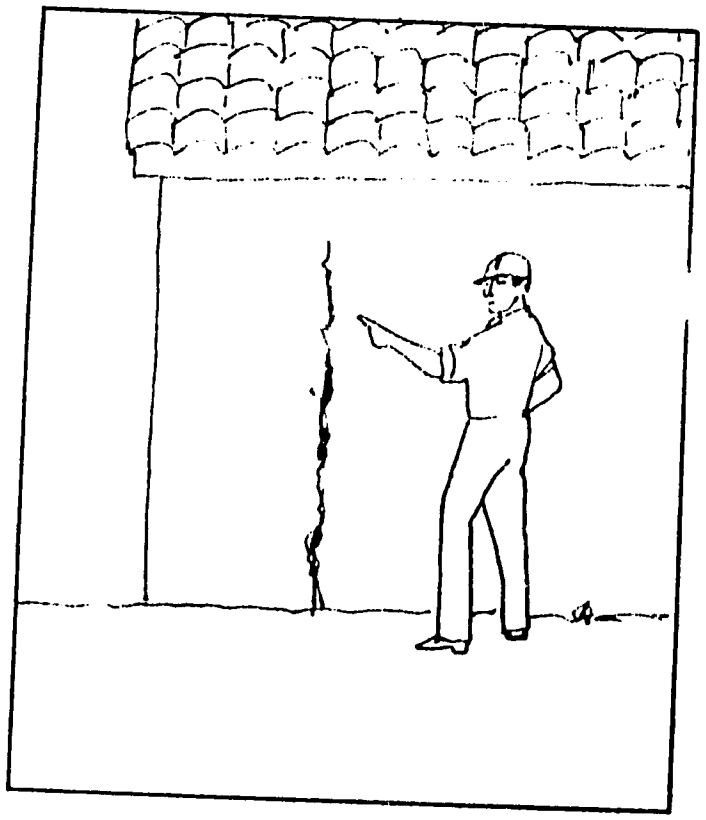
Marque el área sobre la grieta para ser reparada

Haga demolición de la pared

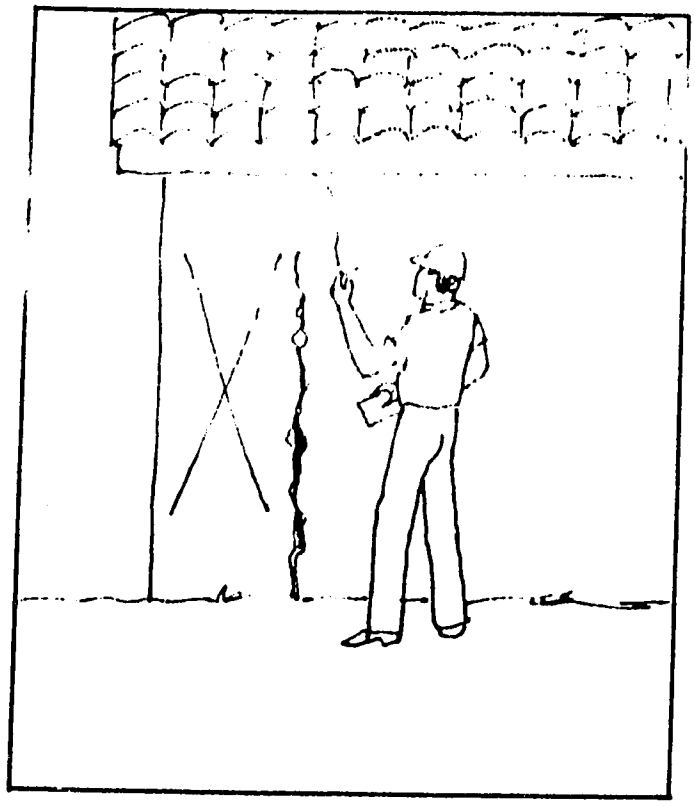


Coloque castillo (armazón), reconstruya la pared, arme la formaleta y funda columneta.

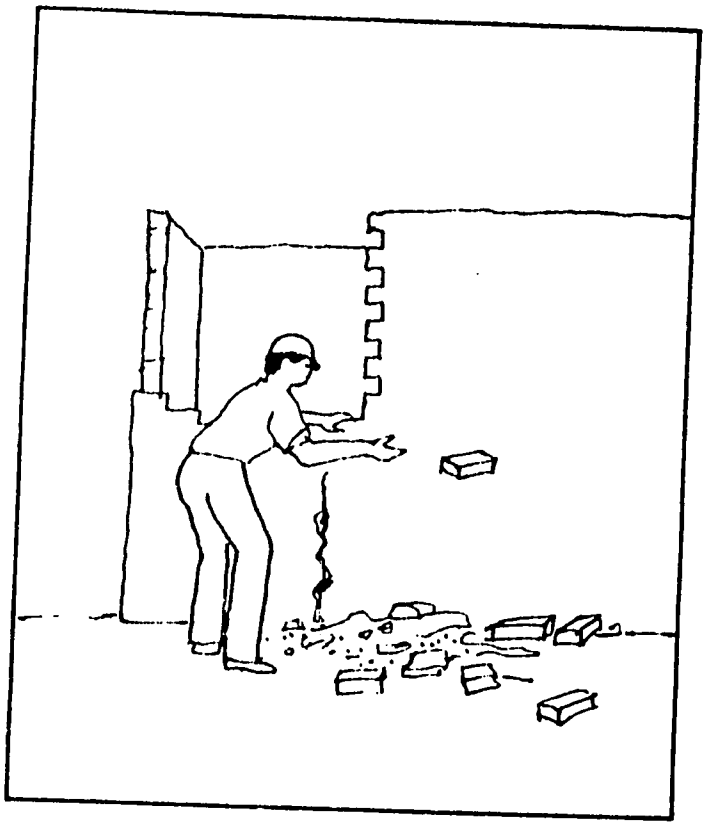
COMO REPARAR GRIETAS VERTICALES CERCA DE UNA ESQUINA



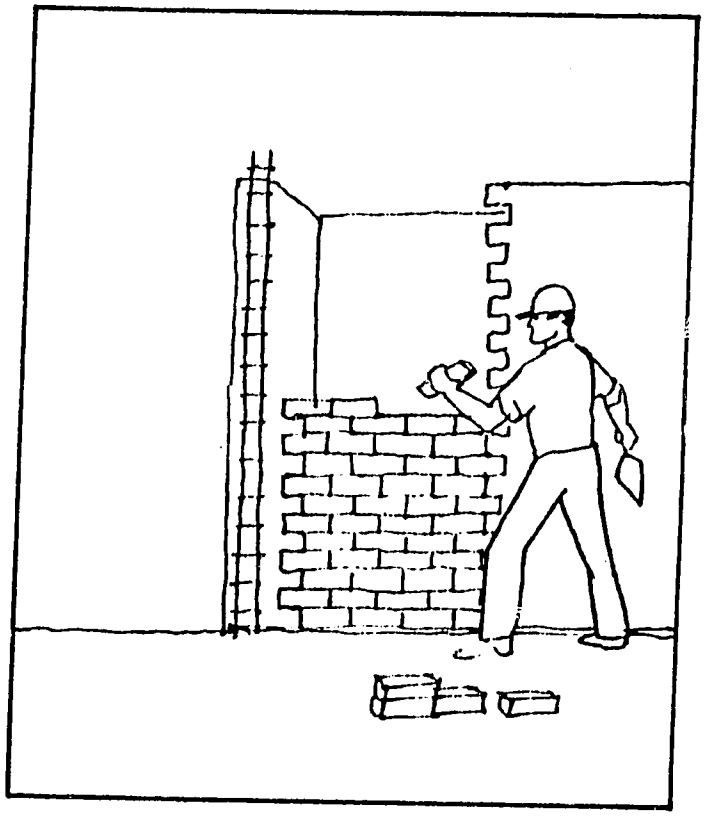
Identifique la grieta



Marque el área de la grieta hasta la esquina

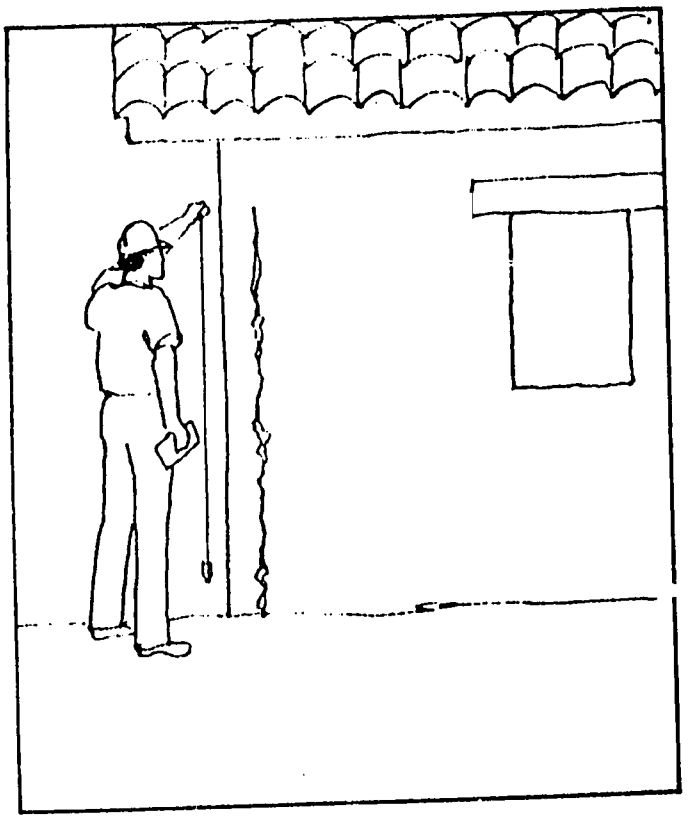


Haga demolición en el área para ser reparada y deje endentado en la pared transversal

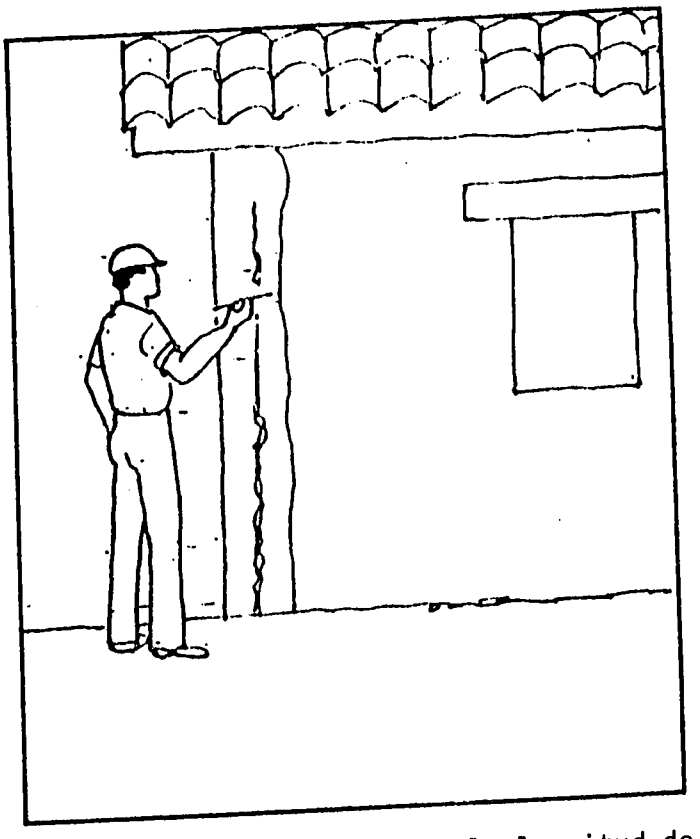


Coloque castillo (armazón), reconstruya la pared, arme formaleta y funda columneta

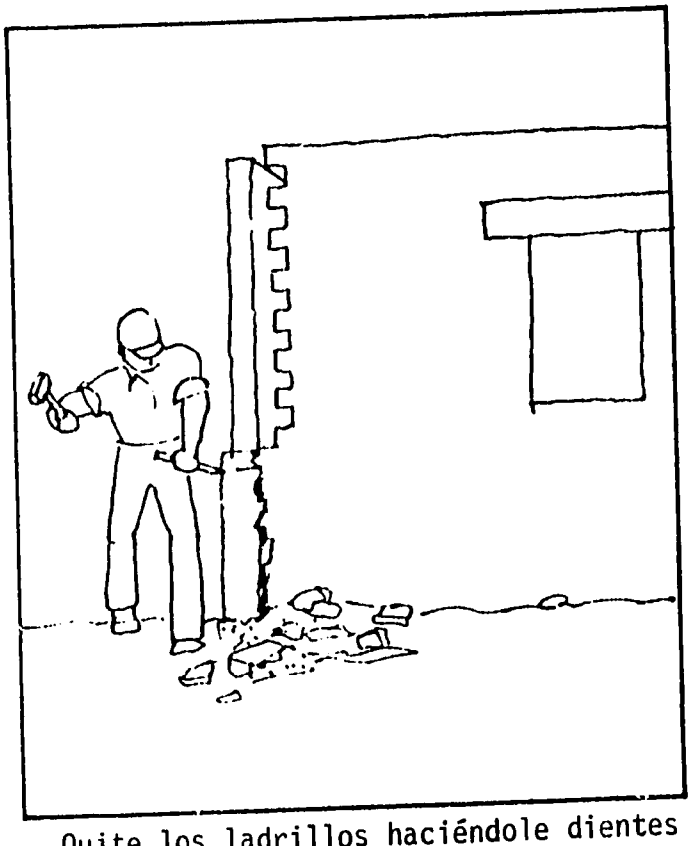
COMO REPARAR UNA GRIETA VERTICAL EN LA ESQUINA DE UNA PARED



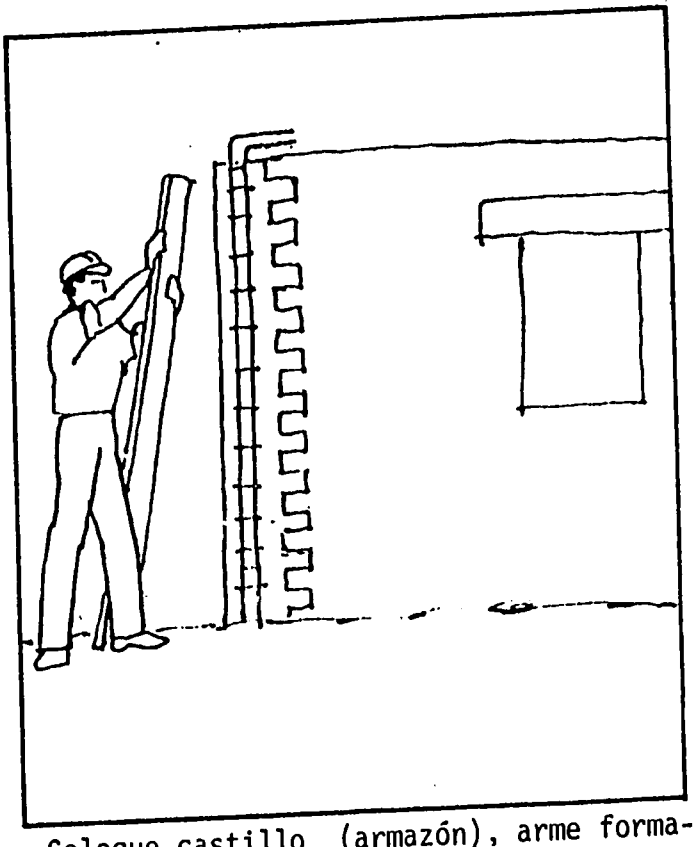
Identifique la grieta y verifique que las paredes estén a plomo



Marque el área aumentando la longitud de un ladrillo

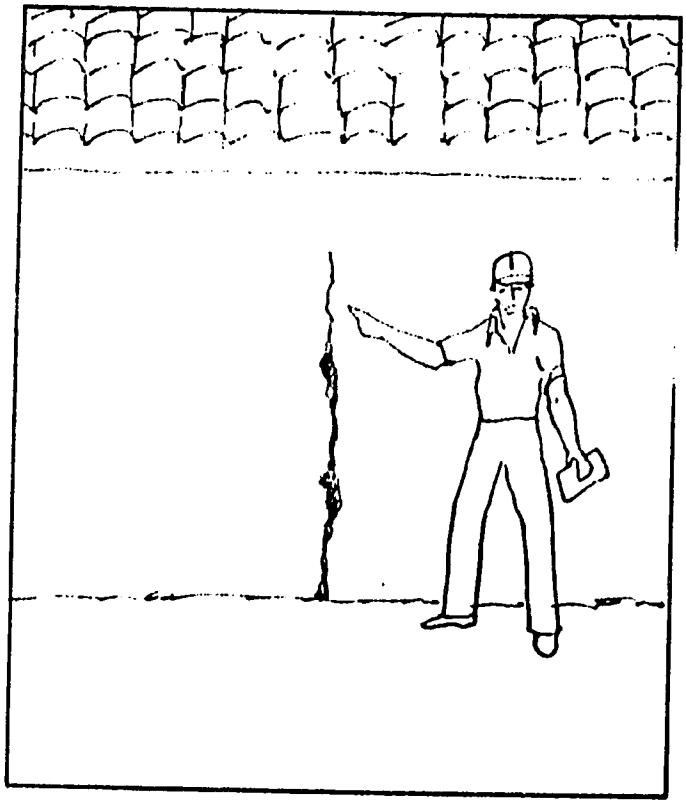


Quite los ladrillos haciéndole dientes a ambos lados

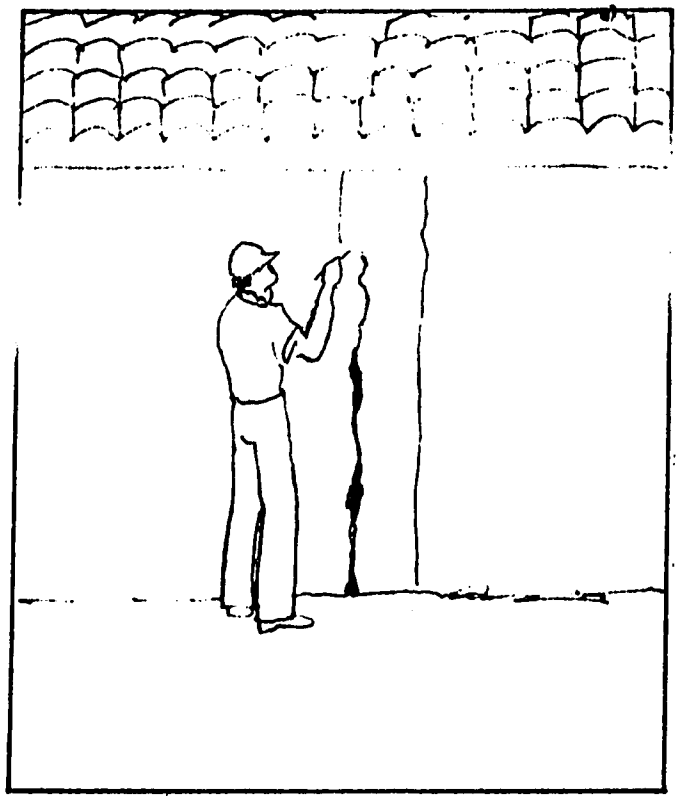


Coloque castillo (armazón), arme formaleta y funda columneta

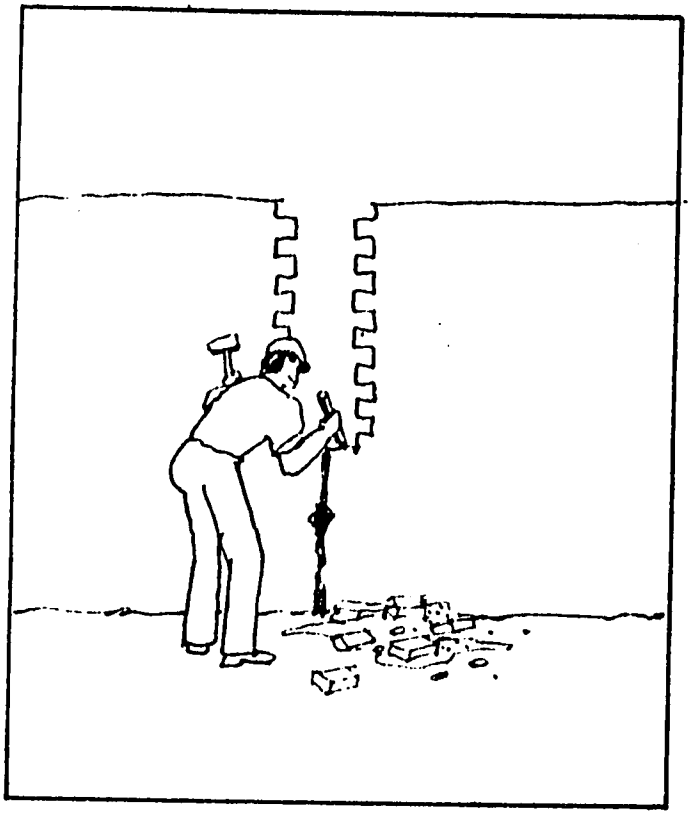
COMO REPARAR GRIETAS VERTICALES EN EL MEDIO DE UNA PARED DE LADRILLO



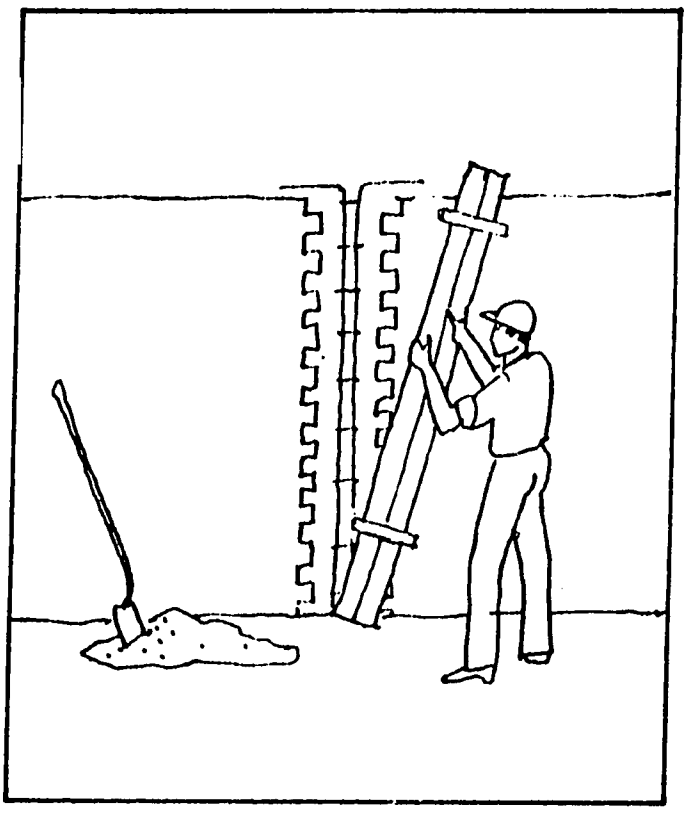
Identifique la grieta



Marque el área para ser reparada



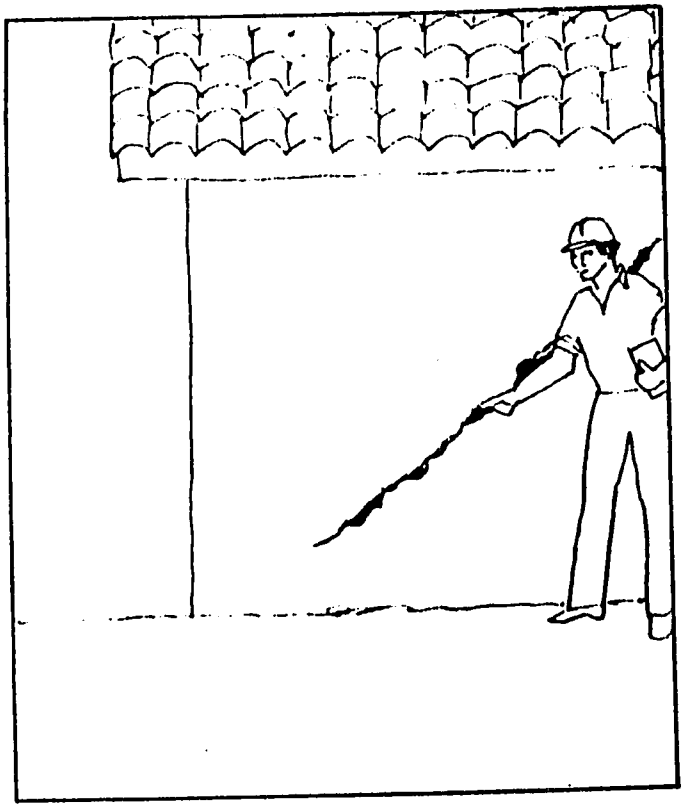
Haga demolición y endentado en la mampostería



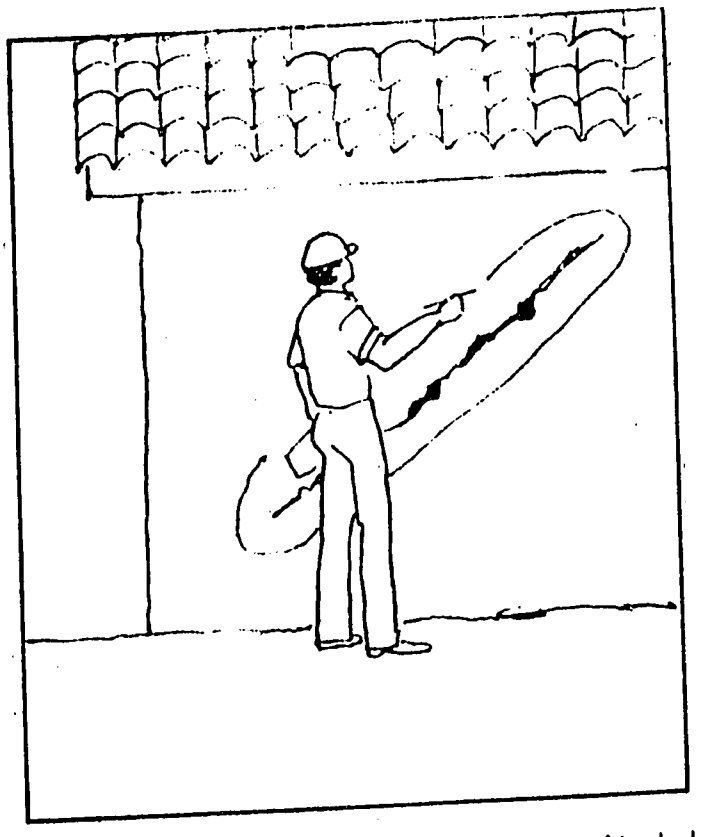
Coloque castillo (armazón), arme formaleta y funda columneta.

79

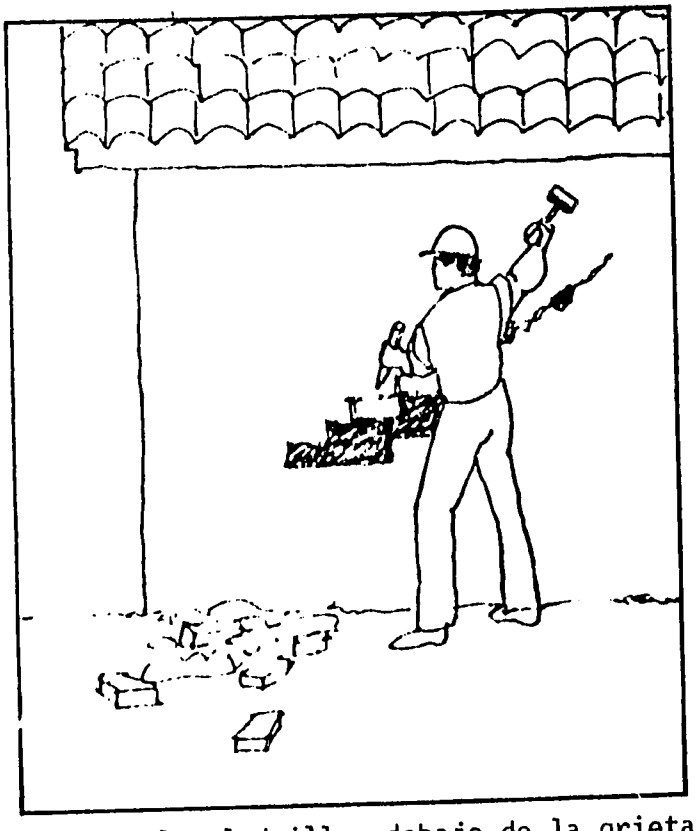
COMO REPARAR UNA GRIETA DIAGONAL



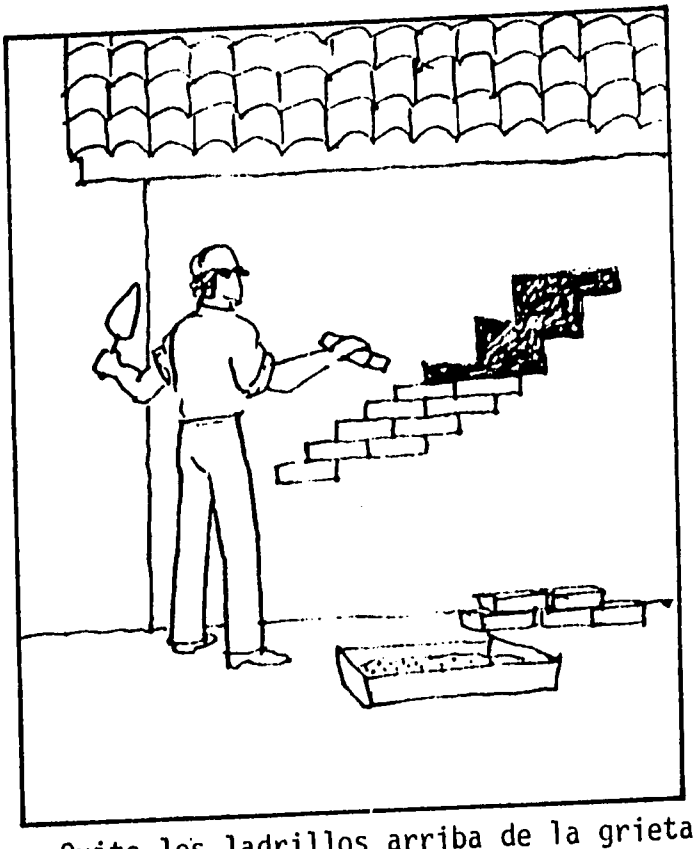
Identifique la grieta



Marque el área aumentando la longitud de un ladrillo en ambos lados de la grieta

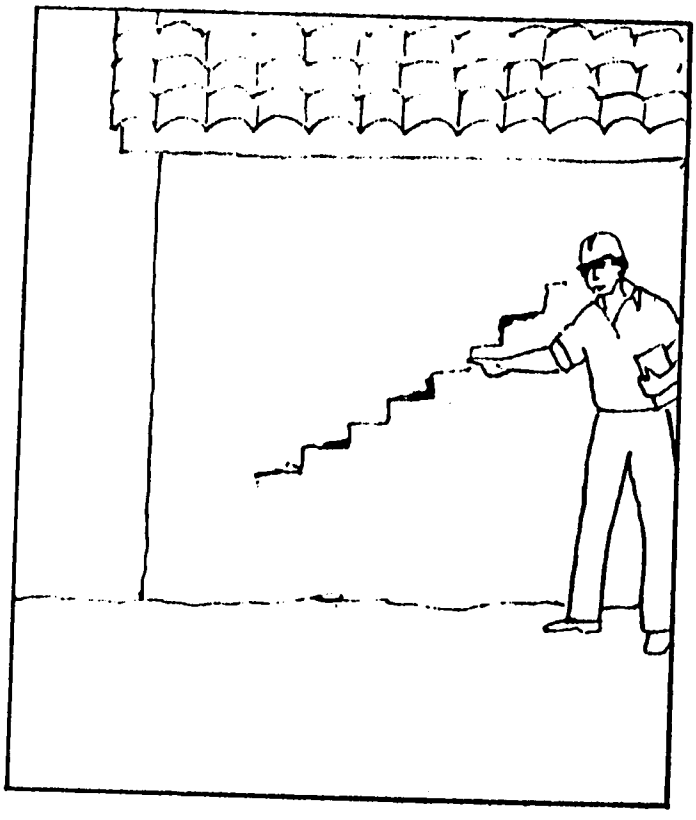


Quite los ladrillos debajo de la grieta y reconstruya el área

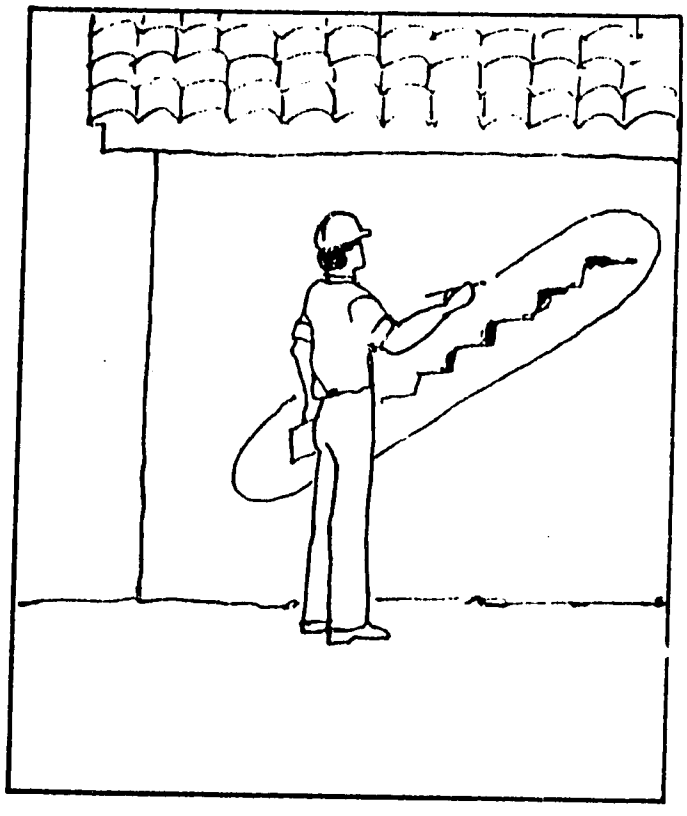


Quite los ladrillos arriba de la grieta y reconstruya el área

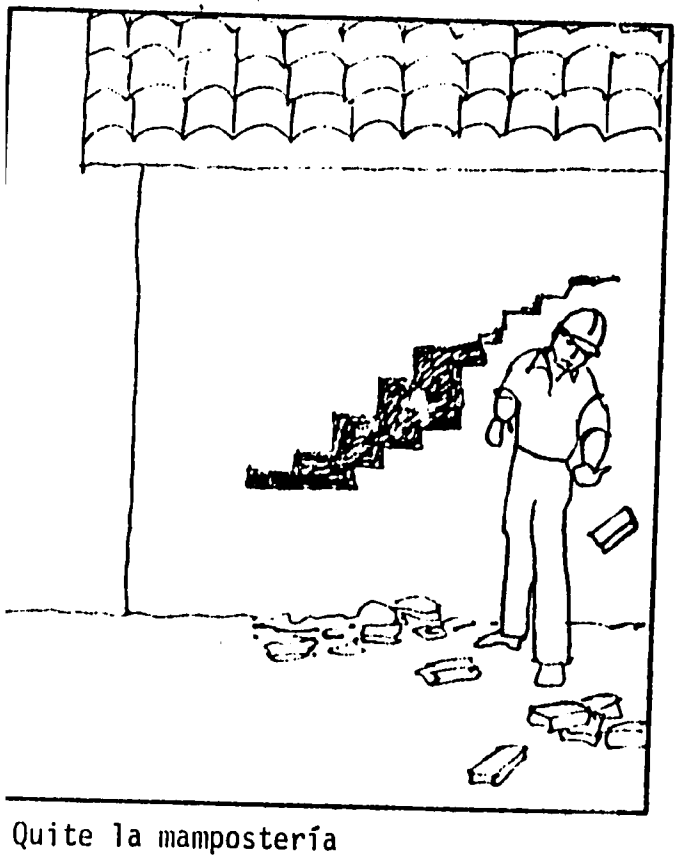
COMO REPARAR UNA GRIETA ESCALONADA



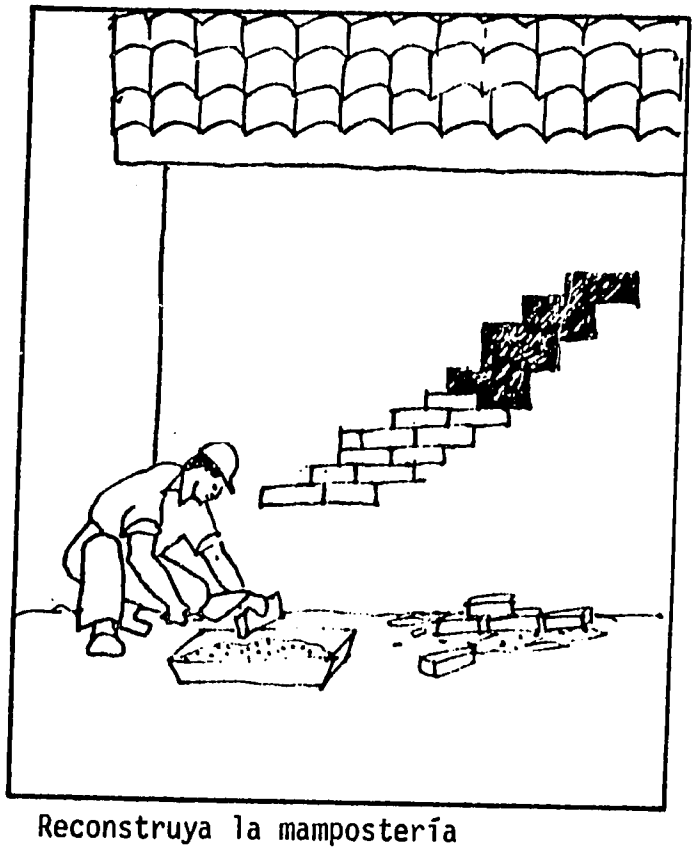
Identifique la grieta



Marque el área aumentando la longitud de un ladrillo en ambos lados de la grieta



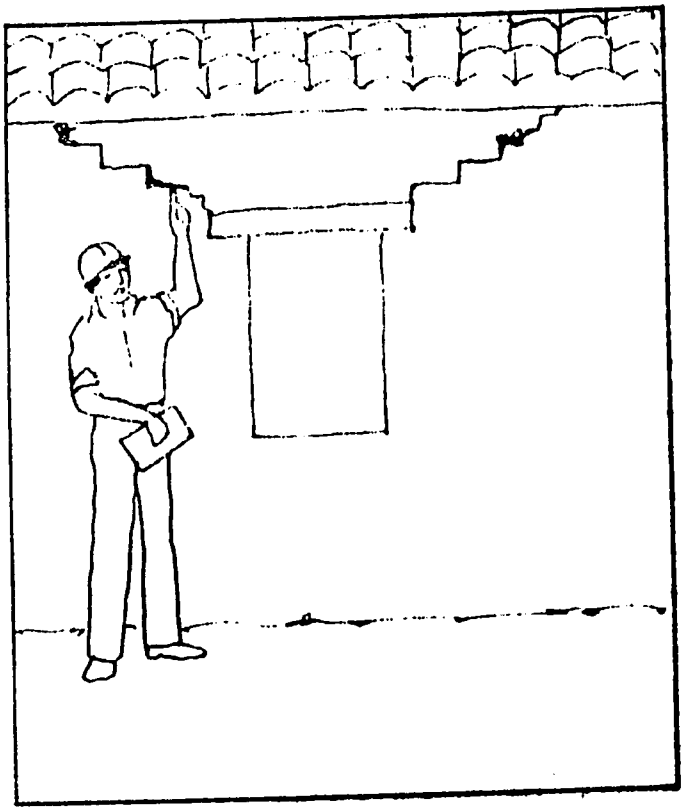
Quite la mampostería



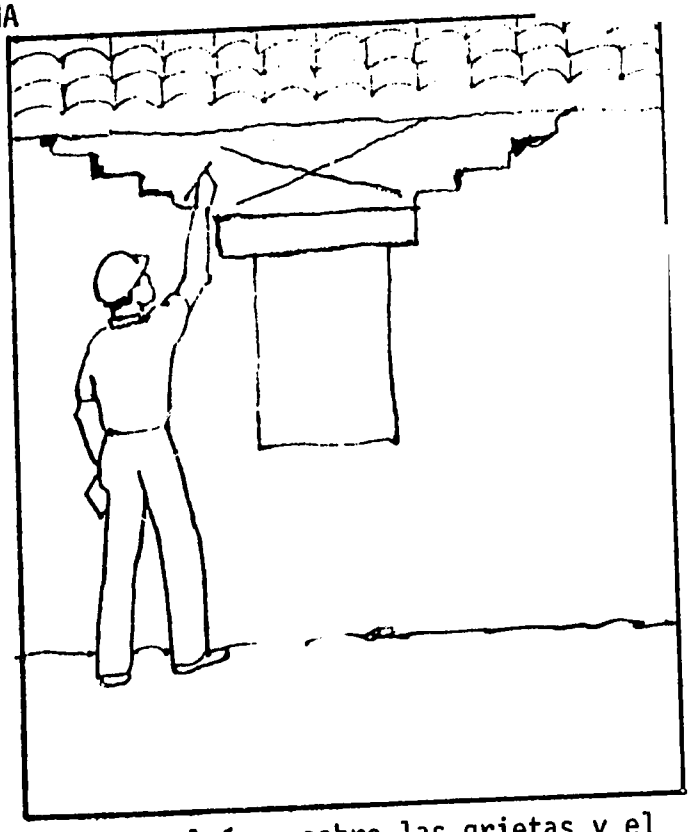
Reconstruya la mampostería

81

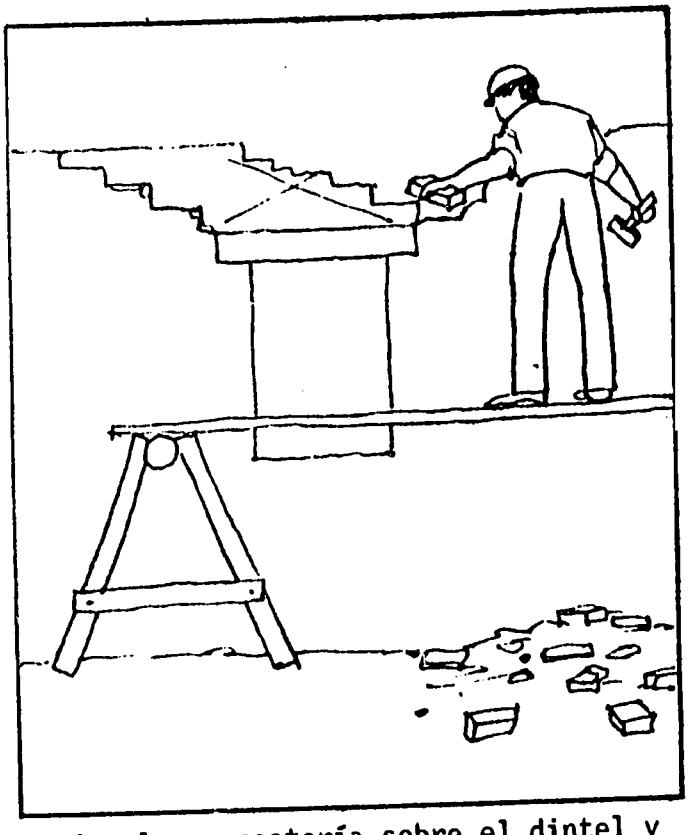
COMO REPARAR UNA GRIETA ESCALONADA SOBRE UNA PUERTA O VENTANA



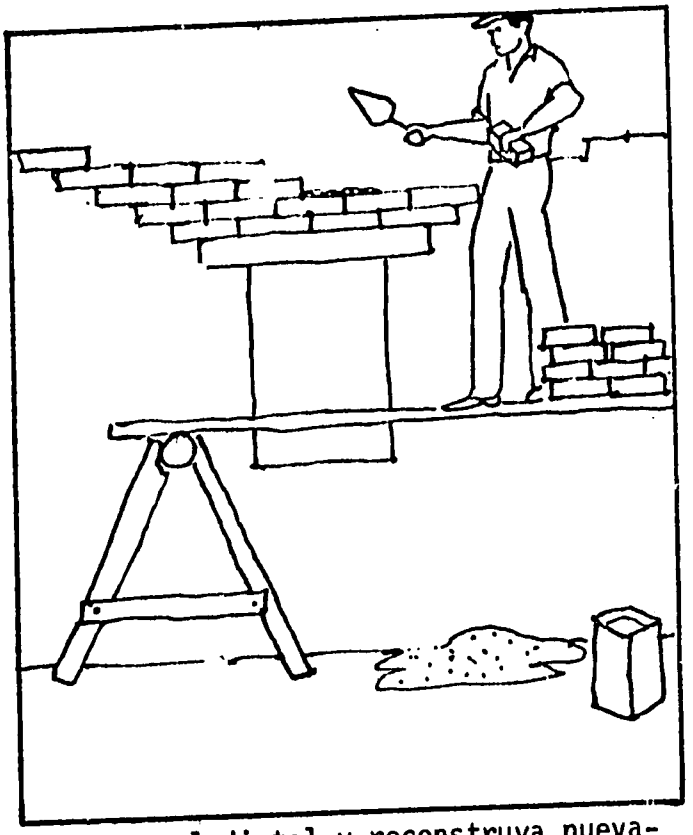
Identifique la grieta



Marque el área sobre las grietas y el dintel

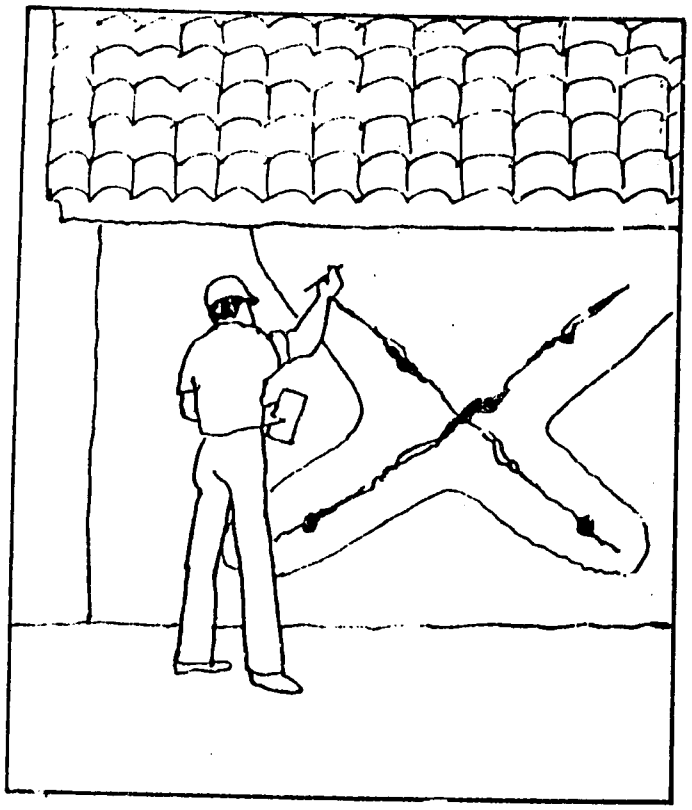


Quite la mampostería sobre el dintel y la grieta

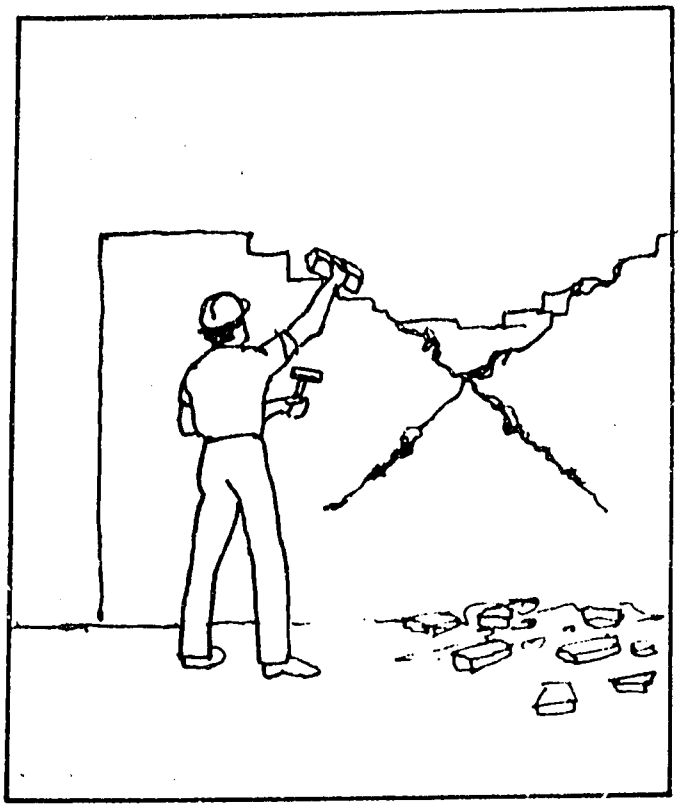


Coloque el dintel y reconstruya nuevamente

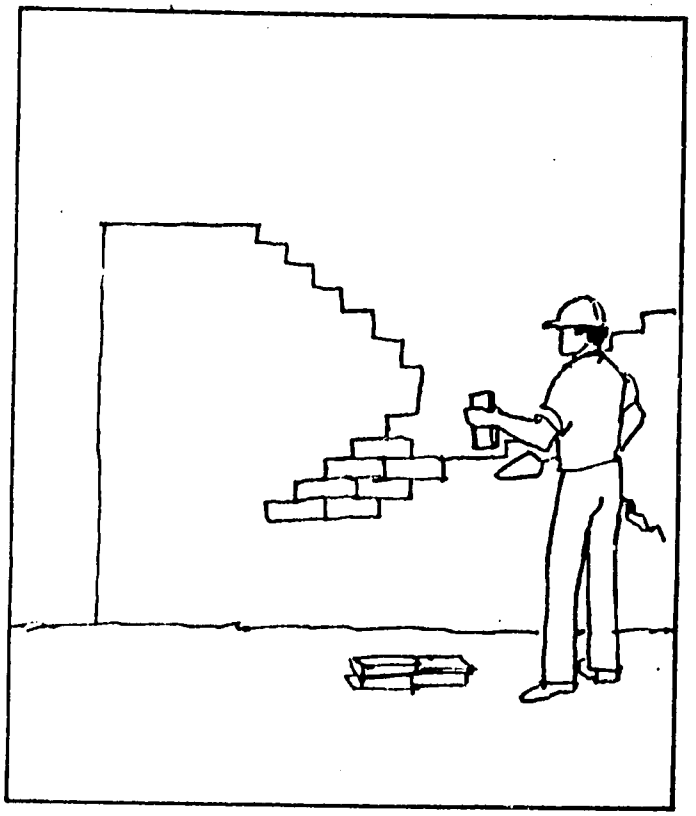
COMO REPARAR UNA FRACTURA EN "X"



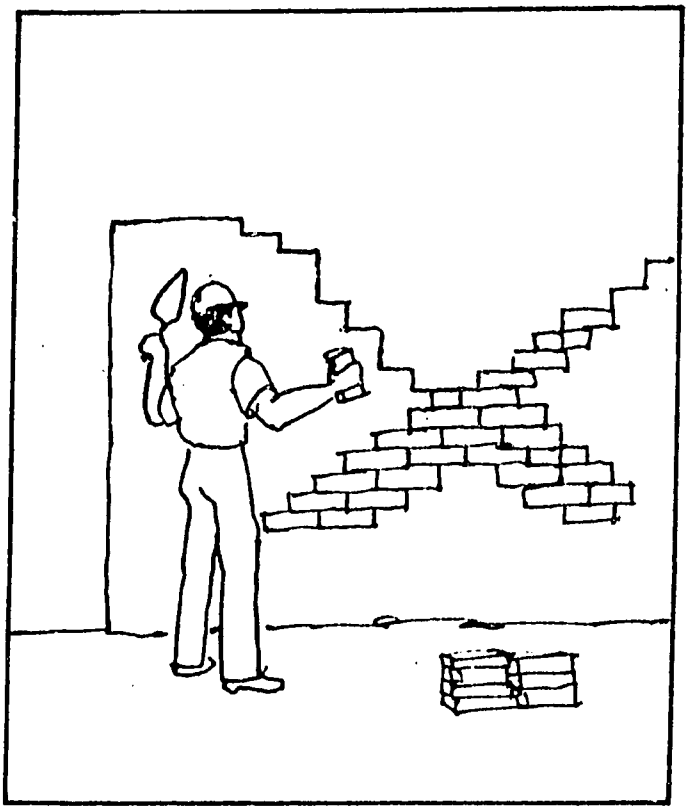
Marque un área aumentando la longitud de un ladrillo en ambos lados de la grieta



Quite todos los ladrillos de la parte arriba de la "X"



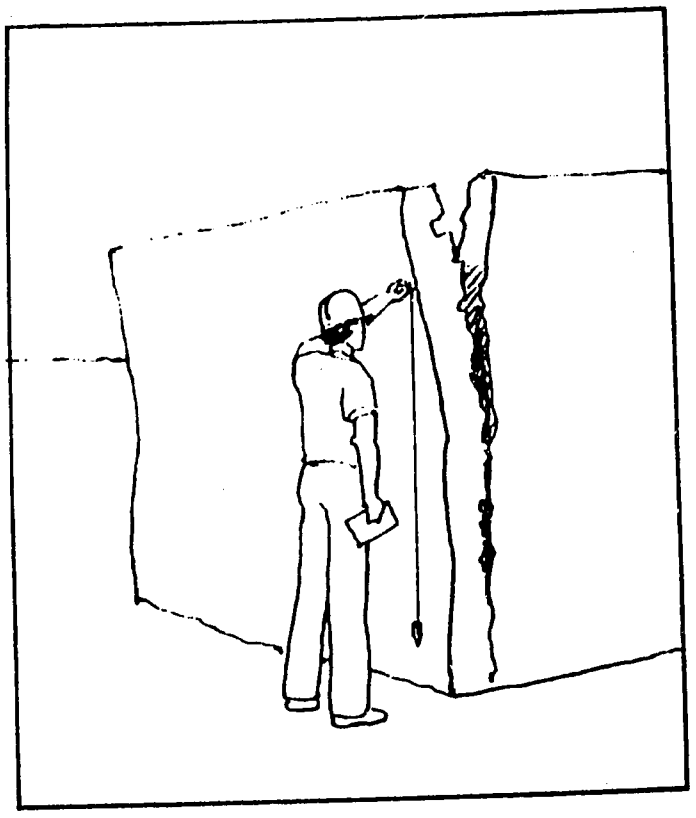
Quite los ladrillos en la parte debajo de la "X" y reconstruya la parte inferior siguiendo la diagonal



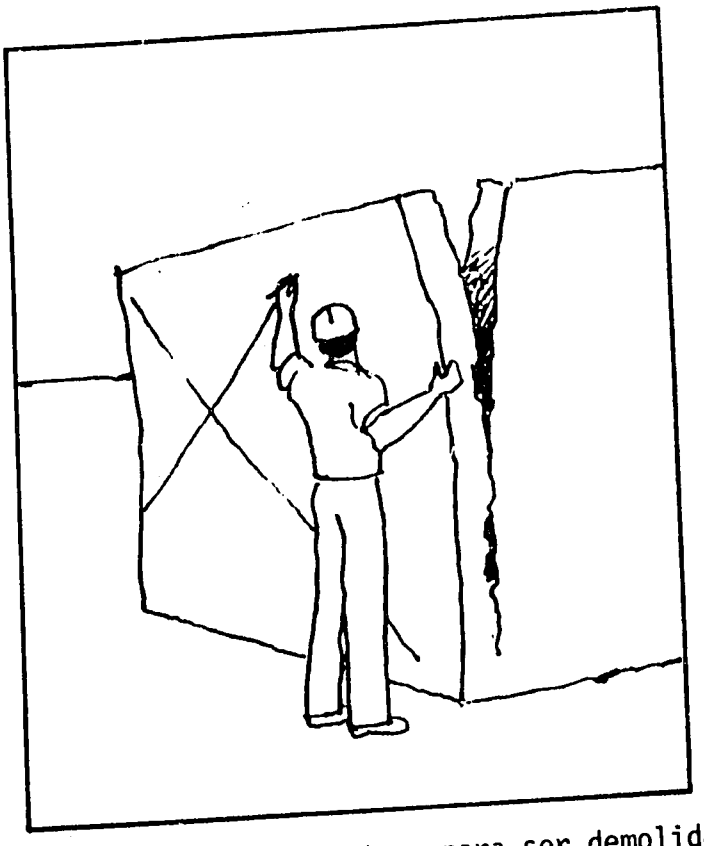
Reconstruya la parte arriba de la pared

83

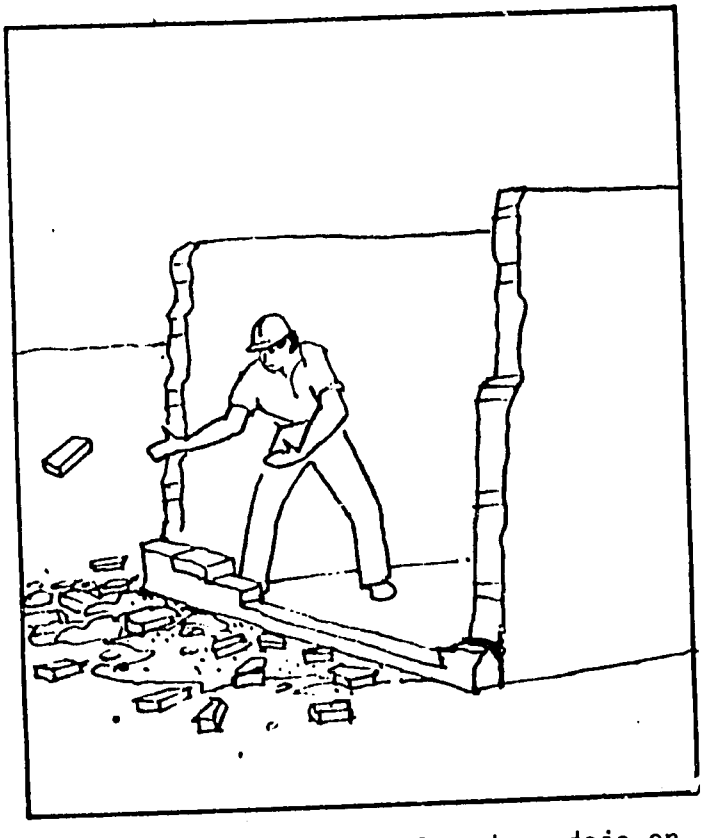
COMO REPARAR UNA PARED DESPLOMADA



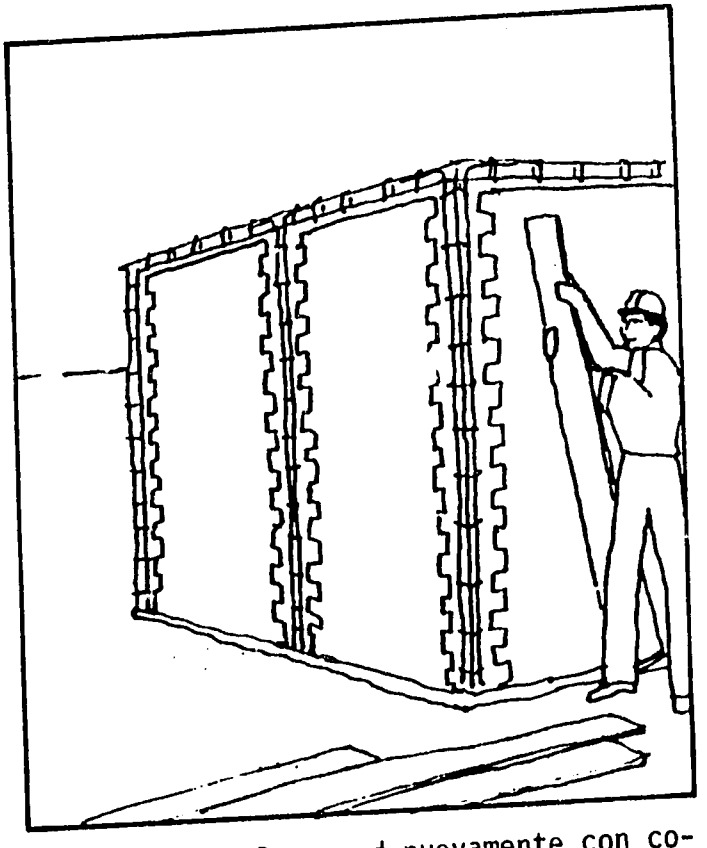
Verifique si está la pared desplomada



Marque la pared entera para ser demolida

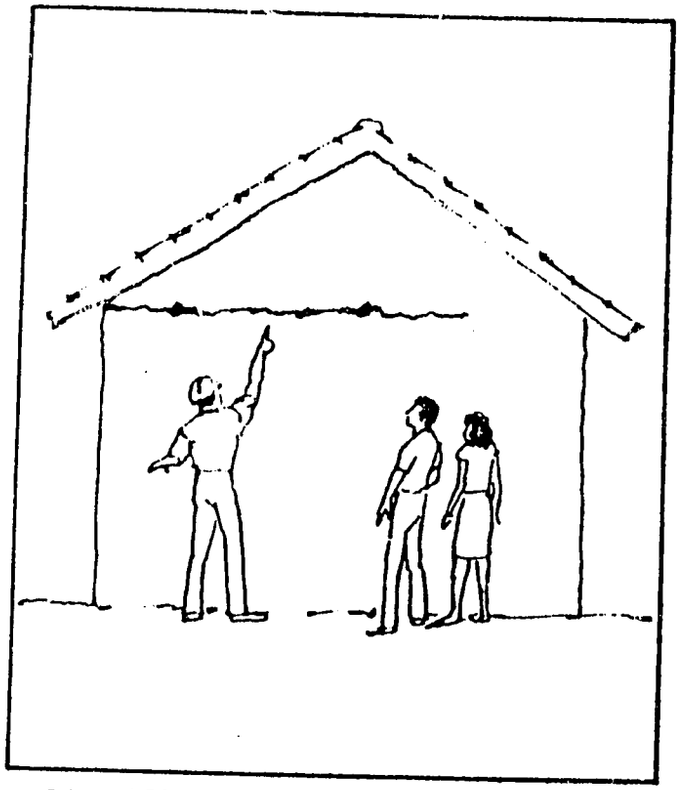


Demuela la pared desplomada y deje endentado los muros transversales

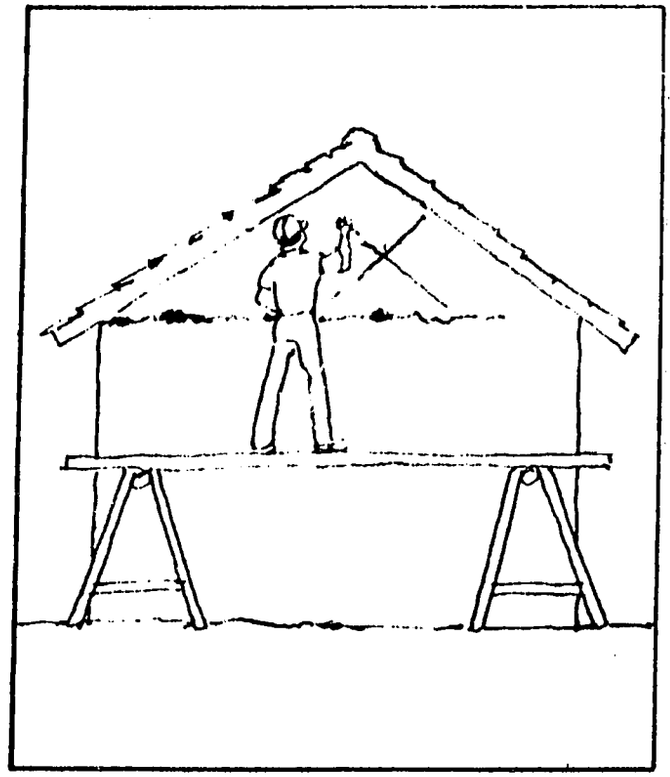


Reconstruya la pared nuevamente con columnetas

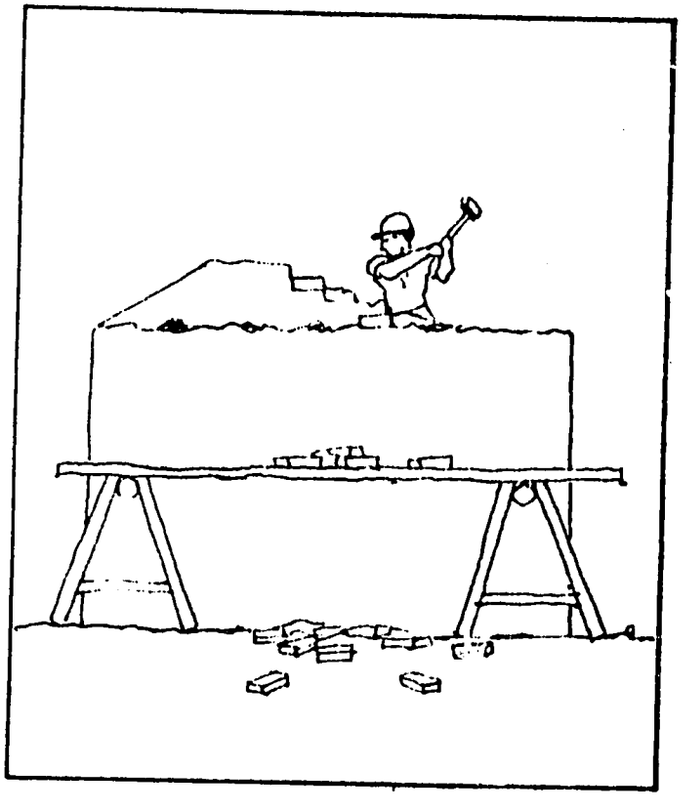
COMO REPARAR CULATAS DE LADRILLO



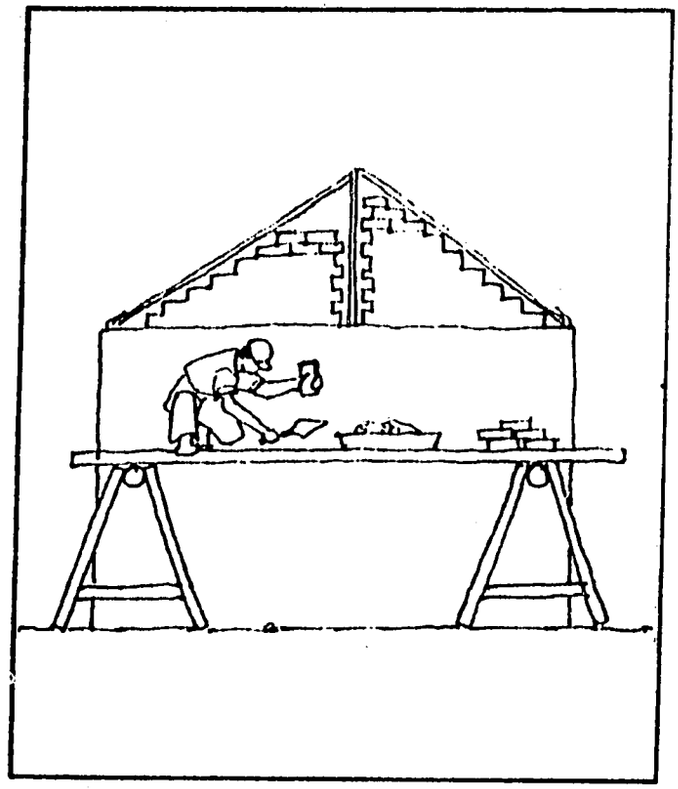
Identifique la grieta



Marque la culata entera

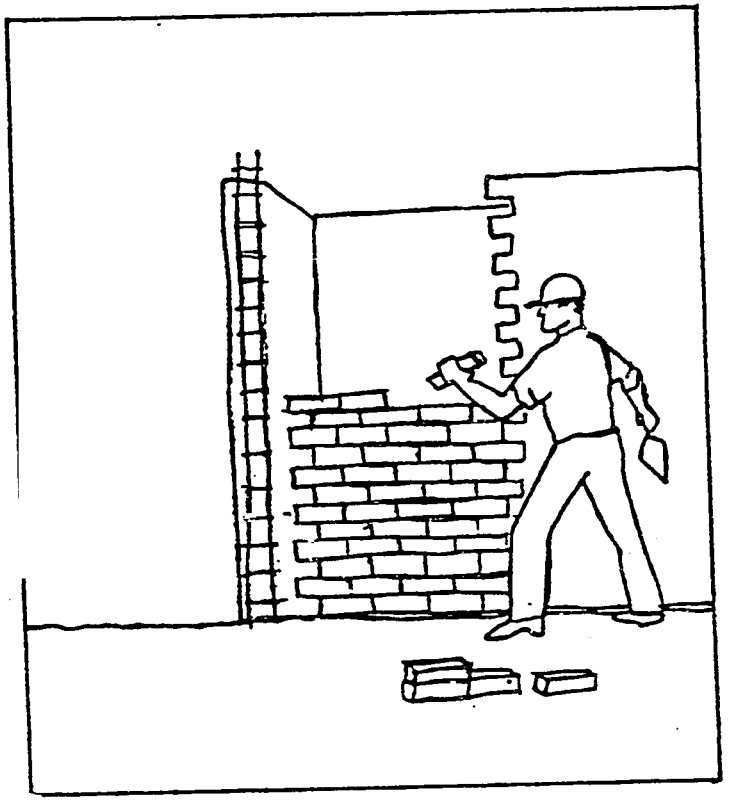


Quite la culata



Reconstruya la culata con una columneta en el medio y una viga de hormigón en la corona.

COMO REPARAR UNA CASA DE LADRILLO

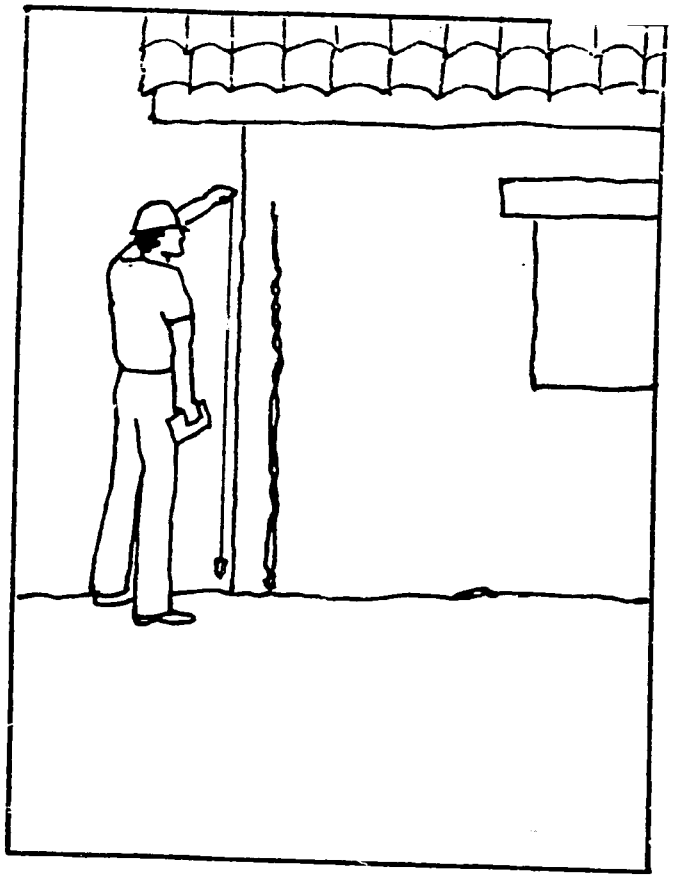


SENA

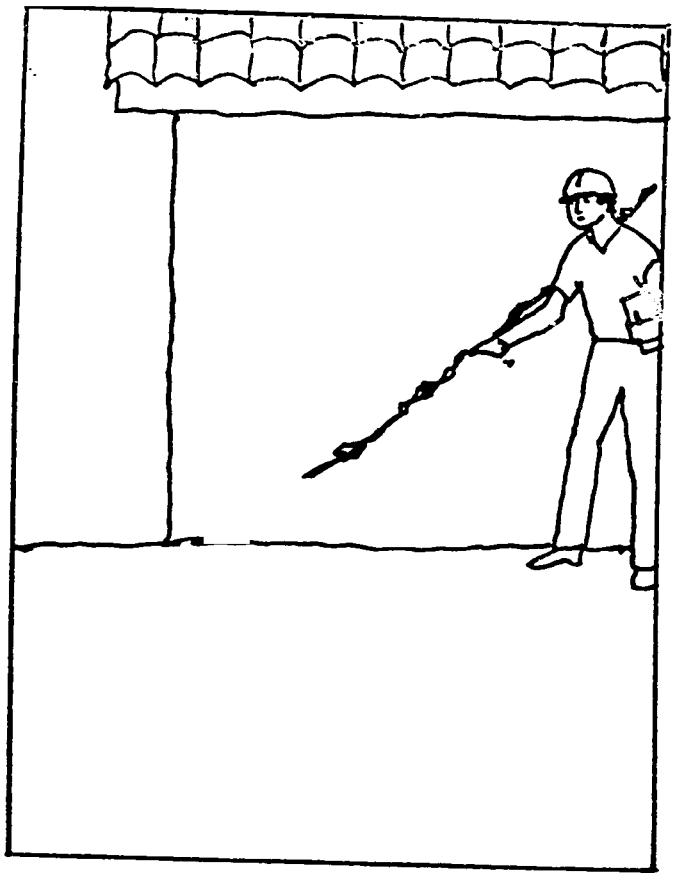
Programa de Reconstrucción

REGLAS PARA REPARAR UNA CASA

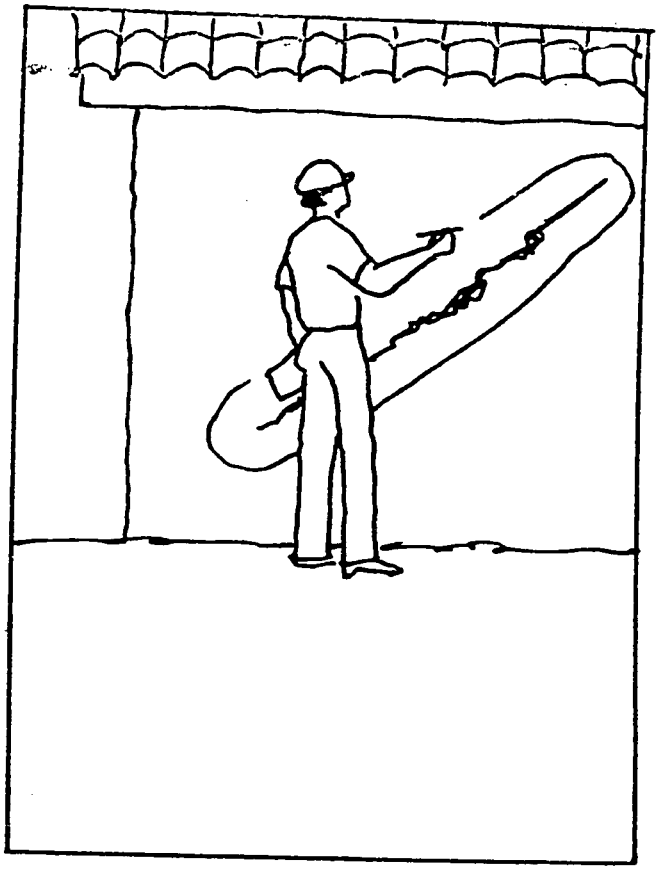
1. DESARME DE ARRIBA HACIA ABAJO.
2. REPARE DE ABAJO HACIA ARRIBA
3. SIEMPRE QUITE EL TECHO SI NO HAY VIGA DE AMARRE
4. SIEMPRE AÑADA UNA VIGA DE AMARRE EN LA PARTE SUPERIOR
5. SI LA PARED ESTA DAÑADA MAS DE UN 25%, RECONSTRUYA LA PARED ENTERA.
6. GUARDE LOS MATERIALES QUE PUEDAN SER REUTILIZADOS



INSPECCIONE LA CASA

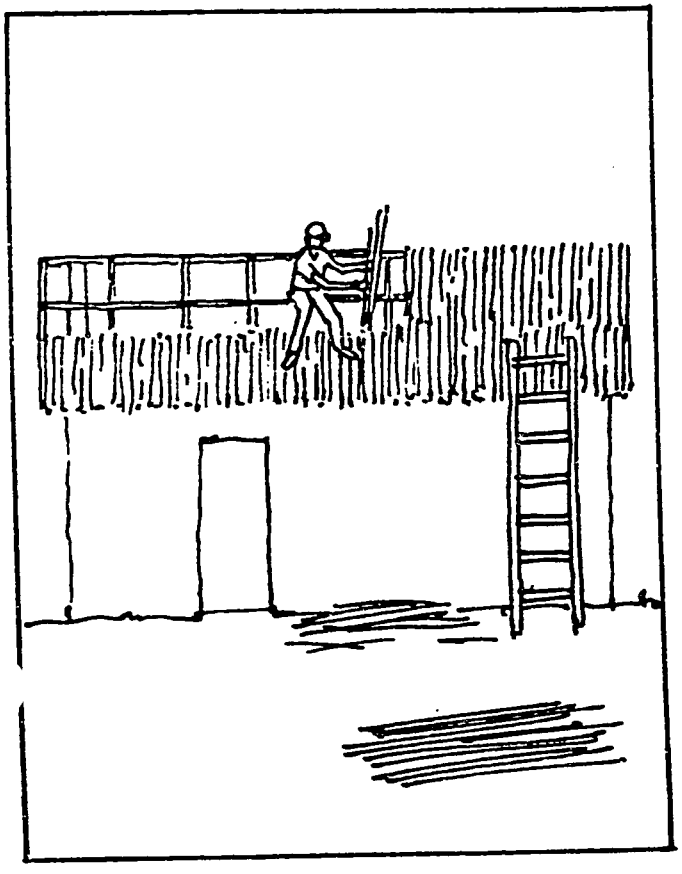


IDENTIFIQUE LA FALLA

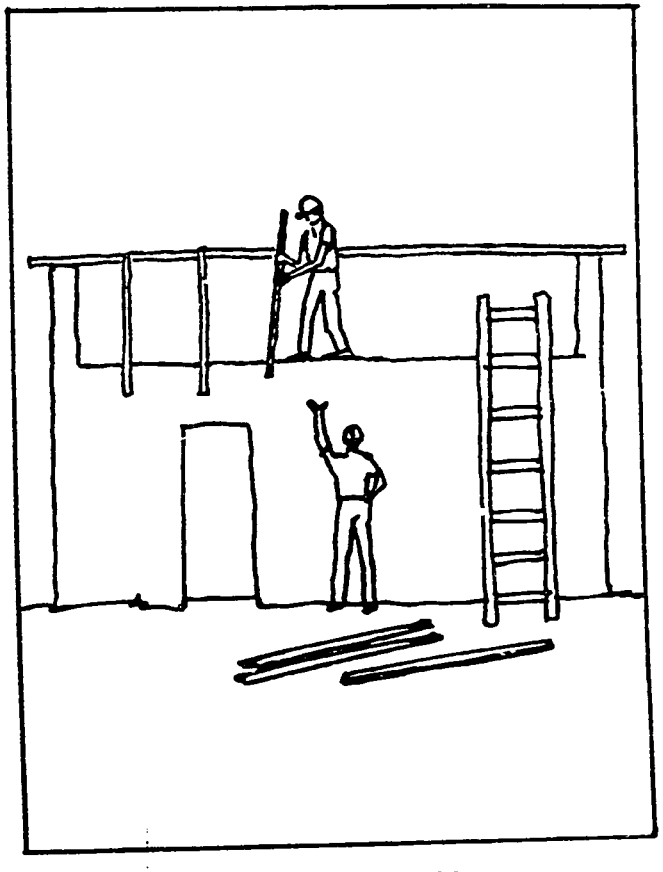


MARQUE EL AREA A SER RECONSTRUIDA

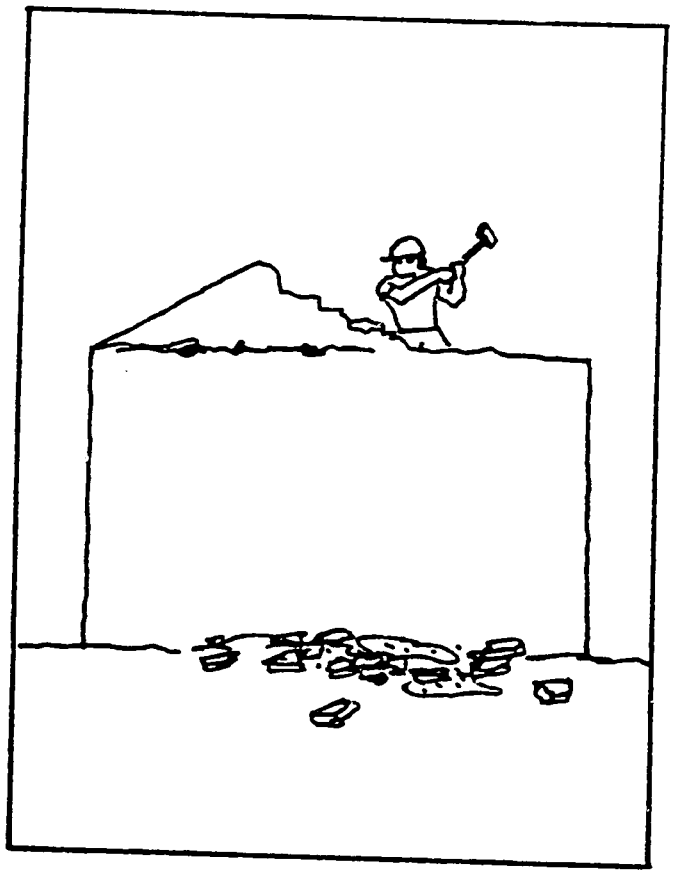
BAJE LAS TEJAS



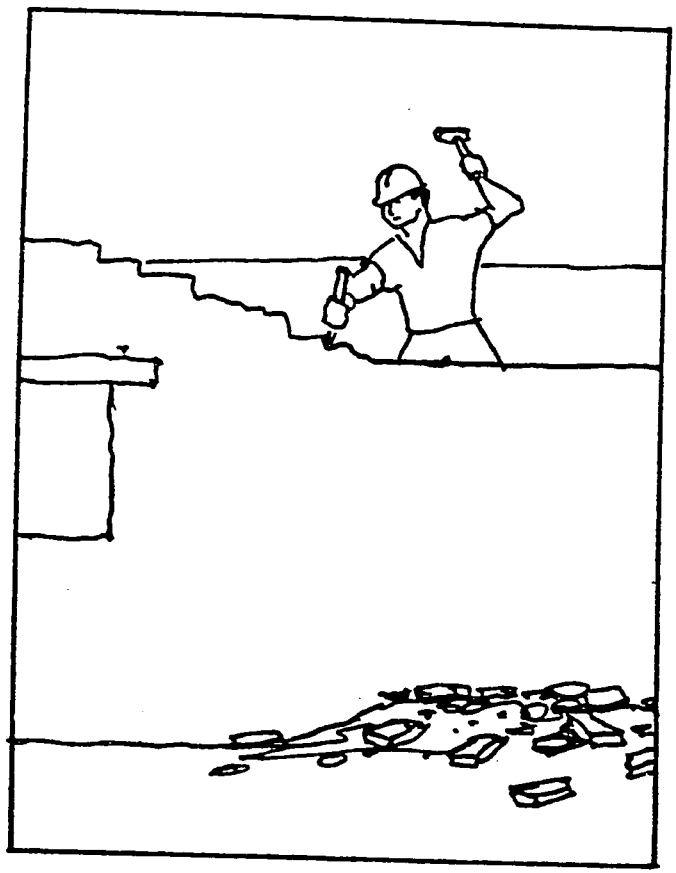
QUITE LAS CAÑAS



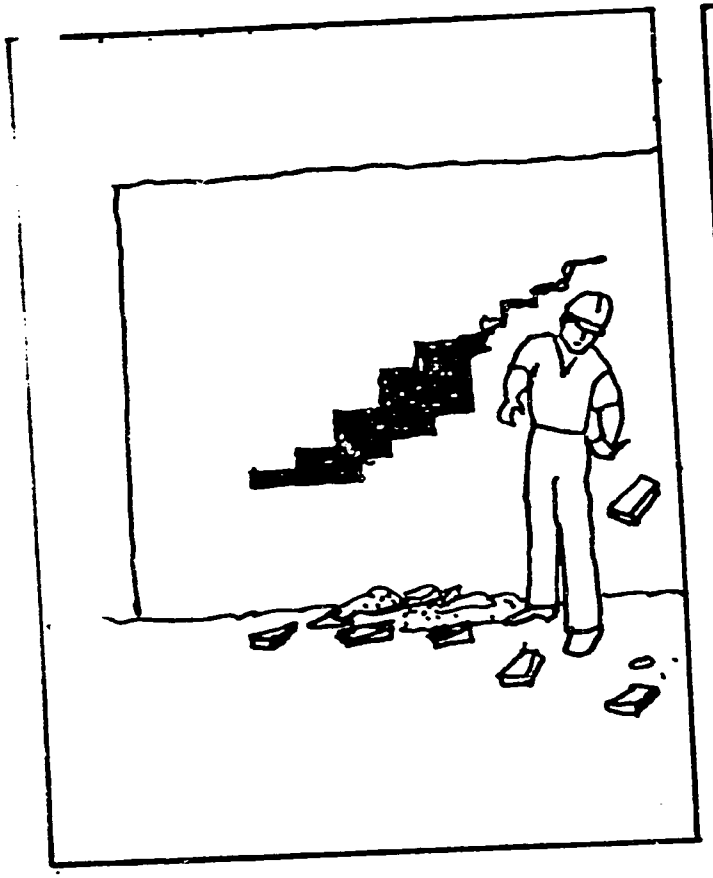
QUITE LAS MADERAS



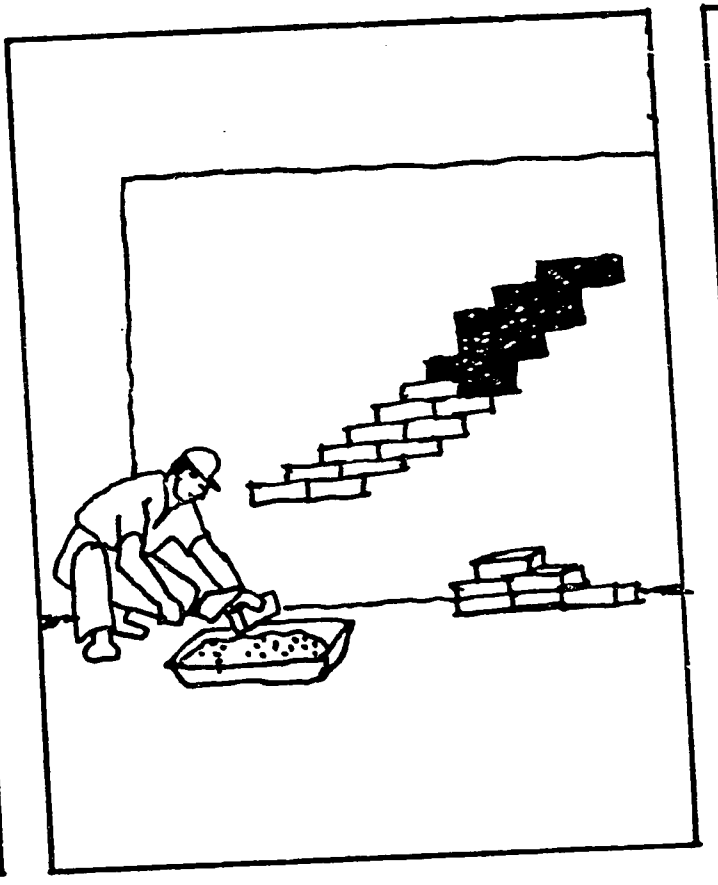
TUMBE LA CULATA



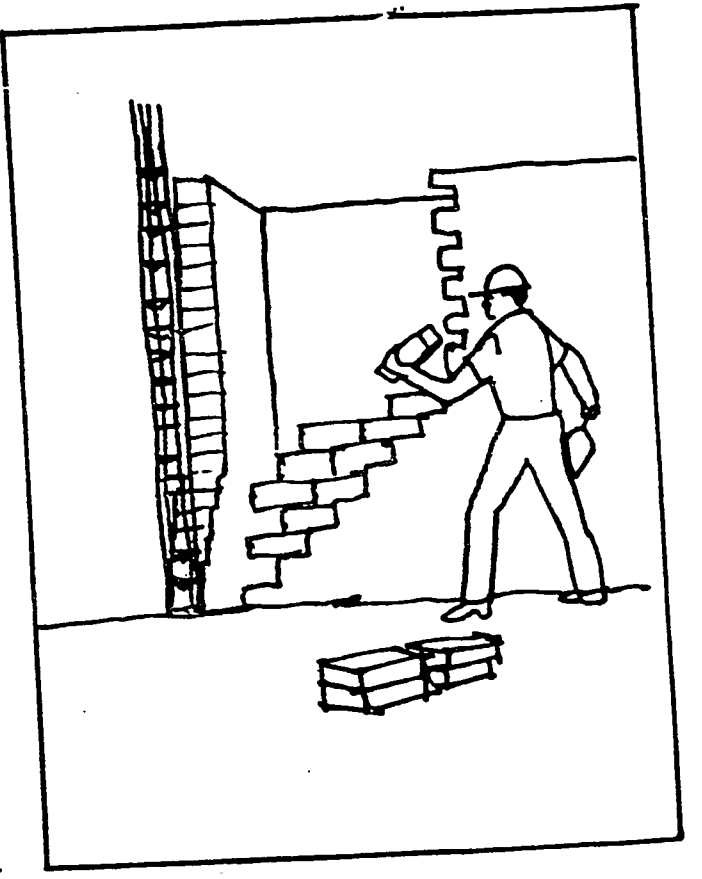
REDUZCA LA ALTURA DE LOS MUROS

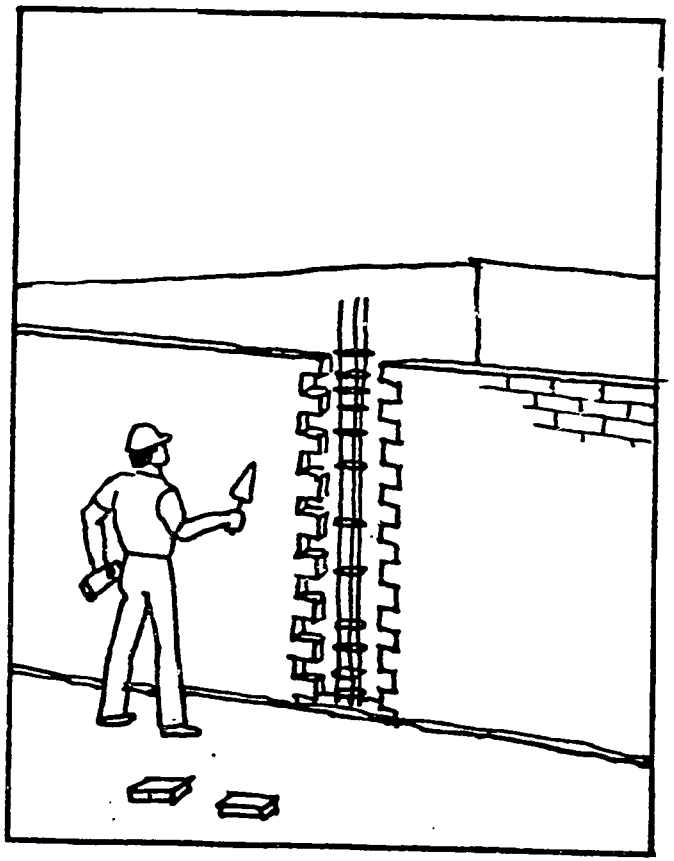


Retire los ladrillos del área marcada

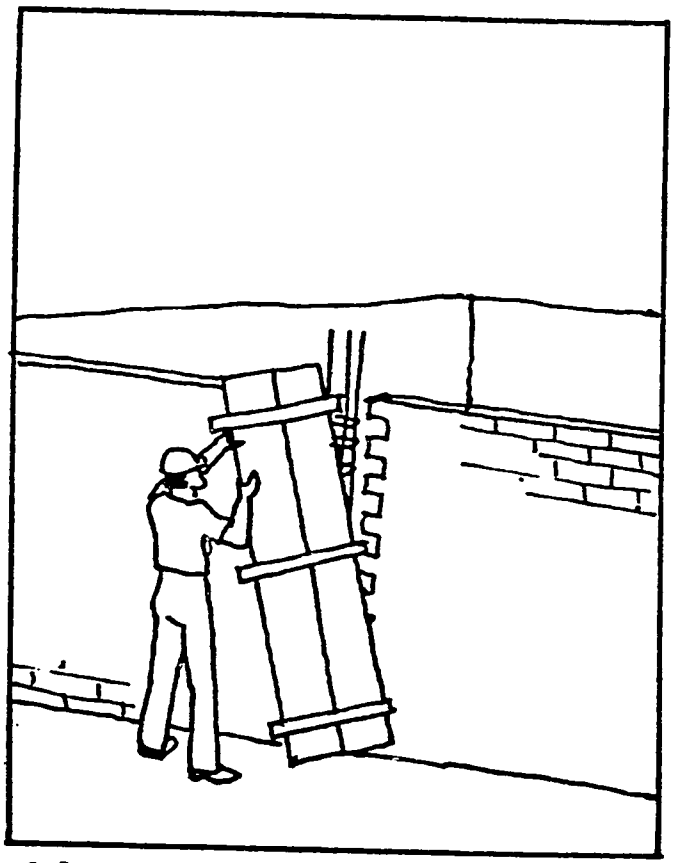


Reconstruya la pared

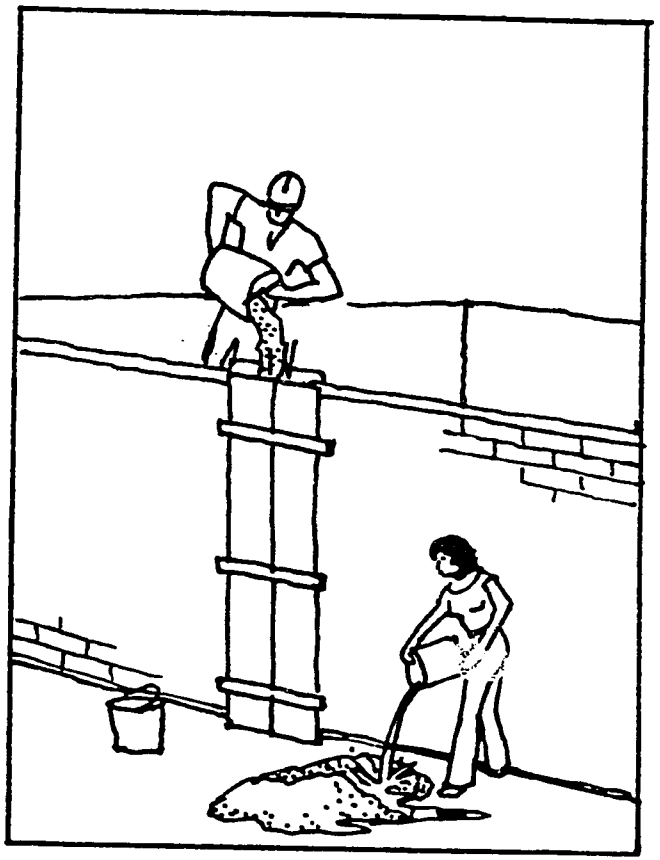




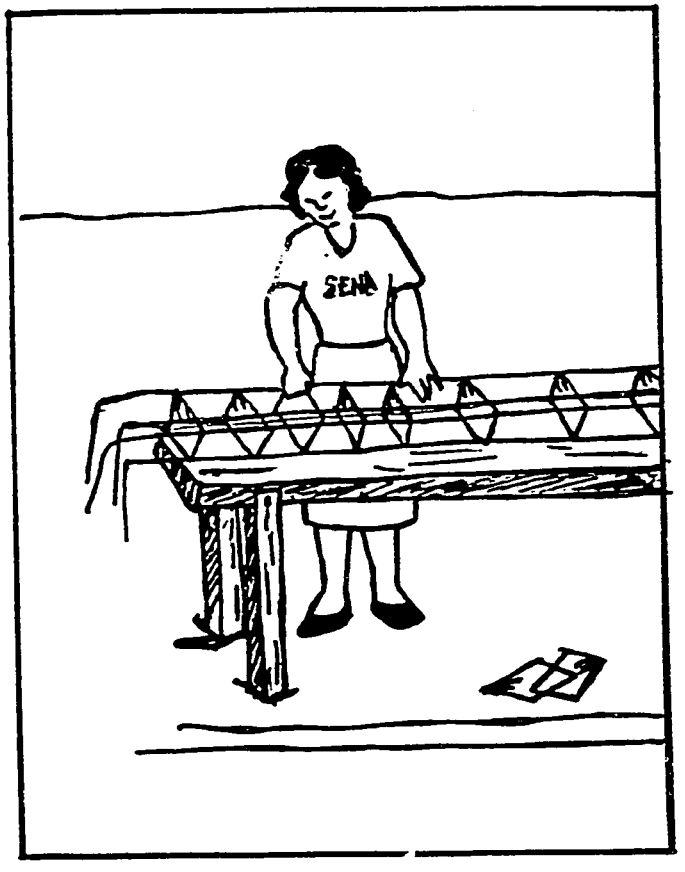
Verifique colocación correcta del castillo



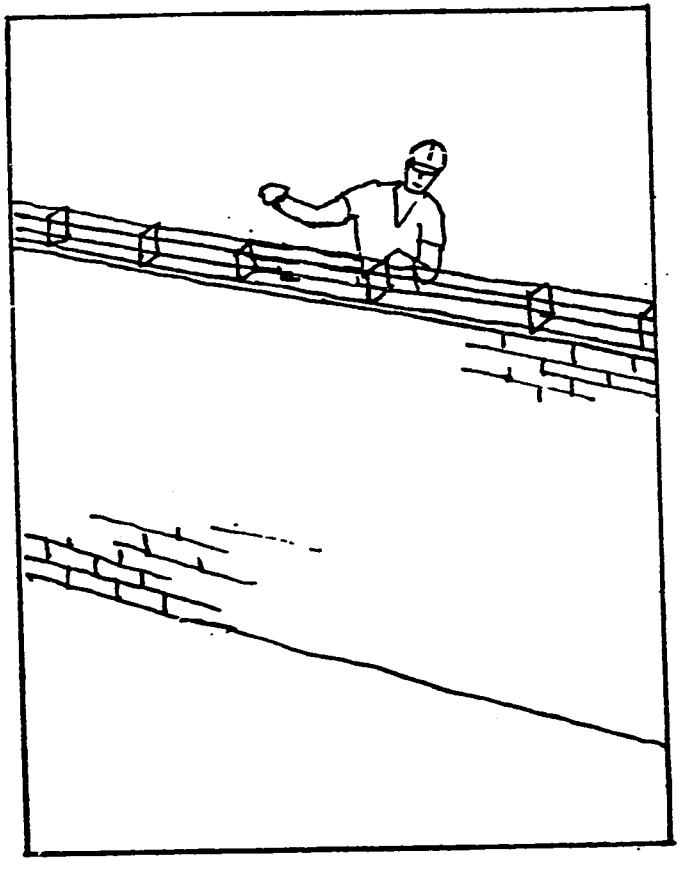
Coloque formaleta (encofre)



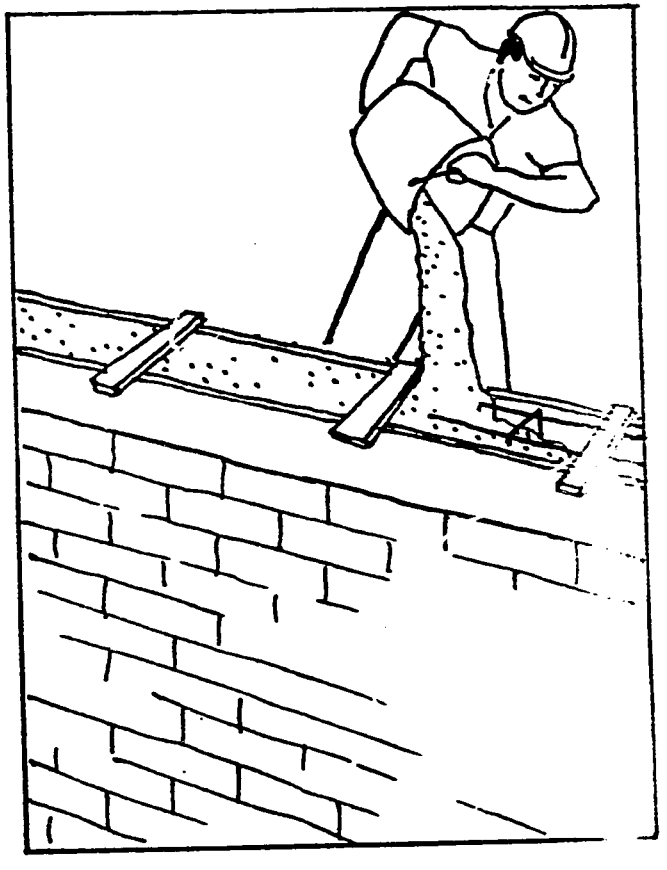
Funda columneta



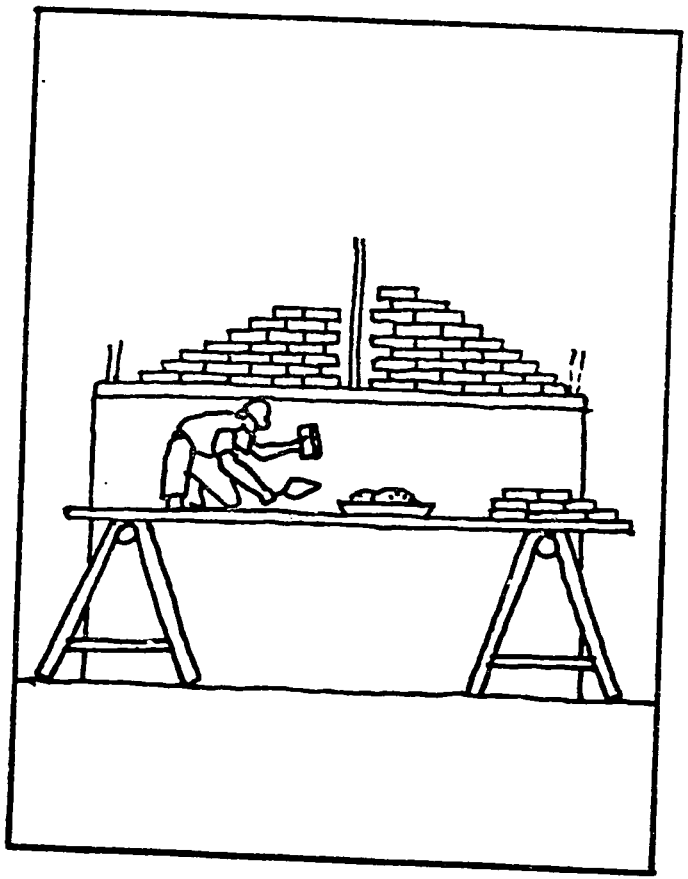
Construya armazón viga



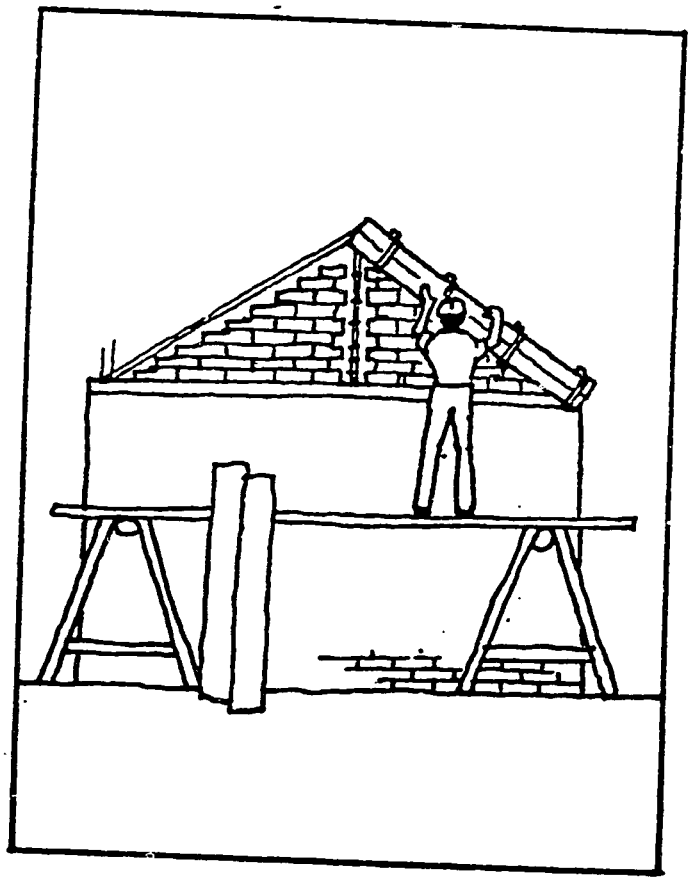
Coloque armazón sobre el muro



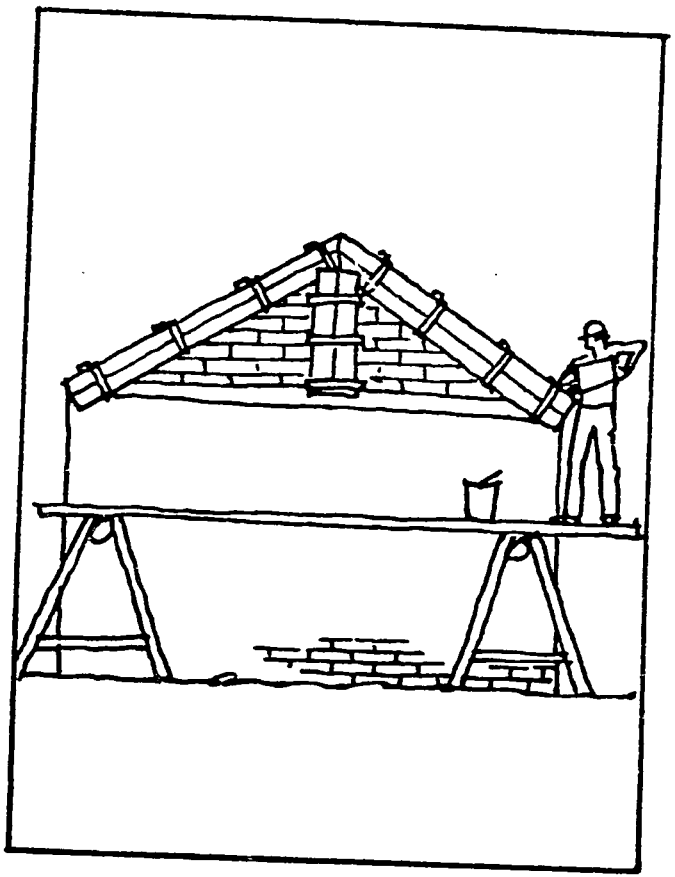
Funda viga superior (perimetral



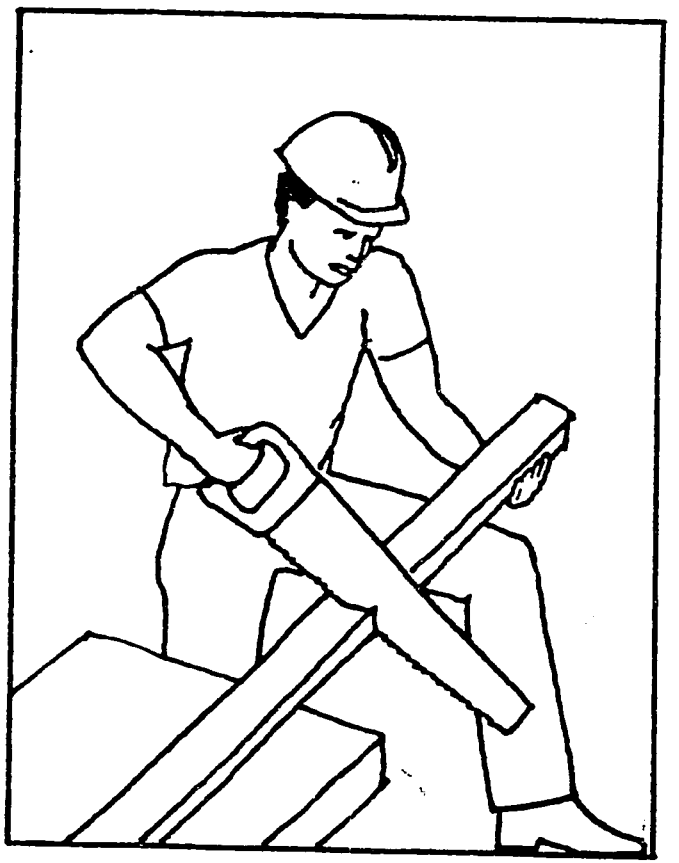
Levante muro para culata



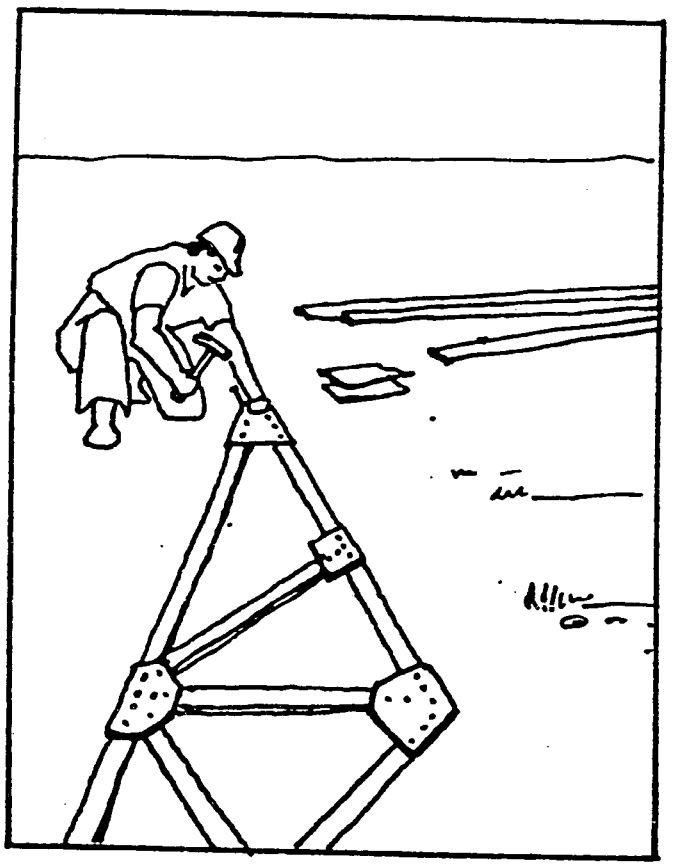
Formaletee (encofre) viga de corona y columneta



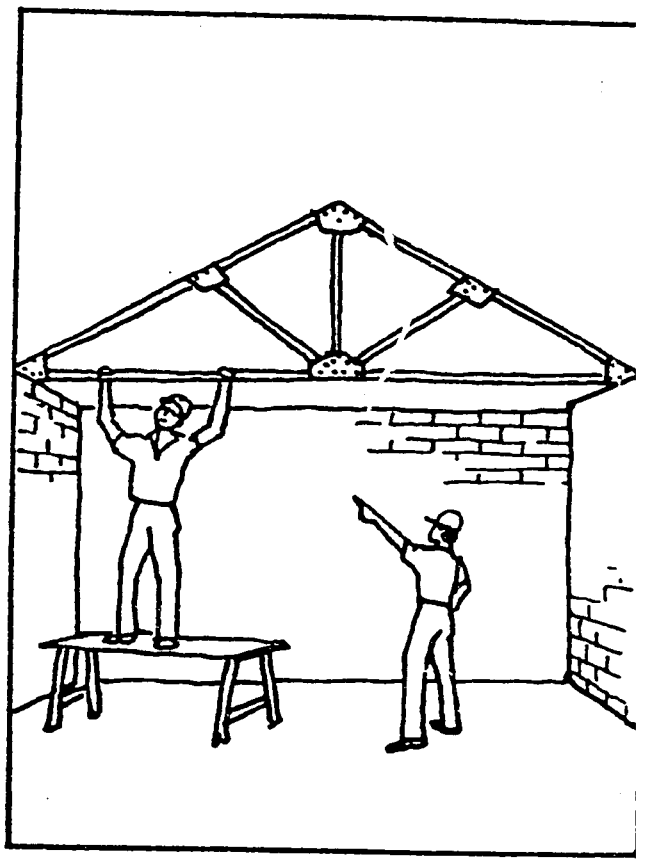
Coloque ganchos (pelos) y funda



Prepara madera

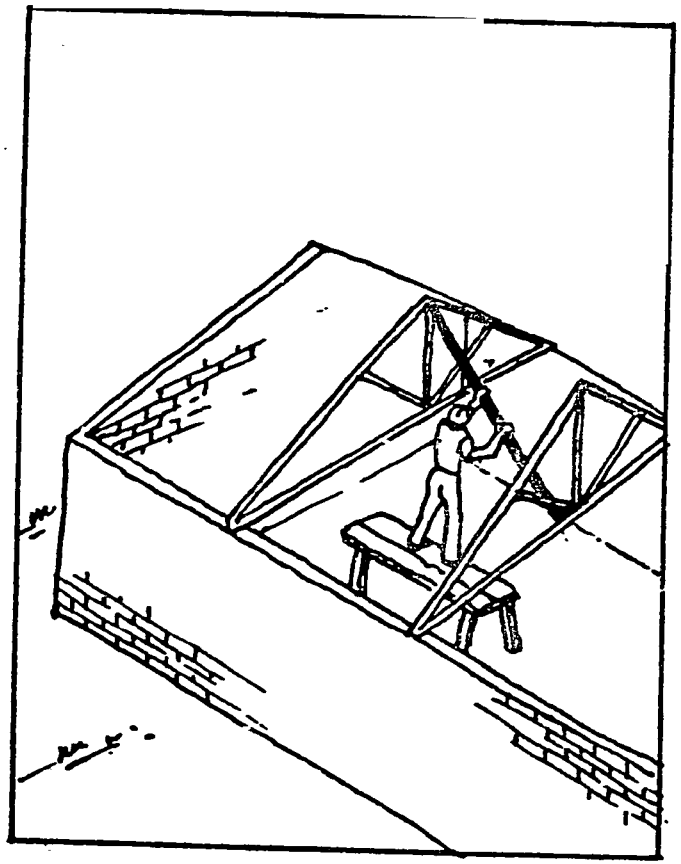


Arme Cercha

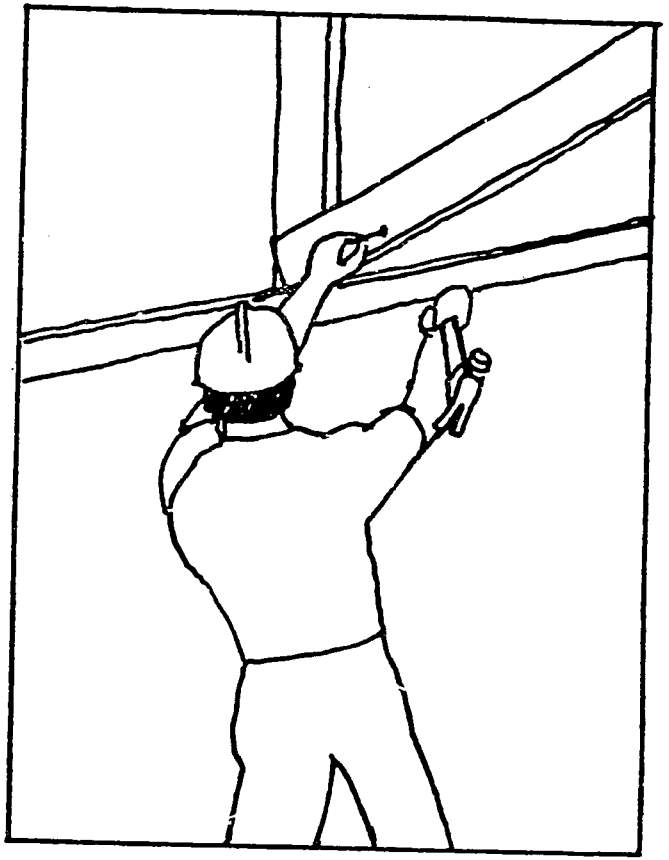


Coloque Cercha

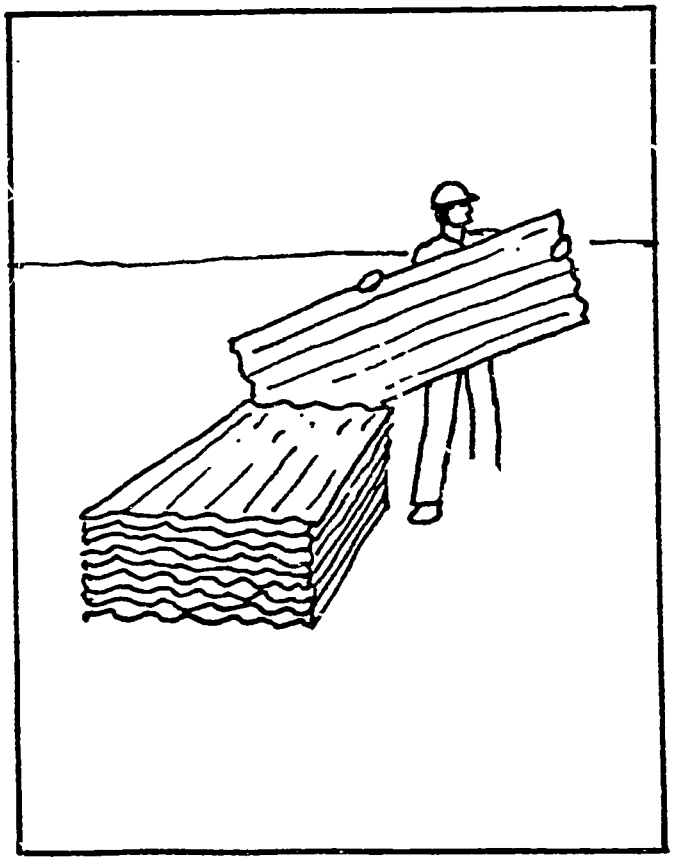
Prepare madera



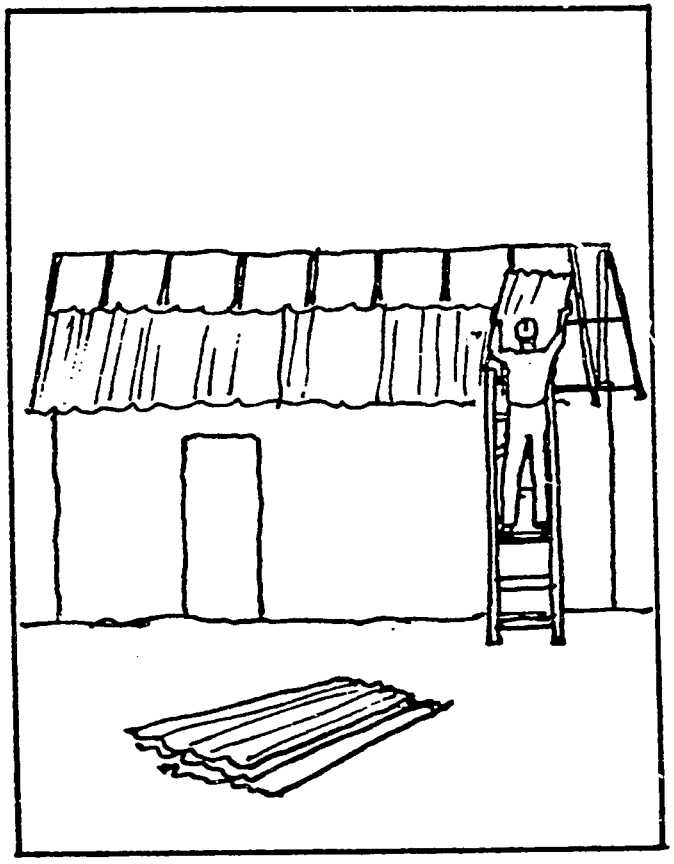
Coloque riostra (diagonal) entre cerchas



Fije riostra



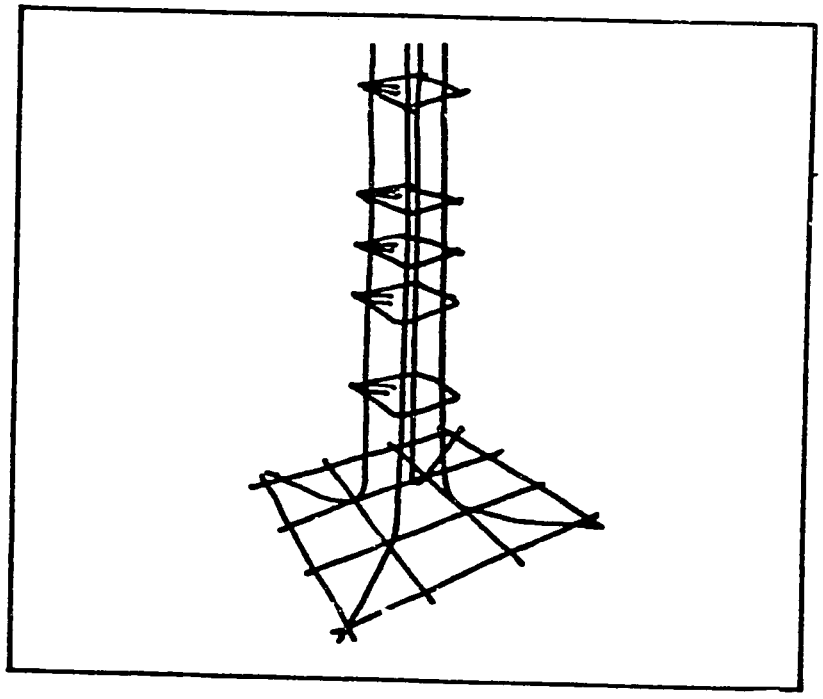
Aliste teja liviana



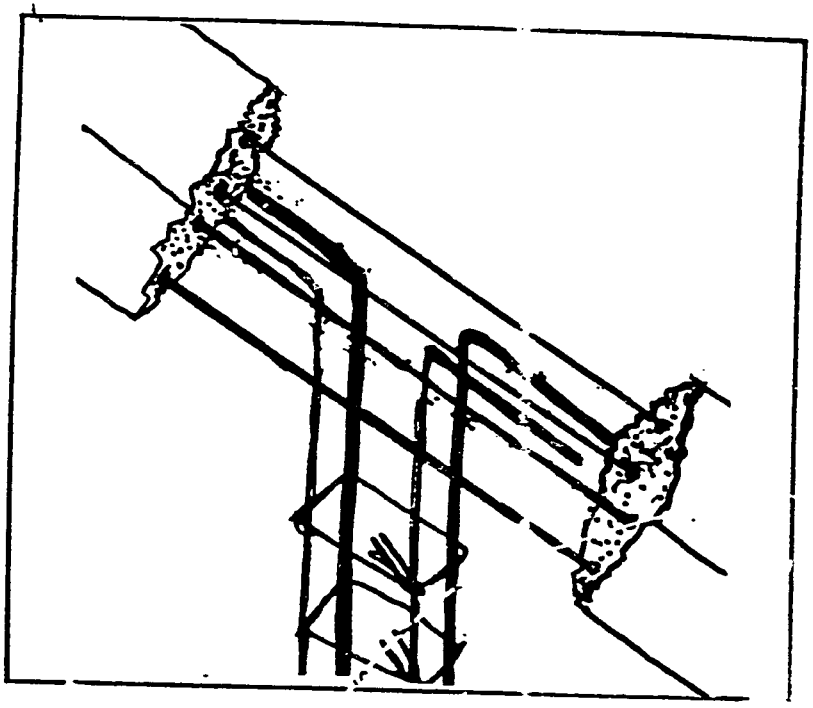
Coloque teja de abaja hacia arriba

Coloque caballetes

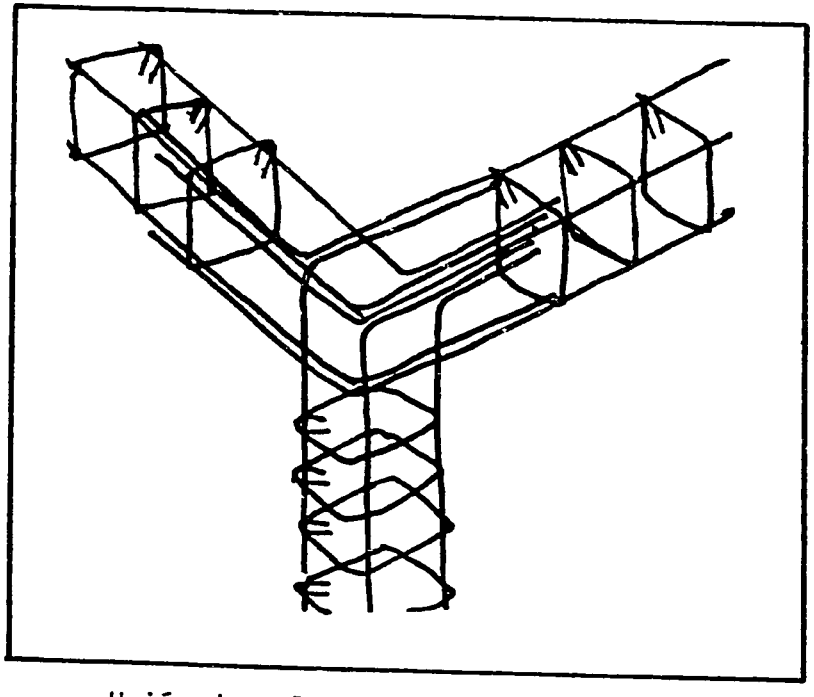
9



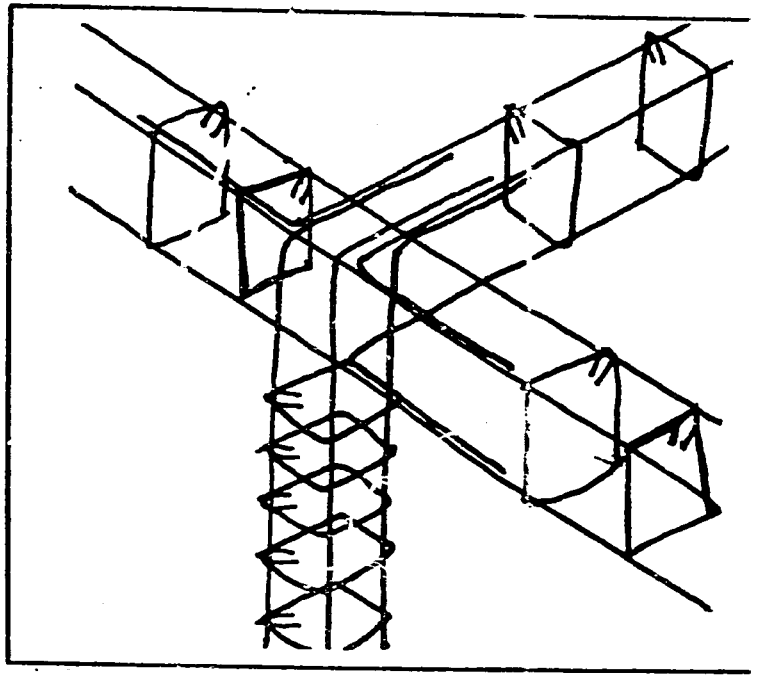
Anclaje de columnetas en zapata



Anclaje de columneta nueva en viga existente

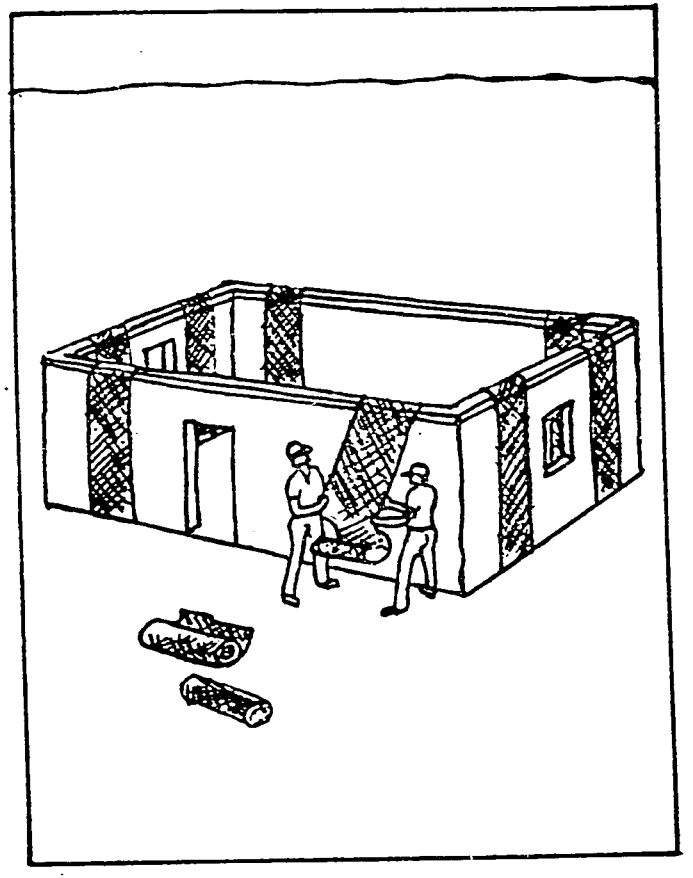


Unión de columneta con vigas de amarre



Unión de columneta con vigas de amarre

COMO REPARAR UNA CASA DE ADOBE



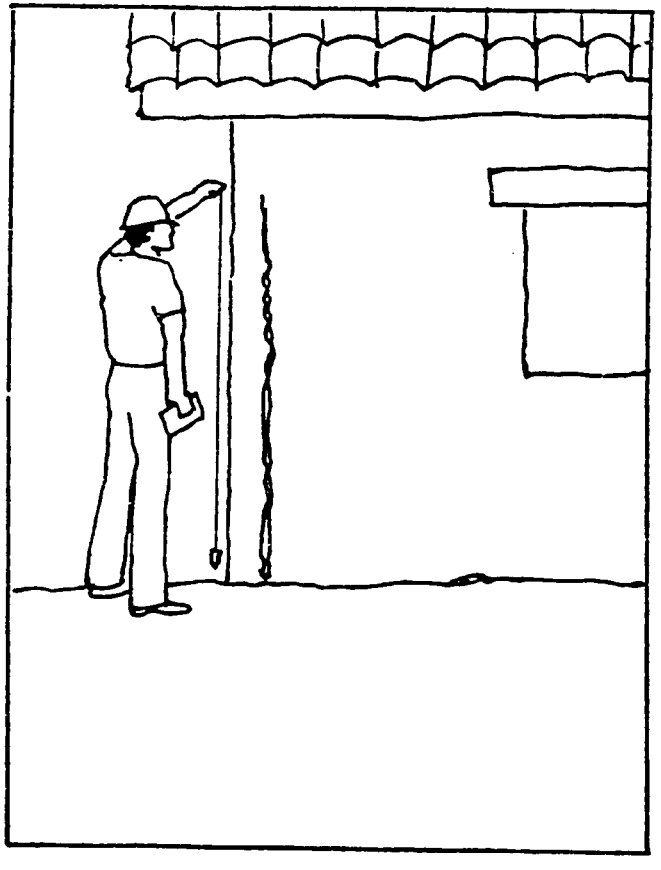
SENA

Programa de Reconstrucción

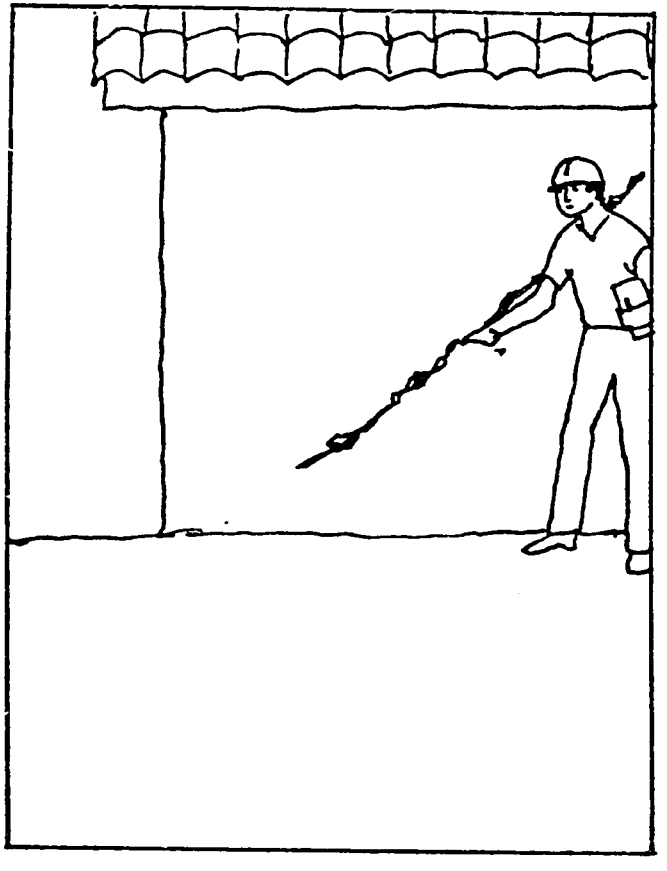
REGLAS PARA REPARAR UNA CASA

1. DESARME DE ARRIBA HACIA ABAJO.
2. REPARE DE ABAJO HACIA ARRIBA
3. SIEMPRE QUITE EL TECHO SI NO HAY VIGA DE AMARRE
4. SIEMPRE AÑADA UNA VIGA DE AMARRE EN LA PARTE SUPERIOR
5. SI LA PARED ESTA DAÑADA MAS DE UN 25%, RECONSTRUYA LA PARED ENTERA.
6. GUARDE LOS MATERIALES QUE PUEDAN SER REUTILIZADOS

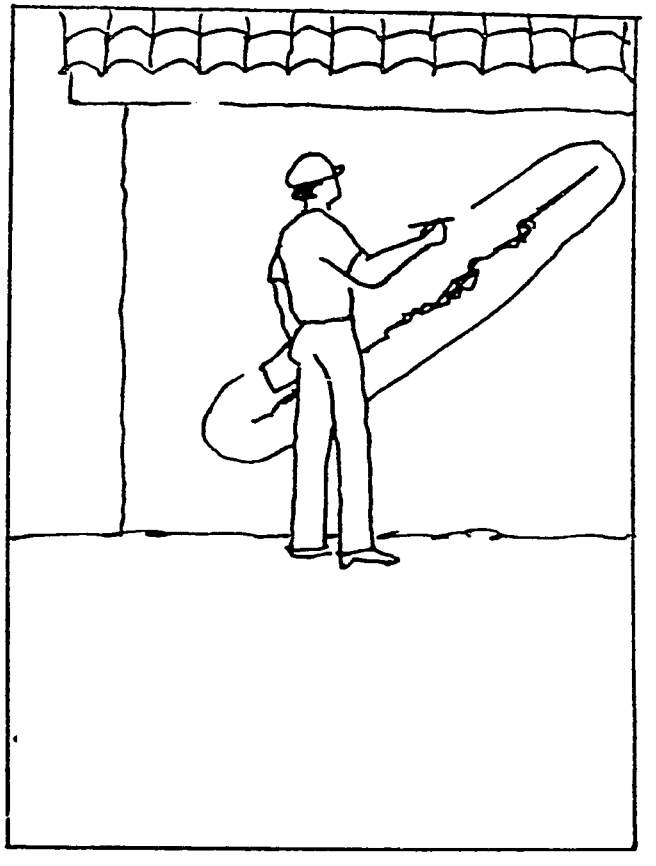
100



INSPECCIONE LA CASA



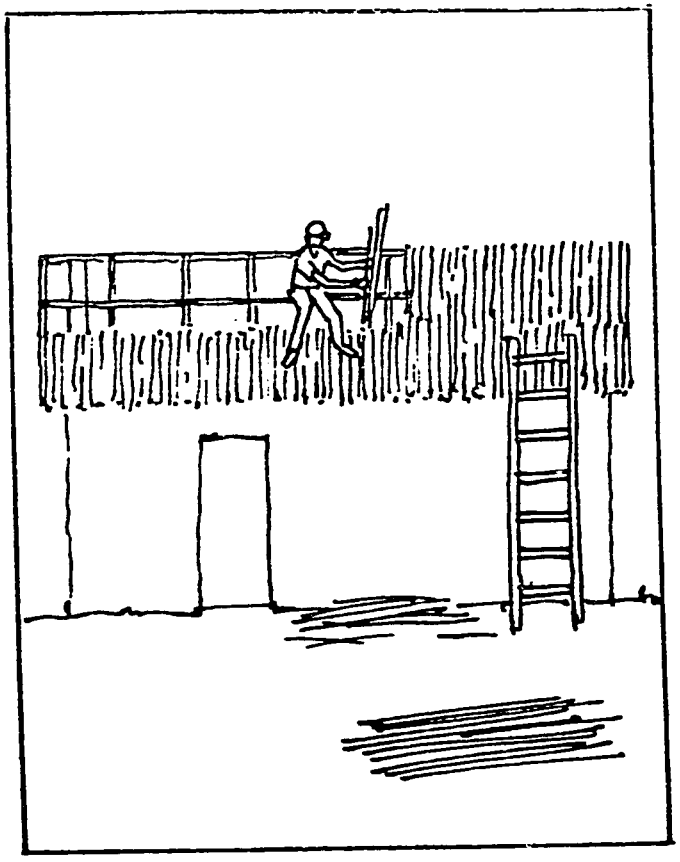
IDENTIFIQUE LA FALLA



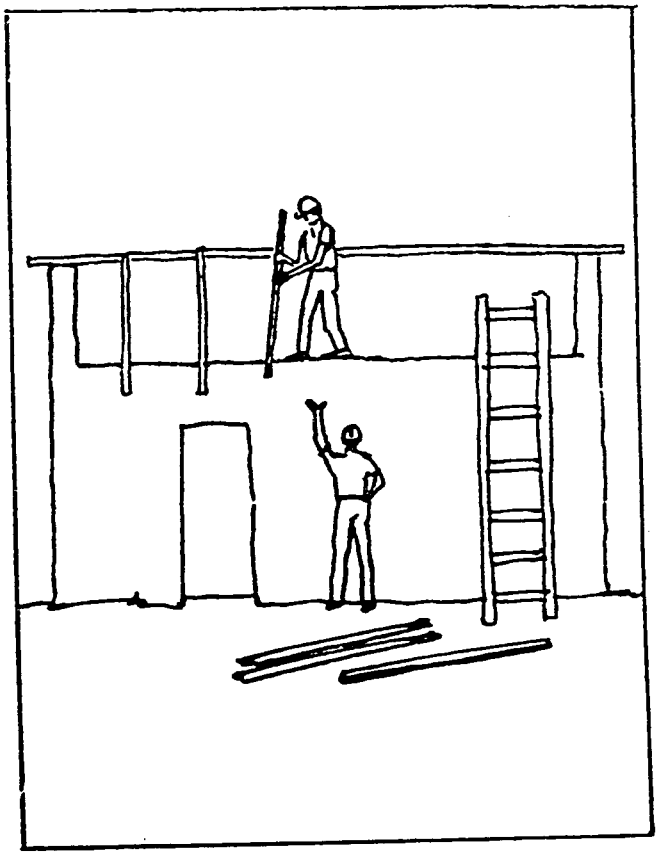
MARQUE EL AREA A SER RECONSTRUIDA

10

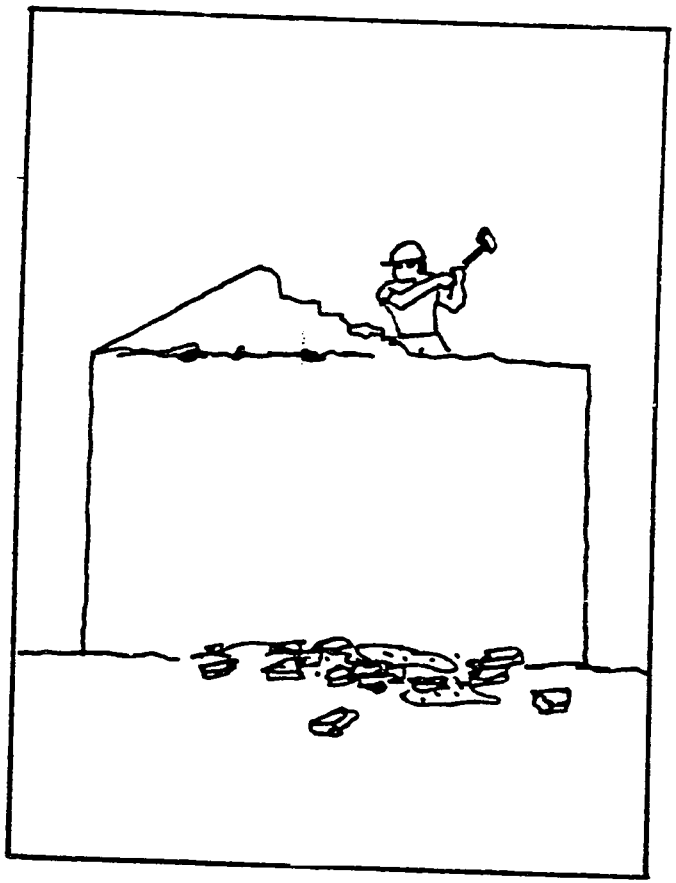
BAJE LAS TEJAS



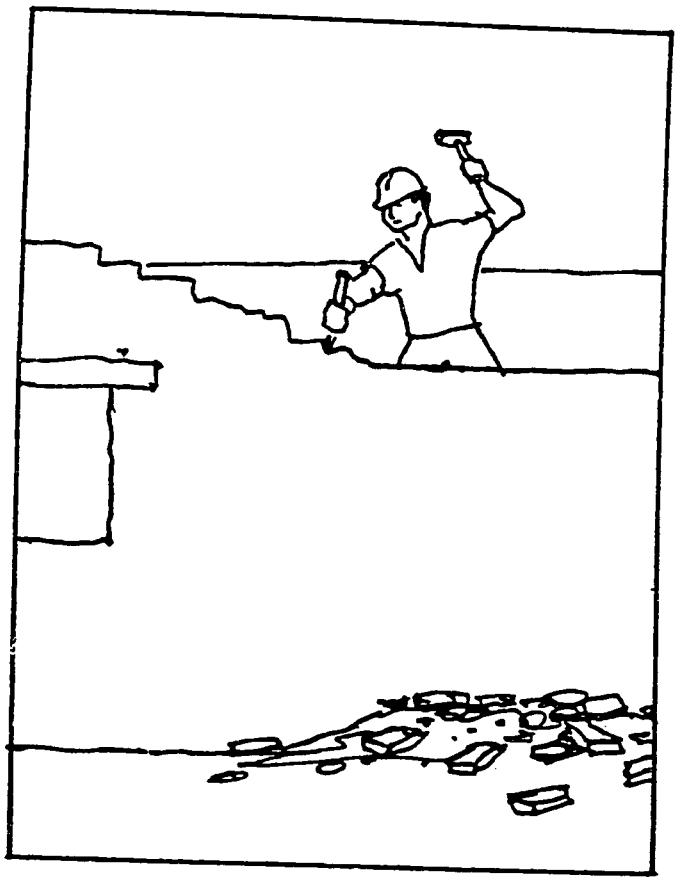
QUITE LAS CAÑAS



QUITE LAS MADERAS

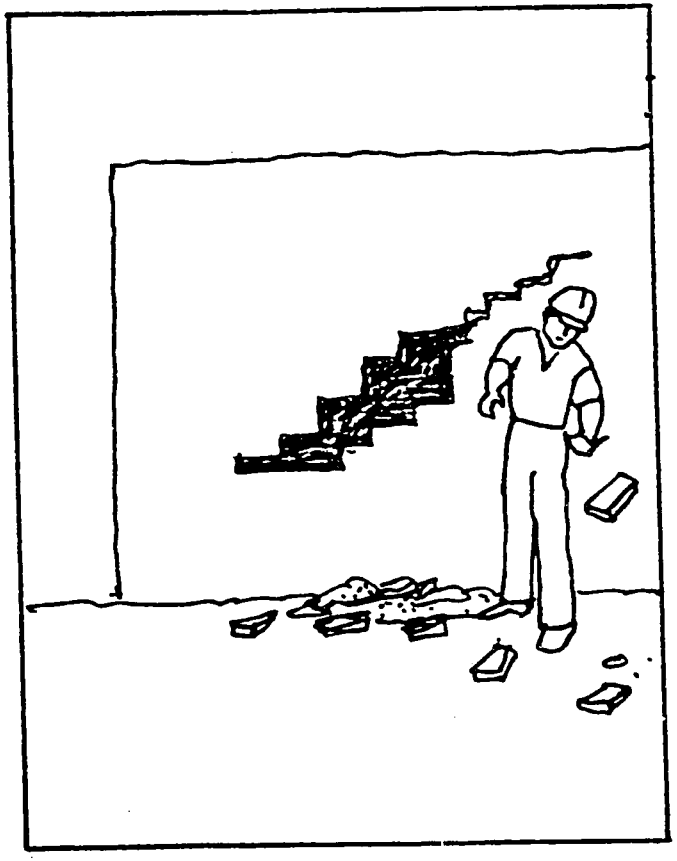


TUMBE LA CULATA

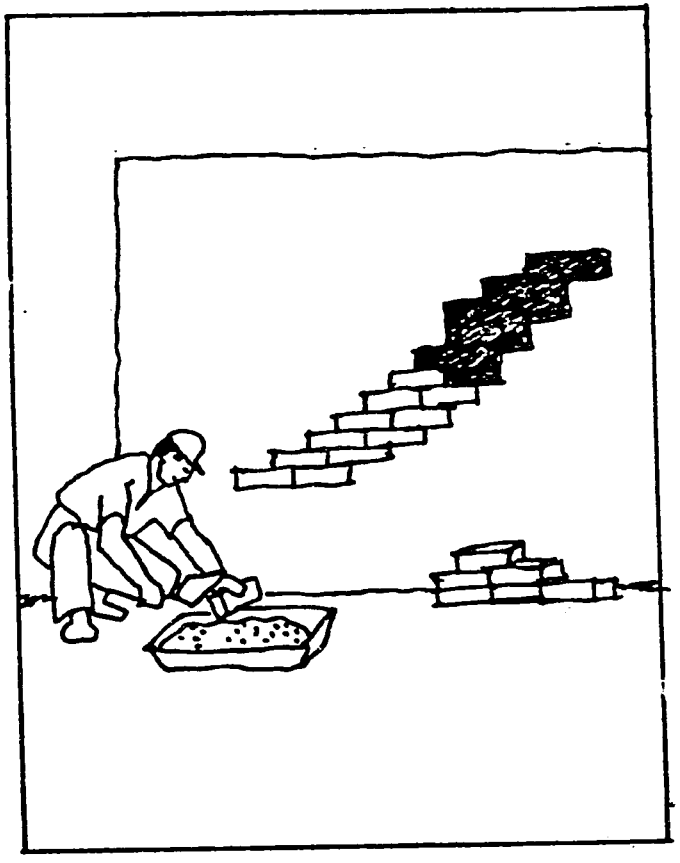


REDUZCA LA ALTURA DE LOS MUROS

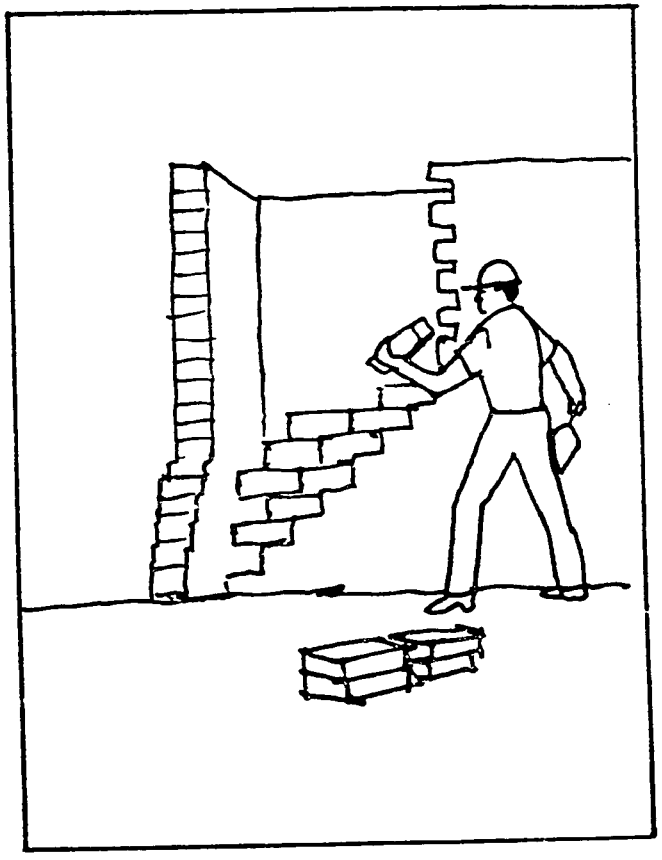
103



RETIRE LOS ADOBES DEL AREA MARCADA

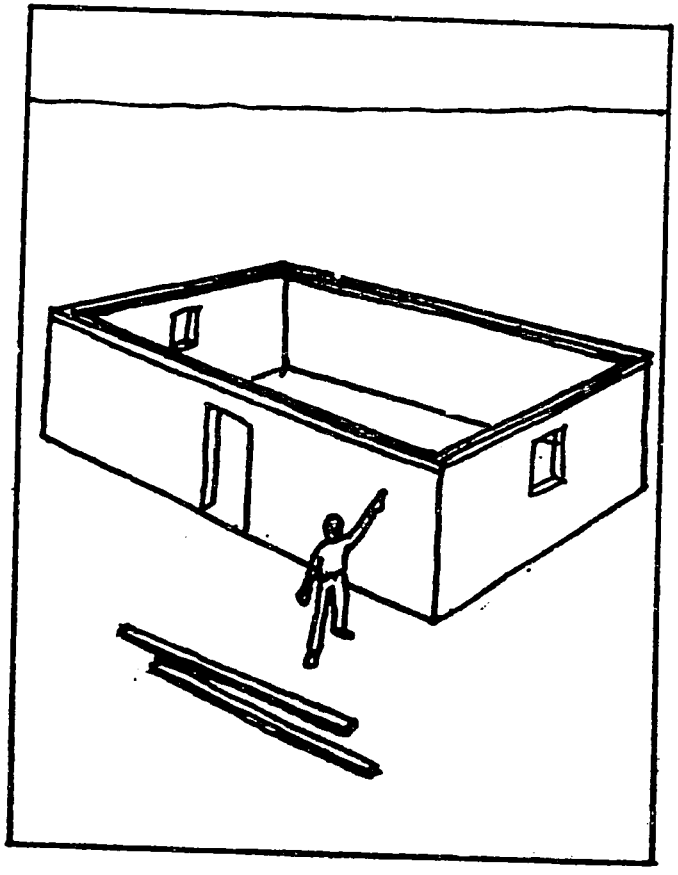


RECONSTRUYA LA PARED

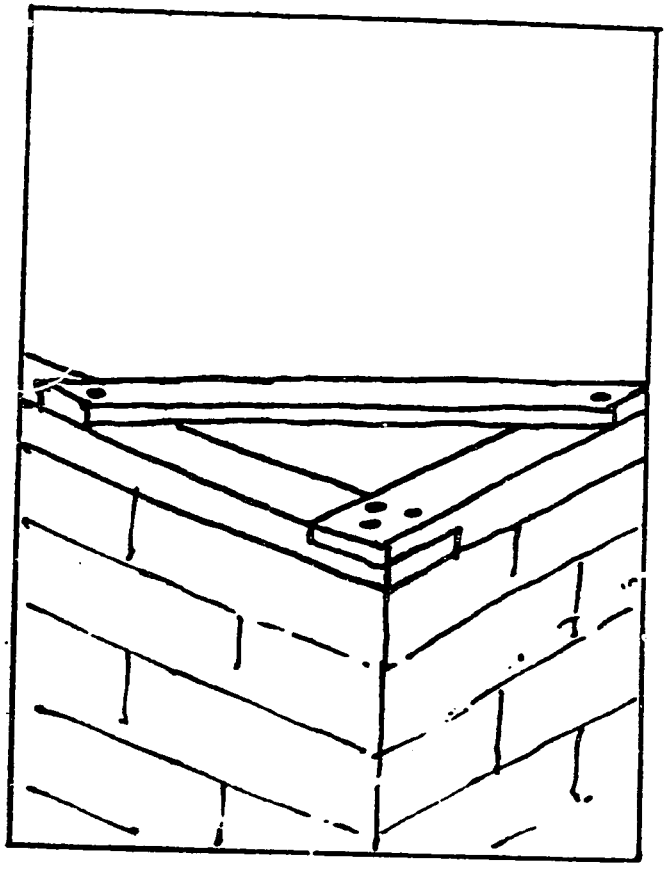


RECONSTRUYA LA PARED

PREPARE MADERA PARA SOLERA CON EMPALME A MEDIA MADERA

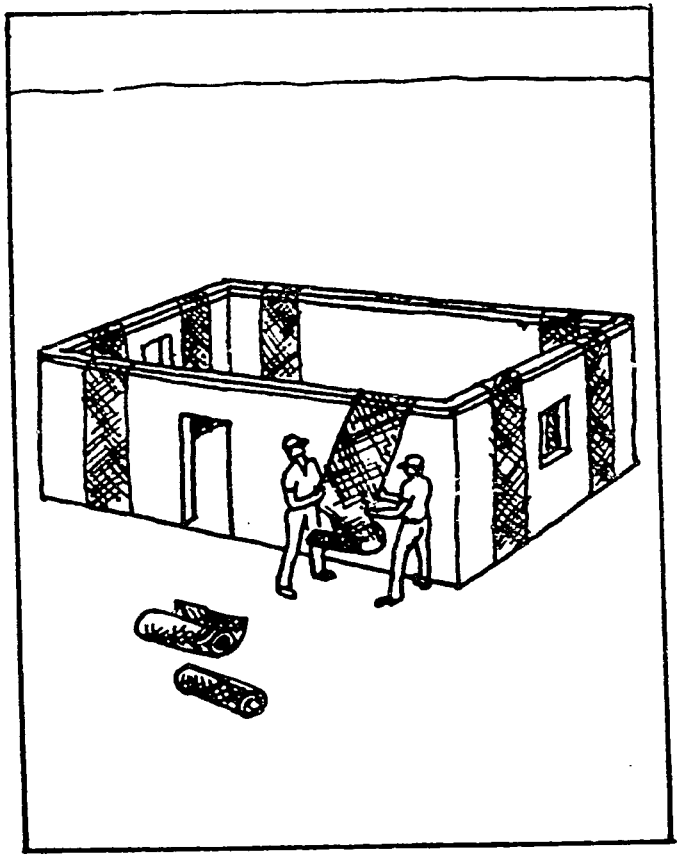


COLOQUE SOLERA SOBRE EL MURO

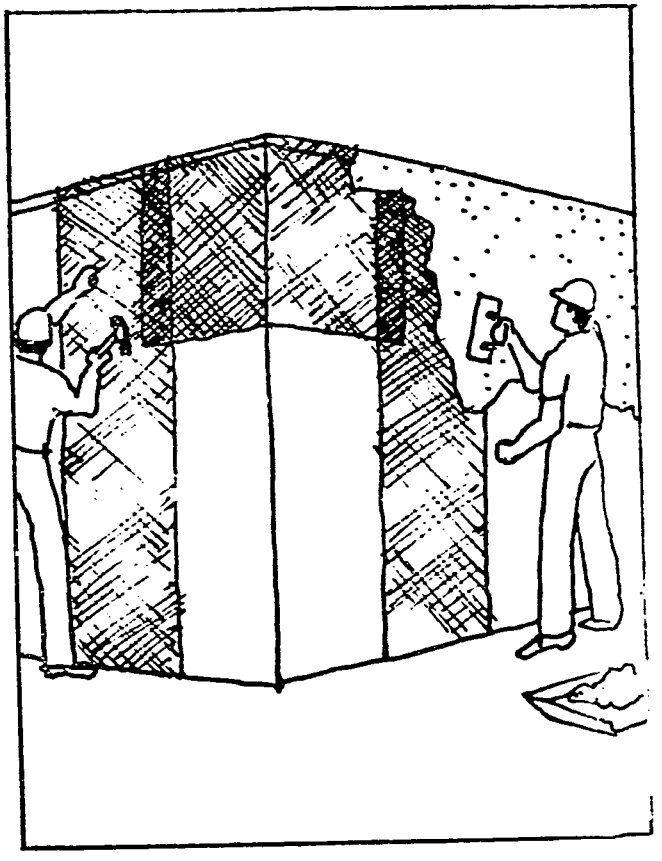


COLOQUE Y ASEGURE RIOSTRAS EN LAS ESQUINAS

ALISTE Y CORTE MALLA

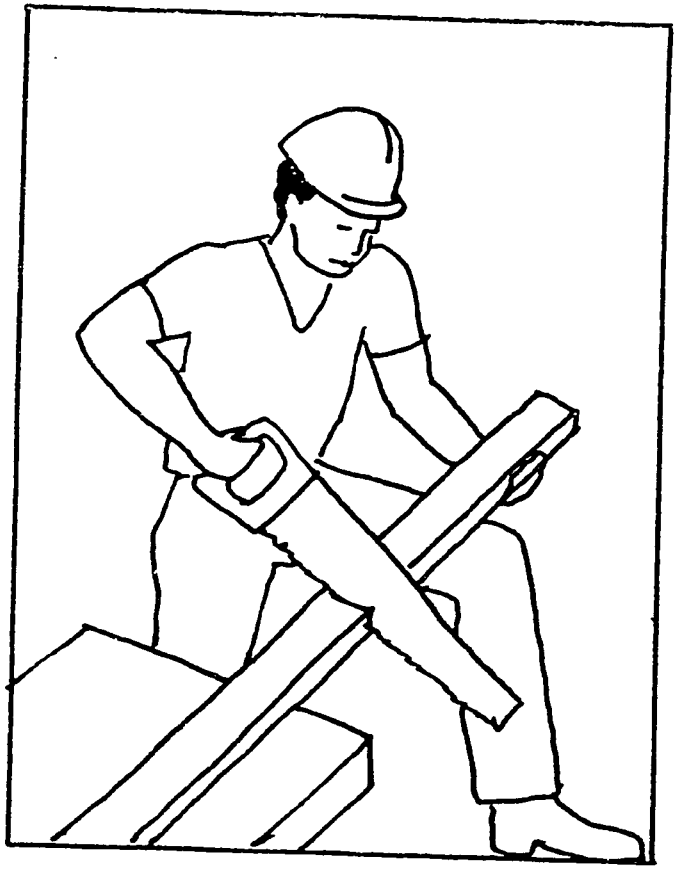


COLOQUE MALLA

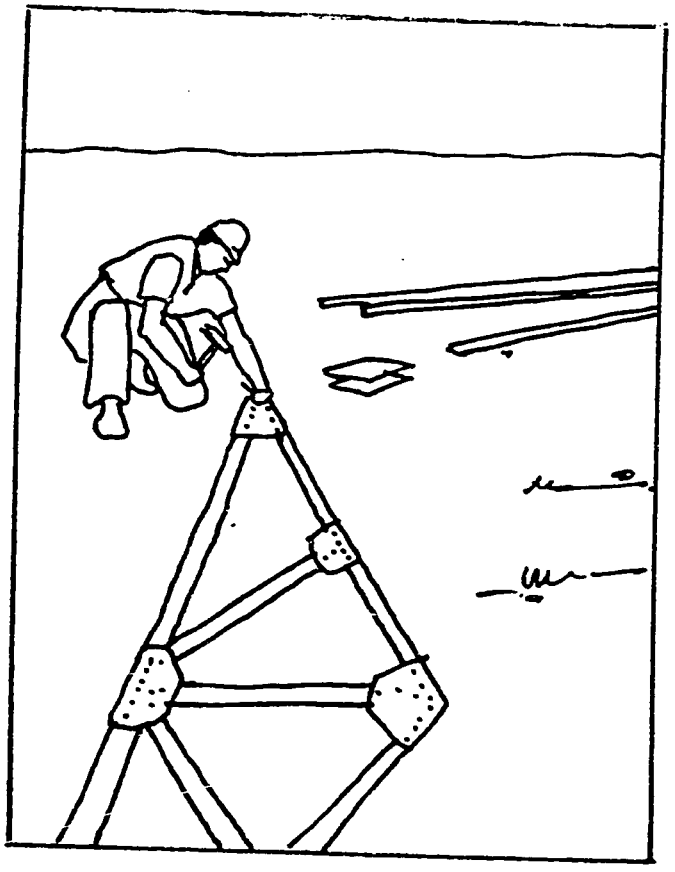


ASEGURE LA MALLA AL MURO CON GRAPAS O CLAVOS Y REPELLE.

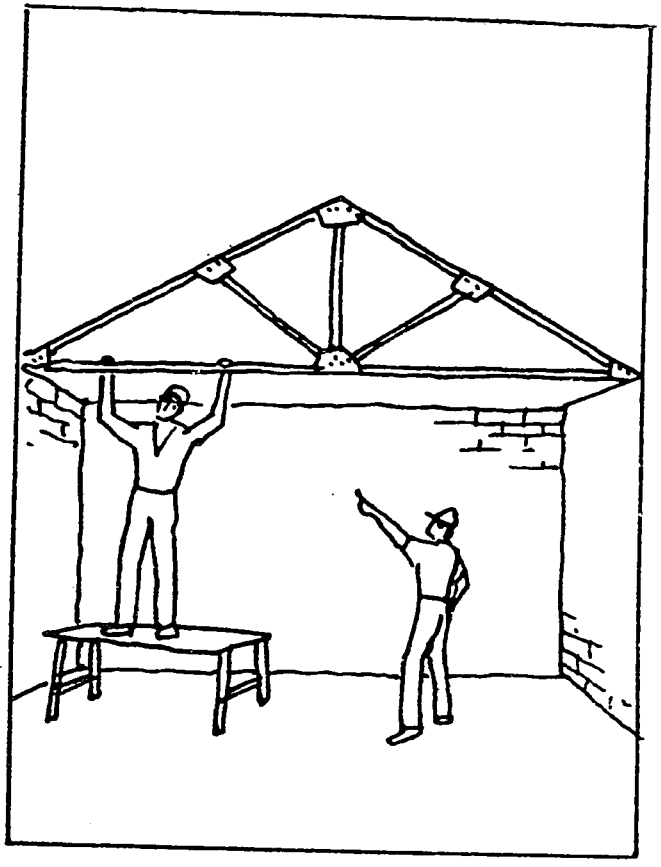
106



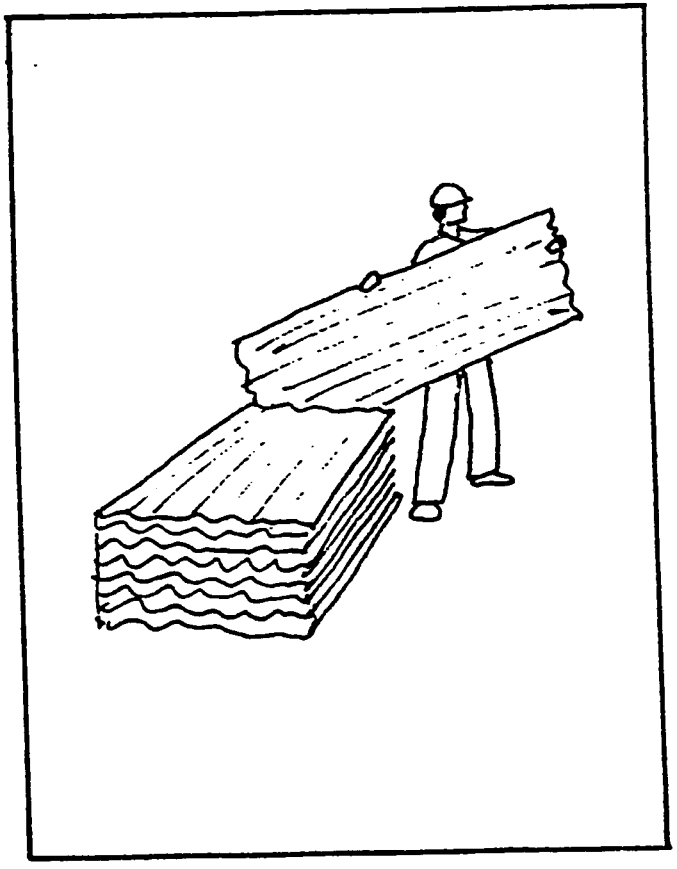
PREPARE MADERA



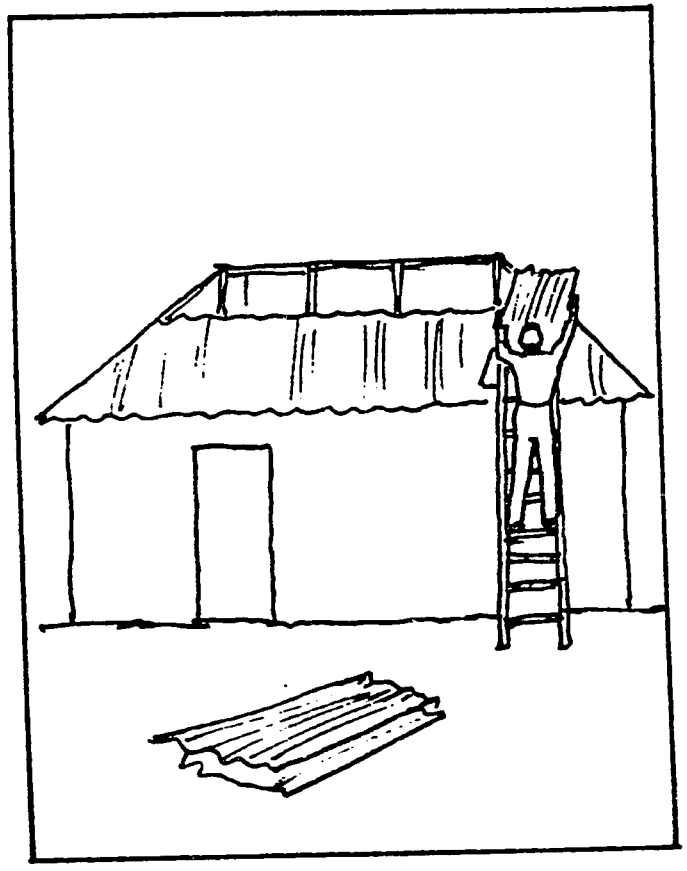
ARME CERCHA



COLOQUE CERCHA

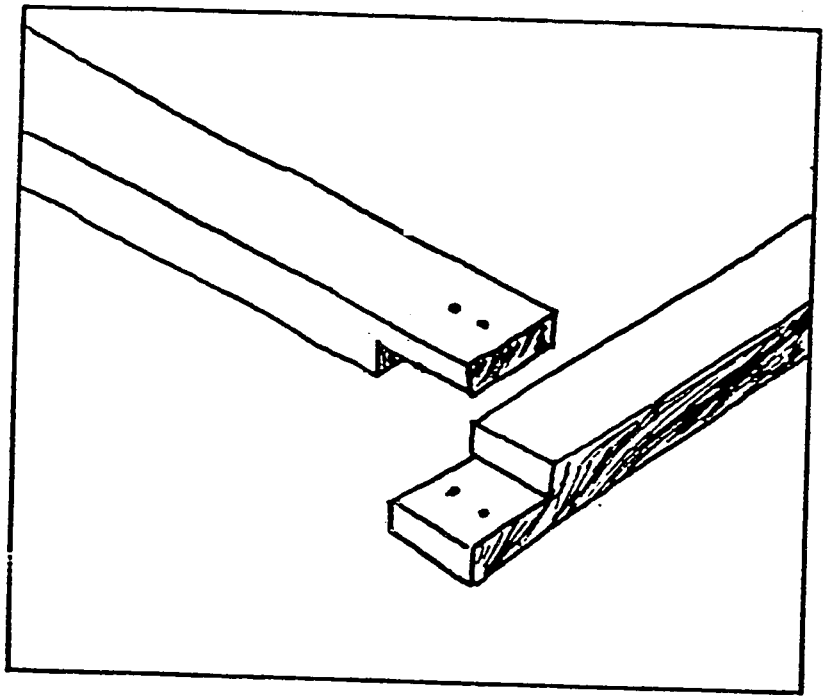


ALISTE TEJA LIVIANA

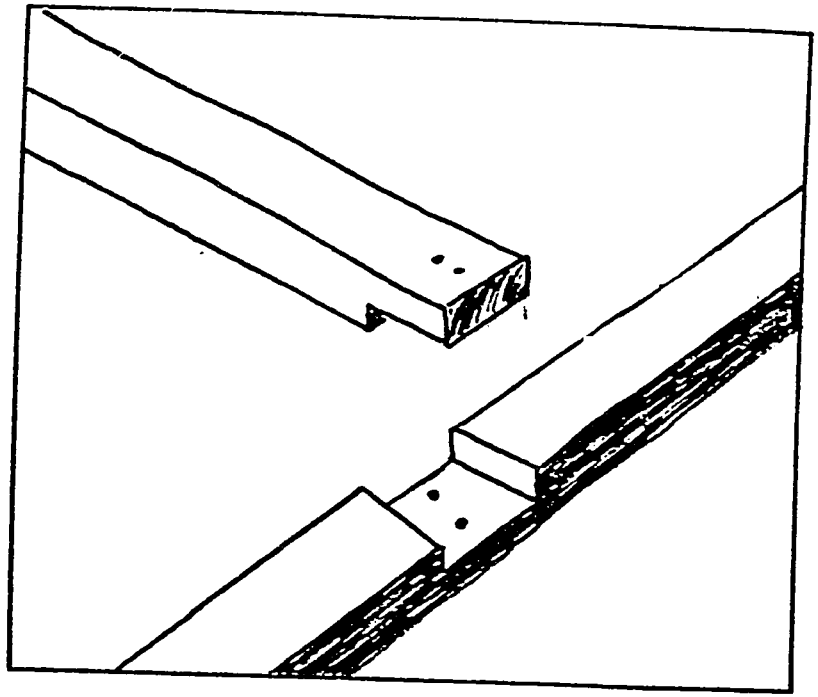


COLOQUE TEJA DE ABAJO HACIA ABAJO

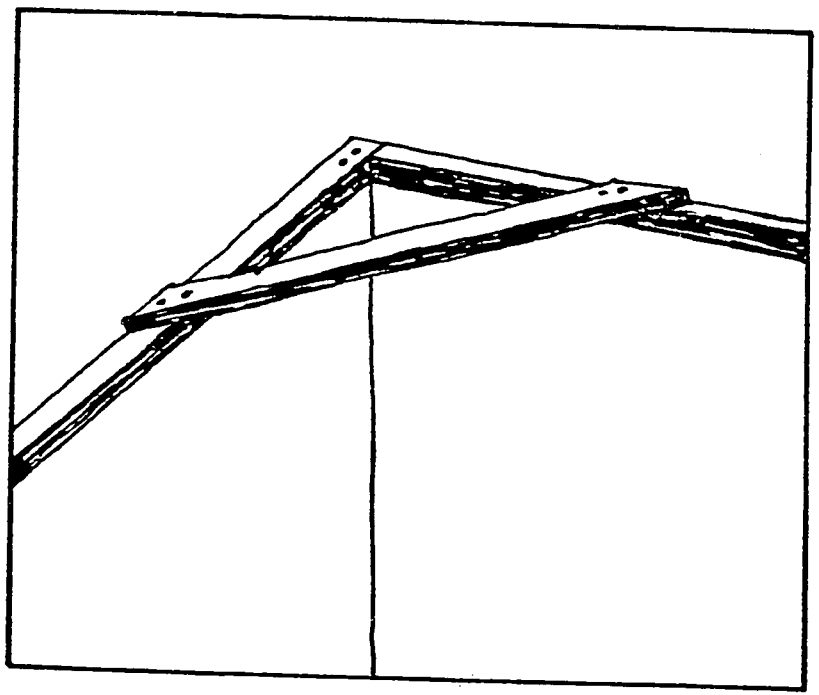
COLOQUE CABALLETES



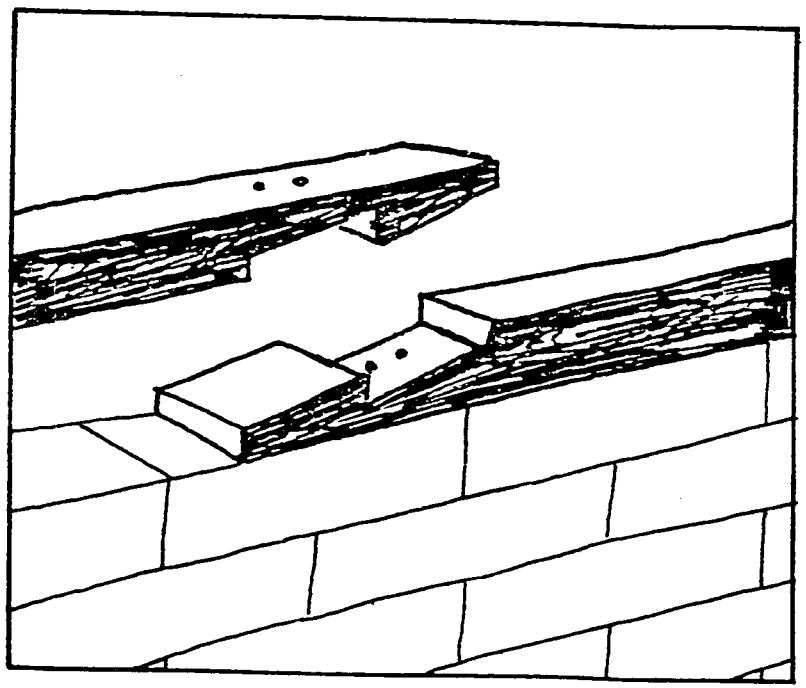
Unión de soleras en esquina



Unión de soleras en "T"



Riostra de soleras en esquina



Conexión de soleras