

# CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA

Para albañiles  
y maestros  
de obra

MARCIAL BLONDET  
editor



Pontificia Universidad  
Católica del Perú



# CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA

Para albañiles y maestros de obra

**MARCIAL BLONDET**

Editor

## AUTORES

### PUCP

**Director:** *Dr. Ing. Marcial Blondet*

**Construcción:** *Ing. Iván Bragagnini*

**Estructuras:** *Ing. Gianfranco Ottazzi*

**Arquitectura:** *Arq. Mariana Bidart*

**Asistente de Investigación:** *Ing. Nicola Tarque*

**Asistente de Investigación:** *Ing. Miguel Mosqueira*

**Diseño y edición:** *Arq. Mariana Bidart*

**Dibujo artístico:** *Sr. Victor Sanjinez*

### SENCICO

**Asesora técnica:** *Ing. Carmen Kuroiwa*

**Asesora técnica:** *Ing. Gabriela Esparza*

---

---

Primera edición: noviembre de 2004  
Versión 2.1

CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA  
Para albañiles y maestros de obra

© Marcial Blondet

© Pontificia Universidad Católica del Perú  
A. Universitaria cuadra 18 s/n, San Miguel, Lima 32  
Teléfono 626-2000  
Correo electrónico: dirinvic@pucp.edu.pe

© SENCICO  
Av. Canada 1568, San Borja, Lima 41  
Teléfono 475-3821  
Correo electrónico: din1@sencico.com.pe

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

Impreso en el Perú - Printed in Perú

Impresos & Diseños S.A.C.

---

---

***A Virgilio Ghio C.***

---

# CONTENIDO

<b>Capítulo 1 : Los Peligros Naturales</b> . . . . .	6
1 Peligros Naturales en el Perú	
2 Los terremotos	
<b>Capítulo 2 : La vivienda sismorresistente</b> . . . . .	8
1 Ubicación adecuada	
2 Ubicaciones inadecuadas	
3 La vivienda sismorresistente	
4 Configuración de una vivienda sismorresistente	
5 La vivienda insegura	
6 La vivienda segura	
<b>Capítulo 3 : Construcción de una vivienda segura</b> . . . . .	16
1 Planos y trámites administrativos	
2 Limpieza y nivelación del terreno	
3 Trazado	
4 Construcción de los cimientos	
5 Armado de columnas	
6 Muros	
7 Llenado de columnas	
8 Vigas de confinamiento	
9 Losa aligerada	
10 Escaleras	
<b>Capítulo 4 : Mantenimiento de viviendas</b> . . . . .	46
1 Muros agrietados	
2 Corrosión del acero de refuerzo	
3 Eflorescencia	
4 Humedad en muros	
<b>Capítulo 5 : Propuesta de vivienda</b> . . . . .	51
1 ¿ Para qué sirven los planos?	
2 El diseño de tu vivienda	
3 Propuesta de vivienda	
<b>Apéndice</b> . . . . .	55
1 Cantidad de muros de una vivienda sismorresistente	
2 Metrado de materiales	
3 Tipos de concreto	
<b>Agradecimientos, reconocimientos y referencias</b> . . . . .	60

---

# INTRODUCCIÓN



El Perú se encuentra ubicado en una zona sísmica.

Cada cierto tiempo ocurren terremotos que hacen que las viviendas mal construidas sufran daños importantes.

En esta cartilla te enseñaremos a construir viviendas sismorresistentes. No olvides que es importante consultar a un Ingeniero Civil antes de elaborar los planos y construir tu vivienda.

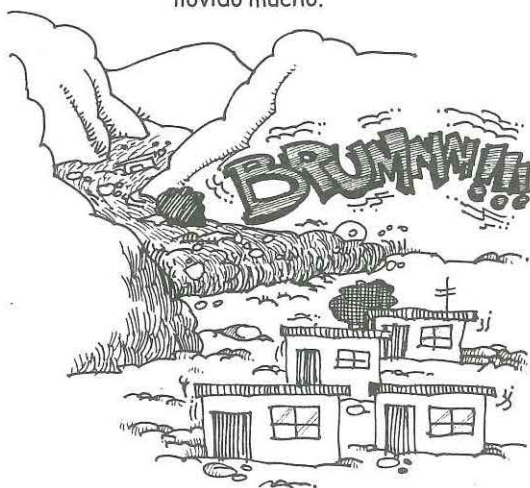
**1 • Peligros naturales en el Perú**

Muchos lugares de nuestro país están expuestos a peligros naturales como huaycos, inundaciones o terremotos. Es importante conocer los efectos de estos fenómenos naturales para poder decidir dónde y cómo construir viviendas seguras.



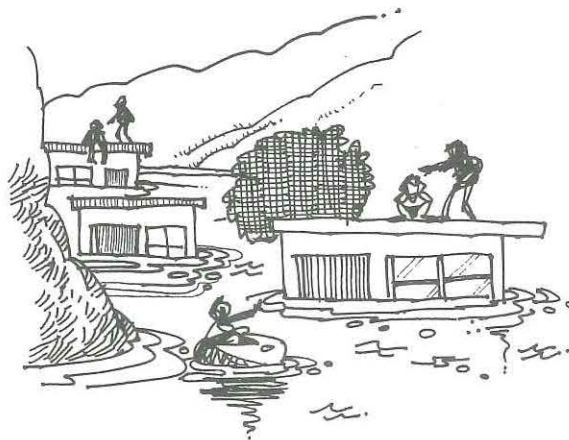
**Huaycos**

Son grandes deslizamientos de tierra, barro y rocas que a veces caen cuando en los cerros ha llovido mucho.



**Terremotos**

Son movimientos fuertes que ocurren dentro de la tierra y que producen vibraciones fuertes del suelo donde se apoyan las casas.



**Fenómeno del Niño**

Los huaycos, las inundaciones y los deslizamientos se producen con mayor frecuencia cuando ocurre en nuestro país el Fenómeno de El Niño. Este hace que las aguas del mar se calienten y que en la costa y sierra llueva mucho.



**Inundaciones**

Se producen cuando un río se desborda por la excesiva cantidad de agua que lleva.



## 2 • Los terremotos

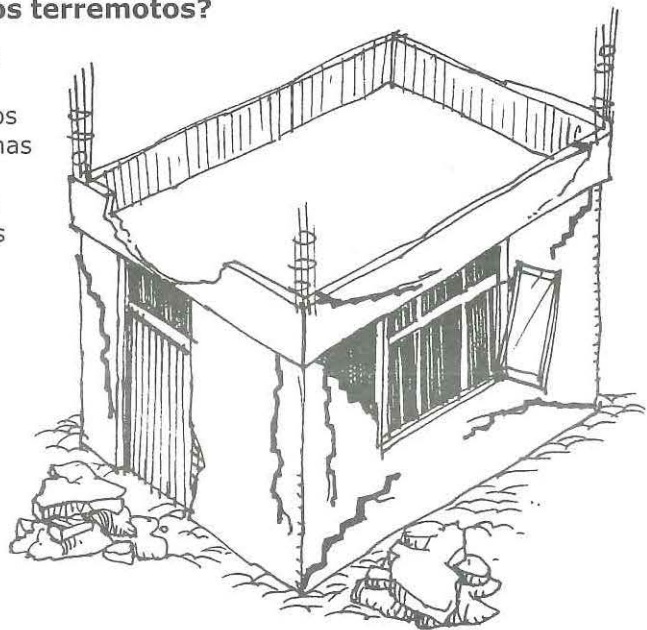
El peligro de que ocurra un terremoto no es igual en todas partes. Por eso el Reglamento Nacional de Construcciones ha dividido al Perú en tres zonas. La costa es la zona con mayor peligro sísmico.

Zonas sísmicas según el Reglamento Nacional de Construcciones.

	Z1	Sismicidad baja
	Z2	Sismicidad media
	Z3	Sismicidad alta

### ¿Qué daños pueden provocar los terremotos?

Los sismos pueden causar mucho daño a las viviendas mal diseñadas y construidas. Se pueden caer los parapetos, romper los vidrios y rajar los muros. Las viviendas con problemas estructurales serios pueden llegar a derrumbarse, causando pérdidas materiales importantes, heridas graves a sus ocupantes y hasta lamentables pérdidas de vidas.



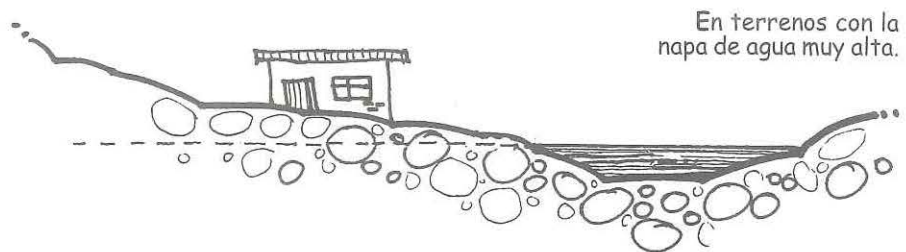
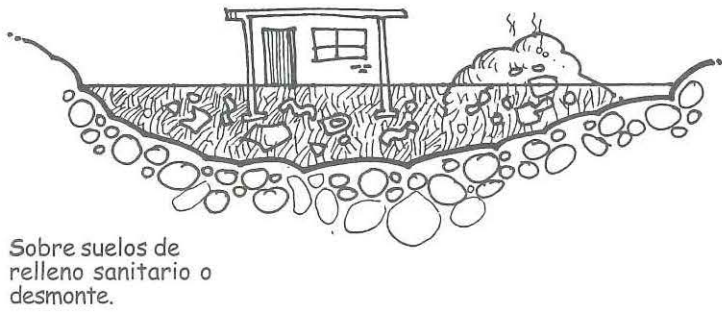
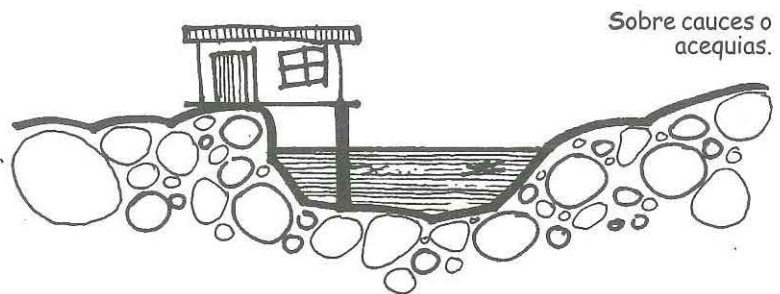
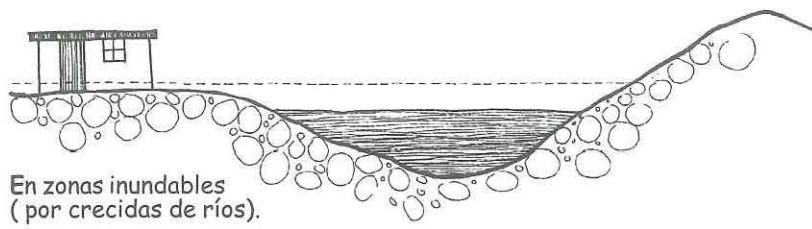
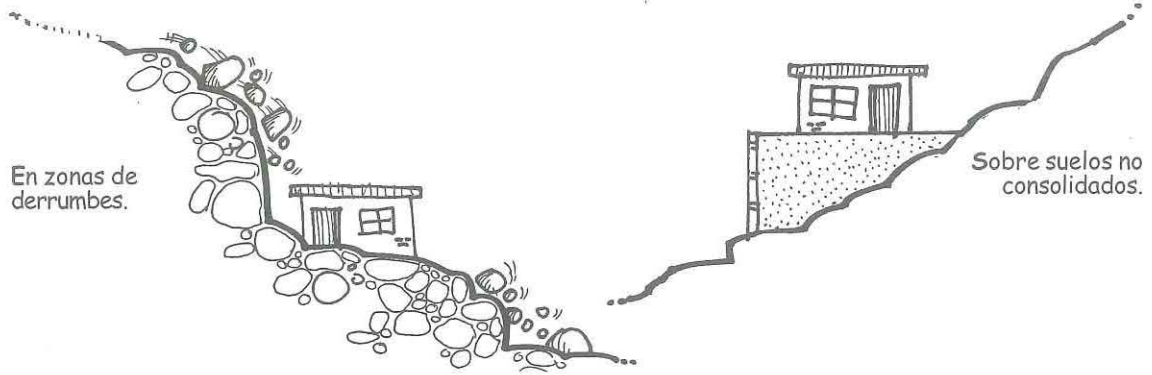
**1 • Ubicación adecuada**

Los lugares seguros para construir viviendas están alejados de las zonas donde hay peligros naturales. La mejor ubicación es un terreno plano, con suelo firme y resistente de roca o grava.



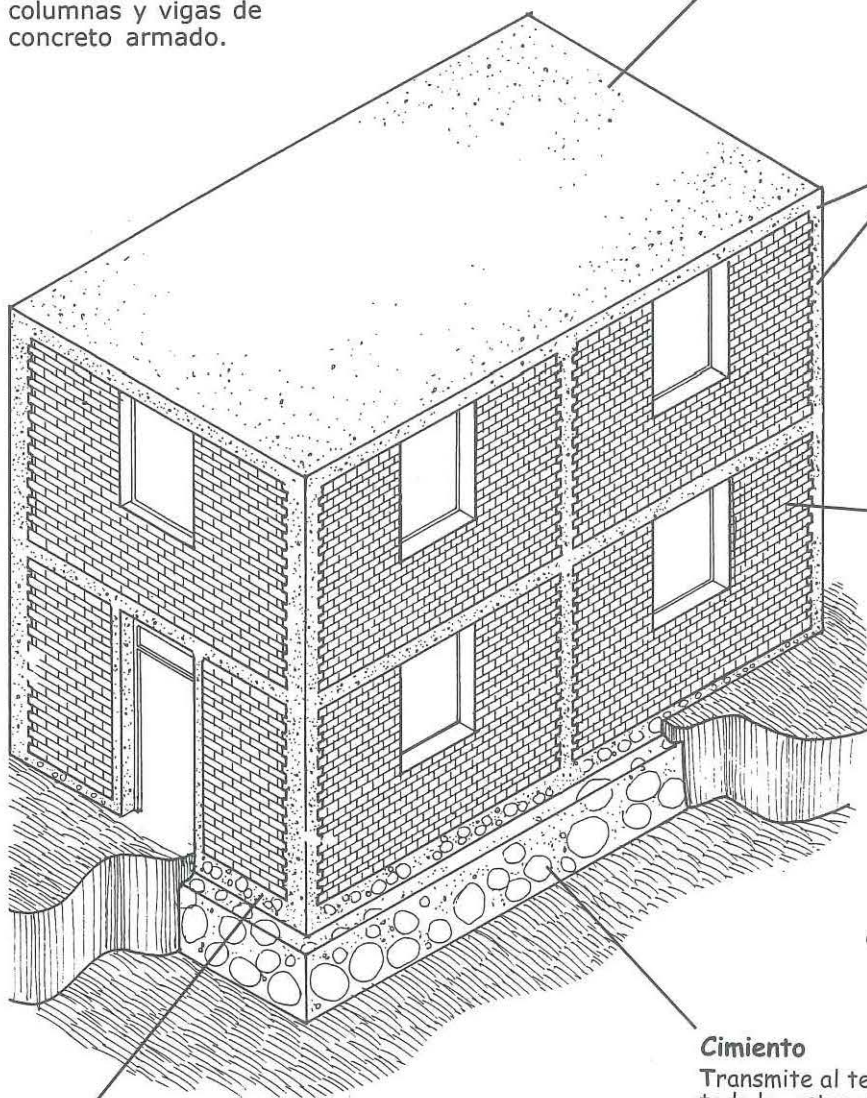
**2 • Ubicaciones inadecuadas**





### 3 • La vivienda sismorresistente

Una vivienda sismorresistente de albañilería de ladrillo y concreto armado está diseñada y construida para que sus muros resistan a los terremotos. Debe tener una forma simple y simétrica. Sus muros resistentes deben estar muy bien contruidos y siempre deben estar confinados por columnas y vigas de concreto armado.



#### Losa aligerada

Transmite toda la carga que tiene encima hacia los muros (su peso propio, el peso de los tabiques, muebles, personas, etc.). Al estar unida con los muros permite que trabajen en conjunto cuando ocurra un sismo.

#### Vigas y columnas de confinamiento

Son elementos de concreto armado contruidos alrededor de los muros.

#### Muros

Son los elementos más importantes de la estructura de albañilería. Sirven para transmitir toda la carga de la losa aligerada a la cimentación y para resistir las fuerzas sísmicas laterales. Los muros deben ser hechos de ladrillo macizo y estar confinados por vigas y columnas de concreto. **Solamente muros confinados resisten bien los sismos.**

#### Cimiento

Transmite al terreno las cargas de toda la estructura.

#### Sobrecimiento

Transmite las cargas de los muros a la cimentación. Confina y protege a los muros del primer nivel.

#### Recomendaciones

Los muros confinados por vigas y columnas son los que resisten los terremotos. Para que tu casa sea sismorresistente, te recomendamos que tenga la mayor cantidad posible de muros confinados en las dos direcciones.

Los tabiques son muros de ladrillos pandereta que solo sirven para separar los ambientes de la casa.

#### 4 • Configuración de una vivienda sismorresistente

Para que tu vivienda resista mejor los sismos debes diseñarla con una buena forma y buena distribución de los muros.

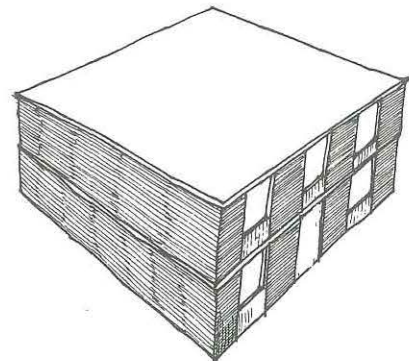
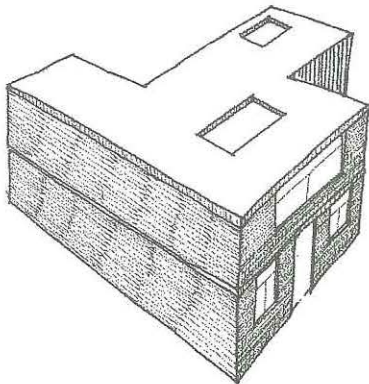


**NO**

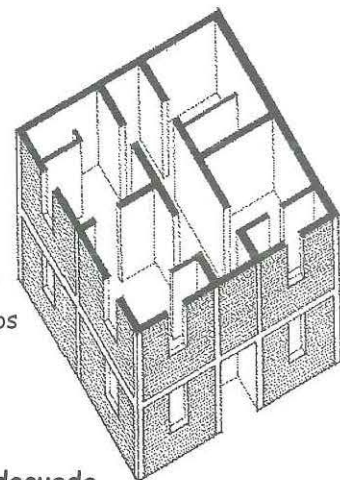
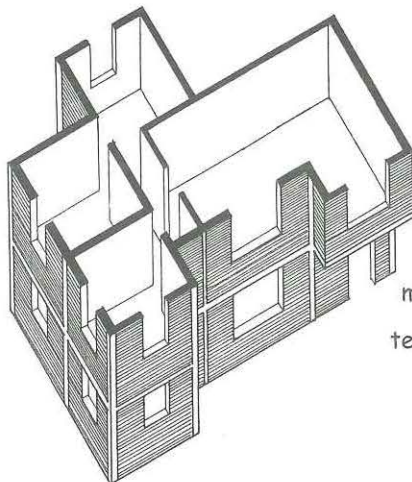
**SI**

Irregular

Simétrica



La forma de tu vivienda debe ser lo más simétrica posible, tanto en planta como en elevación. Las losas aligeradas no deben tener demasiadas aberturas.

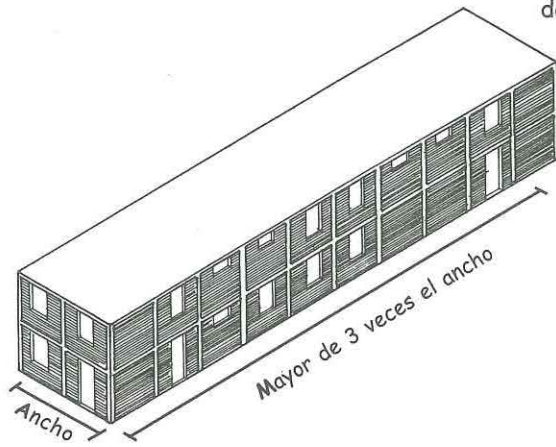


Construye los muros buscando simetría en la vivienda. Debes tratar de tener la misma cantidad de muros en las dos direcciones.

Forma inadecuada

Forma adecuada

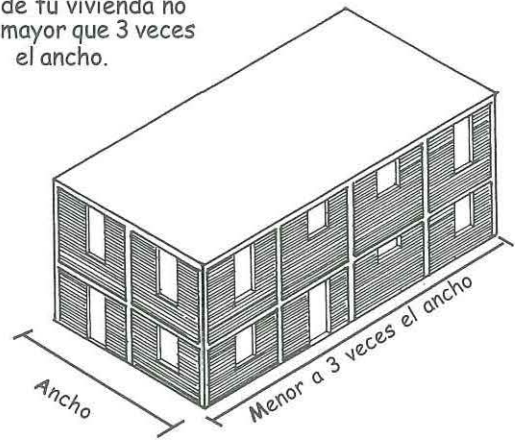
**NO**



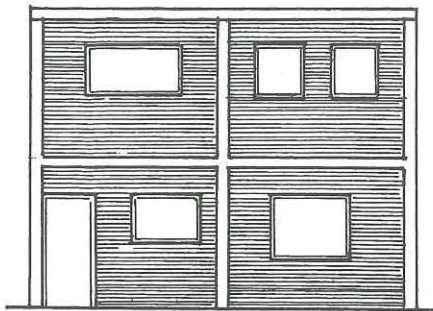
Dimensiones mal proporcionadas

**SI**

El largo de tu vivienda no debe ser mayor que 3 veces el ancho.

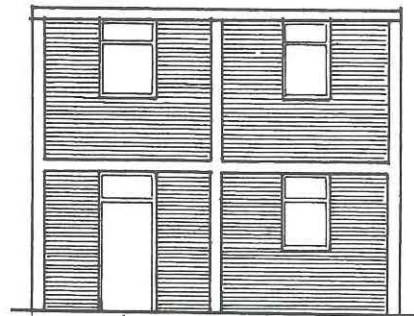


Dimensiones bien proporcionadas

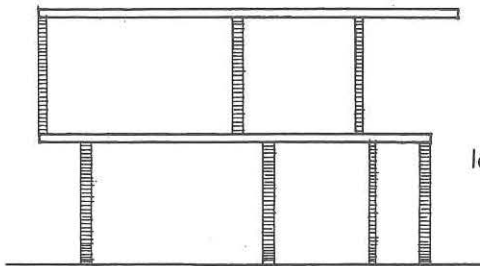


Vanos de ventanas y puertas mal ubicados

Construye los vanos de las ventanas y puertas hasta la viga solera y ubicalos en el mismo sitio en todos los pisos.

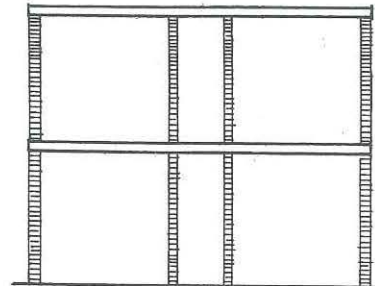


Vanos de ventanas y puertas bien ubicados



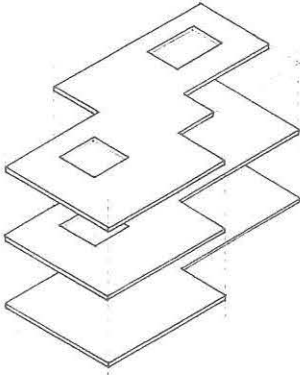
Muros no apoyan sobre otros muros

Es muy importante que los muros del segundo piso esten bien ubicados. Siempre construye los muros del segundo piso sobre los muros del primer piso.



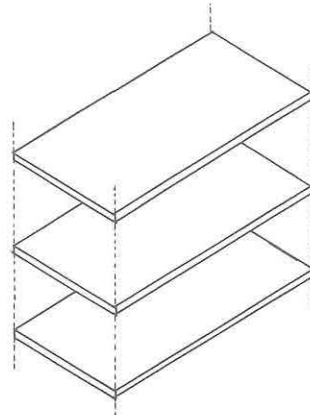
Muros bien ubicados

**NO**



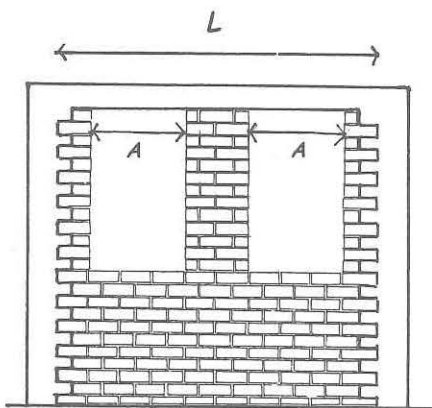
Losas diferentes en cada piso

**SI**



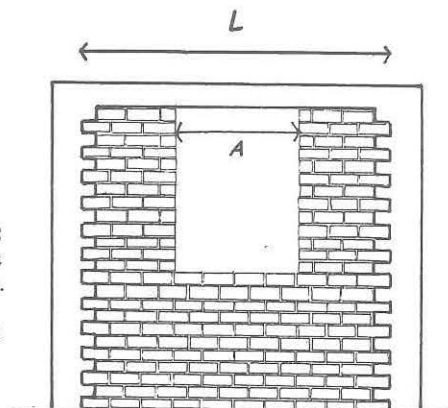
Losas iguales en todos los pisos

Es importante que las losas estén bien proporcionadas y que tengan la misma forma en todos los pisos.

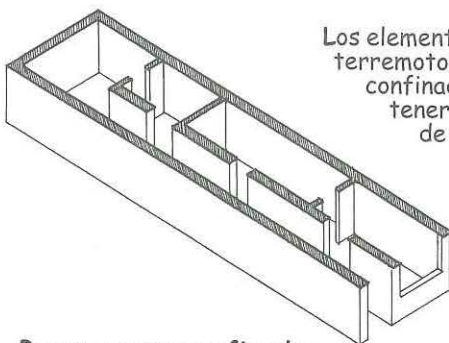


Proporción de vanos inadecuada

Las aberturas debilitan a los muros. No construyas vanos que tomen más de la mitad del muro. (La distancia A debe ser menor a la mitad de la distancia L)

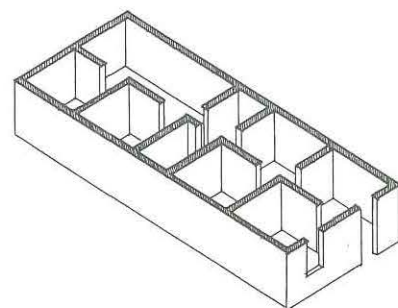


Proporción de vanos adecuada



Pocos muros confinados en la dirección corta de la casa

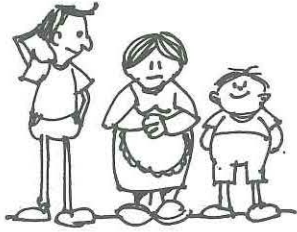
Los elementos resistentes a terremotos son los muros confinados. Tu casa debe tener similar cantidad de muros en las dos direcciones.



Muchos muros confinados en las dos direcciones

## 5 • La vivienda insegura

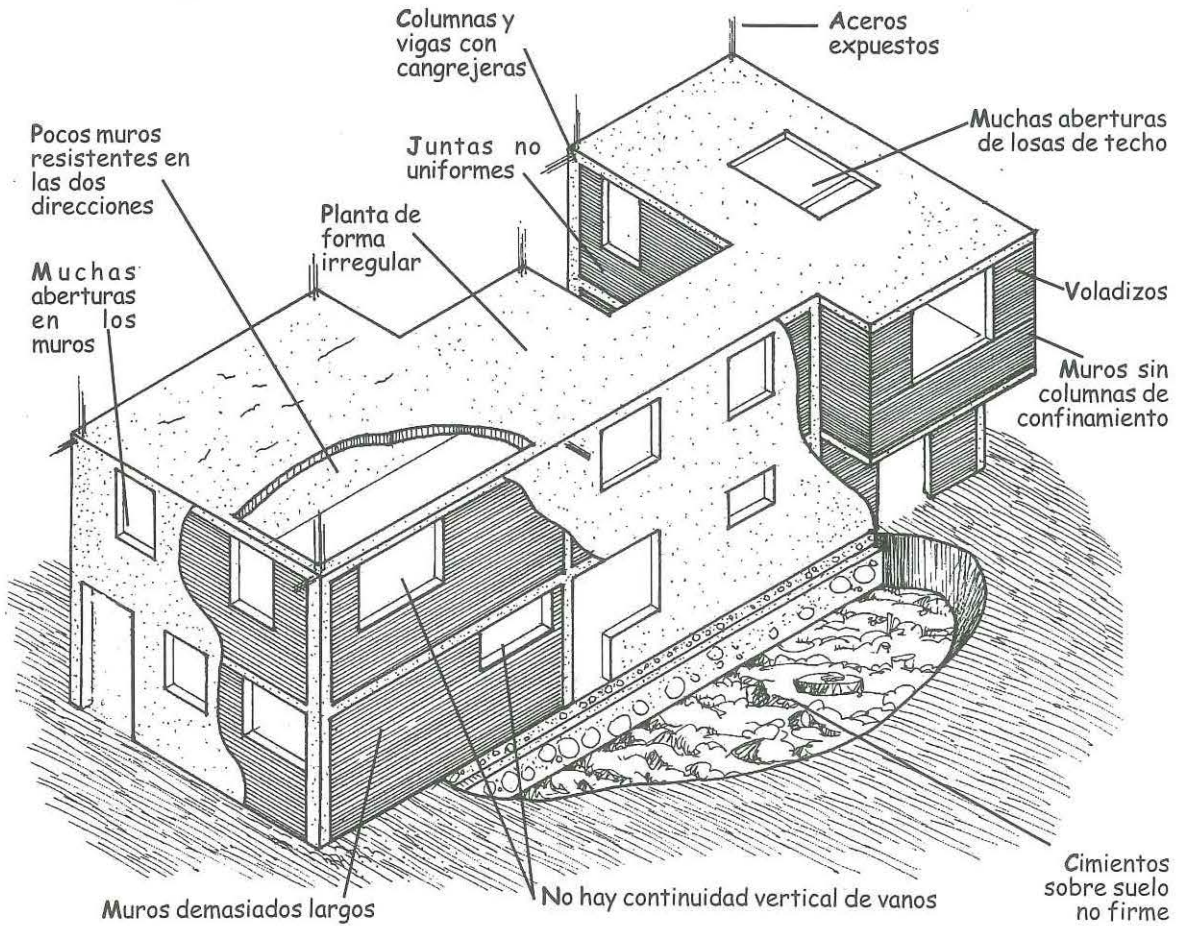
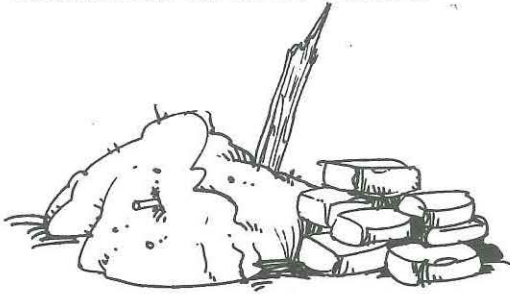
MANO DE OBRA NO CALIFICADA



...AQUI TE MUESTRO LOS ERRORES MAS COMUNES DE LAS VIVIENDAS QUE NO HAN SIDO CONSTRUIDAS POR PROFESIONALES, ESTAS VIVIENDAS SON INSEGURAS FRENTE A LOS TERREMOTOS



MATERIALES DE MALA CALIDAD



## 6 • La vivienda Segura

### MANO DE OBRA CALIFICADA

Ingeniero Civil



Maestro

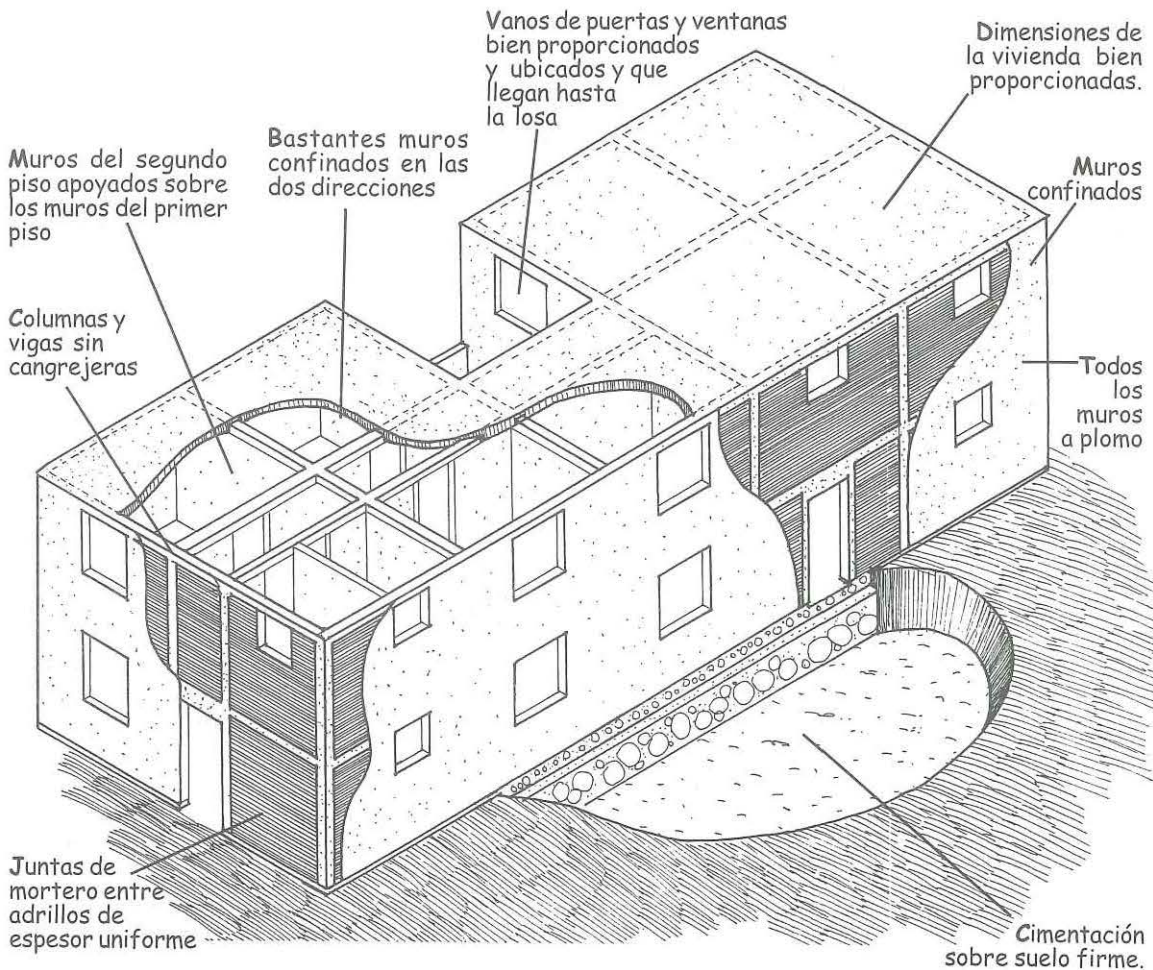
AQUI TE MUESTRO COMO ES  
UNA VIVIENDA  
BIEN DISEÑADA Y SEGURA.



### BUENA CALIDAD DE MATERIALES



Utiliza materiales de buena calidad. No vale la pena "ahorrar" comprando materiales de calidad dudosa.



**1o Planos y trámites administrativos**



Después de que hayas comprado tu terreno en un lugar adecuado, debes diseñar tu vivienda. Si puedes consulta a un ingeniero o arquitecto para que diseñe la vivienda y dibuje los planos. Puedes acercarte a tu municipalidad para obtener ayuda con tus planos y averiguar si puedes darle uso comercial a tu vivienda. Recuerda que debes formalizar tu construcción registrándola en tu municipio.

**2o Limpieza y Nivelación del terreno**

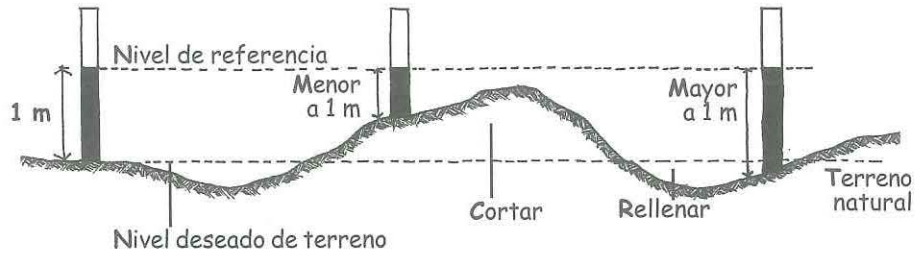
Antes de empezar el trabajo limpia bien tu terreno. Quita toda la basura, desmonte, material vegetal y suelo suelto.



El suelo orgánico es malo para la construcción

### Nivelación del terreno

Todo el terreno debe quedar a un mismo nivel y por encima de los tubos de desagüe de tu zona. Para nivelar debes cortar y rellenar el terreno para que quede completamente plano y al nivel deseado.

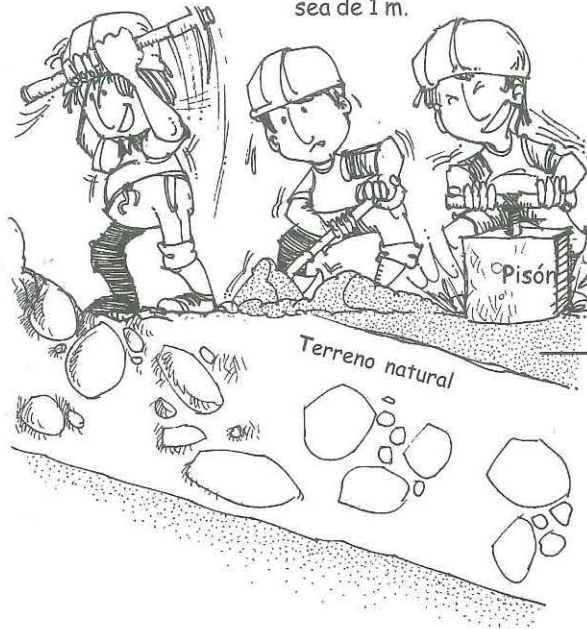


Rellena y corta el terreno hasta que la altura entre la marca y el terreno sea de 1 m.

### Corte y relleno

Luego de marcar todas las estacas, mide en cada una de ellas la altura que existe entre la marca y el terreno natural.

**Corte**  
Cuando las medidas son menores a 1 m



**Relleno**  
Cuando las medidas son mayores a 1 m

Para rellenar el terreno coloca capas de tierra de 30 cm de espesor. Moja cada capa con agua y compáctala bien con un pisón.

Usa una manguera transparente de  $\frac{1}{2}$ \" de diámetro y 10m de largo máximo.

Usa estacas de 1.5 m de altura

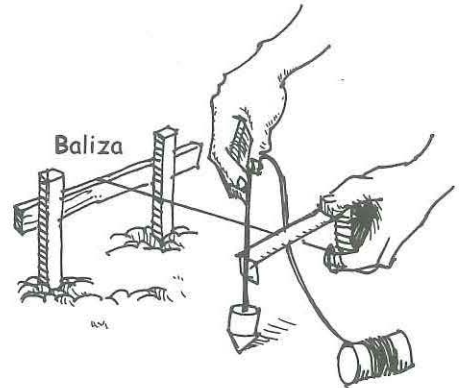
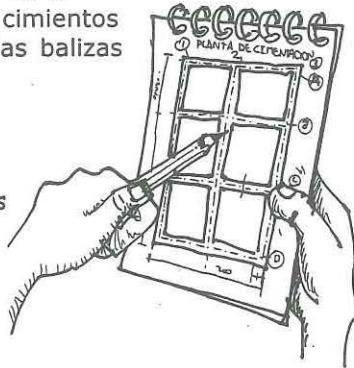
#### “Correr el nivel”

- 1** Llena la manguera con agua limpia y verifica que no queden burbujas en el interior.
- 2** Coloca las estacas en los bordes del terreno y verifica que estén a plomo (verticales).
- 3** Identifica con una estaca un punto de referencia, que puede ser la vereda y marca en la estaca una altura de 1 m por encima del nivel de referencia.
- 4** Con ayuda de la manguera, lleva la marca de la primera estaca hacia las otras estacas.

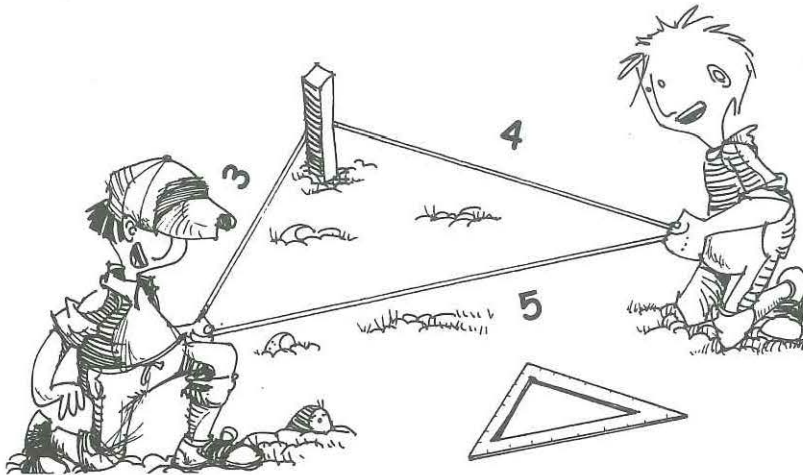
### 3 • Trazado

El trazado sirve para indicar en el terreno donde construir los cimientos de tu vivienda. Prepara varias balizas con estacas de madera.

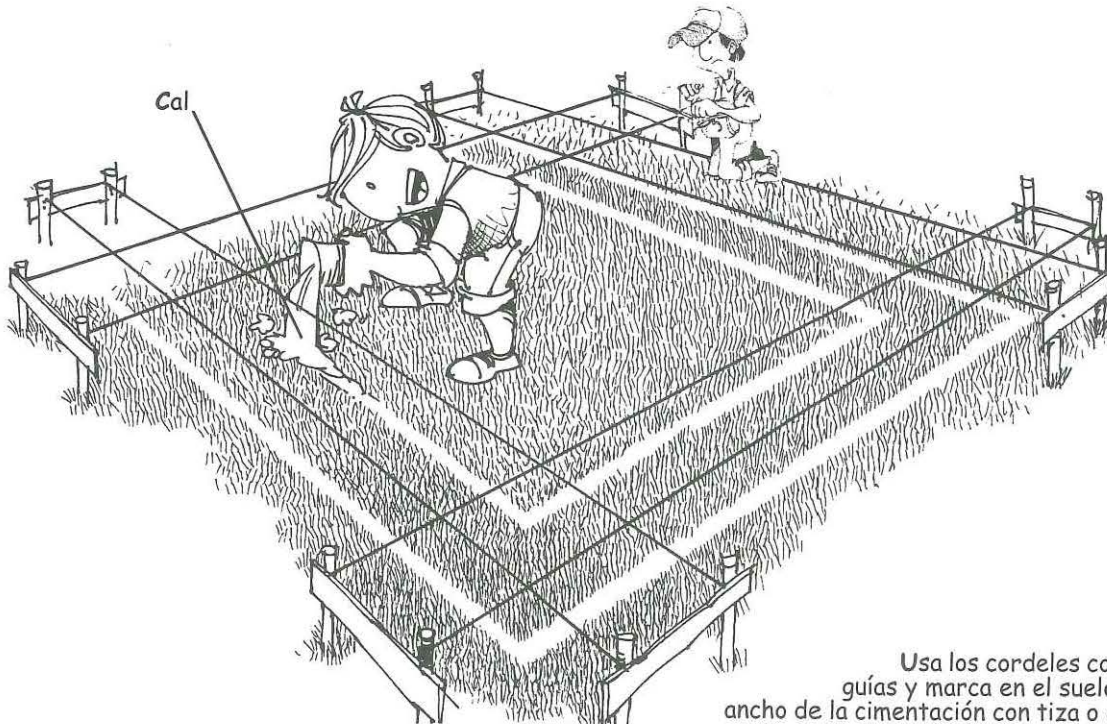
De acuerdo a las medidas que tienes en el plano, ubica las balizas en el terreno de modo que correspondan a los lados de los cimientos.



Ubica el centro de cada cimiento y tiende cordeles entre las balizas para indicar el ancho de cada cimiento.



Usa triángulos 3-4-5 para verificar que todos los muros estén a escuadra (o sea que los ángulos sean rectos).

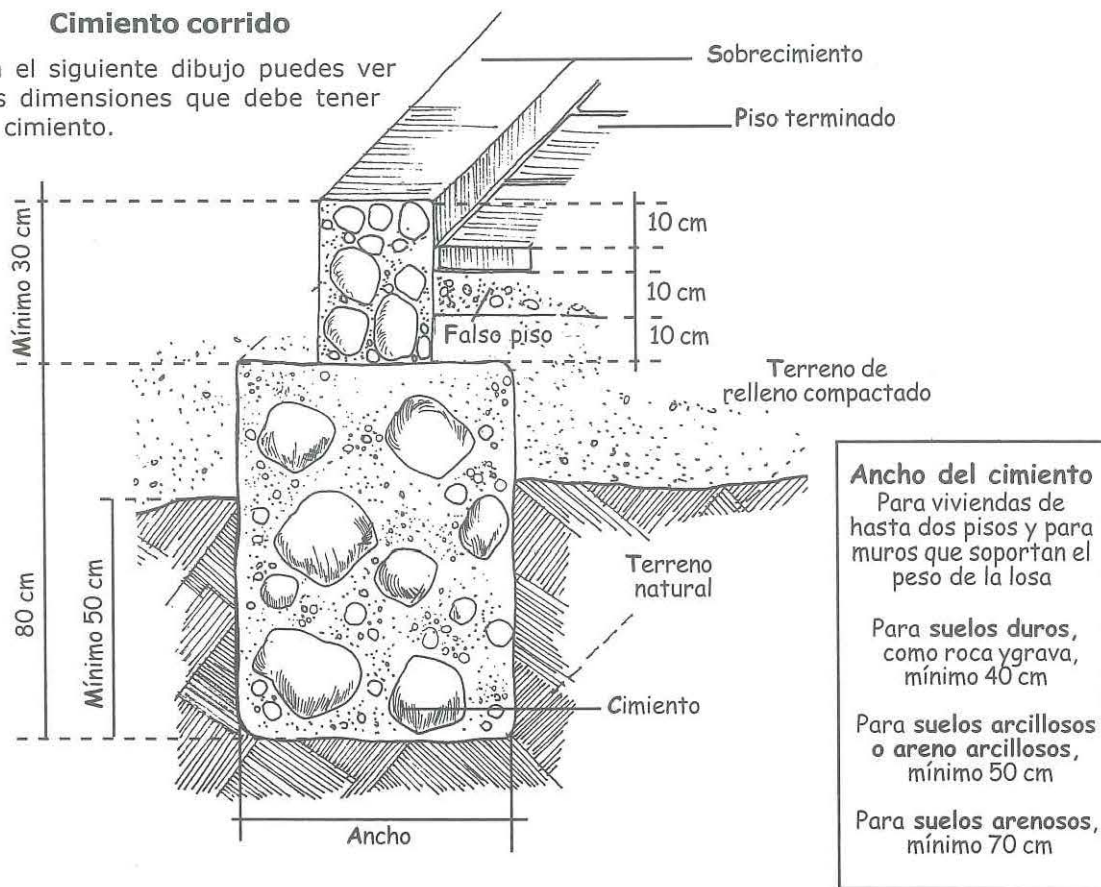


Usa los cordeles como guías y marca en el suelo el ancho de la cimentación con tiza o cal.

#### 4 • Construcción de cimientos

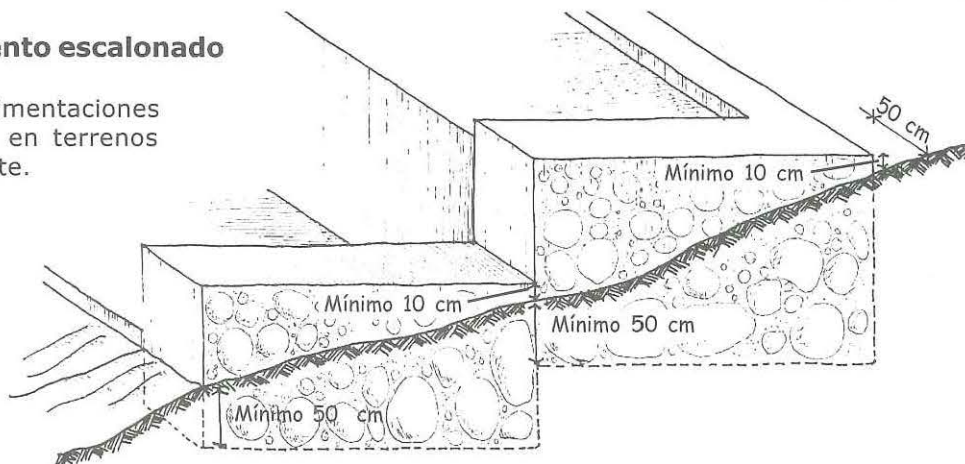
##### Cimiento corrido

En el siguiente dibujo puedes ver las dimensiones que debe tener el cimiento.



##### Cimiento escalonado

Construye cimentaciones escalonadas en terrenos con pendiente.



##### Recomendaciones

Los mejores suelos para cimentar son los suelos duros como la roca o grava. En estos suelos es difícil cavar con la pala y muchas veces tienes que utilizar el barreno. Los suelos de roca o grava están formados por piedras de diferentes tamaños y por arenas muy gruesas y muy compactas. Averigua cómo han funcionado los cimientos de las casas vecinas. Si las casas vecinas han sufrido asentamientos debes hacer cimientos más anchos y profundos que tus vecinos.

**Si nuestro suelo no es grava o roca  
¿Cómo podemos reconocer de que tipo es?**

Puedes hacer este ensayo simple.

**1** Excava un hueco de 1 metro de profundidad y retira una muestra de suelo.



**2** Coloca un poco de suelo en una botella transparente hasta llenar un tercio de la botella. Agrega otro tercio de agua y una cucharada de sal.



**3** Agita la botella con fuerza hasta que la mezcla quede uniforme.



**4** Deja reposar la mezcla por 24 horas.



**5** Mide las alturas de arena, arcilla y limo.

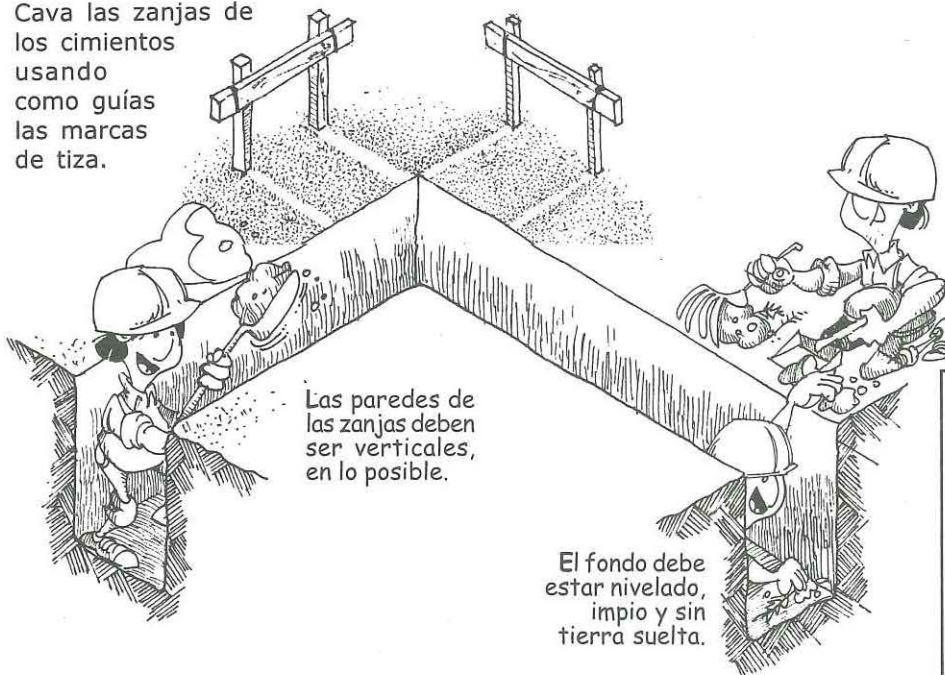



LIMO  
ARCILLA  
ARENA

Si más de la mitad es arena el suelo es **ARENOSO**  
Si más de la mitad es arcilla el suelo es **ARCILLOSO**

**Cavado de zanjas**

Cava las zanjas de los cimientos usando como guías las marcas de tiza.



Las paredes de las zanjas deben ser verticales, en lo posible.

El fondo debe estar nivelado, impio y sin tierra suelta.

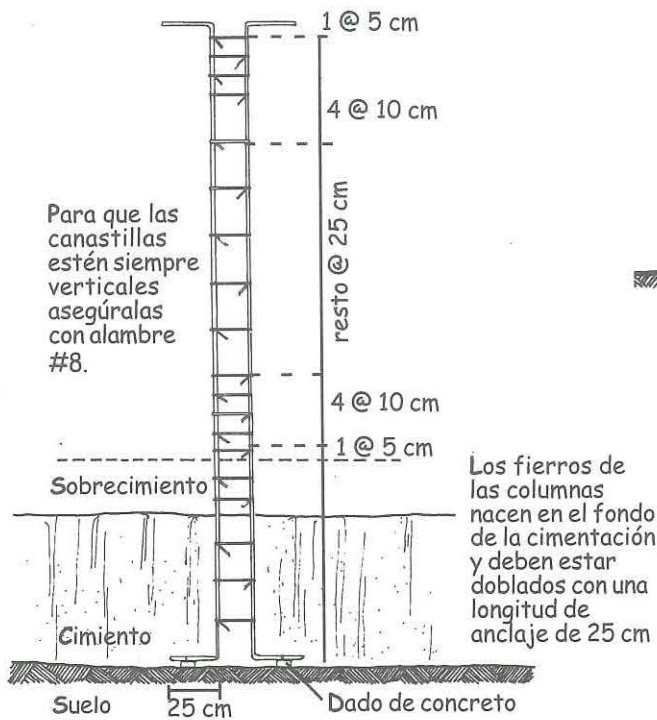
Las zanjas deben estar limpias y libres de todo componente orgánico que haya caído.

Si el terreno al fondo de la zanja es difícil de nivelar, puedes vaciar un solado de concreto pobre (1:10) para que el fondo de la zanja quede a nivel.

## Trabajos previos al vaciado del cemento

### Colocación de las armaduras de las columnas

Prepara las canastillas con las varillas de refuerzo para las columnas. Luego coloca las canastillas en el lugar donde va cada columna.



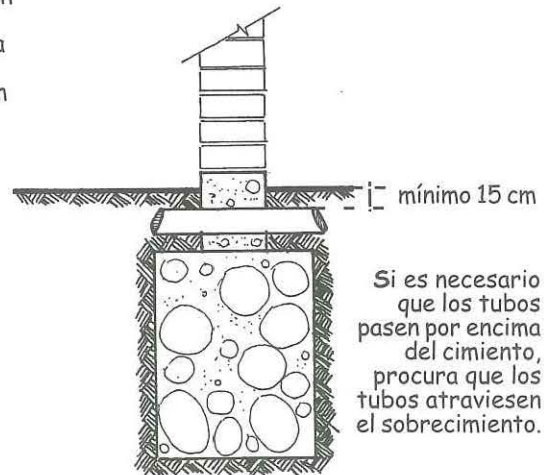
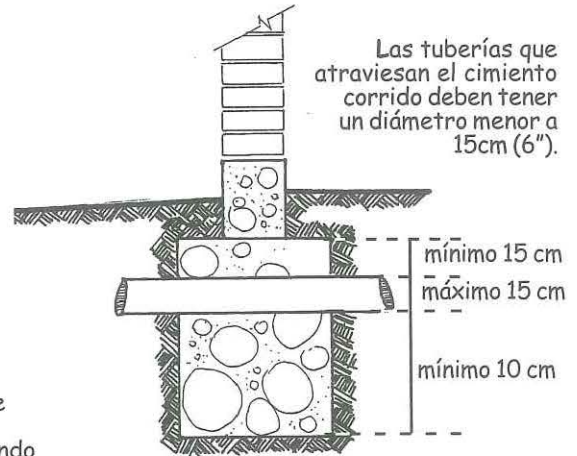
### Humedecimiento de zanjas

Humedece las zanjas antes de vaciar el concreto de la cimentación.



### Colocación de instalaciones

Deja listas las instalaciones sanitarias de tu vivienda antes de vaciar los cimientos. Las tuberías **nunca** deben pasar por ningún elemento de concreto armado como las columnas, vigas o viguetas de techo.



### Recomendaciones

Puedes formar los agujeros para el pase de las tuberías por la cimentación con tuberías de mayor diámetro. Antes de llenar la cimentación llena con arena las tuberías y tápalas provisionalmente.

¡Nunca hagas agujeros en la cimentación con bolsas de arena!

### Vaciado de cimientos

Es mejor que alquiles una mezcladora tipo trompo o tolva para mezclar el concreto. Esto te ayudará a controlar y ahorrar en tus materiales. Antes del vaciado selecciona a las personas que te ayudarán a mezclar y vaciar el concreto.

Con las carretillas o buguis vacía el concreto en la cimentación. A medida que avances con el vaciado echa en las zanjas las piedras de la cimentación.



#### Concreto para cimientos

Los cimientos son de concreto ciclópeo.



1 lata de cemento



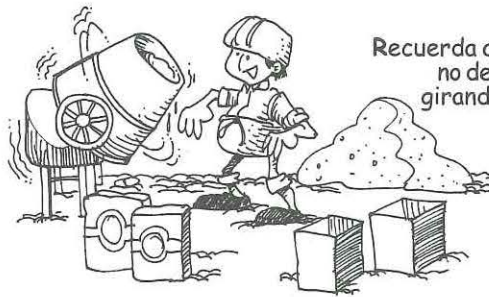
12 latas de hormigón



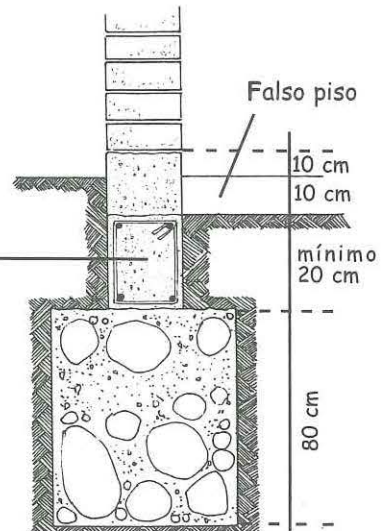
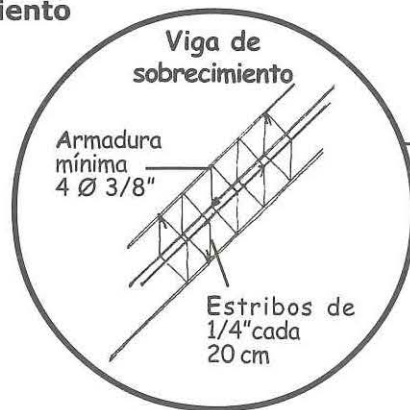
30% de piedra grande en volumen (tamaño máximo de 10")



1  $\frac{3}{4}$  de lata de agua (38 litros)



### Refuerzos de acero en sobrecimiento







### Concreto para sobrecimientos

Puedes mezclar a mano el concreto para los sobrecimientos. Limpia una zona plana para el mezclado, de preferencia sobre un suelo de concreto. Mezcla los materiales en seco y luego agrégalos agua. Si la mezcla es difícil para trabajar, puedes agregar un poco más de agua. Antes del vaciado humedece los encofrados con agua. Para llenar el concreto puedes utilizar latas o carretillas. Recuerda que en las zonas de columnas debes mejorar el concreto utilizando proporciones de materiales para concreto de columnas (página 29).





**Concreto para sobrecimientos en suelos firmes**

El sobrecimiento no necesita llevar fierro de refuerzo.

-  1 lata de cemento
-  10 latas de hormigón
-  25% de piedra mediana en volumen (tamaño máximo de 4" para muros de soga, y 6" para muros de cabeza)
-  1 1/2 lata de agua (32 litros)

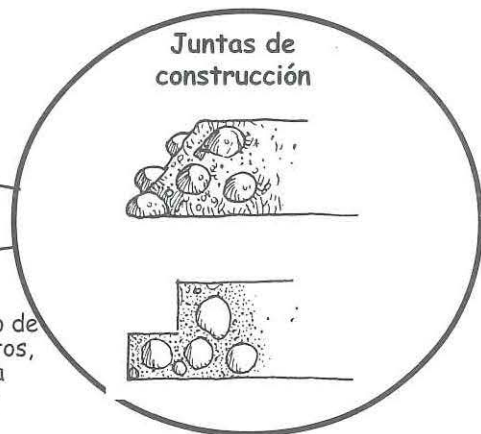
**Concreto para sobrecimientos en suelos no firmes (arena o arcilla)**

Construye un sobrecimiento armado para evitar los asentamientos y que los muros no se rajen.

-  1 lata de cemento
-  2 latas de arena
-  4 latas de piedra chancada de 1/2"
-  1 lata de agua (22 litros)

### El sobrecimiento

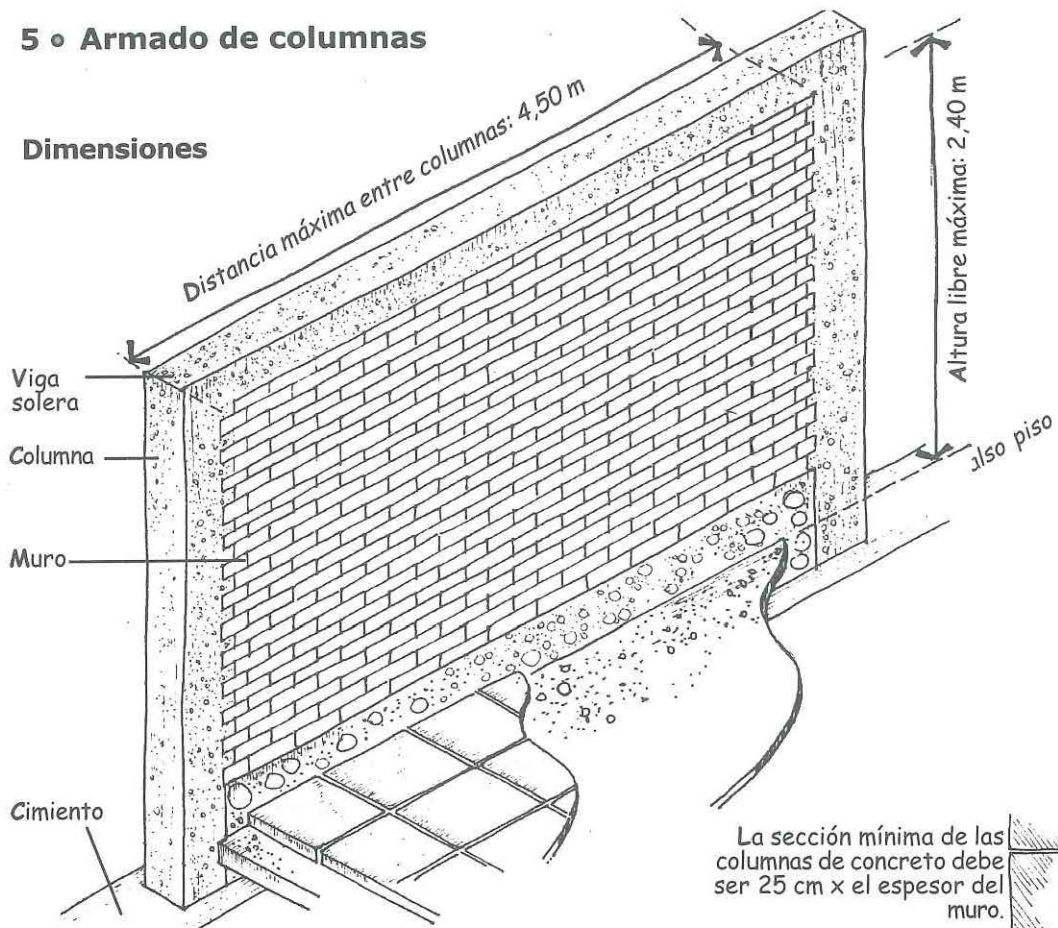
Quando termines de vaciar el sobrecimiento, raya la parte superior con un clavo para que los ladrillos de los muros peguen bien.



Si necesitas parar el vaciado de los cimientos o sobrecimientos, deja un diente o una junta diagonal con piedras que sobresalgan.

## 5 • Armado de columnas

### Dimensiones

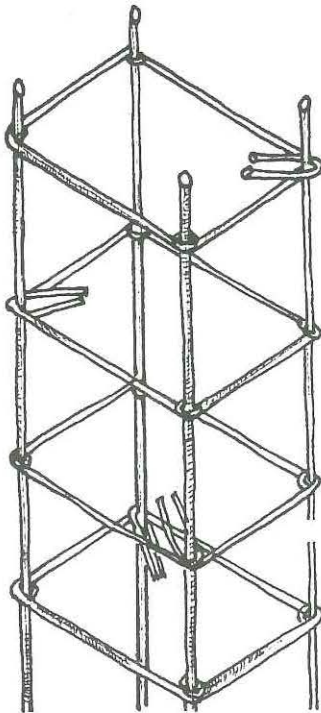


La sección mínima de las columnas de concreto debe ser 25 cm x el espesor del muro.



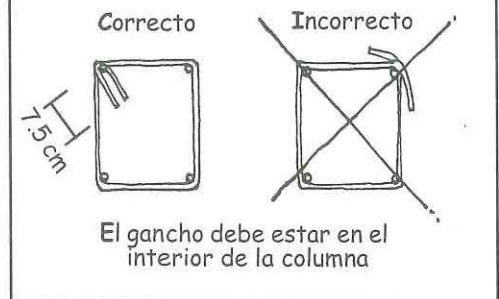
### La armadura

Las columnas llevan 4 aceros de 3/8" como mínimo. Los estribos de la columna son de 1/4" y deben colocarse con el siguiente espaciamiento: 1 @ 5 cm + 4 @ 10 cm + resto @ 25 cm, en cada extremo. Las distancias entre estribos se miden a partir del sobrecimiento hacia arriba y de la losa aligerada hacia abajo.



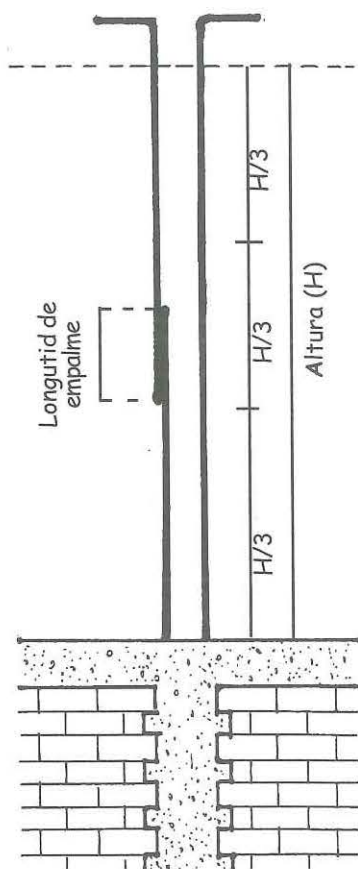
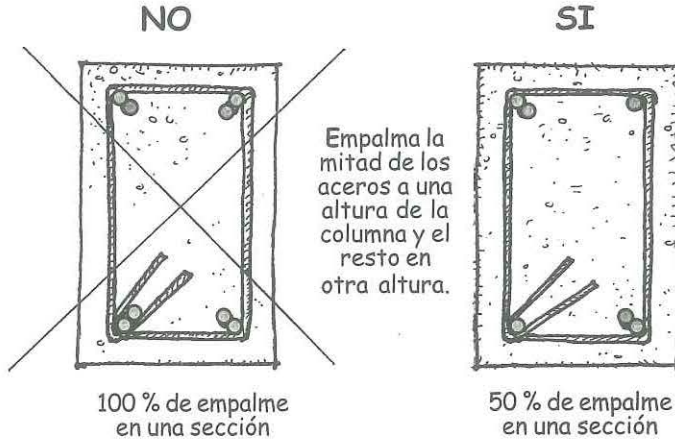
Trata de colocar el doblado de los estribos en forma alternada y no en la misma esquina de la columna.

### Doblado de estribos



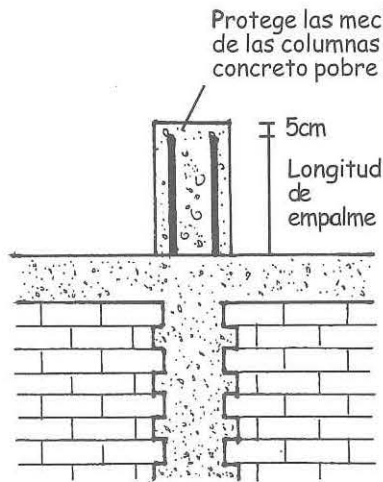
**Empalme de aceros de columnas**

Nunca traslapes 4 aceros en una misma sección porque esto debilita a la columna.



Empalma los aceros en el tercio central de la altura libre de la columna.

Acero	Longitud de empalme
3/8"	40 cm
1/2"	50 cm
5/8"	60 cm



En caso de construir solo el primer piso, debes dejar mechas para una futura construcción del segundo piso.

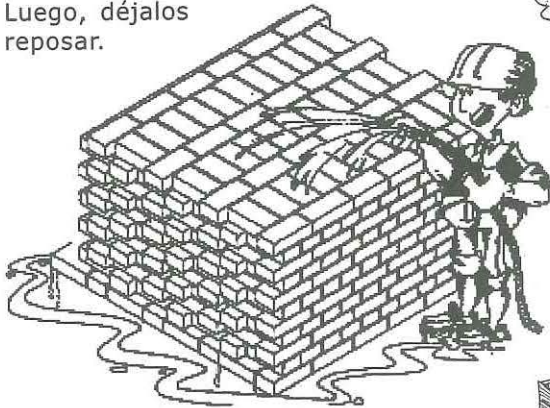
**Recomendación**

¡Nunca sueldes los aceros de refuerzo!

## 6 • Muros

### Preparación de los ladrillos

Un día antes de levantar los muros limpia los ladrillos y húmedécelos con agua durante 20 minutos. Luego, déjalos reposar.



### Primera hilada

Antes de construir la primera hilada de muro presenta los ladrillos sin mortero (emplantillado) para ver como van a ser los amarres de los ladrillos.



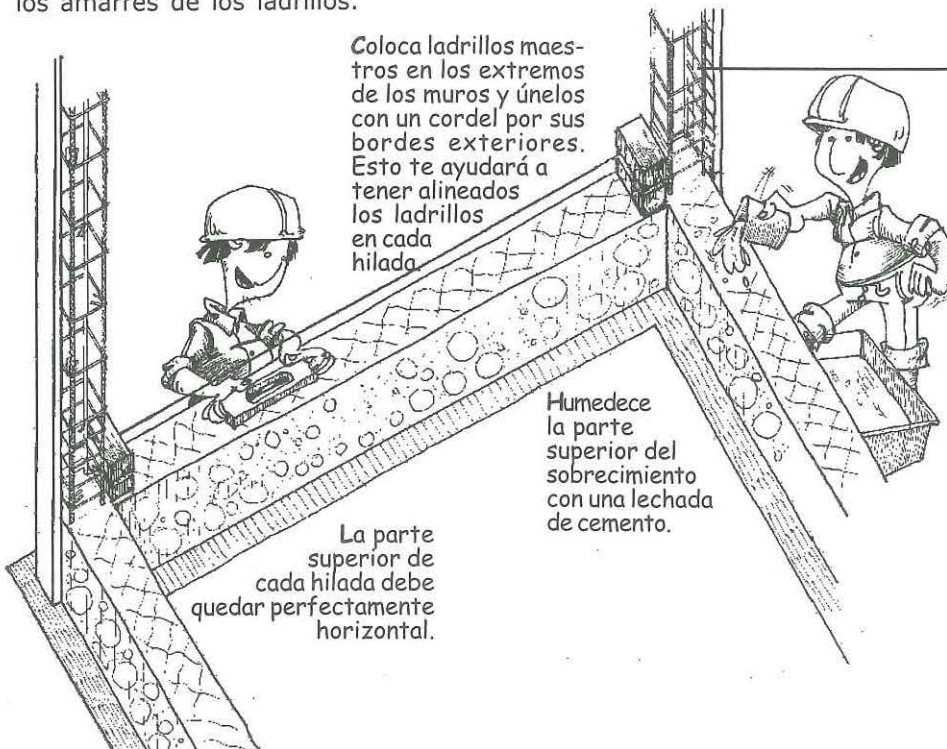
Primero mezcla el cemento y la arena en seco.



Luego agrégales agua conforme vayas avanzando con la construcción de los muros.

### El mortero

Para preparar el mortero utiliza 1 lata de cemento por cada 5 latas de arena gruesa de río limpia.



Coloca ladrillos maestros en los extremos de los muros y únelos con un cordel por sus bordes exteriores. Esto te ayudará a tener alineados los ladrillos en cada hilada.

La parte superior de cada hilada debe quedar perfectamente horizontal.

Humedece la parte superior del sobrecimiento con una lechada de cemento.

### Escantillón

Regla de madera

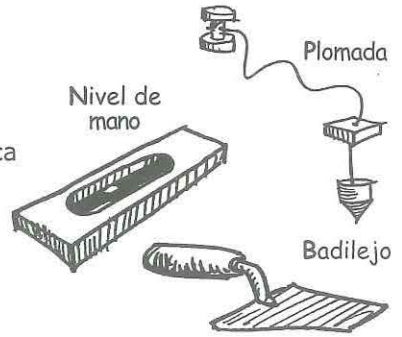
Coloca escantillones para controlar el espesor de la junta horizontal.

### Recomendaciones

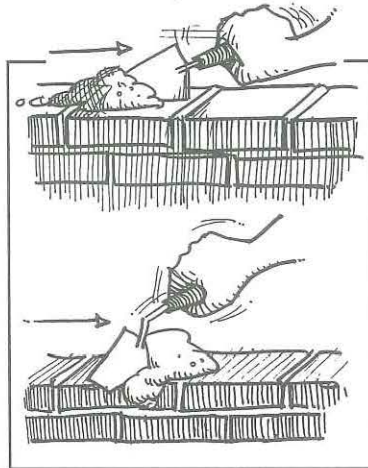
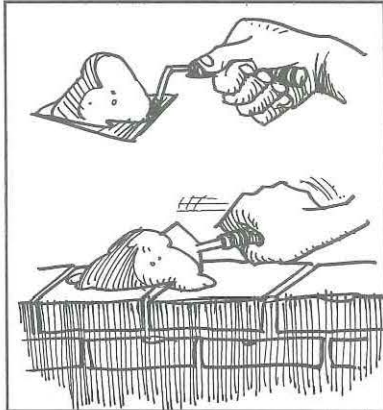
Siempre usa mortero recién hecho. No uses mortero que se este poniendo duro.

### Construcción del muro

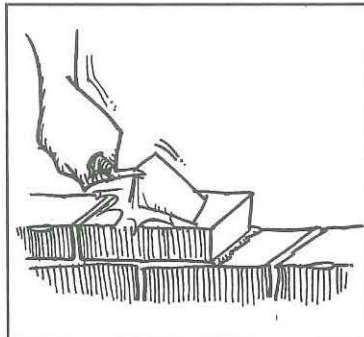
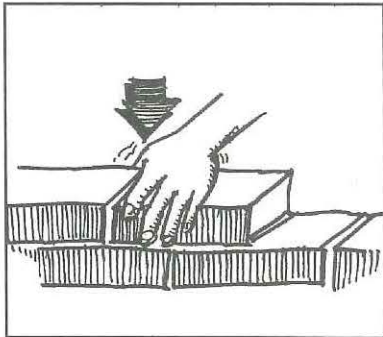
Para la construcción de la primera hilada coge mezcla de la batea con el badilejo y espárcela sobre el sobrecimiento. Coloca los ladrillos sobre la mezcla que has echado y verifica que el borde de los ladrillos rocen el cordel que une a los ladrillos maestros. Para la construcción de las hiladas superiores coloca mezcla sobre la hilada inferior y llena también las juntas verticales.



### Colocación del mortero

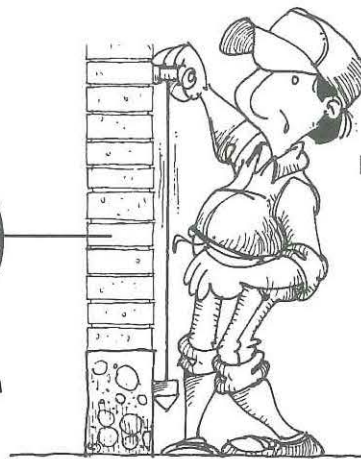
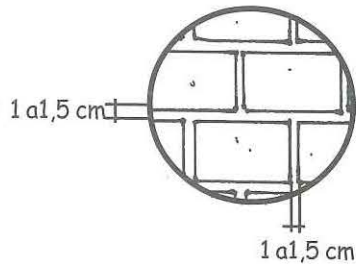


### Colocación de los ladrillos



### Juntas horizontales y verticales

Las juntas horizontales y verticales de los muros de albañilería deben tener un espesor uniforme de 1 a 1,5 cm.

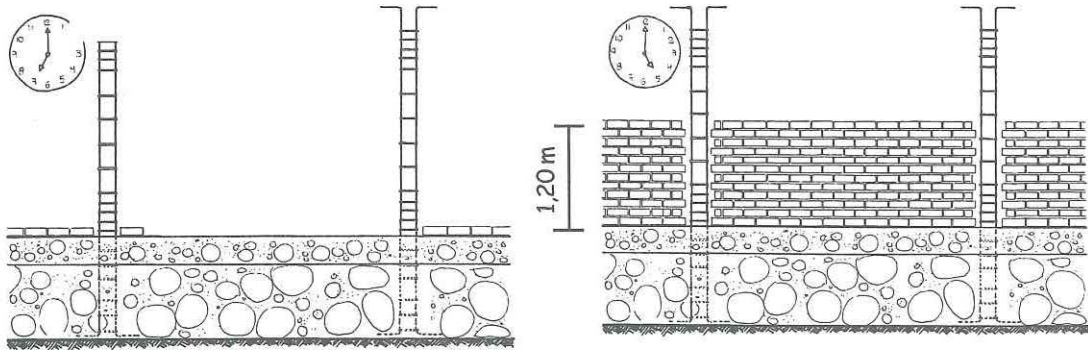


### Control de nivel

Verifica en cada hilera la verticalidad del muro con la plomada.

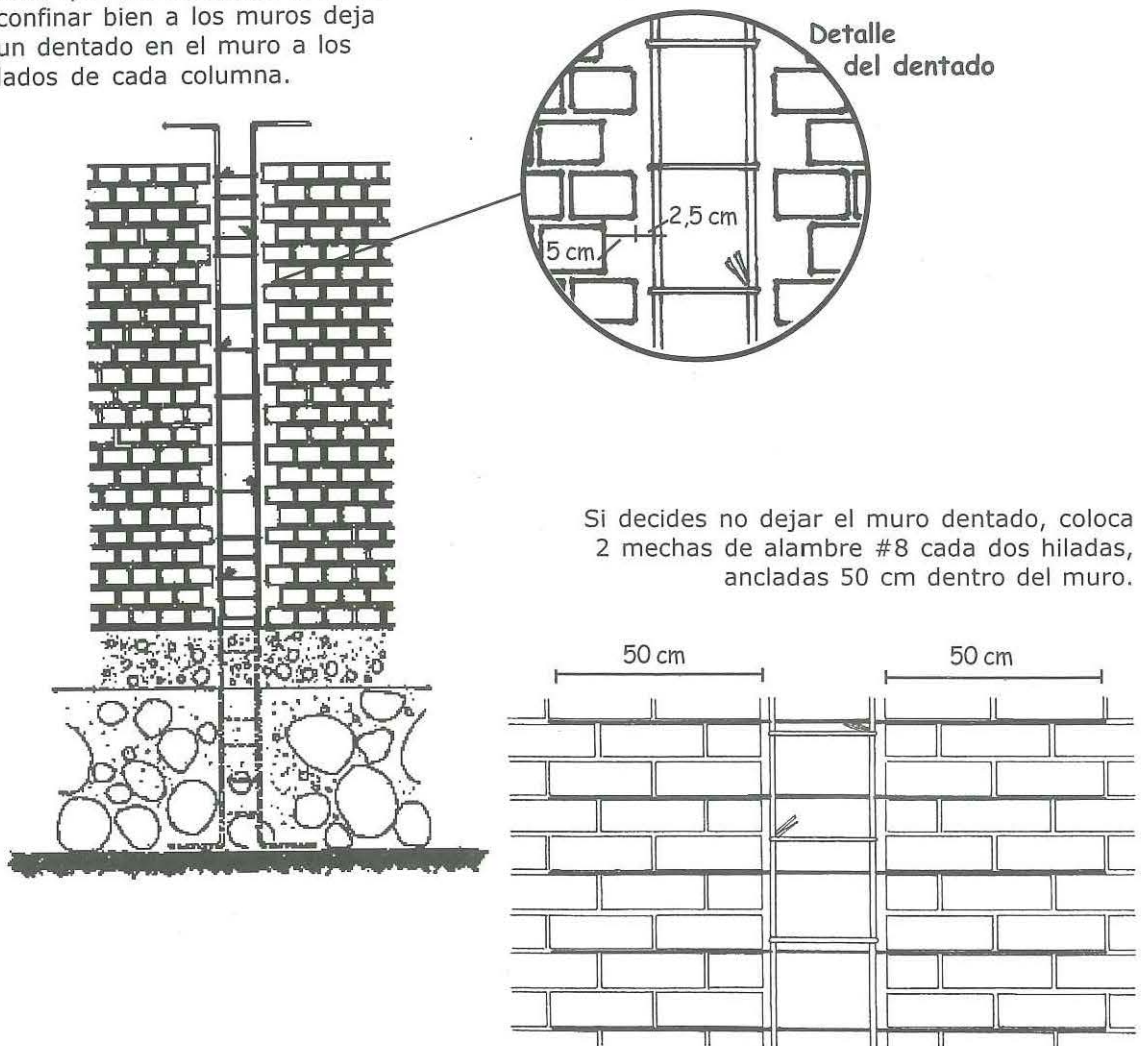
### Avance por día

No construyas más de 1,20m de altura de muro en una jornada de trabajo.  
Si asientas una altura mayor, el muro se puede caer ya que todavía la mezcla está fresca.



### Unión columna-muro

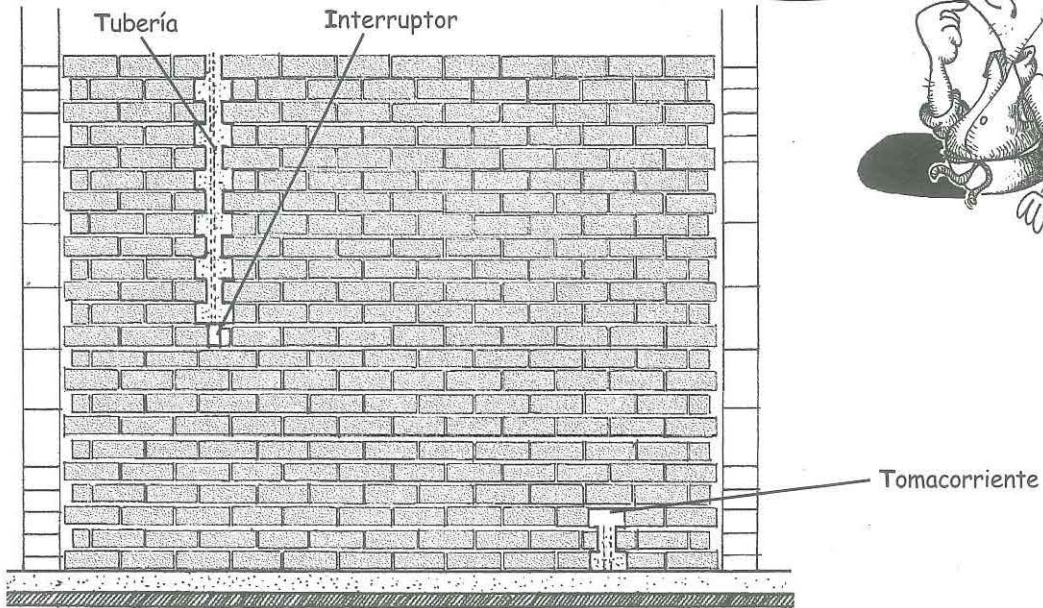
Para que las columnas puedan confinar bien a los muros deja un dentado en el muro a los lados de cada columna.



Si decides no dejar el muro dentado, coloca 2 mechas de alambre #8 cada dos hiladas, ancladas 50 cm dentro del muro.

### Instalaciones eléctricas en los muros

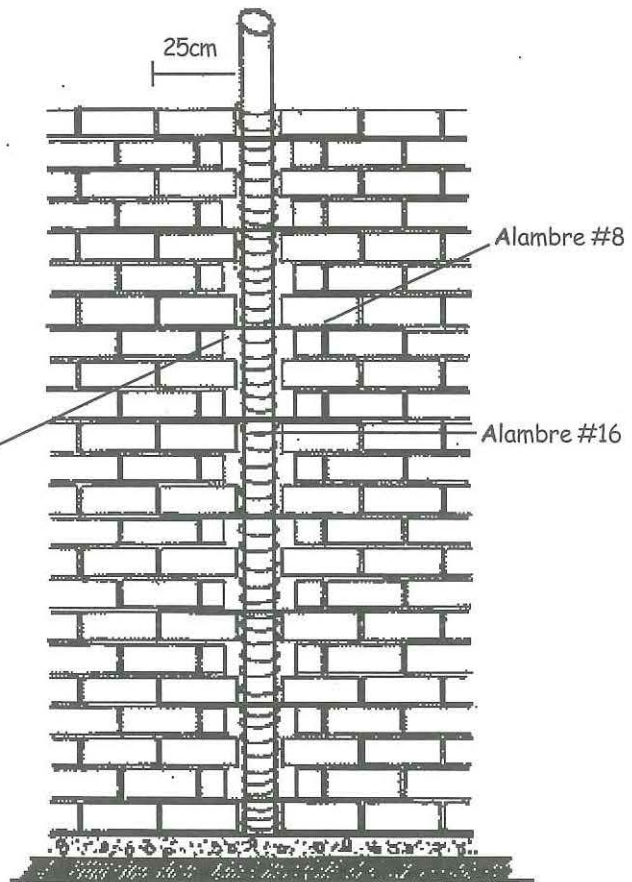
Empotra las tuberías de las instalaciones eléctricas en falsas columnas llenadas con concreto 1:6 entre muros dentados y sin acero..



### Montantes de desagüe y ventilación

Empotra las montantes de desagüe y ventilación en falsas columnas entre muros dentados. Coloca alambre #8 cada tres hiladas y envuelve las tuberías con alambre #16.

Rellena las falsas columnas con concreto fluido 1:6

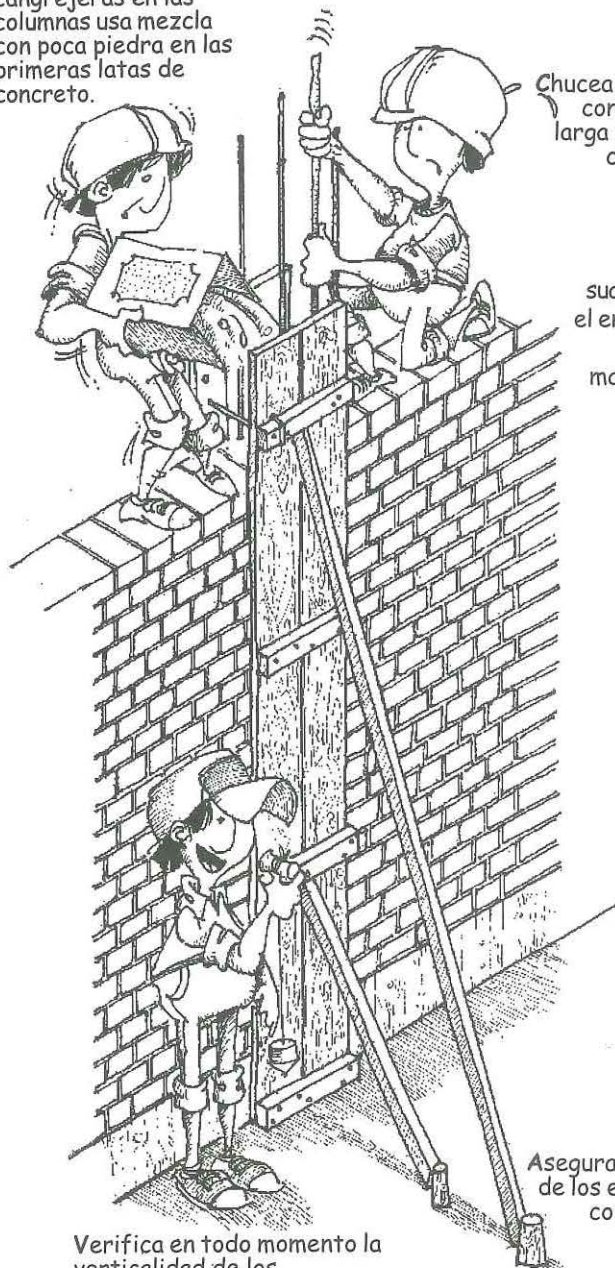


## 7 • Llenado de columnas

### Encofrado y llenado

Encofra las columnas después de construir los muros. Es mejor que utilices una mezcladora tipo trompo para mezclar el concreto de columnas. Utiliza latas para llevar la mezcla desde el trompo hasta la parte superior de los encofrados. Vacía el concreto dentro de los encofrados con cuidado.

Para evitar cangrejas en las columnas usa mezcla con poca piedra en las primeras latas de concreto.



Chucea el concreto con una varilla larga para evitar cangrejas.

Golpea suavemente el encofrado con un martillo de goma.

Asegura las tablas de los encofrados con puntales.

Verifica en todo momento la verticalidad de los encofrados con la plomada.

#### Concreto para columnas



1 lata de cemento



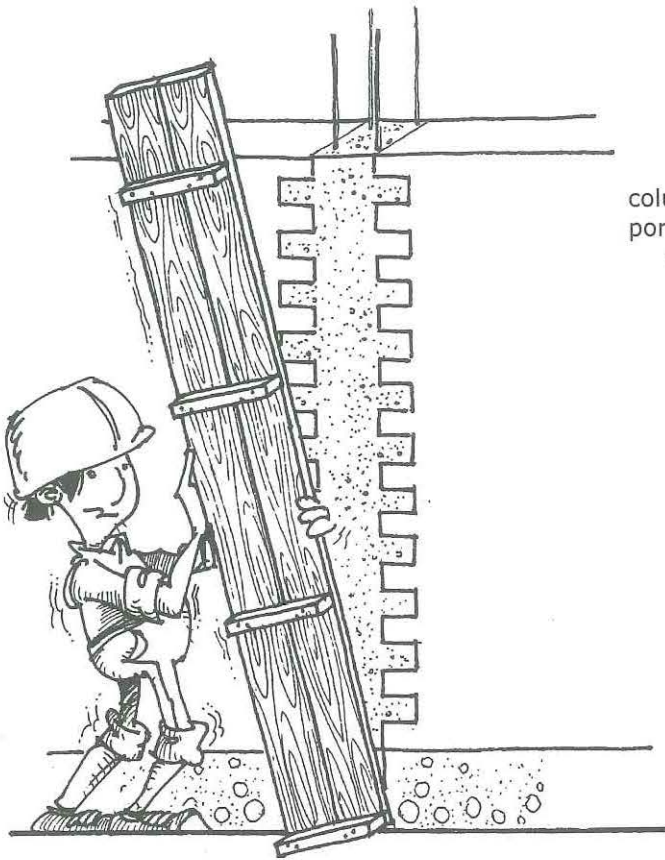
1 lata de arena gruesa



1 lata de piedra chancada de 1/2"



1 lata de agua (22 litros)



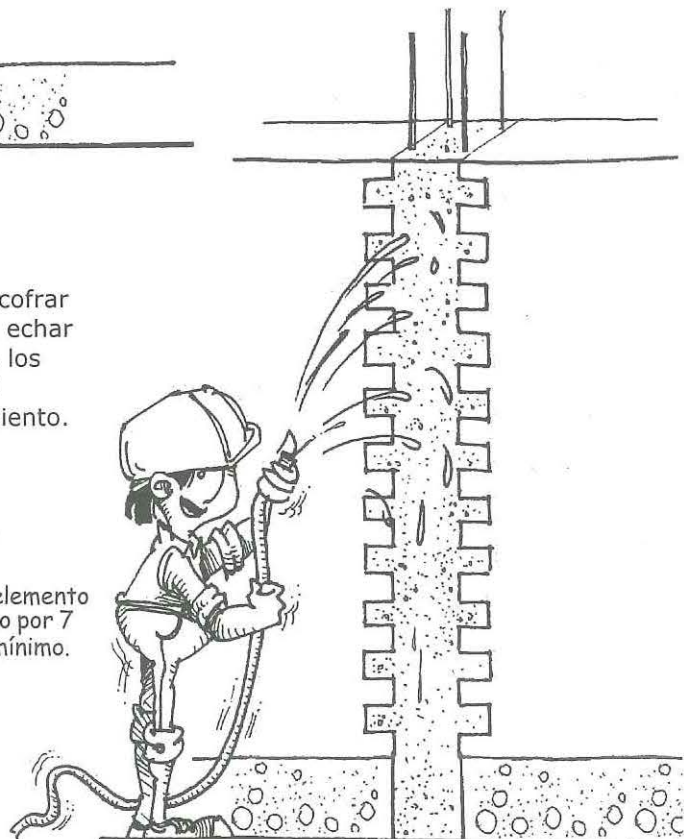
**Desencofrado**

Después de vaciar el concreto en las columnas deja los encofrados en su lugar por 24 horas. Luego retira los encofrados cuidadosamente y vuévelos a usar en otras columnas.

**Curado**

Cura el concreto después de desencofrar las columnas. El curado consiste en echar agua, por lo menos 3 veces al día a los elementos de concreto, para que el cemento tenga un mejor endurecimiento.

Cura cada elemento de concreto por 7 días como mínimo.



**Recomendaciones**

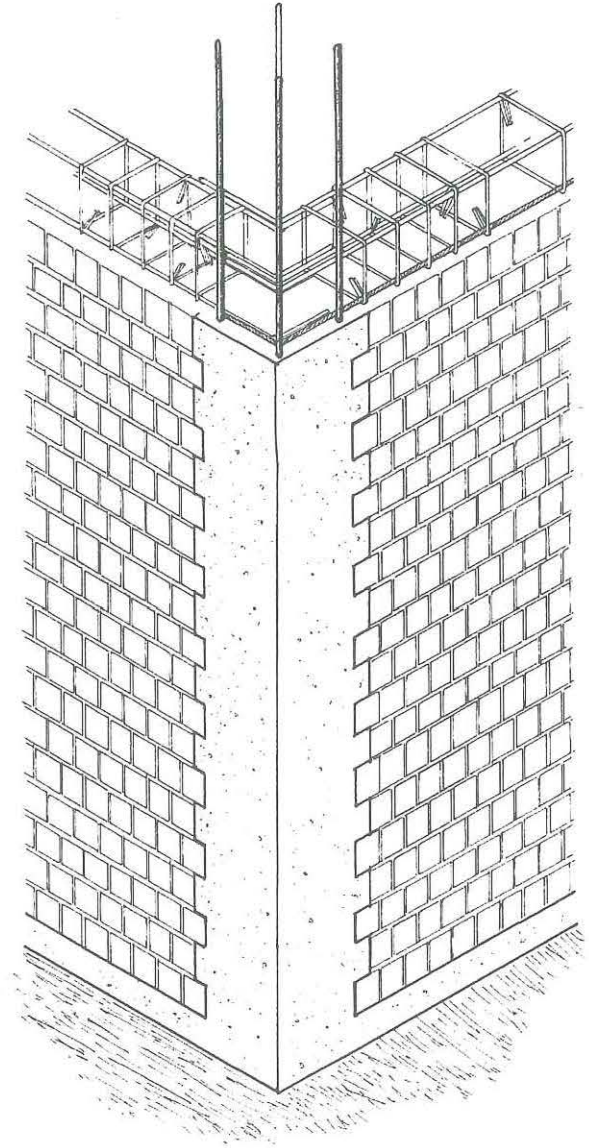
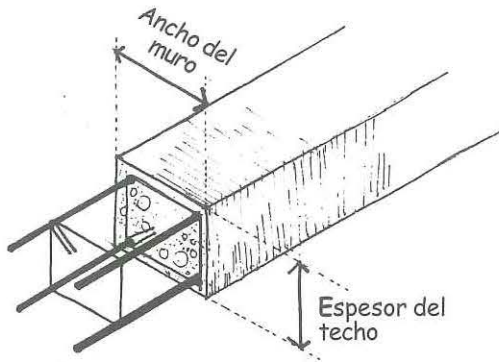
Si una columna tiene gran cantidad de cangrejas, pícala inmediatamente, limpia bien los aceros, encofra la columna y luego vacía nuevamente el concreto.

## 8 • Vigas de confinamiento

Todas las vigas de tu vivienda son importantes, pues ayudan a confinar los muros. Las **vigas soleras** son las que van por encima de los muros.

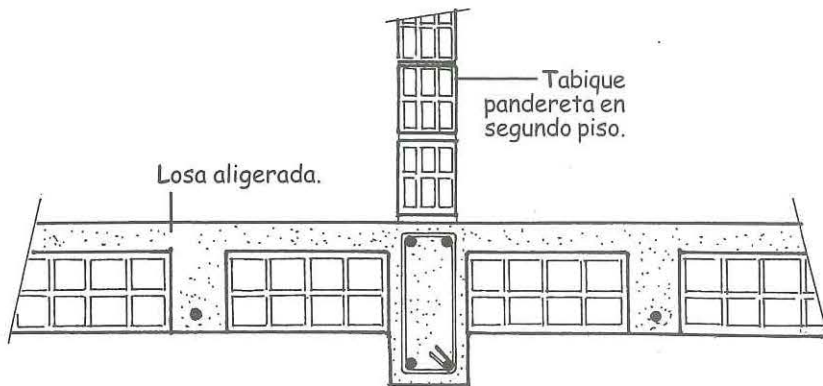
### Refuerzo mínimo

El refuerzo mínimo de todas las vigas es:  
 Armadura principal 4 aceros de  $\frac{3}{8}$ "  
 Estribos de  $\frac{1}{4}$ " espaciados 1 a 5 cm, 4 a 10 cm y el resto a 25 cm en cada extremo.



### Vigas peraltadas

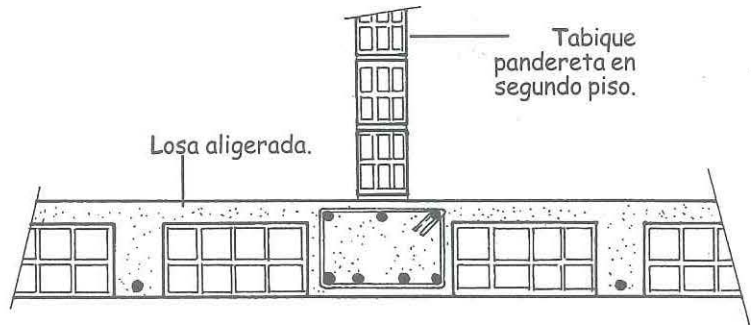
Las vigas peraltadas sirven para resistir los pesos de tabiques y transmitirlos a las columnas y muros. El peralte de estas vigas es mayor que el espesor de las losas.



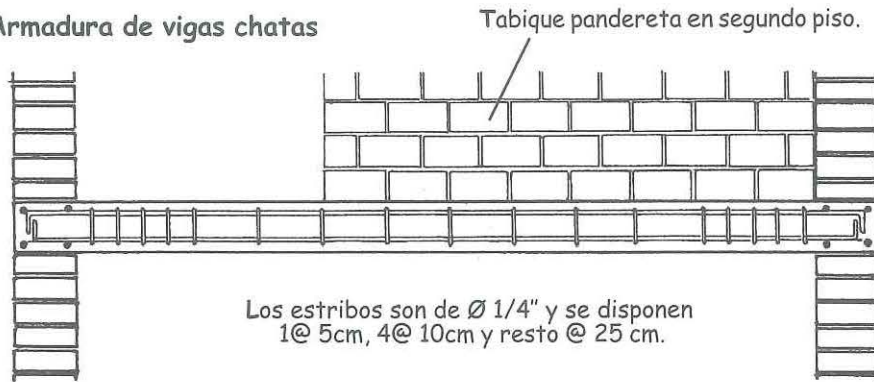
El peralte mínimo de estas vigas es la luz libre dividida entre 14. Muchas veces las vigas peraltadas no tienen un muro debajo.

### Vigas chatas

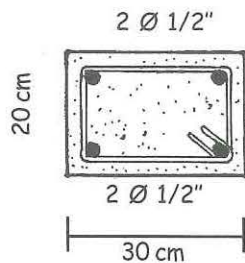
Las vigas chatas van dentro de las losas y ayudan a transmitir el peso de los tabiques a las columnas y muros. Es mejor no tener vigas chatas de longitud mayor a 4m.



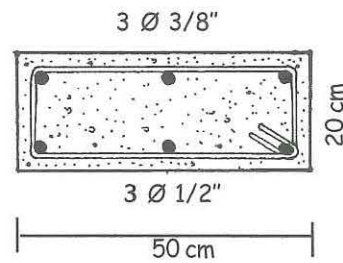
### Armadura de vigas chatas



#### Armadura para luces de hasta 3m Sección mínima de viga

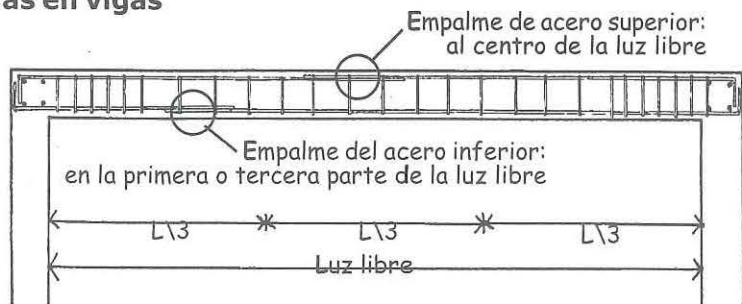


#### Armadura para luces de hasta 4m Sección mínima de viga



### Empalme de armaduras en vigas

Ten cuidado al empalmar los aceros de las vigas. Los aceros superiores (negativos) deben empalmarse en el centro de la luz de la viga. Los aceros inferiores (positivos) deben empalmarse cerca de los extremos de la viga.



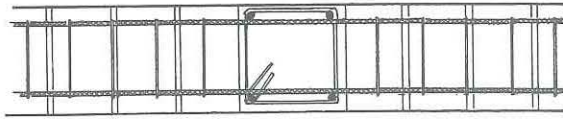
#### Recomendaciones

Los estribos se miden a partir de la cara interna del muro.

El refuerzo de las vigas peraltadas y chatas deben tener un recubrimiento de concreto de 3 cm.

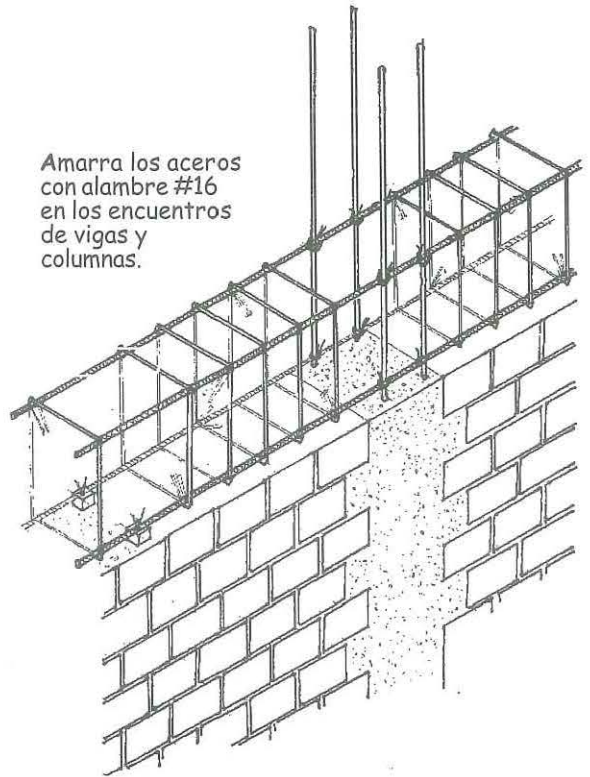
### Unión viga y columna

Coloca cuidadosamente las armaduras en las uniones de vigas y columnas. Cuando llenes concreto en estas partes, chucea bien el concreto para que no queden cangrejeras.

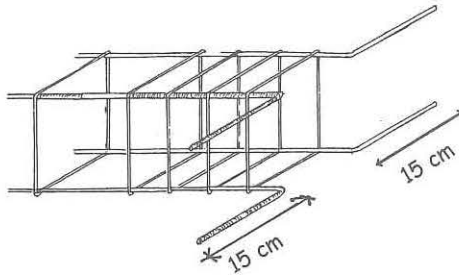


Detalle en planta

Amarra los aceros con alambre #16 en los encuentros de vigas y columnas.



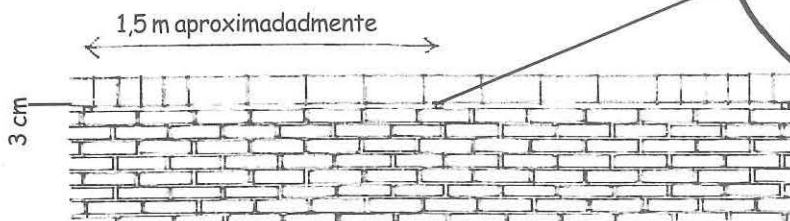
En caso de que la viga no continúe, dobla el fierro en forma horizontal.



El doblado del acero de refuerzo de las vigas debe tener una longitud de 15 cm.

### Separadores de vigas

Para mantener los aceros de las vigas en posición horizontal coloca debajo de ellos cubos de mortero de 3cm de lado.

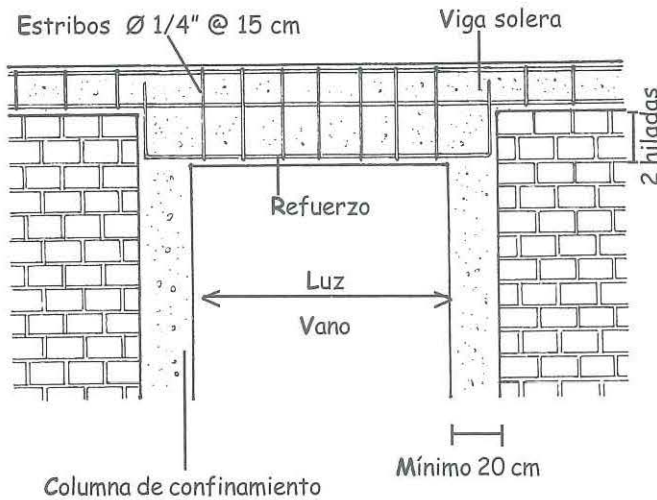


### Dinteles incorporados a la viga

Los vanos de puertas y ventanas deben llegar hasta las vigas soleras. Te presentamos tres formas de hacer los vanos.

#### Opción 1 (la más recomendable)

Viga con mayor peralte y columna de confinamiento.

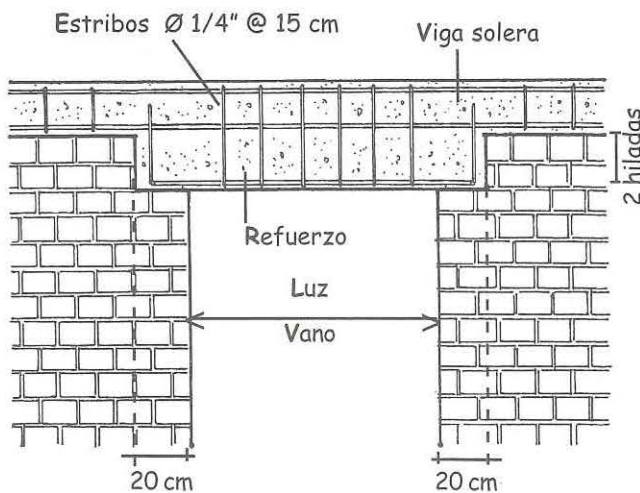


#### Para vigas con mayor peralte

Luz	Refuerzo
0,80 m a 1,50 m	2 Ø 3/8"
1,50 m a 2 m	2 Ø 1/2"

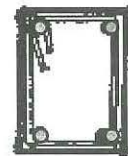
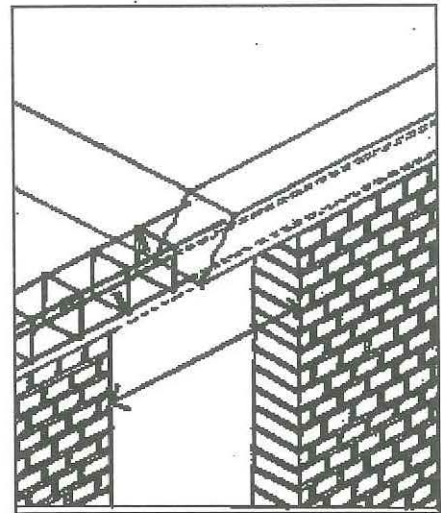
#### Opción 2

Viga con mayor peralte sin columna de confinamiento.



#### Opción 3

Vano que llega hasta el fondo de la viga.



Si la luz del vano es menor a 1,5m no necesitas colocar refuerzo adicional a la viga solera.

#### Viga con refuerzo



2 Ø 1/2" adicionales

Si la luz del vano es mayor a 1,5m coloca 2 aceros de 1/2" adicionales al refuerzo inferior de la viga solera.

### Montaje de armaduras de vigas

Coloca las armaduras de las vigas sobre los muros después de desencofrar las columnas.

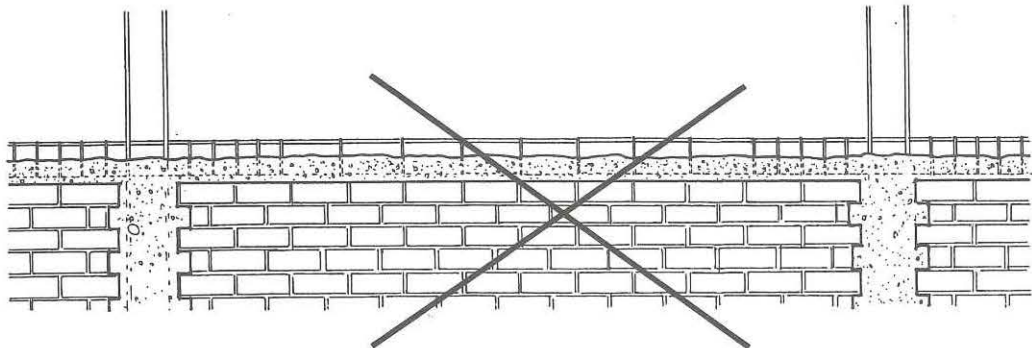
### Llenado de vigas

Las vigas (soleras, peraltadas y chatas) se llenan al mismo tiempo que las losas.



**Concreto para vigas y losas**

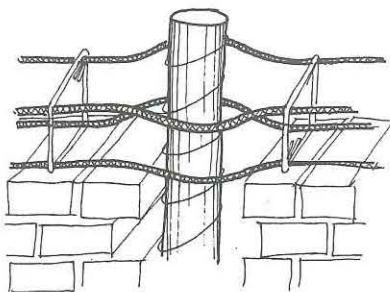
-  1 lata de cemento
-  2 latas de arena
-  4 latas de piedra chancada de 1/2"
-  1 lata de agua (22 litros)



### Instalaciones en vigas

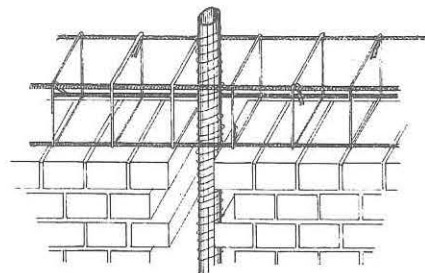
**Nunca** dobles los aceros de las vigas para dejar pasar los montantes de desagüe.

**NO**



Acero doblado

**SI**



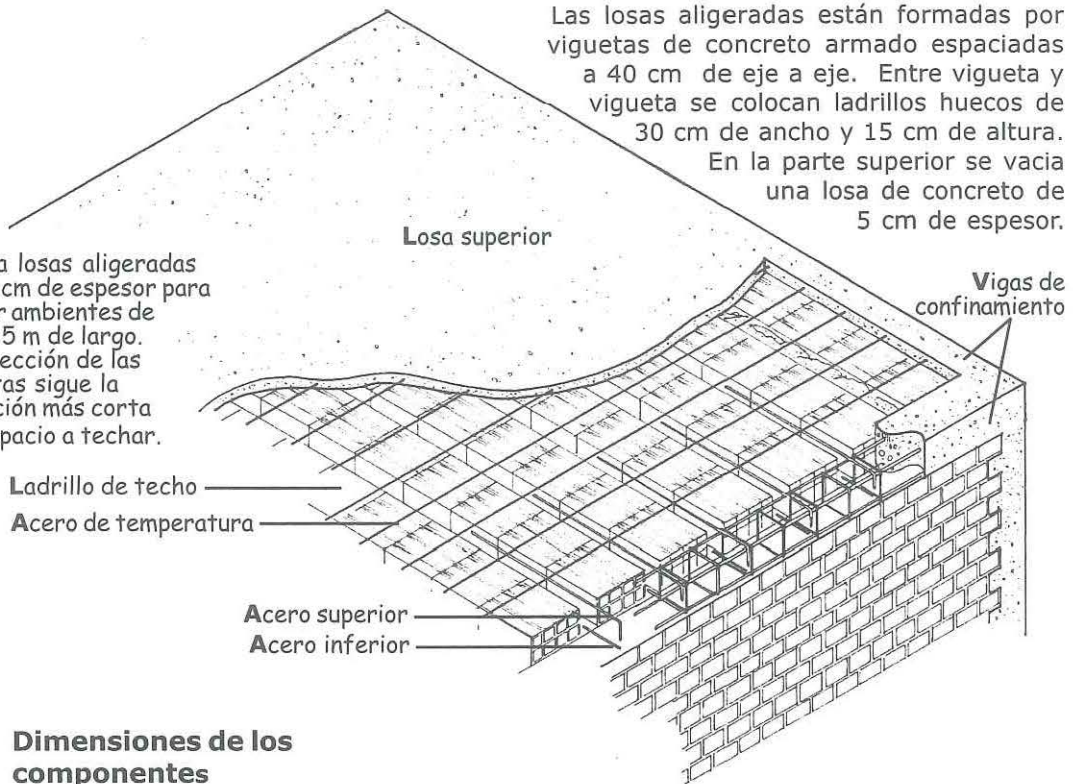
Acero horizontal

## 9 • Losa aligerada

### Componentes de la losa

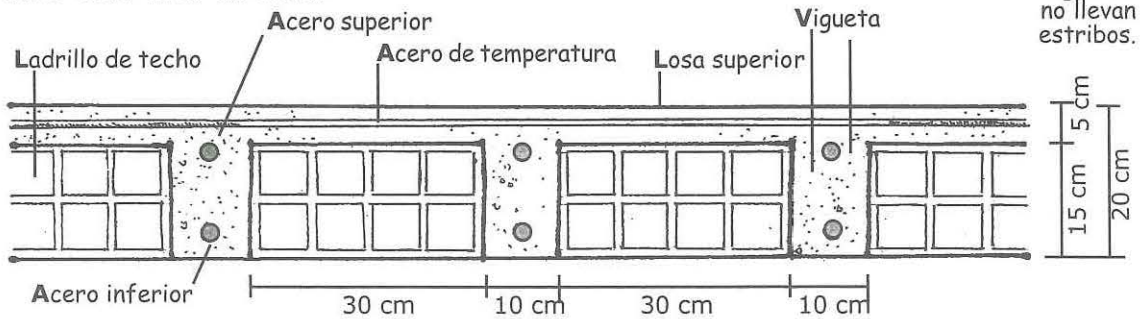
Las losas aligeradas están formadas por viguetas de concreto armado espaciadas a 40 cm de eje a eje. Entre vigueta y vigueta se colocan ladrillos huecos de 30 cm de ancho y 15 cm de altura. En la parte superior se vacía una losa de concreto de 5 cm de espesor.

Utiliza losas aligeradas de 20 cm de espesor para techar ambientes de hasta 5 m de largo. La dirección de las viguetas sigue la dirección más corta del espacio a techar.



### Dimensiones de los componentes

Los ladrillos de techo deben estar perfectamente alineados y la losa debe estar bien nivelada.

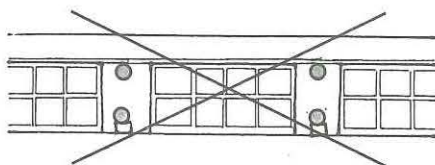


### Acero de temperatura

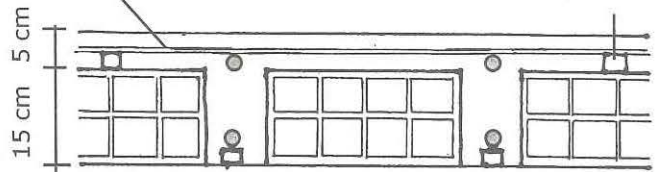
Para evitar que la losa superior se agriete debido a efectos de temperatura, se colocan varillas de 1/4" cada 25 cm, perpendicularmente a las viguetas.

El acero de temperatura se coloca en el centro de la losa superior.

Construye cubos de mortero de 2,5 cm de lado y úsalos como apoyos para el acero de las viguetas.

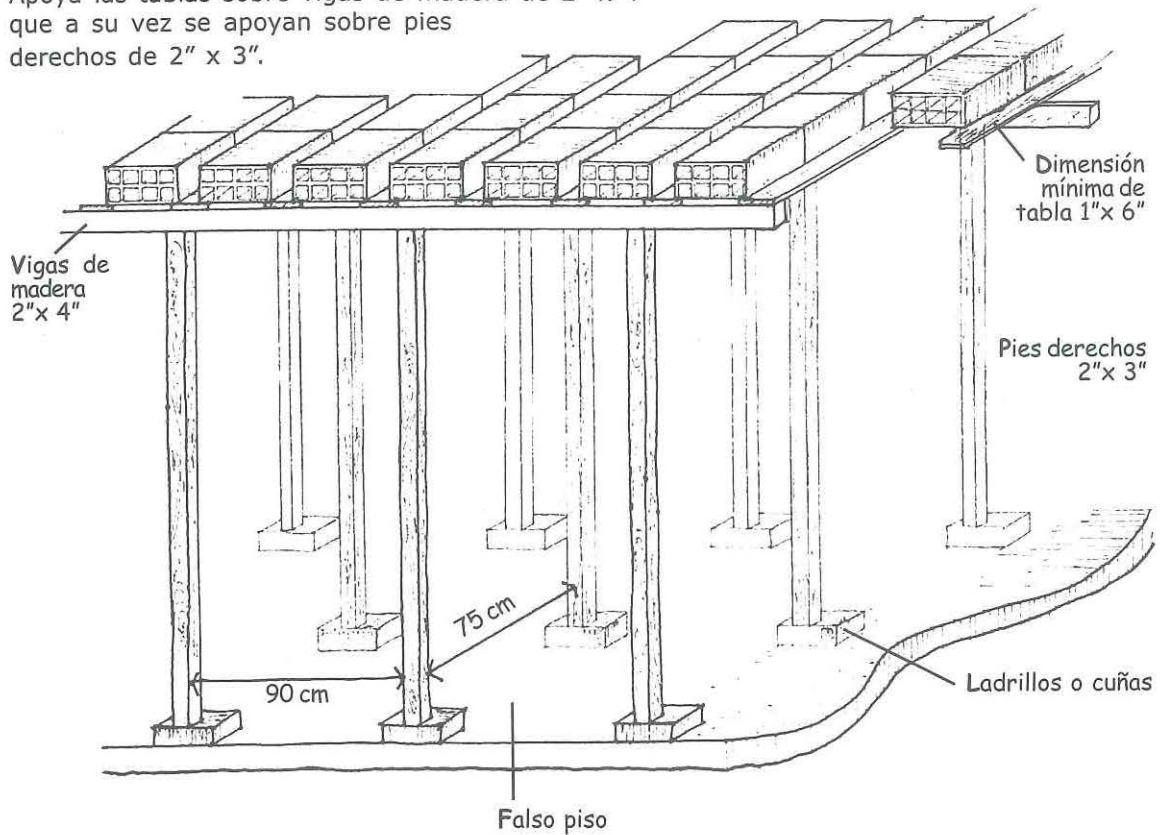


NO! El acero de temperatura no debe estar en contacto con el ladrillo de techo.



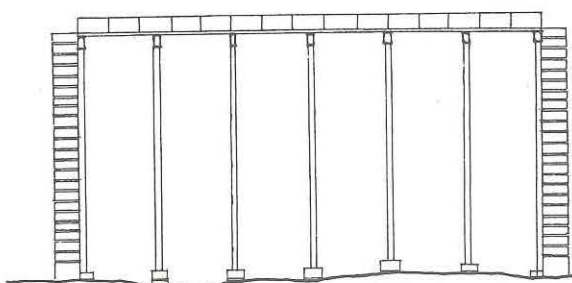
### Encofrado para losa

Construye el encofrado para la losa con tablas de por lo menos 1" de espesor para los fondos de las viguetas. Apoya las tablas sobre vigas de madera de 2" x 4" que a su vez se apoyan sobre pies derechos de 2" x 3".

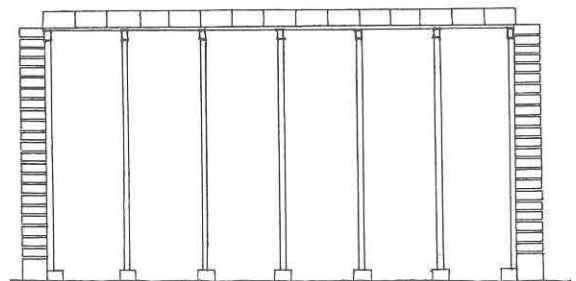


**NO**

**SI**



Nunca apoyes el encofrado de la losa aligerada sobre suelo sin compactar.



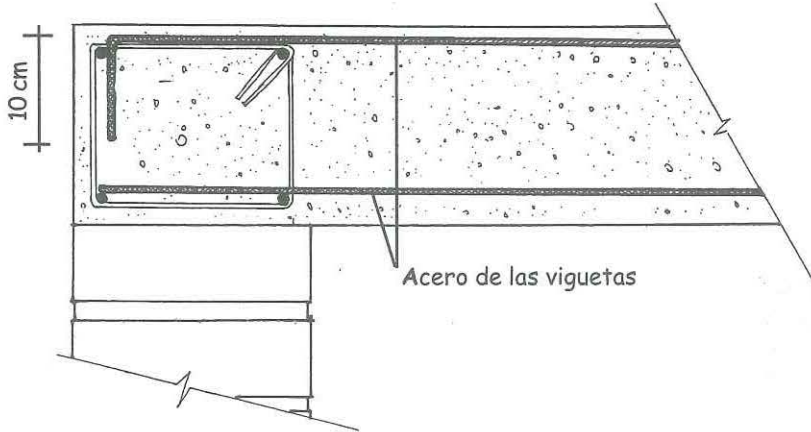
Es recomendable que el falso piso se construya antes de colocar el encofrado para la losa. Si no hay falso piso el suelo debe estar muy bien compactado y nivelado.

#### Recomendaciones

Nunca utilices como encofrados materiales inadecuados como bolsas de cemento, ladrillos o cartones. Si lo haces, entonces los elementos de concreto resultarán deformados.

### Unión entre viga de confinamiento y acero de viguetas

Amarra el acero superior (negativo) de las viguetas al refuerzo de las vigas de confinamiento con alambre # 16.



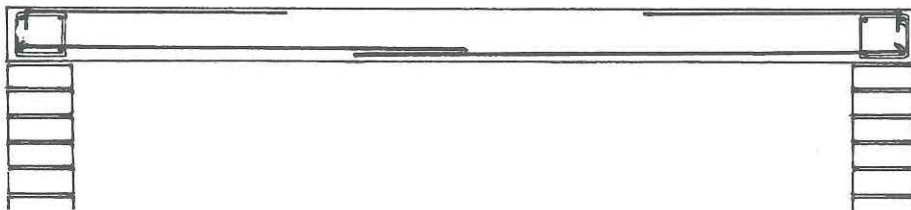
### Empalmes del refuerzo de viguetas

Si necesitas empalmar el acero inferior (positivo) de las viguetas, haz los empalmes en los tercios extremos de la luz libre.

Acero	Longitud de empalme
3/8"	40 cm
1/2"	50 cm
5/8"	60 cm

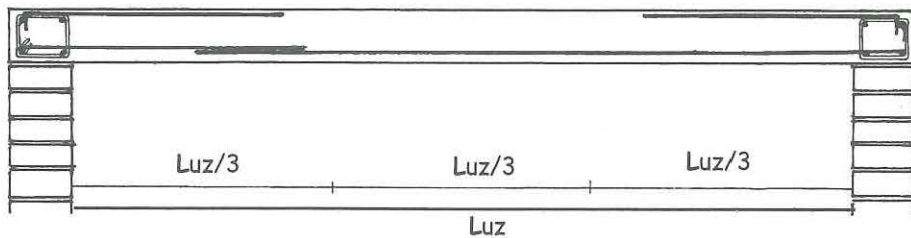
**NO**

Nunca empalmes el acero inferior en el centro de las viguetas.

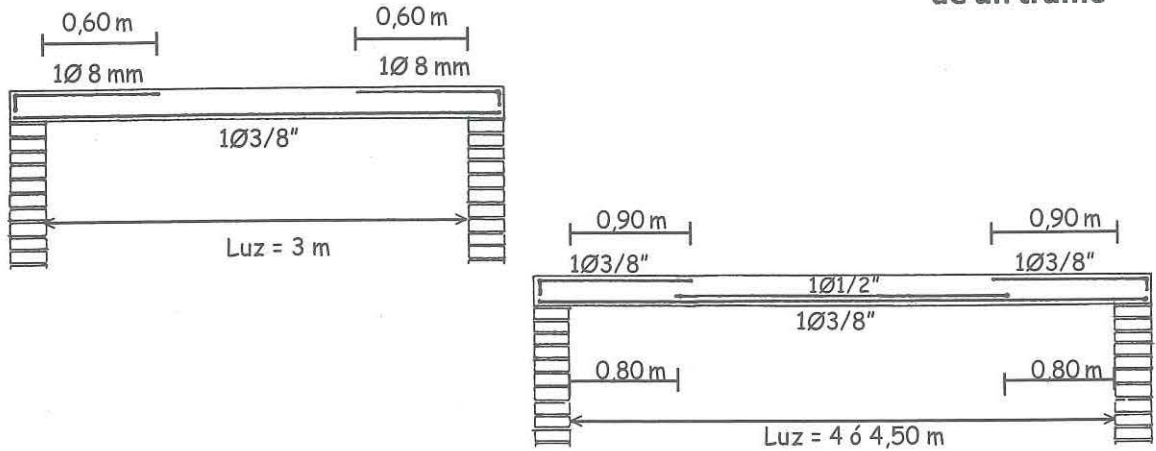


**SI**

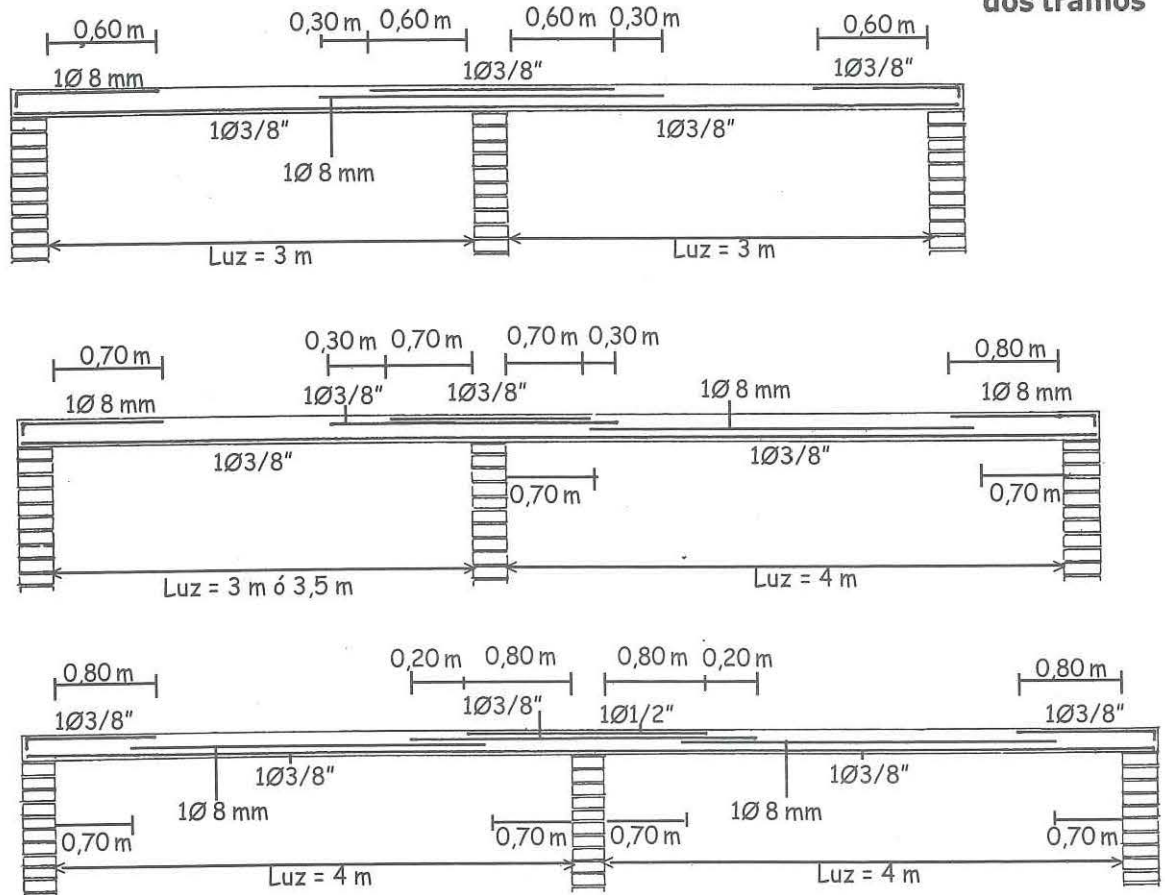
Empalma el acero inferior en los tercios de los extremos.



**Acero de refuerzo necesario para cada vigueta en losas aligeradas de un tramo**



**Acero de refuerzo necesario para cada vigueta en losas aligeradas de dos tramos**



**Recomendaciones**

Consulta a un ingeniero si necesitas construir losas aligeradas más grandes que las mostradas en los gráficos anteriores. Las losas aligeradas de grandes luces deben estar diseñadas correctamente para asegurar su resistencia y seguridad.

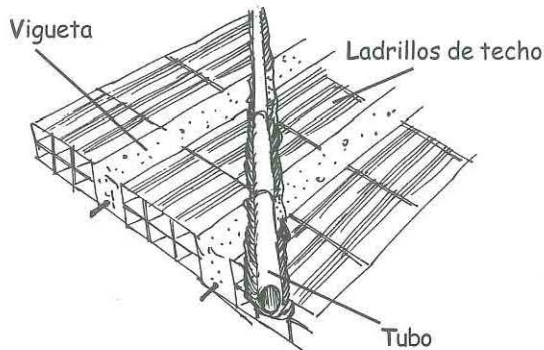
### Tuberías en losa aligerada

Las tuberías de agua y desagüe no deben interrumpir el recorrido de las viguetas de la losa aligerada. Trata de que el recorrido de las tuberías sea paralelo al alineamiento de los ladrillos de techo.

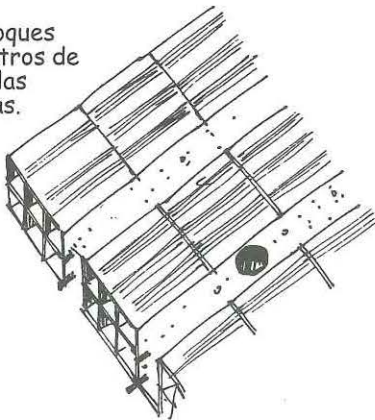
**NO**

Disposición incorrecta de las tuberías

Las tuberías no deben cortar las viguetas de techo.

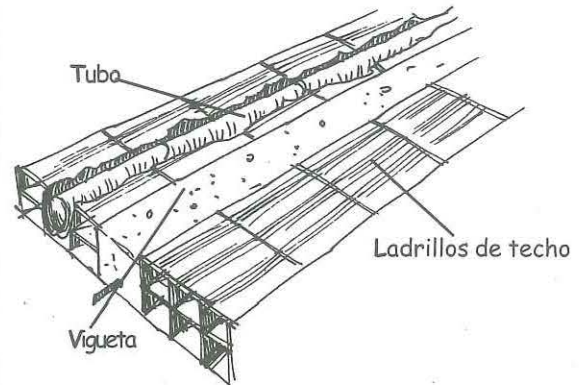


No coloques los centros de luz en las viguetas.

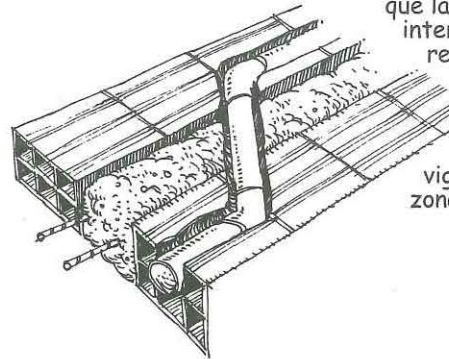


**SI**

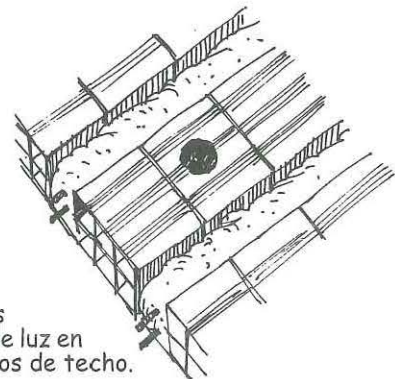
Disposición correcta de las tuberías



Si no puedes evitar que las tuberías interrumpian el recorrido de algunas viguetas, coloca doble vigüeta en la zona de cruce.



Coloca los centros de luz en los ladrillos de techo.

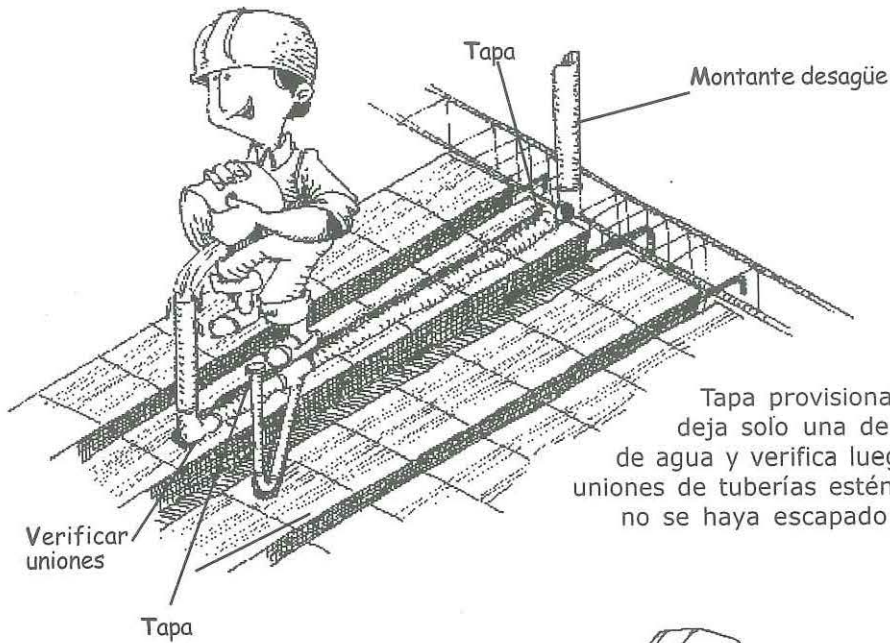


#### Recomendaciones

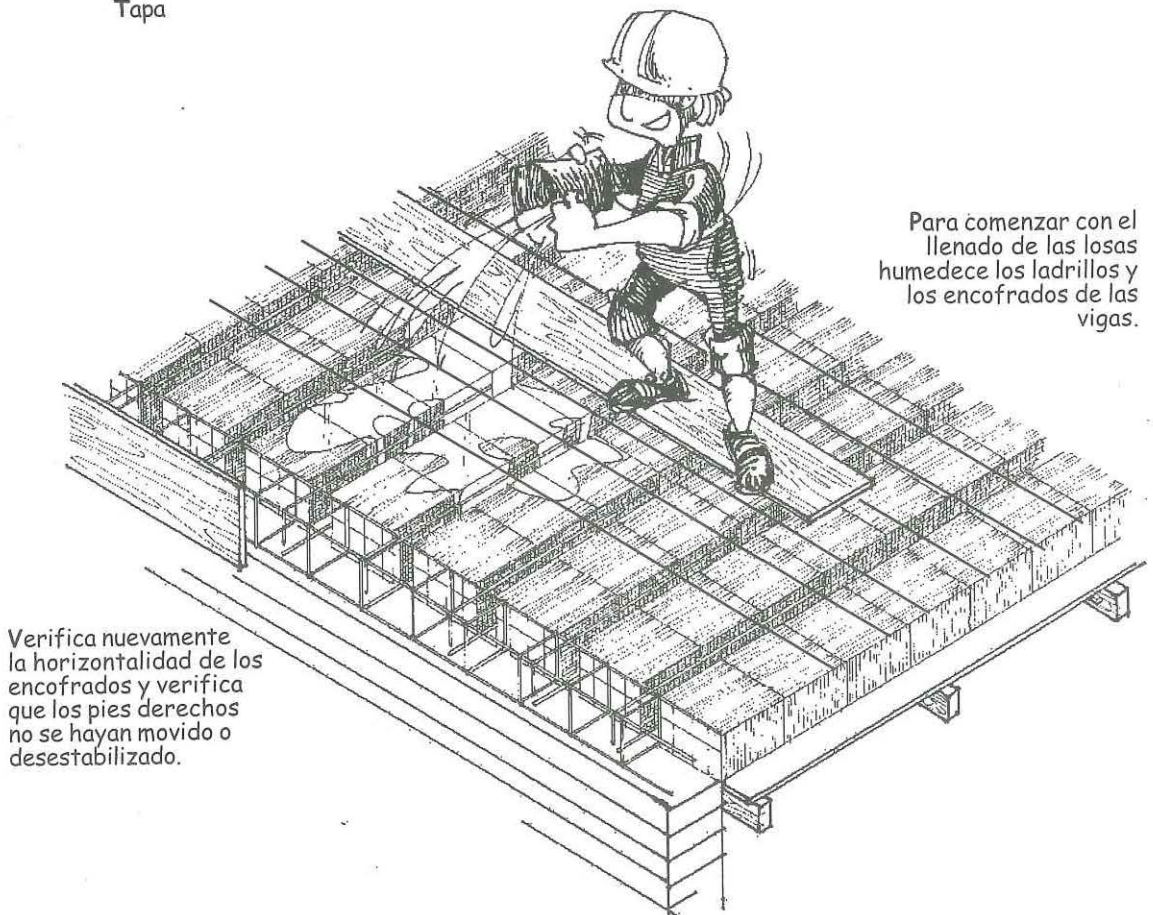
En caso que las tuberías corten viguetas, la longitud de la tubería debe ser menor a 1m. Averigua qué empresas suministran el servicio de agua y desagüe y el servicio de electricidad en tu localidad y pregunta que trámites tienes que hacer para que tu vivienda tenga conexión a las redes de agua y desagüe de la ciudad y acceso a una conexión eléctrica.

### Trabajos previos al llenado de la losa

Antes de llenar las losas verifica que las tuberías de agua y desagüe no tengan fugas..



Tapa provisionalmente las tuberías y deja sólo una de ellas abierta. Llenalá de agua y verifica luego de 4 horas que las uniones de tuberías estén secas y que el agua no se haya escapado por alguna abertura.



Para comenzar con el llenado de las losas humedece los ladrillos y los encofrados de las vigas.

Verifica nuevamente la horizontalidad de los encofrados y verifica que los pies derechos no se hayan movido o desestabilizado.

## Llenado de losas y vigas

Llena la losa aligerada y las vigas al mismo tiempo, pues es importante que trabajen en forma conjunta. Llena las losas por paños. Empieza llenando las vigas soleras, luego llena las viguetas y finalmente la losa superior. Es mejor que alquiles una tolva para mezclar el concreto, esto te ayudará a reducir el tiempo de llenado de tu losa y te permitirá ahorrar en tus materiales.

Si usas vibradora, debes tener mucho cuidado. La vibradora debe entrar al concreto durante 3 segundos, en forma vertical y sin tocar el refuerzo.

Usa latas para llevar el concreto desde la tolva hasta las vigas o losas.

Es preferible que uses vibradora durante el llenado de losas y vigas. En caso de no ser posible, chucea cuidadosamente el concreto.

Vacía el concreto con cuidado y trata de no pisar las tuberías de agua o de luz.

Durante el llenado de las vigas golpea suavemente el encofrado lateral con un martillo de goma para evitar que en el concreto se formen cangrejeras.

### Concreto para vigas y losas



1 lata de cemento



2 latas de arena



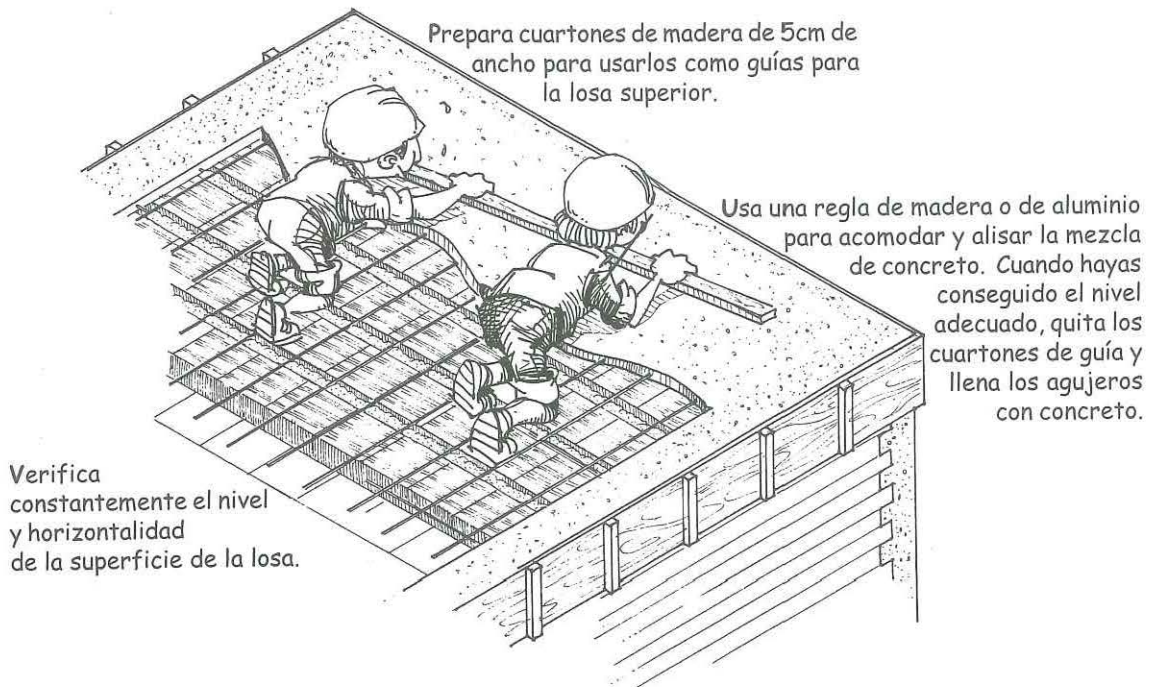
4 latas de piedra chancada de 1/2"



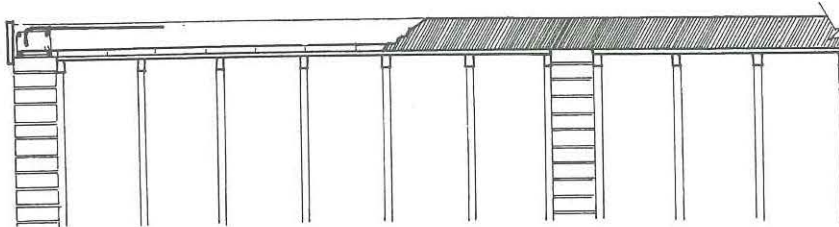
1 lata de agua (22 litros)

### Recomendaciones

Una vez llenada la losa de concreto, el encofrado debe permanecer colocado 14 días, como mínimo, sosteniendo la losa.



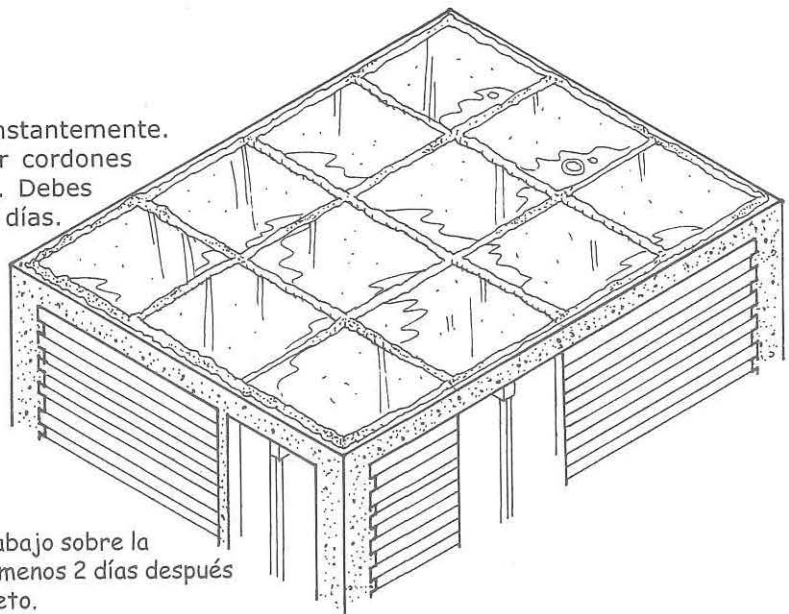
### Llenado parcial de losa



Si debes parar el llenado de la losa, haz la junta de construcción cerca de los extremos de la losa. No hagas la junta de construcción en el centro de la losa.

### Curado de losa

La losa debe ser curada constantemente. Forma espacios cerrados por cordones de arena y llénalos de agua. Debes curar la losa por lo menos 4 días.

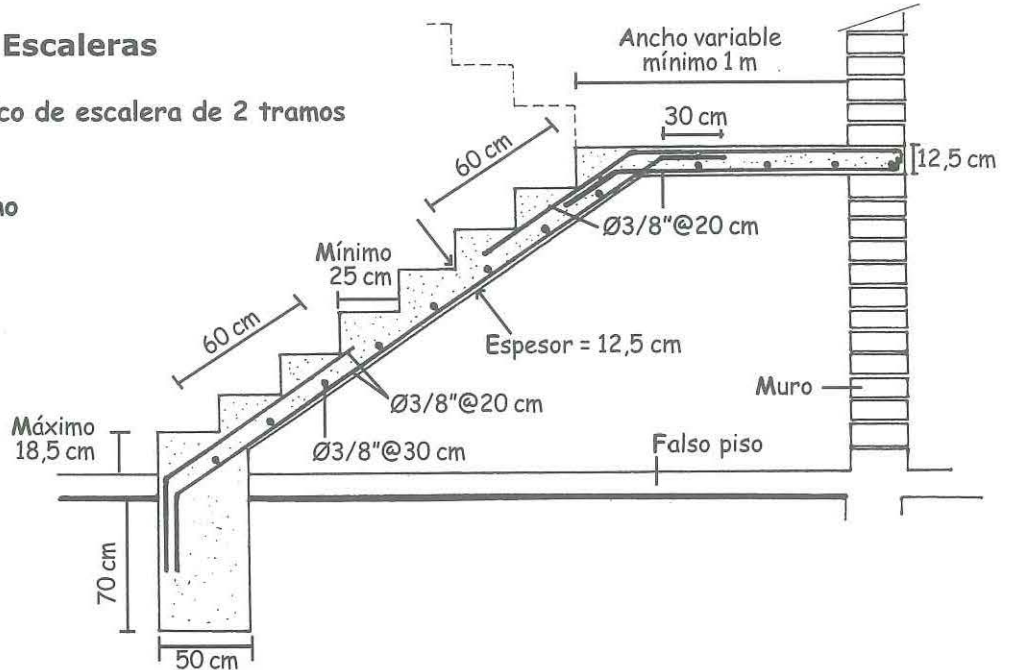


No hagas ningún trabajo sobre la losa durante por lo menos 2 días después de vaciado el concreto.

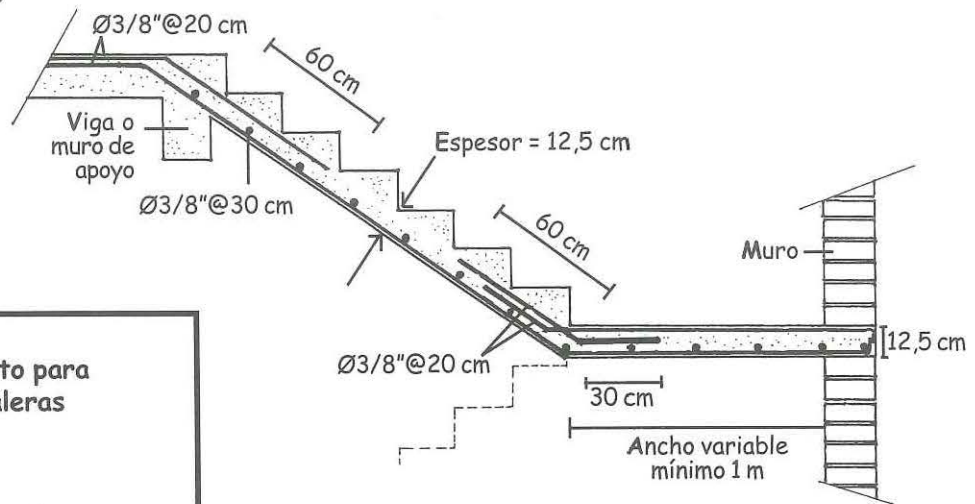
## 10 • Escaleras

Detalle típico de escalera de 2 tramos

Primer tramo



Segundo tramo



### Concreto para escaleras



1 lata de cemento



2 latas de arena

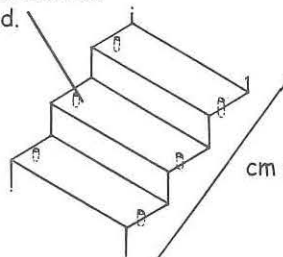


4 latas de piedra chancada de 1/2"



1 lata de agua (22 litros)

Tubos de 5cm de longitud.



Para la colocación de las barandas de las escaleras deja 2 tubos de luz de 1/2" y 5 cm de longitud en el encofrado de cada paso.

### Recomendaciones

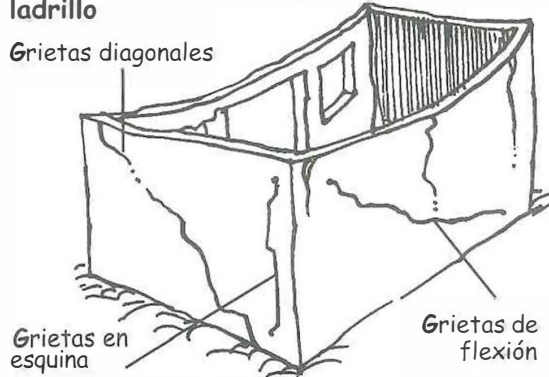
Ten mucho cuidado al llenar las escaleras para que todo el acero tenga el recubrimiento adecuado.

Este capítulo contiene recomendaciones para el mantenimiento y reparación de algunos problemas de tu vivienda de ladrillo. Si tu vivienda tiene problemas o defectos más importantes como asentamientos de la cimentación o rajaduras gruesas en los muros o elementos de concreto, te recomendamos que consultes a un ingeniero para tratar de resolverlos.

**1 • Muros agrietados**

Las grietas o rajaduras en los muros pueden tener varias causas, como el uso de materiales de mala calidad, la construcción defectuosa técnica, la estructura deficiente, con pocos muros confinados en las dos direcciones, o la cimentación no adecuada en suelos blandos o sueltos. Si tu vivienda ha sido mal construida y tiene algunos de estos defectos, es posible que cuando ocurra un sismo ocurrirán muchas fallas en sus elementos.

**Grietas más frecuentes en los muros de las viviendas de ladrillo**

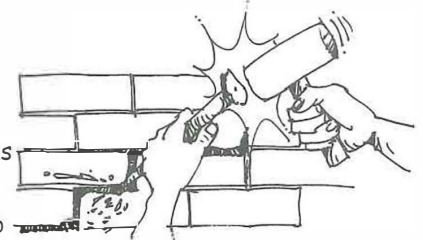


**Reparación de grietas en muros**

Si algún muro de tu casa tiene grietas diagonales de hasta 1,5 milímetros de grosor y las columnas y vigas de concreto no están muy dañadas, puedes reparar el muro de la siguiente forma:

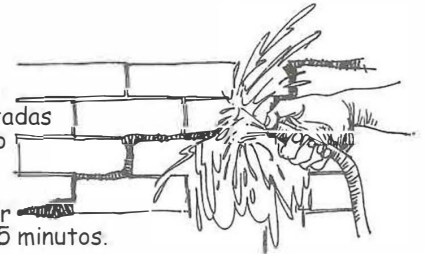
**1**

Quita el mortero de las juntas agrietadas y elimina todo el material suelto. Trata de no golpear los ladrillos cercanos.



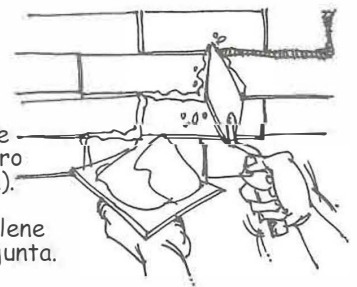
**2**

Lava bien las juntas agrietadas con un chorro de agua a presión. Deja escurrir el agua por 15 minutos.



**3**

Rellena nuevamente la junta con mortero 1:4 (cemento:arena). Presiona bien el mortero para que llene completamente la junta.



**Recomendación**

Si los muros de tu vivienda están muy agrietados o tienen rajaduras importantes en las esquinas, es posible que tu vivienda esté en peligro. Acude lo antes posible a un profesional para que te ayude a resolver el problema.

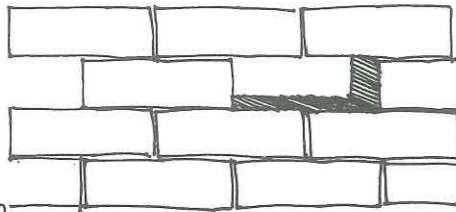
## Reemplazo de ladrillos deteriorados

Si algún muro tiene ladrillos rotos o deteriorados puedes reemplazarlos de la siguiente manera:



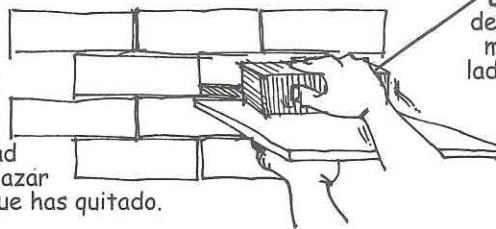
**1**

Extrae cuidadosamente el ladrillo malogrado. Limpia bien el mortero que queda en el hueco.



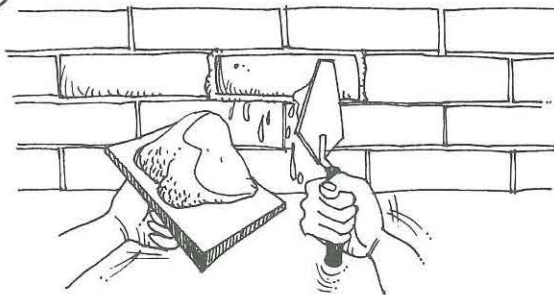
**2**

Consigue un ladrillo nuevo de buena calidad para reemplazar al ladrillo que has quitado.



El nuevo ladrillo debe tener el mismo tamaño que el ladrillo malogrado.

**3**



Humedece bien los ladrillos del muro que rodearán al nuevo ladrillo y coloca mortero 1:4 (cemento:arena) en todos los bordes del hueco. Coloca el nuevo ladrillo cuidadosamente. Termina de rellenar con mortero todas las juntas.

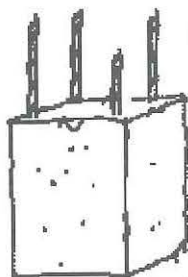
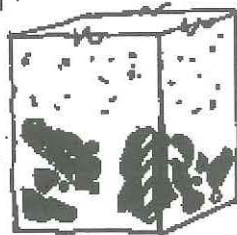
### Recomendaciones

Si necesitas reemplazar más de un ladrillo deteriorado, empieza cambiando el ladrillo más bajo. Puedes lijar los ladrillos nuevos para que entren mejor en las aberturas dejadas por los ladrillos malogrados.

## 2 • Corrosión del acero de refuerzo

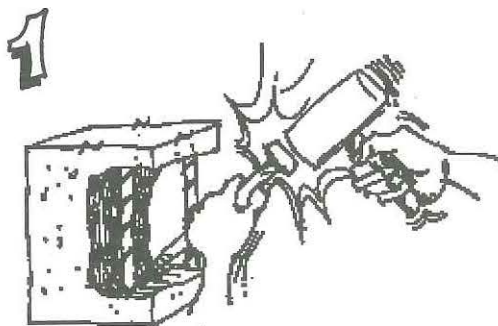
La corrosión de los aceros de refuerzo se produce cuando el concreto de recubrimiento es muy delgado o tiene cangrejas y fisuras por donde entra la humedad. Este problema puede evitarse si tienes mucho cuidado al construir las vigas y columnas de tu vivienda.

Cangrejas



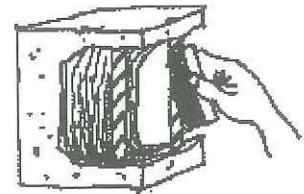
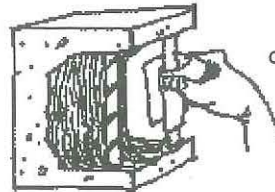
Aceros expuestos

Si los aceros de las vigas y columnas de tu casa no están demasiado corroídos, puedes reparar el problema de la forma siguiente:



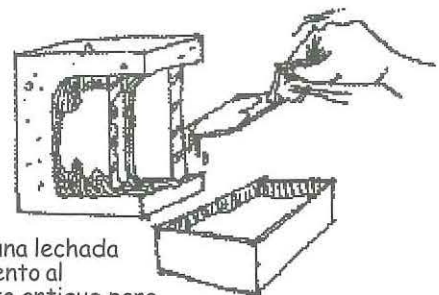
Pica cuidadosamente todo el concreto deteriorado hasta que quede una superficie rugosa y sana.

2



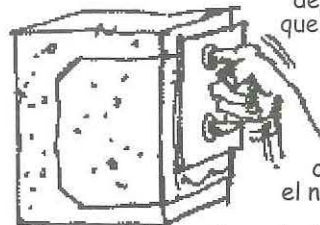
Limpia bien el acero oxidado con un cepillo de acero. Lija suavemente el acero para eliminar todos los residuos.

3



Aplica una lechada de cemento al concreto antiguo para que el concreto nuevo pegue bien.

4



Llena completamente el hueco dejado por el concreto que has picado con mortero 1:4 (cemento:arena). Alisa cuidadosamente la superficie del concreto nuevo. Cura el nuevo concreto por 7 días, humedeciéndolo con agua cada 8 horas.

### 3• Eflorescencia

La eflorescencia es un depósito de color blanco o amarillento que aparece en las paredes de ladrillo o de concreto. La eflorescencia aparece cuando los materiales de construcción o el suelo de cimentación contienen sales que se disuelven en el agua. El agua sube por el muro hasta llegar a la superficie de la pared, y luego se evapora, dejando las sales en forma de cristales como manchas en la pared.



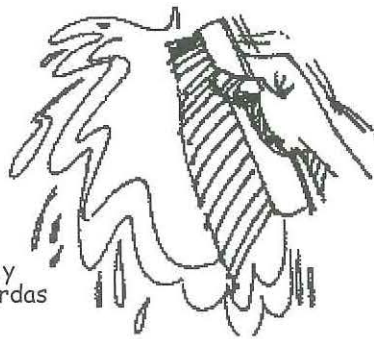
Eflorescencia en muro

La eflorescencia moderada no afecta a la resistencia de los muros.

Para limpiar las paredes con eflorescencia moderada puedes hacer lo siguiente:

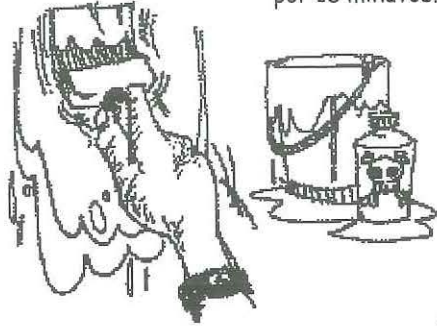
1

Lava la zona afectada con abundante agua y un cepillo de cerdas duras.



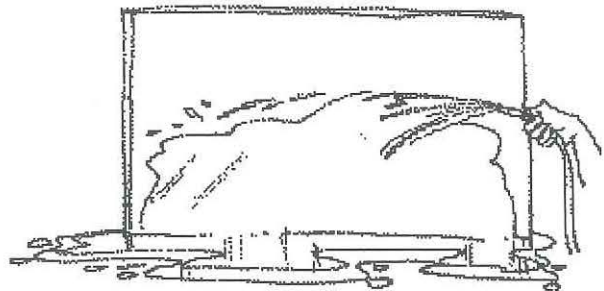
2

Prepara una solución limpiadora con una parte de ácido muriático por 20 partes de agua. Aplica la solución a la pared con una brocha y déjala actuar por 15 minutos.



3

Enjuaga bien la superficie de la pared con abundante agua.



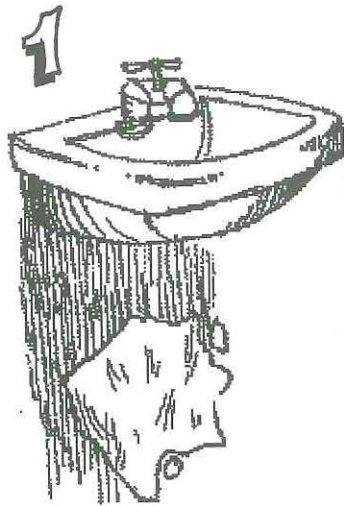
#### **Recomendaciones**

Trata de evitar el ingreso de humedad a las paredes de tu casa para que no vuelva a aparecer la eflorescencia.

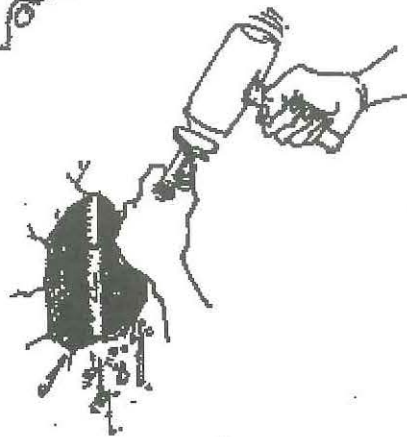
#### 4 • Humedad en muro

La humedad en los muros es causada casi siempre por fugas de agua en las tuberías.

Puedes hacer los siguientes trabajos para reparar las fugas de agua y así evitar la humedad en los muros.



Pica la superficie más húmeda del muro hasta encontrar la tubería.



2



Limpia bien la tubería y ubica por donde pierde agua. Puede ser por una rotura de la tubería o por una unión malograda.

3

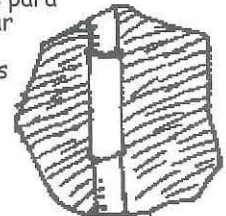
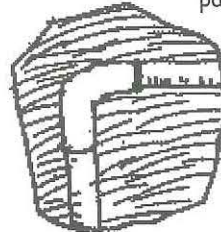
Cierra la llave principal de abastecimiento de agua a la casa para que no siga pasando agua por la tubería malograda.

Retira el elemento malogrado (codo o te) o la sección de tubería dañada.



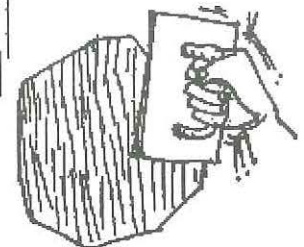
4

Reemplaza las piezas dañadas por piezas nuevas. Deja secar completamente las nuevas uniones. Espera un par de días para verificar que no haya más fugas.



5

Resana el muro con mortero 1:5 (cemento:arena).



**1 • ¿Para qué sirven los planos?**

Antes de empezar a construir debes tener planos que indiquen cómo quisieras que fuese tu vivienda y cómo construirla. Los **planos de arquitectura** muestran a escala cómo será tu casa, cuantas habitaciones tiene y cómo están ubicadas. Los **planos de estructuras** indican cuales son los muros portantes, cómo se arman los techos y las dimensiones y refuerzos de las vigas y columnas. Finalmente, los **planos de instalaciones** muestran por donde pasan las tuberías de agua y desagüe y los conductos de luz.

**Los planos son muy útiles porque:**

- ✓ Te ayudan a saber si tu vivienda responderá a las necesidades presentes y futuras de tu familia.
- ✓ Te permiten calcular con precisión el costo de los materiales empleados en la obra. Te permiten planificar las etapas de construcción de la vivienda, de acuerdo a tu economía.
- ✓ Te permiten planificar la construcción de cada etapa correctamente, sin improvisaciones. Así no tendrás que arrepentirte luego por un mal diseño y tumbar paredes o cambiar de lugar las puertas.



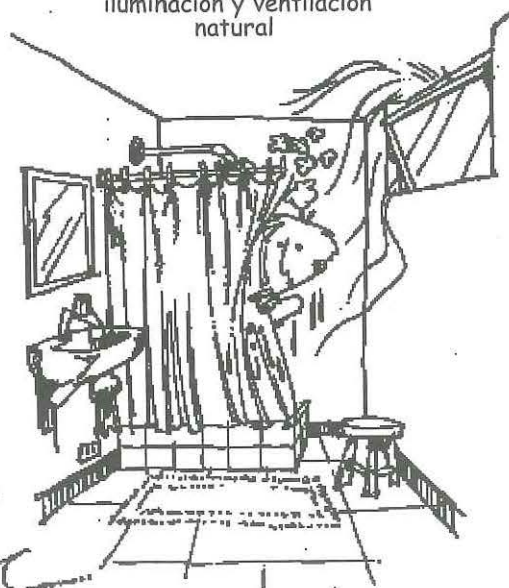
## 2 • El diseño de tu vivienda

Una casa bien diseñada tiene, entre otras, las siguientes características:

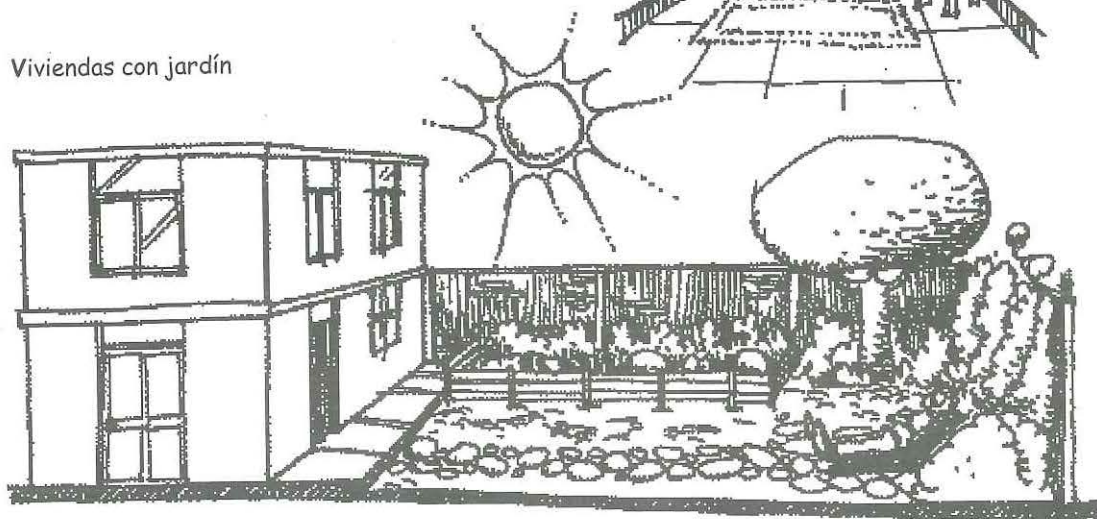
- ✓ Es sismorresistente. Para ello debe tener una cantidad adecuada de muros confinados en las dos direcciones. (Ver Capítulo 2 y Apéndice).
- ✓ Responde a las necesidades presentes y futuras de tu familia.
- ✓ Es fácil de construir en etapas.
- ✓ Todos los ambientes reciben iluminación y ventilación natural.
- ✓ Los dormitorios están bien ubicados, lejos de las zonas de mayor ruido como la cocina, el comedor y la sala.
- ✓ Tiene un patio o lavandería.
- ✓ Tiene un jardín donde tu y t u familia pueden plantar flores, árboles o verduras.

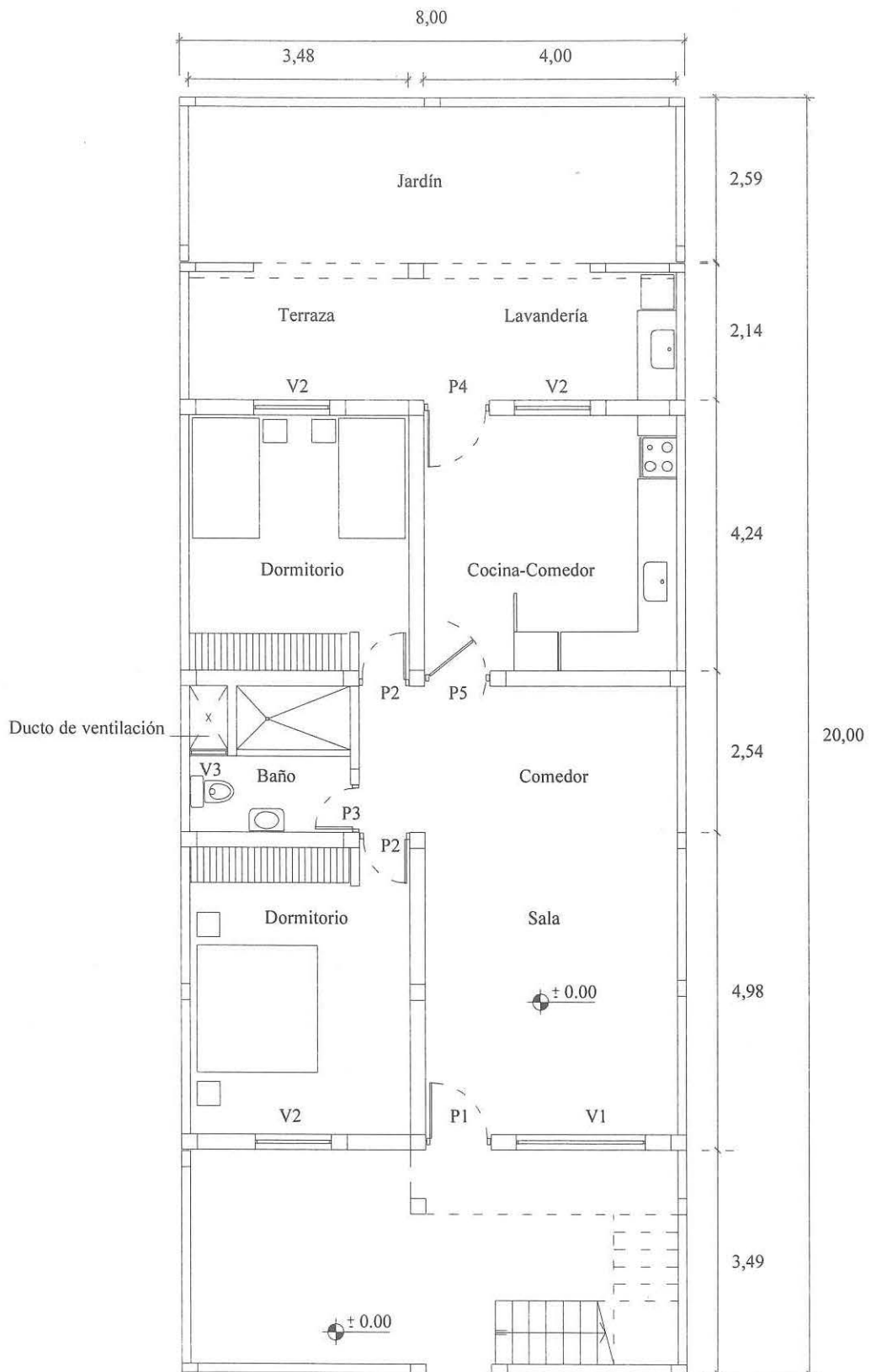


Cocinas y baños con iluminación y ventilación natural

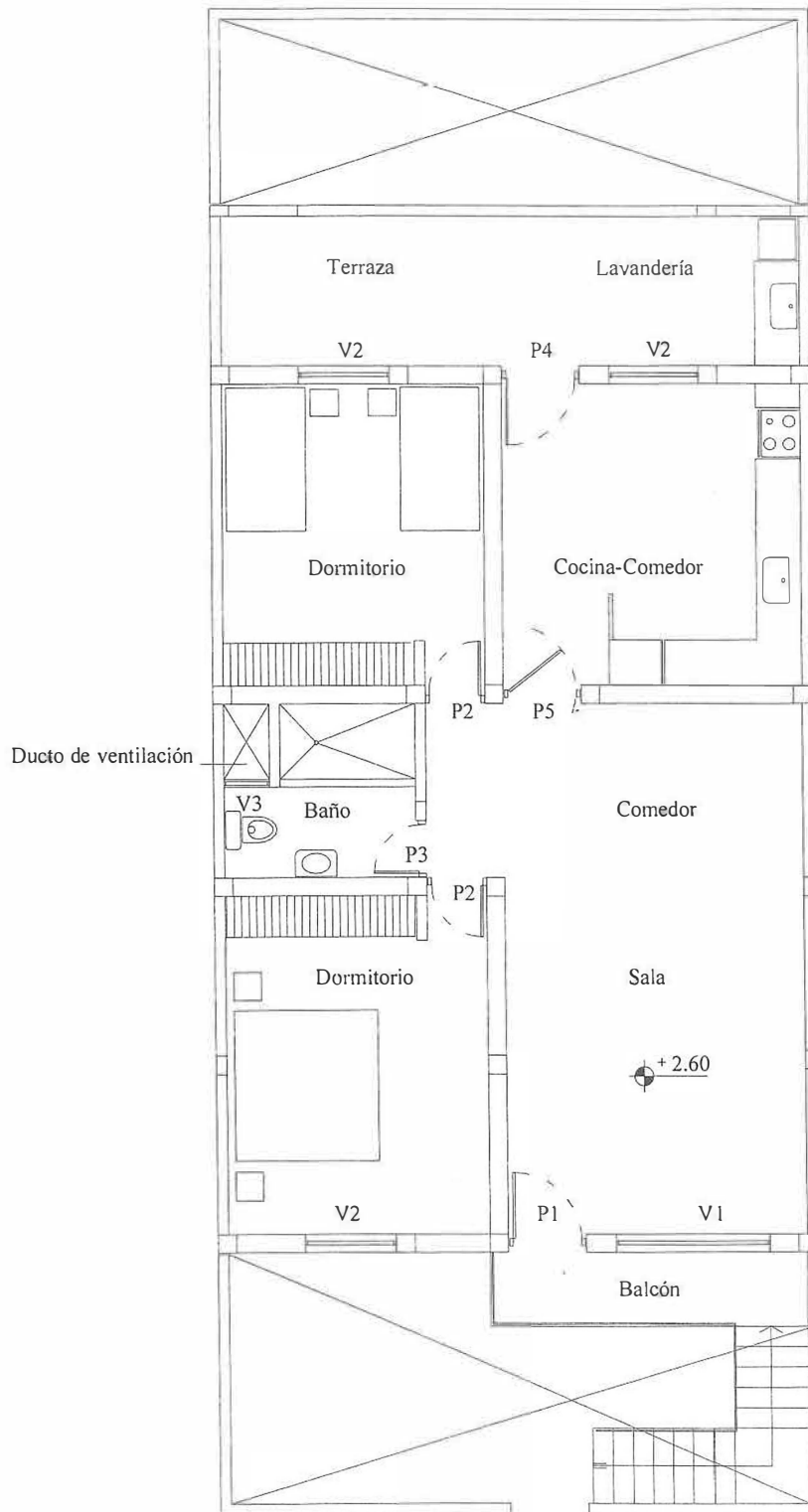


Viviendas con jardín





PLANO DE ARQUITECTURA - PRIMER PISO



PLANO DE ARQUITECTURA - SEGUNDO PISO

## 1 • Cantidad de muros de una vivienda sismorresistente

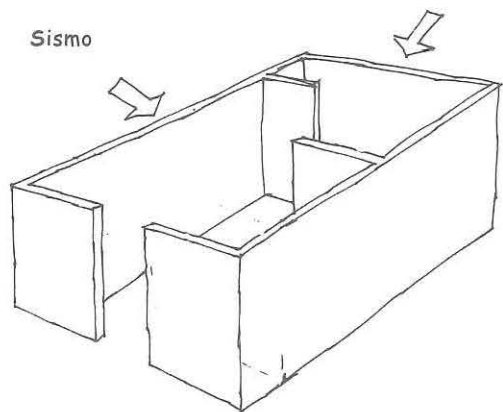
Para que tu vivienda pueda resistir bien los terremotos es necesario que tenga una cantidad adecuada de muros confinados en sus dos direcciones principales.



### Vivienda débil

Pocos muros confinados.

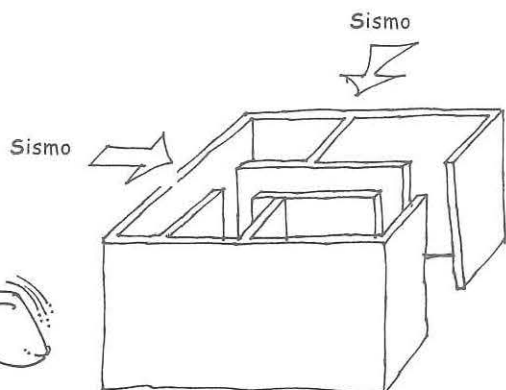
Sismo



### Vivienda resistente

Cantidad adecuada de muros confinados en las dos direcciones.

Sismo



### Cálculo de muros

Para calcular cuantos muros necesita una vivienda de hasta dos pisos, sigue los siguientes pasos:

**1** Clasifica **el suelo** donde vas a construir tu casa. En la página 20 puedes ver cómo reconocer el suelo.

**2** Determina la **densidad de muros** que necesitas construir en cada dirección, de acuerdo al tipo de suelo. Para ello, usa la tabla siguiente:

Tipo de suelo	Descripción	Densidad de muros Requerida (%)
Duro	Roca Grava	1,0%
Intermedio	Arena arcillosa dura	1,2%
	Arena suelta arcilla blanda	1,4%

**3** Calcula **el área techada** de cada piso, en metros cuadrados.

**4** Calcula el **área de muros confinados** que necesitas en cada piso. Para ello divide entre 100 la densidad de muros y multiplica ese valor por el área techada total por encima de cada piso.

#### Ejemplo

Supongamos que tu vivienda estará construida sobre hormigón compacto, y que tendrá un área techada del primer piso de 70 m<sup>2</sup> y un área techada del segundo piso de 50 m<sup>2</sup>. La densidad de muros requerida para suelo duro es de 1%.

Para calcular el área de muros necesaria para el primer piso, considera las áreas techadas del primer y segundo pisos. O sea, el área de muros requerida para el primer piso será:

$$\text{Area requerida 1 piso} \\ (1/100) \times (70 + 50 \text{ m}^2) = (1/100) \times 120 \text{ m}^2 = 1,20 \text{ m}^2$$

Para calcular el área de muros necesaria para el segundo piso solo debes considerar el área techada del segundo piso. O sea, el área de muros requerida para el segundo piso será:

$$\text{Area requerida 2 piso} \\ (1/100) \times (50 \text{ m}^2) = 0,5 \text{ m}^2$$

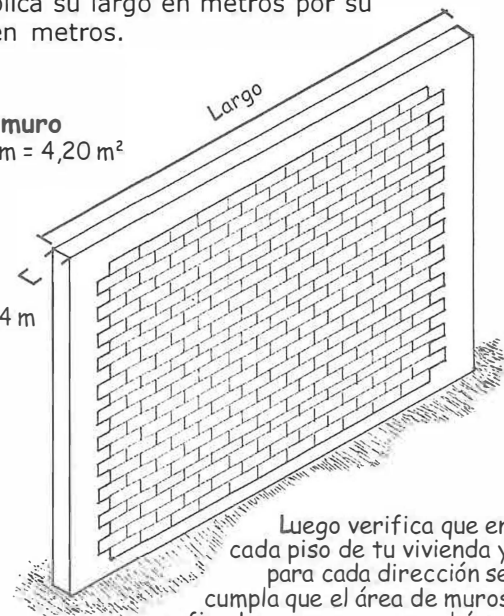
**5** Verifica que el área total de **muros confinados** de tu vivienda, en cada **dirección**, es mayor que el área requerida.

Incluye en los cálculos sólo los muros de ladrillo macizo de longitud mayor a 1,00 m, y que estén confinados por vigas y columnas de concreto armado. No incluyas los muros de longitud menor a 1,00 m. Tampoco incluyas los muros sin confinar, ni los tabiques, pues estos elemento no son resistentes a los terremotos. Para **cada dirección** de tu vivienda calcula el área de cada muro confinado y luego suma todas las áreas. Para calcular el área de cada muro en m<sup>2</sup> multiplica su largo en metros por su espesor en metros.

#### Ejemplo

$$\text{Area del muro} \\ 3 \text{ m} \times 0,14 \text{ m} = 4,20 \text{ m}^2$$

$$\text{Espesor} \\ 14 \text{ cm} = 0,14 \text{ m}$$



Luego verifica que en cada piso de tu vivienda y para cada dirección se cumpla que el área de muros confinados sea mayor que el área requerida que calculaste en el paso anterior.

$$\text{Área total de muros (m}^2\text{)} > \text{Área requerida (m}^2\text{)}$$

### 3 • Tipos de concreto

**Tarrajeo primario Forjado**

1 Lata de cemento 

5 Latas de arena 

Agregar agua hasta que la mezcla esté trabajable 


**Tarrajeo secundario Frotachado**


1 Lata de cemento 


5 Latas de arena fina 


Agregar agua hasta que la mezcla esté trabajable 

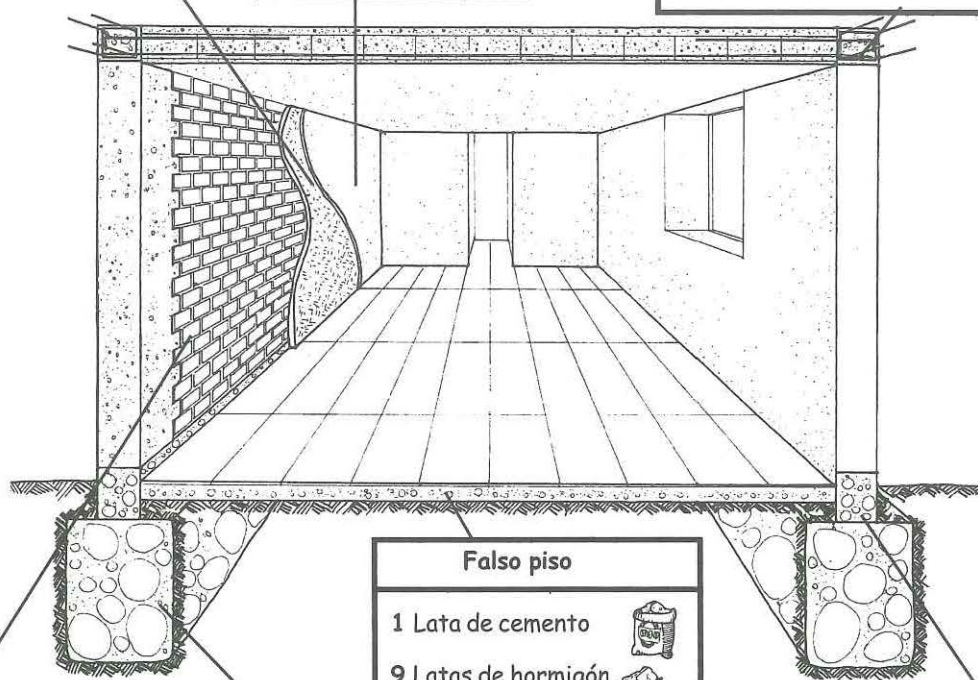
**Elementos de concreto armado**  
Columnas-Vigas  
Losas-Escaleras

1 lata de cemento 

2 latas de arena gruesa 


4 latas de piedra chancada de 1/2" 


1 lata de agua (22 litros) 




**Mortero para asentar ladrillos**


1 Lata de cemento 

5 Latas de arena de río 

Agregar agua hasta que la mezcla esté trabajable 


**Falso piso**

1 Lata de cemento 


9 Latas de hormigón 

1 1/4 latas de agua (28 litros) 

**Concreto ciclópeo para cimiento**


1 Lata de cemento 


12 Latas de hormigón 


30% de piedra grande (tamaño máximo de piedra 10") 


1 3/4 latas de agua (38 litros) 

**Concreto ciclópeo para sobrecimiento**

1 lata de cemento 

10 latas de hormigón 

25% piedra mediana (En sobrecimientos para muros de 15 cm se utiliza piedra mediana de tamaño máximo 4" y en muros de 25cm tamaño máximo 6") 

1 1/2 lata de agua (32 litros) 

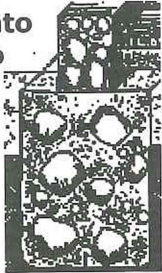
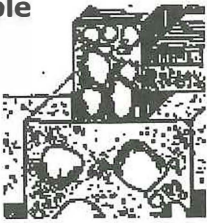
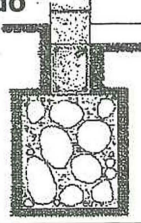
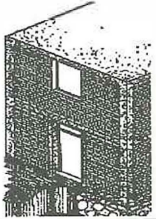
**Recomendaciones**  
En lo posible no utilizar piedras de río porque tienen caras redondas y no se pegan bien al concreto. Todos los agregados deben estar limpios y completamente secos antes de usarse.


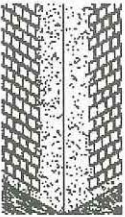
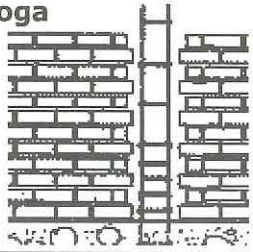
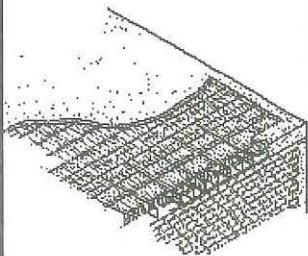
## 2º Metrado

Las cantidades de materiales mostradas incluyen el 3% de desperdicios.

CON ESTA TABLA PODRAS CALCULAR LA CANTIDAD NECESARIA DE MATERIALES PARA TU CONSTRUCCIÓN



	Material requerido	Cantidad de material necesario para 1 m <sup>3</sup>	X	m <sup>3</sup> en mi vivienda	=	Cantidad de material necesario para mi vivienda
<b>Cimiento corrido</b> 	Cemento	3 bolsas	X		=	
	Hormigón	1,24 m <sup>3</sup>				
	Piedra grande (10")	0,5 m <sup>3</sup>				
	Agua	155 litros				
<b>Sobrecimiento simple</b> 	Cemento	3,6 bolsas	X		=	
	Hormigón	1,24 m <sup>3</sup>				
	Piedra mediana (4" ó 6")	0,4 m <sup>3</sup>				
	Agua	155 litros				
<b>Sobrecimiento reforzado</b> 	Cemento	7,2 bolsas	X		=	
	Arena gruesa	0,44 m <sup>3</sup>				
	Ripio (3/4")	0,9 m <sup>3</sup>				
	Agua	175 litros				
<b>Columnas, vigas de confinamiento y losa</b> 	Cemento	7,2 bolsas	X		=	
	Arena gruesa	0,44 m <sup>3</sup>				
	Ripio (3/4")	0,9 m <sup>3</sup>				
	Agua	175 litros				

	Material requerido	Cantidad de material necesario para 1m <sup>2</sup>	X	m <sup>2</sup> en mi vivienda	=	Cantidad de material necesario para mi vivienda
<b>Falso piso</b> espesor 10 cm 	Cemento	0,4 bolsas	X		=	
	Hormigón	0,124 m <sup>3</sup>				
	Agua	16 litros				
<b>Muro de cabeza</b> 	Cemento	0,4 bolsas	X		=	
	Arena gruesa	0,07 m <sup>3</sup>				
	Ladrillo King Kong (10x14x24cm)	59 unidades				
<b>Muro de soga</b> 	Cemento	0,23 bolsas	X		=	
	Arena gruesa	0,04 m <sup>3</sup>				
	Ladrillo King Kong (10x14x24cm)	36 unidades				
	Ladrillo pandereta (10x12x24cm)	36 unidades				
<b>Losa aligerada</b> 	Cemento	0,23 bolsas	X		=	
	Arena gruesa	0,04 m <sup>3</sup>				
	Ripio (3/4")	0,056 m <sup>3</sup>				
	Agua	14 litros				
	Ladrillo de techo (12x30x25cm)	10,5 unidades				
	Ladrillo de techo (15x30x25cm)	10,5 unidades				
	Ladrillo de techo (12x30x30cm)	8,4 unidades				

## Agradecimientos

Los autores agradecen a las siguientes personas e instituciones por su apoyo para la realización de esta cartilla:

- A los alumnos de la PUCP Miguel Baca, Joen Bazán, Michael Dueñas, Roberto Flores, Sandra Godenzi, Johan Laucata, José Puente, Paúl Rojo, y Carla Valdiviezo. Ellos han recorrido diferentes ciudades de la costa peruana para recolectar información sobre las construcciones informales.
- A los ingenieros Julio Arango, Antonio Blanco, Carlos Casabonne, Héctor Gallegos, Gerardo Jáuregui, Alejandro Muñoz, Pablo Orihuela, Julio Rivera, y Ángel San Bartolomé. Todos ellos revisaron una versión preliminar de la cartilla y contribuyeron con valiosas sugerencias.
- A la Dirección Académica de Investigación de la PUCP y al SENCICO por el apoyo económico brindado para la realización de las tareas de campo y para la elaboración de esta cartilla.
- Al Earthquake Engineering Research Institute (EERI) por la donación de fondos para la impresión de la primera edición de esta cartilla.

## Reconocimientos

Los autores desean dejar constancia de que han sido inspirados y que han tomado material de las siguientes excelentes cartillas sobre construcción en albañilería:

- Gallegos, Ríos, Cassabonne, Ucelli, Icochea y Arango. 1995. **Construyendo con ladrillo**. CAPECO. Lima, Perú.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 2001. **Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sísmo resistente de viviendas de mampostería**. AIS. Colombia.

## Referencias

- Arnold C. y Reitherman R. 1987. **Configuración y diseño sísmico de edificios**. Editorial Limusa. México.
- Lesur L. 2001. **Manual de albañilería y autoconstrucción I y II**. Editorial Trillas. México.
- San Bartolomé A. 1994. **Construcciones de albañilería –Comportamiento sísmico y diseño estructural**. Fondo Editorial de la PUCP. Lima, Perú.
- Servicio Nacional de Aprendizaje. 2003. **Construcción de casas sismorresistentes de uno y dos pisos**. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

