

BIBLIOTECA POPULAR DE SISMOLOGÍA VENEZOLANA

Vivienda segura ante amenazas naturales

Vivienda de mampostería confinada con elementos de concreto armado

Angelo Marinilli




funvisis
Fundación Venezolana de
INVESTIGACIONES SISMOLÓGICAS

**MINISTERIO DEL PODER POPULAR
PARA CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN**

Manuel A. Fernández M.

Ministro

**FUNDACIÓN VENEZOLANA DE
INVESTIGACIONES SISMOLÓGICAS (FUNVISIS)**

Víctor H. Cano P.

Presidente

CONSEJO DIRECTIVO

Ministerio del Poder Popular
para Ciencia, Tecnología
e Innovación

Ministerio del Poder Popular
para la Educación Universitaria

Fondo Nacional de Ciencia,
Tecnología e Innovación

Dirección Nacional
de Protección Civil y
Administración de Desastres

DIRECTORIO

Aura E. Fernández

Directora Técnica

Manolo González P.

*Director de Administración
y Servicios*

Gloria González M.

*Directora de Planificación
y Presupuesto*

Elena Valera

Consultora Jurídica

Vivienda de mampostería confinada con elementos de concreto armado

Angelo Marinilli

Primera edición 2013
©Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS


Hecho el Depósito de Ley
ISBN 978-980-6069-26-8
ISBN 978-980-6069-27-5
Dep. Legal: If8102013620603
Dep. Legal: Ifi8102013620604
Proyecto Fonacit N° 2011000438
(Proyectos Estratégicos 2011)
“La vivienda segura ante las amenazas naturales y otros riesgos:
fascículos para la construcción popular”
Impreso con recursos del Centro Nacional de Investigación y
Certificación en Vivienda, Hábitat y Desarrollo Urbano (Cenvih)

Proyecto:
Víctor H. Cano P.
Francisco Garcés
Alejandro López
Oscar A. López
Guy Vernáez

Coordinación General:
Ana Rosa Massieu

Comité editorial:
Víctor H. Cano P.
Antonio Conti
Jorge González
Oscar A. López
Alejandro López
Ana Rosa Massieu

Secretaria
Brenda Well

Asesoría del Proyecto Editorial:  *Fundación
CDB publicaciones*

Edición, revisión: *Helena González*
Diseño, diagramación: *Michela Baldi*
Concepto gráfico: *Douglas Muñoz, Michela Baldi*
Ilustraciones de portada e interior: *Douglas Muñoz*

Dibujo técnico: *Elisa Ferrán*
Dibujos “Construyendo paso a paso” (pp. 46-49): *Pedro L. Hippolyte*

Presentación

Venezuela está sujeta a la acción de amenazas naturales y tecnológicas, como aludes torrenciales, inundaciones, deslizamientos, terremotos e incendios, eventos que sumados a las limitaciones de la planificación territorial y de la construcción popular, conllevan la posibilidad de que ocurran desastres.

Los desastres son la materialización del riesgo que se construye socialmente. Decir que “*los desastres son naturales*” es algo erróneo. Para que haya un desastre no sólo es necesario que se presente el desbordamiento de un río, un deslizamiento de tierra o un terremoto, sino también que existan construcciones que se puedan inundar, tapiar o que no cumplan con exigencias sismorresistentes. En otras palabras, un desastre se presenta no solamente cuando un evento natural ocurre sino cuando asentamientos humanos u otros bienes de la sociedad están expuestos a dichos eventos peligrosos y cuando, además, presentan niveles de vulnerabilidad adversos. Dicha vulnerabilidad es el resultado de actividades humanas y por esta razón los desastres son más fenómenos sociales que sucesos naturales.

La construcción de vivienda popular en Venezuela, en su mayoría, se realiza por autogestión o de manera informal: sin proyecto; sin asistencia técnica; de forma progresiva y, en particular, sin las consideraciones sismorresistentes y geotécnicas necesarias para que dichas viviendas sean seguras ante la ocurrencia de eventos naturales. Esto ocurre, principalmente, debido a los escasos conocimientos que de la materia tienen los constructores de vivienda popular y por la falta de herramientas que brinden a dichos constructores informales orientaciones prácticas, sistematizadas y validadas por los entes rectores en las distintas temáticas.

Basado en lo anterior y teniendo en cuenta: 1) que una de las cinco prioridades del Marco de Acción de Hyogo de las Naciones Unidas, hace referencia a la utilización del conocimiento, la innovación y la educación para crear una cultura de seguridad y resiliencia ante el riesgo de desastres a todo nivel; 2) que una de las directrices del Proyecto Nacional Simón Bolívar 2007-2013 hace referencia a la Suprema Felicidad Social, específicamente en el propósito de garantizar el acceso a una vivienda digna, fomentando y apoyando la participación y el compromiso para la construcción de la vivienda, donde la puesta en marcha de la Gran Misión Vivienda Venezuela es una solución estructurada, y 3) que el Programa Nacional de Reducción del Riesgo Sísmico que está desarrollando la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) busca contribuir a mitigar el riesgo sísmico a que están expuestas las viviendas en Venezuela, se elaboró la presente colección *Vivienda segura ante amenazas naturales*.

Dicha colección ha sido desarrollada por un grupo de expertos en cada una de las áreas temáticas (Conceptualización del Riesgo de Desastres; Amenaza por Terremotos; Amenaza por Aludes Torrenciales e Inundaciones Fluviales; Amenaza por Inestabilidad del Terreno; Hábitat Urbano y Vivienda; Vivienda de Mampostería Confinada Sismorresistente e Instalaciones para Vivienda de Mampostería), bajo la coordinación de FUNVISIS, con el apoyo financiero del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT), del Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Innovación (MPPCTI), en el marco de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI).

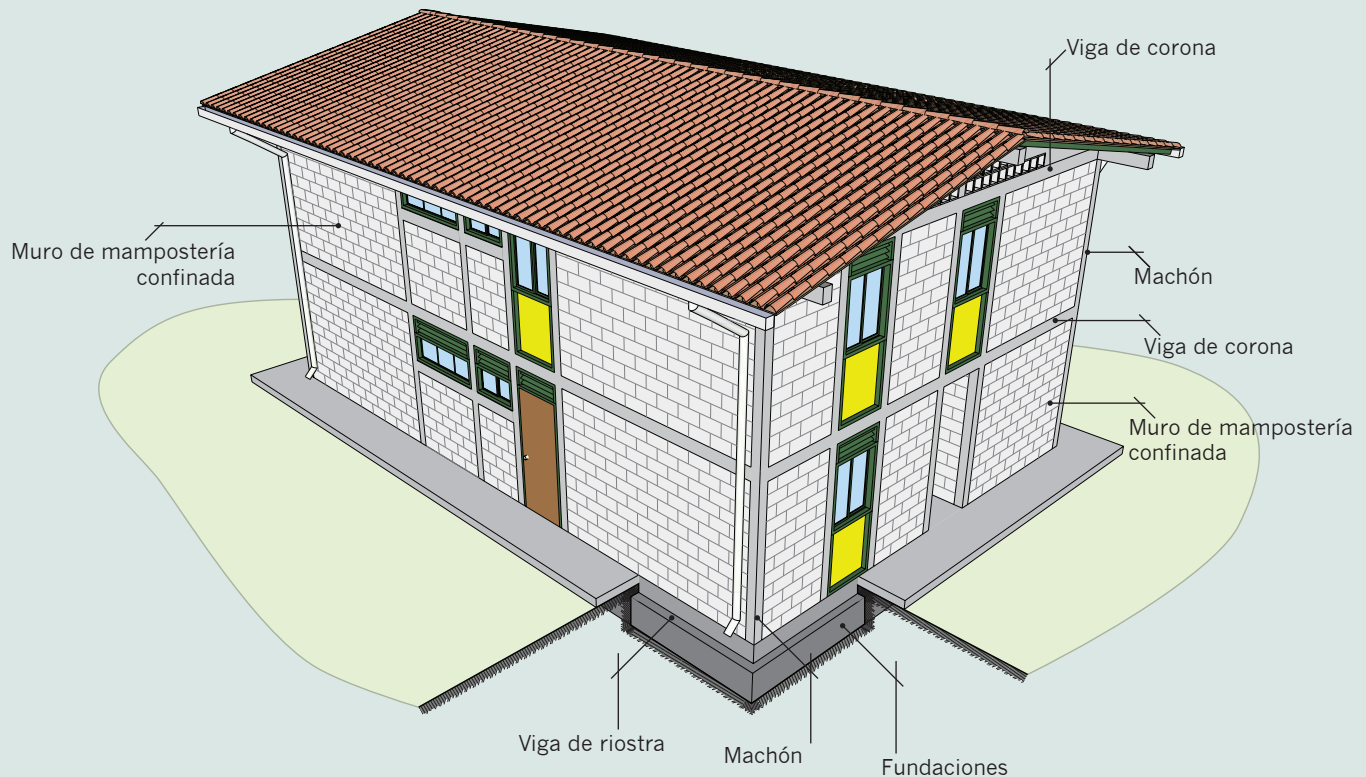
Con esta colección se intenta contribuir a la construcción de una vivienda popular más segura en el país, suministrando a los constructores populares, a la comunidad organizada, a las medianas y pequeñas empresas de construcción y a la población en general, una herramienta orientadora, sencilla y didáctica para la selección del terreno y para la construcción de viviendas resistentes a los terremotos y a otros eventos como inundaciones y deslizamientos. Sin embargo, se tiene claro que el desarrollo y la entrega de esta colección no es suficiente para prevenir y mitigar el riesgo susceptible de acarrear desastres. Todos debemos reconocer la gran responsabilidad que tenemos en la construcción social del riesgo, y, basados en el principio constitucional de la corresponsabilidad, declaramos que el problema de los desastres es de todas y todos. En consecuencia debemos trabajar coordinadamente para encontrar una solución a este problema. Leer y usar esta colección es un buen comienzo.

Víctor H. Cano P.

Presidente de FUNVISIS

Vivienda de mampostería confinada con elementos de concreto armado

Angelo Marinilli



En este documento se busca señalar, en cada etapa de la construcción, los aspectos que se deben cuidar para garantizar un comportamiento seguro durante un terremoto. Con esta finalidad se presentan las características más importantes de las edificaciones de mampostería confinada aplicadas a estructuras de hasta dos pisos, señalando en cada etapa las especificaciones y recomendaciones técnicas para asegurar comportamientos sismorresistentes adecuados.

La mampostería es un sistema tradicional de construcción que consiste en levantar muros mediante la colocación manual y unión de ladrillos o bloques de arcilla, concreto u otro material, con mortero que puede estar compuesto de cemento, arena, agua y cal.

Sistema de mampostería confinada y de pórticos con concreto

Existen varios sistemas que pueden ser utilizados para la construcción de viviendas y otros tipos de edificaciones. Entre los sistemas más comúnmente utilizados en Venezuela se puede mencionar la mampostería confinada (figura 1) y los pórticos de concreto armado (figura 2), también conocido como concreto reforzado y la mampostería confinada con perfiles de acero.

Las estructuras de mampostería confinada están conformadas básicamente por muros portantes compuestos por paredes de mampostería totalmente rodeadas por elementos confinantes usualmente fabricados de concreto armado.

Figura 1
Mampostería confinada con elementos de concreto armado

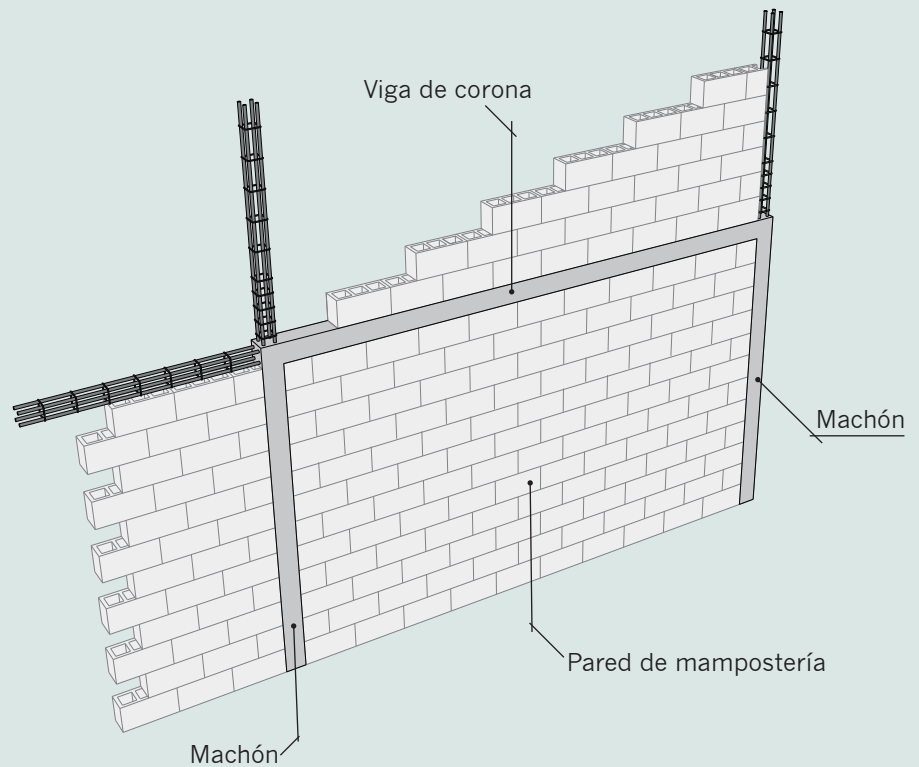
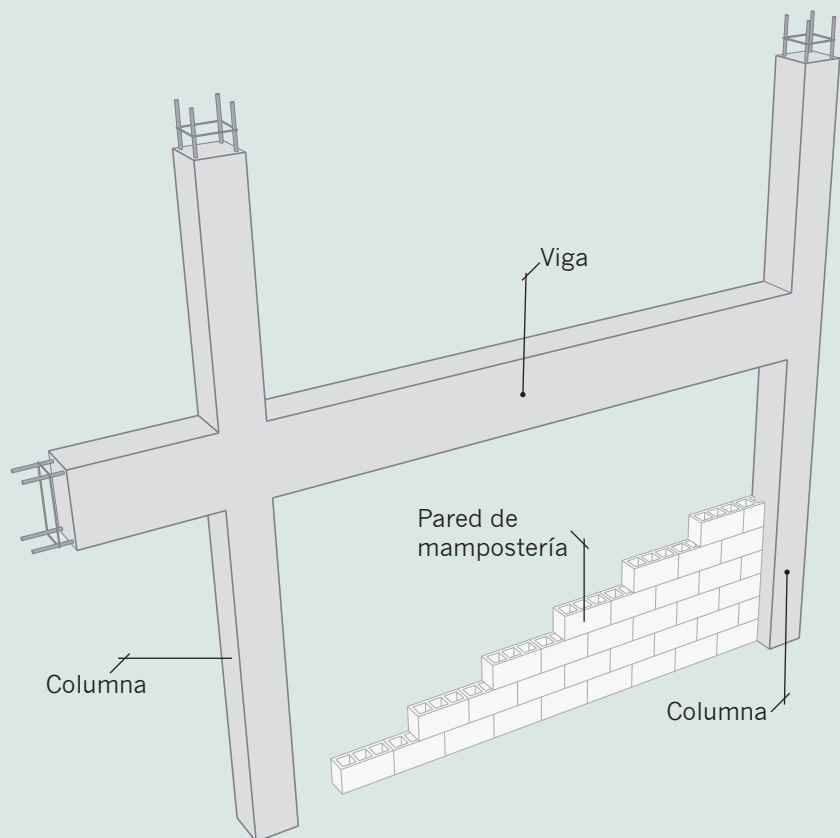


Figura 2
Pórticos de concreto armado con paredes de mampostería de relleno



Sistema mampostería confinada con acero

También los elementos confinantes pueden ser elaborados con perfiles metálicos, como se muestra en las figuras 3 y 4. En otro fascículo de esta serie se desarrolla el tema: “Vivienda de mampostería confinada con perfiles de acero”.

Figura 3
Mampostería confinada con perfiles de acero

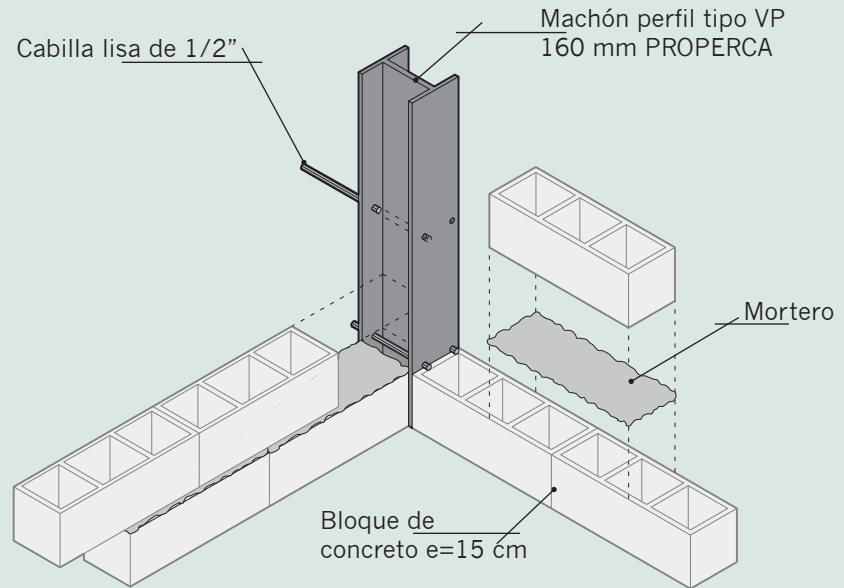


Figura 4
Ejemplos de mampostería confinada con perfiles de acero



(Fotografías Domingo Acosta, 2011)

1. LA MAMPOSTERÍA CONFINADA

En el sistema de mampostería confinada los muros son considerados ‘portantes’ (o estructurales) teniendo como característica fundamental encontrarse totalmente rodeados por elementos confinantes de concreto armado vaciado en sitio. Los elementos de confinamiento tienen otra propiedad característica y es que las dimensiones de sus secciones transversales son similares al espesor de la pared. Usualmente en Venezuela a los elementos de confinamiento verticales se les llama “machones” y a los elementos de confinamiento horizontales “vigas de corona”. Las paredes pueden ser fabricadas con ladrillos o bloques de arcilla o concreto, unidos o pegados entre sí con mortero o “pega”. La figura 5 permite observar algunos ejemplos de mampostería confinada.

Cuando las paredes no están totalmente rodeadas por elementos confinantes –o estos no existen– se les puede identificar como mampostería no confinada, no apta para un desempeño estructural adecuado (figura 6).

La mampostería confinada es un sistema estructural de muros portantes, constituido por paredes de mampostería y confinados con elementos de concreto armado vaciados en sitio. El muro así ensamblado se considera un elemento portante capaz de resistir las acciones provenientes de cargas verticales, de un sismo o del viento.

Figura 5
Ejemplos de mampostería confinada



Foto: V. Páez



Foto: Meli et al., 2011

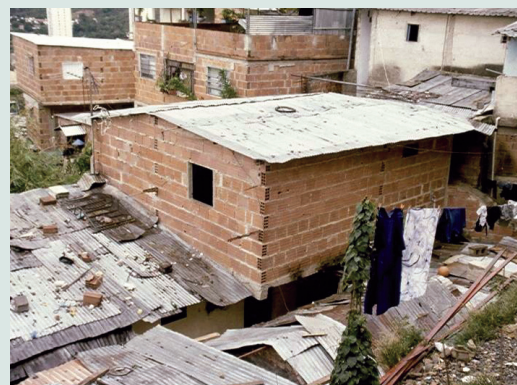


Foto: E. Castilla

Figura 6
Ejemplos de mampostería no reforzada



Fotos: E. Castilla



Existen algunas características que diferencian las estructuras de mampostería confinada de otras estructuras que pueden tener apariencias similares. La primera de estas diferencias es que las dimensiones de las secciones transversales de los elementos de confinamiento, es decir, las dimensiones de los lados de los machones y las vigas de corona son parecidas, y en muchos casos iguales, al espesor de la pared de mampostería. La otra diferencia importante es el proceso constructivo, es decir, la manera en que estas estructuras son construidas (figuras 7 y 8).

En el caso de la mampostería confinada con machones y vigas de corona de concreto armado siempre se construye en primer lugar las paredes de mampostería y luego se vacían los machones y las vigas de corona. De esta manera se asegura que la pared de mampostería y los elementos de confinamiento queden muy bien unidos entre sí.

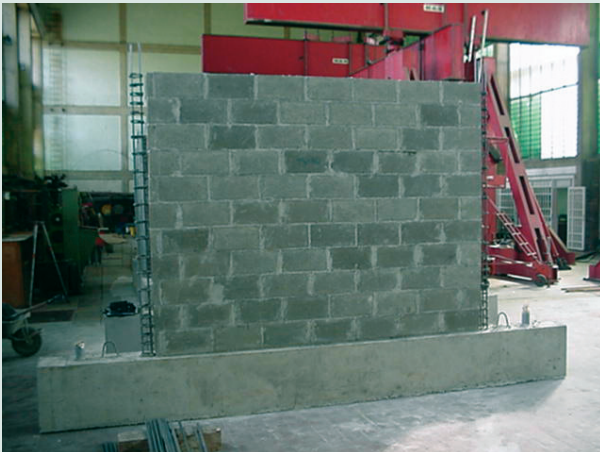


Figura 7
Primero se levantan las paredes de mampostería

Figura 8
Luego se vacían los machones y la viga de corona

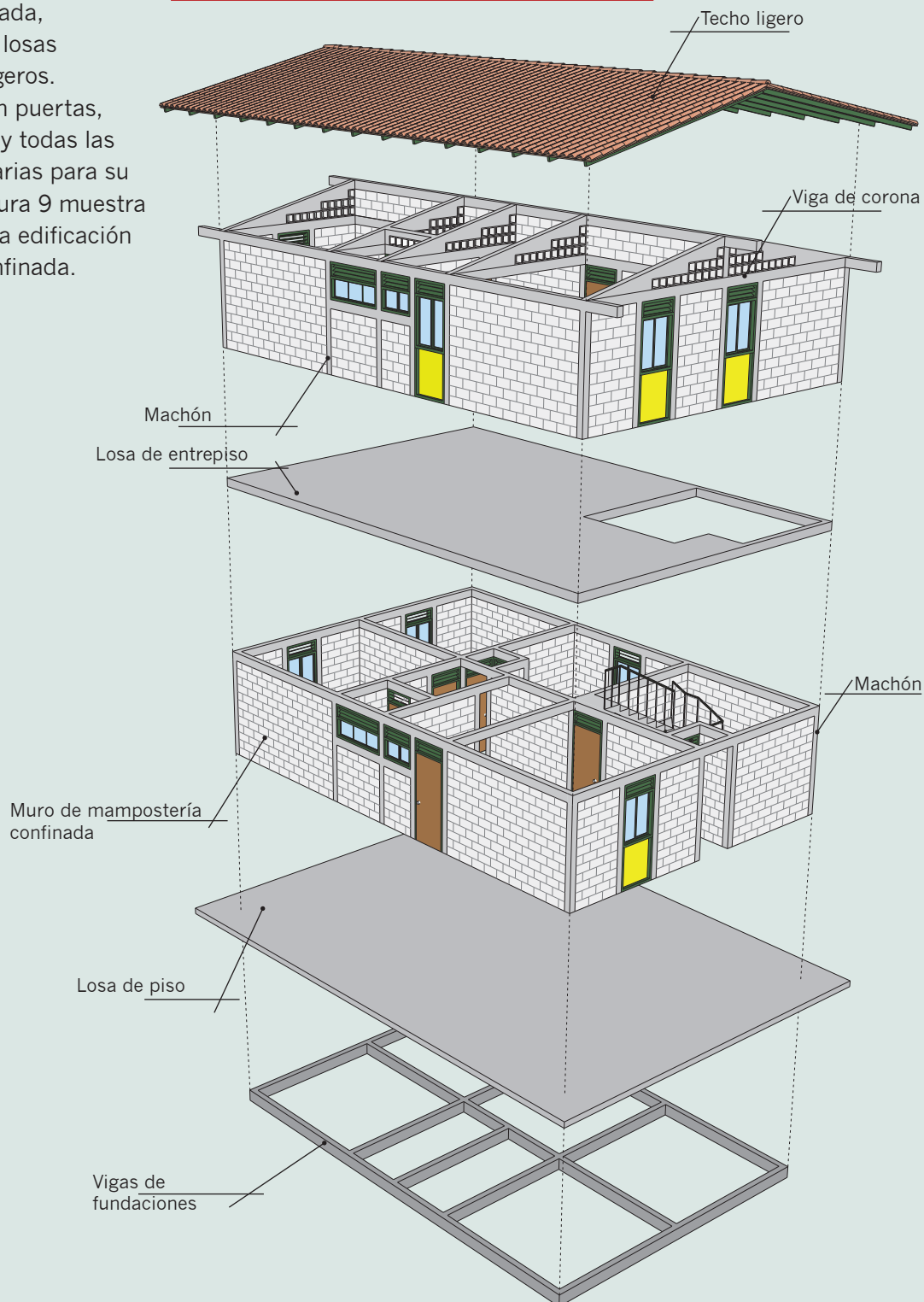


(Fotos: A. Marinilli 2005)

Componentes de una vivienda con estructura de mampostería confinada

Una edificación de mampostería confinada para vivienda de dos pisos consta de fundaciones, muros de mampostería confinada, losas de entrepiso y losas de techo o techos ligeros. Además se requieren puertas, ventanas, acabados y todas las instalaciones necesarias para su habitabilidad. La figura 9 muestra los elementos de una edificación de mampostería confinada.

Figura 9
Elementos que componen una vivienda de mampostería confinada



Materiales usados en la construcción de muros de mampostería confinada

Los materiales usados para la construcción de las paredes de mampostería son ladrillos o bloques de arcilla cocida o de concreto (figura 10) y el mortero. En cualquier caso se deben usar materiales de buena calidad, de acuerdo con las normas pertinentes, puesto que de ello depende la calidad y capacidad resistente de la construcción.

El mortero usado para pegar bloques y ladrillos comúnmente se elabora con una parte de cemento, una parte de cal hidratada y cuatro partes de arena lavada, tamizada, añadiendo a la mezcla la cantidad de agua necesaria para su preparación y lograr una trabajabilidad adecuada, cuidando que la mezcla no quede ni muy seca ni muy líquida. El uso de la cal no tiene como finalidad sustituir el cemento, sino mejorar la trabajabilidad del mortero y retardar su secado, lo que facilita el proceso de construcción (figura 11).

En todos los casos se deben usar materiales de buena calidad, de acuerdo con las normas pertinentes, puesto que de ello va a depender la calidad y capacidad resistente de la construcción.

Figura 10
Bloques y ladrillos



Bloques de concreto



Bloques de arcilla



Ladrillos de arcilla

Figura 11
Dosificación y preparación del mortero



Materiales usados en la construcción de los elementos de confinamiento

Los materiales usados para fabricar machones y vigas de corona son el concreto y las barras de acero (conocidas popularmente como cabillas), empleadas para el refuerzo longitudinal y transversal. Las barras de acero deben poseer resaltes y ser de “alta resistencia” (acero grado 60 con límite elástico $f_y = 4.200 \text{ kgf/cm}^2$ y alargamiento mínimo de 12%). Este tipo de acero también debe ser empleado en la construcción de otros elementos estructurales de concreto armado como fundaciones, losas de piso, losas de entrepiso y losas de techo.

El concreto usado para los elementos de confinamiento es elaborado con cemento, arena, piedra picada tipo “arrocillo” (tamaño máximo 3/8 de pulgada) y agua. Una dosificación en volumen comúnmente usada de estos materiales es la siguiente: una parte de cemento, dos partes de arena y dos partes de piedra picada, añadiendo a la mezcla la cantidad necesaria de agua para su preparación (figura 12). Hay que ser cuidadoso al añadir el agua de modo que la mezcla no quede muy seca ni muy líquida.

La resistencia mínima a compresión del concreto para uso estructural es $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, lo que también aplica para fundaciones, losas de piso, losas de entrepiso y losas de techo.

Figura 12
Composición de la mezcla para el concreto estructural



Cómo se debe estructurar una vivienda de mampostería confinada

Regularidad estructural

A los efectos sismorresistentes uno de los aspectos más importantes de la vivienda de mampostería confinada es la proporción en cuanto a sus dimensiones: ancho, largo y alto.

La figura 13 muestra las dimensiones máximas en planta y elevación, así como la relación entre ellas para asegurar estructuras regulares. Se muestran también estructuras deseables y no deseables desde el punto de vista de su regularidad (figura 14).

Figura 13
Regularidad estructural: dimensiones máximas en planta y elevación

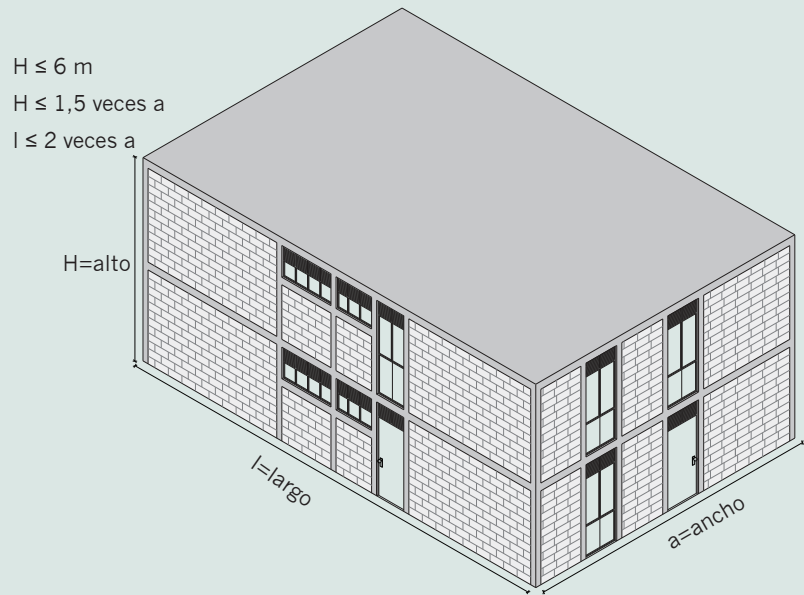
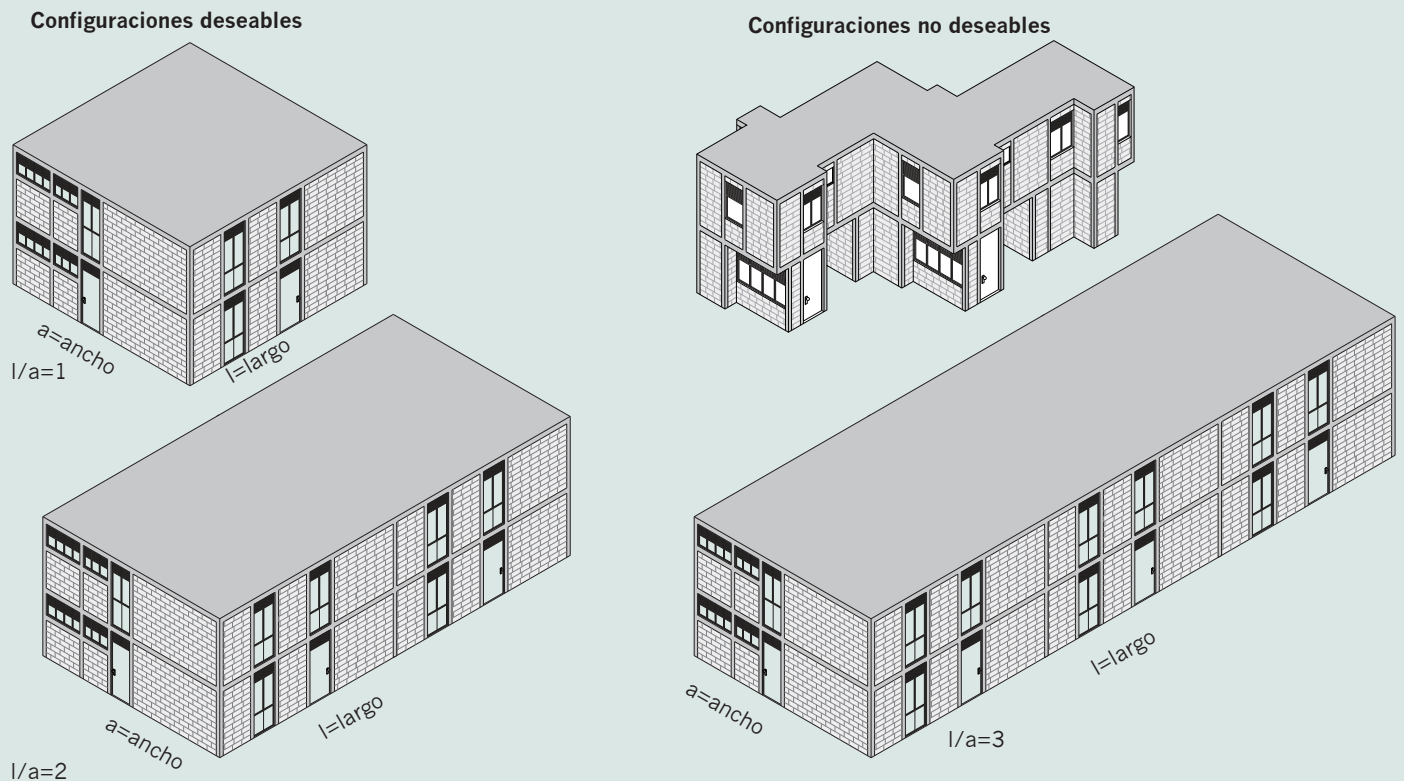


Figura 14
Regularidad estructural: configuraciones deseables y no deseables



Distribución y continuidad de muros

Es también importante considerar la cantidad de muros de mampostería confinada, su distribución en planta en ambas direcciones y su continuidad en elevación (figuras 15 y 16).

Figura 15
Situación deseable: muros suficientes y continuidad vertical

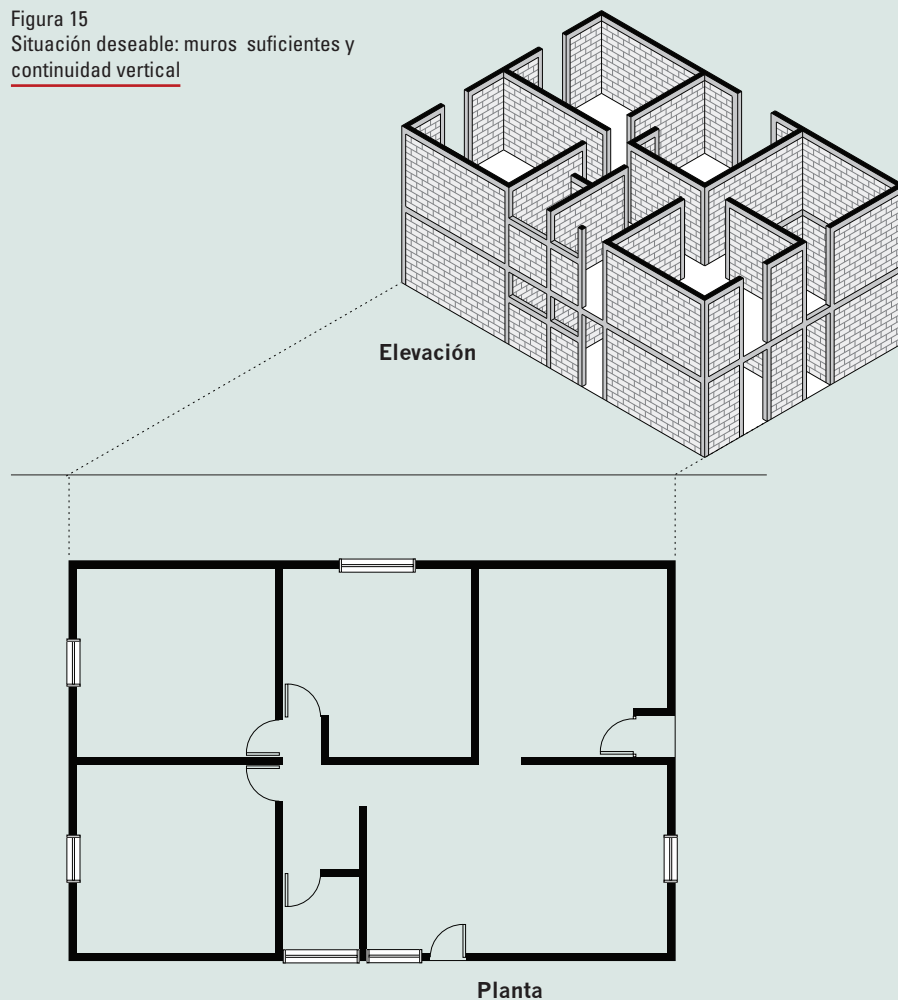
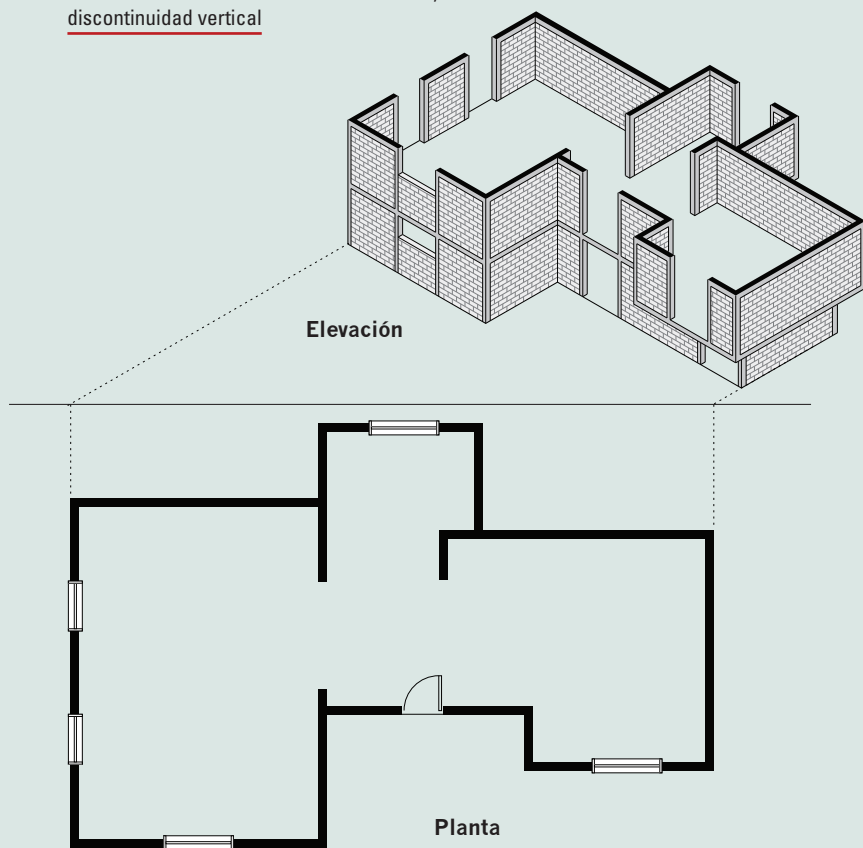


Figura 16
Situación no deseable: muros insuficientes, discontinuidad vertical



Distribución de muros

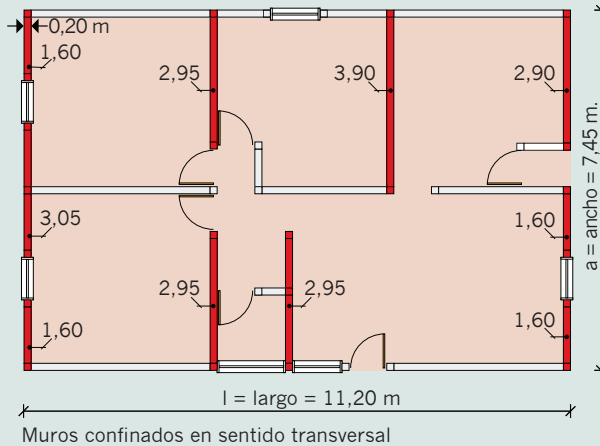
La cantidad de muros de mampostería confinada se puede cuantificar mediante la densidad de muros, definida como la razón entre el área total de muros efectivamente confinados en cada una de las direcciones y el área de la planta (figura 17). Esta relación usualmente se expresa en porcentaje, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\frac{\text{ÁREA DE MUROS CONFINADOS}}{\text{ÁREA DE LA PLANTA}} \geq 6\%$$

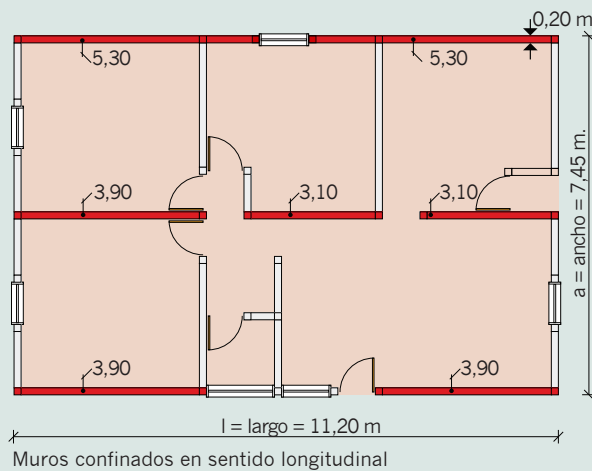
En la figura 18 se ilustra la cantidad mínima de muros confinados que se deben colocar en las fachadas de la vivienda.

Figura 17

Disposición de muros en planta: densidad de muros confinados en ambas direcciones



Área planta: 83,44 m²
 6% área de la planta = 5 m²
 Longitud total de muros confinados en la dirección transversal: 25,10 m
 Área muros confinados: 25,10 m x 0,20 m = 5,02 m²
5,02 m² > 5 m²
 Densidad: 5,02 / 83,44 = 0,06 = **6%**



Área planta: 83,44 m²
 6% área de la planta = 5 m²
 Longitud total de muros confinados en la dirección longitudinal: 28,50 m
 Área muros confinados: 28,50 m x 0,20 m = **5,7 m²**
5,7 m² > 5 m²
 Densidad: 5,7 / 83,44 = 0,068 = **6,8%**

○ Área de la planta = l x a

● Área de muros confinados = sumatoria longitud de muros confinados x espesor

Densidad mínima de muros = área de muros confinados / área de la planta ≥ 6%

Figura 18

Disposición de muros en planta: cantidad mínima de muros confinados en las fachadas

$$l_1 + l_2 \geq 0,5 \text{ de 'l'}$$

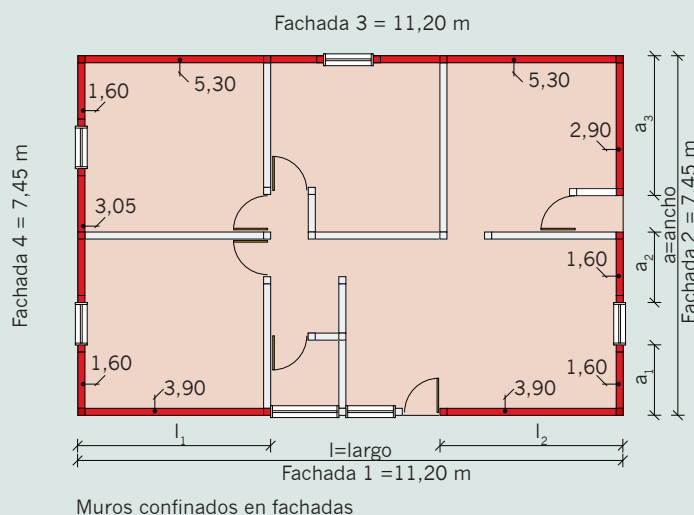
$$a_1 + a_2 + a_3 \geq 0,5 \text{ de 'a'}$$

Fachada 1:
 Longitud muros = 7,80 m
 0,5 de 11,20 m = 5,60 m
7,80 m > 5,60 m

Fachada 2:
 Longitud muros = 6,10 m
 0,5 de 7,45 m = 3,72 m
6,10 m > 3,72 m

Fachada 3:
 Longitud muros = 10,60 m
 0,5 de 11,20 m = 5,60 m
10,60 m > 5,60 m

Fachada 4:
 Longitud muros = 6,25 m
 0,5 de 7,45 m = 3,72 m
6,25 m > 3,72 m



Continuidad de muros

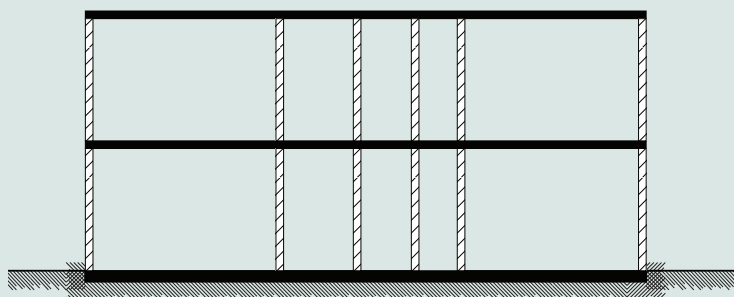
Además de contar con un número suficiente de muros adecuadamente dispuestos en planta, es necesario asegurar la continuidad y alineación vertical de los mismos, tanto internamente como en fachada (figuras 19 y 20). Que la disposición de un muro sea adecuada se refiere a su posibilidad de desarrollar un comportamiento estructural y sismorresistente adecuado como parte integrante de la estructura.

Los elementos resistentes a terremotos son los muros confinados.

Para que la vivienda pueda resistir bien los terremotos es necesario que tenga una cantidad suficiente de muros confinados en sus dos direcciones principales en planta y que estos, además, estén alineados y sean continuos verticalmente.

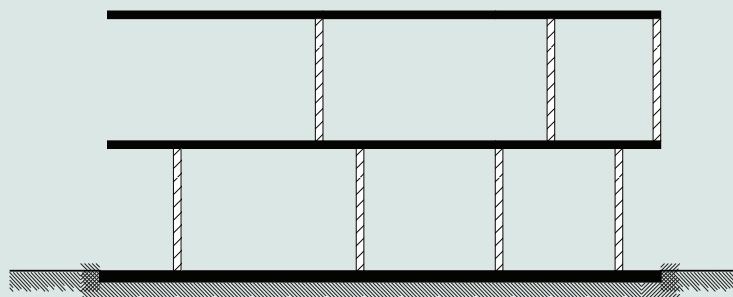
Figura 19
Disposición adecuada y no adecuada de muros internos de mampostería confinada: continuidad vertical

Disposición deseable



Corte Muros internos alineados verticalmente

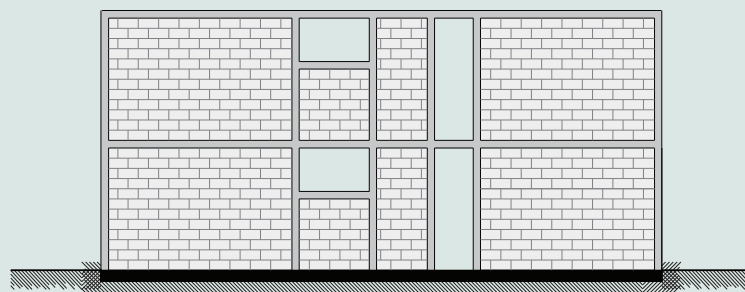
Disposición no deseable



Muros internos **no** alineados verticalmente

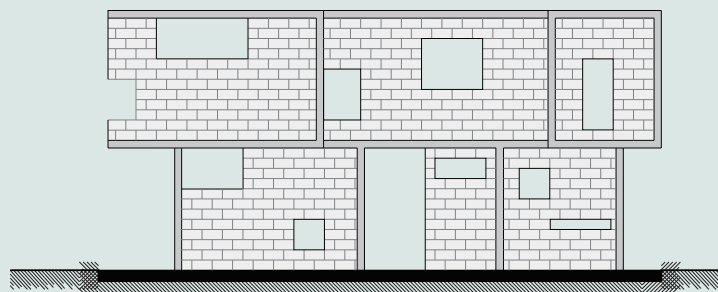
Figura 20
Disposición adecuada y no adecuada de muros en fachada de mampostería confinada: continuidad vertical

Disposición deseable



Fachada Muros continuos verticalmente

Disposición no deseable



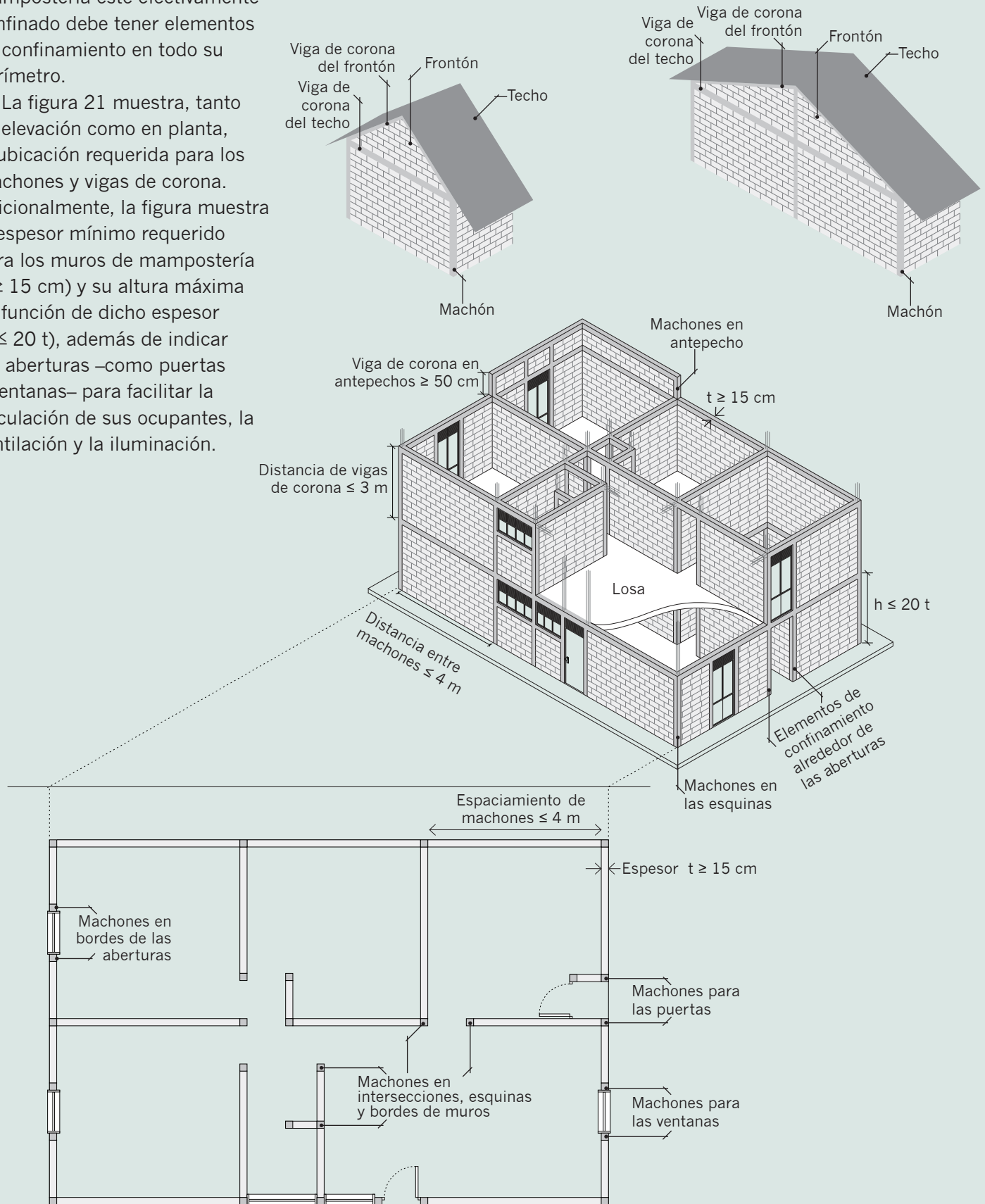
Muros **no** continuos verticalmente

Ubicación de elementos confinantes

Para que un muro de mampostería esté efectivamente confinado debe tener elementos de confinamiento en todo su perímetro.

La figura 21 muestra, tanto en elevación como en planta, la ubicación requerida para los machones y vigas de corona. Adicionalmente, la figura muestra el espesor mínimo requerido para los muros de mampostería ($t \geq 15 \text{ cm}$) y su altura máxima en función de dicho espesor ($h \leq 20 t$), además de indicar las aberturas –como puertas y ventanas– para facilitar la circulación de sus ocupantes, la ventilación y la iluminación.

Figura 21
Ubicación de elementos confinantes en una estructura de mampostería confinada en planta y en elevación

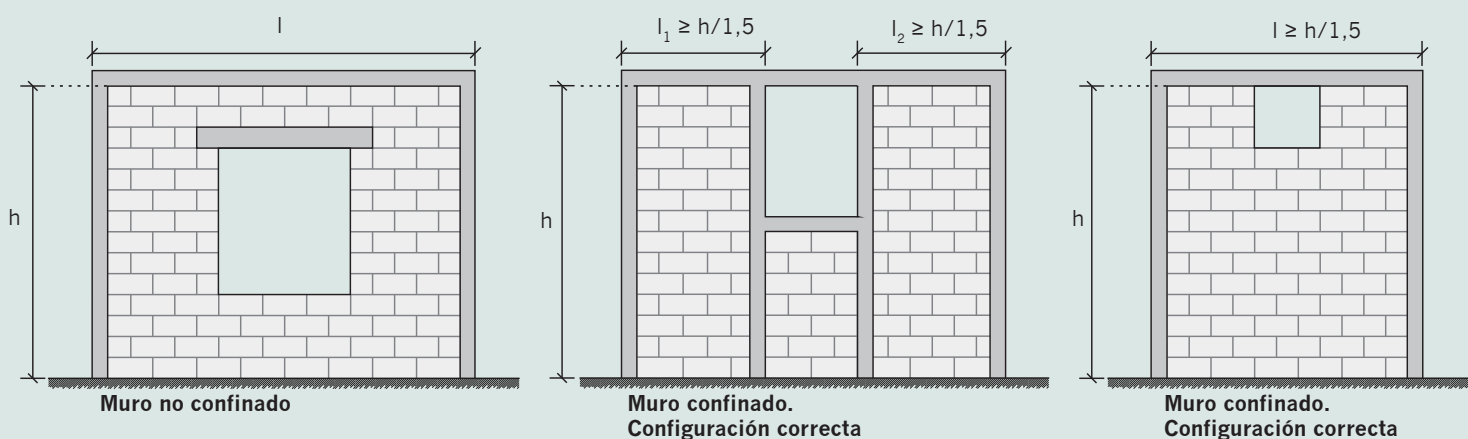
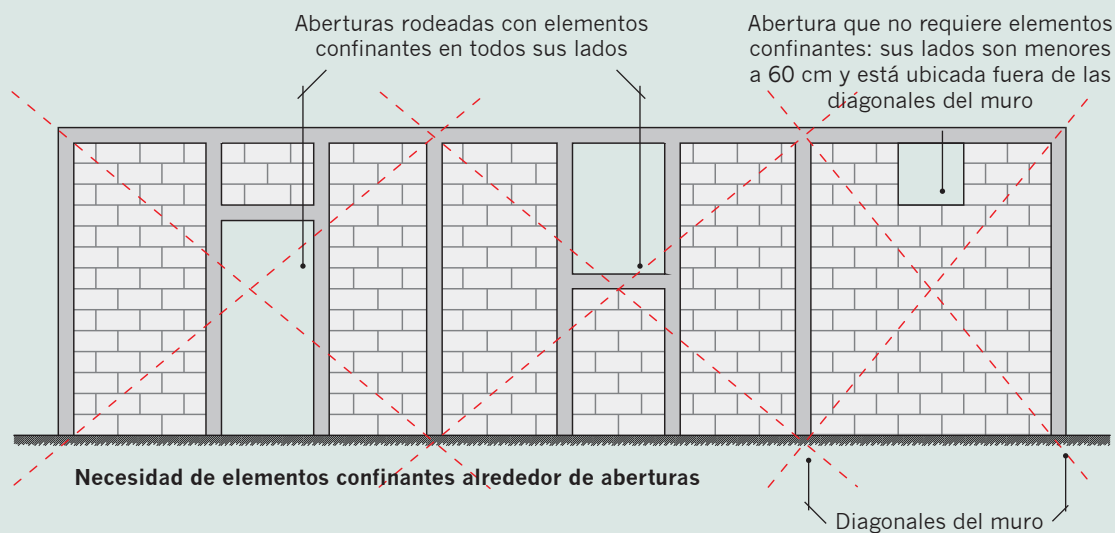


Especificaciones para puertas y ventanas

En el caso de las aberturas para puertas, éstas siempre requieren la colocación de elementos de confinamiento en su perímetro. Las aberturas para ventanas pueden o no requerir elementos de confinamiento a su alrededor dependiendo de su ubicación y tamaño, como se ilustra en la figura 22.

Las aberturas para puertas siempre requieren la colocación de elementos de confinamiento en su perímetro. Las aberturas para ventanas pueden o no requerirlos, según su ubicación y tamaño.

Figura 22
Ubicación de aberturas en los muros de mampostería confinada y necesidad de elementos de confinamiento

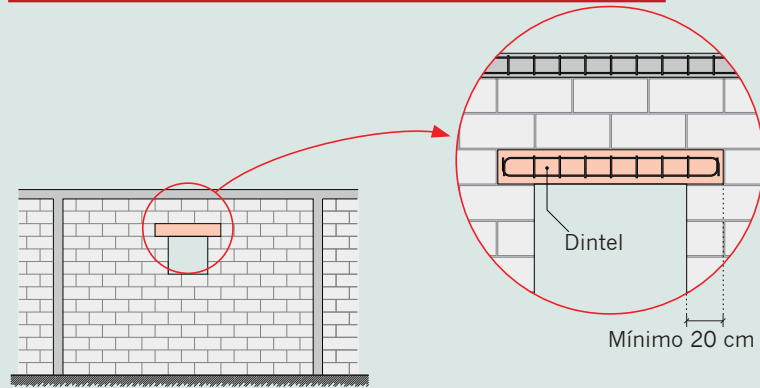


Necesidad de dinteles

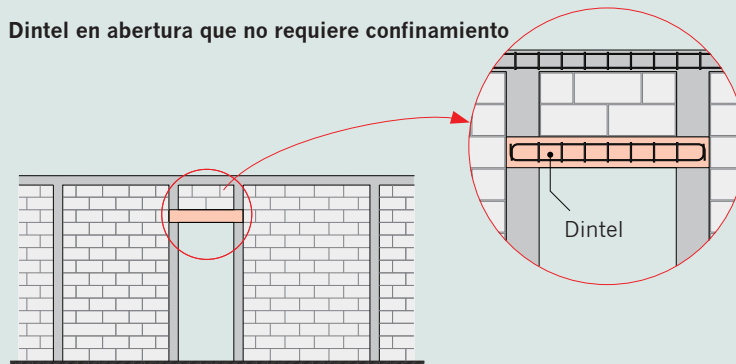
Cuando las puertas y ventanas no están ubicadas directamente debajo de las vigas de corona, se requiere la colocación de dinteles sobre las mismas (figura 23). Las dimensiones y el reforzamiento recomendables para los dinteles son similares a los de las vigas de corona, siendo sus apoyos a los lados de las aberturas de un mínimo de 20 cm.

Cuando el dintel se ubica justo debajo de la viga de corona, estos dos elementos se pueden unir tal como se ve en la figura 24.

Figura 23
Necesidad de dinteles en aberturas ubicadas más abajo de la viga de corona

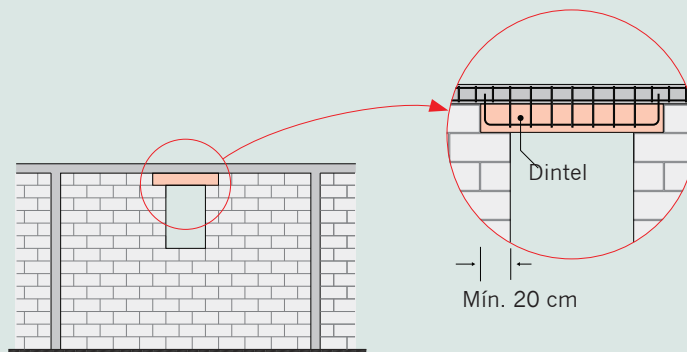


Dintel en abertura que no requiere confinamiento

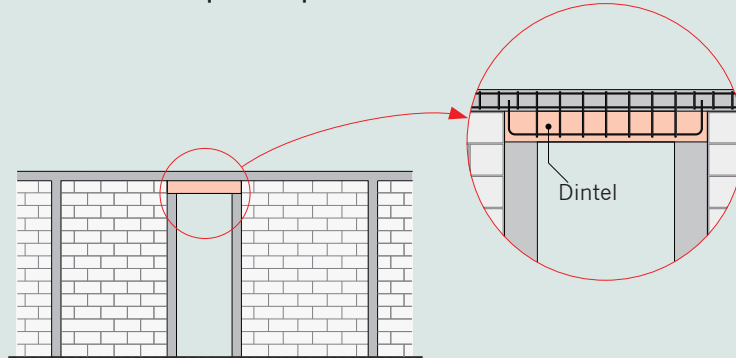


Dintel en abertura que requiere dintel y confinamiento

Figura 24
Necesidad de dinteles en aberturas ubicadas justo debajo de la viga de corona



Dintel en abertura que no requiere elementos de confinamiento



Dintel en abertura que sí requiere elementos de confinamiento

Comportamiento de viviendas de mampostería confinada durante terremotos

Es importante contar con estructuras regulares, con muros de mampostería adecuadamente confinados, así como colocar y anclar correctamente el acero de refuerzo en los elementos de confinamiento, y colocar elementos de confinamiento alrededor de las aberturas y en los antepechos para contar con estructuras seguras ante terremotos destructores.

Una adecuada planificación inicial y la atención cuidadosa durante todas las fases del proceso de construcción de una estructura de mampostería confinada hacen la diferencia entre un comportamiento adecuado y un comportamiento inadecuado durante un terremoto.

En la figura 25 se puede observar viviendas populares de mampostería construida en la ciudad de Caracas, mientras que en la figura 26 se observan los daños ocurridos en edificaciones de mampostería por causa del fuerte terremoto ocurrido en Haití en 2010.

Figura 25
Edificaciones de mampostería en la ciudad de Caracas



<http://caracaschronicles.files.wordpress.com/2010/10>

Figura 26
Edificaciones de mampostería dañadas por el terremoto ocurrido en Haití en 2010



<http://www.gehablog.org/2010/04/haiti-geopolitica-revuelta-despues-del.html>

En la figura 27 se presentan algunos ejemplos de respuestas de estructuras de mampostería confinada durante terremotos fuertes.

Figura 27
Comportamientos adecuados y no adecuados de estructuras de mampostería confinada durante los terremotos

Es importante contar con estructuras regulares, con muros de mampostería confinados adecuadamente, así como colocar y anclar correctamente el acero de refuerzo en los elementos de confinamiento, y colocar elementos de confinamiento alrededor de las aberturas y en los antepechos para contar con estructuras seguras ante terremotos destructores.

Comportamiento adecuado de estructura bien construida con mampostería confinada



Foto: Meli et al.

Terremoto de Pisco de 2007



Foto: E. Castilla

Terremoto de Cariaco 1997

Comportamientos no adecuados



Foto: Meli et al.

Ausencia de muros en una dirección en la planta baja



Foto: Meli et al.

Acero de refuerzo insuficiente y mal detallado



Foto: Ruiz et al.

Ausencia de suficientes elementos de confinamiento



Foto: www.fema.gov

Falta de elementos confinantes en antepechos



Foto: Meli et al.

Falta de elementos confinantes alrededor de las aberturas

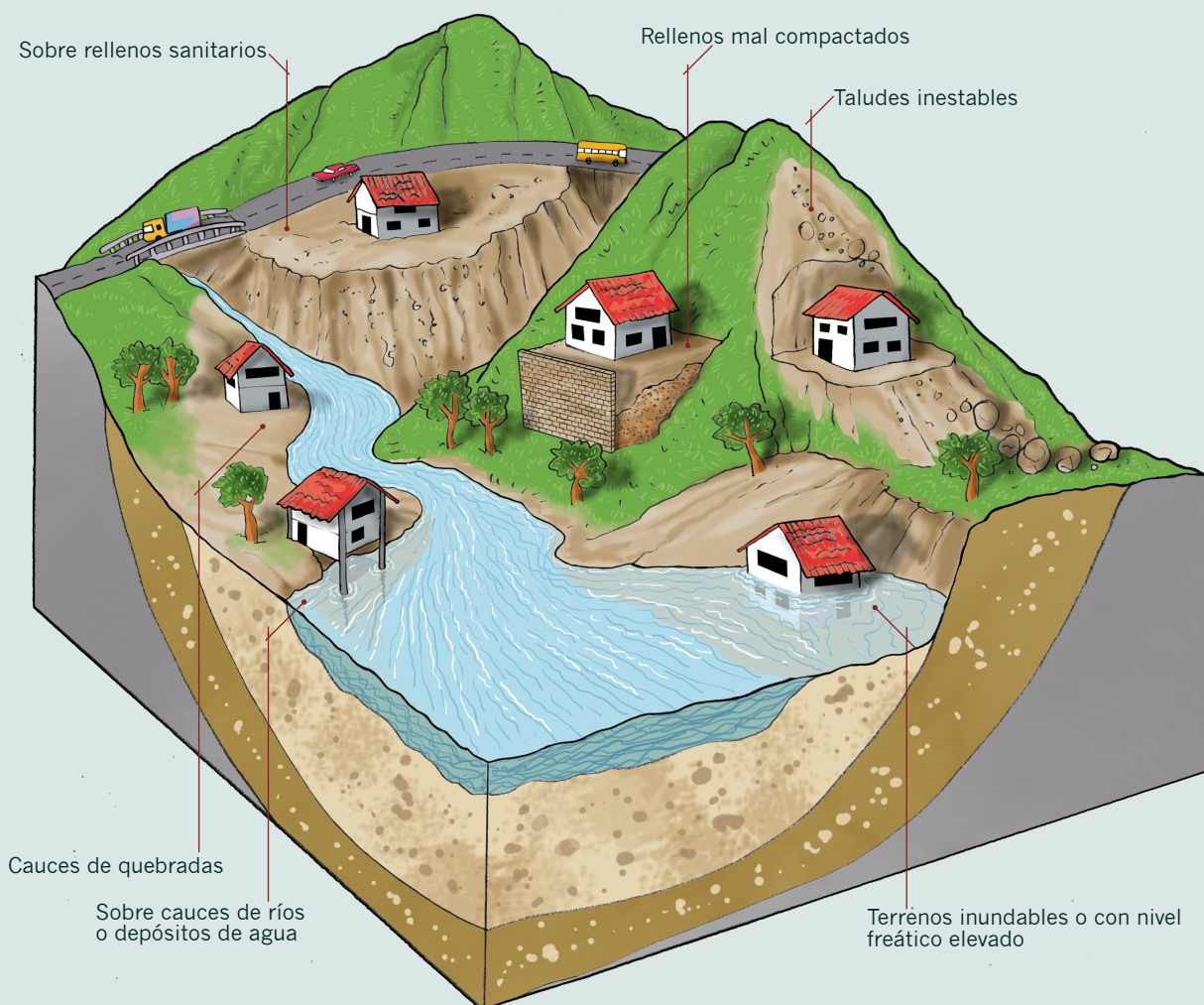
2. PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA

Selección del terreno

El primer paso para la construcción de una vivienda es la selección de un terreno adecuado, alejado de lugares propensos a peligros naturales (figura 28), esto es, un terreno que se encuentre sobre suelo firme y resistente, de roca o grava, evitando en lo posible sitios inestables, cauces de quebradas o terrenos

inundables. (Para información adicional sobre este tema y recomendaciones sobre ubicación de sitios adecuados consultar, en esta colección: “Caracterización y acondicionamiento del terreno”, de Daniel Salcedo).

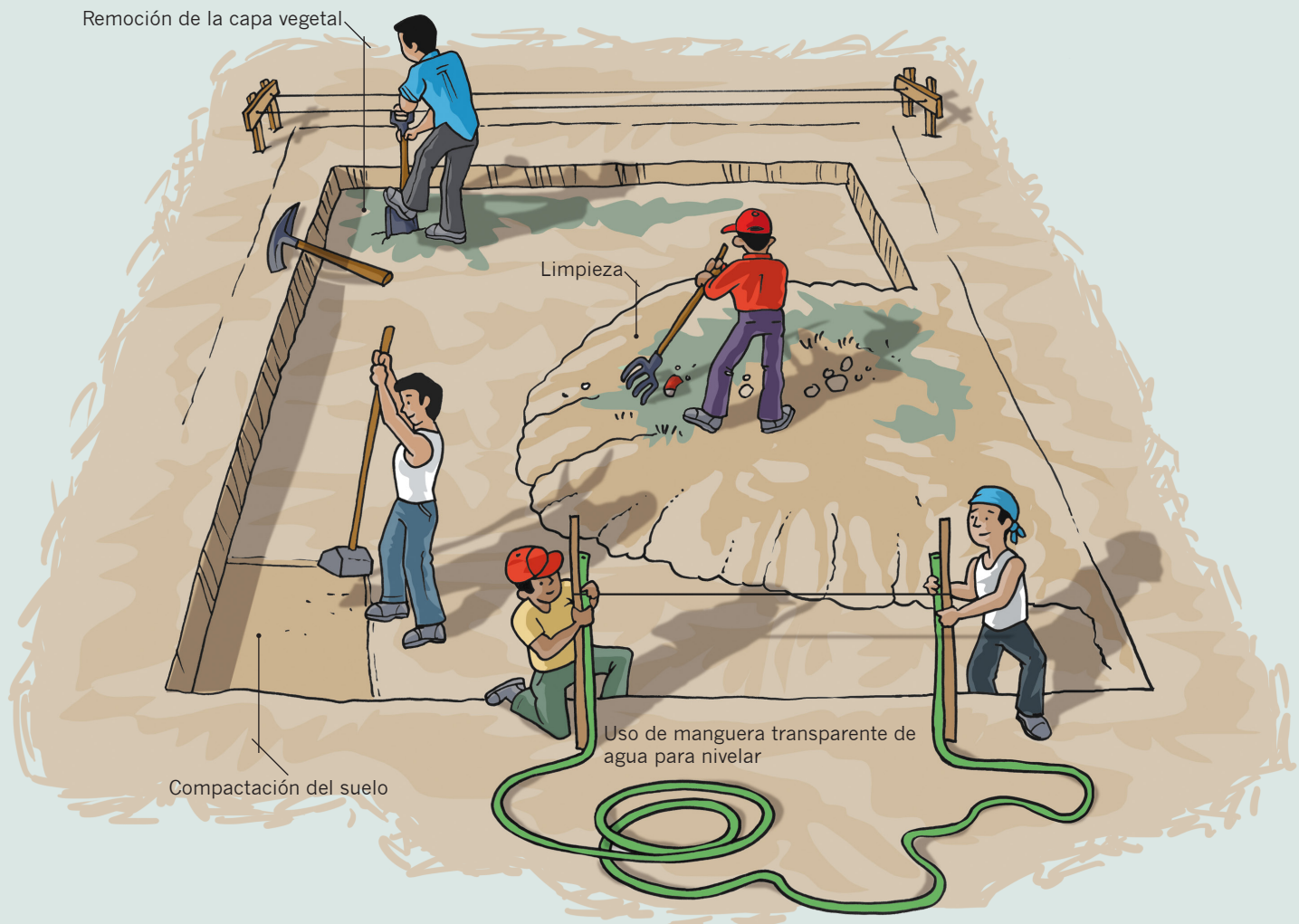
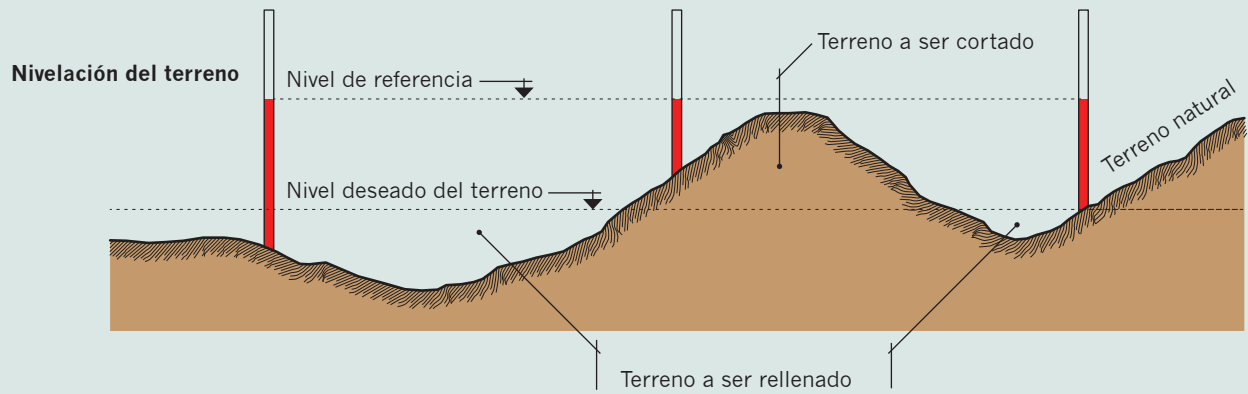
Figura 28
Ejemplos de ubicaciones inadecuadas



Limpieza y preparación del terreno

Una vez seleccionado el terreno, se procede a la limpieza, el desmonte, la remoción de la capa vegetal y nivelación del mismo, como se ilustra en la figura 29.

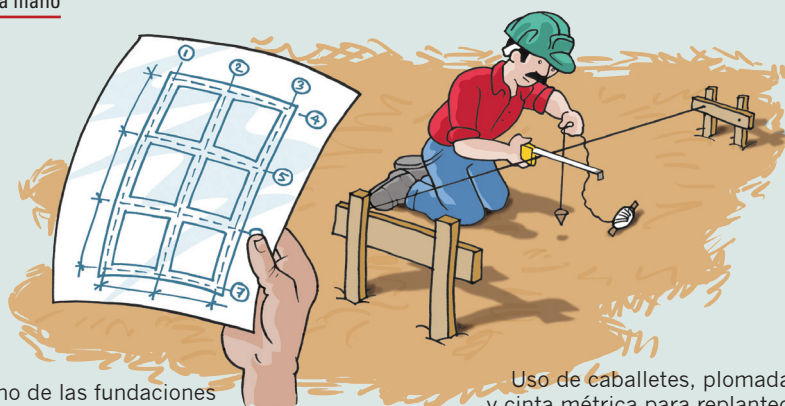
Figura 29
Adecuada preparación del terreno



Replanteo de la construcción

El replanteo permite trazar sobre la superficie del terreno la ubicación de las fundaciones de la vivienda. Para esta actividad el constructor puede valerse de caballetes, cordeles, plomada, cinta métrica y cal para marcar la anchura de las fundaciones, tal como muestra la figura 30. Una vez replanteada la vivienda se puede iniciar la excavación del terreno para la construcción de las fundaciones necesarias.

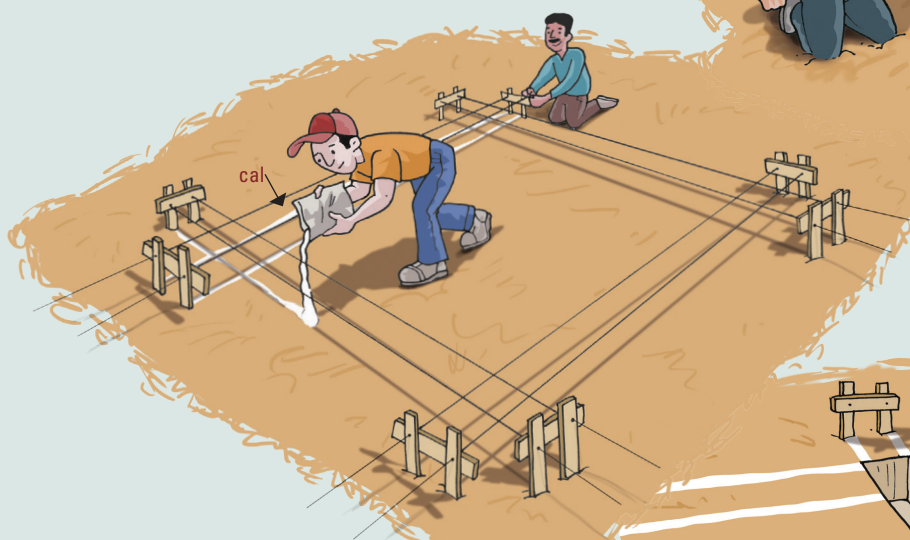
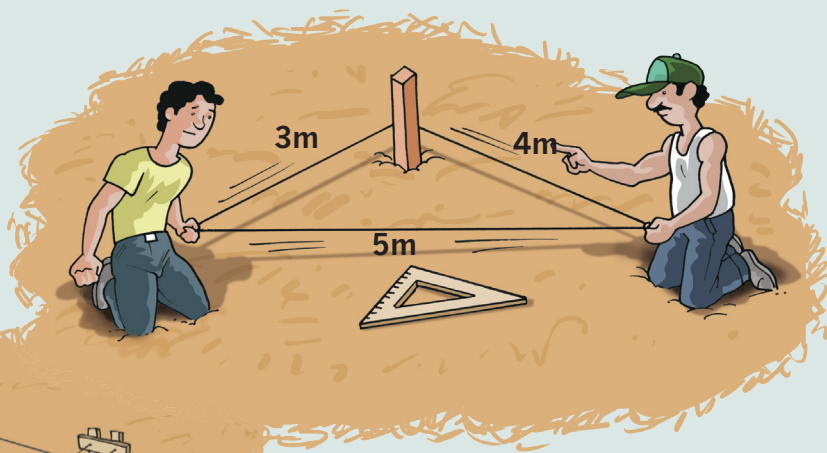
Figura 30
Replanteo de la construcción y proceso de excavación a mano



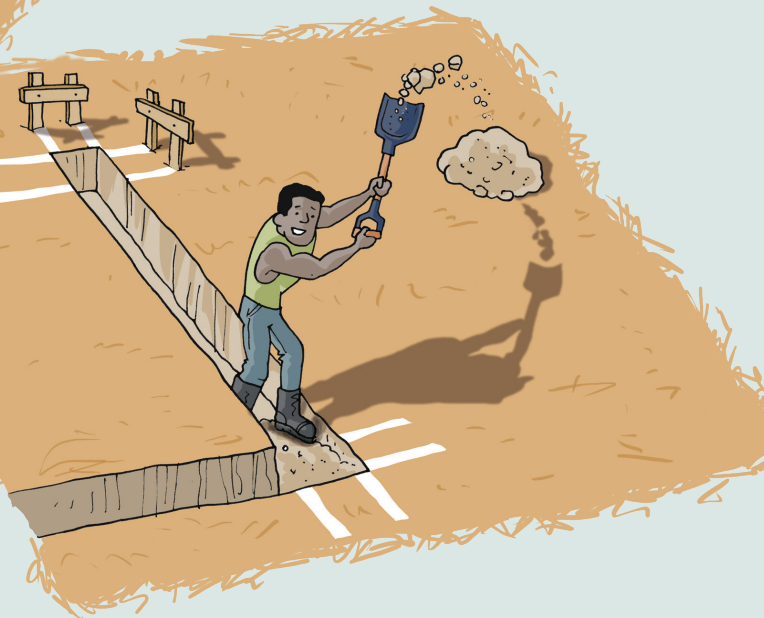
Plano de las fundaciones

Uso de caballetes, plomada y cinta métrica para replanteo

Replanteo de un ángulo recto en la obra. Usa 3-4-5 para que las fundaciones y los muros estén a escuadra formando ángulos rectos



Marcado del ancho de la fundación con cal. Usa cordeles como guía y marca con cal en el suelo el ancho de los cimientos



Excavación a mano

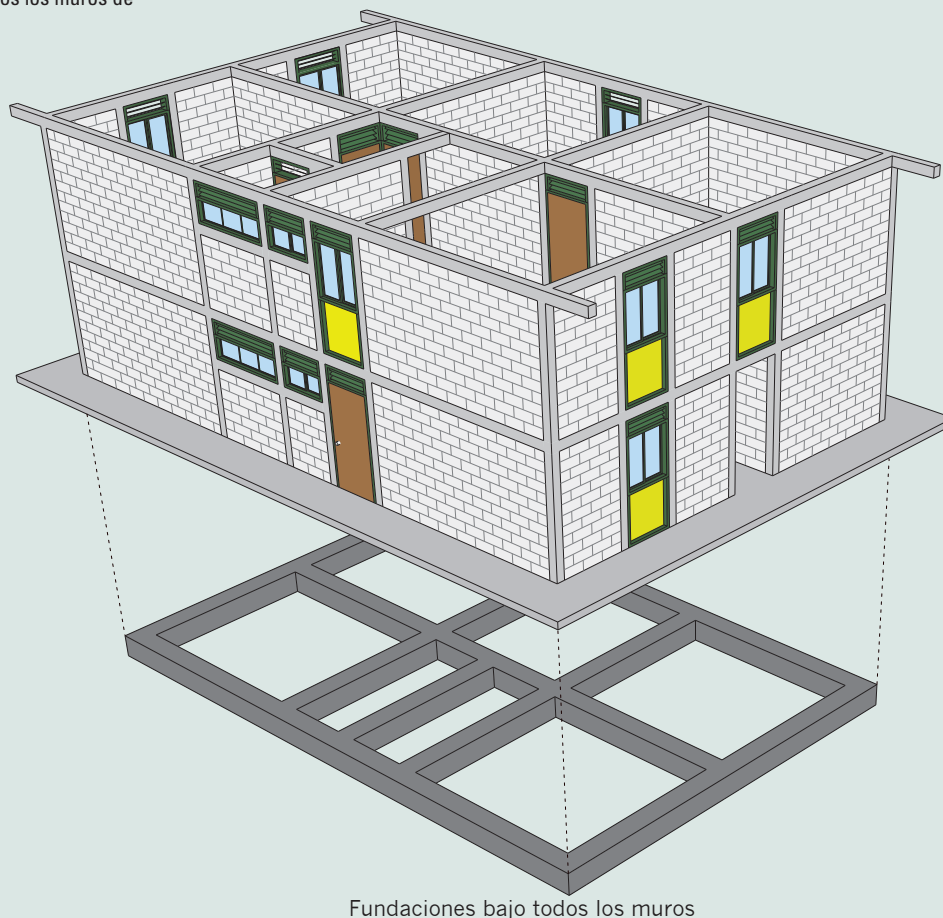
Fundaciones

Una vez replanteado el terreno, el proceso de fabricación de las fundaciones para una estructura de mampostería confinada se puede resumir en las siguientes actividades: excavación, colocación del acero de refuerzo de los elementos de la fundación, colocación del refuerzo longitudinal de los machones de concreto reforzado, preparación, vaciado y curado del concreto. La dosificación de concreto es similar a la de los elementos de confinamiento de concreto reforzado, sólo que en vez de utilizar piedra picada tipo “arrocillo” se usa piedra picada convencional.

Puesto que las estructuras de mampostería confinada se basan en muros portantes, se deben proveer losas o fundaciones corridas bajo todos los muros, con el espesor suficiente para anclar de manera efectiva los aceros de refuerzo longitudinales de los machones de concreto (ver figura 31).

Las fundaciones tienen como finalidad principal transmitir al suelo todas las cargas que se generan en la edificación distribuyéndolas de manera adecuada y deben vaciarse sobre terrenos muy bien compactados para evitar daños en la vivienda. Adicionalmente, las fundaciones deben reducir la posibilidad de que ocurran asentamientos diferenciales que puedan generar daños en la estructura.

Figura 31
Fundaciones debajo de todos los muros de mampostería confinada



Fundaciones bajo todos los muros

Detalles de fundaciones

El anclaje del acero de refuerzo permite la conexión efectiva entre los muros de mampostería confinada y las fundaciones de la vivienda (figura 32).

Existen diversos tipos de fundaciones que se pueden emplear para viviendas de mampostería confinada, tales como las fundaciones directas mostradas en las figuras 33, 34 y 35 y las losas de fundación nervadas mostradas en las figuras 36 y 37.

Figura 32
La altura o el espesor de la fundación debe garantizar el anclaje adecuado del refuerzo longitudinal de los machones

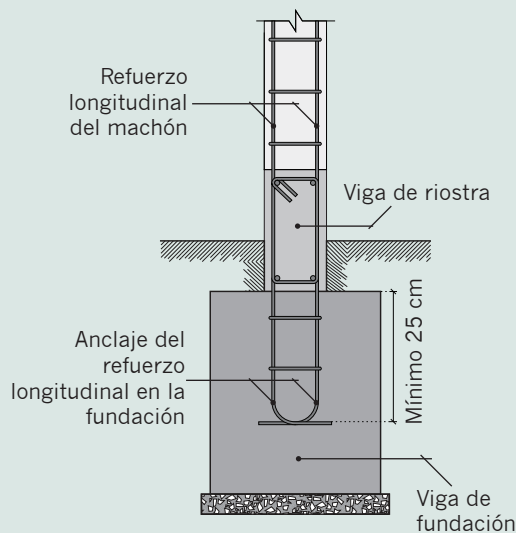


Figura 33
Viga de fundación de concreto ciclópeo (no reforzado)

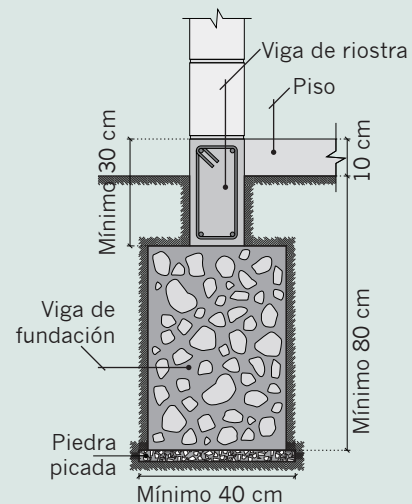


Figura 34
Fundaciones corridas

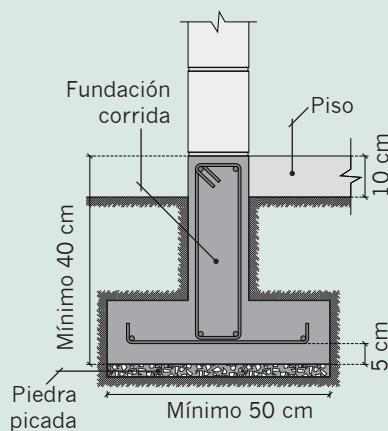
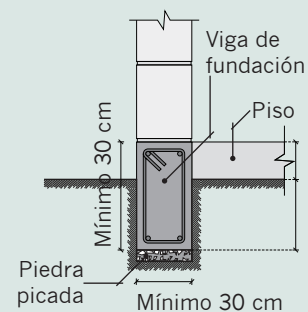


Figura 35
Viga de fundación de concreto reforzado



Adicionalmente, se pueden usar losas de fundación macizas que son más rígidas y requieren una mayor cantidad de concreto en su fabricación, por consiguiente, son más costosas.

La selección del tipo y las dimensiones de las fundaciones dependerán de las características del suelo de fundación y su capacidad portante. En la medida de lo posible esta selección se debe realizar con la asesoría de personal calificado.

Figura 36
Losas de fundación con nervios de concreto armado bajo los muros de mampostería

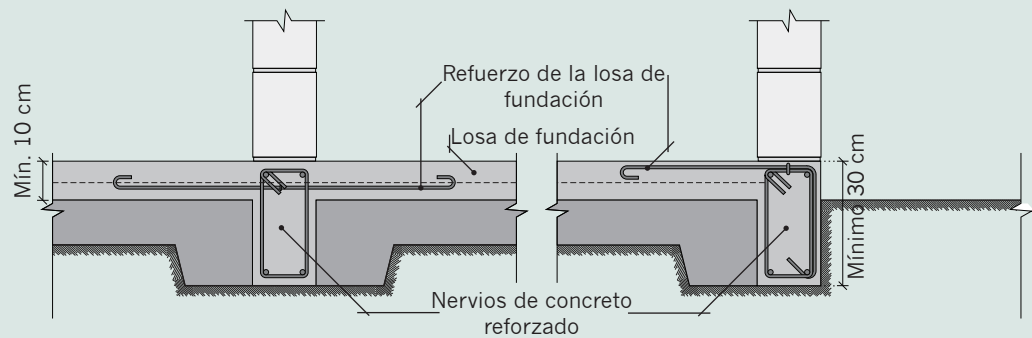
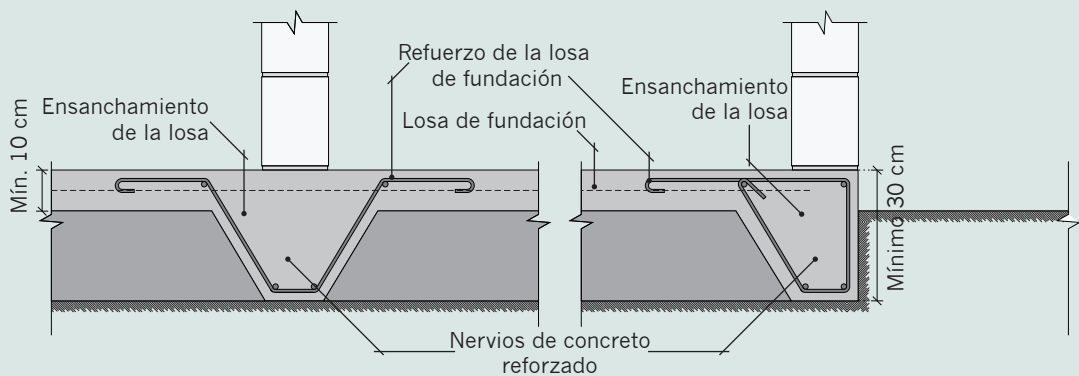


Figura 37
Losas de fundación con ensanchamientos bajo los muros de mampostería



Muros de mampostería confinada

El proceso seguido para la construcción de los muros de mampostería confinada es muy importante, puesto que condiciona el comportamiento de los mismos ante la acción de cargas sísmicas.

Como ya fue referido anteriormente, en primer lugar se construyen las paredes de mampostería y luego se vacía

el concreto de los elementos de confinamiento con la finalidad de garantizar la mejor unión posible entre las paredes de mampostería y los elementos de concreto reforzado, logrando así que las paredes queden efectivamente confinadas (figuras 38 y 39).

Es muy importante cumplir con el orden recomendado para la construcción de los muros de mampostería confinada puesto que de eso dependerá su comportamiento ante la acción de cargas sísmicas.

Figura 38
Proceso constructivo de muros de mampostería confinada con elementos de concreto



Figura 39
Proceso de construcción de muros de mampostería confinada para ensayos de laboratorio

(Fotos: A. Marinilli 2005)



Armado de la viga de fundación y anclaje del refuerzo longitudinal de los machones



Fabricación de la pared de mampostería y colocación y armado de machones



Vaciado del concreto de los machones



Colocación del armado de la viga de corona



Muros de mampostería confinada terminados

Paredes de mampostería

Antes de iniciar la construcción de las paredes de mampostería es muy importante humedecer los bloques y ladrillos (figura 40) –sobre todo si estos son de arcilla– para que no absorban agua del mortero durante el proceso de construcción, lo que de otra manera reduciría su trabajabilidad, adherencia y resistencia.

Durante la construcción se deben cuidar las dimensiones y el acabado de las juntas de mampostería (figura 41).

Al colocar los bloques es muy importante asentarlos adecuadamente y rellenar muy bien tanto las juntas horizontales como las juntas verticales, para garantizar que las piezas queden bien unidas entre sí (figura 42).

Para la preparación del mortero, primero mezclar el cemento, la cal y la arena. Luego agregar agua conforme se vaya avanzando con la construcción de los muros (figura 43). La manera adecuada de poner los bloques es trabada.

Siempre se debe usar mortero recién hecho. No utilizar mortero que se esté endureciendo. Inicializado el fraguado no se debe agregar agua.

Figura 40
Humedeciendo los bloques



Figura 42
Juntas horizontales y verticales

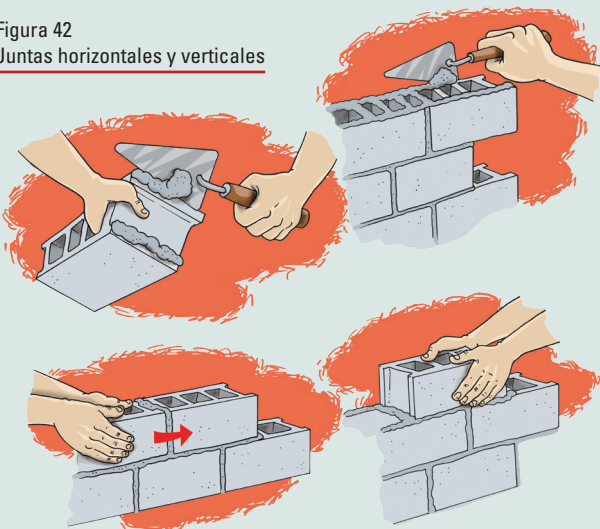


Figura 41
Acabado y espesor de las juntas

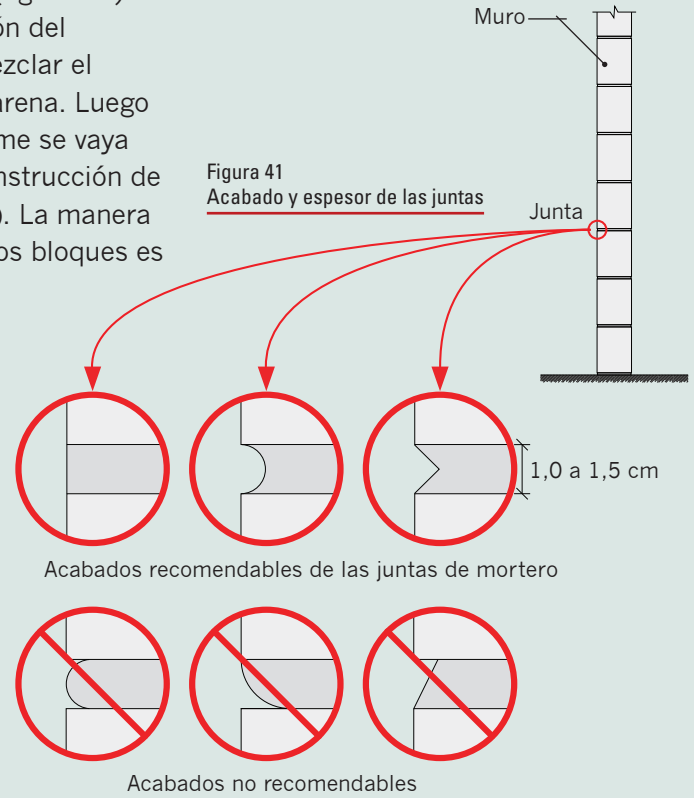


Figura 43
Preparación del mortero

- 1 parte de cemento
- 4 partes de arena lavada y tamizada
- 1 parte de cal



El avance diario de la construcción de los muros se debe limitar a una altura de 1,20m para evitar que las juntas de mortero, aun en estado fresco, puedan fallar debido al peso de la pared (figura 44).

Opcionalmente, el “dentado” de las paredes de mampostería permitiría garantizar que éstas queden mejor unidas a los machones al proveer una traba mecánica adicional, lo que favorece el efecto de confinamiento (figura 45).

Es necesario verificar con la plomada en cada hilada la verticalidad del muro.

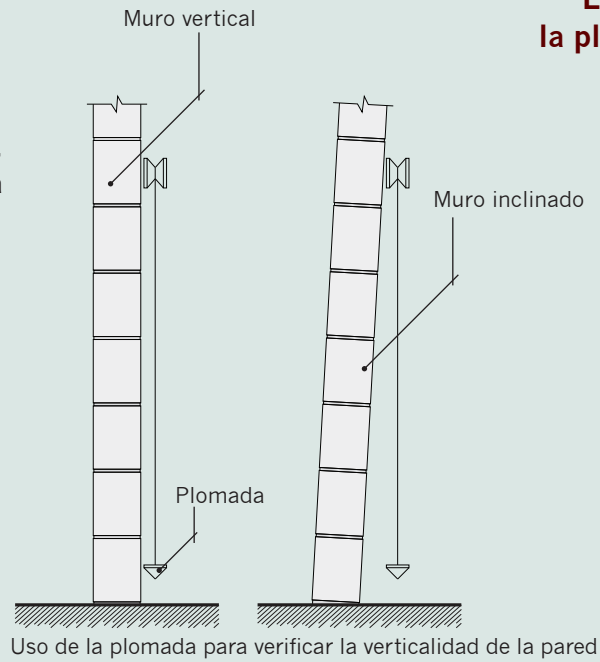


Figura 44
Construcción de muros de mampostería

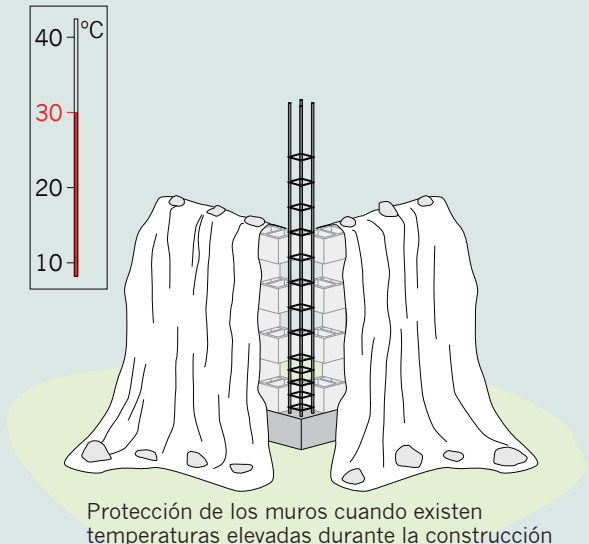
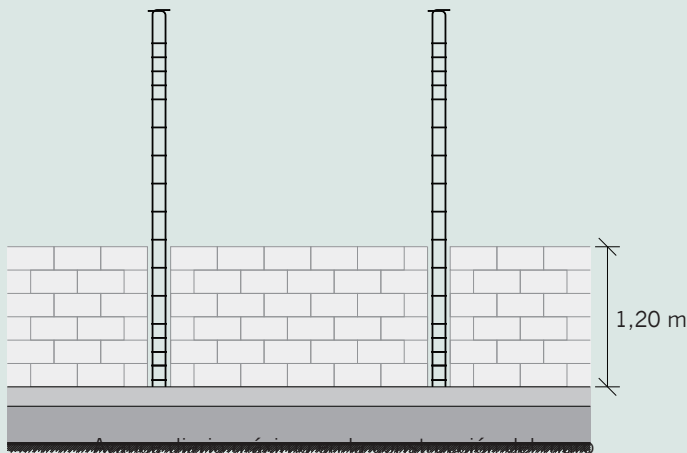
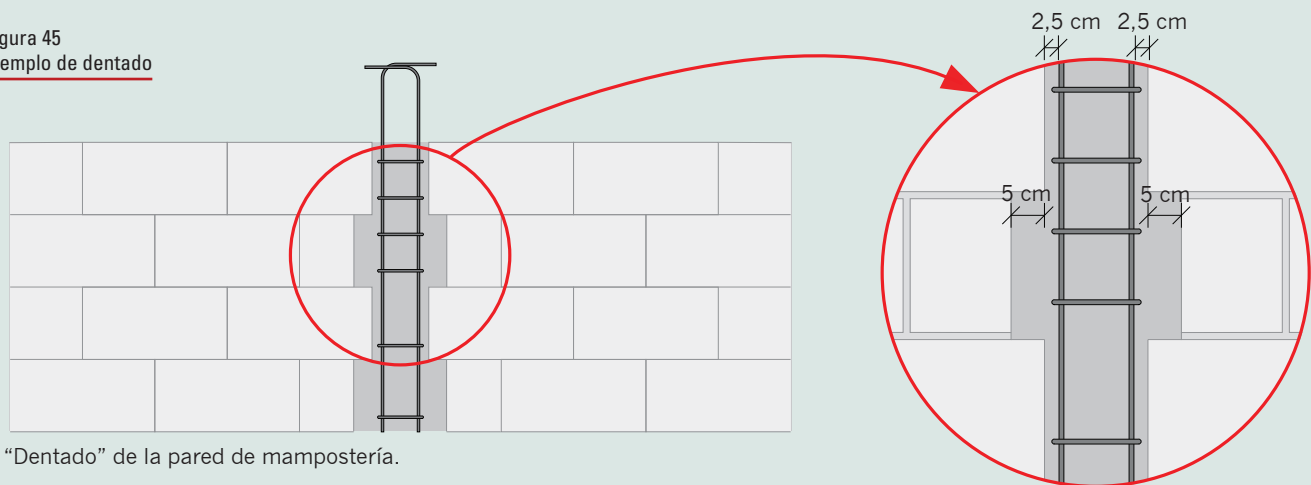


Figura 45
Ejemplo de dentado



Machones y vigas de corona

Las dimensiones de las secciones transversales de los elementos de confinamiento son similares al espesor de la pared de mampostería, por consiguiente, las dimensiones mínimas de los elementos de confinamiento son de 15 cm por 15 cm tanto para machones como para vigas de corona (figura 46). Esta figura también indica el refuerzo longitudinal mínimo requerido para los elementos de confinamiento (4 cabillas ϕ 3/8", figura 46).

Se debe prestar especial atención a los detalles necesarios para el anclaje de las barras de acero longitudinal, tanto de los machones como de las vigas de corona (figuras 47, 48 y 49). Mediante este anclaje se logra desarrollar la conexión efectiva entre los elementos de confinamiento.

Este anclaje se realiza con ganchos a 90° con ramas de longitudes adecuadas.

Figura 46 Dimensiones y refuerzo longitudinal mínimos de los elementos de confinamiento

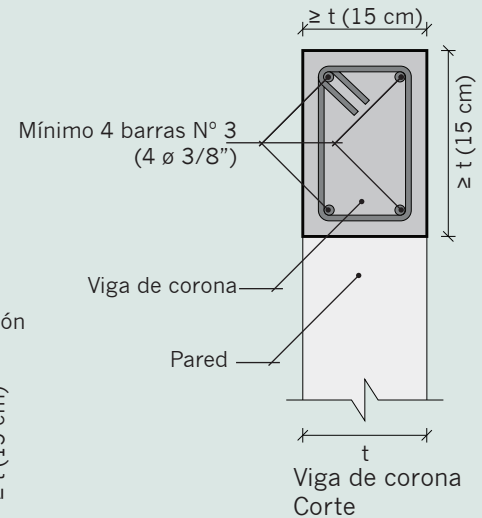
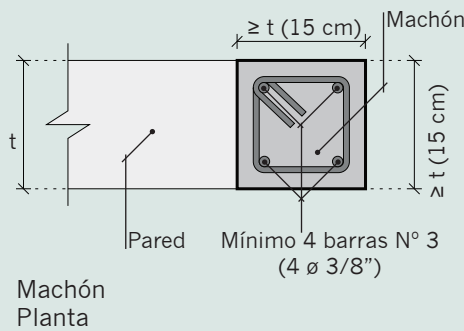
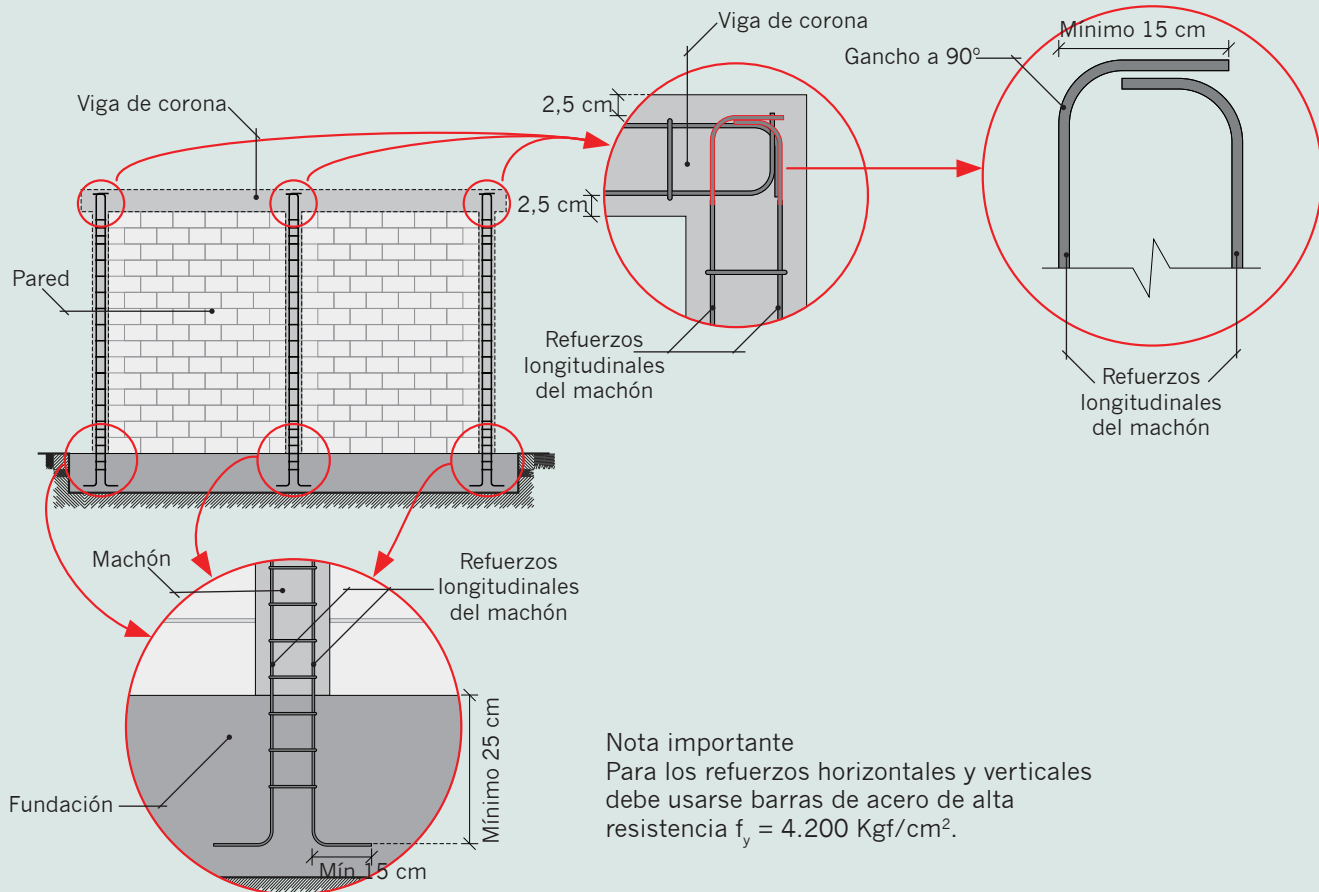


Figura 47 Detallado del acero longitudinal de los machones de concreto reforzado



Nota importante
Para los refuerzos horizontales y verticales debe usarse barras de acero de alta resistencia $f_y = 4.200 \text{ Kg/cm}^2$.

Figura 48
Detallado del acero longitudinal de los machones de concreto reforzado

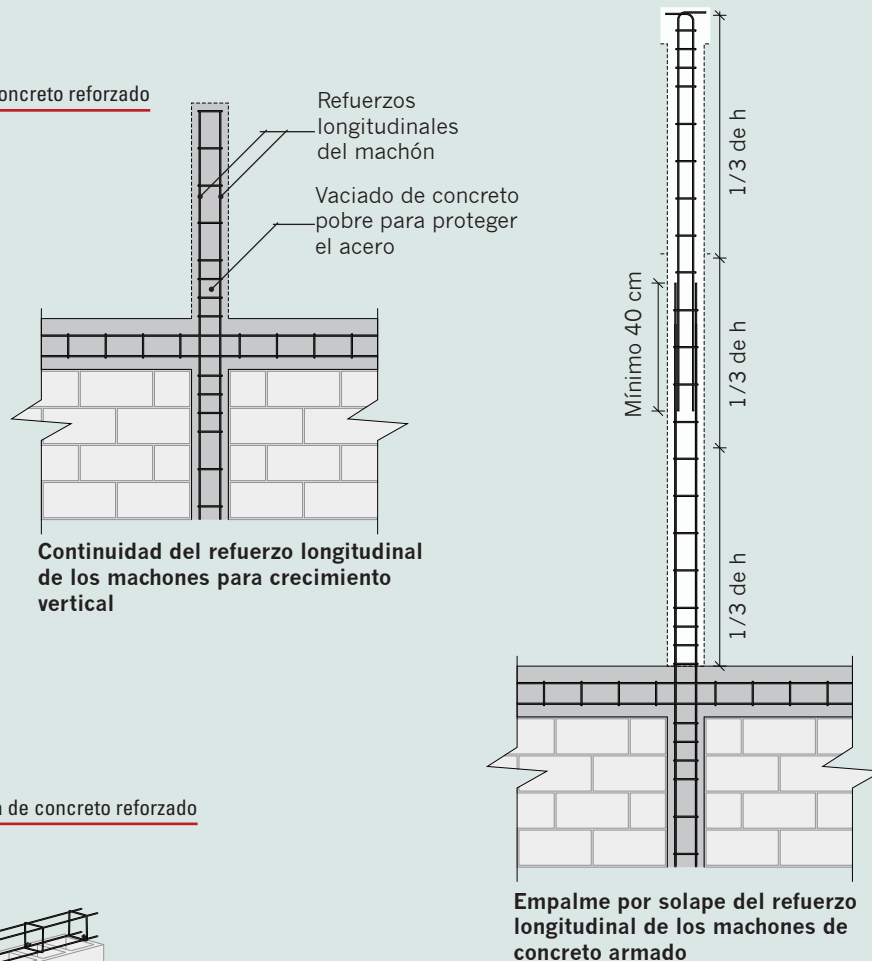
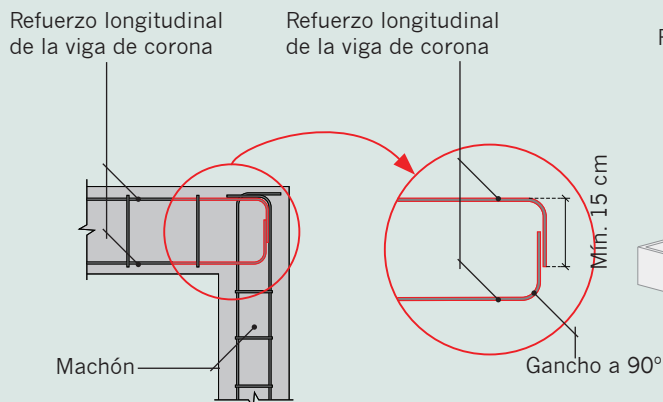
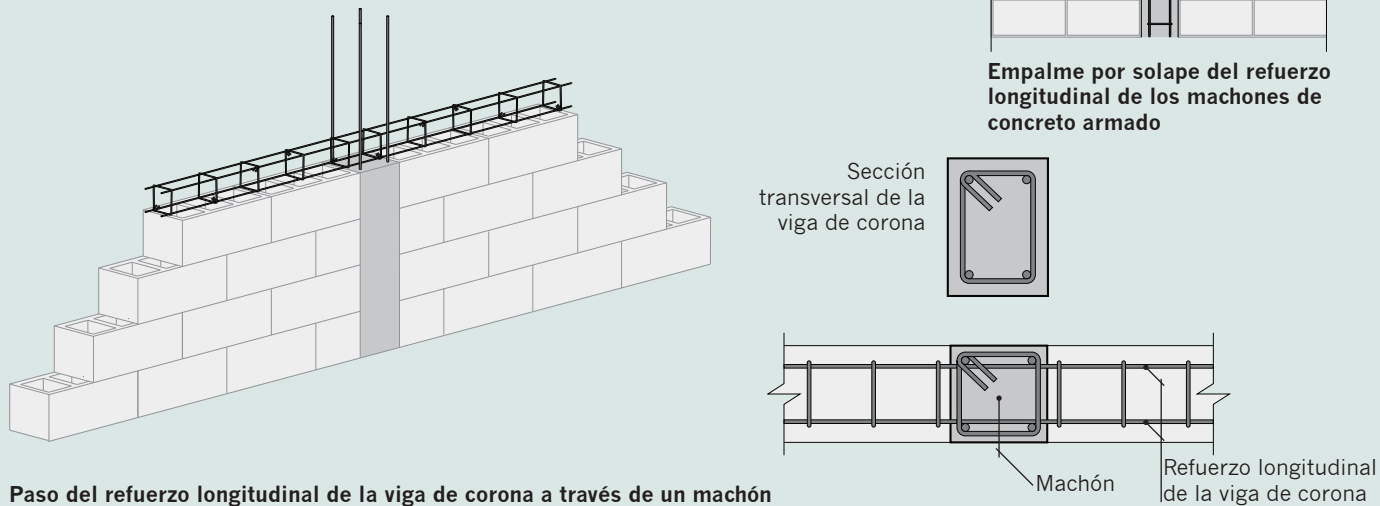
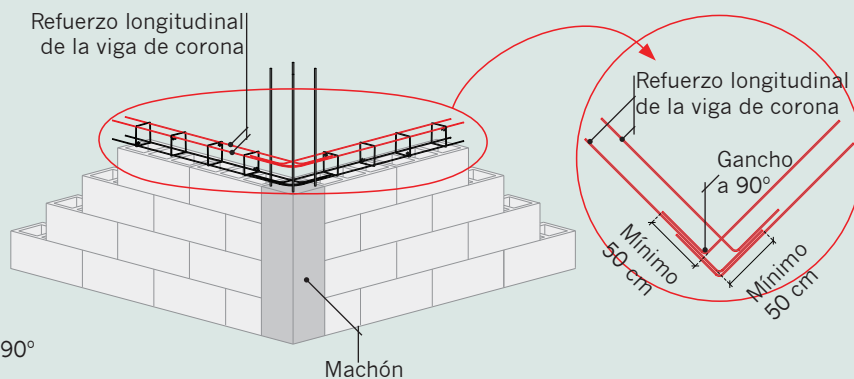


Figura 49
Detallado del acero longitudinal de las vigas de corona de concreto reforzado



Anclaje del refuerzo longitudinal de las vigas de corona en el machón del borde del muro



Anclaje del refuerzo longitudinal de las vigas de corona en la intersección de muro

Se debe cuidar la ubicación y longitud de los empalmes por solape de los aceros longitudinales de los machones y las vigas de corona, cuyos detalles se pueden observar en las figuras 48 y 50, respectivamente. Estos empalmes permiten darle continuidad a las barras de acero cuando la longitud de un elemento de concreto es mayor que la longitud de la barra. No es recomendable soldar las barras de acero para darles continuidad, puesto que el proceso de soldadura podría hacer más frágil el acero.

Al igual que el acero longitudinal, el acero de refuerzo transversal, los estribos, también juega un papel muy importante en el comportamiento de los elementos de confinamiento de concreto reforzado. El refuerzo transversal se realiza con estribos cerrados terminados en ganchos a 135° y con ramas de longitudes adecuadas.

El espaciamiento de los estribos a lo largo de los elementos es por lo general de 20 cm, pero esa distancia se debe reducir a la mitad en los extremos superior e inferior de los machones externos de los muros confinados y aquellos machones ubicados a los lados de las aberturas, como se muestra en la figura 51. Detalles adicionales del acero de refuerzo transversal se pueden observar en la figura 52.

Los empalmes por solape permiten dar continuidad a las barras de acero cuando la longitud de un elemento de concreto es mayor que la longitud de la barra.

Figura 50
Empalme por solape del refuerzo longitudinal de las vigas de corona de concreto

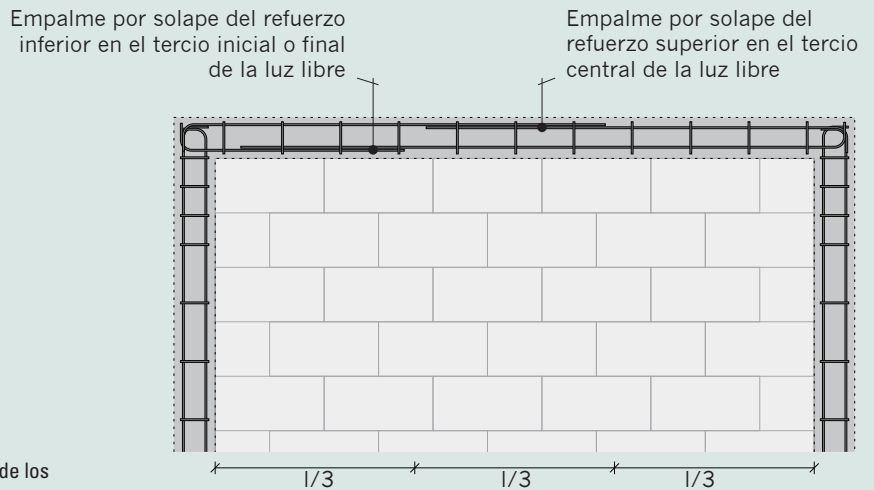
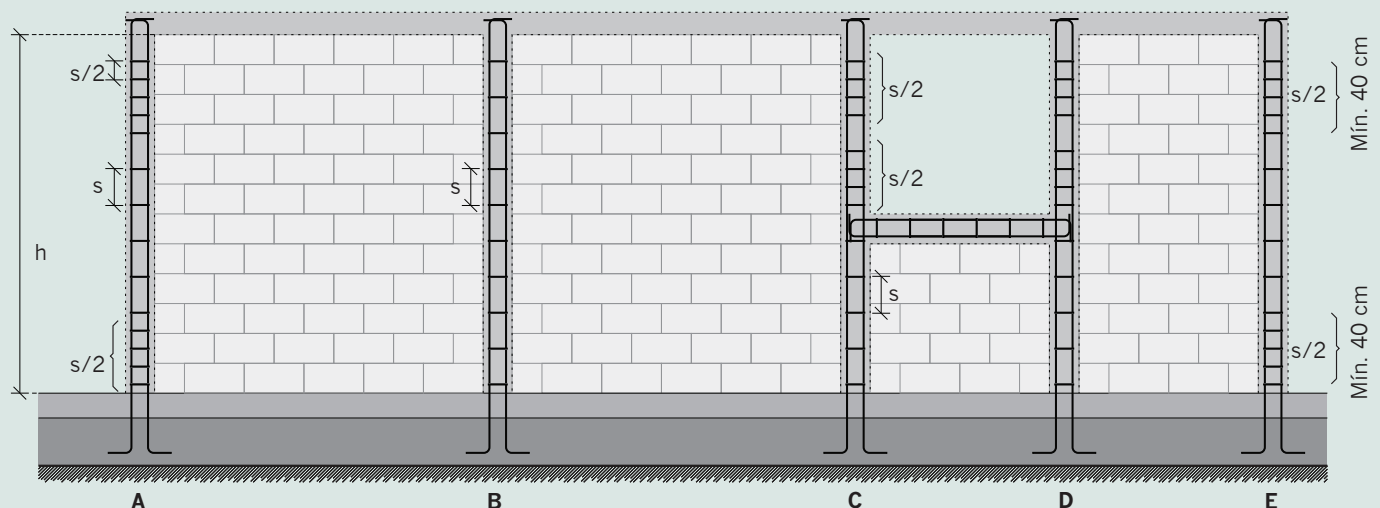


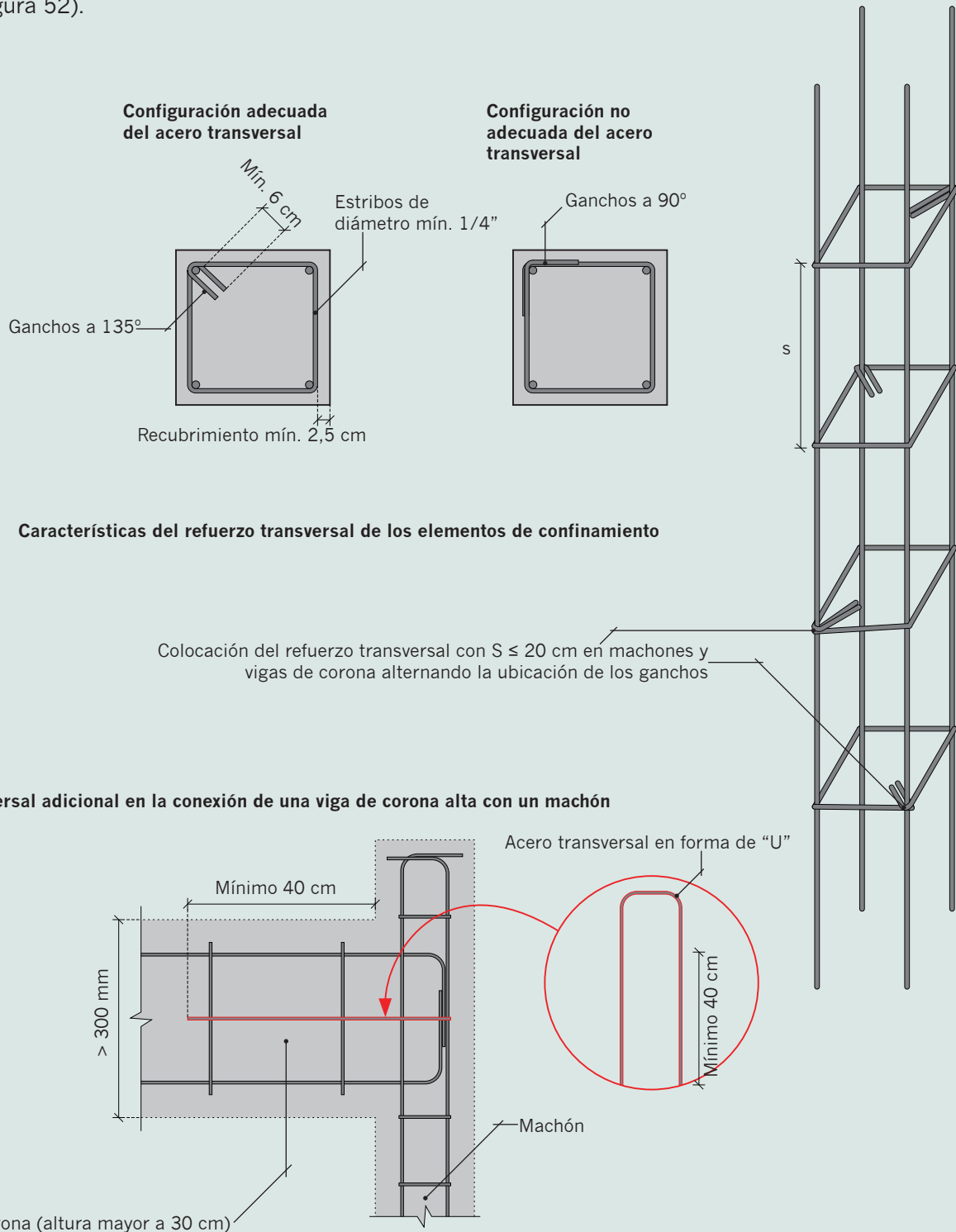
Figura 51
Detallado de la disposición del acero transversal (estribos) de los elementos verticales de confinamiento de concreto armado



Espaciamiento del refuerzo transversal en los machones

El recubrimiento de concreto protege al acero contra la acción de los agentes ambientales. Se recomienda un valor mínimo de 2,5 cm medido desde la parte externa del estribo a la cara externa del machón y de la viga de corona (figura 52).

Figura 52
Detallado del acero transversal (estribos) de los elementos de confinamiento de concreto armado



Vaciado del concreto en machones y vigas

El proceso de colocación en obra del concreto de los elementos de confinamiento implica encofrado, vaciado, vibrado, desencofrado y curado (figura 53). El vaciado debe ser realizado de manera de evitar la disgregación del concreto. La compactación se puede realizar con equipos vibradores, con barras o golpeando suavemente con martillos de goma el encofrado.

Se recomienda el desencofrado a las 24 horas de terminar el vaciado. Si al desencofrar se observan cangrejeras en el concreto se debe eliminar de

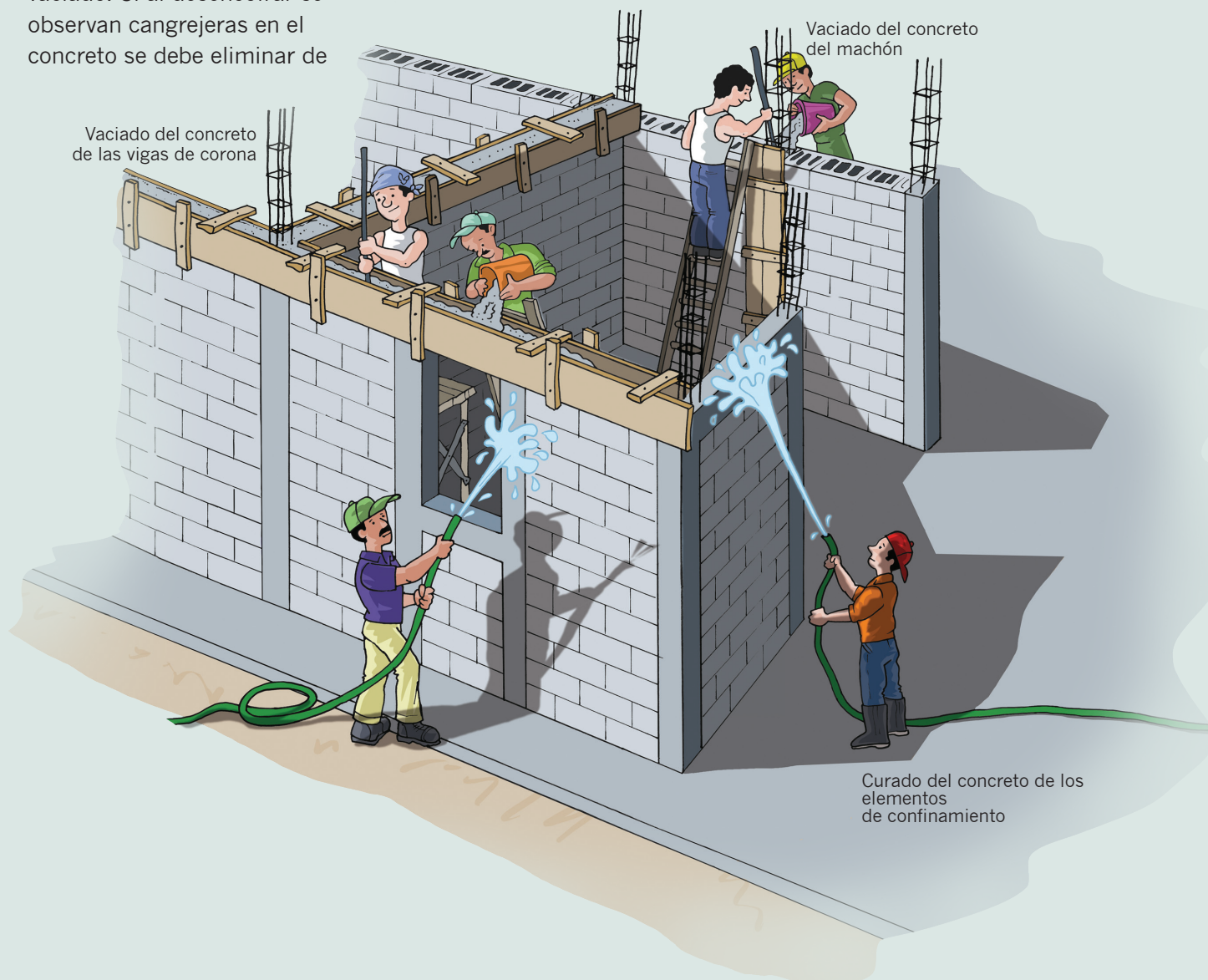
inmediato el material suelto y rellenarlas cuidadosamente con un mortero rico en cemento.

El curado se puede realizar regando con agua los elementos dos o tres veces al día, durante al menos siete días. Esto ayudará a que el concreto desarrolle su máxima resistencia.

Después de vaciar el concreto en los elementos de confinamiento se deben dejar los encofrados en su lugar por 24 horas. Luego se retiran cuidadosamente para volverlos a usar en otros elementos de confinamiento.

Nunca utilizar como encofrados materiales inadecuados como bolsas de cemento, ladrillos o cartones porque entonces los elementos de concreto resultarán deformados.

Figura 53
Vaciado de los elementos de confinamiento de concreto armado



Losas de entepiso y techo

Las losas tienen como función principal soportar las cargas verticales que corresponden al uso de la vivienda y transmitirlas a los muros portantes de mampostería confinada. Adicionalmente, las losas tienen la función de servir como diafragmas que compatibilicen las deformaciones laterales producidas por el efecto de los terremotos sobre las edificaciones. Por lo tanto, las losas son importantes para amarrar horizontalmente todos los componentes y crear un conjunto eficiente ante las

acciones sísmicas. Entre los diversos tipos de losas se pueden mencionar las de tabelones y las losas de nervios prefabricados de concreto, cuyos detalles constructivos se muestran en las figuras 54 a 57.

Durante la construcción es importante cuidar la conexión de las losas con los muros de mampostería confinada. En el caso de las losas de tabelones esta conexión se puede realizar con ganchos elaborados con barras de acero ancladas en las vigas de corona (figura 56).

Durante la construcción es importante cuidar la conexión de las losas con los muros de mampostería confinada. En el caso de las losas de tabelones esta conexión se puede realizar con ganchos elaborados con barras de acero ancladas en las vigas de corona. Cuando se trata de las losas de nervios prefabricados la conexión se puede lograr mediante barras de acero para anclar la losa a la viga de corona.

Figura 54
Losas de tabelones

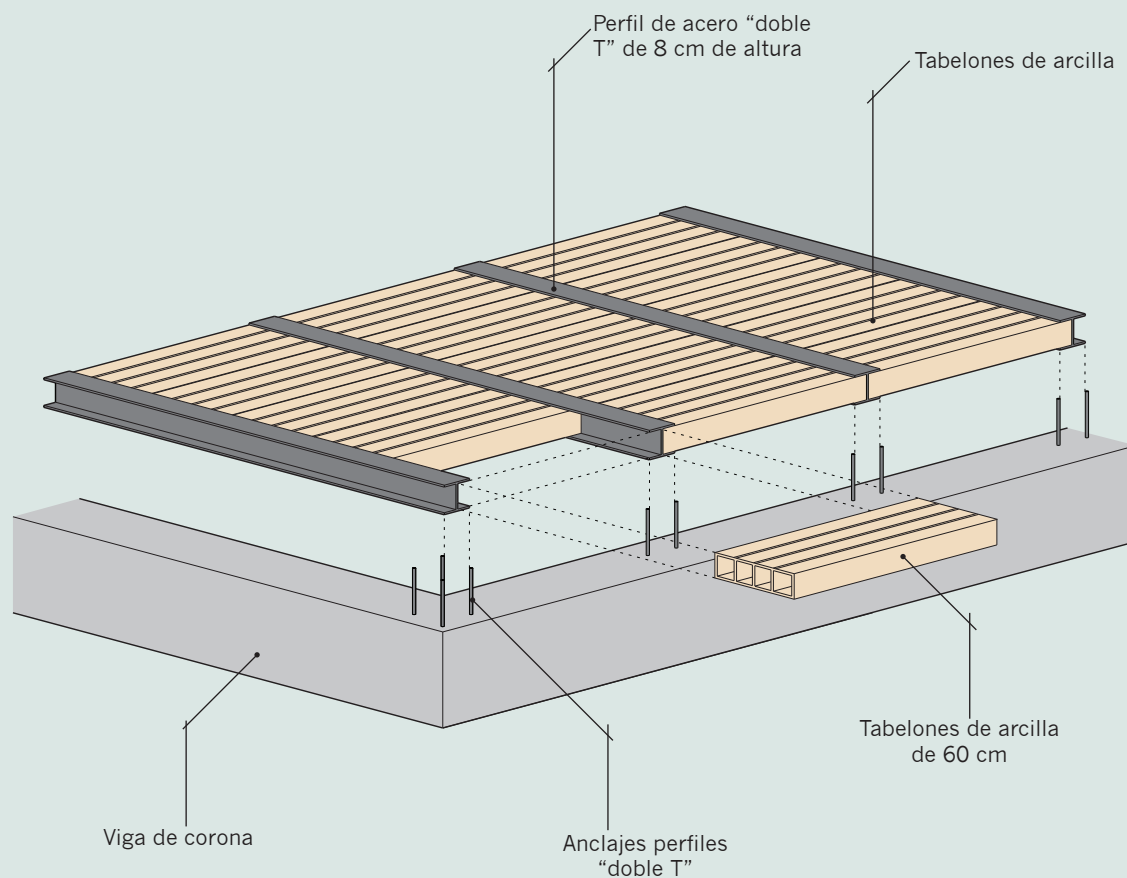


Figura 55
Losas de tableros. Colocación de la malla electrosoldada y el encofrado

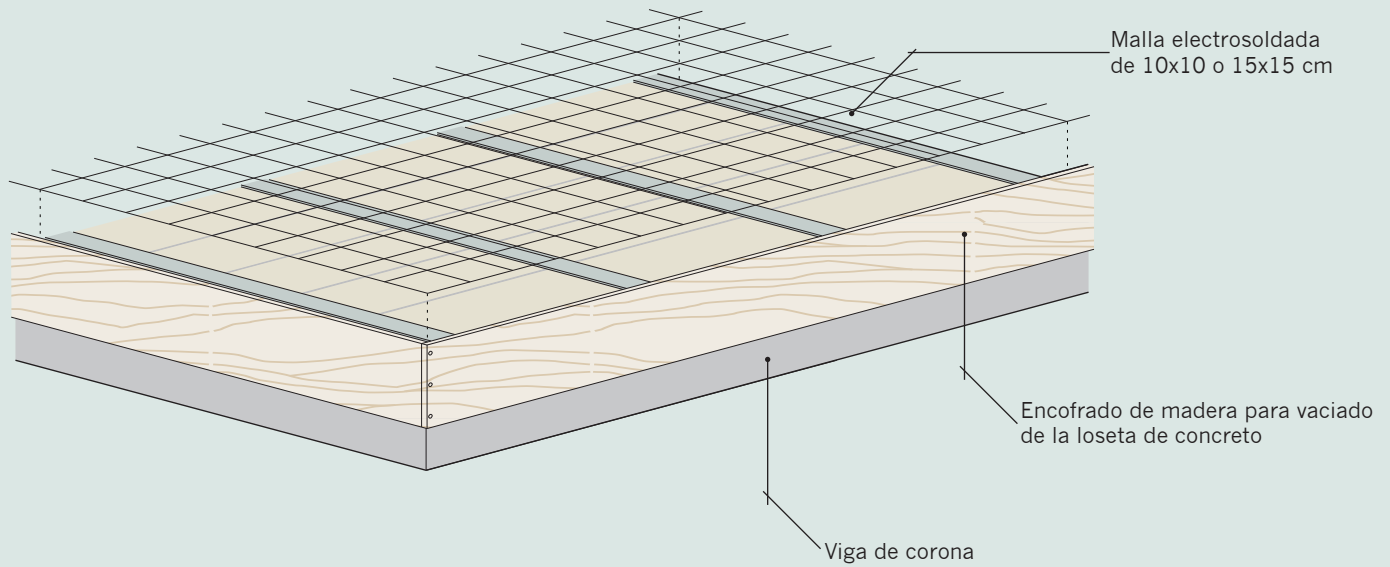
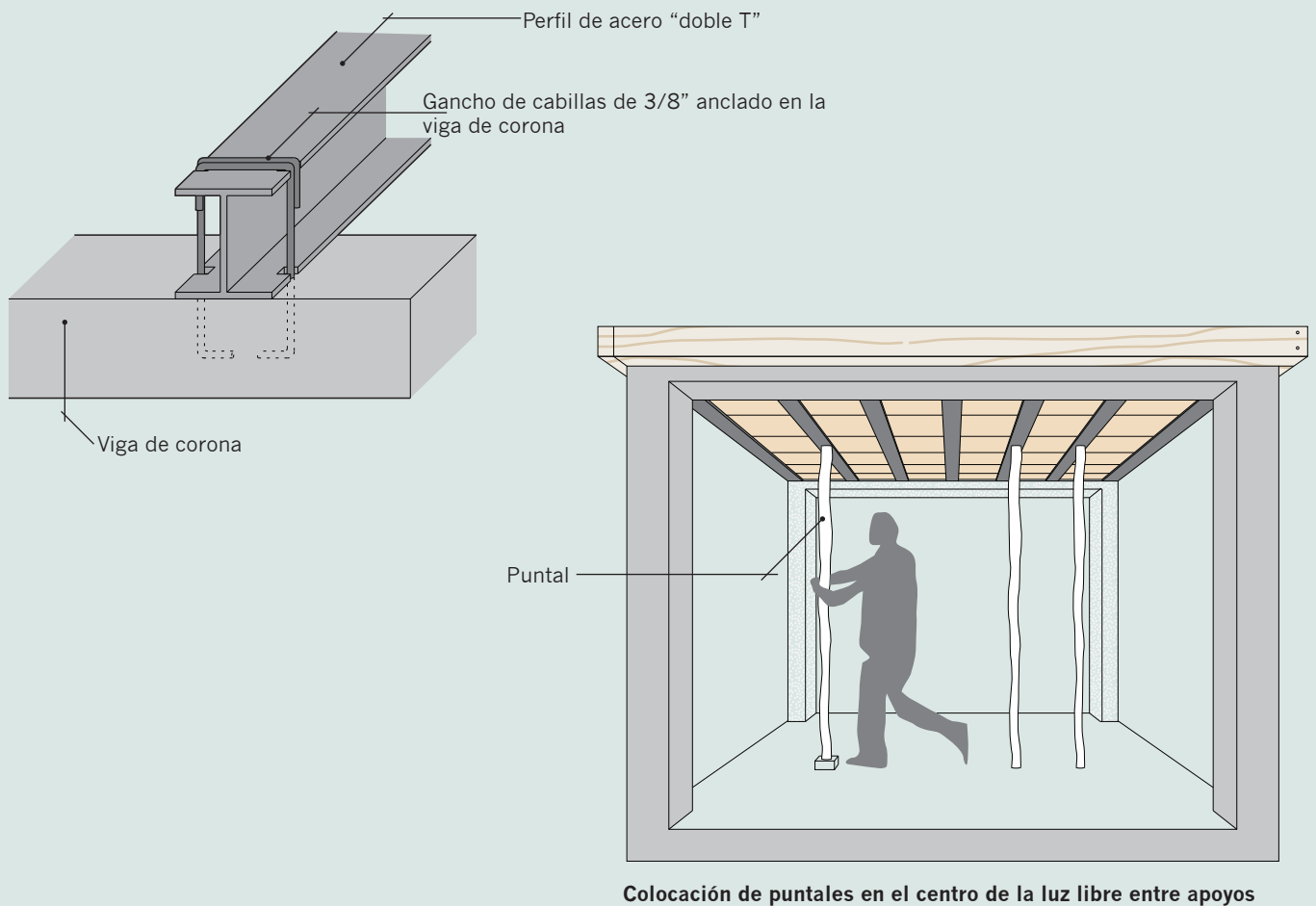
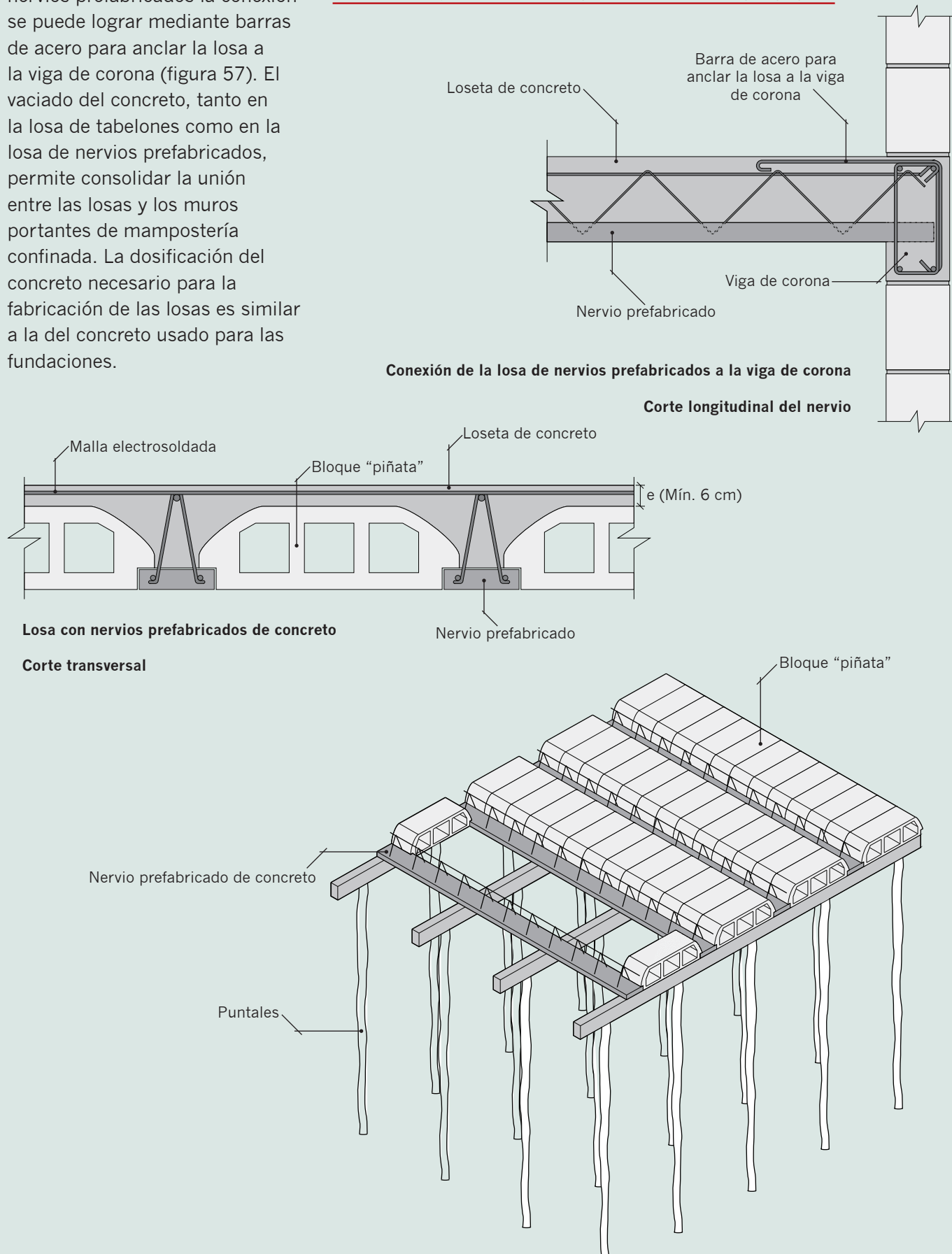


Figura 56
Losas de tableros. Fijación de las correas a las vigas de corona



En el caso de las losas de nervios prefabricados la conexión se puede lograr mediante barras de acero para anclar la losa a la viga de corona (figura 57). El vaciado del concreto, tanto en la losa de tabelones como en la losa de nervios prefabricados, permite consolidar la unión entre las losas y los muros portantes de mampostería confinada. La dosificación del concreto necesario para la fabricación de las losas es similar a la del concreto usado para las fundaciones.

Figura 57
Proceso de montaje de la losa de nervios prefabricados de concreto y bloque piñata



La figura 58 ilustra el proceso del vaciado y aplanado y la figura 59 el curado del concreto de la losa de tablonos o de nervios prefabricados. Es importante recordar la necesidad de apuntalar las losas para evitar deformaciones excesivas o el posible derrumbe de éstas durante el proceso de construcción.

Una vez vaciada la losa de concreto, el apuntalamiento debe permanecer colocado 7 días, como mínimo, sosteniendo la losa.

Figura 58
Vaciado y aplanado del concreto de la losa de tablonos o nervios prefabricados



Figura 59
Curado del concreto de la losa humedeciendo con agua



Techos ligeros

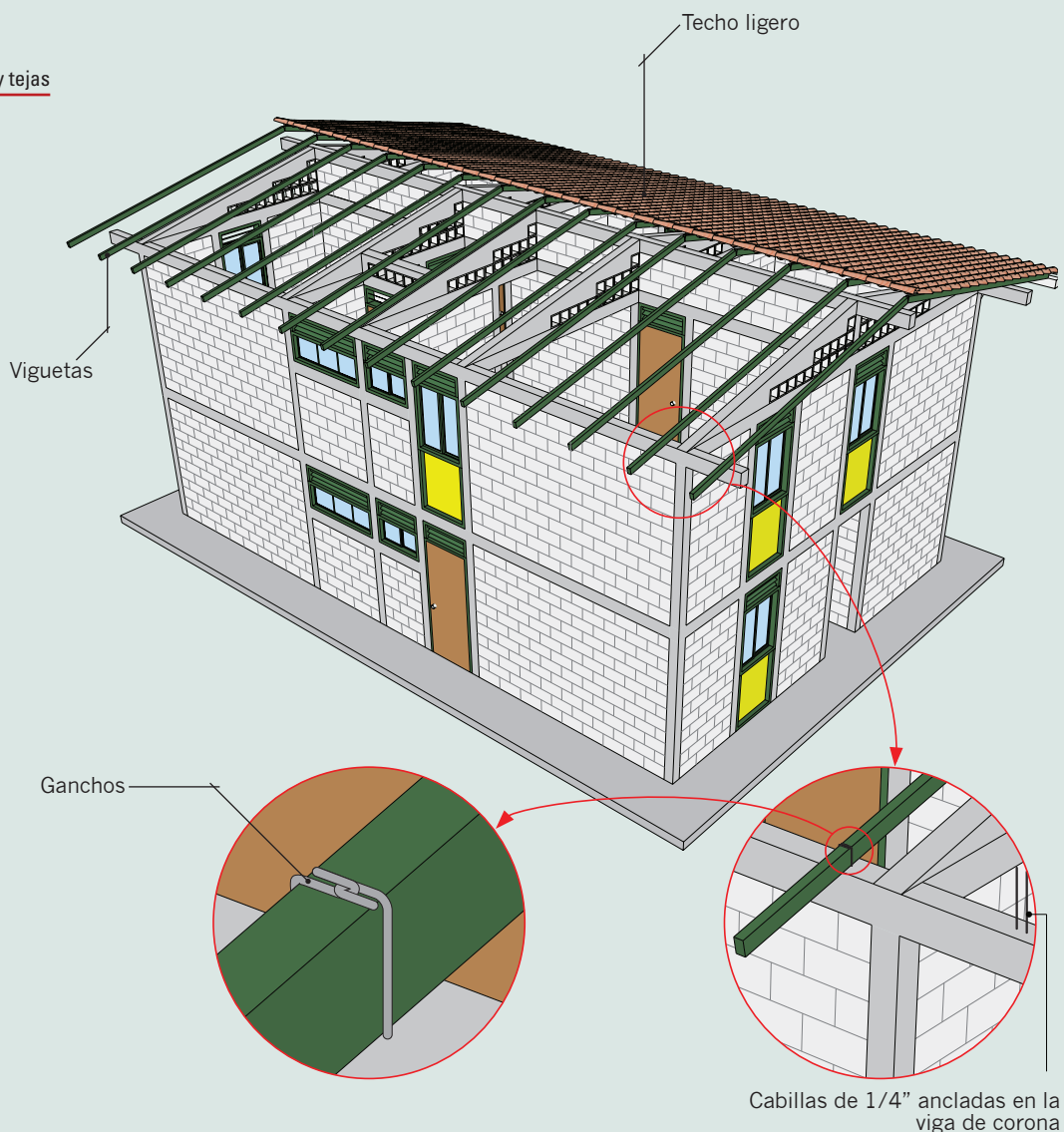
El techo de una vivienda puede ser elaborado con láminas ligeras montadas sobre una estructura de soporte o con machihembrado de madera y acabado de teja criolla. Una alternativa a la teja es la impermeabilización y teja asfáltica o lámina ligera sobre el machihembrado de madera. En el mercado se encuentran diversos tipos de láminas para la construcción de techos ligeros, algunas de ellas permiten la iluminación diurna y proporcionan aislamiento térmico y acústico.

Estas láminas siempre se deben fijar a la estructura de soporte del techo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

La estructura de soporte puede ser fabricada con diversos materiales, siendo usados más comúnmente la madera y los perfiles de acero. Para garantizar la conexión de la estructura de soporte del techo a la estructura de la vivienda se pueden emplear ganchos elaborados con barras de acero ancladas en las vigas de corona (figura 60).

Es importante tener en cuenta al utilizar losas de techo o techos ligeros proporcionar la pendiente adecuada (para ello seguir las recomendaciones del proveedor de la lámina seleccionada) y tomar las previsiones necesarias para la recolección y disposición del agua de lluvia.

Figura 60
Techo machihembrado de madera y tejas



Uso de viguetas y correas para instalación de techos ligeros

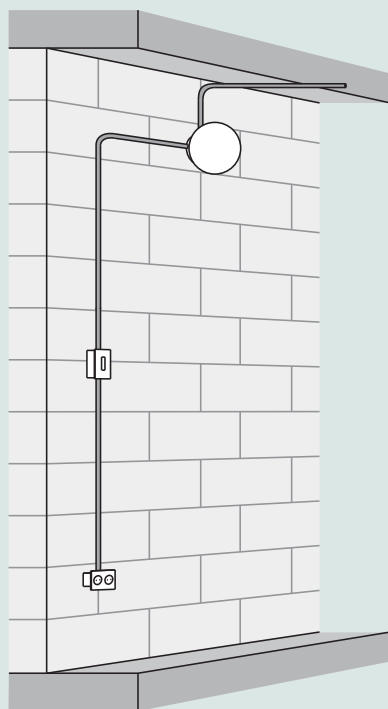
Instalaciones

Una vivienda requiere de diversos servicios para que sea funcional para sus usuarios: electricidad, aguas blancas y servidas, entre otros.

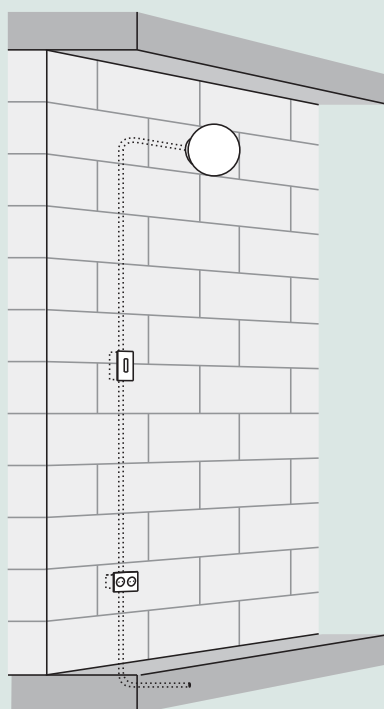
En la medida de lo posible las instalaciones eléctricas deben ser colocadas en la parte externa de los muros. Si se prefiere que estas instalaciones sean empotradas, éstas se deben ubicar en los huecos de los bloques durante la construcción y de ninguna manera generar ranuras en las paredes una vez construidas (ver figura 61).

La colocación de las instalaciones sanitarias, eléctricas y otras que sean necesarias se debe realizar de manera que no afecte la integridad y, en consecuencia, el comportamiento estructural y sismorresistente de los muros de mampostería confinada.

Figura 61
Colocación de instalaciones eléctricas



Colocación correcta
Instalación eléctrica a la vista sobre la superficie del muro



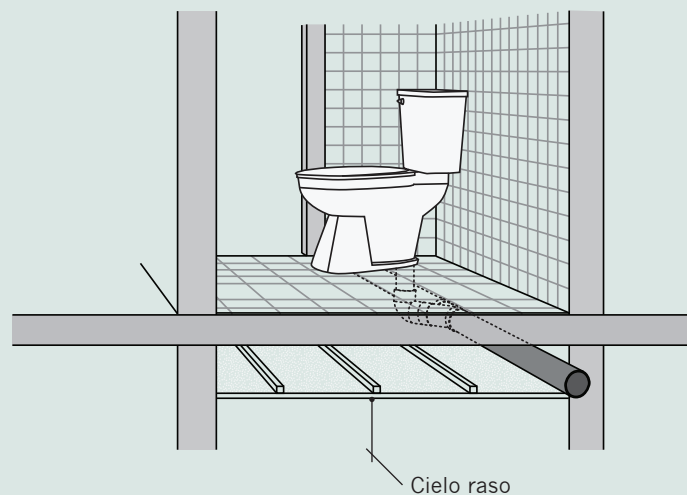
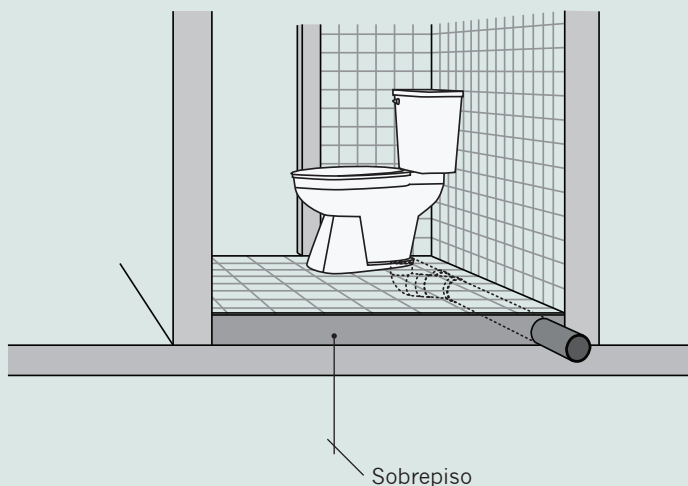
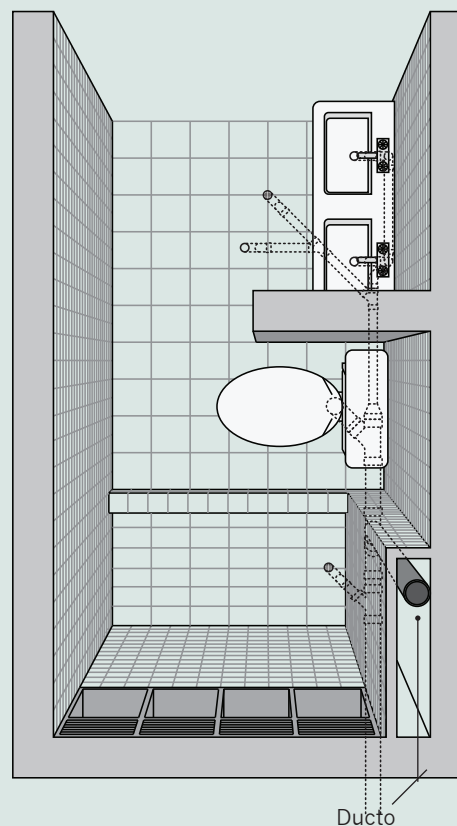
Colocación correcta
Instalación eléctrica empotrada en los huecos de los bloques



Colocación incorrecta
Instalación eléctrica empotrada ranurando el muro

Las áreas de la vivienda que requieren servicio de aguas blancas y servidas, como cocinas, sanitarios y lavaderos, deben estar concentradas horizontal y verticalmente en una misma zona de la vivienda con el fin de agrupar las tuberías y colocarlas en ductos, por encima o por debajo de las losas o a la vista. Las tuberías horizontales se pueden ocultar mediante sobrepisos o cielos rasos, según sea el caso. La colocación sugerida de tuberías de aguas blancas y servidas a la vista facilita su inspección y mantenimiento, sin interferir con los muros de mampostería confinada (figura 62).

Figura 62
Colocación adecuada de instalaciones sanitarias en el interior de la vivienda

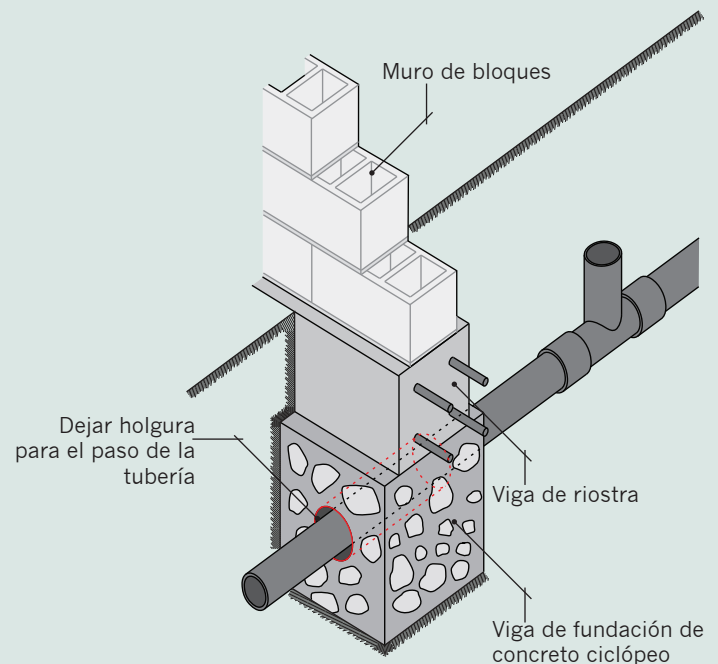
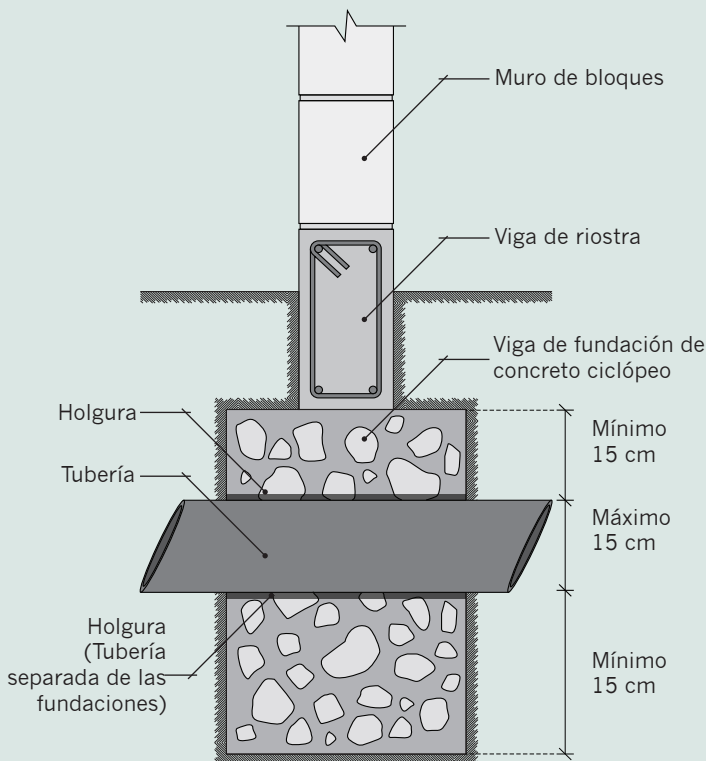
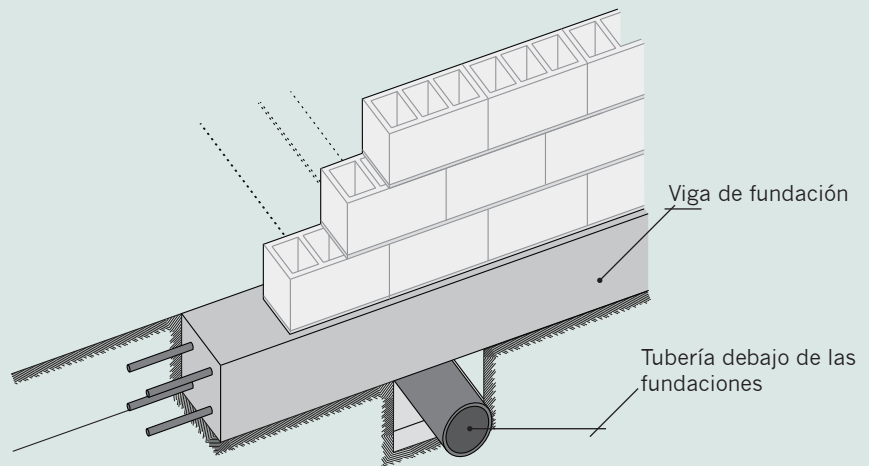


Nunca se debe romper un muro de mampostería confinada para el paso o empotramiento de tuberías eléctricas, sanitarias o de cualquier otra naturaleza.

También es importante que el paso de las tuberías de los servicios hacia el exterior de la vivienda no interfiera con las fundaciones de la misma ni que éstas se vean afectadas por pequeños asentamientos que puedan ocurrir. Esto se logra dejando un paso holgado a través de las fundaciones o pasando por debajo de ellas (figura 63). Información adicional y detallada sobre este tema se puede encontrar en el fascículo “Instalaciones para mampostería confinada”.

Nunca se debe romper el muro para empotrar las instalaciones eléctricas, sanitarias u otras que sean necesarias.

Figura 63
Ubicación adecuada de tuberías hacia el exterior de la vivienda



Paso de las tuberías hacia el exterior

Holguras para el paso de las tuberías hacia el exterior

Acabados

Los muros de mampostería confinada se pueden dejar en obra limpia, también pueden ser pintados, frisados o revestidos con cerámica u otros acabados similares (figura 64). En caso de dejar la mampostería en obra limpia es conveniente aplicar productos que la sellen y protejan de la humedad del ambiente y de la lluvia. Lo mismo sucede con los pisos y los techos, que pueden ser revestidos con cualquier tipo de acabado.

En caso de utilizar losas de techo es muy importante impermeabilizarlas, colocar tejas asfálticas, tejas de arcilla u otros acabados similares y tomar las previsiones para recoger y disponer de manera adecuada de las aguas de lluvia.

Los muros de mampostería confinada tienen la responsabilidad de soportar todas las cargas que pueden actuar sobre la estructura y, por lo tanto, no se deben demoler parcial o totalmente sin considerar el efecto que esto puede tener sobre el comportamiento estructural y sismorresistente de la vivienda. Para realizar cualquier modificación es indispensable contar con la asesoría profesional de expertos.

Los acabados tienen como finalidad proteger y hacer más confortables las viviendas.

Figura 64
Ejemplo de revestimiento de los muros de mampostería



Foto: Domingo Acosta

Recomendaciones para el mantenimiento de la estructura

La durabilidad y funcionalidad de una vivienda están muy ligadas a su uso y mantenimiento por lo tanto es importante mantener su integridad física, especialmente la integridad de los muros de mampostería confinada. También es importante mantener los materiales que componen los muros de mampostería confinada para protegerlos de los agentes ambientales. Esta protección tiene como finalidad evitar la degradación de los materiales, la corrosión del acero de refuerzo o la aparición de otras patologías que pueden afectar la apariencia y la resistencia de la estructura.

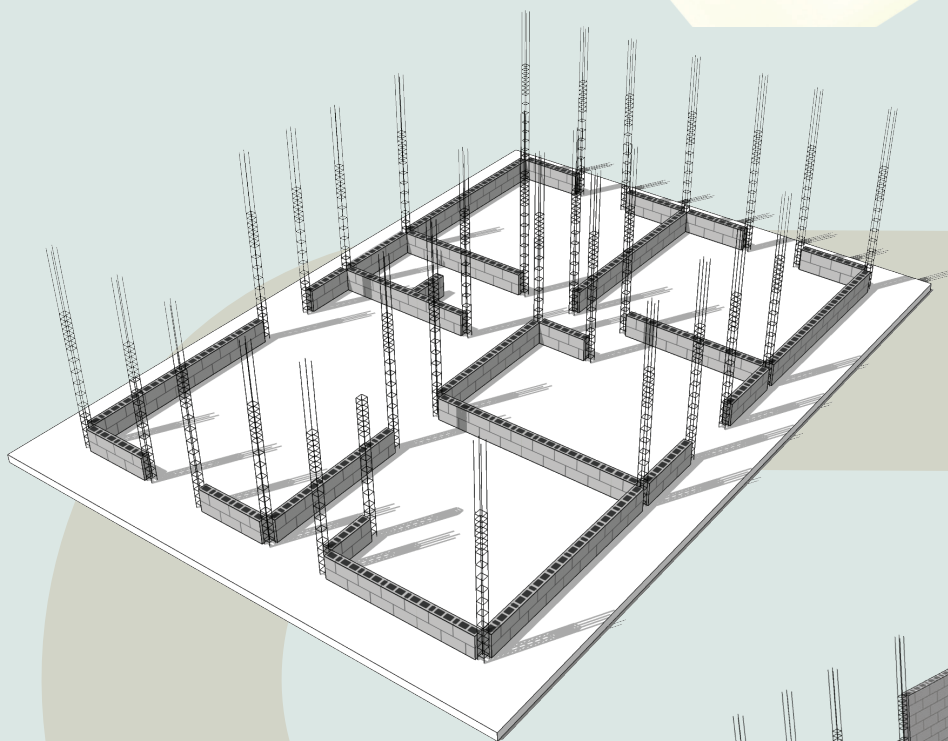
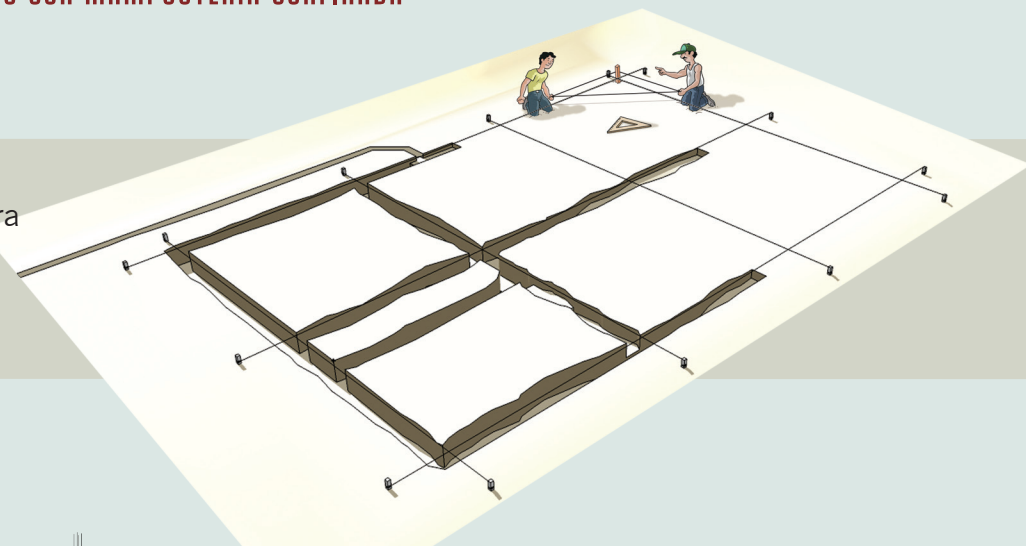
Igualmente importante es la revisión periódica de la impermeabilización de los techos, el mantenimiento de las tuberías de aguas blancas, aguas servidas y agua de lluvia para evitar el humedecimiento de los muros y del terreno de fundación, lo que facilitaría la degradación de los materiales estructurales y reduciría la capacidad portante del suelo.

Los sismos ponen en evidencia los descuidos y los errores que se hayan cometido al construir.

3. CONSTRUYENDO PASO A PASO CON MAMPOSTERÍA CONFINADA

1

Replanteo y excavación para las vigas de fundaciones y colocación de tuberías para aducción de aguas blancas y aguas negras (ver pág. 23, 24 y 43).

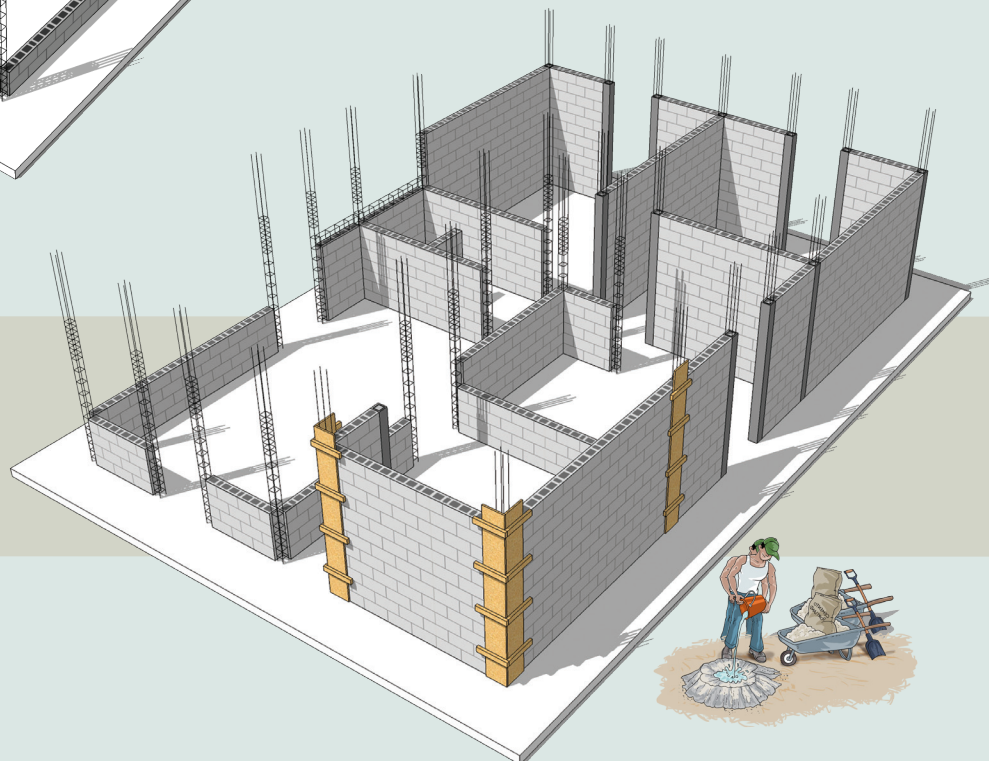


4

Replanteo de los muros con bloques de concreto (ver pág. 28, 29 y 30).

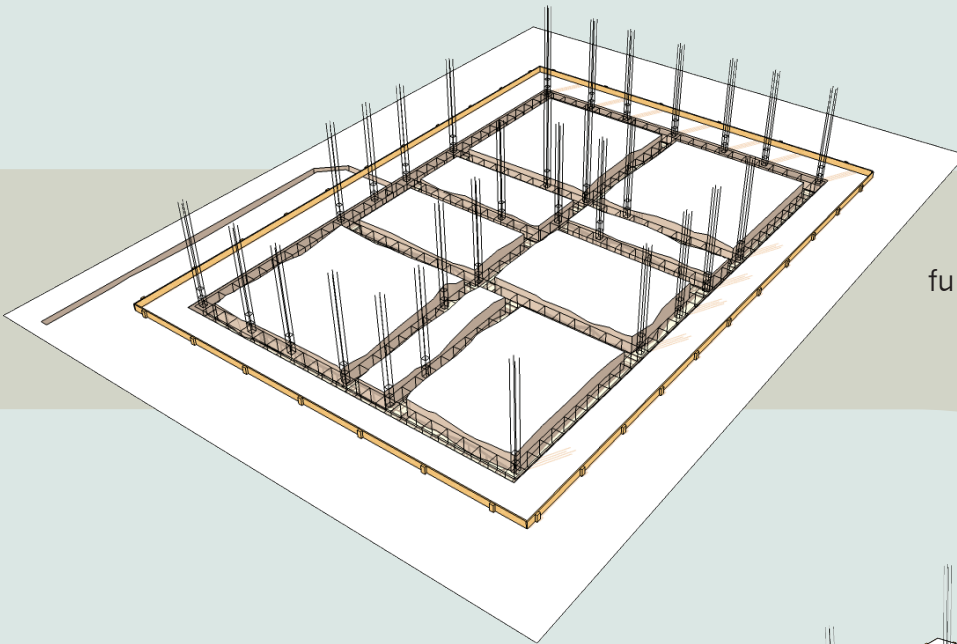
5

Ejecución de los muros y encofrado de los machones de planta baja (ver pág. 35).



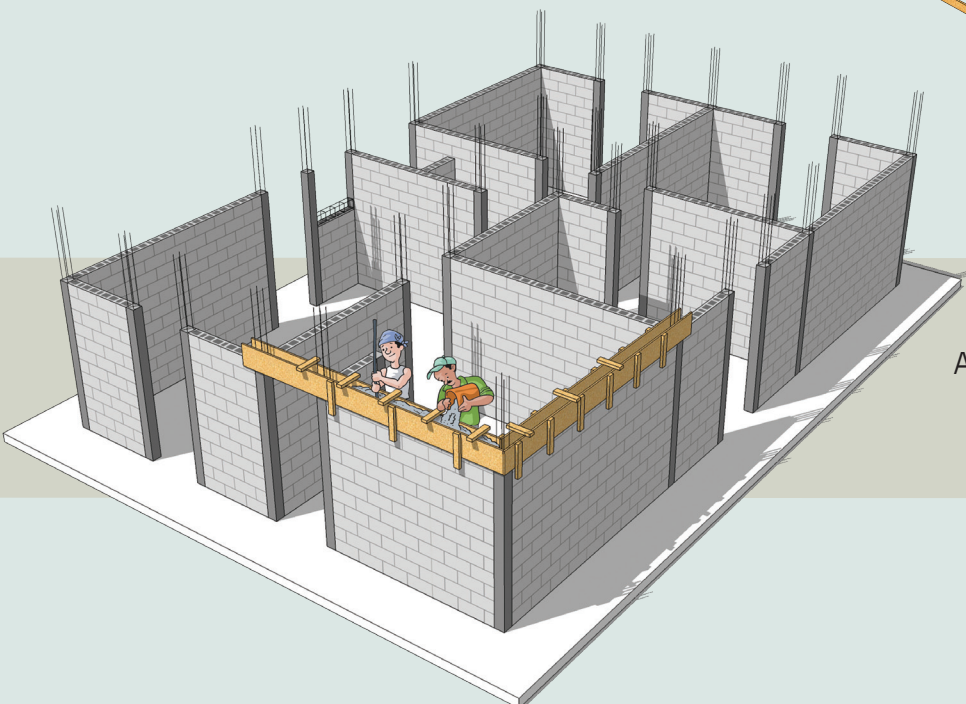
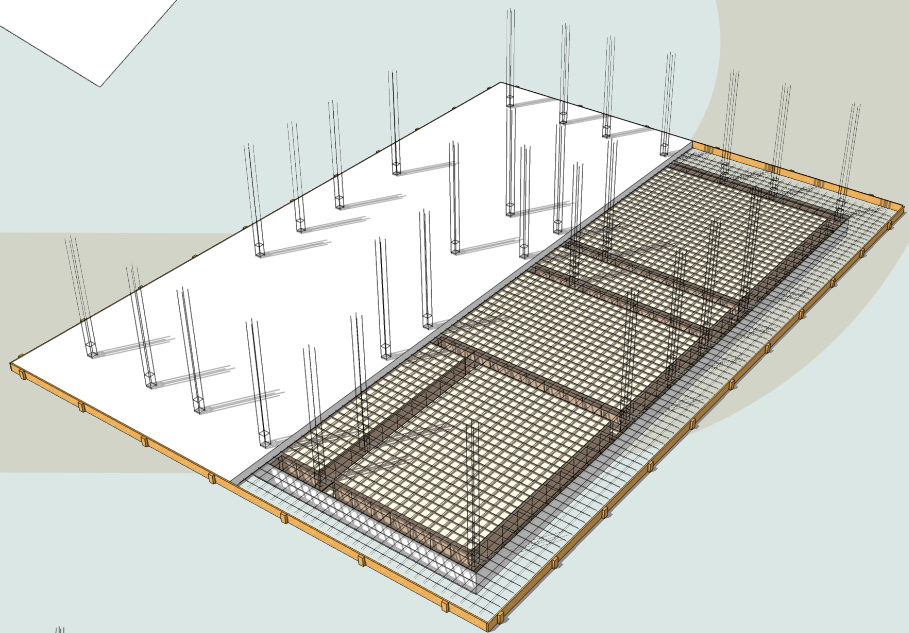
2

Armado de las vigas de fundaciones y de los machones (ver de la pág. 25 a la 27 y desde la 31 a la 34).



3

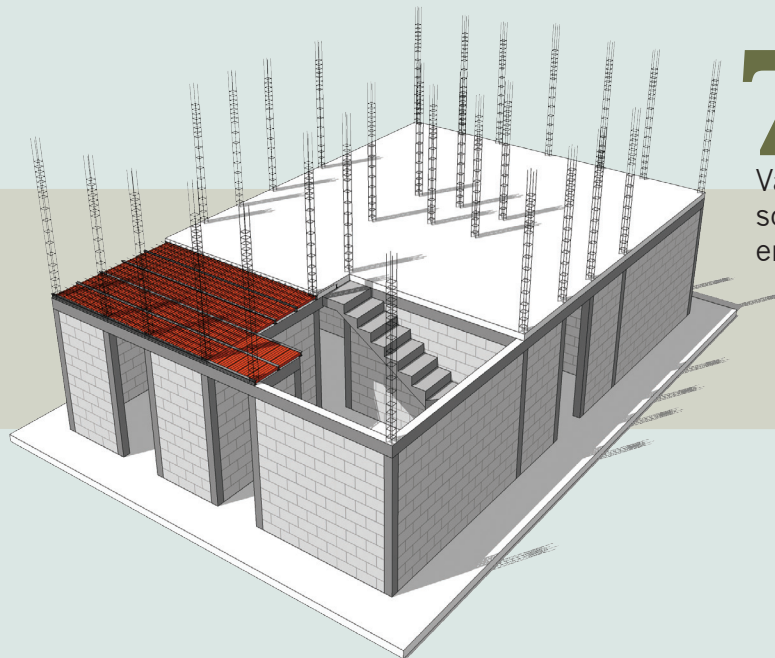
Colocación de la malla de refuerzo y vaciado de la losa de piso (ver pág. 27).



6

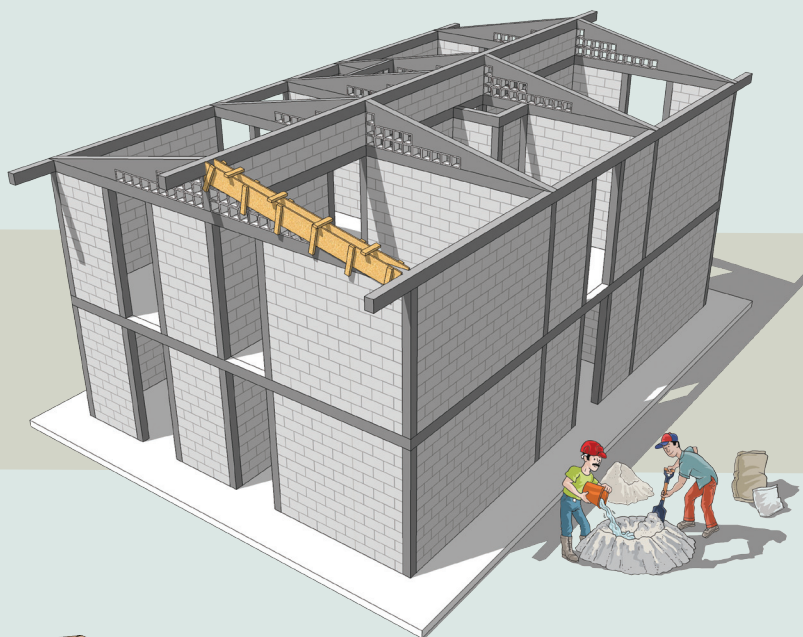
Armado y encofrado de las vigas de corona del entrepiso (ver desde pág. 31 a 34).

Dibujos: P. Hippolyte



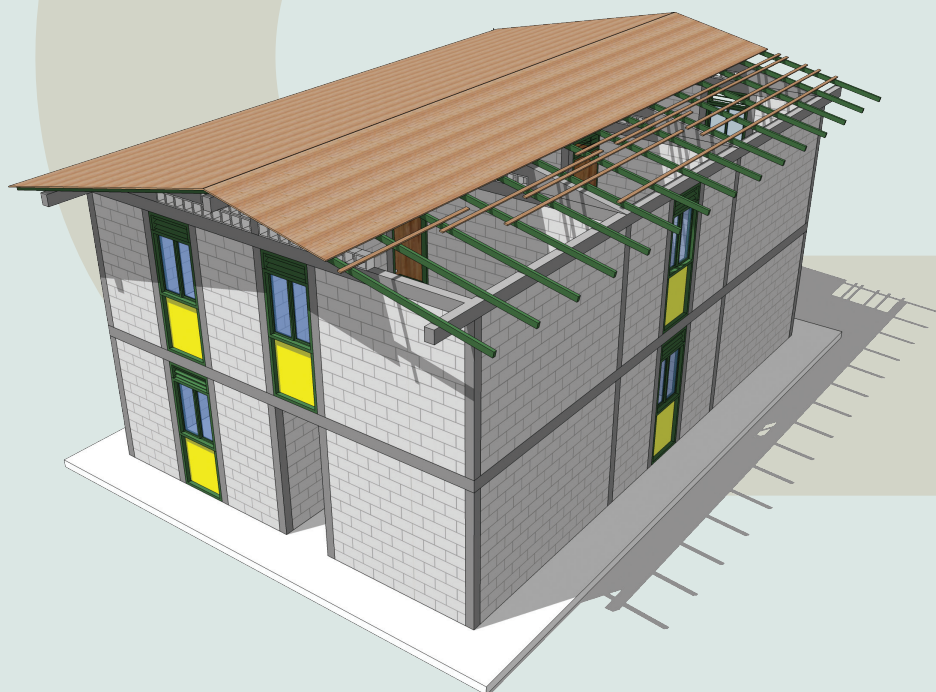
7

Vaciado de la loseta de concreto sobre la losa de tableros para el entrepiso (ver desde pág. 36 a 39).



10

Vaciado vigas de corona y encofrado de la viga inclinada del frontón (ver pág 17 y 35).

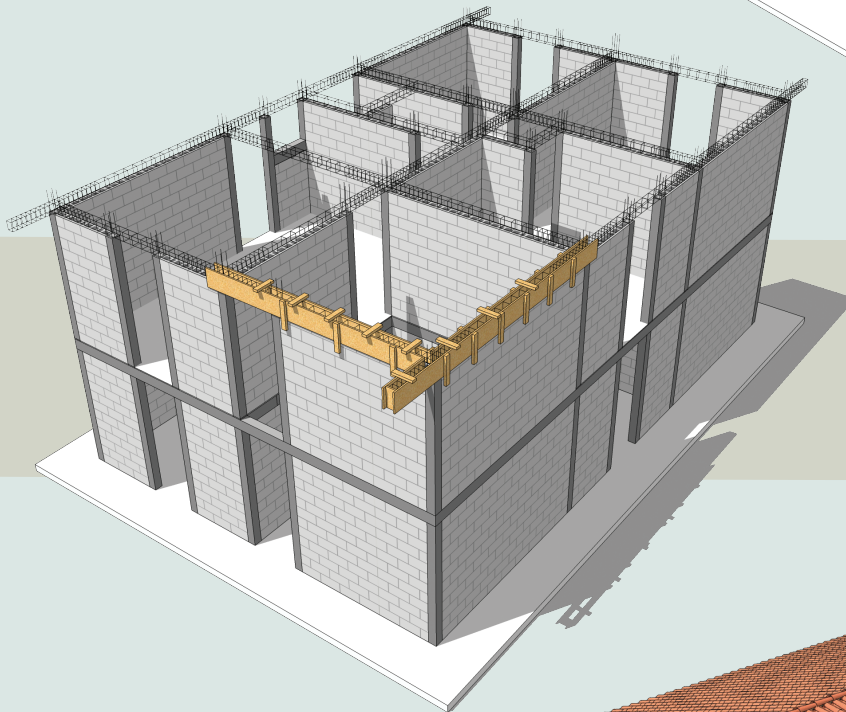
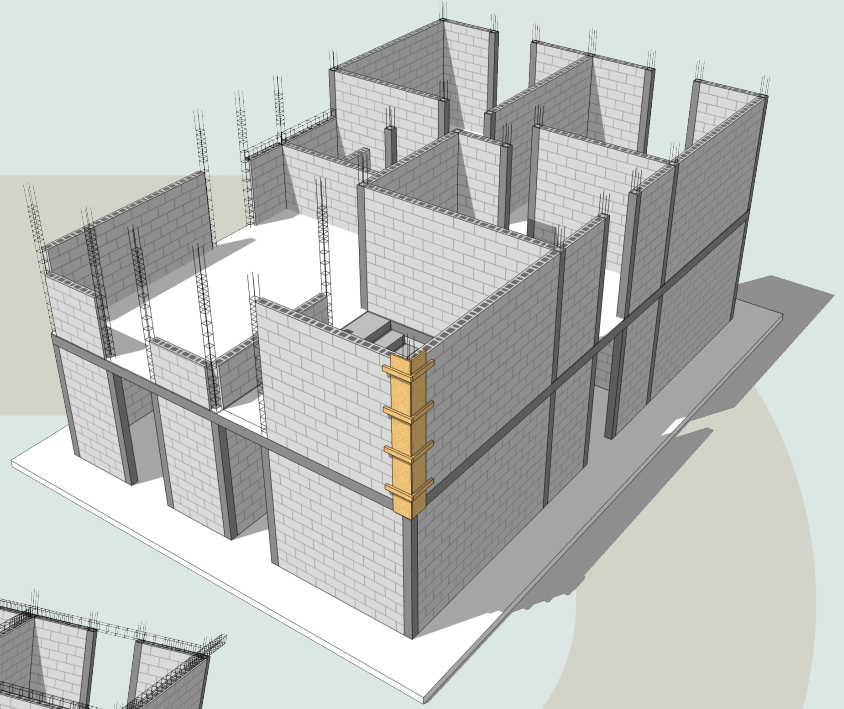


11

Colocación de ventanas y puertas. Ejecución de la estructura metálica del techo y colocación del machihembrado de madera (ver pág. 40).

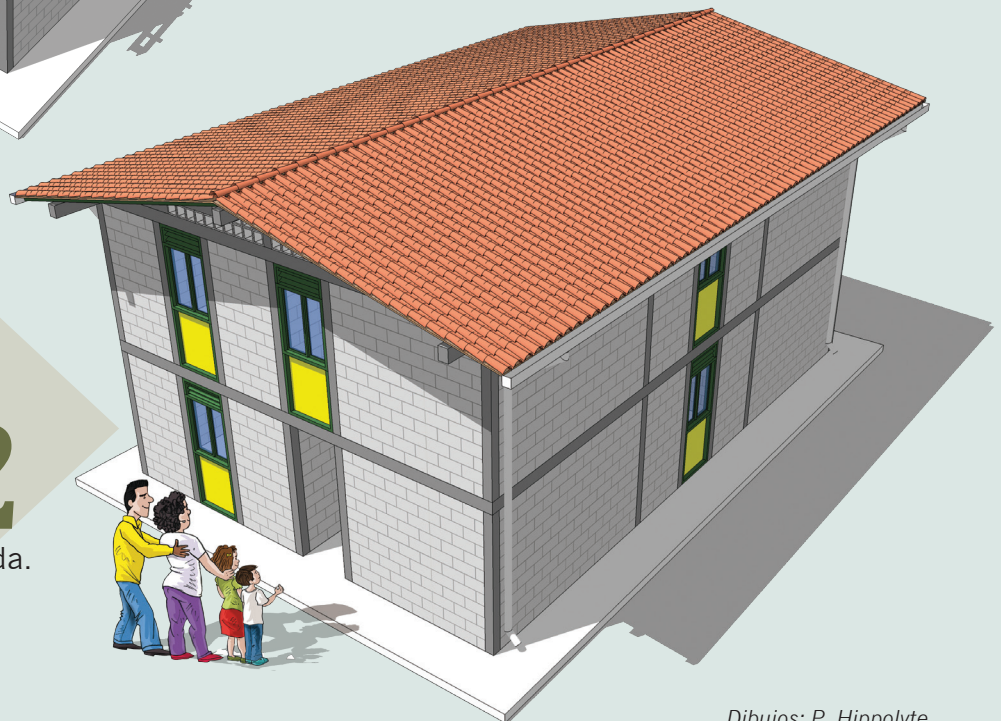
8

Ejecución de los muros y encofrado de los machones de la segunda planta (ver desde pág. 28 a la 30 y pág. 35).



9

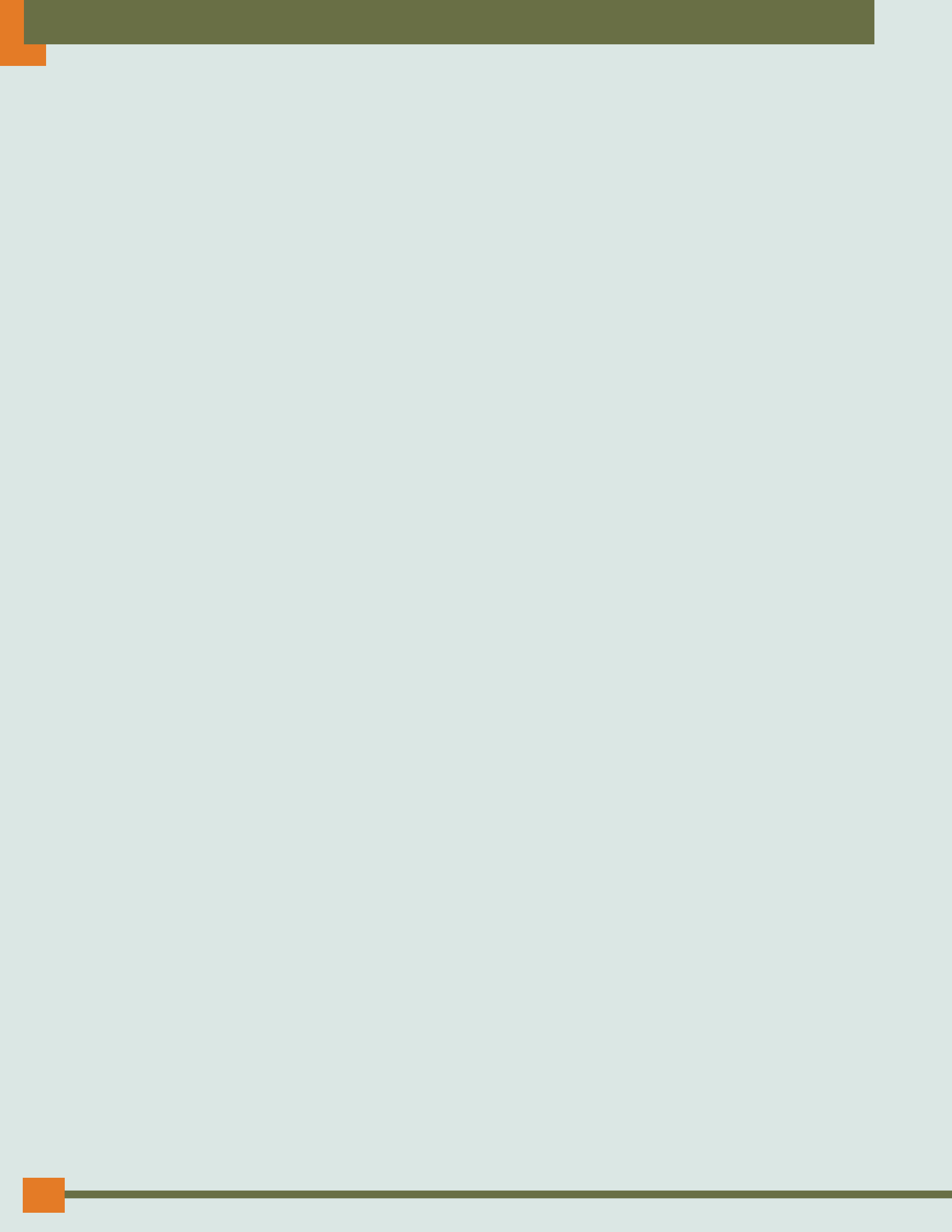
Encofrado de las vigas de corona de la segunda planta (ver desde pág. 31 a 34).



12

Vivienda terminada.

Dibujos: P. Hippolyte



Glosario de términos

Acabado

Aspecto final que se le da a la superficie de un concreto o mortero por medio de un tratamiento adecuado.

Acero de refuerzo

Conjunto de barras, mallas o alambres que se colocan dentro del concreto para resistir tensiones conjuntamente con éste.

Agregado

Material granular inerte, el cual se mezcla con cemento hidráulico y agua para producir concreto. Se clasifica como agregado fino (usualmente arena lavada) y agregado grueso (usualmente piedra picada).

Anclaje

Sujeción en el extremo del acero de refuerzo que permite el desarrollo de su resistencia a tracción o compresión axial.

Arrocillo

Fracción de agregado grueso de tamaño máximo 3/8 de pulgada.

Bloque

Pieza de mampostería de forma prismática que puede ser maciza o hueca. Usualmente es fabricado con concreto compactado o con arcilla extruida y cocida.

Cemento

Material inorgánico finamente molido que al mezclarse con agua forma un pasta que endurece por reacciones y procesos de hidratación. Después del endurecimiento mantiene su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua.

Compactación

Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de los vacíos de una masa de mortero o de concreto en estado fresco.

Concreto

Mezcla constituida por cemento, agregados finos y gruesos y agua en proporciones adecuadas para obtener la resistencia prefijada.

Concreto reforzado

Concreto para uso estructural con cantidades adecuadas de acero de refuerzo, diseñado bajo la suposición que los dos materiales actúan conjuntamente para resistir las solicitaciones a las cuales está sometido. También conocido como concreto armado.

Curado

Procedimiento que asegura la temperatura y humedad necesarias para que se cumplan las reacciones de hidratación del cemento, propias de los procesos de fraguado y endurecimiento del concreto.

Desencofrado

Proceso de remoción del encofrado de los elementos estructurales de concreto reforzado una vez endurecido el concreto.

Diafragma

Parte de la estructura, generalmente horizontal, con suficiente rigidez en su plano, diseñada para transmitir las fuerzas horizontales a los elementos estructurales verticales.

Dintel

Viga que se coloca sobre una abertura, tal como puerta o ventana, y que se apoya simplemente en sus extremos.

Elemento estructural

Unidad básica constitutiva de una estructura, capaz de resistir y transmitir las cargas a sus apoyos u otros elementos a los que está conectado. También conocido como miembro estructural.

Elementos de confinamiento

Aquellos elementos ubicados en todo el perímetro de una pared de mampostería y que poseen secciones transversales de dimensiones similares al espesor de ésta. Pueden ser fabricados de concreto reforzado o con perfiles de acero estructural. Ver machón y viga de corona.

Empalme por solape

Unión normalizada de dos barras o mallas electrosoldadas opuestas y paralelas embebidas en un miembro de concreto reforzado para transferir entre ellas fuerzas axiales de tracción o compresión.

Encofrado

Molde, usualmente elaborado con madera, para contener al concreto en estado fresco durante su vaciado y dar forma a los elementos de concreto reforzado.

Entrepiso

Espacio entre dos pisos consecutivos. También es el conjunto de elementos estructurales que vinculan dos pisos, destinados a resistir las solicitaciones verticales y horizontales que actúan sobre ellos.

Equipos vibradores

Dispositivos mecánicos, neumáticos o eléctricos para crear impulsos vibratorios para compactar en concreto en estado fresco en el encofrado.

Estribo

Refuerzo transversal usado para confinar el concreto, arriostrar las barras longitudinales y resistir las tensiones de corte en elementos de concreto reforzado.

Estructura

Conjunto de elementos estructurales que tienen la función de resistir las cargas o acciones que la afectan y así garantizar la estabilidad de la edificación.

Frontón

Remate de forma triangular en la parte superior de una fachada o un muro.

Fundación

Parte de la estructura que está en contacto con el suelo y sirve para transmitir a éste todas las cargas generadas por la edificación.

Impermeabilización

Comprende los materiales, maquinarias, herramientas y mano de obra, necesarios para la total y completa ejecución de todas y cada una de las etapas constructivas para proteger la edificación o cualquiera de sus partes contra las filtraciones u otros deterioros causados por la humedad.

Instalaciones

Conjunto de conductos, dispositivos, equipos u otros elementos necesarios para el suministro de servicios en una edificación. Pueden ser superficiales cuando están a la vista o empotradas cuando están embutidas en los muros o las losas.

Junta

Unión horizontal o vertical entre piezas de mampostería debidamente rellena de mortero.

Ladrillo

Pieza de mampostería de forma prismática que puede ser maciza o hueca, usualmente fabricada con arcilla extruida y cocida.

Losa

Elemento estructural plano y horizontal para resistir cargas verticales aplicadas sobre su superficie y transmitir las a sus apoyos. Puede estar ubicada en los entresijos o el techo de una edificación y servir como diafragma.

Losa de tabelones

Losa constituida por perfiles de acero estructural tipo “doble T” y tabelones que se insertan en los perfiles. La losa se completa con el vaciado de una loseta de concreto en su parte superior.

Losa nervada

Losa formada por un sistema de nervios paralelos conectados por una loseta maciza de pequeño espesor. Los nervios de concreto reforzado pueden ser prefabricados o vaciados en sitio.

Machón

Elemento confinante vertical de los muros de mampostería confinada.

Malla electrosoldada

Conjunto de alambres longitudinales y transversales de acero colocados en ángulo recto y soldados en todos los puntos de entrecruzamiento.

Mampostería

Obra de piezas de mampostería naturales o artificiales usualmente colocadas a mano y unidas entre sí horizontal y verticalmente con mortero.

Mampostería confinada

Ver muro de mampostería confinada.

Mortero

Mezcla constituida por cemento, agregados finos, agua y ocasionalmente cal hidratada en proporciones adecuadas, utilizado para unir horizontal y verticalmente las piezas de mampostería. También conocido como “pega”.

Muro

Elemento estructural de espesor pequeño, en comparación a su longitud y altura, que tiene como función principal resistir cargas verticales, pero también cargas laterales en su plano o perpendicularmente a éste.

Muro de mampostería confinada

Muro constituido por una pared de mampostería totalmente rodeada en todo su perímetro por elementos de confinamiento.

Pared de mampostería

Obra de mampostería de espesor pequeño en comparación a su longitud y altura, que no posee refuerzo alguno.

Pieza de mampostería

Componente para uso estructural de forma prismática que unidas entre sí, horizontal y verticalmente, mediante mortero conforman las paredes de mampostería. Ver bloque y ladrillo.

Piso

Cada una de las plantas que integran una edificación.

Planos

Representación gráfica de la proyección horizontal de la arquitectura, la estructura o las instalaciones de una edificación.

Preparación del terreno

Conjunto de acciones que permiten adecuar un terreno para dar inicio a la construcción de una edificación.

Proceso constructivo

Conjunto de acciones que realizadas de manera sucesiva permiten construir en su totalidad una edificación.

Recubrimiento

Es la menor distancia entre la superficie del acero de refuerzo y la superficie más externa del elemento de concreto reforzado en el que está contenido.

Replanteo de la construcción

Conjunto de acciones que permiten trazar sobre la superficie del terreno la ubicación de las fundaciones de la edificación a ser construida.

Tabelón

Bloque de arcilla de espesor reducido y de longitud mucho mayor que su anchura, empleado usualmente para la fabricación de las losas de tabelones.

Trabajabilidad

Conjunto de propiedades del concreto en estado fresco que permiten manipularlo, colocarlo en los moldes y compactarlo, sin que se produzca separación de sus componentes.

Vaciado

Proceso de llenado de los moldes o encofrados de los elementos estructurales con concreto en estado fresco.

Viga de corona

Elemento confinante horizontal de los muros de mampostería confinada.

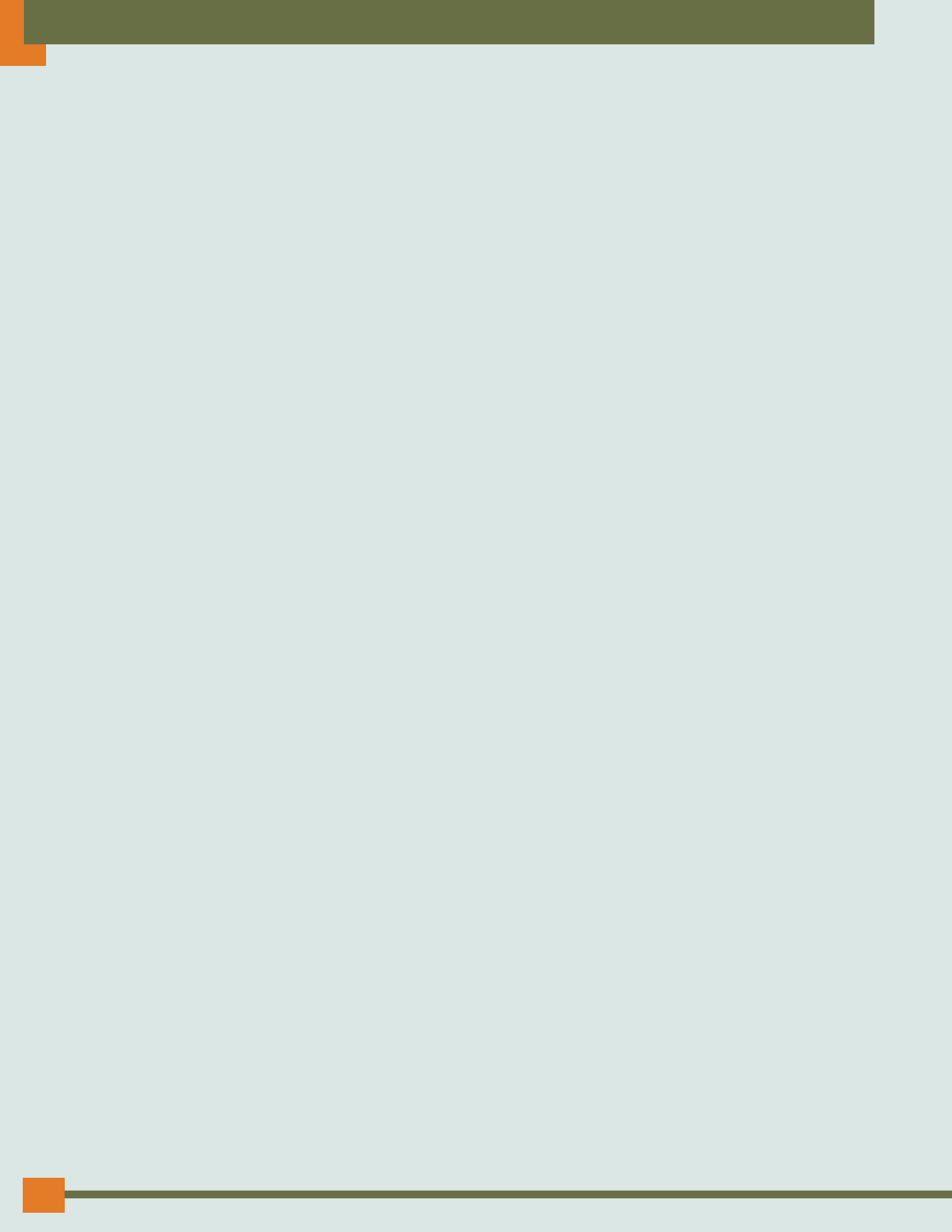
Vigas de riostra

Vigas empleadas para conectar fundaciones sucesivas entre sí, usualmente fabricadas de concreto reforzado y orientadas según las dos direcciones principales en planta de la edificación.

Referencias bibliográficas

- Acosta, D. et al. (2005). Sistema de muros de mampostería estructural confinada con perfiles de acero para la vivienda de bajo costo. Tecnología y Construcción, Vol. 21-II, pp. 55-81. FAU-UCV, Caracas.
- ALS-Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2001). Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismorresistente de viviendas de mampostería. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Bogotá.
- Blondet, M. (2005). Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería para albañiles y maestros de obra. Politécnica Universidad Católica del Perú y SENCICO. Lima.
- De la Torre, O. (2003). “Sistemas Constructivos para Vivienda de Mampostería”, en Edificaciones de Mampostería para Vivienda. Fundación ICA, A.C. México, D. F.
- Gallegos, H. (1989). Albañilería estructural. Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial, Lima.
- Lafuente, M. y Genatios, C. (2007). Autoconstrucción sismorresistente. Ediciones CITECI. Caracas.
- Meli, R.; Brzev, S. et al. (2011). Seismic Design Guide for Low-Rise Confined Masonry Buildings. Confined Masonry Network.
- Norma Venezolana Fondonorma 316 (2005). Barras y rollos de acero con resaltes para uso como refuerzo estructural. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. Caracas.
- Norma Venezolana Fondonorma 1753 (2006). Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. Caracas.
- NTCM-2004 (2004). Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería. Comité de Normas del Distrito Federal, México, D. F.
- Porrero, J.; Ramos, C.; Grases, J. y Velazco, G. (2004). Manual de concreto estructural. Sidetur. Caracas.
- Ruiz, J.; Sánchez, T. y Miranda, E. (2003). “Observaciones sobre el comportamiento y diseño de edificaciones en zonas sísmicas”, en Edificaciones de Mampostería para Vivienda. Fundación ICA, A.C. México, D. F.

- Schacher, T. (2008). Confined Masonry. For one and two storey buildings in low-tech environments. A guidebook to technicians. Seismico.
- Sidetur (2004). Losas de tabelones. Siderúrgica del Turbio, S. A. Caracas.
- Totten, C. (2010). Confined Masonry Workshop Handbook. The Constructions and Maintenance of Masonry Buildings in Haiti.



Índice de contenido

Presentación	p. 3
<i>Victor H. Cano P.</i>	
Vivienda de mampostería confinada con elementos de concreto armado	p. 5
Sistema de mampostería confinada y de pórticos de concreto	p. 6
Sistema de mampostería confinada con acero	p. 7
1. LA MAMPOSTERÍA CONFINADA	p. 8
Componentes de una vivienda con estructura de mampostería confinada	p. 10
Materiales usados en la construcción de muros de mampostería confinada	p. 11
Materiales usados en la construcción de los elementos de confinamiento	p. 12
Cómo se debe estructurar una vivienda de mampostería confinada	p. 13
Comportamiento de viviendas de mampostería confinada durante terremotos	p. 20
2. PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA	p. 22
Selección del terreno	p. 22
Limpieza y preparación del terreno	p. 23
Replanteo de la construcción	p. 24
Fundaciones	p. 25
Muros de mampostería confinada	p. 28
Paredes de mampostería	p. 29
Machones y vigas de corona	p. 31
Vaciado del concreto en machones y vigas	p. 35
Losas de entrepiso y techo	p. 36
Techos ligeros	p. 40
Instalaciones	p. 41
Acabados	p. 44
Recomendaciones para el mantenimiento de la estructura	p. 45
3. CONSTRUYENDO PASO A PASO CON MAMPOSTERÍA CONFINADA	p. 46
Glosario de términos	p. 51
Referencias bibliográficas	p. 56

Angelo Marinilli

Ingeniero Civil, Universidad Católica Andrés Bello (Caracas, 1990). Magister Scientiarum en Ingeniería Civil, Universidad Simón Bolívar (Caracas, 1994). Doctor en Ingeniería Estructural, Universidad Central de Venezuela (Caracas, 2005).

Profesor Titular del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), organismo adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela. Profesor de la Especialización en Ingeniería Estructural de la Universidad Católica Andrés Bello en Caracas.

Desarrolla sus actividades de docencia, investigación y prestación de asesorías en las áreas de ingeniería estructural y sismorresistente. Especialmente en el análisis, diseño y evaluación del comportamiento de estructuras de concreto reforzado y mampostería ante acciones dinámicas y terremotos destructores.

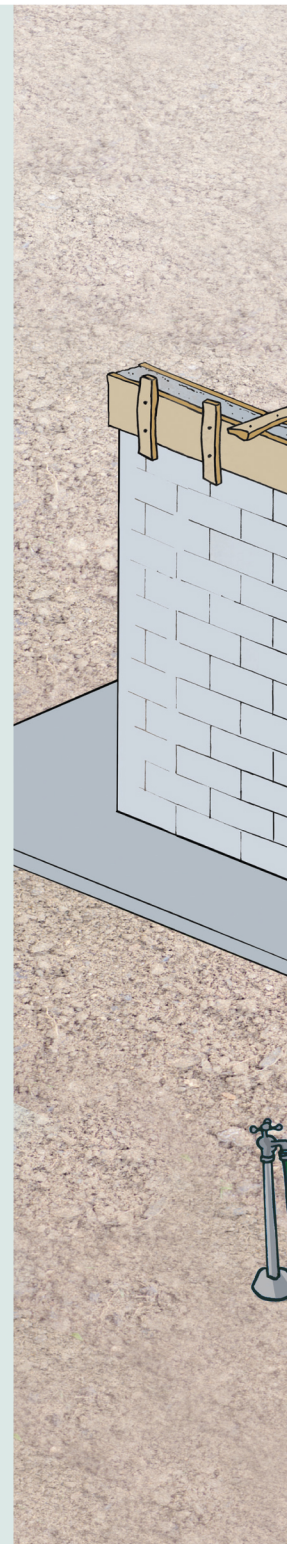
Correo-e: angelomarinilli@gmail.com

Los señalamientos, las recomendaciones y demás especificaciones incluidos en este fascículo no sustituyen la asistencia técnica de especialistas y profesionales que garantizan una vivienda segura.

Vivienda segura ante amenazas naturales

Colección

- Introducción a las amenazas naturales. Evaluación de la amenaza sísmica
André Singer
- Inundaciones fluviales y aludes torrenciales
José Luis López Sánchez
- Caracterización y acondicionamiento del terreno
Daniel Salcedo Rodríguez
- **Vivienda de mampostería confinada con elementos de concreto armado**
Angelo Marinilli
- Vivienda de mampostería confinada con perfiles de acero
Domingo Acosta
- Instalaciones para mampostería confinada
Nayib José Ablán J., Ariadna Santacruz M.
- Ciudad segura frente a desastres
Ketty C. Mendes A. Coautoras Sandra Ornés V., Marvey Gómez
- El riesgo de desastres: una construcción social
Ketty C. Mendes A.
- Normativa. Glosario de términos. Referencias bibliográficas



**BIBLIOTECA POPULAR
DE SISMOLOGÍA VENEZOLANA**