

BIBLIOTECA POPULAR DE SISMOLOGÍA VENEZOLANA

Vivienda segura ante amenazas naturales

Vivienda de mampostería confinada con perfiles de acero

Domingo Acosta




funvisis
Fundación Venezolana de
INVESTIGACIONES SISMOLÓGICAS

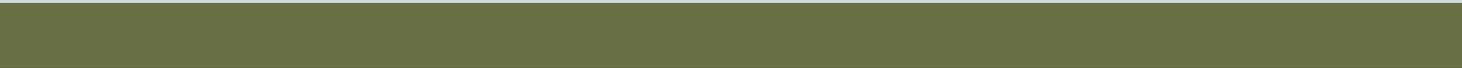


Domingo Acosta

Arquitecto, UCV (1979). Master (1982) y Ph.D. en Arquitectura (1986) UC Berkeley. Profesor Titular y profesor del postgrado de Desarrollo Tecnológico de la Construcción en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela desde 1986. Áreas de Investigación: Ética en Arquitectura; Arquitectura y Construcción Sostenibles; Sistemas Constructivos de Mampostería Estructural. Profesor invitado en la Universidad de Cornell, la Universidad Internacional de Andalucía, la Universidad Politécnica de Catalunya, la Universidad Politécnica de Madrid, la Universidad Piloto de Colombia y la Universidad de los Andes en Bogotá.

Correo-e: domingoacosta@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 de mampostería confinada con perfiles de acero

Domingo Acosta



Primera edición 2014
©Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS

Hecho el Depósito de Ley
ISBN 978-980-6069-29-9

Dep. Legal: Ifi8102014551573

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

Secretaría
Brenda Well

Asesoría del Proyecto Editorial:  *Fundación
CDB publicaciones*

Edición, revisión: *Helena González*
Diseño, diagramación: *Michela Baldi*
Concepto gráfico: *Douglas Muñoz, Michela Baldi*
Dibujo de portada: *Pedro L. Hippolyte*
Dibujo técnico: *Elisa Ferrán*
Dibujos “Proceso constructivo” (pp. 14-17): *Pedro L. Hippolyte*



Proyecto financiado por Fonacit en el marco de la Ley Orgánica
de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI)

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).

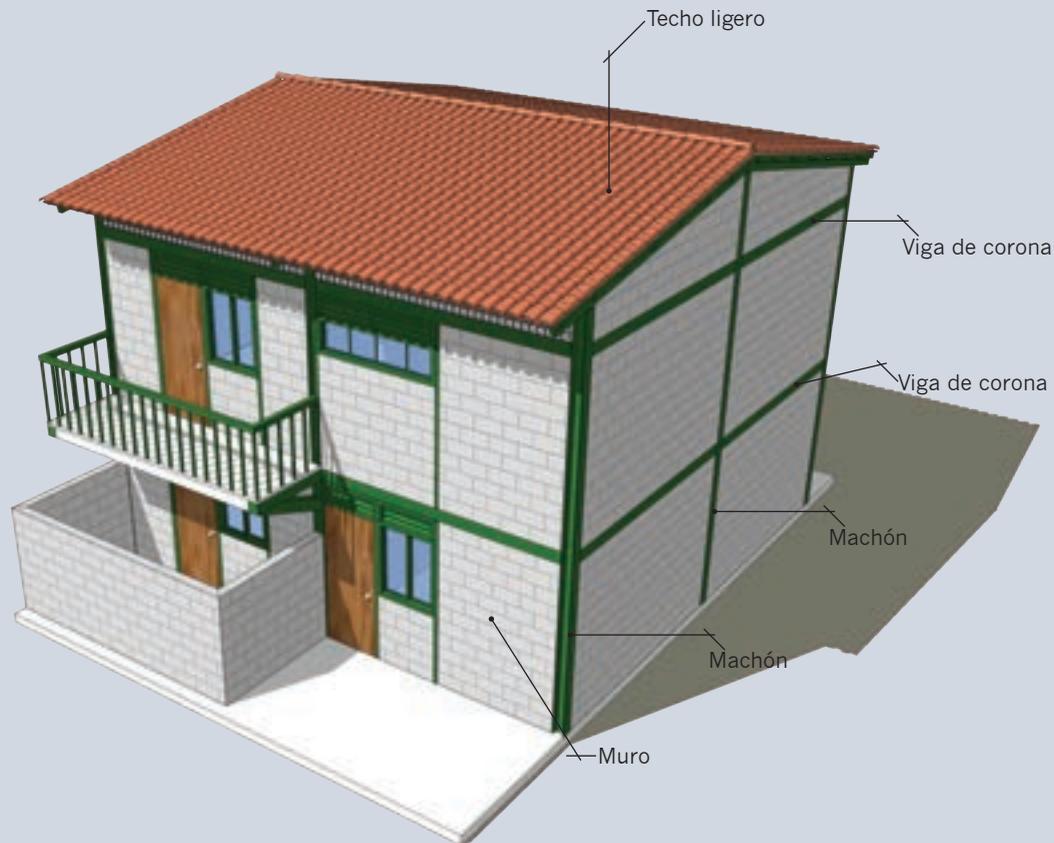
Con esta colección se intenta contribuir a la construcción de una vivienda popular más segura en el país, suministrando a los constructores populares, a la comunidad organizada, a las medianas y pequeñas empresas de construcción y a la población en general, una herramienta orientadora, sencilla y didáctica 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.

Victor H. Cano P.

Presidente de FUNVISIS

Vivienda de mampostería confinada con perfiles de acero

Domingo Acosta



En estas páginas presentamos las características más importantes de las edificaciones de mampostería confinada con perfiles de acero aplicados a estructuras de hasta dos pisos, señalando en cada etapa los aspectos que se deben cuidar para garantizar comportamientos seguros durante terremotos.

Qué es la mampostería

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.

1. LA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL CONFINADA CON PERFILES DE ACERO

La mampostería estructural confinada con perfiles de acero es una variante de la mampostería tradicional confinada con concreto armado*. A diferencia de ésta, consiste en un esqueleto metálico que constituye el marco de confinamiento de los muros. Se construye comenzando con el armado del esqueleto con los elementos de acero para luego construir las paredes relleno los vanos con ladrillos, bloques o cualquier mampuesto con características parecidas. Al

mismo tiempo el sistema permite construir entrepisos y techos antes de levantar los muros, de manera que los trabajadores puedan realizar las paredes resguardados bajo cubierta, lo que redundará en mejores condiciones para los obreros, optimizando el rendimiento, la sostenibilidad y la producción. La mampostería confinada con perfiles de acero está certificada técnicamente como técnica constructiva sismorresistente (cuadro 1).

Es un sistema estructural de muros portantes, constituido por paredes de mampostería y confinados con perfiles de acero. El muro así ensamblado se considera un elemento portante capaz de resistir las acciones provenientes de cargas verticales, de un sismo o del viento.

Cuadro 1
Mampostería: componentes y procesos constructivos

	Mampostería confinada con machones y vigas de concreto	Mampostería confinada con perfiles de acero
Componentes		
Fundaciones	Placas flotantes; vigas de riostras	Placas flotantes; vigas de riostras
Mamposterías	Ladrillos; bloques de arcilla o concreto	Ladrillos; bloques de arcilla o concreto
Confinamientos	Machones y vigas de concreto	Perfiles normales o doblados en frío, de acero
Entrepisos	Perfiles y tabelones; viguetas prefabricadas de concreto y bloques; placa maciza de concreto	Perfiles y tabelones; viguetas prefabricadas de concreto y bloques; lámina metálica colaborante y vaciado de concreto
Techos	Láminas de acero-aluminio, machihembrado de madera; perfiles y tabelones	Láminas de acero-aluminio, machihembrado de madera; perfiles y tabelones
Proceso constructivo (ver más adelante páginas 14-17)		
	<p>Paso 1. Partiendo del acero desde las fundaciones, armar el de refuerzo vertical, incluyendo las ligaduras, de los machones.</p> <p>Paso 2. Se levantan las paredes dejando el espacio necesario para los machones, los cuales usualmente son de sección cuadrada y su dimensión es igual al espesor de las paredes, es decir, 10 cm o 15 cm.</p> <p>Paso 3. Se encofran y vacían los machones de concreto.</p> <p>Paso 4. Se arman, encofran y vacían las vigas de corona, con secciones similares a las de los machones.</p> <p>Paso 5. Se construye el entrepiso o se colocan los techos.</p>	<p>Paso 1. Desde el anclaje previsto en las fundaciones, levantar los elementos verticales de perfiles de acero (equivalentes a los machones de concreto).</p> <p>Paso 2. Se colocan todas las vigas de corona para así completar el marco de confinamiento de perfiles de acero.</p> <p>Paso 3. Se construyen las cubiertas o entrepisos.</p> <p>Paso 4. Finalmente, se levantan los paños de mampostería.</p>

* El cuadro 1 muestra la diferencia en componentes y procesos constructivos entre la mampostería confinada con perfiles de acero y la mampostería confinada con concreto armado. Este último sistema ha sido ampliamente desarrollado en otro volumen de esta misma colección: *Vivienda de mampostería confinada con elementos de concreto armado*, realizado por Ángel Marinilli.

Materiales y componentes

Los componentes básicos son los muros de ladrillos o bloques, los perfiles para los marcos de confinamiento, y los entrepisos y techos.

Muros

Los muros son los elementos de soporte y sismorresistentes, encargados de transmitir las cargas al suelo. Usualmente se utilizan bloques de concreto y arcilla, confinados por perfiles estructurales de acero y distintas opciones de conexión entre los muros y el marco de confinamiento (figura 1).

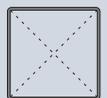
Figura 1
Opciones para el diseño de los muros

MATERIALES MARCO DE CONFINAMIENTO

Perfiles



Perfil estructural A 36:
• VP 120
• VP 160



Perfil estructural electrosoldado A 50 cuadrado:
• ECO 100
• ECO 155



Perfil estructural tubular de acero formado en frío



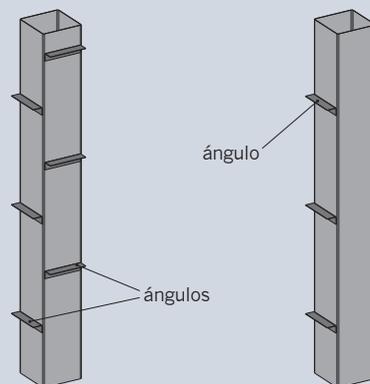
Perfil estructural tipo "C" formado en frío
Properca o similar



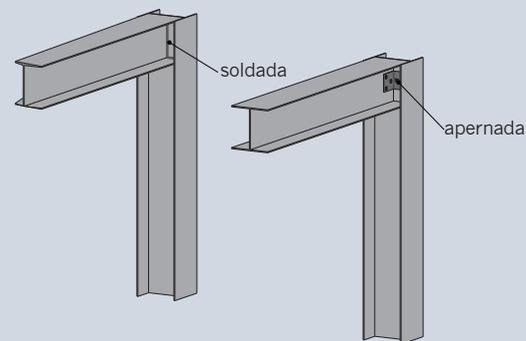
Perfil estructural tipo "IC" formado en frío
Properca o similar

CONEXIONES

Marco-muro con pletina

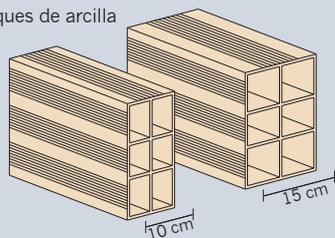


Viga de corona-machón

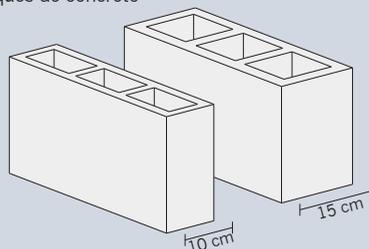


MATERIALES MURO

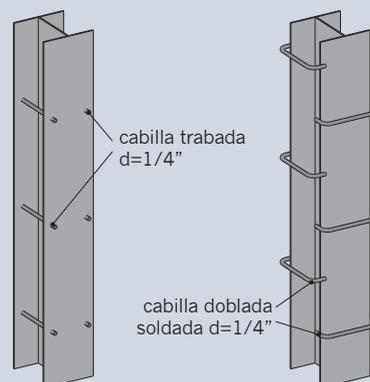
Bloques de arcilla



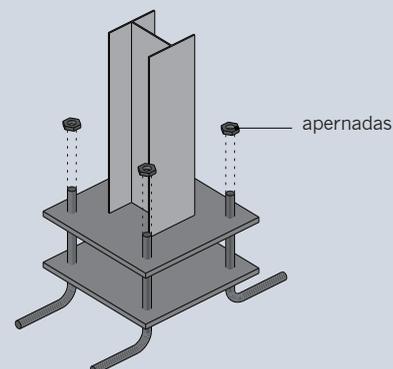
Bloques de concreto



Marco-muro con cabilla trabada o doblada



Machón-fundación



Tipos de muros y vanos de los marcos de confinamiento

Los vanos (espacios) definidos por los perfiles pueden ser rellenados por muros llenos, muros con aberturas (puertas y ventanas) y vanos vacíos (sin mampostería).

1. Los muros llenos son los que llevan la mayor responsabilidad estructural, en particular para las solicitaciones laterales por acción sísmica (figura 2a).

2. Muros con vanos (para ubicar ventanas y puertas) con menos capacidad resistente. Dependiendo del caso se prevén dinteles o alfeizares y machones auxiliares alrededor de los vanos (figura 2b).

3. Vanos vacíos sin mampostería (figura 2c).

Figura 2a
Muros llenos

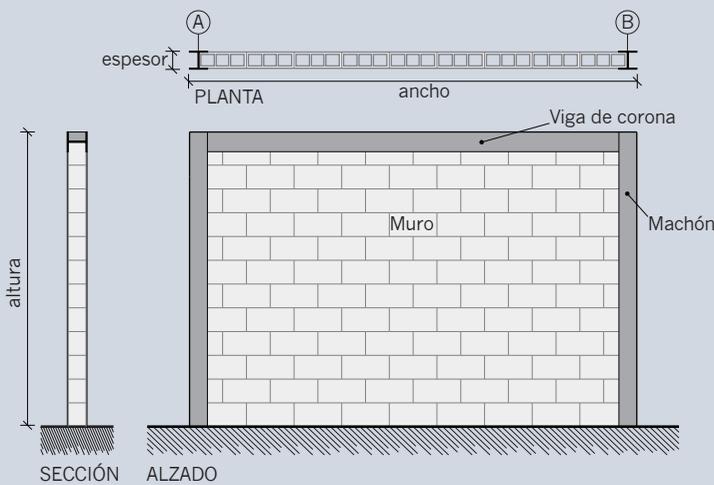


Figura 2c
Muros vacíos

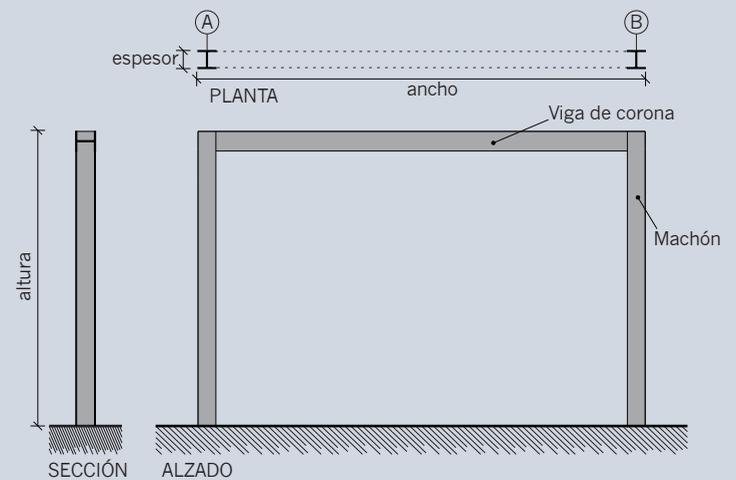
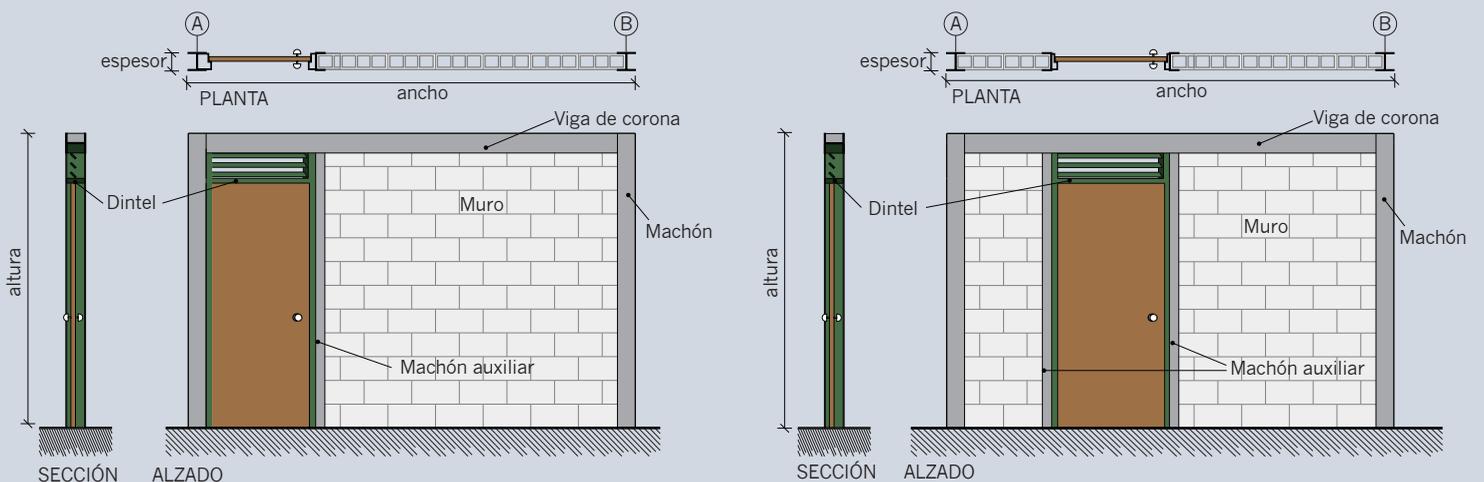


Figura 2b
Muros con abertura lateral y central

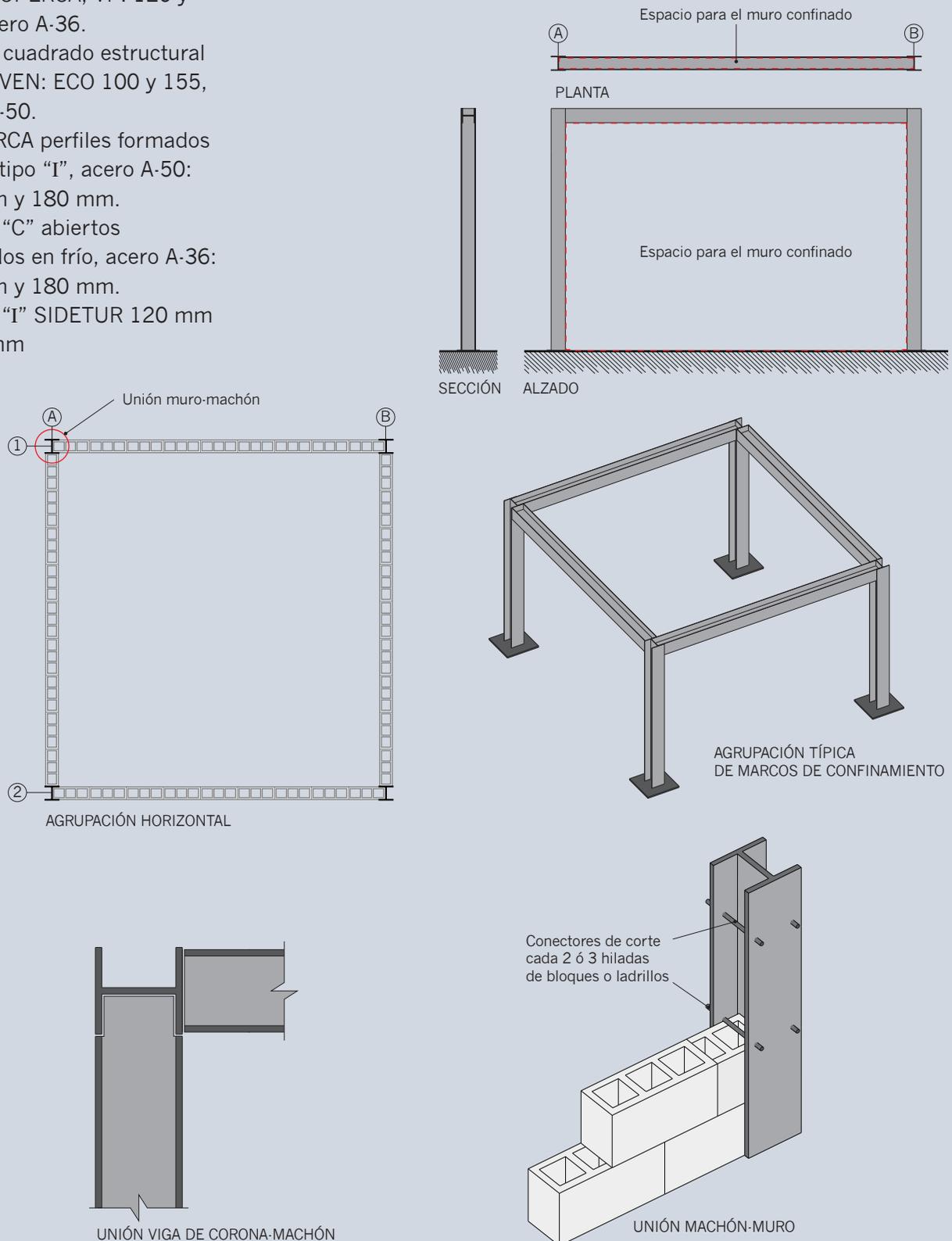


Perfiles

Los perfiles deben tener dimensiones que permitan su compatibilidad con los bloques de concreto y arcilla existentes en el mercado (figura 3). Entre ellos:

1. Viga PROPERCA, VP: 120 y 160, acero A-36.
2. Tubular cuadrado estructural CONDUVEN: ECO 100 y 155, Acero A-50.
3. PROPERCA perfiles formados en frío, tipo "I", acero A-50: 150 mm y 180 mm.
4. Perfiles "C" abiertos laminados en frío, acero A-36: 130 mm y 180 mm.
5. Perfiles "I" SIDETUR 120 mm y 160 mm

Figura 3
Ejemplos de marco de confinamiento típico con viga PROPERCA



Bloques

El sistema utiliza bloques de amplia difusión y aceptación en el mercado. Estos son:

1. Bloques huecos de concreto, espesor nominal de 10 cm y 15 cm.
2. Bloques huecos de arcilla, espesor nominal de 10 cm y 15 cm.
3. Bloques de arcilla tipo "TRINCOTE".

Entre otros mampuestos, no se reseñan aquí ladrillos macizos, bloques y adobes de suelo cemento, aunque no se descarta su aplicación siempre que provengan de fabricantes confiables. En todos los casos, los materiales para los muros deberán cumplir con los requerimientos de calidad establecidos en las normativas respectivas en cuanto a sus dimensiones, capacidad resistente y acabado.

Techos y entrepisos

Se sugiere techos inclinados, para facilitar el drenaje de las aguas de lluvia.

Techos

a) Livianos: con láminas metálicas, de fibrocemento, fibra de vidrio, o compuestas tipo sándwich, etc., existentes en el mercado, por su economía, ligereza, facilidad y rapidez de montaje. Bien utilizadas, pueden ofrecer resultados ambientales satisfactorios.

b) Madera machihembrada, tableros de madera y tejas: solución más costosa que requiere de mano de obra especializada. Ofrece buenos resultados ambientales y estéticos.

Entrepisos

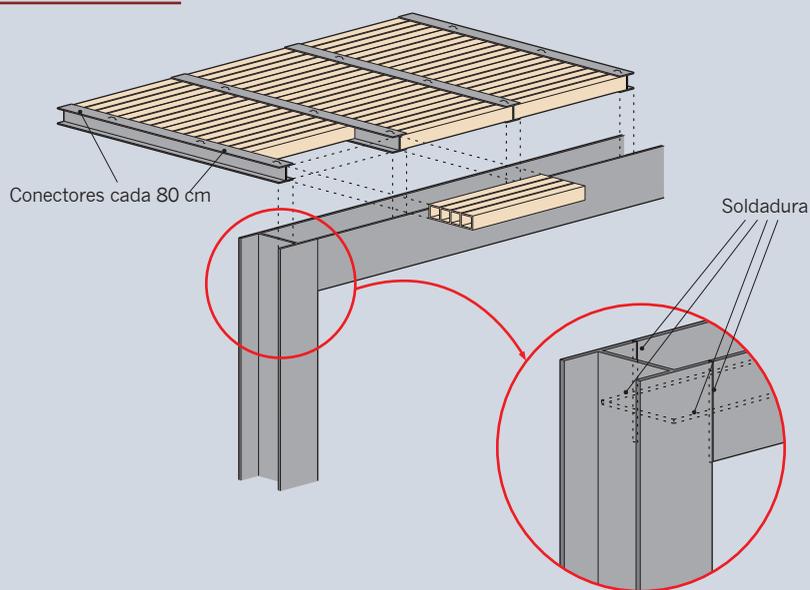
Con acabado de concreto e impermeabilización. Las opciones más usadas para este son:

- Tabelones de arcillas y perfiles
- Láminas como encofrado metálico colaborante y vaciado de concreto.
- Losa nervada con nervios prefabricados de concreto.

Los entrepisos deben conformar un diafragma rígido, estar anclados trabajando conjuntamente con las vigas de corona de los muros, sin interrumpir la continuidad estructural de la mampostería (figura 4).

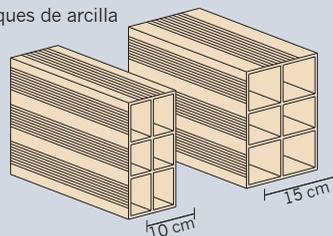
Conviene tener en cuenta que se debe verificar la concordancia de las medidas de los bloques de la mampostería con el espacio disponible en el alojamiento del perfil metálico de manera que con el bloque utilizado se genere un espesor efectivo de 10 o 15 cm, para que no haya problemas al usar perfiles del tipo IC.

Figura 4
Construcción de entrepiso

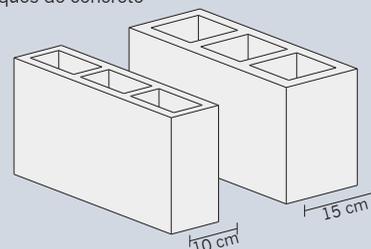


MATERIALES MURO

Bloques de arcilla



Bloques de concreto

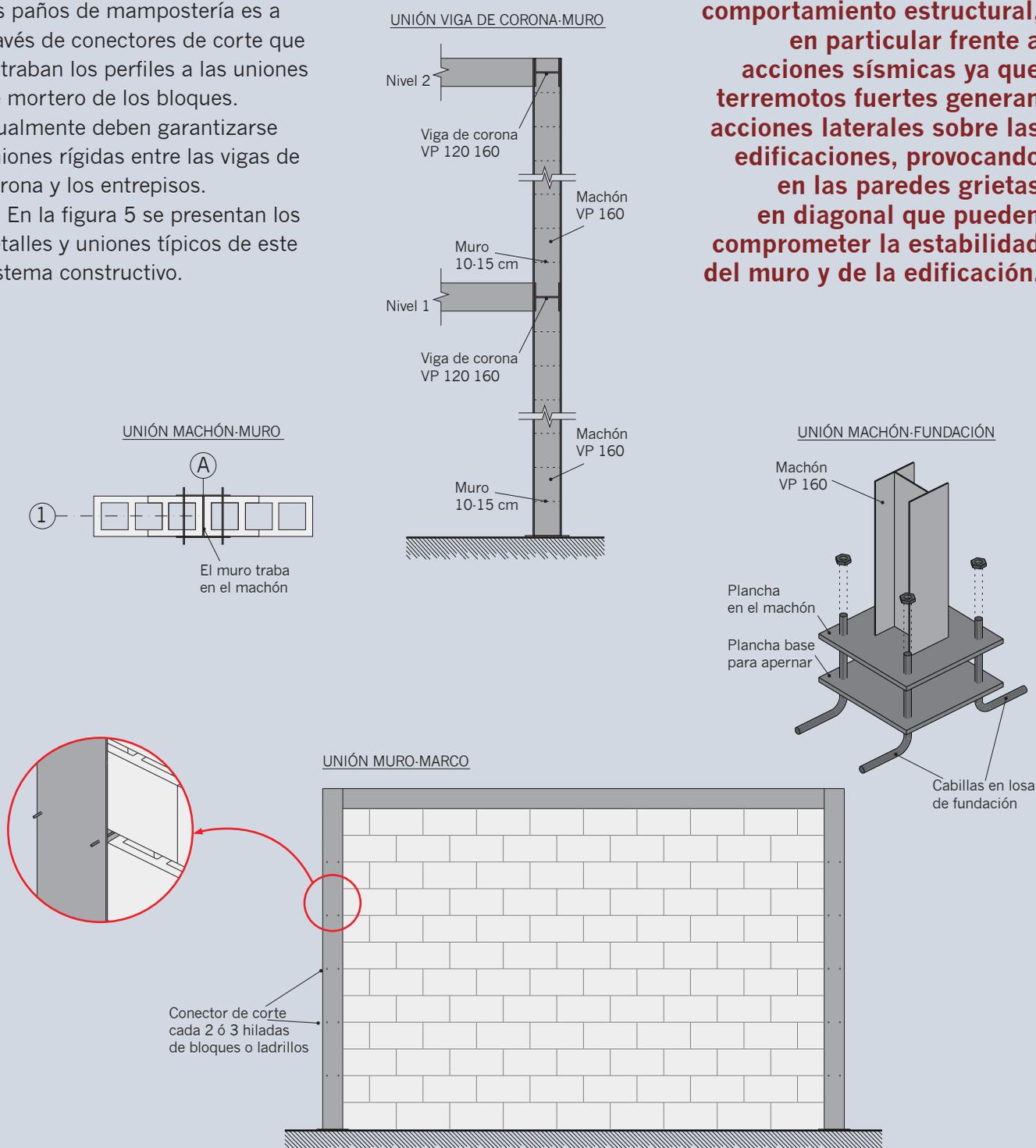


Detalles y uniones

Especial atención debe ser dedicada a las uniones de los elementos del marco de confinamiento, es decir, del machón a la viga de corona, con los muros de mampostería, las losas y las fundaciones. La unión del marco de confinamiento con los paños de mampostería es a través de conectores de corte que entran los perfiles a las uniones de mortero de los bloques. Igualmente deben garantizarse uniones rígidas entre las vigas de corona y los entrepisos.

En la figura 5 se presentan los detalles y uniones típicos de este sistema constructivo.

Figura 5
Tipos de uniones del sistema



La mampostería estructural confinada con perfiles de acero requiere mucho cuidado en la realización de las uniones de sus componentes y elementos, puesto que es de suma importancia garantizar la integridad del comportamiento estructural, en particular frente a acciones sísmicas ya que terremotos fuertes generan acciones laterales sobre las edificaciones, provocando en las paredes grietas en diagonal que pueden comprometer la estabilidad del muro y de la edificación.

1. Uniones de los perfiles del marco de confinamiento

Se consideran dos tipos de uniones: por soldadura y apernada.

La *unión por soldadura* facilita el proceso constructivo en sitio, pero necesita mano de obra especializada. La *unión apernada* facilita el montaje, requiere mano de obra capacitada (no especializada) y permite la deconstrucción (desarmado y reutilización de componentes) a la hora de demoler, ampliar o modificar la edificación.

En los ensayos experimentales, ambos tipos de uniones tuvieron un comportamiento similar ante cargas laterales alternantes.

2. Conexión marco-muro

Para el buen funcionamiento de la mampostería estructural confinada es indispensable asegurar la integridad de la conexión marco-muro, en particular cuando la edificación esté sometida a acciones sísmicas.

En este sentido se incorporan en el marco de confinamiento conectores de corte para lograr la trabazón de los bloques a los perfiles. Se especifican conectores de barra lisa de $\phi 1/2''$ (media pulgada = 13 mm aprox.) coincidiendo con el mortero cada dos o tres hiladas de bloques, como lo ilustran la figura 6 y las fotografías de la figura 7.

Figura 6
Conexión Marco-Muro

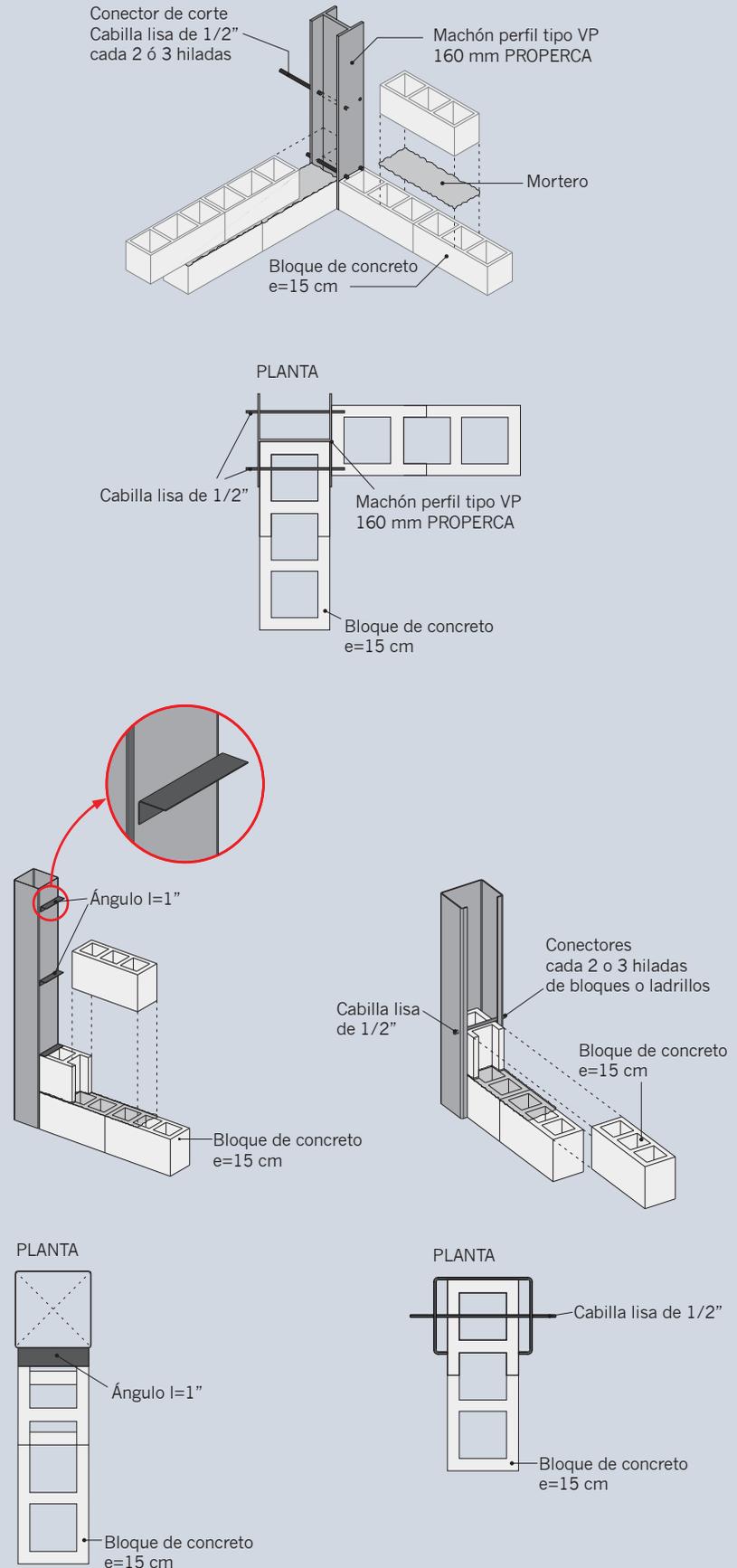


Figura 7

Colocación del conector de corte en el machón. Nótese que se hace coincidir con el mortero de pega de cada dos hiladas



Conector de corte cada dos hiladas



Proceso de producción

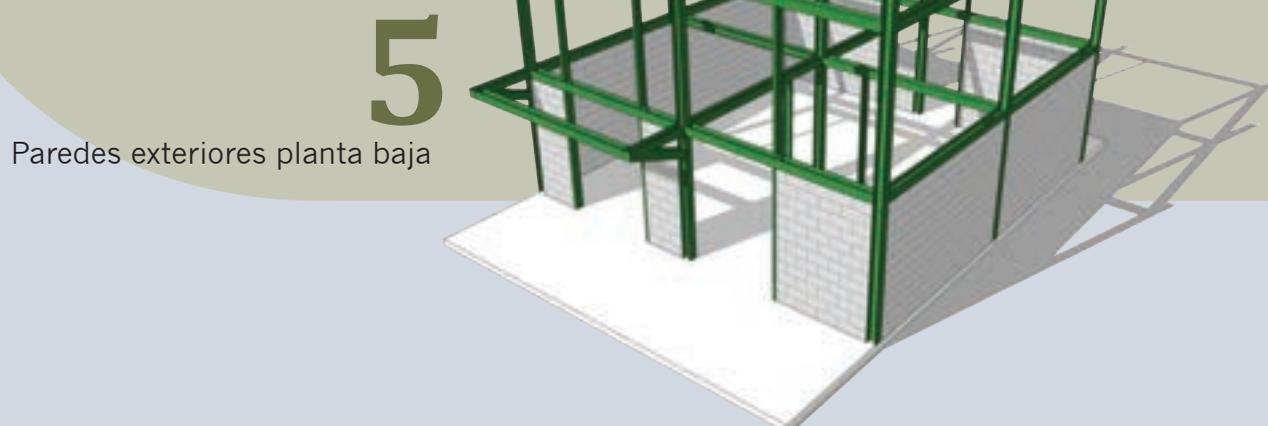
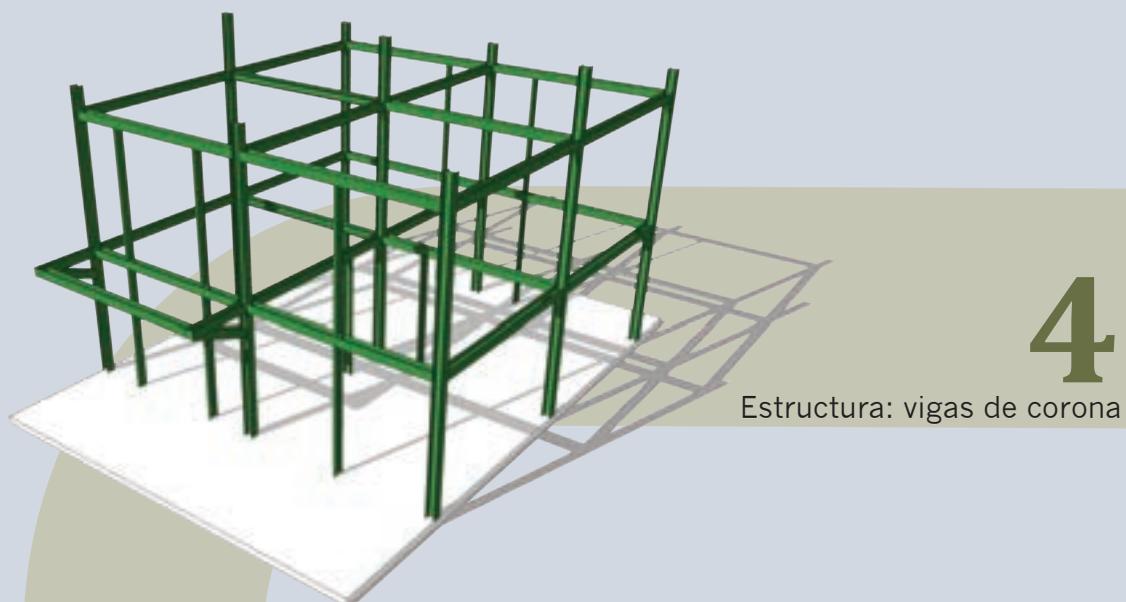
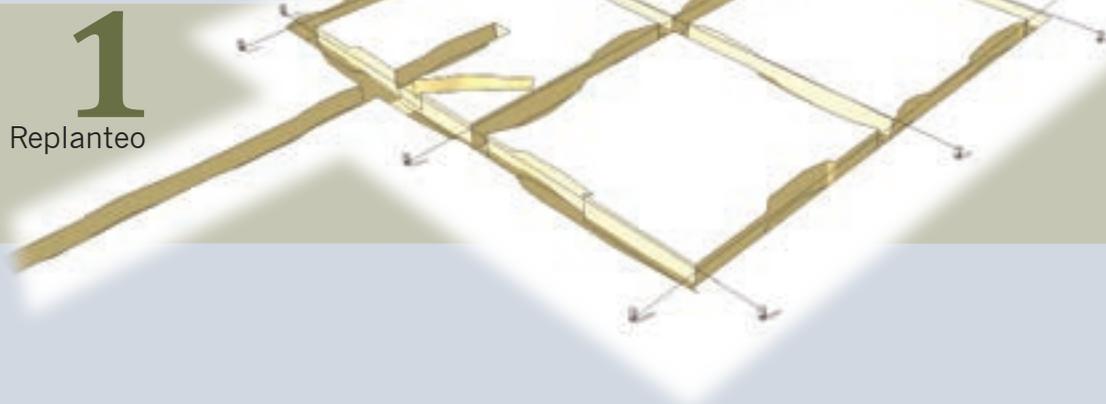
Mientras en el proceso tradicional se construyen primero las paredes para luego vaciar los marcos de concreto y colocar la cubierta o entrepiso al final del proceso, en la mampostería confinada con perfiles metálicos se construyen primero los marcos de confinamiento con perfiles de acero para luego colocar la cubierta y entrepiso, y así, bajo techo, construir los muros de mampostería.

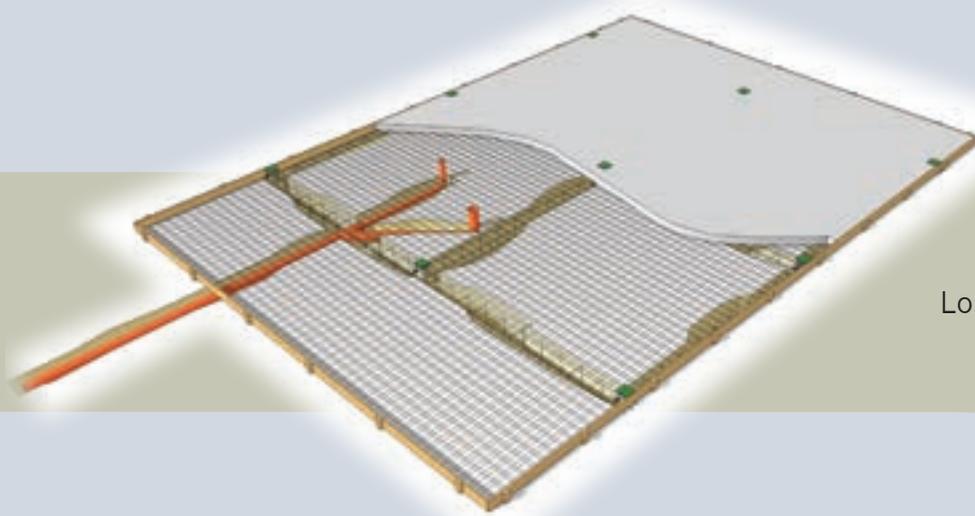
El proceso constructivo se puede dividir en dos grupos: 1) las operaciones en taller, y 2) en obra.

Las operaciones y fabricación en taller hacen más fácil el control de calidad y reciclaje de residuos. Allí, además de los componentes estructurales, pueden producirse componentes de cerramientos, puertas, ventanas, arañas sanitarias y todo lo que pueda ser prefabricado.

En sitio se realizan las fundaciones, la instalación de los marcos de confinamiento, los techos y entrepisos, la construcción de paredes, las instalaciones y servicios, y los acabados.

2. PROCESO CONSTRUCTIVO



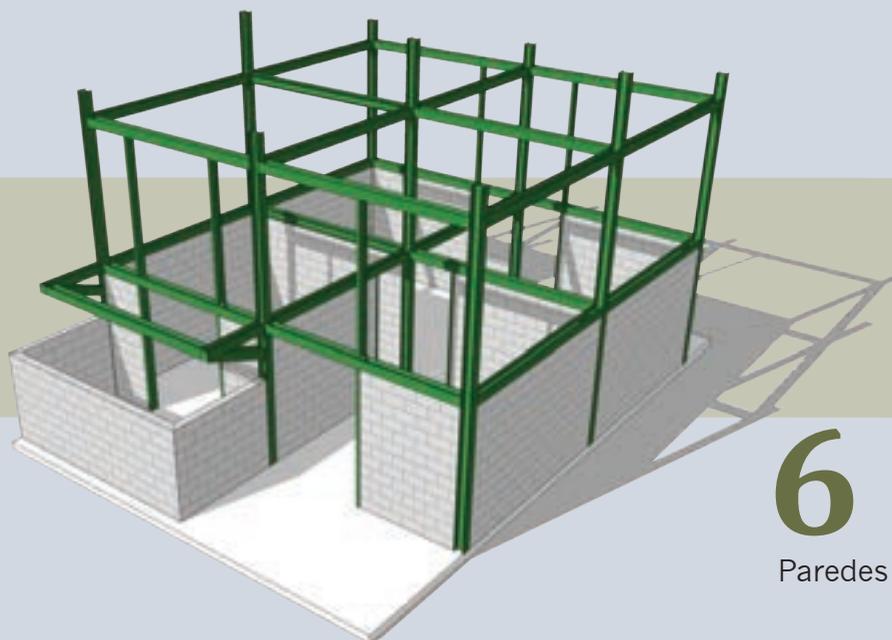
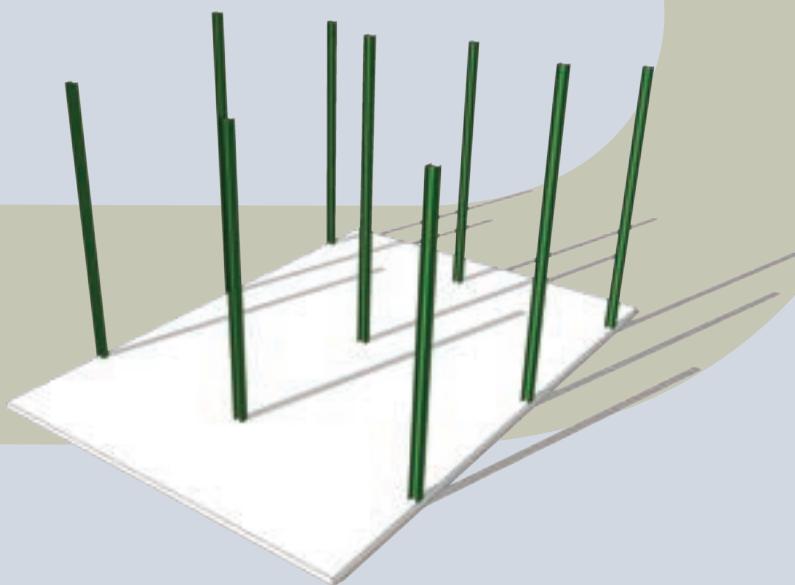


2

Losa planta baja

3

Estructura: machones

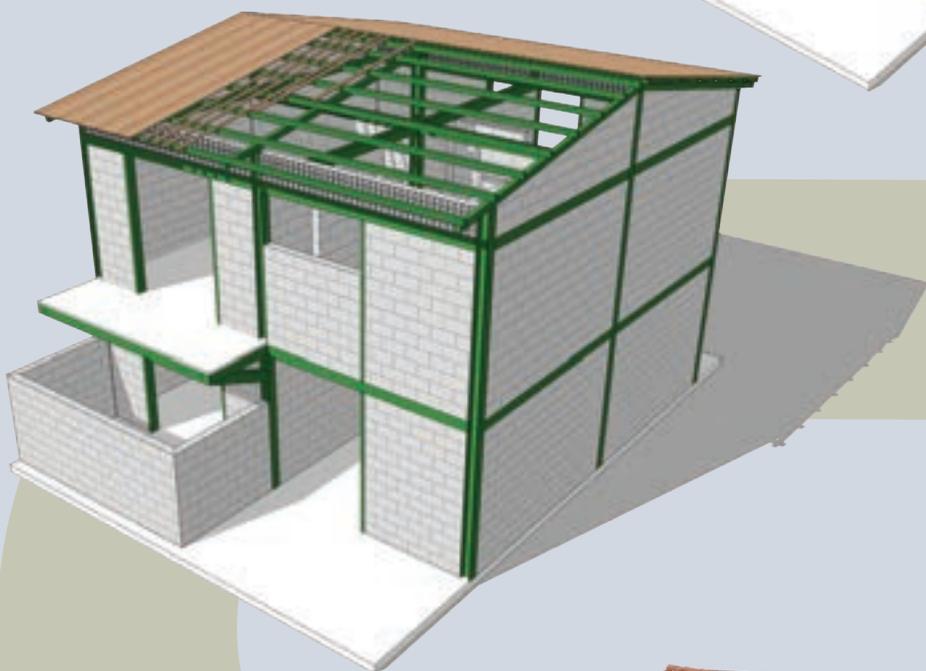
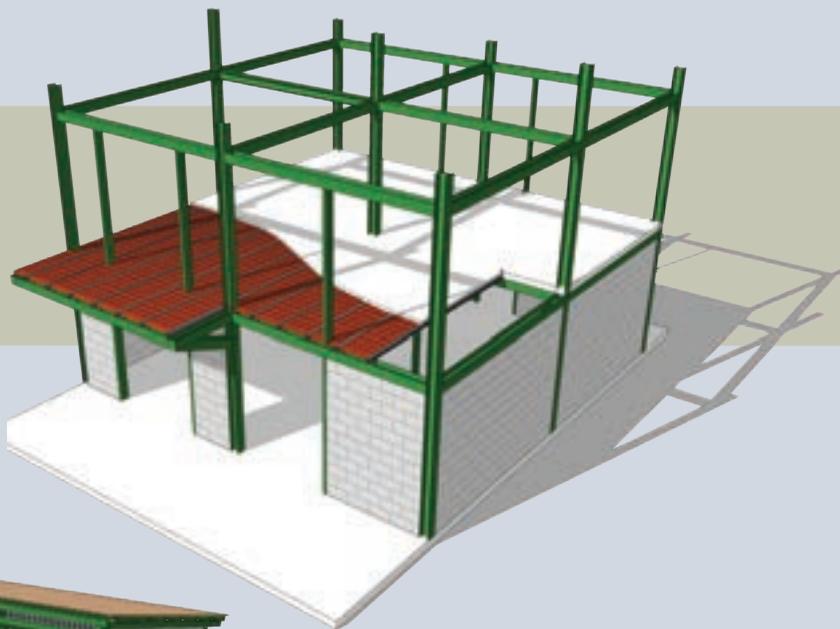


6

Paredes interiores planta baja

7

Construcción losa de entrepiso



10

Construcción del techo

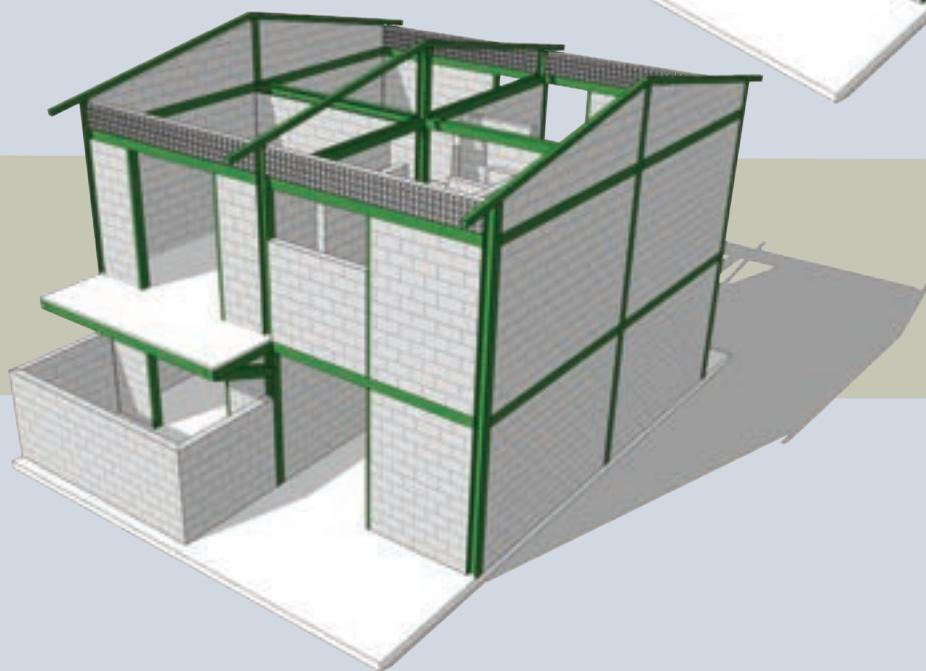
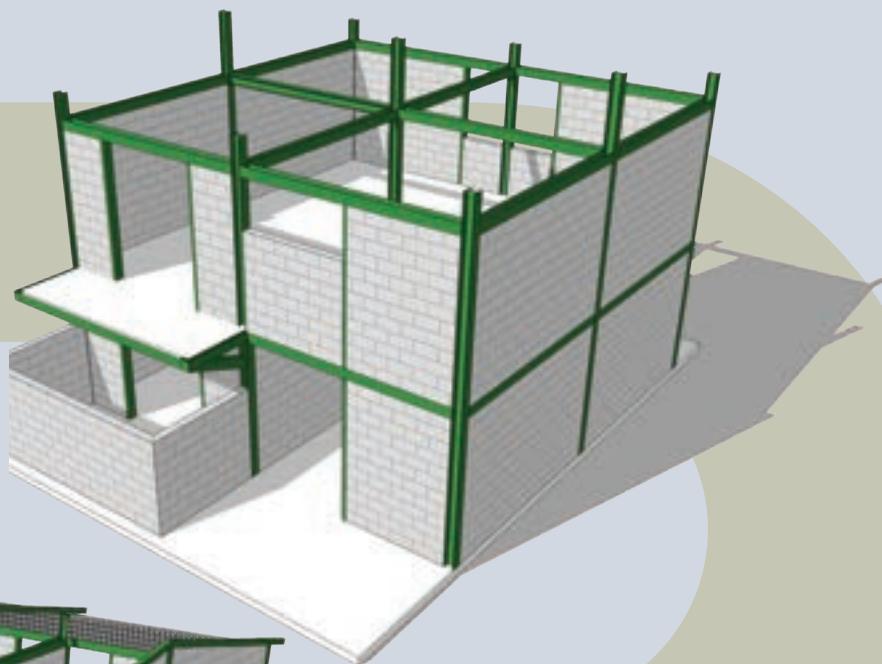


11

Vivienda sin frisar
(bloques a la vista)

8

Paredes exteriores 1er piso
(amarre estructura)



9

Paredes interiores 1er piso

12

Vivienda terminada
con acabados



3. APLICACIONES DEL SISTEMA A VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

Los ejemplos que siguen ilustran algunas aplicaciones del sistema de mampostería estructural, de muros portantes, confinada con perfiles de acero. Así mismo, los modelos presentados evidencian la respuesta del sistema a los requerimientos de desarrollo progresivo, permitiendo que la vivienda vaya creciendo en etapas sucesivas.

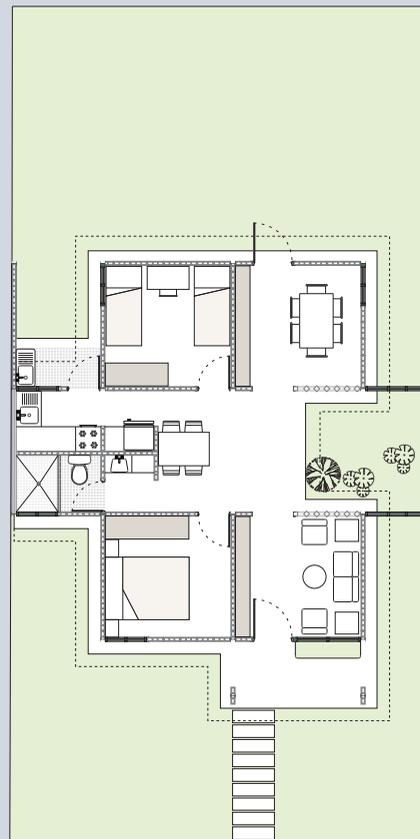
Ejemplo de vivienda unifamiliar de una planta

1. Parcela de 9 m x 18 m (figura 8)

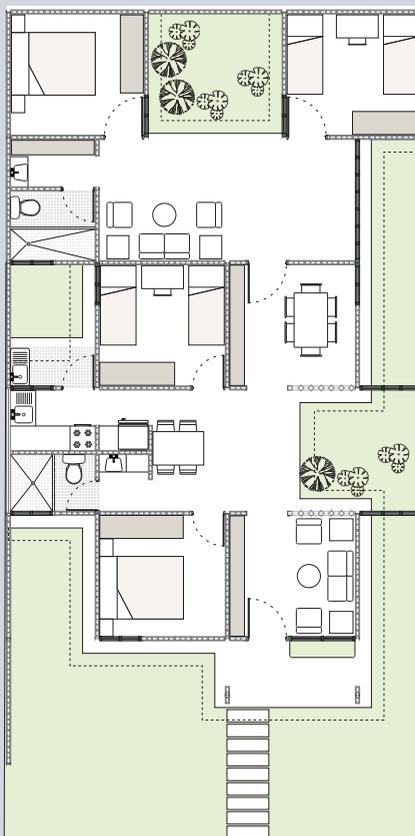
Este proyecto corresponde a una vivienda con patio interno en una parcela de 9m x 18m. La planta presenta una distribución casi simétrica de las paredes con el objeto de evitar excesivas torsiones ante la eventualidad de un sismo. Además se prevé el crecimiento progresivo horizontal de la vivienda, con la posibilidad de crear una unidad de vivienda adicional con acceso independiente. La ubicación del núcleo sanitario permite la acometida y descarga de las instalaciones en patios del retiro sin afectar los espacios internos de la vivienda.

La mampostería es una técnica que requiere abundante mano de obra capacitada (mas no especializada), y por ello es generadora de empleo. Para garantizar la calidad de la construcción, se requiere de una supervisión rigurosa y de una ejecución controlada.

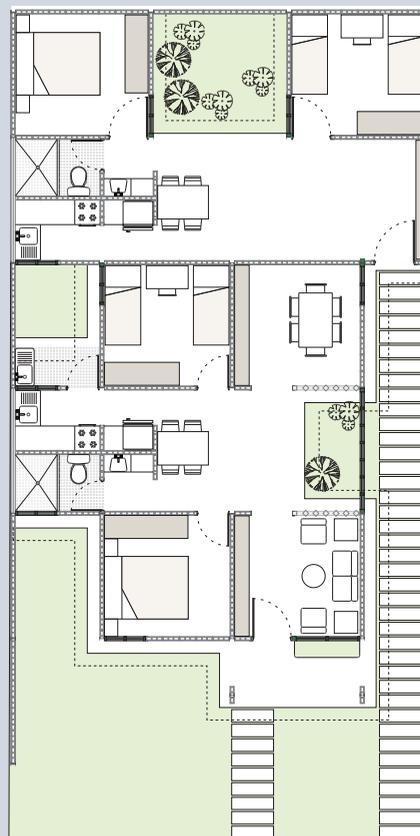
Figura 8
Vivienda unifamiliar de una planta (parcela de 9 m x 18 m)



PLANTA · 1ª ETAPA



PLANTA · 2ª ETAPA · OPCIÓN 1

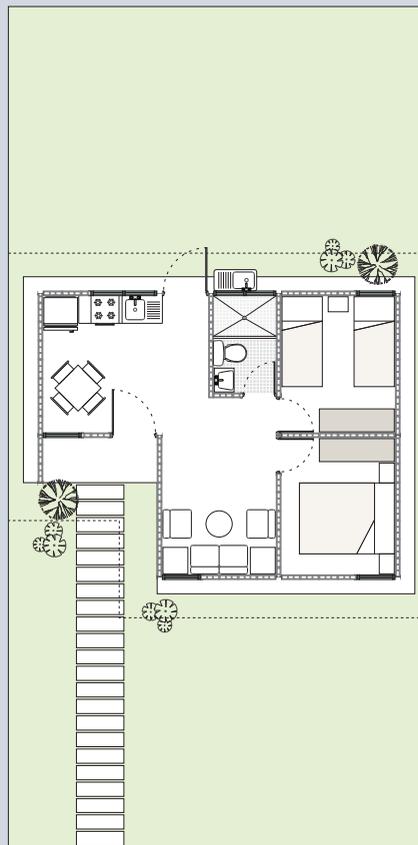


PLANTA · 2ª ETAPA · OPCIÓN 2

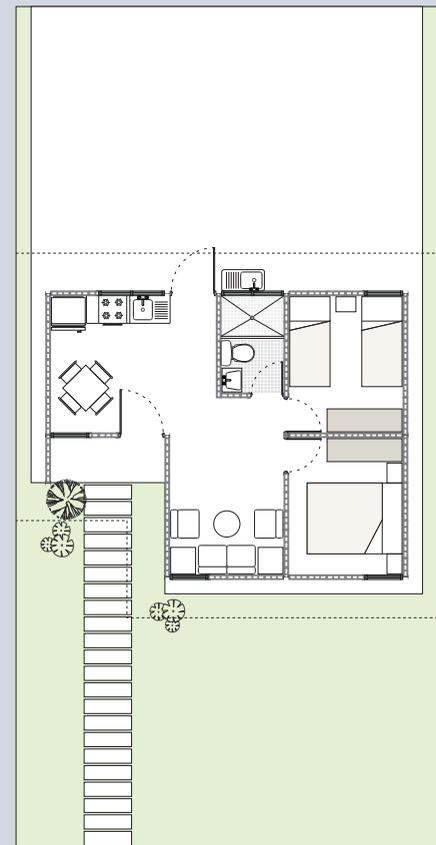
2. Parcela 8 m x 16 m, desarrollo progresivo hasta dos plantas

Esta vivienda está planificada sobre parcelas de 8 m de ancho x 16 m de fondo. Su aporte más importante es la propuesta para el crecimiento de la vivienda, donde desde una primera etapa inicial de 55 m² con dos habitaciones y un baño, se puede agregar un apartamento de 45 m² en planta alta (figura 9), con acceso independiente.

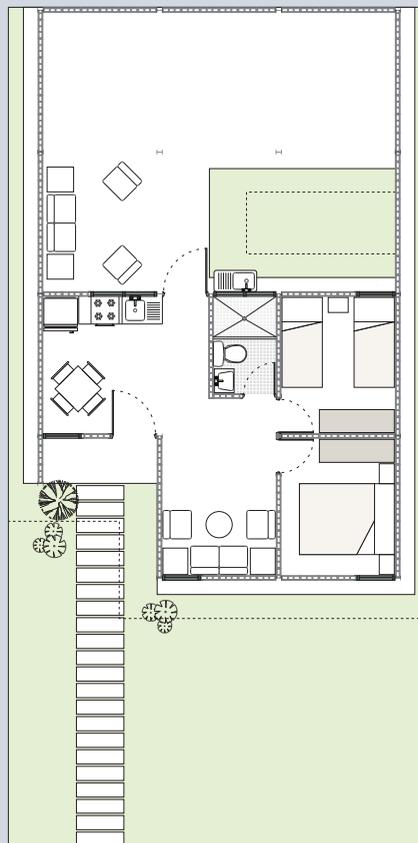
Figura 9
Vivienda unifamiliar de una planta
(parcela de 8 m x 16 m)



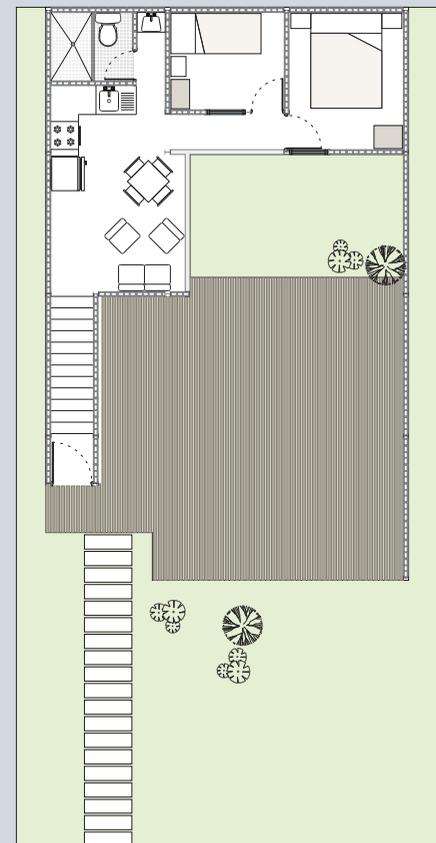
PLANTA BAJA - 1ª ETAPA



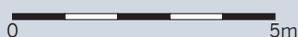
PLANTA BAJA - 2ª ETAPA



PLANTA BAJA - 3ª ETAPA



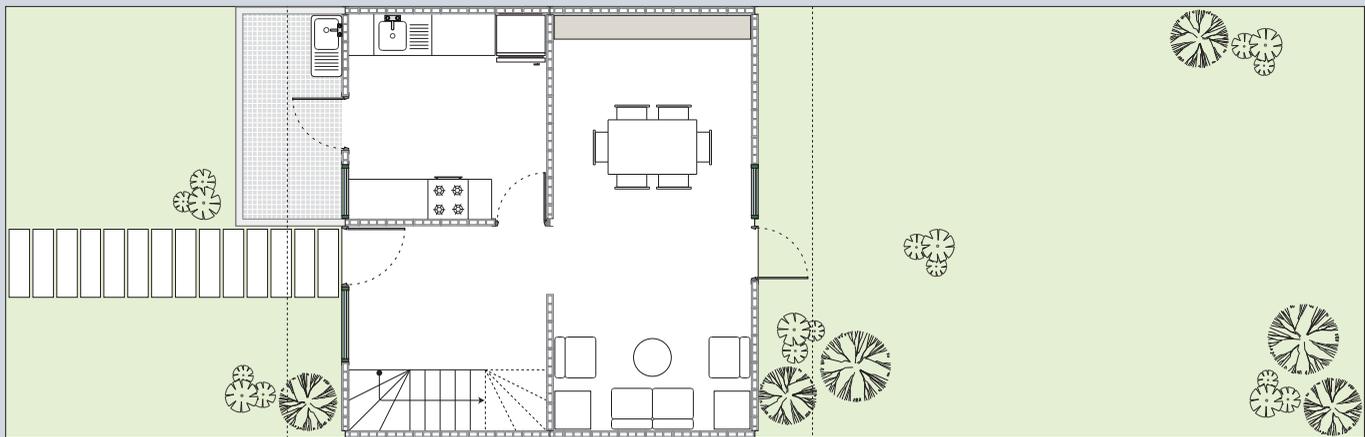
PLANTA ALTA - 4ª ETAPA



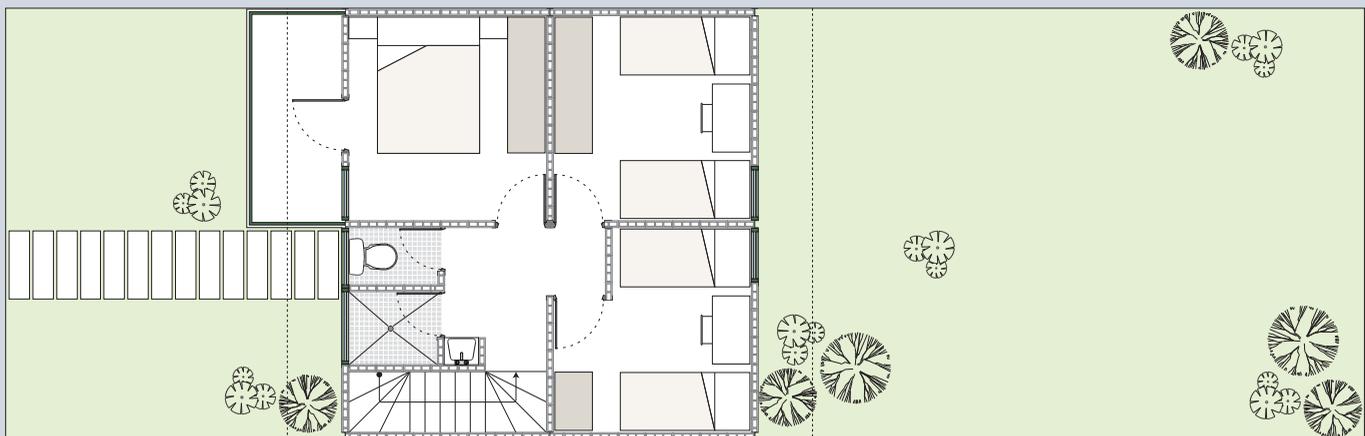
3. Vivienda unifamiliar de dos plantas, parcela de 6 m x 25 m. Desarrollo progresivo en dos etapas.

Este ejemplo permite visualizar cómo se puede planificar una vivienda de dos plantas en parcelas de frente angosto y profundas, en este caso, una parcela de 6 m de frente por 25 m de profundidad, lo cual permite el crecimiento progresivo hacia atrás con relativa facilidad (figura 10 y 11).

Figura 10
Vivienda unifamiliar de 2 plantas. Desarrollo progresivo primera etapa



PLANTA BAJA - 1ª ETAPA



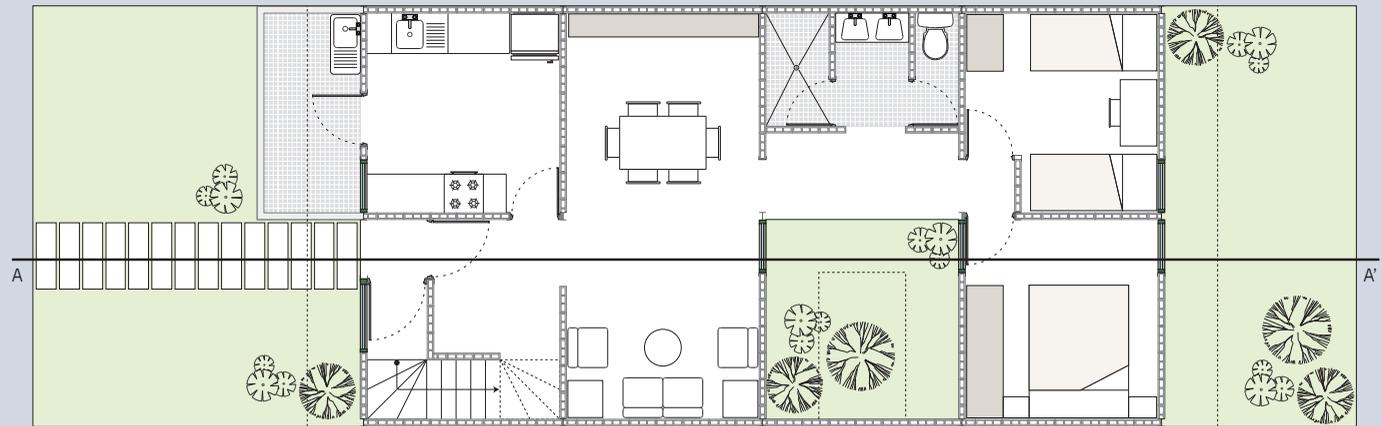
PLANTA ALTA - 1ª ETAPA



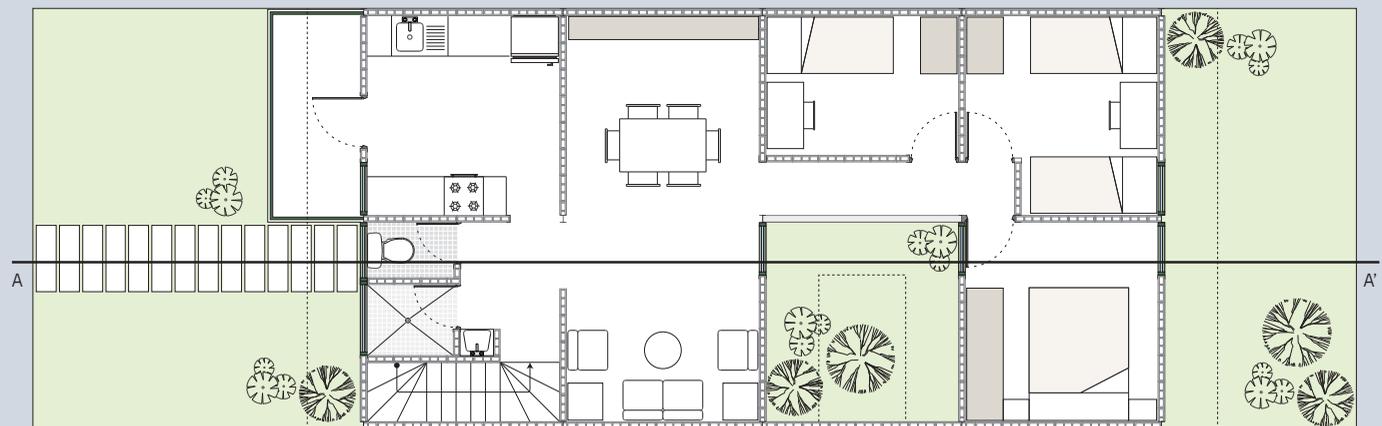
Figura 11
Vivienda unifamiliar de 2 plantas. Desarrollo progresivo segunda etapa



CORTE LONGITUDINAL A A'



PLANTA BAJA - 2ª ETAPA



PLANTA ALTA - 2ª ETAPA

0 6m

Vivienda unifamiliar pareada de 70 m²,
parcela de 10 m x 20 m

El ejemplo que sigue corresponde a la secuencia detallada de las distintas fases de construcción de un prototipo.

En la primera semana de inspección se realizaron los trabajos de replanteo de los ejes y la ubicación de los elementos verticales de los marcos de confinamiento (machones).



Infraestructura de la vivienda

Se realiza la excavación de las fundaciones correspondientes a los elementos verticales de acero (machones).



A continuación se procede con las operaciones para embutir el sistema de aguas servidas y aguas blancas.

Sistema de aguas servidas:

- se replanteó la araña de aguas servidas, con tubería de plástico PVC PAVCO®;
- el ramal principal, la tubería que conduce al WC y el tapón de registro, fue de $\varnothing 4''$ (diámetro 4 pulgadas=10,2 cm aprox.);
- la tubería que conduce al lavamanos, batea, fregadero y centro de piso es de $\varnothing 2''$ (diámetro 2 pulgadas=5,1 cm aprox.);
- puntos de descarga para el lavamanos, fregadero, batea y centro de piso de $\varnothing 2''$, para el WC y tapón de registro de $\varnothing 4''$.



Sistema de aguas blancas:

- tubería PAVCO®, puntos con tubería de $\varnothing 1/2''$ (media pulgada=1,3 cm aprox.), y el ramal principal de $\varnothing 3/4''$ (tres cuartos de pulgada=1,9 cm aprox.).
 - puntos de orificio del lavamanos, fregadero, batea, WC, ducha y jardín de diámetro de $\varnothing 1/2''$.
- En la unión con la aducción principal se colocó llave de bronce de $3/4''$ del tipo compuerta.



Las tuberías se revisten con mortero en proporción de una parte de cemento y entre 4 y 6 de arena.



Posteriormente se realiza la excavación para la tanquilla de aguas servidas de dimensiones 60cm x 60cm x 60cm, se procede al empotramiento, la colocación de la base de piedra picada y por último a la construcción de la tanquilla con la conexión al cachimbo de la parcela.



Se continúa con el replanteo y colocación de las tuberías para el sistema de electricidad ubicado por debajo de la losa de fundación. Los tubos para el sistema de fuerza e iluminación son de diámetro $\varnothing \frac{3}{4}$ " y los correspondientes a la acometida principal de diámetro $\varnothing 1$ ".

Todos los tubos son de PVC, tipo PAVCO® y fueron embutidos por debajo de la losa y recubiertos con mortero a base de cemento y arena.



Luego se continúa con la excavación para embutir el sistema para recolección de aguas de lluvia posteriormente revestido con un mortero a base de una (1) parte de cemento y cuatro (4) de arena. Para este sistema se usó tubería de diámetro $\varnothing 4$ " del tipo PAVCO®.



Se coloca la base de piedra picada n° 1 en el fondo de los elementos metálicos verticales y en toda la base de pavimento.



A continuación se hacen los encofrados en los laterales de la base de pavimento.



Se colocan las planchas de acero, lisas, espesor 10 mm, realizando su respectiva nivelación. Cada plancha tiene cuatro anclajes, cada uno de cabilla estriada de resistencia 4.200 kgf/cm², diámetro $\varnothing 5/8$ " roscada en el extremo superior con tuerca y arandela de presión (ver nota 1 en la página 31).



Luego se coloca la capa inferior de la malla electrosoldada de acero tipo "Truckson®" de dimensiones 4" x 4" (cuatro pulgadas por cuatro pulgadas = 10,2 cm x 10,2 cm aprox. Puede también utilizarse la de 4" x 5" o la de 5" x 5").



Se continúa con el proceso de vaciado de concreto de la losa de pavimento con concreto premezclado de resistencia a la compresión de 250 kgf/cm^2 (proporción 1 : 1,5 : 2,5 como relación cemento/arena/grava) en varias fases:

- primero una capa de concreto de aproximadamente 5 cm;
- se levanta la capa inferior de la malla electrosoldada, con la finalidad de asegurar el recubrimiento de 5 cm;
- se vacía otra capa de concreto de 5 cm sobre la cual se coloca la segunda capa de malla electrosoldada tipo "Truckson®" de dimensiones 4" x 4", quedando en definitiva la losa armada con dos capas de malla;
- por último se realiza el vaciado de los 5 cm restantes de concreto para culminar con una losa de fundación de 15 cm de espesor y acabado cepillado.

Es importante el correcto vibrado durante las distintas etapas del vaciado de la losa (ver nota 2 en página 31).



Superestructura de la vivienda

Al terminar los trabajos de infraestructura se inicia la parte de superestructura de la vivienda con perfiles de acero doblados en frío C 150 x 5,47 del tipo PROPERCA (A-50). Para los machones principales se elaboraron los perfiles del tipo "IC" y para las vigas de la cumbrera del tipo "OC", utilizando soldadura de filetes intermitente. En el caso particular de los machones auxiliares y la viga de corona se colocó el perfil "IC". Todas las conexiones se realizaron soldadas del tipo filete (cordones intermitentes). Para las correas se utilizó tubo de hierro de 3" x 1½" (tres pulgadas por una y media pulgada = 7,6 cm x 3,8 cm aprox.), separados a 60 cm.

Todos los perfiles se protegen con fondo anticorrosivo.



Mampostería y acabados

Para los trabajos de mampostería se colocan en las paredes bloques de arcilla de espesor 10 cm del tipo “Trincote®” o de concreto $e = 10$ cm en obra limpia por las dos caras. Adicionalmente se hacen perforaciones en los machones de las paredes estructurales para colocar un conector de corte elaborado con cabilla lisa de diámetro de $\varnothing \frac{1}{2}$ ". Para las paredes de servicio se coloca bloque hueco de arcilla de 10 cm de espesor acabado corriente.

Una vez levantadas todas las paredes por debajo del nivel de la viga de corona, se colocan por encima los bloques de ventilación. La utilización de bloques calados en la parte de arriba favorece la ventilación cruzada, lo que se traduce en un ambiente más fresco en el interior de la vivienda (ver nota 3 en página 31).

Paralelamente se realizan los trabajos de albañilería y la pintura con esmalte blanco de la estructura.



Techos

La cubierta de techo se realiza con madera tipo machihembrado y encima láminas termo acústicas tipo teja criolla de CINDU® (MILTEJAS) (ver nota 4 en página 31). El acabado del techo con barniz transparente. Es conveniente destacar que el uso del machihembrado para los techos es más costoso aunque genera un ambiente agradable dentro de la vivienda.



Pisos, puertas y ventanas

Los pisos de las habitaciones, pasillos y cocina se hacen con un mortero a base de cemento y arena, sin juntas, acabados con cemento liso. Una alternativa al piso pulido es el acabado revestido en cerámica, sin embargo, es más costoso. Las paredes de cocina y sanitarios revestidos con cerámica nacional.



Para puertas y ventanas se colocaron:

- marcos metálicos para puertas y ventanas calibre 18 para pared de 10 centímetros con acabado de esmalte color blanco,
- puertas de madera entamborada tipo batiente para las habitaciones,
- puertas de madera entamborada en el baño acabadas con barniz transparente y colocación de cerradura de pomo cromo mate,
- dos puertas metálicas entamboradas de hierro para la entrada principal y la cocina con cerradura de embutir acabado de acero niquelado revestida en esmalte color blanco,
- construcción de celosía con tubo 1" x 1" (una pulgada por una pulgada = 2,5 cm x 2,5 cm aprox.) para el marco y cuadrícula en 45° elaborada con pletina de acero $\frac{1}{2}$ " x $\frac{3}{16}$ " (media por tres dieciseisavos de pulgada = 1,3 cm x 0,48 cm aprox.), pintadas con esmalte de color blanco,
- ventanas basculantes tipo macuto, marco metálico y vidrio espesor 4 mm.



Las paredes de servicio se recubrieron con mortero a base de cal con acabado liso para posteriormente revestirla con pintura de caucho color oro dorado.

Para el baño:

- se colocó un lavamanos para colgar, de una sola llave, color blanco, ancho 54 cm, línea económica.
- un WC línea económica, blanco, con herraje y asiento. Descarga al piso.
- un grupo de ducha de una sola llave y regadera metálica,

centro de piso circular de bronce de Ø 2" y 4" y tapón de registro circular de Ø 4".

- accesorios de cerámica de color blanco, para empotrar: jabonera, portarrollos, toallero.

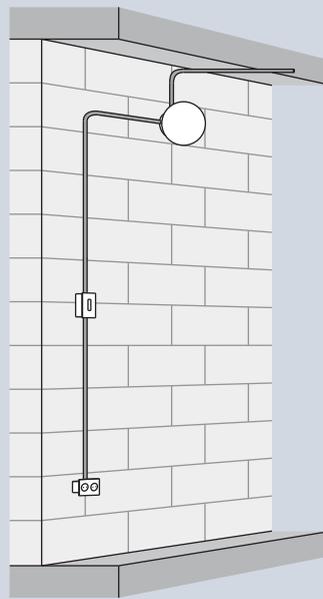
Para la cocina:

- un fregadero de acero inoxidable de una ponchera y escurridor con grifería de una sola llave tipo cisne,
- una batea de granito color gris con llave de chorro de $\varnothing \frac{1}{2}$ ".

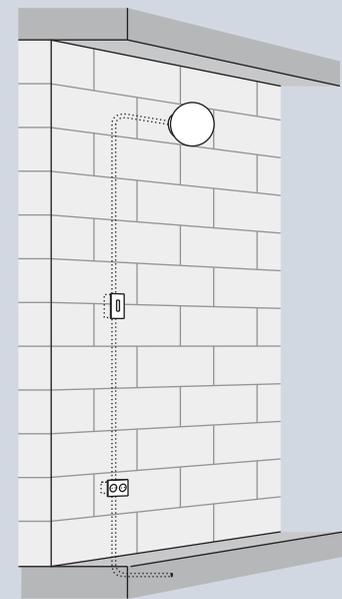


Instalaciones eléctricas

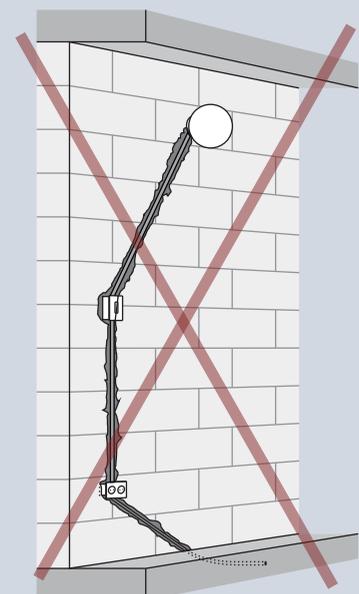
Se colocan los tubos de electricidad a la vista sobre las paredes de bloque de arcilla tipo "Trincote®", fijándolos con elementos metálicos tipo "U". Para la alimentación cable trenzado TW 12 para las líneas vivas y TW 10 para el neutro, mientras que para la acometida se usó TW 8. Se colocaron interruptores simples y dobles con tapa metálica, y tomacorriente sencillo con tapa plástica, también un tablero metálico con puerta, de 4 circuitos con interruptores termomagnéticos (*breaker*) THQC de capacidad 20 amp. Para la iluminación se instalaron apliques en las paredes.



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

Notas

1. El uso de planchas con barras roscadas para la fijación de los anclajes de los machones es de gran utilidad a la hora de nivelar las planchas, en vista de que este tipo de anclaje permite el uso de una contra tuerca que se puede usar para subir o bajar la plancha hasta llegar a su posición final (a nivel).
2. La utilización de una losa de fundación armada con doble capa de malla representa ahorros de tiempo y mano de obra. Para dos pisos la fundación tipo losa flotante tradicionalmente tiene un diseño determinado con cabillas definidas. La colocación de la doble malla es más fácil y expedita por lo tanto resulta más competitiva.
3. El uso de bloques de ventilación (por encima del nivel de viga de corona) genera una agradable ventilación cruzada en la vivienda.
4. El uso de una cubierta de techo del tipo láminas asfaltadas (MILTEJAS, CINDUTEJA), permite rapidez de montaje y disminución de costos.

Glosario de términos

Acabado

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

Anclaje

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

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.

Conexiones

Enlace, junta o relación entre distintos elementos estructurales o no.

Desarrollo progresivo

Crecimiento y consolidación de la vivienda desde una situación inicial. El crecimiento consiste en aumentar el área de la vivienda (metros cuadrados de construcción) y la consolidación consiste en mejorar su condición inicial (en acabados, frisos, pinturas así como instalaciones eléctricas y sanitarias).

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 (o marco 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.

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.

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 transmitirlas 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 unidos 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.

Superestructura

Es la estructura de la vivienda que está sobre las fundaciones. En nuestro caso es toda la estructura de los muros de mampostería confinados.

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.

Uniones de perfiles

Conexiones entre los elementos estructurales de acero.

Vano

Espacio vacío; hueco del muro que sirve de puerta o ventana.

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.

Vivienda pareada

Así se identifica la vivienda que comparte una pared común en el lindero lateral. Puede ser pareada por un solo lado o pareada por los dos linderos laterales.

Referencias bibliográficas

- Acosta, Domingo (2000). “La mampostería de bloques de suelo-cemento: ¿Tecnología apropiada para la producción masiva de viviendas de interés social?”, en revista Tecnología y Construcción 16(I), Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción- IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela-UCV.
- Borges, Juan et al. (1992). Manual de autoconstrucción en mampostería de adobe. Programa de Vivienda Rural, Vivienda Alto Andina. Facultad de Arquitectura, Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Castilla, Enrique (2000). “Recent Experiments with Confined Concrete Block Masonry Walls” (conjuntamente con Angelo Marinilli). 12th International Brick/ Block Masonry Conference. Madrid-Spain, 25-28 June 2000.
- Castilla, Enrique (1999). “Experiencias recientes en mampostería confinada de bloques de concreto” (conjuntamente con Angelo Marinilli y Simón Morales). VI Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica. Mérida, Venezuela.
- Castilla, Enrique (1997). “Recomendaciones para el diseño sismorresistente de edificaciones de mampostería estructural”. Documento C del libro “Diseño sismorresistente especificaciones y criterios empleados en Venezuela”. Edición conmemorativa del terremoto del 29 de julio de 1967. José Grases G. (coordinador). Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales. Caracas.
- Castilla, Enrique (1995). “Evaluación del comportamiento de muros de mampostería de bloques de concreto ante carga horizontal” (conjuntamente con Manuel Pose, María Gabriela Perozo y María de los Ángeles Pol). Boletín Técnico IMME, Volumen 33, Número 1, marzo 1995. Instituto de Materiales y Modelos Estructurales-IMME, Universidad Central de Venezuela-UCV.
- Castilla, Enrique (1994). “Recomendaciones para el diseño sismorresistente de paredes de mampostería confinada de bloques huecos de arcilla”. Capítulo en el libro: “Contribuciones recientes a la ingeniería estructural y sismorresistente”, Edit. SVMNI. Caracas.
- Castilla, Enrique (1991). “Experiencias recientes en mampostería confinada sismorresistente”. Boletín Técnico IMME (79), Instituto de Materiales y Modelos Estructurales-IMME, Universidad Central de Venezuela-UCV.

- Castilla, Enrique (1988a). “Evaluación del comportamiento de muros confinados de mampostería de bloques de arcilla ante carga horizontal” (conjuntamente con Luis A. Báez). V Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica. Cumaná, Venezuela.
- Castilla, Enrique (1988b). “Determinación de ensayos en mampostería confinada con fines de diseño sismorresistente” (conjuntamente con Wilfredo Sintjago). V Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica. Cumaná, Venezuela.
- Castilla, Enrique (1988c). “Resistencia a tracción de la mampostería y sus implicaciones en el diseño sismorresistente” (conjuntamente con Zuleyma Rodríguez). V Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica. Cumaná, Venezuela.
- Castilla, Enrique (1988d). “Evaluación de la respuesta de muros confinados de bloques de concreto contra ciclos severos de carga lateral”. Tesis Doctoral. Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Cilento, Alfredo (1999). Cambio de paradigma del hábitat. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico/Instituto de Desarrollo Experimental-IDECE, Universidad Central de Venezuela UCV. Caracas.
- Cilento, Alfredo (1998). “Tendencias tecnológicas en la producción de viviendas”. *Interciencia* 1, vol. 23 (enero-febrero 1998), pp. 26-32. Caracas.
- Cilento, Alfredo (1997). “Tecnologías de construcción alternativas, apropiadas y apropiables”, *Entre Rayas*, n° 22: 10-11 (septiembre). Revista de Arquitectura, Caracas.
- Cilento, Alfredo (1996). “Sincretismo e innovación tecnológica en la producción de viviendas”, revista *Tecnología y Construcción* 12 (I), Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDECE, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela UCV.
- Gallegos, Héctor (1989a). *Albañilería estructural*. Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Gallegos, Héctor (1989b). *Albañilería estructural: diseño y cálculo de muros*, Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Gallegos, Héctor (1987). *Diseñando y construyendo con albañilería*. La Casa. Lima.

IMME-Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (2004). Informe Técnico n° 209790: “Evaluación de muros portantes del proyecto de investigación Desarrollo de sistema de muros de mampostería confinada de rápido montaje para la vivienda de bajo costo”. Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela-UCV, Caracas.

INCOVEN (1987) “La construcción como manufactura predominantemente heterogénea”, revista Tecnología y Construcción, n° 3. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDEDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela-UCV.

López, Jorge (2002). “Instalaciones sanitarias en viviendas de mampostería: conducción de aguas blancas, y disposición de aguas servidas “. Trabajo especial de grado para optar al título de Especialista en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDEDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela-UCV.

Oteyza, Ignacio y Díaz, Ana Cristina Díaz (1999). “Análisis de la calidad de los bloques huecos de concreto (BHC) elaborados en la Zona Norte de Maracaibo, y su proceso productivo”. Ponencia presentada en las XVIII Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, 2 al 4 de noviembre. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDEDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela-UCV.

Índice de contenido

Presentación <i>Victor H. Cano P.</i>	p. 3
1. LA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL CONFINADA CON PERFILES DE ACERO	p. 6
Materiales y componentes	p. 7
Muros	p. 7
Tipos de muros y vanos de los marcos de confinamiento	p. 8
Perfiles	p. 9
Bloques	p. 10
Techos y entrepisos	p. 10
Detalles y uniones	p. 11
Proceso de producción	p. 13
2. PROCESO CONSTRUCTIVO	p. 14
3. APLICACIONES DEL SISTEMA A VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL	p. 18
Ejemplo de vivienda unifamiliar de una planta	p. 18
1. Parcela de 9 m x 18 m	p. 18
2. Parcela 8 m x 16 m, desarrollo progresivo hasta dos plantas	p. 19
3. Vivienda unifamiliar de dos plantas, parcela de 6 m x 25 m. Desarrollo progresivo en dos etapas	p. 20
Vivienda unifamiliar pareada de 70 m², parcela de 10 m x 20 m	p. 22
Infraestructura de la vivienda	p. 22
Superestructura de la vivienda	p. 27
Mampostería y acabados	p. 28
Notas	p. 31
Glosario de términos	p. 32
Referencias bibliográficas	p. 36

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

Manuel A. Fernández M.

Ministro

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

Victor 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 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
- 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 Mendes. 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**

