

SIEMA-VIV: un sistema constructivo para viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo¹

Beverly Hernández

Alfredo Cilento

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela

Resumen

El SIEMA-VIV es un sistema constructivo para viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo, que se genera a partir de un sistema estructural articulado denominado SIEMA (Sistema IDEC de Estructura Metálica Apernada), conformado por componentes metálicos estandarizados para la construcción de edificaciones educativas y de oficinas.

El trabajo presenta la adaptación del sistema estructural SIEMA al uso residencial, manteniendo el concepto original, pero generando los cambios necesarios para satisfacer los requerimientos técnicos-constructivos, normativos y de habitabilidad de las viviendas multifamiliares de baja altura de desarrollo progresivo, con el objetivo de lograr gradualmente una vivienda confortable y segura en todas sus etapas constructivas, dirigida a comunidades organizadas que planifiquen el crecimiento de la edificación y el mantenimiento de la misma y su entorno urbano.

Descriptores

SIEMA (Sistema IDEC de Estructura Metálica Apernada), SIEMA-VIV - Sistema constructivo, Viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo; estructura metálica.

Abstract

The SIEMA-VIV is a multifamily building system for progressive development, which is generated from an articulated structural system called SIEMA (IDEC System Bolted Steel Structure), consisting of standardized metal components for the construction of educational buildings and office.

In this paper we present the adaptation of the structural system SIEMA to the residential use, keeping the original concept, but generating the necessary changes to meet the technical-constructive requirements, regulatory and habitability of low-rise multifamily progressive building development with the goal of achieve gradually safety and comfortable housing in all stages of construction, aimed at organized communities who plan the growth of the construction and maintenance of the same and its urban environment.

Keywords:

SIEMA (Sistema IDEC de Estructura Metálica Apernada), SIEMA-VIV-Construction system - Multifamily Housing - Progressive construction - Steel structure.

El SIEMA (Sistema IDEC de Estructura Metálica Apernada) es un sistema estructural diseñado en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (1978), con lineamientos muy claros fundamentados en la transferencia tecnológica para el uso en edificaciones educacionales y de oficinas. El SIEMA-VIV es un sistema constructivo experimental desarrollado teóricamente como una versión del SIEMA para su aplicación en viviendas multifamiliares de baja altura, baja densidad y desarrollo progresivo, con cambios importantes en los componentes estructurales pero manteniendo como principio básico la esencia y el concepto original.

Algunos de los factores técnicos que permitieron este cambio fue el manejo de un sistema metálico empernado, modulado y estandarizado, lo que facilitó la adecuación de los componentes ya existentes a una nueva modulación y a su actualización normativa vigente, y la inserción de nuevos componentes y subsistemas necesarios en el uso residencial.

La coordinación modular y dimensional utilizada permite la racionalización y tipificación de los componentes del sistema, es decir "... permite dar respuestas rápidas a soluciones específicas..." (Maggi, G. 1998). No obstante, el cambio obliga a una evaluación no sólo estructural, sino arquitectónica. El problema esencial a resolver era la adaptación de un sistema diseñado para

un uso diferente al de vivienda, lo cual implicaba la modificación y/o adición de componentes que cumplieran con las normas estructurales vigentes, las dimensiones y las condiciones de habitabilidad, y que además permitiera la construcción progresiva como un proceso planificado y bien definido que resuelva una necesidad, no que se convierta en un obstáculo.

El SIEMA-VIV aplicado en viviendas multifamiliares de baja altura, baja densidad y de desarrollo progresivo, beneficia primordialmente a las comunidades organizadas que puedan gestionar el futuro crecimiento de sus viviendas de manera gradual, teniendo siempre en cuenta que la asistencia técnica es un factor de suma importancia en todo el desarrollo. Por su lado, el Estado cumpliría un papel fundamental de coordinación e instrumentación de planes gestionados a través de los gobiernos locales para promover este concepto en proyectos de nuevas edificaciones y urbanizaciones, brindando la asistencia técnica requerida por los habitantes.

El SIEMA como punto de partida

El SIEMA, fue creado en 1978, como un proyecto-convenio entre el grupo del Consorcio de Autoridades Locales del Reino Unido, IDEC, MINDUR, INAVI, Ministerio de Educación y FEDE, para la transferencia de la tecnología CLASP para el diseño y la construcción de edificaciones educacionales. El sistema venezolano que se derivó fue llamado inicialmente VEN-UNO, y nombrado posteriormente como SIEMA.

Este sistema estructural está conformado por elementos de acero que se producen industrialmente de manera estandarizada. El módulo de la retícula utilizada es de 1,20m x 1,20m, lo que permite combinaciones con luces de 7,20m, 3,60m y 2,40m en una dirección y luces de 3,60 m y 2,40m en la otra dirección. La altura máxima que permite el sistema es de 3 pisos, manteniendo una altura fija de viga de 0,60m en todos los sentidos. Los cerramientos no forman parte del sistema, sin embargo, se considera su uso según los requerimientos de la edificación. Igualmente pasa con las instalaciones, las cuales se prevén para ser colgadas o embutidas en la tabiquería. Este sistema se ha utilizado en diversas edificaciones en Caracas, como el Banco del Libro en Altamira (1988) Foto 1, el Instituto de Ingeniería en Sartenejas (1991) Foto 2,

el edificio de Recursos Humanos del complejo de la Corporación de Servicios del Distrito Capital (antiguo PDD de Procter & Gamble) ubicado en La Yaguara (1991) Foto 3, y fuera del área metropolitana de Caracas en la Escuela Básica Experimental Unidad Educativa Carmen Cabriles en Guarenas (1982) Foto 4, la sede de CORIMON en Valencia (1993) y el Edificio Campus Universitario-Extensión UCV en Caicara de Maturín (2011).

Criterios de diseño

Ante los problemas económicos y productivos en el sector construcción de nuestro país, es bien sabido que uno de los objetivos que se persigue en el diseño, planificación y ejecución de obras es ahorrar en lo posible mientras no se menoscabe la calidad. Para llevar a cabo este objetivo se ponen en práctica algunas estrategias. Por ejemplo, dentro de las estrategias de sostenibilidad de la construcción planteadas por Domingo Acosta (2003), se enmarcan los criterios propuestos para el diseño de este sistema constructivo, pues se plantea la construcción progresiva como punto focal en el desarrollo de proyecto, donde las inversiones se adecuan al crecimiento de la familia. También se maneja una racionalización del consumo de los recursos al reducir los materiales de construcción y sus residuos, previendo desde el proyecto la coordinación modular tanto de los materiales como de los espacios habitables. De igual manera se plantea la deconstrucción en componentes que se pueden reutilizar en el proceso de ampliación de la vivienda, así como el desmontaje total de la edificación y su posterior reciclaje, por su condición de estructura metálica empernada, constituyendo estas acciones operativas de la construcción una buena práctica en la gestión de residuos. No obstante, y a pesar de quedar fuera de los límites específicos de esta investigación, la producción se sugiere sea por medio de redes de manufactura de pequeña y mediana escala que permitan el movimiento económico local.

Es así como con el concepto de sostenibilidad, está íntimamente relacionado con la protección del medio ambiente, con mejorar las condiciones de vida de las personas y con la disminución del consumo de recursos especialmente en la construcción como gran consumidor de energía, son muchas las estrategias que se pueden aplicar para mejorar esta relación.

Algunas de las premisas de carácter sostenible tomadas en cuenta como criterios de diseño de las viviendas con SIEMA-VIV son:

- Progresividad constructiva en las viviendas.
- Utilización del acero estructural, por la ventaja de ser un material reciclable.
- Diseño y utilización de componentes en su longitud comercial para reducir el desperdicio y los cortes innecesarios (coordinación dimensional).
- Diseño de componentes de junta seca (donde se requiera) para facilitar su deconstrucción y reutilización en el proceso de ampliación de la vivienda.
- Concentración de áreas húmedas para agrupar de igual manera las instalaciones sanitarias y consumir la menor cantidad de tuberías.

- Diseño de unidades habitacionales con suficientes entradas de aire y luz para garantizar la ventilación e iluminación natural en los espacios.
- Edificaciones de altura baja para eliminar el uso de ascensores, los cuales incrementan de manera significativa los gastos energéticos y de mantenimiento.

Vivienda multifamiliar de desarrollo progresivo

Las viviendas planteadas para la utilización de este sistema son de tipo multifamiliar de baja altura, de dos (2) a seis (6) pisos, que tengan la posibilidad de desarrollarse en conjuntos que alcancen densidades medias-altas, donde se enfatice el concepto de vecindario, y donde además se estime un desarrollo progresivo de las mismas.

Foto 1
Banco del Libro. Altamira, Caracas



Foto 3
Edificio de Recursos Humanos, Corporación de Servicios del Distrito Capital (antiguo PDD de Procter & Gamble). La Yaguara, Caracas



Foto 2
Instituto de Ingeniería. Sartenejas, estado Miranda



Foto 4
Escuela Básica Experimental
Unidad Educativa Carmen Cabriles. Guarenas, estado Miranda



En este sentido, la vivienda progresiva surge como una solución al problema habitacional de las personas de bajos recursos a lo largo de toda Latinoamérica (Bazant, 2003). Viviendas Progresivas o de Desarrollo Progresivo son aquellas "...que crecen en tamaño y mejoran en calidad, en ciclos económicos de corto plazo. La vivienda se completa en mediano y largo plazo, según las necesidades, voluntad y posibilidades de la familia: la vivienda se consume mientras se construye" (Cilento, A. 1999). Como se observa, estas viviendas se programan en etapas constructivas que deben ser flexibles, con procesos simplificados, lo que implica una inversión inicial mínima que aumenta progresivamente según las mejoras que se le apliquen al inmueble.

En el caso de Venezuela, propuestas de viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo a nivel formal han sido escasas, las más comunes han sido construidas informalmente (Velasco, R. (2009). Desafortunadamente, algunos concursos y propuestas no han llegado a la etapa de construcción. El trabajo desarrollado en el IDEC por el Arq. Juan Carlos Barroeta (1999) puede ser considerado como antecedente del presente trabajo.

El sistema SIEMA-VIV

El sistema constructivo que se plantea constituye una alternativa constructiva experimental, por una parte como una ampliación en las aplicaciones del SIEMA en un uso diferente al destinado originalmente, y por otra parte como respuesta técnica al fenómeno de la construcción progresiva en viviendas, especialmente en las multifamiliares.

Este sistema se propone organizarlo en tres grandes subsistemas: el arquitectónico, referente a todo el sistema de cerramientos tanto verticales (paredes) como horizontales (pisos y techos), a los módulos habitacionales, su organización en diferentes configuraciones, y a los acabados. El subsistema estructural: todo el sistema de soporte, de miembros (columnas, vigas, losas, arriostramientos, escaleras), las acciones a las que está sometido el edificio, y los criterios para su aplicación. Y por último pero no menos importante, el subsistema de instalaciones, el cual atenderá todas las redes tanto sanitarias (aguas blancas, aguas negras, drenajes) como eléctricas (circuitos de iluminación, tomacorrientes) e instalaciones mecánicas si su uso se requiere (ventilación forzada).

En cuanto al desarrollo de estos subsistemas, en el presente trabajo los dos primeros se profundizaron con

mayor énfasis que el de instalaciones, sin ánimos de desfavorecerlo, porque se entendió que tratar este tema en profundidad salía del alcance inicial de la propuesta, por lo que este podrá ser tema de posteriores investigaciones.

Subsistema arquitectónico

Coordinación dimensional y modular

"Para lograr una coordinación modular óptima, se deben combinar las dimensiones más convenientes, tanto en los procesos de diseño y fabricación como en los de construcción.

Toda edificación modular se ubica sobre una trama racional preestablecida a base de la relación entre los elementos y componentes, los ambientes y las edificaciones", JUNAC (1980).

La referencia directa para el análisis de la modularización de la vivienda con este sistema se tomó inicialmente de los proyectos del Programa Experimental de Vivienda del Banco Obrero (1964) y el estudio de coordinación modular y dimensional realizado por el Arq. Antonio Conti en el Sistema VIMA (Conti, A. 2004).

Según estos estudios, el módulo base de la vivienda que mejor se adaptaba a los espacios habitables era el de 0,80 m. (Cada sistema fijó su unidad básica constructiva que responde a la dimensión de los espacios habitables de la vivienda y están relacionados entre sí por un módulo de diseño de 80x80 cms. Este fue escogido después de algunos intentos por ser el "que respondiendo a las necesidades espaciales se ajusta más a las posibilidades constructivas de las distintas empresas, ya que se trata de utilizar al máximo las instalaciones existentes. Cada unidad básica constructiva fue definida en función a los elementos constructivos de cada empresa, de tal forma que basándonos en sus posibilidades combinatorias se pudiesen armar viviendas que respondieran a las distintas estructuras familiares y a las exigencias de ubicación planteadas por el sitio) ver figuras 1 y 2. Sin embargo, este módulo base se redefine y se aumenta a 0,90 m, para adaptarse a la retícula del SIEMA, y para ajustarse a la Norma COVENIN 2733² que establece accesos mínimo de 0,90 m, especialmente para las personas de movilidad reducida y discapacitados.

Figura 1
Módulo de diseño 0,80 y espacios habitables de vivienda

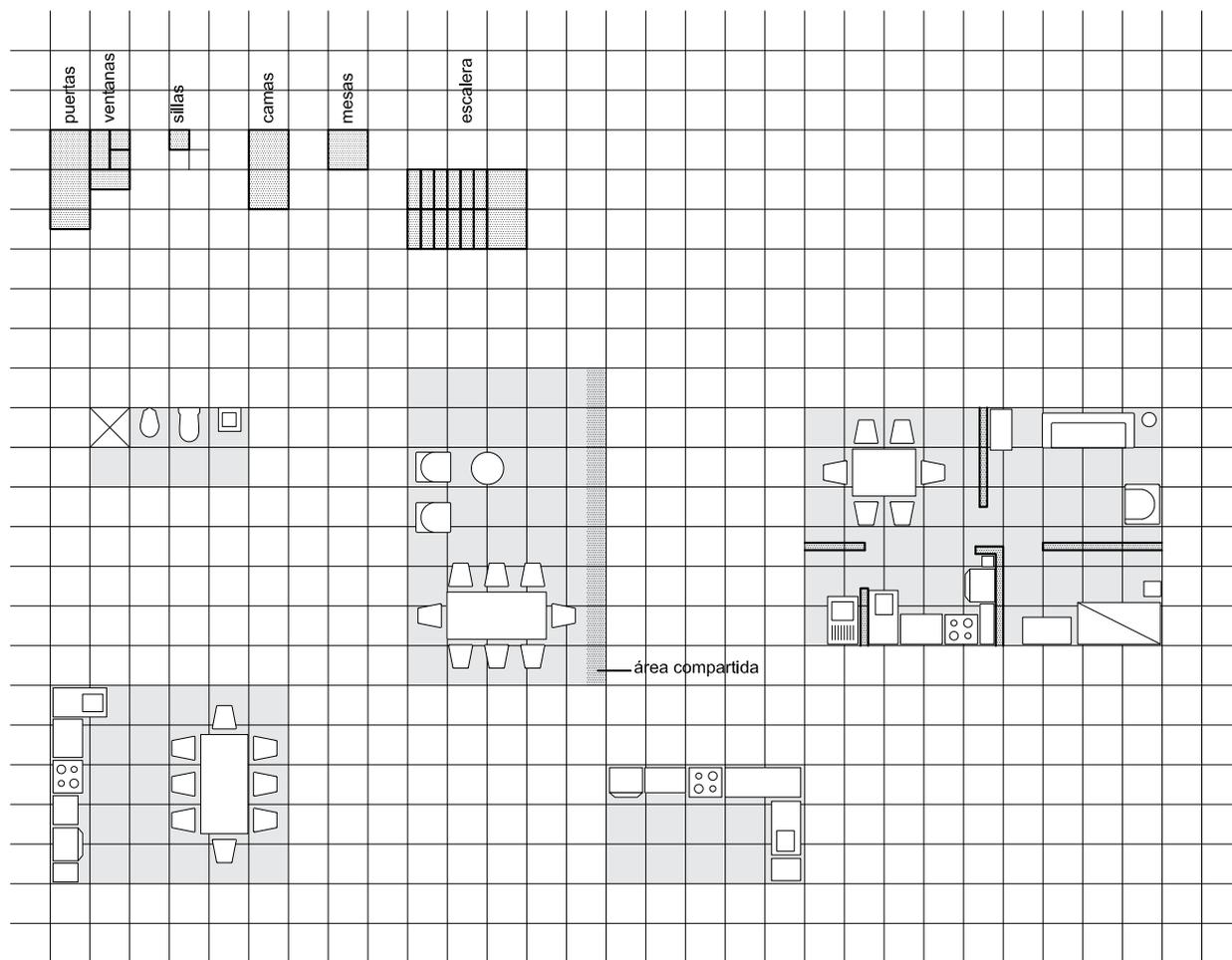
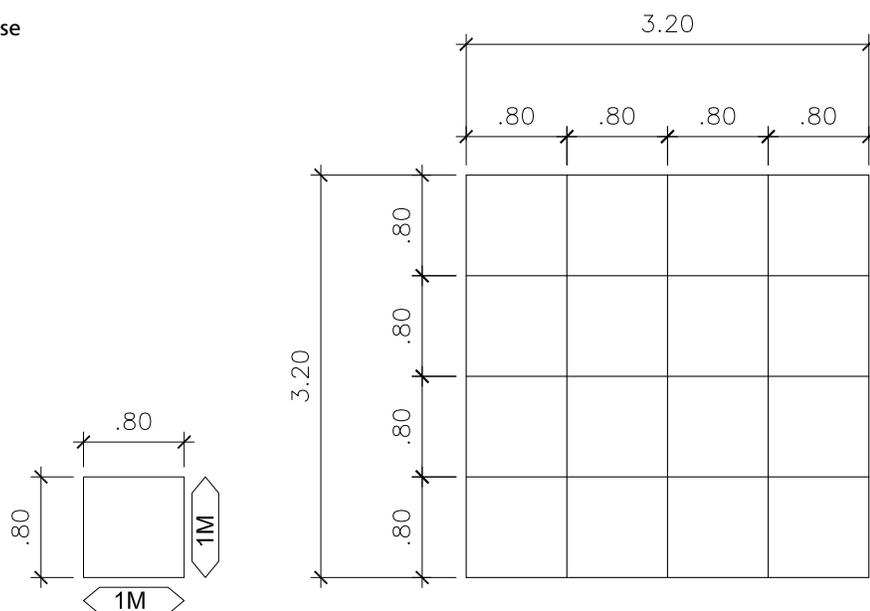


Figura 2
Reticulas espaciales con Módulo Base (MB) de 0,80 m



En este caso se adopta un módulo base de 0,90 m para respetar la luz del SIEMA de 3,60 m, y permitir la utilización de 4 módulos completos, ver figuras 3 y 4.

Se plantea una doble retícula para absorber las dimensiones originadas por la estructura metálica (columnas). Además, se amplía la dimensión entre ejes, que originalmente era de 3,60 m, a 3,75 m, para permitir una luz libre interna de cuatro (4) módulos de 0,90 m = 3,60 m, y una segunda retícula de 0,15 m (dimensión de perfiles utilizados para las columnas y espacios para cerramientos y divisiones) ver figura 5.

Esta intervención permite estandarizar las vigas a una longitud fija de 3,60 m, justo entre columnas, y admitir cerramientos modulados de 0,90 o 1,20 m.

Inicialmente se determinó el módulo estructural de 3,60 x 3,60 m como el más adecuado para contener los espacios habitables de la vivienda, descartando dentro de los objetivos de este trabajo los módulos más grandes del sistema original, SIEMA.

Con base en estos módulos, se generaron combinaciones de los distintos ambientes de la vivienda. Ver cuadro 1.

Figura 3
Módulo Base y Planta de retícula espacial con módulo base (MB) de 0,90 m

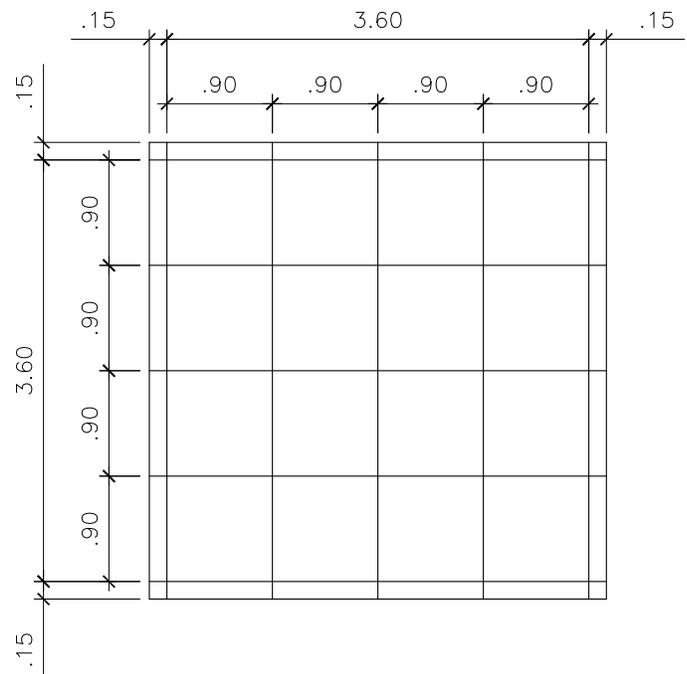
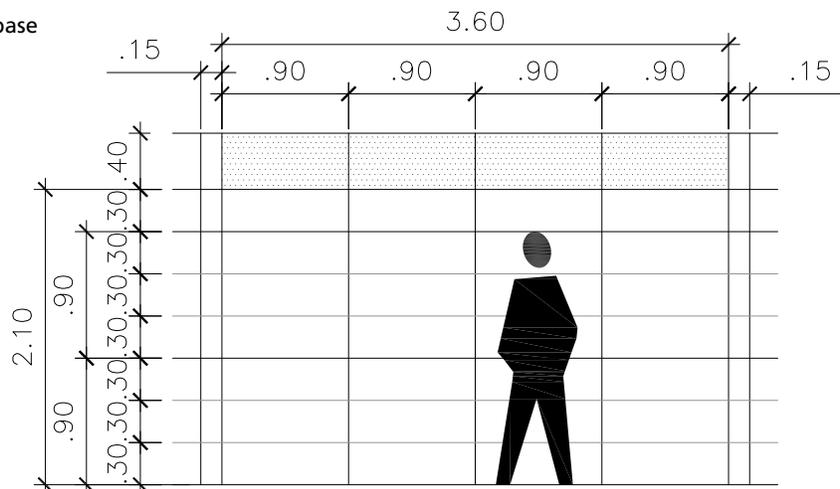


Figura 4
Alzado retícula espacial con módulo base (MB) de 0,90 m



Cuadro 1
Combinaciones de ambientes de la vivienda

	Sala	Comedor	Cocina	Lavadero	Baño	Habitación
Sala		Com./Sala	Coc./Sala	No Aplica	Baño/Sala	No Aplica
Comedor	Sala/Com.		Coc./Com.	No Aplica	Baño/Com.	No Aplica
Cocina	Sala/Coc.	Com./Coc.		Lav./Cocina	Baño/Coc.	No Aplica
Lavadero	No Aplica	No Aplica	Coc./Lav.		Baño/Lav.	No Aplica
Baño	Sala/Baño	Com./Baño	Coc./Baño	Lav./Baño	Baño/Baño	Hab./Baño
Habitación	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Baño/Hab.	

Como resultado se obtuvieron módulos combinados, ver figura 6.

Como espacios principales de la vivienda o módulos simples tenemos los que se muestran en la figuras 7.

Con este módulo base de 0,90 m y con módulos habitacionales de 3,60 m x 3,60 m, que albergan espacios que corresponden al programa básico de una vivienda, se plantearon organizaciones de máximo seis módulos habitacionales para el núcleo de la vivienda o Protovivienda.

Posteriormente, se comienzan a explorar las configuraciones espaciales para finalmente determinar los módulos de las células básicas de la vivienda con posibilidad de ampliación. Paralelamente se estudia la progresividad de esta vivienda, en una edificación de 4 pisos.

Configuraciones de viviendas

Las consideraciones o criterios para el diseño de Viviendas Multifamiliares de baja altura y de Desarrollo Progresivo con el SIEMA-VIV, son los siguientes:

- Retícula de 3,60 m x 3,60 m.
- Organizaciones de máximo seis módulos habitacionales (en el actual caso de estudio).
- Distancia entre ejes de 3,75 m.
- Agrupaciones de unidades básicas (apartamentos) de hasta 4 pisos, sin uso de ascensores.
- Crecimiento en fachada (crecimiento por adición hacia el exterior).
- Estructura fija y tabiquería desmontable (en el área de ampliación).
- Concentración de áreas húmedas.
- Paredes de mampostería para áreas húmedas con componentes desmontables.

- Piezas prefabricadas que permitan su desmontaje.
- Ventilación e iluminación natural en los espacios.
- Gestión colectiva de ampliación (comunidad organizada).
- Asesoría técnica para el proceso de ampliación.

Las protoviviendas

En la figura 8 se presentan dos formas de agrupación de las Protoviviendas con módulos de 3,60 x 3,60 m.

La primera forma de agrupación se plantea según los módulos iniciales y los módulos agregados, generándose tres tipos de Protoviviendas: 1) Concentrada, 2) Lineal y 3) Mínima.

El segundo tipo de agrupación se plantea según los accesos en los módulos iniciales, de los cuales se desprenden cinco tipos, dependientes de los anteriores: A) Acceso por el Módulo central y B) Acceso por el Módulo de esquina.

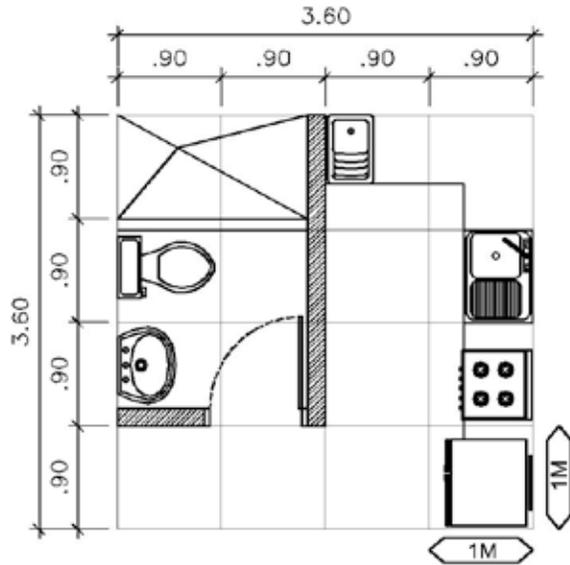
A continuación se presentan ejemplos de los tipos de Protoviviendas propuestos. Ver figura 9.

Subsistema estructural

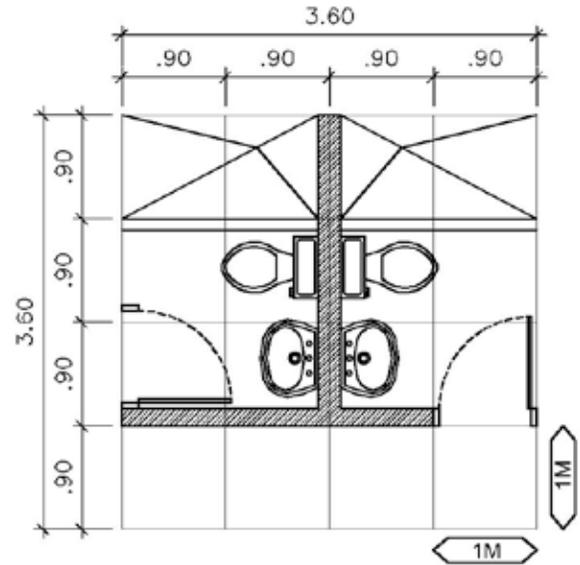
El sub sistema estructural está compuesto por los miembros horizontales, a saber, las vigas de celosía, empernadas a los miembros verticales que son columnas compuestas con perfiles U. Las losas de concreto, vaciadas en sitio, con encofrado no colaborante de acero (sofito metálico), y los arriostramientos, donde se requieran, son perfiles tubulares empernados igualmente a los miembros verticales. El sistema estructural es articulado de acero que funciona como una armazón.

Figura 6
Módulos combinados

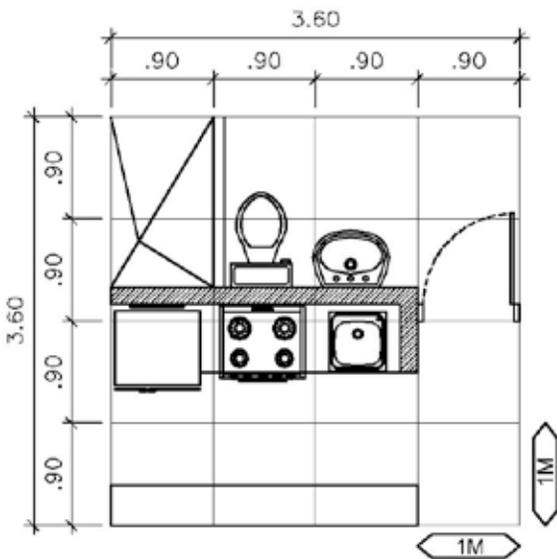
Módulo Baño/Cocina/ Lavadero



Módulo Baño/ Baño



Módulo Cocina/ Baño



Módulo Comedor/Baño

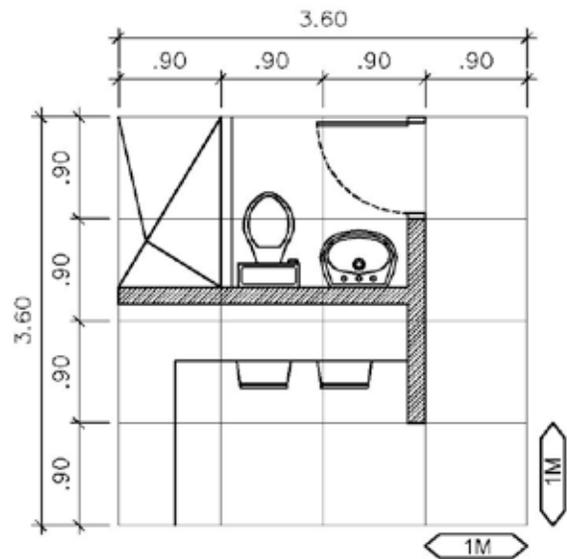
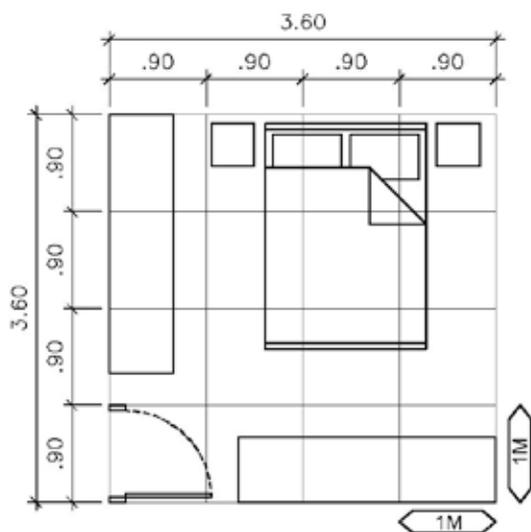
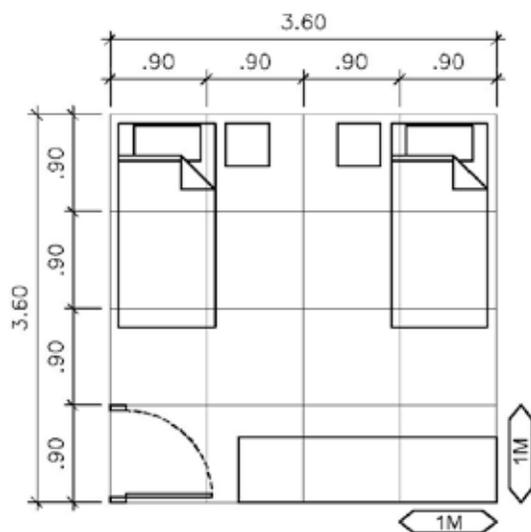


Figura 7
Módulos simples

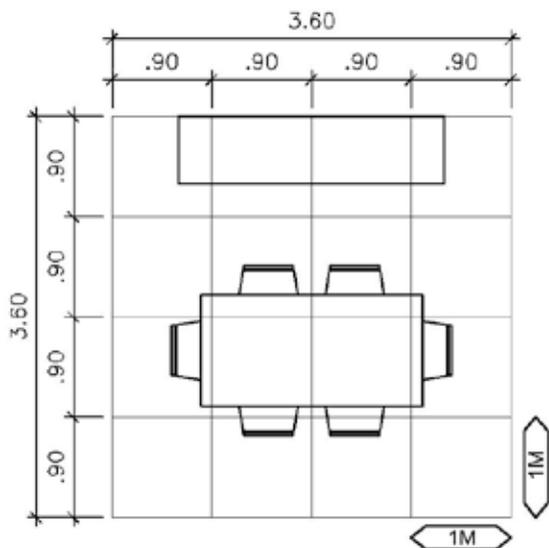
Módulo Dormitorio 1



Módulo Dormitorio 2



Módulo Comedor



Módulo Sala

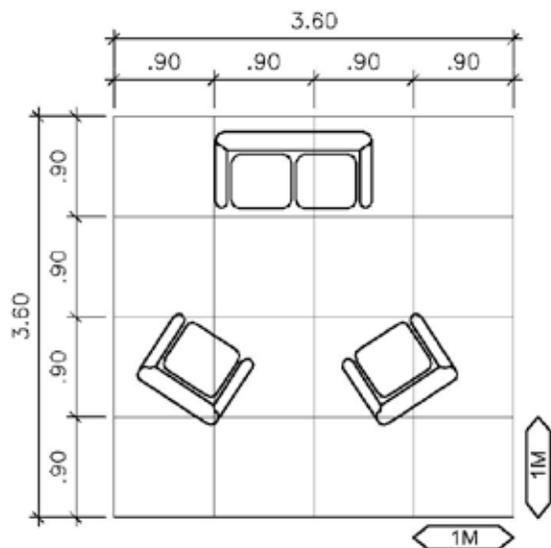


Figura 8
Clasificación de
Protoviviendas Propuestas

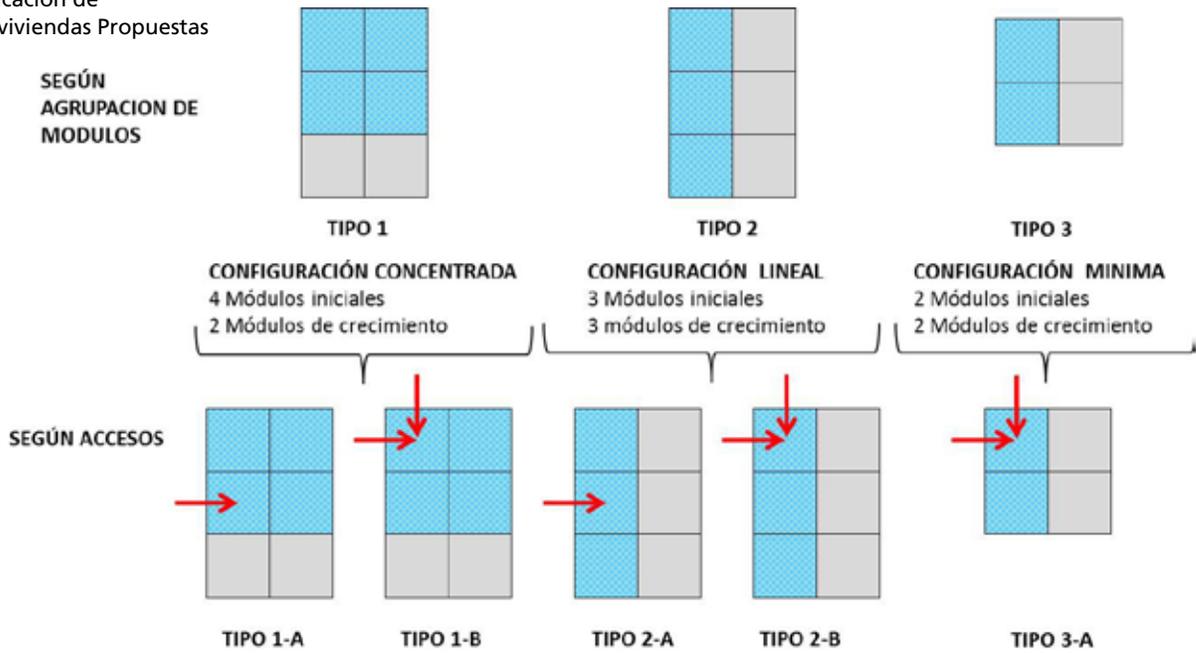


Figura 9
Ejemplos de viviendas progresivas según clasificación propuesta



En su versión actual, el Sistema SIEMA-VIV está concebido para edificaciones de cuatro pisos, lógicamente también puede ser utilizado para la construcción de viviendas completas y eventualmente otro tipo de edificaciones. La versión que se presenta corresponde a viviendas de construcción progresiva.

Principales variaciones en los componentes estructurales originales del SIEMA

Columnas. Con el objeto de aumentar la resistencia y el comportamiento ante las diferentes cargas, producidas principalmente por un sismo, además de su concepción para cuatro pisos, se plantea un cambio de perfiles para estos miembros. Por consiguiente, las columnas están formadas por dos perfiles UPL 140 con las alas enfrentadas, formando así una sección cuadrada. Estos perfiles se unen entre sí mediante planchas y soldadura.

Vigas. Para las vigas se consideró mantener el mismo tipo de viga que se utiliza en el SIEMA (viga de celosía o alma abierta), sin embargo, se propone una reducción de la altura original de la viga del SIEMA de 0,60 m a 0,40 m.

Arriostramientos. En este sistema están concebidos como diagonales cruzadas que se unen en sus extremos a las columnas y abarcan 2 pisos, para aumentar la resistencia de la estructura ante un movimiento sísmico. Según la Norma Venezolana COVENIN 1618:1998 *Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites. (1ra. Revisión)*⁴ es necesaria la utilización de perfiles I, canales U, ángulo L, entre otras, para garantizar un adecuado comportamiento en estas situaciones, en vez de barras, como se planteaba originalmente en el SIEMA. Por esta razón, y según los cálculos de predimensionado estructural, los arriostramientos están considerados como perfiles tubulares de sección circular para ser utilizados entre las columnas, según la necesidad que requiera el diseño. Ver figura 10.

Cerramientos. Los cerramientos son elementos que se incorporan al SIEMA-VIV, con criterios generales para su utilización, según los materiales y componentes existentes en el mercado, y las técnicas tradicionales y mayormente usadas en la construcción venezolana. Algunas de

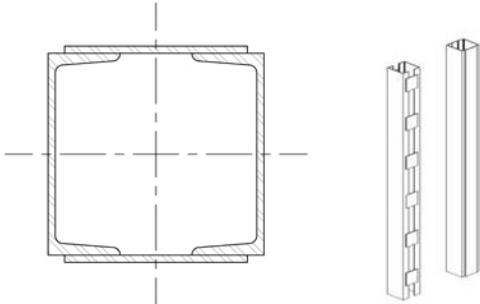
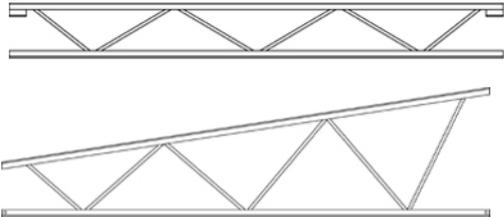
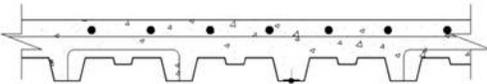
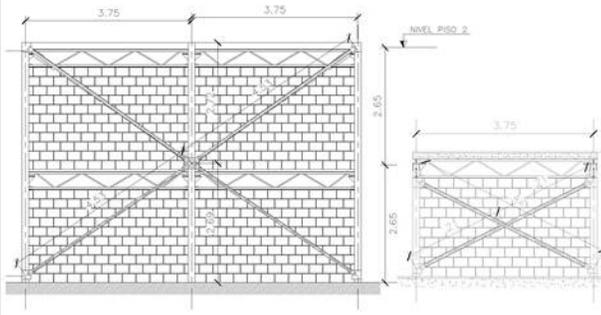
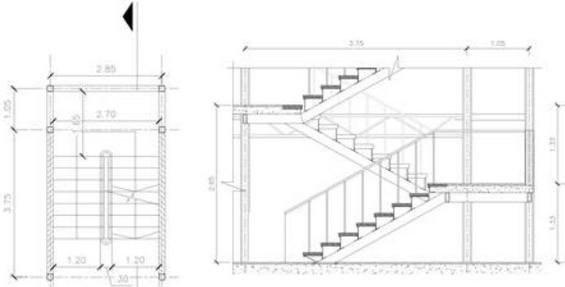
las premisas: que permita la posibilidad de construir progresivamente con ellos, que puedan ser modulares para adecuarse al sistema, que permitan la utilización de tuberías embutidas y/o a la vista, que se integren con materiales de distinta naturaleza, que sean de fácil manejo y con un sencillo proceso de construcción, montaje o armado, y que no requiera mano de obra especializada.

Conforme a los alcances de este trabajo, y los criterios anteriormente descritos, se proponen tres clases de cerramientos según los materiales: la Mampostería (bloques de arcilla tipo Trincote con acabado en obra limpia, o bloques de concreto con acabado de friso liso y pintura donde se requiera –10 Hiladas de bloques–); láminas de cartón-yeso (*drywall*) con acabado de friso y pintura para interiores o fibrocemento para exteriores, y los paneles prefabricados (elementos de ventanas y puertas, no incluidas).

Modulación de los cerramientos. La modulación de los cerramientos está directamente relacionada con los materiales utilizados en los mismos. Esta modulación se deriva de la coordinación dimensional de los elementos que conforman cada paño dentro de cada módulo de 3,60 m. Según este criterio surgen dos propuestas, la primera basada en una modulación de 0,90 m con lo que en un paño de 3,60 x 2,10 m de altura se utilizarían 4 módulos de 0,90 x 2,10 m de altura. Esta modulación permite la incorporación de puertas en un solo módulo, con el remate del módulo superior posiblemente igual al panel adyacente. La otra alternativa depende de los insumos propuestos, sobre todo las láminas de cartón-yeso (*drywall*) y/o fibrocemento, las cuales en su mayoría son de 1,22 x 2,44 m. En este caso, cabe la posibilidad de utilizar módulos de cerramiento de 1,20 x 2,10 m.

En cuanto a la modulación vertical de los cerramientos, se define un área inferior de cerramientos fijos, para permitir la protección de un antepecho. Inmediatamente en la parte superior se encuentra un área de cerramientos móviles, y se remata en el borde superior con cerramientos fijos nuevamente. En todos los casos, y según las condiciones de habitabilidad de cada lugar donde se implante la edificación, el material y la condición para los cerramientos puede cambiar, sin embargo se propone que dentro de los cerramientos fijos se puedan colocar elementos ciegos como bloques, *drywall*, madera, etc., o elementos permeables como romanillas, celosías, entramados, etc.

Figura 10
Componentes del SIEMA-VIV

Componentes del SIEMA-VIV		
Componente	Imagen del componente	Descripción
Columnas		2 perfiles UPL140 con planchas metálicas soldadas para su unión.
Vigas		Vigas de celosías tipo JOIST, para entrepisos y techos de longitudes: 3,60m y 2,70m.
Losas		Sofito metálico con refuerzos y topping de concreto.
Arriostramientos		Perfiles tubulares Ø 3 ^o con planchas metálicas en los extremos para apernar a las columnas. Externamente se colocan c/2 pisos, e internamente entre columnas de cada módulo.
Escaleras		Estructura de perfiles metálicos tubulares y peldaños de acabado variable según el proyecto arquitectónico

Propuesta de comprobación

A continuación se presenta una de las propuestas de diseño de vivienda multifamiliar de desarrollo progresivo con SIEMA-VIV, representado en dos etapas constructivas, tanto en planta como en sección. Ver figuras 12 y 13.

Consideraciones finales

El sistema constructivo SIEMA-VIV ha sido una propuesta exploratoria para ampliar el campo de acción del sistema original SIEMA, y que responde de igual manera como una alternativa para la construcción organizada y planificada de viviendas multifamiliares de crecimiento progresivo. Se trata en este caso de unas ampliaciones cuya realización se efectuará coordinadamente entre la comunidad, el organismo promotor de las viviendas y los asesores técnicos. Se requerirá en todos los casos un plan de mantenimiento en todas las etapas de construcción.

Se habla de un sistema constructivo, pues maneja dentro de sí tres subsistemas (estructural, arquitectónico y de instalaciones) de igual importancia cada uno, que tienen sus propios componentes y sus propios criterios, enriqueciendo el aporte al sistema original SIEMA para su aplicación en viviendas.

Con esta actualización de componentes, el sistema permite la construcción de un piso adicional en referencia al SIEMA, es decir cuatro (4) pisos, apropiado para el uso de vivienda multifamiliar de baja altura.

Las Protoviviendas propuestas con SIEMA-VIV son modulares y se adaptan a diferentes configuraciones que permiten una flexibilidad en el diseño de la vivienda, sin embargo, no se descarta una ampliación en el análisis

de las dimensiones de los módulos habitacionales y sus agrupaciones, al igual que los miembros estructurales correspondientes.

La construcción progresiva, en esta tipología de viviendas, es compatible con el sistema y viceversa, especialmente por la condición estructural con la que trabaja el SIEMA-VIV, al ser empernado y articulado, y por las dimensiones que maneja, lo cual permite el montaje y desmontaje de sus componentes. No obstante, es necesaria la revisión detallada de las condiciones particulares de cada proyecto para el que se pretenda aplicar el SIEMA-VIV.

Las instalaciones, tanto sanitarias como eléctricas, se plantean en este trabajo como un conjunto de recomendaciones basadas en criterios básicos para su aplicación en viviendas, planteadas desde la primera etapa de la construcción, para afectar lo mínimo el desempeño de las actividades, con una mínima demolición. Este subsistema se recomienda se amplíe en función de generar nuevas soluciones frente al reto de la construcción progresiva y las preferencias del habitante en la tradición constructiva.

El uso del acero en este tipo de edificación es beneficioso, ya que aunque el ensamblaje de la estructura es ligeramente más rápida que las estructuras de concreto, la posibilidad de reciclaje del material al momento de su desarmado compensa el costo inicial.

Como bien se pudo observar, el análisis permanente de cada uno de los criterios de diseño bajo los conceptos de sostenibilidad anteriormente expuestos, permitieron llevar a cabo una coordinación entre todos los componentes de este sistema constructivo. Falta ahora seguir profundizando en aspectos específicos que apunten a mejorar y definir detalles importantes para su aplicación.

Figura 12
Plantas de vivienda multifamiliar de desarrollo progresivo propuesta

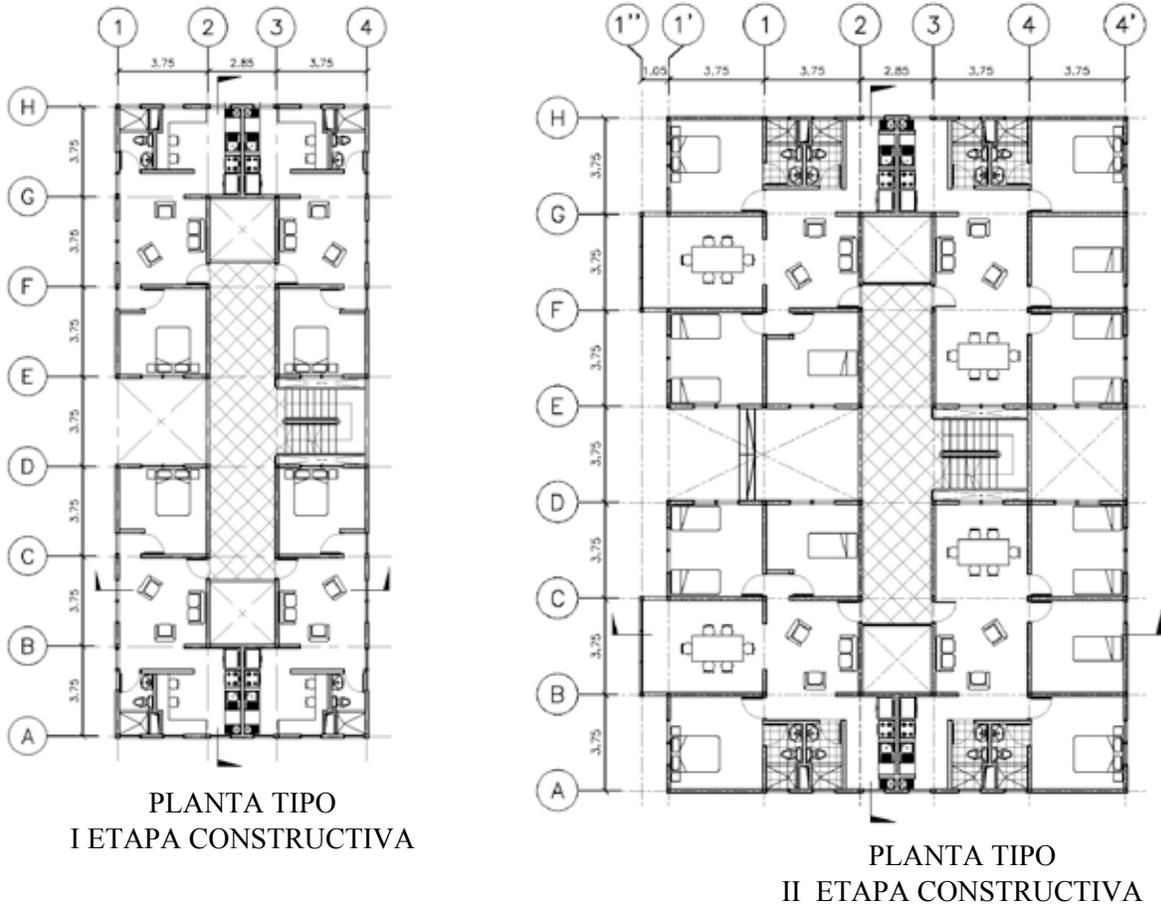
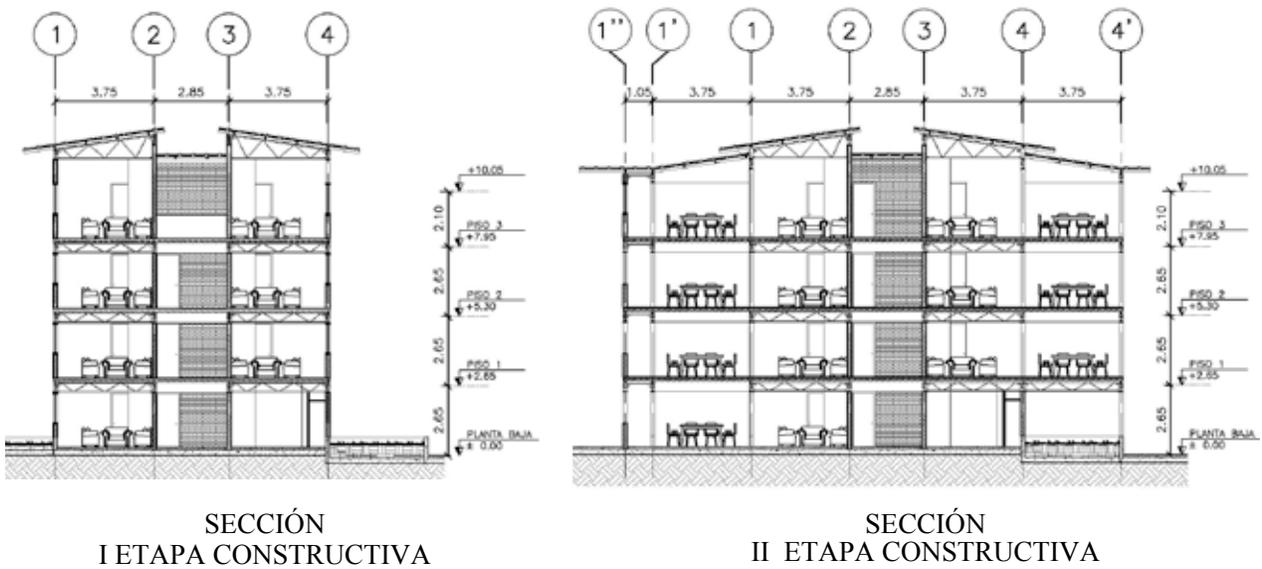


Figura 13
Secciones de vivienda multifamiliar de desarrollo progresivo propuesta



Notas

- 1 Síntesis del Trabajo Especial de Grado presentado por la Arq. Beverly Hernández R., para obtener el título de Especialista en Desarrollo Tecnológico de la Construcción (2009) en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela (UCV), cuyo tutor fue el Dr. Arq. Alfredo Cilento.
- 2 Ver: Norma COVENIN 2733-90 Proyecto, construcción y adaptación de edificaciones de uso público, accesibles a personas con impedimentos físicos. Ver también: Norma COVENIN 2733 (R) 2004. Entorno Urbano y Edificaciones. Accesibilidad para las personas.
- 3 Una Protovivienda es la "célula básica" de donde germina la vivienda, la cual "... va creciendo en área y al mismo tiempo mejorando la calidad de las instalaciones, acabados y confort general." (Ver Cilento 1999).
- 4 Norma Venezolana COVENIN 1618:1998 "Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites. (1ra. Revisión)", establece de forma explícita en su Capítulo 12 "Requisitos para Pórticos de Acero con Diagonales Concéntricas" y en el Capítulo 13 "Requisitos para Pórticos de Acero con Diagonales Excéntricas", "...que los miembros, juntas y conexiones proyectados, detallados, inspeccionados y construidos con el Nivel de Diseño ND3, serán capaces de soportar las deformaciones inelásticas significativas cuando sean sometidos a las fuerzas resultantes de los movimientos sísmicos de diseño que actúan conjuntamente con otras acciones".

Referencias bibliográficas

- Acosta, D. (2003). Hacia una arquitectura y una construcción sostenibles: el proyecto para el Edificio sede de SINCOR (Barcelona, estado Anzoátegui). En: Tecnología y Construcción, N°19-II, pp. 09-22. IDEC-FAU-UCV.
- Acosta, D. y Cilento, A. (2005). Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo. En: Tecnología y Construcción, N°21-I, pp. 15-30. IDEC-FAU-UCV.
- Banco Obrero. Programa Experimental de Vivienda San Blas, Valencia. Banco Obrero. (1964). Caracas.*
- Barroeta, J. (1999). Sistema constructivo con estructura de entramado metálico para viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo. Trabajo de grado para obtención del título: Magister Scientiarum en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. IDEC-FAU-UCV. Caracas.
- Bazant, J. (2003). Viviendas Progresivas. Construcción de viviendas por familias de bajos recursos. Editorial Trillas, S.A. México, D. F. 212p.p.
- Cilento, A. (2002). Hogares sostenibles de Desarrollo Progresivo. En: Tecnología y Construcción. N°18-III, pp. 23-38. IDEC-FAU-UCV.
- Cilento, A. (1999). Cambio de Paradigma del Hábitat. Colección Estudios. Universidad Central de Venezuela. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas.
- Conti, A. (2004). Cerramientos de madera, de junta seca, para viviendas progresivas. En: Tecnología y Construcción. N°20-I, pp. 39-50. IDEC-FAU-UCV.
- JUNAC-Junta de Acuerdo de Cartagena (1980). Cartilla de construcción con madera. PAD-REFORD. Colombia.
- López, J. (2002). Instalaciones Sanitarias en viviendas de mampostería: conducción de aguas blancas y disposición de aguas servidas. Trabajo de grado para obtención del título: Magister Scientiarum en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. UCV. FAU-UCV. Caracas.
- Maggi, G. (1998). Sistema de Estructura Metálica Apertada, SIEMA. Concepción, aplicaciones y perspectiva. Trabajo de Ascenso a Nivel Asociado de la UCV. FAU-UCV. Caracas.
- Norma COVENIN 2733-90 Proyecto, construcción y adaptación de edificaciones de uso público, accesibles a personas con impedimentos físicos
- Norma COVENIN 2733 (R) 2004. Entorno Urbano y Edificaciones. Accesibilidad para las personas
- Norma Venezolana 2733(R): Accesibilidad para las Personas. Entorno Urbano y Edificaciones).
- SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN SIEMA. Disponible en: <http://www.siema.com.ve/> Actualizado: 01/03/2012.
- Velasco Di Prisco, R. (2009). Crecer en el viento. La transformación de la vivienda multifamiliar de baja altura del BO-INAVI. Trabajo de Ascenso a Nivel Asistente. Caracas. FAU-UCV.