

Hernández, Beverly

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
beverlyhernandez@gmail.com

EL SISTEMA ESTRUCTURAL SIEMA

El SIEMA, fue desarrollado en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela en el año 1979. Este sistema es el producto de un acuerdo entre el IDEC y The Consortium of Local Authorities Special Programme (CLASP) de Gran Bretaña, y auspiciado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT).

El desarrollo del proyecto estuvo a cargo de un grupo de personas integrantes de los organismos respectivos, y entre los cuales se encontraba la Ing. Gladys Maggi Villarroel, investigadora del IDEC, quien tuvo a su cargo el desarrollo de los aspectos estructurales y del catálogo de componentes del SIEMA, así como de sus aplicaciones en proyectos específicos.

Este sistema estructural es articulado y está conformado por elementos de acero que se producen estandarizada e industrialmente.

Con una retícula de 1.20 x 1.20 m, permite combinaciones adoptadas de luces longitudinales de 7.20 m, 3.60 m y 2.40 m y luces transversales de 3.60 m y 2.40 m. La altura máxima que permite el sistema es de 3 pisos, manteniendo una altura fija de viga de 0.60 m 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.

APLICACIONES

Este sistema se ha utilizado en edificaciones educacionales y de oficinas en Caracas, Guarenas y Valencia, las cuales se detallan a continuación:

APLICACIÓN	UBICACIÓN	AREA (m ²)	Nº DE PISOS	FECHA DE PROYECTO	FECHA DE CONSTRUCCION	GERENCIA DE PROYECTO Y CONSTRUCCION
Escuela Básica Experimental	Guarenas	1.010	2	1979	1980-1982	FEDE
Banco del Libro	Altamira	1.500	3	1983-1984	1984-1988	Banco del Libro
Instituto de Ingeniería	Sartenejas	3.500	2 y 3	1990-1991	1990-1991	Tecnidec
Edificio PDD Procter & Gamble	Yaguara	1.100	2	1990	1990-1991	Soteinca
Sede de CORIMON	Valencia	7.590	3	1991-1992	1991-1993	Corylum

Cuadro 1: Aplicaciones del SIEMA
Fuente: MAGGI. (1998).

LA VIVIENDA CON SIEMA-VIV

VIVIENDA PROGRESIVA Y PROTOVIVIENDA

La vivienda progresiva es un concepto asociado no solo al crecimiento o aumento de las áreas, sino también al mejoramiento y aprovechamiento de la inversión de la vivienda, que es decisión de los habitantes de la misma.

En este sentido, 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."* (Cilento 1999).

MODULACIÓN TÍPICA UTILIZADA DE LA VIVIENDA

Con base en los estudios de los proyectos del Programa Experimental de Vivienda del Banco Obrero, el estudio de coordinación modular y dimensional del sistema VIMA, y la Norma Venezolana 2733(R): Accesibilidad para las Personas. Entorno Urbano y Edificaciones, se redefine el modulo base de 0.80 m y se aumenta a 0.90 m, adaptándose a la retícula del SIEMA.

Como resultado obtenemos una doble retícula, una interna de 3.60 x 3.60 m, y la otra donde se ubican elementos como columnas, vigas y paredes de 0.15 m. (Ver Fig. 1)

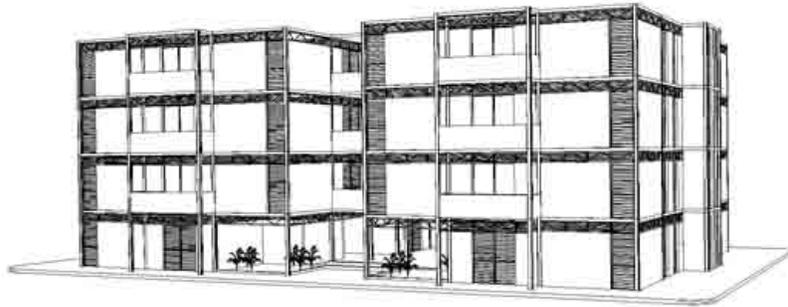


Fig. 1: Perspectiva de la vivienda propuesta
Fuente: Elaboración Propia

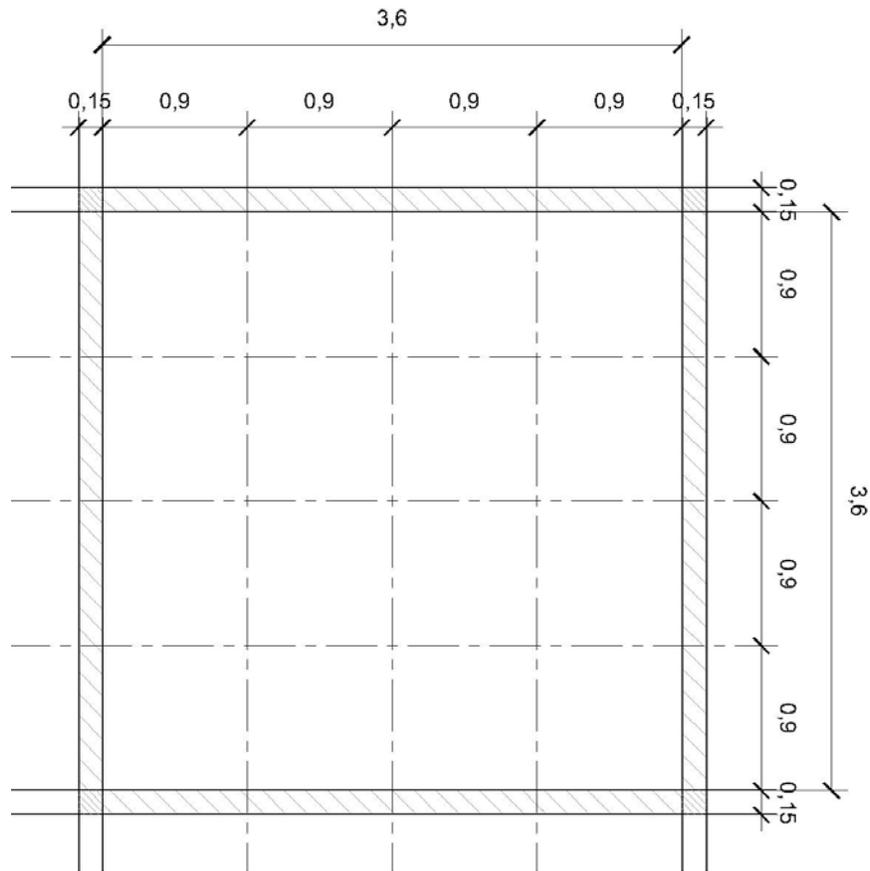


Fig. 2: Retícula utilizada
Fuente: Elaboración Propia

En base a estos módulos, de 3.60 x 3.60 m (internos) se generaron combinaciones de los distintos ambientes de la vivienda, para obtener como resultado módulos habitacionales combinados, basado en una estimación de áreas mínimas (Ver Cuadro 2).

ESTIMACION DE AREAS MINIMAS POR PERSONA											
Nº DE PERSONAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RECIBO					6.72			8.96			10.24
COMEDOR				6.72		10.24		14.40			17.28
DORMITORIO					ESTIMESE 4.80 COMO ESPACIO ADICIONAL PARA DORMIR						
COCINA		(COCINILLA) 		7.20				8.64			10.60
LAVAR PLANCHAR		CASAS PARA SECADO SE APART. PARA SECADO SE		4.48		ESTIMARA 2M ² POR PERSONA 		ESTIMARA 1M ² POR PERSONA 5.60			6.40
ALMACENAMIENTO	ESTIMESE TENTATIVAMENTE 0.5 M. POR PERSONA HASTA UN MAXIMO DE 4 M ²										
ESTAR FAMILIAR				6.72				8.96			10.24
BAÑO				3.28				4.28			7.18

Cuadro 2: Estimación de áreas mínimas por persona
Fuente: Programa Experimental de Vivienda. Banco Obrero. Caracas. 1964

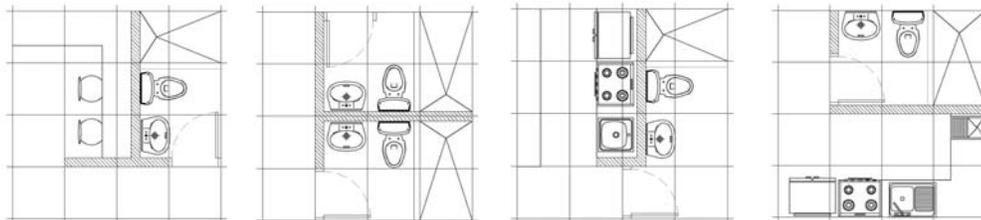


Fig. 3: Módulos Habitacionales combinados
Fuente: Elaboración propia

Y como espacios principales de la vivienda tenemos los siguientes:

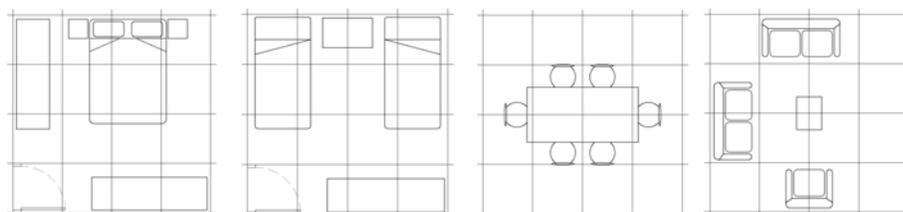


Fig. 4: Módulos Habitacionales simples
Fuente: Elaboración propia

Es entonces que con este módulo como base de cada espacio de la vivienda, se plantearon organizaciones de máximo seis módulos, con una dimensión total de 7.20 x 7.20 m para la Protovivienda.

CRITERIOS DE DISEÑO

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

- Gestión colectiva de ampliación (comunidad organizada).
- Organizaciones de máximo seis módulos (en el actual caso de estudio).
- Agrupaciones de unidades básicas de hasta 4 pisos, sin uso de ascensores.
- Crecimiento en fachada (crecimiento por adición hacia el exterior).
- Concentración de áreas húmedas.
- Piezas prefabricadas que permitan la deconstrucción.
- Ventilación e iluminación natural en la mayoría de los espacios.

CLASIFICACIÓN DE PROTOVIVIENDAS PROPUESTAS

A continuación se presentan la clasificación de las Protoviviendas propuestas generadas por los módulos de 3.60 x 3.60 m.

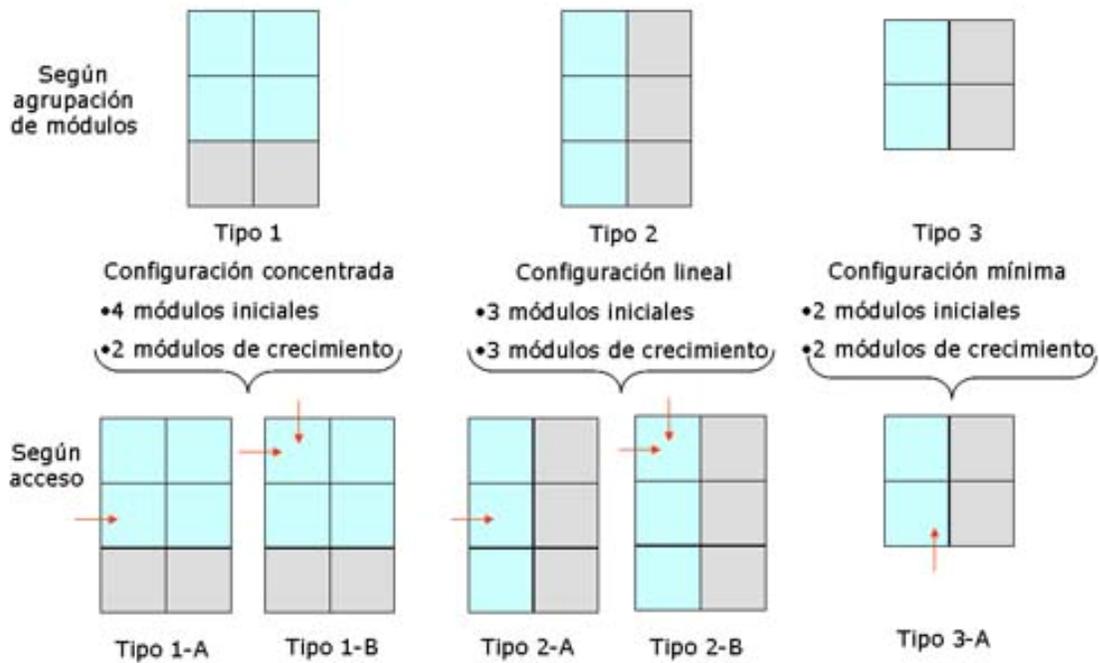


Fig. 5: Clasificación de Protoviviendas Propuestas
Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentan ejemplos de los tipos de Protoviviendas propuestos:

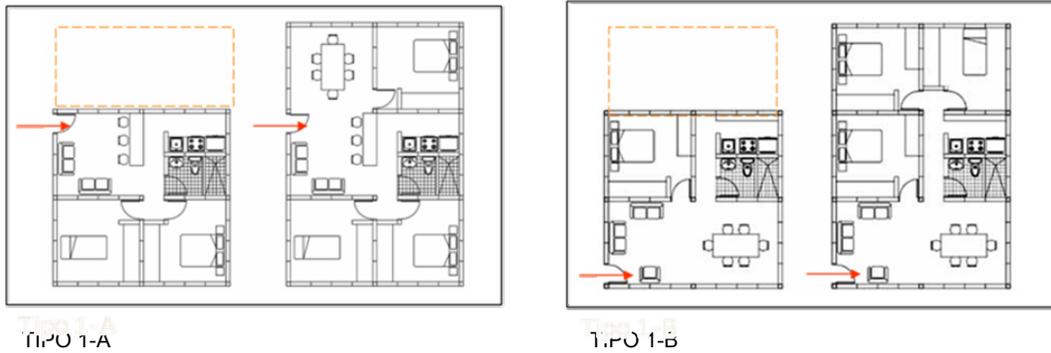


Fig. 6: Ejemplos de Protoviviendas Tipo 1-A y 1-B
Fuente: Elaboración Propia

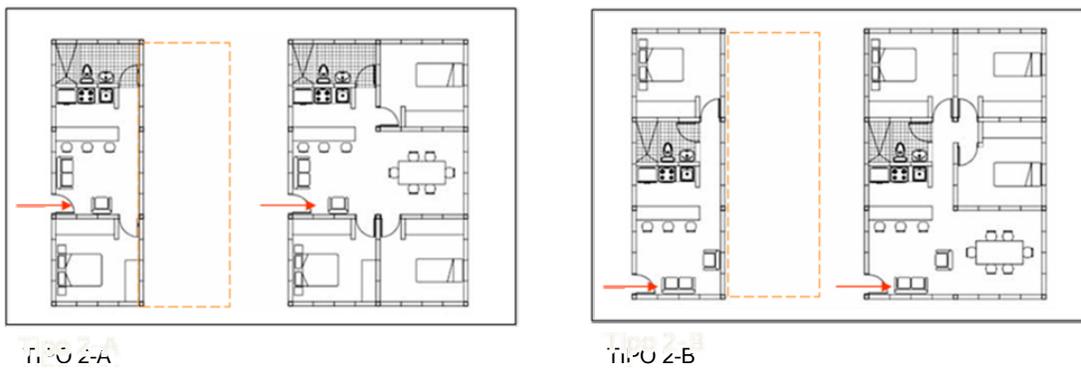


Fig. 7: Ejemplos de Protoviviendas Tipo 2-A y 2-B
Fuente: Elaboración Propia

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SIEMA-VIV

El SIEMA-VIV es un sistema estructural, articulado, que está conformado por componentes estandarizados e industrializados de acero como lo son columnas, vigas de celosía y losas, adaptado especialmente para el uso de viviendas multifamiliares de baja altura y con posibilidades de desarrollo progresivo.

Dentro de las ventajas que el SIEMA-VIV proporciona a las viviendas multifamiliares de baja altura y de desarrollo progresivo se encuentran:

- Sistema Articulado y Modulado.
- Altura de 4 pisos.
- Permite el crecimiento progresivo por adición (apernado de componentes).
- Proceso constructivo manejado en periodos cortos de tiempo en comparación con los tradicionales.

COMPONENTES

Los componentes del SIEMA-VIV son los siguientes:

COLUMNAS

El sistema SIEMA-VIV, considera el cambio de perfiles de las columnas, con el objeto de aumentar la resistencia y el comportamiento ante las diferentes cargas, producidas principalmente por un sismo. La conexión con las vigas de celosía se hace mediante planchas soldadas a las columnas, resultando el apoyo articulado. El SIEMA-VIV, considera las columnas 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.

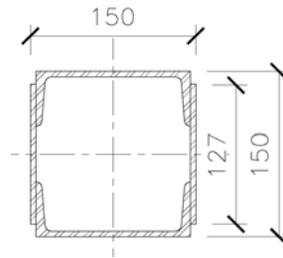


Fig. 8: Sección de Columna
Fuente: Elaboración propia

VIGAS

Dentro del sistema SIEMA-VIV, podemos encontrar tres tipos de vigas, según su ubicación, las cuales se nombrarán de la siguiente manera:

Vigas de Entrepiso: Para estas vigas se utilizan vigas de celosía o alma abierta JOIST de SIDETUR, de longitud 3600 mm, y alto 400 mm.

Según el predimensionado en base a los datos suministrados por SIDETUR para las vigas de alma abierta, y según los requerimientos propios de este proyecto, la viga que se utilizara será: **SJ40 x 7 x 24,60**

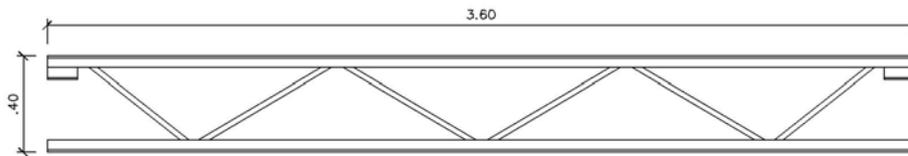


Fig. 9: Viga utilizada
Fuente: Elaboración propia

Vigas de Balcón: Las vigas transversales de estos balcones son perfiles IPN 100 con una longitud de 0.90 m, los cuales se empernan a un par de ángulos "L" (50 x 40 mm), que estarán soldados previamente a las columnas.

Vigas de Techo: Para las vigas de techo se propone utilizar vigas de celosía, semejantes a las JOIST de entrepiso, pero con el cordón superior inclinado, coincidiendo en el mismo tipo de apoyo del resto de los miembros horizontales.

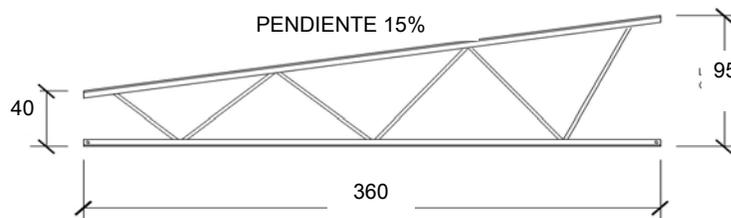


Fig. 10: Viga de Techo
Fuente: Elaboración propia

LOSAS

Las losas de entrepiso están consideradas de sofito metálico con refuerzos y topping de concreto, de 10 cm de espesor.

ARRIOSTRAMIENTOS

Según los cálculos de predimensionado estructural, los arriostramientos están considerados como tubulares de acero galvanizado de $\varnothing 3"$ y de longitud 4.53 m, que en sus extremos están soldados a una planchas que sirven de conexión con el nodo de sujeción.

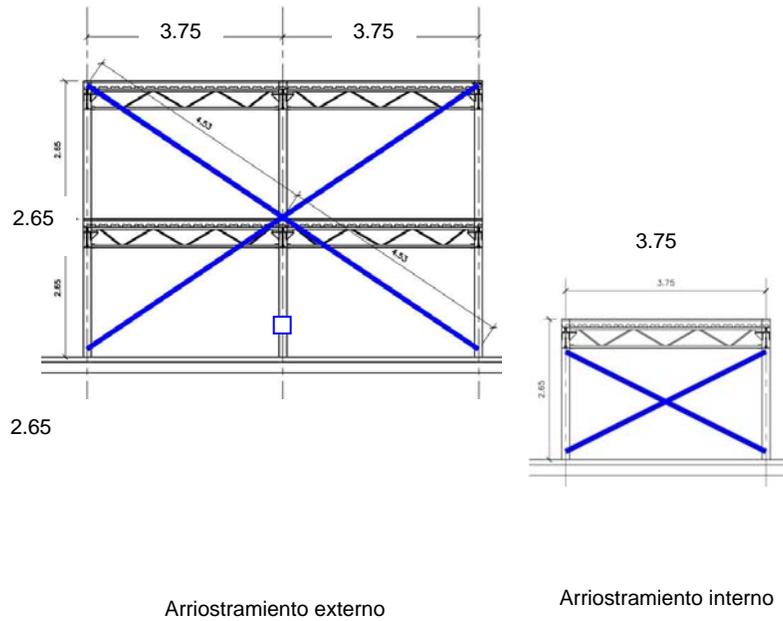


Fig. 11 Esquemas de Arriostramiento
Fuente: Elaboración propia

La ubicación de los mismos se determinará con el resultado del proyecto estructural, sin embargo el esquema general es el que se muestra en las Fig.12.

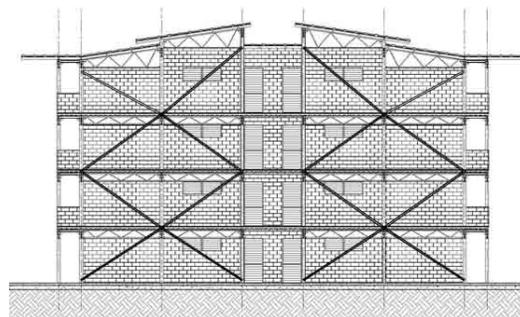


Fig. 12: Arriostramiento Externo
Fuente: Elaboración propia

ESCALERAS

Las escaleras están previstas en dos tramos o como se les conoce comúnmente "en tijera". La altura de la contrahuella es de 0.1558 m y la huella es de 0.30 m. Su estructura es con perfiles de acero tipo tubulares de 160 x 65 mm, y para los peldaños, se considera un acabado prefabricado, para ser instalado después de la construcción de la estructura.

Además de los componentes anteriormente descritos, todas las especificaciones de los componentes del SIEMA-VIV, incluyendo las fundaciones, deberán ser avaladas por el proyecto estructural que se deberá realizar en el caso específico de cada edificación, ya que las dimensiones que se proporcionan en este trabajo, son valores predimensionados, en el caso específico de la propuesta presentada.

SUB-SISTEMAS

Dentro del SIEMA-VIV existen dos sub-sistemas los cuales son:

CERRAMIENTOS

La modulación de los cerramientos está directamente relacionada a los materiales utilizados en los mismos. Según este criterio surgen dos propuestas, la primera está basada en una modulación de 0.90 m con lo que en un paño de 3.60 x 2.10 m se utilizarían 4 módulos de 0.90 x 2.10 m. 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 es la modulación de 3 módulos de 1.20 x 2.10 m.

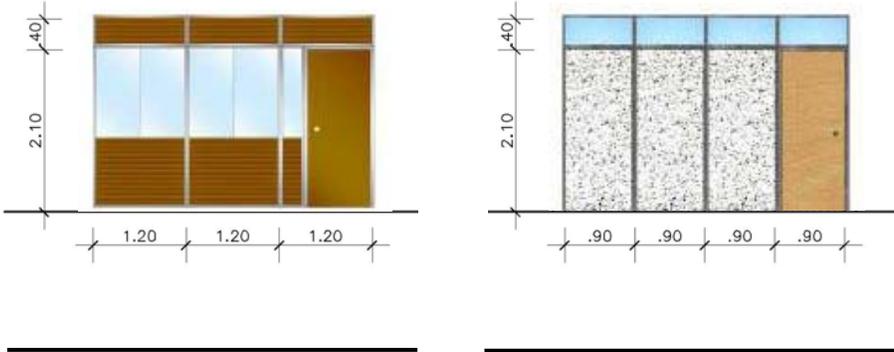


Fig. 13 Modulaci3n de cerramientos
Fuente: Elaboraci3n propia

En cuanto a la modulaci3n vertical de los cerramientos, se define de la siguiente manera:

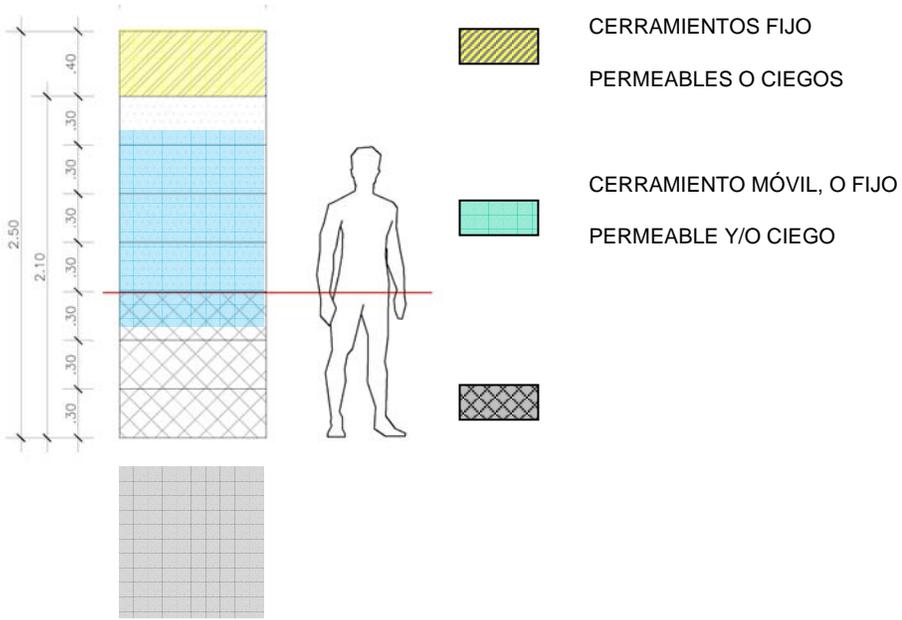


Fig. 14: Modulaci3n vertical de cerramientos
Fuente: Elaboraci3n propia

TIPOS DE CERRAMIENTOS

Los tipos de cerramientos utilizados en este sistema son los siguientes:

Cerramientos Internos: Son los utilizados en los ambientes internos de la vivienda, normalmente como divisiones entre ellos.

Cerramientos Externos: Son los que definen la vivienda en sí, los que separan los espacios internos del exterior.

Cerramientos Especiales: Se utilizan en las áreas de construcción progresiva, que permiten la deconstrucción con el mínimo desperdicio o el intercambio de un espacio a otro. Estos cerramientos podrían cambiar su uso en el transcurso del tiempo en el que cambia la vivienda, y podrían pasar de cerramientos externos a internos o viceversa.

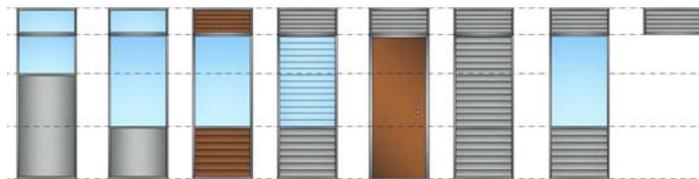


Fig. 15: Combinación de paneles de ventanas y puertas
Fuente: Elaboración propia

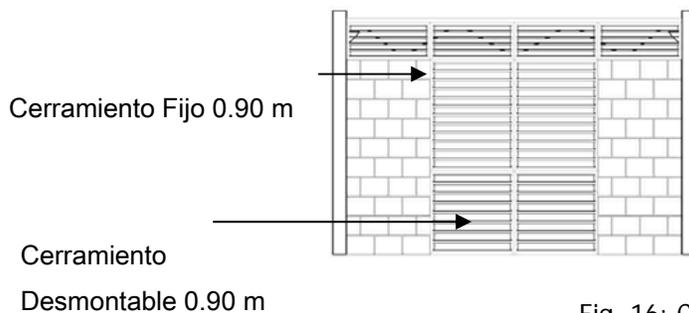


Fig. 16: Combinación de cerramientos
Fuente: Elaboración propia

TECHOS

Los techos en el SIEMA-VIV están considerados con un diseño de techo inclinado, con un solape de las cubiertas (Ver Fig. 17) para garantizar la independencia del crecimiento entre la primera etapa y la segunda, y el efectivo drenaje de las aguas de lluvia.

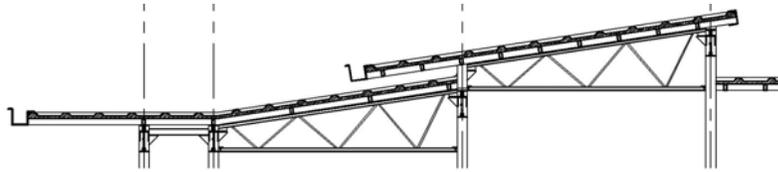


Fig. 17: Solape del Techo
Fuente: Elaboración propia

CRITERIOS PARA LAS INSTALACIONES

Todas las instalaciones han sido previstas para colocarse a la vista, bien sea en pared o techo, o para ser embutidas en la tabiquería. Las especificaciones de las instalaciones serán generadas por el proyecto de cada una de estas especialidades, en el marco específico del diseño de cada edificación.

PROPUESTA

La propuesta para los modelos de viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo con el SIEMA-VIV, está basada en una agrupación de viviendas en condominios con una altura máxima de 4 pisos.

PROGRAMA BÁSICO

Agrupaciones de Protoviviendas en condominios de 4 pisos con un área de cada apartamentos entre 50m² y 60m² (I Etapa) con crecimiento máximo hasta 70m² y 80m² (II Etapa) aproximadamente, que incluyen lo siguiente:

- De 2 a 3 habitaciones
- De 1 a 2 baños
- Cocina
- Sala
- Comedor

MODELO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE DESARROLLO PROGRESIVO CON SIEMA-VIV

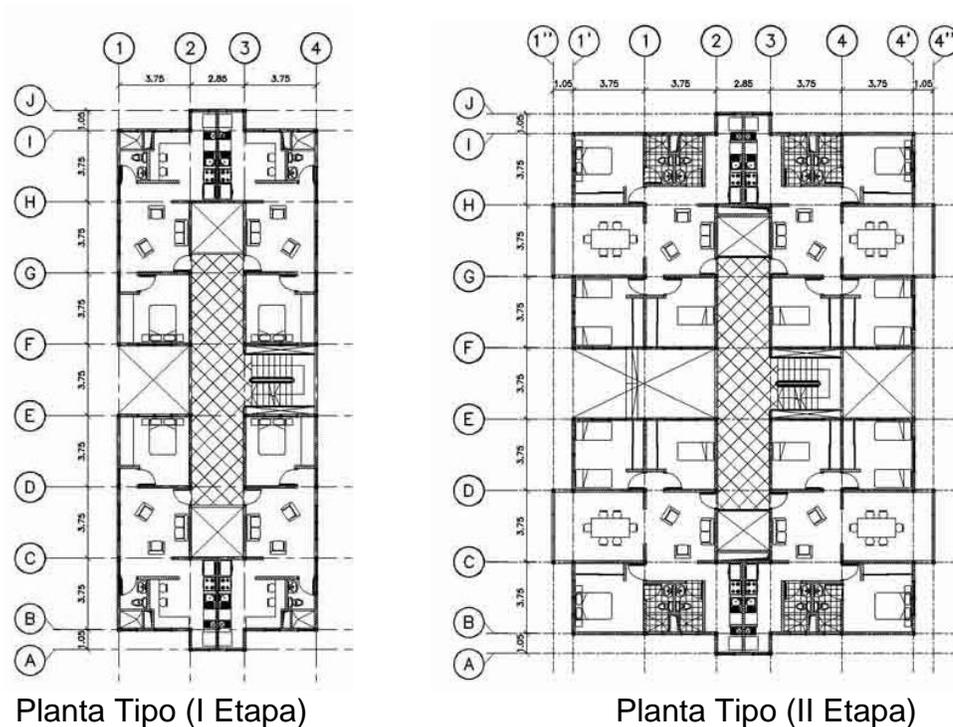
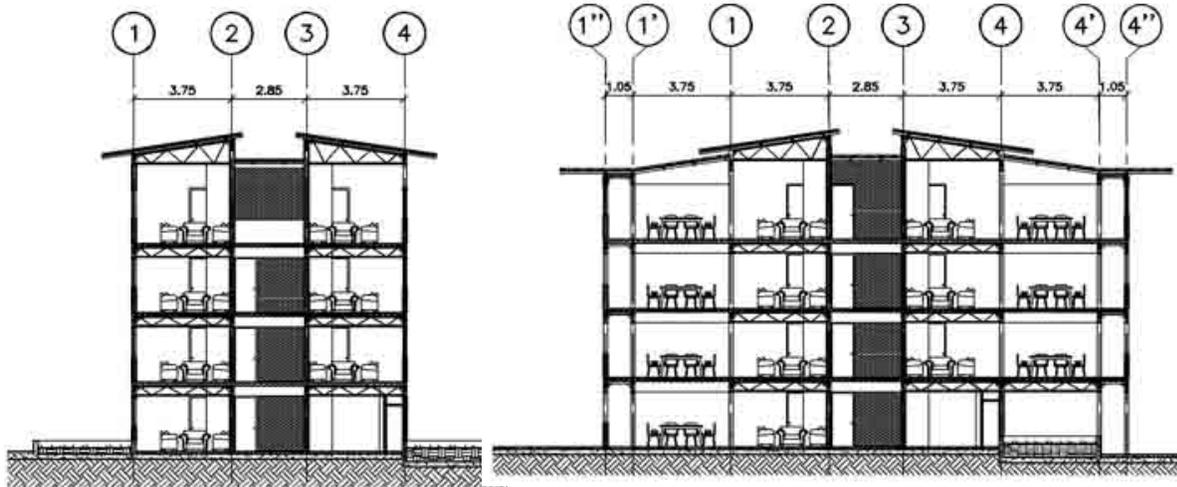


Fig. 18 y 19: Plantas de la Vivienda propuesta

Fuente: Elaboración propia



Sección Transversal (I Etapa)

Sección Transversal (II Etapa)

Fig. 20 y 21: Secciones de la Vivienda propuesta

Fuente: Elaboración propia



Fig. 22: Fachada Longitudinal de la Vivienda propuesta

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- 1) El SIEMA necesitaba una adaptación para el nuevo uso, la cual está basada en nuevos componentes estructurales y la adaptación de cerramientos y techos.
- 2) Con esta actualización de componentes, el sistema permite la construcción de un piso más, es decir cuatro (4) pisos, ideal para una vivienda multifamiliar de baja altura.
- 3) Las Protoviviendas propuestas con SIEMA-VIV son modulares y se adaptan a diferentes configuraciones, que permiten una flexibilidad en el diseño de la vivienda.
- 4) La construcción progresiva, en esta tipología de viviendas, es compatible con el sistema y viceversa, especialmente por la condición estructural por la que trabaja el SIEMA-VIV, de ser empernado y articulado, lo cual permite el montaje y el desmontaje, fuera del tiempo de construcción inicial.
- 5) Las instalaciones, tanto sanitarias como eléctricas, se plantean en la primera etapa de la construcción, sin afectar el desempeño de las actividades, con una mínima deconstrucción.
- 6) La concentración de las áreas húmedas, garantiza un menor gasto en materiales, insumos y mano de obra de las instalaciones sanitarias.
- 7) El uso del acero en este tipo de edificación, es beneficioso, ya que a pesar que el costo de los insumos es ligeramente más alto que la construcción en concreto armado, la rapidez de ensamblaje de la estructura y la posibilidad de reciclaje del material, compensa el costo.
- 8) Se aplicaron criterios de sostenibilidad en el diseño de las viviendas propuestas, especialmente en los elementos estructurales como las columnas, y los subsistemas: cerramientos y techos (optimización de las dimensiones que se comercializan), para lograr el menor desperdicio en la construcción.

Recomendaciones

- Realizar los proyectos tanto de Arquitectura, como de Estructura e Instalaciones para cada caso en particular en donde se vaya a aplicar el SIEMA-VIV, considerando todos los aspectos desarrollados en este trabajo.
- Especialmente en el proyecto de Arquitectura, tomar en cuenta el entorno donde se vaya a implantar la edificación, a nivel urbano, ubicación geográfica, entre otros, para lograr un desarrollo exitoso del proyecto, y un mejor uso y mantenimiento de la edificación.
- Explorar nuevas alternativas de configuración de edificios con las Protoviviendas propuestas o con unas nuevas, que prevean la construcción progresiva y la sostenibilidad.
- Explorar otras alternativas de los sub-sistemas propuestos, tanto de cerramientos como de techo, con nuevos materiales, y tecnologías de construcción que beneficien su utilización.
- Aplicar siempre los criterios de sostenibilidad en el diseño de las edificaciones, y evaluar el impacto ambiental que provoca, para optimizar tanto los insumos, el proceso y el eventual mantenimiento, y contribuir con la protección del medio ambiente.
- Todas las dimensiones proporcionadas de los componentes estructurales del SIEMA-VIV, han sido predimensionadas para el caso particular de este trabajo, por lo que es necesario que se realice el cálculo estructural, con las condiciones reales de suelo y cargas de cada edificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

FUENTES DOCUMENTALES

- BARROETA, Juan C. (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. Caracas. UCV. FAU-UCV.
- BAZANT, Jan, (2003). *Viviendas Progresivas. Construcción de viviendas por familias de bajos recursos*. México, D. F. Editorial Trillas, S.A.
- CILENTO, A. (1999). *Cambio de Paradigma del Hábitat*. Caracas. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico CDCH.
- (1994). *La Vivienda Social y Urbana*. Caracas. Instituto Nacional de la Vivienda.

PUBLICACIONES

- CILENTO, A. (1996). *Sincretismo e Innovación Tecnológica*. En:// Revista Tecnología y Construcción N° 12. IDEC-FAU-UCV. Caracas.
- CILENTO, A. y HERNÁNDEZ, H. (1975) *Las Edificaciones y su Producción*. IDEC-FAU-UCV. Caracas. Mimeo.
- MAGGI, G. (1985). *Sistemas estructurales para edificaciones educacionales*. En:// Revista Tecnología y Construcción. N°1. IDEC-FAU-UCV. Caracas.
- MAGGI, G. (1998). *Sistema de Estructura Metálica Apernada, SIEMA. Concepción, aplicaciones y perspectiva*. Trabajo de Ascenso a Nivel Asociado de la UCV. FAU-UCV. Caracas.
- ESPACIOS: Revista Venezolana. (1993). *Los laberintos de la innovación tecnológica: El Sistema SIEMA del IDEC*. Caracas.
- ENTRE RAYAS, Revista de Arquitectura. N° 18. *Sistema IDEC de Estructura Metálica Apernada – SIEMA*. Editorial Entre Rayas. Caracas.
- ENTRE RAYAS, Revista de Arquitectura. N° 25. (1998). *La versatilidad de la construcción en acero, Una experiencia*. Editorial Entre Rayas. Caracas.

PUBLICACIONES DIGITALES

- Viga JOIST.

<http://www.sidetur.com.ve> (Actualizado 30-06-2006 / 6:45pm.) (mayo 2006)

- ACERO

<http://es.wikipedia.org/wiki/Acero> (Actualizado 30-06-2006 / 7:15pm.) (junio 2006)

<http://www.infoacero.cl/aceros> (Actualizado 01-07-2006 / 6:00pm.)

- SIEMA

<http://www.arq.ucv.ve/idec/paginas/sistconstsiema.html> (Actualizado 05-07-2006 / 7:50pm.)

- Tipple, Graham. Extending Themselves: User Initiated Transformations of Government-built Housing in Developing Countries.

<http://www.liverpool-unipress.co.uk/html/publication.asp?idProduct=3224>
(Actualizado 13-07-06-8:44 p.m.)