

## 13. SERVIENDA

### 13.1. CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA

#### 13.1.1. Tipo de construcción

Emplea una tecnología de construcción basada en la utilización de módulos prefabricados a escala industrial con equipos convencionales. Los módulos son fabricados con materiales de corriente utilización en diversos medios. Para la fabricación de los módulos se utiliza una formaletería sencilla, láminas y ángulos. El equipo es corriente para la fabricación del concreto, mezcladora, boquillera, carretillas, etc.

Los elementos complementarios del sistema, pueden ser fabricados en diversos materiales y adquiridos con diferentes proveedores según especificaciones determinadas previamente.

#### 13.1.2. Según el sistema del proyecto

Este es un sistema constructivo completo, pues incluye todos los componentes requeridos. Se basa en la prefabricación de elementos de concreto livianos (1 ¼ pulgada de espesor), coordinados modularmente y de fácil manejo. La construcción de la estructura comprende el ensamble rápido de los módulos de concreto dentro de perfiles de lámina galvanizada (calibre 26 ), conformando así los cerramientos y distribuciones de la vivienda. Sobre esta estructura vertical, se descarga la cubierta o la losa del segundo piso según sea el caso. Se debe incorporar en obra la cimentación, la cual puede ser una retícula de vigas de fundación, que también se puede construir con elementos prefabricados incluidos en el costo de la vivienda, o una losa vaciada sobre el terreno, dejando algunos elementos para facilitar las instalaciones complementarias. También es aplicable el sistema a terrazas ya existentes, donde generalmente se funde un sobreespesor del piso para colocar la tubería de las instalaciones.

### 13.2. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA

Como se trata de una fundación sin ánimo de lucro, Servienda desde su inicio ha utilizado diferentes sistemas constructivos buscando la mayor economía posible, los cuales han evolucionado hasta los módulos utilizados actualmente. La idea nació de un programa de mejoramiento de tugurios utilizado en Chile hace aproximadamente 27 años. El primer sistema empleado por Servienda fue una estructura tipo campamento construida con tabla burra, luego se utilizaron unos paneles, formados por un bastidor de madera forrado en láminas planas y un recubrimiento de fibrocemento, estos paneles eran de 1.2 m por 2.4 m. La idea actual de módulos de concreto macizo sin ningún tipo de refuerzo, nació hace algunos años, y es el sistema con el que se ha trabajado hasta el momento. El módulo consiste en un vaciado de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, sobre una formaletería cuadrada. Los módulos se ensamblan in situ con la ayuda de la perfilería mencionada.

#### Otros características de los módulos son:

- Su producción puede ser realizada en diferentes sitios a la planta piloto, accediendo así a lugares muy apartados, a su vez se disminuyen los costos de transporte y de daños por este mismo.
- Con la fabricación en zonas apartadas, se utilizan los insumos de la zona, así como la mano de obra de la comunidad, favoreciendo procesos de auto ayuda y realizando así un trabajo llave en mano
- La carga que transmite al suelo es mínima, aproximadamente 1 kg/cm<sup>2</sup>, lo que facilita que en viviendas de un solo piso y en zonas de riesgo sísmico bajo, no necesiten elementos de anclaje.

- Con la ayuda de perfiles más largos, cerchas metálicas y plaquetas prefabricadas se pueden construir viviendas de dos pisos.
- Debido al poco peso de cada uno de los módulos (70 kg aproximadamente), no se necesita maquinaria pesada para su manipulación.
- No se necesitan mezclas para unir los módulos, ellos trabajan por gravedad.

### 13.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA

Los módulos están compuestos por concreto macizo de 3.2 cm de espesor y 1.0 m x 1.0 m (aunque las dimensiones efectivas, con el fin de facilitar el paso de ductos y mejor modulación son de 0.97 m x 0.97 m efectivos). El concreto que se utiliza debe tener una resistencia mínima de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Se debe tener un diseño de mezcla según los materiales y la zona donde se trabaje.

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
MODULOS	Concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup> . de espesor 1 ¼ pulgadas sin refuerzo
PERFILES	Son de acero galvanizado y su objetivo es confinar entre dos de ellos los módulos de concreto conservando su posición.
CONCRETO	Tiene una resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup> .

Tabla 13.1. Elementos del sistema

### 13.4. CONSIDERACIONES ESTRUCTURALES

La experiencia de más de 20 años, las miles de construcciones levantadas tanto en Colombia como Ecuador, Honduras Nicaragua y Perú, sumada a los cálculos y a los ensayos realizados en diversos laboratorios entre los cuales se encuentra la Universidad de los Andes y la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima, ha confirmado que ante las cargas de sismos las casas se comportan de una manera satisfactoria.

Algunos factores que influyen:

- El peso justo que tienen las casas; son lo suficientemente pesadas para generar una fuerza de rozamiento considerable de las plaquetas entre sí y entre éstas y el piso
- Posee las paredes más pesadas que la cubierta, garantizando que el centro de gravedad se encuentre bajo.
- Cada uno de sus elementos independientes de los otros, es capaz de resistir las cargas de sismo a las cuales es sometido.
- La colocación de muros en uno y otro sentido, favorecen la estabilidad, ya que trabajan complementariamente.
- Está en trámite su certificación con respecto a la NSR-98.

### 13.5. CONSIDERACIONES ARQUITECTÓNICAS

En general la distribución arquitectónica va ligada con las necesidades del cliente. Existen más de 60 modelos arquitectónicos estandarizados. Se pueden tener viviendas desde 36 m<sup>2</sup>, hasta 130 m<sup>2</sup>, o más siendo esta última ya para fines recreativos. La vivienda más comercial es de 36 m<sup>2</sup>, en los cuales se puede encontrar 2 habitaciones, una sala, un baño y una cocina. Se pueden tener soluciones de vivienda de dos pisos, para las cuales se utilizan unas placas prefabricadas, con refuerzo de malla electrosoldada, un recubrimiento y unos perfiles metálicos más largos. La altura de estas viviendas varía según el presupuesto de las personas, puede oscilar entre 2.0 m y 2.18 m. Todos los componentes, los módulos, puertas, ventanas, calados, o espacios en general, son múltiplos de octavos de un modulo, (1/8 de 0.97 cm. que es la dimensión de un módulo)

Con este sistema constructivo no se logran acabados de ninguna naturaleza. Los acabados en pisos, paredes, techos y exteriores son aspectos que no se encuentran considerados dentro del sistema como tal, pero el sistema brinda la posibilidad de aplicar sin ninguna restricción cualquier tipo de acabado, considerando que en las zonas

donde interactúan los módulos con los perfiles metálicos, debe ser aplicado un sello elástico, con el fin que no se marque una fisura.

ASPECTOS	DESCRIPCIÓN
Dimensiones	Altura =1.0 m, Longitud = 1.0 m. Cada módulo
Luces	Máximo 3.0 m
Acabados	Ninguno

Tabla 13.2. Aspectos arquitectónicos.

## 13.0. PROCESO CONSTRUCTIVO

### 13.0.1 Recursos necesarios

#### 13.0.1.1 Mano de Obra

La mano de obra requerida no es muy numerosa ni especializada. Por lo general las mismas personas que adquieran la vivienda con la asesoría de un técnico de la fundación (cuyos honorarios están incluidos en el costo de la vivienda), pueden construirla. Se pueden alcanzar rendimientos de por lo menos 42 m<sup>2</sup>/día por cuadrilla, la cual estará conformada por un técnico y dos ayudantes.

#### 13.0.1.2 Equipos y Herramientas

El peso liviano de los módulos evita la utilización de equipos costosos como grúas e implementos de izaje. Un módulo con dimensiones de 1.0 por 1.0 metro tiene un peso aproximado de 70 kg que puede ser cargado y manejado por dos personas.

#### Para la producción del concreto

Existe la posibilidad de tener plantas móviles, las cuales se instalarían en zonas de difícil acceso. En el caso de la planta que poseen Servivienda en Fontibón, tiene un sistema muy industrializado, con silos a granel, bandas transportadoras, y una mezcladora de gran rendimiento. La dosificación de la mezcla la realizan por peso. El desperdicio de concreto es mínimo, debido a que se planea por día, según la cantidad de formaletería disponible y la cantidad exacta de producción. En general para la elaboración de los módulos en cualquier sitio es necesario:

- **Mezclador:** se puede usar una mezcladora de saco y medio. Lo importante es garantizar la homogeneidad de la mezcla.
- **Vibrador:** el cual al ser aplicado expulsa gran parte del aire, mejorando su apariencia, y resistencia
- **Formaletería:** formada principalmente por perfiles (ángulos) metálicos, los cuales son dispuestos sobre una superficie horizontal formando cuadros de 1.0 m. por 1.0 m. Luego del primer vaciado se coloca una lámina sobre los ángulos metálicos, y a su vez sobre la lámina nuevamente otros ángulos, se repite este procedimiento, hasta que se agoten los ángulos y láminas.

#### 13.0.1.3 Almacenamiento

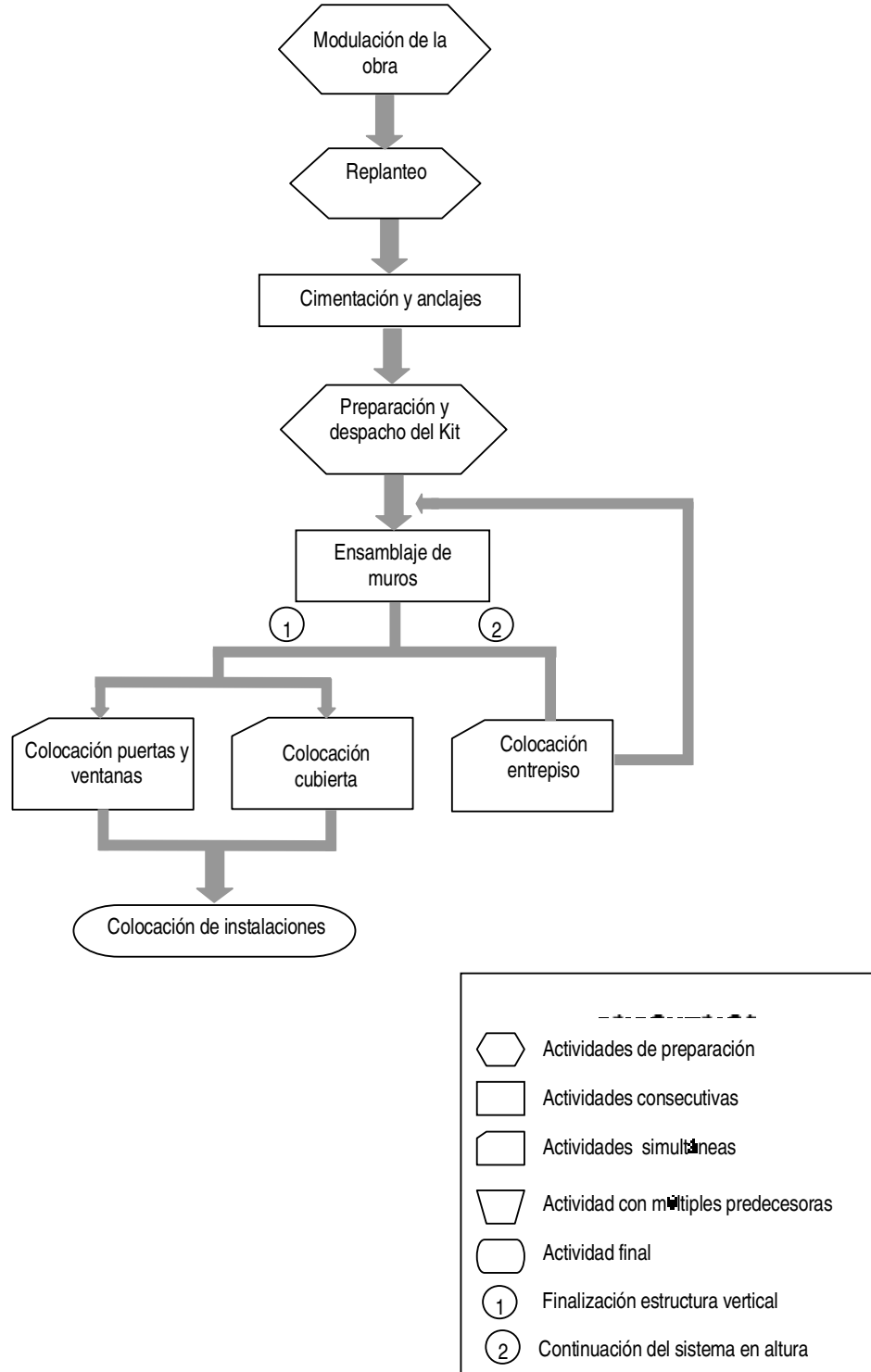
Los módulos luego de dejarlos tres días en la formaleta, son desencofrados, y colocados en patios, en los cuales durante los días siguientes se les realiza el proceso de curado. Quedan en general almacenados al aire libre. La facilidad del manejo que brindan los módulos y su bajo peso, permite su descarga de los camiones rápidamente sin necesidad de equipo especial, aunque se recomienda el uso de guantes para proteger las manos de los operarios.

#### 13.0.2 Rendimiento

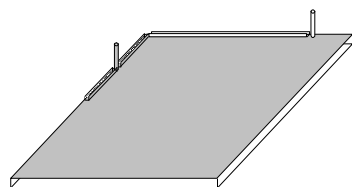
El rendimiento es de 42 m<sup>2</sup> por día con una cuadrilla conformada por un técnico y dos ayudantes rasos, los cuales instalarán los cerramientos, divisiones y cubierta de una vivienda de un solo piso. Este rendimiento no incluye los acabados ni la colocación de las instalaciones eléctricas, sanitarias, abasto y gas.

### 13.6.3 Descripción del proceso

#### 13.6.3.1 Diagrama de flujo

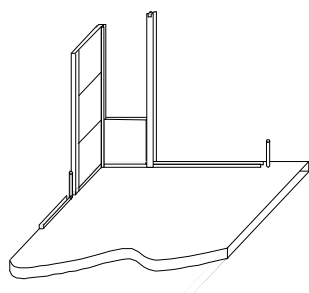
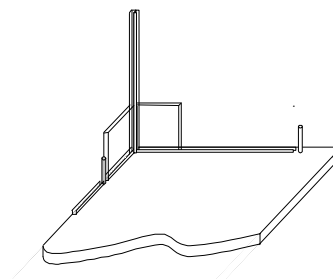


### 13.6.3.2 Etapas del proceso constructivo



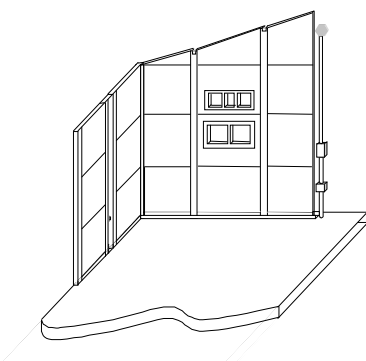
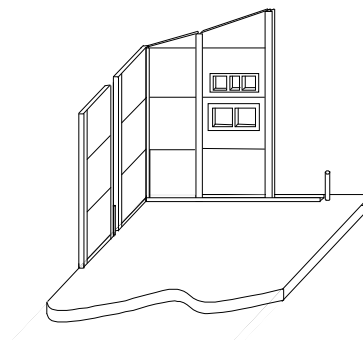
Anclaje de los perfiles de base en la cimentación, instalaciones

Colocación del perfil vertical de esquina y módulos adyacentes



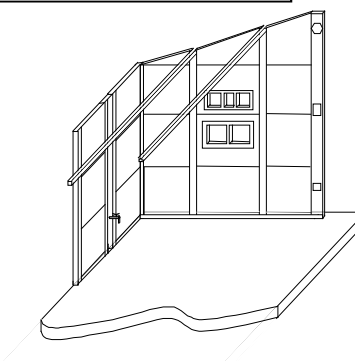
Colocación de módulos y terminación del primer panel

Colocación de módulos de culata y ventanería, cierre de paneles



Colocación de tubería para instalaciones

Cerramiento de aberturas para ductos y colocación correas



**13.6.1.1 Explicación del proceso****13.6.1.1.1 Medición de la Obra**

Se realiza primero en planos. Según las necesidades se presenta un diseño, existen más de 60 ya preestablecidos. Se despieza la vivienda detallando el número de unidades y sus dimensiones.

**13.6.1.1.2 Replanteo**

En el terreno ya conociendo las dimensiones de la vivienda se marcan y trazan los puntos por donde irán las instalaciones, además se colocan madrinós para marcar los niveles, posteriormente se marca, con estacas o color dichos puntos.

**13.6.1.1.3 Cimentación**

Entre los diferentes métodos de cimentación para la vivienda se tienen las placas de concreto previamente vaciadas con un espesor mínimo. Se pueden utilizar viguetas prefabricadas, las cuales serán colocadas sobre el terreno en la zona perimetral y divisiones de la vivienda, estas viguetas sirven de nivel de vaciado de piso, cuando el propietario así lo desee. Estas vigas de amarre también pueden ser vaciadas "in - situ".

Las paredes de la vivienda en zonas de riesgo sísmico bajo no se anclan, contrario a lo que ocurre, en zonas de alto riesgo, o viviendas de dos pisos, para las cuales es necesario anclar los muros, por medio de un par en "u", y unos pernos que perforan los módulos y la cimentación. Este sistema es conocido como "Ready - drive" (este es el nombre de los pernos). Se requiere un estudio, o aval de las necesidades de anclaje para determinar el tipo y la cantidad de pernos, y su empotramiento.

Las estructuras con sistema de módulos prefabricados son más livianas que las construcciones en concreto o mampostería tradicional, lo que puede permitir un ahorro en la construcción de los cimientos. Para construcciones de un solo piso la cimentación debe cumplir con los cálculos de diseño mínimo que exige la norma NSR-98 (losas de cimentación con alturas mínimas de 10-12 cm y vigas de amarre corridas bajo muro de 30 cm de ancho y 20 cm de altura).

**13.6.1.1.4 Preparación y despacho**

Los diferentes elementos que conforman la construcción se almacenan en las plantas, en donde son seleccionados según los requerimientos arquitectónicos, y se agrupan el día anterior al despacho. El día de la entrega, se cargan en un camión o volqueta, en el que usualmente viajan los técnicos que realizarán el ensamblaje del modelo. El peso de una construcción promedio de 40 m<sup>2</sup> se puede transportar en un solo camión de 7 toneladas, descargarse y ensamblarse sin necesidad de grúas o andamios.

**13.6.1.1.5 Ensamblaje de muros**

Se recomienda revisar los perfiles ya que aunque son relativamente rígidos, pueden haber perdido la alineación durante el transporte o descarga. Si por alguna razón están desalineados, es importante situarlos en su posición correcta sin doblarlos demasiado y por ninguna razón calentarlos con soplete.

Para facilitar el ensamble entre paneles se deberá comenzar con el montaje de una pared, en un vértice de la casa, la cual debe ser apuntalada en dos direcciones, seguidamente colocar los módulos verticales siguientes y sus respectivas divisiones, lo que actuará como contrafuertes para su autosostenimiento. A medida que se vayan instalando las piezas se colocan los marcos de puertas, calados (usados en climas cálidos) y ventanas. Posteriormente se colocan las soleras, que son láminas en "u", de igual dimensión que los módulos, las cuales amarrarán todos los módulos entre sí en su parte superior. Esto realiza la misma función que una viga de amarre. Para terminar se tensiona con zunchos y clavos. La colocación de los módulos consta en parar dos perfiles y deslizar los módulos por los carriles que poseen los perfiles metálicos. Para fijar los perfiles y los módulos no se usa ningún elemento ni mezcla.

Las instalaciones ya sean sanitarias o eléctricas (esto significa alguna tubería saliente de la fundación con los lineamientos previamente establecidos en el replanteo), correrá por dentro de los perfiles metálicos que confinan los módulos del muro hasta alguna caja eléctrica o la llave de algún artefacto. En el caso de la ducha se dispone de un

cerramiento con láminas metálicas. No hay manera de colocar instalaciones que corran horizontales, sin que queden expuestas.

#### **13.0.1.3.6. Colocación de marcos en puertas y ventanas**

Este proceso se limita a que los marcos de estos elementos posean en sus lados verticales unos tabiques o cuñas del mismo tamaño de los módulos, los cuales serán la guía para que se deslicen y ajusten a los perfiles metálicos. Se debe considerar que los marcos sean en múltiplos de octavos de 0.97 m.

#### **13.0.1.3.7. Colocación de la cubierta**

La cubierta consta principalmente de unas correas de madera apoyadas sobre los perfiles de lámina, los cuales se colocan con la pendiente respectiva, apoyándose en el extremo superior en las soleras del muro central, donde irá el caballete. Estas correas se deben colocar cada dos módulos, sobre los perfiles que coincidan. La teja utilizada es de Eternit, la cual es colocada en la obra por el proveedor. Finalmente se unen las tejas entre sí, por medio de alambres con cauchos, para impedir el paso del agua por medio del orificio que perfora las dos tejas. Las tejas son ancladas a los muros por medio de zunchos, que son también perforados por los alambres que unen las tejas, el otro extremo del zuncho se lleva hasta una solera y se clava.

#### **13.0.1.3.8. Instalaciones**

Una vez que la estructura se haya ensamblado adecuadamente en su lugar, y habiendo colocado la cubierta, se podrá iniciar la colocación de las instalaciones. Este proceso se hace de la manera que se describe a continuación.

Aprovechando el espacio que existe entre algunos de los perfiles de lámina, se coloca la tubería necesaria, luego se coloca una tapa laminar del mismo calibre, sobre el carril vertical del perfil por donde van los ductos. En el caso del baño, en el cual puede existir dos tuberías y un mezclador, el tamaño de este carril es mucho mayor.

Al haber deslizado las tuberías por las cavidades se sujetarán a las cajas eléctricas, para después cablear de acuerdo al proyecto. Los cajetines o llaves deberán proyectarse hacia afuera de las tapas por medio de orificios para tal fin. Para las instalaciones sanitarias se recomienda que la tubería metálica evite el contacto con la estructura panel recubriéndola con plástico o protegiéndola al correrla por el centro del elemento. Finalmente se colocan las tapas de los cajetines, interruptores o salidas sanitarias o de abastos.

#### **13.0.1.3.9. Aplicación del sistema en el 1º de del primer**

Se realiza el mismo proceso de armado de los muros hasta el nivel de piso acabado menos 10 cm que es el espesor de la losa. Se colocan unas cerchas metálicas de 3 m que actuarán como vigas principales y a su vez como formaletería. Sobre las cerchas metálicas se colocan placas prefabricadas que tienen el mismo proceso de fabricación que los módulos verticales, con la diferencia que poseen un refuerzo con malla electrosoldada. El espesor de estas placas es de 3.5 cm aproximadamente. Sobre estas placas se coloca malla electrosoldada. En todo el perímetro se coloca un perfil horizontalmente que actúa como solera para los módulos del primer piso, posee el mismo espesor de la losa, terminando en "u" en el segundo piso, lo que permite arrancar con esta guía los módulos para los muros del segundo piso. Fuera de servir de guía para los muros del segundo piso, confina tanto los módulos como la losa, ya que irá el carril relleno con concreto. Finalmente se coloca un recubrimiento de 6.5 cm de espesor. Se cura alrededor de 7 días.

#### **13.0.1.3.10. Ampliación**

El sistema es fácilmente ampliable, tanto en la misma planta como en vertical, siempre y cuando la estructura tenga un diseño que lo permita. Para ello se deberá tomar en cuenta las mismas consideraciones en cuanto a las modulaciones, fijaciones y anclajes. Los elementos para estos casos son los mismos.

#### **13.0.1.4. Consideraciones específicas**

El concreto que se utiliza debe tener una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Para el uso de agregados o cemento diferentes, debe existir un diseño de mezcla previo a la producción. Cuando se utiliza este sistema constructivo para placas de losa, se utiliza una malla electrosoldada como refuerzo, y un recubrimiento en mortero. El espesor de estas losas debe ser de 10 cm.

### 13.7. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

El costo por metro cuadrado depende de las necesidades del cliente, y de los recursos económicos que posea. Los precios por metro cuadrado para viviendas de un piso oscilan desde \$ 90.000 hasta \$120.000. Valores que incluyen los costos directos de la vivienda más, el impuesto al valor agregado IVA, el transporte dentro de Bogotá y los honorarios del técnico encargado del montaje de la vivienda. Para viviendas de dos pisos el precio oscila entre \$ 180.000 y \$ 200.000. Ninguno de los valores antes mencionados incluyen las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de gas y su mano de obra.

### 13.8. BALANCE DEL SISTEMA

#### 13.8.1 Evaluación Funcional

La siguiente información se obtuvo con base en entrevistas suministrada por los fabricantes de este sistema en Santa Fe de Bogotá.

CONDICIONANTE		INTEGRIDAD DEL SISTEMA			JUSTIFICACIÓN
		Alta	Media	Baja	
INTEGRIDAD	Ante acciones mecánicas			x	Comportamiento de los módulos
	Ante acciones climáticas	agua		x	Buenas pendientes. Posibles filtraciones
		sol		x	Comportamiento de los módulos
		viento		x	Falta estanqueidad
Ante animales y plantas			x	Orificios muy pequeños	
SEGURIDAD	Acciones directas del hombre		x		Adecuado uso y mantenimiento
	Acciones indirectas	contaminación	x		Hermetismo de los módulos entre si y con los perfiles
		fuego	x		Materiales incombustibles
FLEXIBILIDAD	Posibilidades arquitectónicas			x	Flexibilidad del sistema, limitación de acabados
	Constructiva	Construcción progresiva		x	Con la planeación inicial
		autoconstrucción	x		Bajo dirección técnica
CONFORT AMBIENTAL	Higrotérmico			x	Estabilidad térmica del panel
	Higiénico			x	Superficies rugosas difíciles de asear
	Acústico			x	Bajos espesores de los módulos
	Visual			x	Según diseño arquitectónico
COMPOSICIÓN	Geometría			x	Adecuación de espacios
	Color				x Acabado superficial del concreto

Tabla 13.3. Evaluación funcional.

#### 13.8.1.1 Integridad

##### Agua

La posibilidad de mantener los elementos estructurales íntegros ante la acción del agua es alta, puesto que toda la estructura es de concreto. En zonas en donde el agua contenga sales y minerales disueltos se deben utilizar perfiles en aluminio y no de lámina galvanizada.

##### Sal

El concreto tiene un buen comportamiento frente a los rayos del sol. Es importante que se realice un buen curado del concreto. En el sistema definitivo se recomienda instalar cielo raso, ya que el sistema no lo incluye

##### Viento

El viento produce una acción mecánica perpendicular a la fachada que se absorbe fácilmente por la estructura debido a que funciona como una construcción monolítica. Al igual que el agua puede infiltrarse por las juntas que se generan entre módulos.

### **13.3.1.2 Seguridad**

#### **Acción directa del hombre**

Se considera un sistema constructivo no vulnerable en este aspecto. Los espesores de las paredes de concreto aunque son pequeños dificultan cualquier acción de vandalismo.

#### **Contaminación atmosférica**

Ante la contaminación ambiental el concreto suele mantener un aspecto uniforme y no presenta normalmente problemas químicos. Aunque se pueden presentar el fenómeno de la carbonatación.

#### **Fuego**

La resistencia al fuego del concreto es buena. Si el concreto es sometido a altas y constantes temperaturas los módulos se pueden fracturar.

### **13.3.1.3 Flexibilidad**

La vivienda puede ser auto construida fácilmente, bastan indicaciones, y especificaciones, que son brindadas a los propietarios por parte del cuerpo técnico. Además pueden variarse los espacios arquitectónicos, facilitando su ampliación.

### **13.3.1.4 Confort Ambiental**

#### **Aislamiento térmico**

El aislamiento térmico es mejorado con la instalación de un cielo raso en la cubierta.

#### **Aislamiento acústico**

El aislamiento acústico es medio por el escaso espesor de los módulos. Cuando se tienen casas en serie se maneja una separación entre ellas de mínimo 12 cm.

#### **Ventil**

El sistema permite la instalación de puertas y ventanas con mucha facilidad en cualquier lugar, para que la iluminación sea buena. Además el sistema maneja tres tamaños de ventanas, las cuales serán instaladas en las alcobas, la cocina o las zonas comunes, según el caso.

### 13.8.2 Evaluación técnica

#### 13.8.2.1 Método constructivo

EVALUACIÓN TÉCNICA	Alta	Media	Baja	JUSTIFICACIÓN
Industrializado	x			Es un proceso repetitivo
Prefabricado	x			Son módulos prefabricados
Necesita formaleta		x		Para fundir los módulos en la planta
Posibilidad de reutilizar formaleta	x			Es una formaleta metálica
Facilidad de Transporte	x			Los módulos son muy livianos y manejables
Facilidad de almacenamiento	x			Se pueden superponer, y colocar a la intemperie
Cuidados en la manipulación		x		Una sola persona puede manejar los módulos
Cantidad de mano de obra			x	Se necesita un técnico y dos ayudantes
Calidad de la mano de obra		x		Solamente 1 persona especializada
Rendimiento en el montaje	x			42 m <sup>2</sup> por día, por cuadrilla. 1 técnico y 2 ayudantes
Cuidados en el montaje		x		Es un proceso de ensamble y ajuste
Control de calidad	x			Se debe garantizar resistencia de concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup>
No. de elementos que necesitan mantenimiento			x	Los perfiles y la madera
Frecuencia del mantenimiento			x	Se realiza más que todo por aseo
Necesidad de técnicas especiales			x	Simple lavado y control de la corrosión
Control de calidad en el mantenimiento			x	No es necesario
Construcción en altura			x	Es posible construir hasta dos pisos

Tabla 13.4 Método constructivo

#### 13.8.2.2 Materiales

MATERIALES BÁSICOS	FACILIDAD PARA CONSEGUIRLOS EN BOGOTÁ			ACEPTACIÓN SOCIOECONÓMICA			REQUISITOS			GENERACIÓN DE DESPERDICIOS		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Altos	Medios	Bajos	Alta	Media	Baja
Concreto	x				x			x				x
Perfiles	x				x			x				x
Módulos	x					x		x				X

Tabla 13.5 Materiales

- **Concreto**

El concreto que se utiliza debe tener una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La fluidez del concreto varía de acuerdo a las costumbres de la zona en la que se está desarrollando el proyecto y el método que se utilice para aplicarlo. Los desperdicios de concreto son prácticamente nulos, ya que se programa la cantidad a vaciar en un día determinado.

- **Perfiles**

Los perfiles son el resultado de plegar y rigidizar una lámina galvanizada calibre 26 formando los diferentes perfiles. Existen los perfiles en "u", en "t", en "x" y algunos de estos con anchos mayores para facilitar el paso de los ductos de las diferentes instalaciones. Estos perfiles se usan según sea el caso, en divisiones de dos muros, de cuatro o simplemente para unir dos módulos.

**13.8.2.3. Mano de obra**

PARAMETRO A EVALUAR	EVALUACIÓN			JUSTIFICACIÓN
	Alta	Media	Baja	
Mano de obra calificada		x		Solamente un técnico, proporcionado por la fundación.
Necesidad de entrenamiento			x	Unas guías básicas
Facilidades para conseguirla	x			Se emplean los miembros de la familia
No. De personas necesarias			x	1 técnico y 2 ayudantes

Tabla 13.6. Mano de obra.

La mano de obra no es muy especializada. Por lo general es mano de obra que se consigue en la zona. El sistema utiliza una baja cantidad de mano de obra y mínimos tiempos de ejecución. Con una cuadrilla conformada por un técnico y dos ayudantes se pueden lograr rendimientos de por lo menos 42 m<sup>2</sup> diarios.

**13.8.2.4. Maquinaria y equipo**

MAQUINARIA Y EQUIPO	ESPEC. TÉCNICAS (REND.-CAPACIDAD-ETC)			FACILIDAD DE ADQUISICIÓN		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Mezcladora		x		x		
Vibrador		x		x		
Angulos metálicos		x		x		

Tabla 13.7. Maquinaria y equipo.

El peso liviano de los módulos evita la utilización de equipos costosos como grúas e implementos de izaje.

**13.8.2.5. Inclusión de subsistemas**

SUBSISTEMA	ELEMENTO	PERTENECE AL SISTEMA	INCORPORADO EN OBRA
Estructural	Cimentación		x
	Estructura vertical	x	
	Estructura horizontal	x	
Cerramientos	Fachadas	x	
	Cubiertas	x	
	Tabiquería	x	
	Puertas	x	
Acabados	Ventanas	x	
	Pisos		x
	Paredes		x
	Techos		x
Instalaciones	Exteriores		x
	Hidráulica		x
	Sanitaria		x
	Eléctrica		x
	Gas Natural		x

Tabla 13.8. Inclusión de subsistemas.

**13.8.2.5.1. Estructura**

El sistema de módulos permite construir muros de carga y corte, placas de entrepiso y cubierta. La cimentación puede tener placas en concreto de 8 cm, viguetas prefabricadas y vigas de amarre en concreto.

#### **13.8.2.5.2. Componentes**

Las fachadas, la cubierta y la tabiquería pertenecen al sistema. Son plaquetas en concreto simple de 3.2 cm de espesor, con parales y soleras en acero galvanizado. El sistema permite instalar ventanas y puertas con facilidad, pero los vidrios, marcos y puertas son incorporados en obra.

#### **13.8.2.5.3. Acabados**

El sistema se limita a entregar una obra en concreto sin ningún tipo de acabado. No obstante permite la aplicación de cualquier tipo de acabados en pisos, paredes, techos y exteriores.

#### **13.8.2.5.4. Instalaciones**

Las instalaciones son colocadas en obra durante la construcción. Pueden ser instaladas una vez se termine la construcción.

#### **13.8.3. Favorecibilidad**

- Se adapta a las condiciones de mano de obra y materiales de la zona en la que se realice el proyecto.
- Brinda una muy buena calidad de vida a sus ocupantes. Sus paredes en concreto impiden que puedan ser perforadas fácilmente en caso de vandalismo o robo.
- Usa elementos prefabricados producidos a escala industrial. Esta condición permite realizar obras de grandes volúmenes a relativo bajo costo.
- Ofrece gran rapidez constructiva con ahorros sustanciales en tiempos de ejecución de la estructura básica del sistema, comparada con sistemas tradicionales.
- Se pueden lograr ahorros en costos, ya que reduce los costos tradicionales de encofrados, estructuras independientes de concreto u otras, maquinarias especiales para elevación, colocación, etc. y mano de obra especializada.
- Es un sistema limpio, que reduce los desperdicios y generación de escombros en obra.
- Los módulos se pueden trasladar a sitios remotos y de difícil acceso, gracias a que su peso promedio es de 70 kg/módulo
- Se pueden tener fabricas móviles de este sistema
- Es un sistema muy rígido arquitectónicamente pero facilita realizar ampliaciones.

#### **13.8.4. Desfavorecibilidad**

- Hasta el momento este sistema constructivo no se encuentra contemplado explícitamente en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98).
- La falta de control y cuidado pueden generar desperdicios considerables de concreto en planta.
- Posibilidad de rotura de los módulos de concreto.
- Baja aceptación por el aspecto rústico terminado.
- Presenta bajo aislamiento térmico y acústico.

### **13.9. FUENTES DE INFORMACIÓN**

#### **Sistema Módulos prefabricados - Servivienda**

Tel : 2-87-96-66, 2-32-70-06, 2-45-38-61

Fax : 2-88-76-05

A. A : 51681

Dirección: Av. Caracas No. 37 – 20.

Santa Fe de Bogotá – Colombia.