



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLÁN"

**PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDAS CON
EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEMS (RBS)**

**SEMINARIO TALLER EXTRACURRICULAR
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN INGENIERÍA CIVIL
P R E S E N T A:
PABLO GONZÁLEZ CASTELLANOS**

ASESOR: ING. LEONARDO ÁLVAREZ LEÓN.



ACATLÁN, EDO. DE MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2004.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Con un profundo amor y respeto a mis padres:

Joaquín González Carrillo.
Por guiarme en la vida y formarme como
persona.

Susana Castellanos González.
Por tu fortaleza y amor incondicional.

Con cariño y respeto a mis hermanos:
Por estar conmigo en todo momento.

A Brenda:
Por tu cariño y paciencia.

A mis sobrinas:
Por llevar alegría a la casa.

A mi familia:
Por su apoyo y cariño.

A mis amigos:
Por darle sabor a la vida.

A la UNAM y mis profesores:
Por sus consejos y mi formación como
Profesionista.

A las niñas latosas:
Kiskina, furcia, simba y blondy.

**PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDAS CON EL SISTEMA
ROYAL BUILDING SYSTEMS (RBS)**

ÍNDICE.

| | Pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN | I |
| CAPITULO 1. ASPECTOS TÉCNICOS DE LA VIVIENDA EN MÉXICO. | |
| 1.1. La Problemática de la vivienda en México. | 2 |
| 1.1.1. Organismos Nacionales de Vivienda e Intermediarios Financieros. | 9 |
| 1.1.1.1. SEDESOL. | 9 |
| 1.1.1.2. INFONAVIT | 11 |
| 1.1.1.3. FOVISSSTE | 12 |
| 1.1.1.4. FONHAPO | 13 |
| 1.1.1.5. FOVI /SHF | 15 |
| 1.1.1.6. SOFOLES | 16 |
| 1.2. ¿Qué es el Sistema Royal Building Systems de México (RBS)? | 19 |
| 1.2.1. ¿Qué es un sistema constructivo? | 19 |
| 1.2.2. Sistema constructivo Royal Building Systems (RBS). | 20 |
| 1.2.2.1. Piezas básicas del sistema RBS. | 22 |
| 1.3. Comportamiento del material RBS. | 25 |
| 1.3.1. ¿Qué es el PVC? | 25 |
| 1.3.2. Concreto. | 28 |
| 1.3.3. Acero de refuerzo | 29 |

| | Pág. |
|---|------|
| 1.4. Otros sistemas constructivos comparados con RBS. | 31 |
| 1.4.1. Sistema constructivo FORSA. | 31 |
| 1.4.2. Sistema modular de Cimbra Steel –Ply. | 32 |
| 1.4.3. Sistema cimbra modular Constru-Ply. | 32 |
| 1.4.4. Sistema MECANO. | 33 |
| 1.4.5. Sistema CIMBRAMEX. | 34 |
| Conclusiones | 35 |
| Bibliografía. | 37 |

CAPITULO 2. EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDAS CON EL SISTEMA R.B.S.

| | |
|---|----|
| 2.1. Particularidades del proyecto en estudio. | 40 |
| 2.1.1. Ubicación del proyecto. | 40 |
| 2.1.2. Tipo de créditos aceptados en el Fraccionamiento | 41 |
| 2.1.3. Tipos de Vivienda | 42 |
| 2.2. Recursos materiales y humanos. | 45 |
| 2.2.1. Recursos materiales. | 45 |
| 2.2.1.1. Piezas básicas. | 45 |
| 2.2.1.2. Herramienta recomendada. | 47 |
| 2.2.2. Recursos Humanos | 48 |
| 2.3. Proceso constructivo. | 49 |
| 2.3.1. Envío de material RBS y almacenamiento | 50 |
| 2.3.2. Estudio de mecánica de suelos | 52 |
| 2.3.3. Cimentación | 54 |

| | Pág. |
|--|------|
| 2.3.3.1. Anclaje a cimentación. | 56 |
| 2.3.3.2. Preparación de las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas | 57 |
| 2.3.3.3. Colado de losa de cimentación | 59 |
| 2.3.4. Ensamble de muros RBS | 60 |
| 2.3.4.1. Trazo y colocación de guías. | 60 |
| 2.3.4.2. Ensamble de muros RBS | 62 |
| 2.3.4.3. Colocación de marco azteca | 63 |
| 2.3.5. Cimbrado de muros RBS | 65 |
| 2.3.6. Colado de muros RBS | 67 |
| 2.3.7. Losa de entrepiso y losa tapa | 69 |
| 2.3.8. Acabados y recubrimientos en muros RBS | 70 |
| 2.3.9. Techumbre RBS | 72 |
| Conclusiones | 75 |
| Bibliografía | 77 |

CAPITULO 3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DEL SISTEMA RBS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA.

| | |
|--|----|
| 3.1. Ventajas al utilizar el sistema RBS frente a sistemas tradicionales | 79 |
| 3.1.1. Entrenamiento y supervisión a constructores | 80 |
| 3.1.2. Tiempos de construcción | 80 |
| 3.1.3. Envíos de material | 81 |
| 3.1.4. Cuidados, limpieza y mantenimiento | 81 |
| 3.1.5. Termicidad del sistema | 83 |
| 3.1.6. Prevención de humedades | 84 |

| | Pág. |
|---|------|
| 3.1.7. Resistencia la intemperismo | 84 |
| 3.1.8. Comportamiento ante el fuego | 85 |
| 3.1.9. Comportamiento ante agentes químicos | 86 |
| 3.2. Desventajas de utilizar el sistema RBS frente a sistemas tradicionales | 87 |
| 3.2.1. Muros de PVC | 87 |
| 3.2.2. Costos | 88 |
| 3.2.3. Materiales, mano de obra, herramienta y equipo | 90 |
| 3.2.4. Tiempos | 92 |
| Conclusiones | 95 |
| Bibliografía | 97 |

INTRODUCCIÓN

La vivienda es una necesidad básica para la población mexicana, su carencia genera la proliferación de asentamientos humanos irregulares alrededor de las ciudades lo que trae consigo el rezago de infraestructura urbana y servicios siendo un peligro para sus ocupantes.

La problemática de vivienda tiene profundas raíces históricas, para comprender ésta situación es necesario hablar del porfiriano el cual "significó en términos económicos, políticos y sociales, la inserción de nuestro país a la nueva estructura económica mundial capitalista. La ciudad de México (1876-1910) comienza al experimentar un periodo de relativa calma y prosperidad; teniendo como consecuencia una mayor concentración de la población.

Para atender la necesidad de vivienda en 1917 el congreso constituyente estipuló en el artículo 123 de la carta magna (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos) la obligación a patronos de empresas con más de 100 trabajadores a dotarlos de vivienda.

En la ciudad de México De 1930 a 1950 por el crecimiento industrial y manufacturero se produce un crecimiento más acelerado de la ciudad; de 1950 a 1980 la ciudad entro en una etapa de urbanización y desarrollo industrial más avanzado es así que durante este periodo se crearon los principales organismos nacionales de vivienda.

En 1972 se obligó a los patrones con la reforma al art. 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, mediante aportaciones, a construir un fondo nacional de vivienda y establecer un sistema de financiamiento que permitiera otorgar crédito para adquirir vivienda, dándose origen al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) en abril de 1972; en mayo del mismo año el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio del Estado (ISSSTE) creó el fondo de la vivienda (FOVISSSTE) para otorgar créditos hipotecarios a sus trabajadores, en su origen dichos organismos tienen un carácter financiero y atienden las necesidades de vivienda de manera sectorizada.

No fue sino hasta 1983 cuando el derecho a la vivienda se estableció en la Constitución como una garantía individual asentando que “toda familia tiene derecho a disfrutar de una vivienda digna y decorosa. La ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo”.

En la primera mitad de la década de los noventa del siglo pasado se inició la consolidación de los organismos nacionales de vivienda. Es así que le compete a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) delinear la política de vivienda, en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), incluyendo en el área de Desarrollo social y humano el *Programa Sectorial de Vivienda*.

En plena manifestación de la crisis económica, surgieron las SOFOLES (1994), dedicándose a proporcionar financiamiento para casas de interés social. Estas firmas financieras no bancarias nacen de de empresas comerciales que empiezan a financiar la venta de sus propios artículos, por lo que crean sociedades financieras a través de las cuales otorgan el financiamiento.

Actualmente para solucionar las necesidades de vivienda dentro del Plan nacional de desarrollo (PND) 2001-2006 en el capítulo de desarrollo humano y social entre otros, se analizan los avances en política de vivienda en donde plantean mejorar las condiciones físicas del parque habitacional existente y satisfacer las necesidades anuales de vivienda pretendiendo alcanzar a fin de sexenio un ritmo de producción y financiamiento de 750 mil vivienda anuales y así abatir el rezago habitacional estimado en poco mas de cuatro millones de viviendas.

Para lograr esto se pretende fortalecer los organismos nacionales de vivienda, impulsar la participación de intermediarios financieros como la banca y las Sociedades Financieras de Objeto Limitado (SOFOLES), abastecer de suelo con aptitud habitacional y desarrollar la infraestructura y servicios para vivienda y lo mas importante apoyar a la población mas necesitada en la adquisición de vivienda.

Los organismos nacionales de vivienda, con la finalidad de mejorar la calidad, rapidez de ejecución de obra y disminución de costos en la vivienda se están utilizando innovaciones tecnológicas aplicadas a materiales o sistemas constructivos, dentro de estas innovaciones tecnológicas tenemos el sistema Royal building systems (RBS).

El sistema constructivo RBS es un nuevo concepto de tecnología en construcción, consiste en elementos extruidos usando formulaciones especiales a base de PVC, se compone principalmente por una "serie de paneles y conectores ensamblados entre si por un sistema de machi-hembrado formando paredes exteriores e interiores que son rellenas de concreto, poliuretano o vacías para formar muros.

Los distintos promotores dedicados a la construcción de vivienda se han encargado de utilizar nuevos materiales, técnicas y sistemas constructivos para obtener beneficios económicos y de tiempo de entrega de la construcción de vivienda. Dentro de estos sistemas se encuentra el denominado Royal Building Systems (RBS) que de acuerdo a las necesidades del proyecto puede ser una de las posibles soluciones para contribuir con la necesidad de vivienda.

En este trabajo se pretende analizar y proponer una guía sobre el proceso constructivo de viviendas con el sistema RBS con aplicación del caso particular del conjunto habitacional Villas del Álamo "San Cristóbal" ubicado en el municipio Mineral de la Reforma en Pachuca, Hidalgo. Con la información de este trabajo se pretende dar a conocer las diferentes ventajas que ofrecen los sistemas industrializados para la construcción de viviendas ya que ofrecen una reducción de tiempo en su ejecución que beneficia al promotor en el sentido económico y al usuario final al entregarle una vivienda de mayor calidad y en un menor tiempo.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS TÉCNICOS DE LA VIVIENDA **EN MÉXICO**

Objetivo:

Analizar la necesidad de vivienda en México así como describir diferentes sistemas utilizados para la construcción de viviendas.

CAPÍTULO 1.- ASPECTOS TÉCNICOS DE LA VIVIENDA EN MÉXICO.

1.1. La Problemática de la Vivienda en México.

“El bien inmueble llamado “*vivienda*” es una necesidad básica para la población”¹ por definición “es el principal patrimonio al que aspira una familia; es el espacio esencial para la formación de los hijos, para inculcar y reproducir los valores que nos unen a los mexicanos y mexicanas; es el núcleo vivo del entorno urbano y social,² es un lugar salubre que protege de las condiciones climáticas, que se complementa con los distintos servicios públicos teniendo como objetivo brindar una buena calidad de vida”³

La carencia de vivienda genera inequidades entre los diferentes grupos sociales y el surgimiento y proliferación de asentamientos irregulares alrededor de las ciudades, provocados por la necesidad inmediata de esos grupos de suelo barato, propiciando el crecimiento anárquico de los centros urbanos, aumentando los rezagos en infraestructura urbana y de servicios y constituyendo un peligro latente para sus ocupantes.⁴

¹ Lizárraga Gaudry, Ignacio Martín, Seminario Taller Extracurricular “Proyecto y Construcción de Unidades Habitacionales” Modulo III “Planeación de la Vivienda en México”, UNAM, México 30 septiembre 2003.

² Fox Quezada, Vicente, Revista Mexicana de la Construcción, México, Diciembre de 2002, p. 8

³ Lizárraga Gaudry, Ignacio Martín, Seminario Taller Extracurricular “Proyecto y Construcción de Unidades Habitacionales” Modulo III “Planeación de la Vivienda en México”, UNAM, México 30 septiembre 2003.

⁴ Secretaria de Desarrollo Social, Resumen ejecutivo del Programa sectorial de vivienda 2001-2006, *Introducción “Congruencia con el plan Nacional de Desarrollo”*, Primera edición, México D.F. 2001, P.3.

Si hablamos de la problemática de la vivienda sabemos que esta tiene profundas raíces históricas, para comprender esta situación es necesario hablar del porfiriato el cual “significó en términos económicos, políticos y sociales, la inserción de nuestro país a la nueva estructura económica mundial capitalista. A lo interno constituye la culminación del proyecto planteado claramente desde la época de la reforma, esto es la vía capitalista de desarrollo”⁵

La Ciudad de México (1876-1910) comienza al experimentar un periodo de relativa calma y prosperidad; teniendo como consecuencia una mayor concentración de la población.

Al aumentar la población se genera una demanda de diferentes tipos de vivienda y sus servicios, atendidos diferencialmente según la posibilidad de cada grupo social, siendo la población de menores recursos la menos atendida. Para esto se entiende que ya existe una necesidad de vivienda, esencialmente tenemos un problema, el cual “consiste en la incapacidad de las grandes masas de la población de acceder a una vivienda en función del salario obtenido por la venta de su fuerza de trabajo”⁶

Engels en su análisis de la problemática de la vivienda señalaba que “las carencias e inadecuadas condiciones de la vivienda de las clases subalternas no son privativas del

⁵ Ortega Cedillo, Alejandro., *La Vivienda Popular en la ciudad de México (1876-1920)*, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, 1ª. Edición, México 1995, p. 7.

⁶ Ortega Cedillo, Alejandro., *La Vivienda Popular en la ciudad de México (1876-1920)*, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, 1ª. Edición, México 1995, p. 11.

capitalismo”⁷, pero que en este se presenta una agudización de estas condiciones debido al incremento poblacional, la concentración y a la consideración de los objetos inmobiliarios como parte del progreso de acumulación y éstos como simples mercancías que valorizan diversos capitales involucrados”⁸

Durante el periodo del movimiento revolucionario, la Ciudad de México presento un decremento en su población y para el lapso del movimiento revolucionario de 1910 a 1917 todavía no se resolvía el problema de la vivienda. “La intervención de gobierno era escasa más bien orientada a satisfacer las sus propias necesidades de legitimación y apoyo que a resolver el problema de vivienda de amplios sectores de la población”⁹, en 1917 el congreso constituyente estipuló en el artículo 123 de la carta magna (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos) la obligación a patrones de empresas con más de 100 trabajadores a dotarlos de vivienda.

Para los años veinte del siglo pasado, se intensificaba esta situación al grado de que en 1922 se tuvo una huelga inquilinaria en el D.F. en la que participaron entre 30 y 40 mil inquilinos aproximadamente el 5% de la población de la ciudad de México en 1920.

⁷ Ortega Cedillo, Alejandro., *La Vivienda Popular en la ciudad de México (1876-1920)*, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, 1ª. Edición, México 1995, p. 11.

⁸ Jaramillo, Samuel. *El Precio del Suelo Urbano y la Naturaleza de sus Componentes*, UNAM F.A. Div. Estudios de Posgrado, México 1987, p.p. 37 - 26

⁹ Ortega Cedillo, Alejandro., *La Vivienda Popular en la ciudad de México (1876-1920)*, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, 1ª. Edición, México 1995, p. 65.

“Para 1925 con la creación de la Dirección de pensiones Civiles se inició el otorgamiento de créditos inmobiliarios a empleados públicos”¹⁰, con una limitada intervención.

De 1930 a 1950 por el crecimiento industrial y manufacturero se produce un crecimiento más acelerado de la ciudad con la duplicación de su población.¹¹ En 1943 se creó el Instituto Mexicano del Seguro Social, para brindar seguridad social a sus trabajadores, aunque en sus inicios proporcionó vivienda a sus derechohabientes.

Cuando México entro en una etapa de urbanización y desarrollo industrial más avanzado de 1950 a 1980 la Ciudad de México triplica su población¹², durante este periodo se crearon los principales organismos nacionales de vivienda,¹³ en 1972 se obligó a los patrones con la reforma al art. 123 de la Constitución, mediante aportaciones, a construir un fondo nacional de vivienda y establecer un sistema de financiamiento que permitiera otorgar crédito para adquirir vivienda, dándose origen al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) en abril de 1972; en mayo del mismo año el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio del Estado (ISSSTE) creo el fondo de la vivienda (FOVISSSTE) para otorgar créditos hipotecarios a sus trabajadores, en su origen dichos organismos tienen un carácter financiero y atienden las necesidades de vivienda de manera sectorizada.

¹⁰ Programa Financiero de Vivienda. BNHOPSA. Méx. 1964, p. 232

¹¹ Información tomada del libro de la ciudad de México visión 2020, Estudio de mercado *Caso Cd. De México*, México 1998.

¹² Información tomada del libro de la ciudad de México visión 2020, Estudio de mercado *Caso Cd. De México*, México 1998.

¹³ De Pablo Serna, Luis, “La política de vivienda en México”, <http://cddhcu.gob.mx/cronicas57/contenido/cont13/masalla3.htm>, México, 2003.

No fue sino hasta 1983 cuando el derecho a la vivienda se estableció en la Constitución como una garantía individual asentando que “toda familia tiene derecho a disfrutar de una vivienda digna y decorosa. La ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo”¹⁴

En la primera mitad de la década de los noventa del siglo pasado se inició la consolidación de los organismos nacionales de vivienda.

Es así que le compete a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) delinear la política de vivienda, en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), incluyendo en el área de Desarrollo social y humano el *Programa Sectorial de Vivienda*.

Dentro del programa sectorial de vivienda 1995-2000 para brindar mayor atención a la demanda de vivienda se establecen algunas estrategias como el fortalecimiento de los organismos nacionales de vivienda, mejoramiento y ampliación de los servicios de financiamiento, promoción del uso de suelo para uso habitacional, autoconstrucción y mejoramiento de vivienda y el fomento tecnológico con el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías para la construcción de vivienda.

Actualmente para solucionar las necesidades de vivienda dentro del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2001-2006 en el capítulo de desarrollo humano y social entre otros, se analizan los avances en política de vivienda en donde plantean mejorar las condiciones físicas del parque habitacional existente y satisfacer las necesidades anuales de vivienda

¹⁴ Art. 4º de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, (5 de febrero de 1917),

pretendiendo alcanzar a fin de sexenio un ritmo de producción y financiamiento de 750 mil vivienda anuales y así abatir el rezago habitacional estimado en poco mas de cuatro millones de viviendas.¹⁵

Para lograr esto se pretende fortalecer los organismos nacionales de vivienda, impulsar la participación de intermediarios financieros como la banca y las Sociedades Financieras de Objeto Limitado (SOFOLDES), abastecer de suelo con aptitud habitacional y desarrollar la infraestructura y servicios para vivienda y lo más importante apoyar a la población mas necesitada en la adquisición de vivienda.

Para el cierre del año 2002 en conjunto los organismos nacionales, estatales y municipales de vivienda, la banca comercial, la banca de desarrollo, así como otras entidades que otorgan créditos hipotecarios, como prestación a sus trabajadores han otorgado en conjunto un total de 624 928 créditos y subsidios, de este total el 63.2% para adquisición de vivienda y el 36.8% para mejoramiento y otras líneas de crédito. Lo que implico una inversión de 82.5 miles de millones de pesos.

Según el Plan Sectorial de Vivienda 2001-2006 la principal presión de vivienda se origina de la formación de nuevos hogares asociados con el matrimonio y la unión libre, así como la división de hogares que trae consigo la ruptura de uniones. Por tal motivo la demanda futura de vivienda estará condicionada en buena medida por el curso que siga la transición demográfica en México.

¹⁵ Presidencia de la Republica, *Tercer informe de gobierno escrito*, capitulo 1 Desarrollo humano y social, subcapitulo 1.7. Vivienda.

El Programa Sectorial de Vivienda enfoca el proceso de producción habitacional desde una perspectiva dual: la social y la económica. La vivienda desde una perspectiva social, es el espacio esencial en el que se satisfacen las necesidades básicas del desarrollo integral de una familia; desde la perspectiva económica, contribuye a la mejor distribución de la riqueza y es motor del desarrollo económico que estimula la actividad productiva. En este último sentido, se trata de aprovechar el proceso de producción de vivienda como un elemento central de crecimiento económico de México y como un generador de desarrollo económico en todas las regiones del país.¹⁶

La vivienda destaca como un factor de desarrollo social que tiene un impacto directo e inmediato en el crecimiento económico. La construcción de vivienda es una fuente generadora de empleo, por consumir casi en su totalidad insumos nacionales y por ejercer un efecto multiplicado en 37 ramas de actividad económica, la vivienda es un motor de desarrollo económico.¹⁷

La misión del Programa Sectorial de Vivienda 2001-2006 es crear las condiciones necesarias para garantizar a la población el acceso a una vivienda a través de promover un mayor flujo de recursos hacia la producción y financiamiento de vivienda, esto implica duplicar la producción y colocación de vivienda financiada reduciendo los costos de la vivienda y encontrar nuevos métodos constructivos, además de incrementar el abasto de tierra apta para su construcción, así como de instrumentos financieros que apoyen al consumidor en la adquisición de su vivienda.

¹⁶ Secretaría de Desarrollo Social, Resumen ejecutivo del Programa sectorial de vivienda 2001-2006, *Introducción "Congruencia con el plan Nacional de Desarrollo"*, Primera edición, México D.F. 2001, P.15.

¹⁷ Secretaría de Desarrollo Social, Resumen ejecutivo del Programa sectorial de vivienda 2001-2006, *Introducción "Congruencia con el plan Nacional de Desarrollo"*, Primera edición, México D.F. 2001, P.3.

1.1.1. Organismos Nacionales de Vivienda e Intermediarios Financieros.

1.1.1.1. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

Con base en la expedición del decreto por el que se reforma, adiciona y derogan diversas disposiciones a la ley orgánica de la administración pública federal, publicado en el diario oficial de la federación el 25 de mayo de 1992, se crea la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) para atender integralmente la problemática social e integrar en una sola dependencia del ejecutivo una serie de programas que dan congruencia a las políticas de atención a los sectores más desprotegidos del país.

SEDESOL es una dependencia del gobierno que se encarga de formular, conducir y evaluar la política general de desarrollo social y en particular la de los asentamientos humanos, desarrollo regional y desarrollo urbano, vivienda y ecología; estableciendo los lineamientos generales de las mismas, en lo que se refiere a vivienda comprenden los siguientes rubros: acceso a la vivienda, financiamiento de vivienda, suelo para la vivienda, materiales de construcción, normas y tecnología y coordinación y participación del sector privado y social.

SEDESOL en lo que se refiere a las atribuciones conferidas en materia de vivienda y patrimonio inmobiliario, se adscribieron a la secretaría de vivienda y bienes inmuebles, las direcciones generales de política y fomento a la vivienda; de financiamiento de vivienda; de normas y tecnología para la vivienda y del patrimonio inmobiliario federal.

Las atribuciones concedidas a SEDESOL en materia de vivienda son: prever a nivel nacional las necesidades de tierra para desarrollo urbano y de vivienda; elaborar, apoyar y ejecutar programas para satisfacer las necesidades de suelo urbano; promover y concertar programas de vivienda y desarrollo urbano así como apoyar su ejecución con la participación de los gobiernos estatales y municipales, el sector social y privado; fomentar la organización de sociedades cooperativas de vivienda y materiales de trabajo; promover y apoyar mecanismos de financiamiento para la vivienda y protección del medio ambiente, con la participación de las dependencias y entidades de la administración pública federal correspondiente, de los gobiernos municipales y estatales, de las instituciones de crédito y diversos grupos sociales; promover, fomentar y realizar investigaciones relacionadas con la vivienda, desarrollo regional, urbano y ecología.

Sus objetivos son: lograr un desarrollo urbano más equilibrado y ordenamiento de las diversas regiones del país; responder en las esferas de su competencia a las necesidades de suelo, infraestructura, equipamiento y obras de interés público o social para el mejoramiento y desarrollo rural, urbano y de vivienda; mejorar el patrimonio federal para apoyar más eficientemente los programas de vivienda, desarrollo urbano y reservas territoriales.

SEDESOL en su Programa Sectorial de Vivienda, que tiene como misión garantizar a la población el acceso a una vivienda a través de promover un mayor flujo de recursos hacia la producción y financiamiento de vivienda.

1.1.1.2. Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT).

El Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) es creado en abril de 1972, como una pionera y el principal promotor de vivienda de interés social en todo el país, con la función primordial el tratar de encontrar los mecanismos para sustentar y proporcionar a sus derechohabientes un crédito barato y suficiente para la adquisición de vivienda, en atención a los sectores más desprotegidos de la nuestra población.

El INFONAVIT es un organismo de servicio social, con personalidad jurídica y patrimonio propio, tiene carácter de organismo público descentralizado de naturaleza financiera con fines habitacionales con competencia a nivel nacional.

El trabajador cuenta con la opción de seleccionar la línea de crédito que más le convenga de acuerdo a sus necesidades y capacidad económica. Estas líneas pueden ser créditos para la adquisición de vivienda nueva (tradicional), crédito para la adquisición de vivienda usada (mercado abierto), otorgamiento de crédito para la construcción de vivienda en un terreno propiedad del trabajador y crédito para ampliaciones o mejoras a la vivienda propiedad del trabajador.

Con la finalidad de que los trabajadores apliquen libremente sus créditos de acuerdo a sus necesidades y posibilidades se han realizado algunas reformas en sus reglas de operación

para dar transparencia en la asignación de créditos así como facilidades al promotor para colocar sus viviendas producidas y un mecanismo de gestión permanente para que el derechohabiente gestione su crédito cuando lo decida.

1.1.1.3. Fondo de la vivienda del ISSSTE (FOVISSSTE).

La vivienda como prioridad social para los habitantes del país, derecho emanado de la constitución y ley del Instituto de seguridad y servicios sociales de los trabajadores al servicio del estado (ISSSTE), propiciaron las condiciones necesarias para crear los organismos públicos que dieran solución al problema habitacional en México.

El FOVISSSTE fue creado oficialmente el 28 de diciembre de 1972 al publicarse el decreto de adiciones y reformas a la ley del ISSSTE, como un organismo descentralizado con participación jurídica y patrimonio propio, con el objetivo de constituir un fondo para la vivienda con beneficio particular de los trabajadores al servicio del estado, con la capacidad de establecer un operar un sistema de financiamiento que permita a sus trabajadores obtener un crédito barato y suficiente, mediante préstamos con garantías hipotecarias para la adquisición de vivienda nueva, construir las o mejorarlas.

EL FOVISSSTE tiene como objetivo establecer un modelo que permita conocer a los promotores de vivienda de interés social, la estructura organizativa de su fondo, así como los distintos programas de financiamiento y tipos de crédito que operan en el FOVISSSTE, con la finalidad de que el promotor integre propuestas que le permitan obtener financiamiento para la construcción de viviendas de interés social.

Actualmente el FOVISSSTE está consolidado como un eminente organismo financiero de vivienda. Por su parte el ISSSTE reformó sus reglas de operación para dar transparencia en la asignación de créditos y crea un mecanismo de sorteo para asignar créditos y dar la igualdad de oportunidades a sus derechohabientes.

Durante su gestión FOVISSSTE ha contado con tres esquemas generales de crédito; Créditos Hipotecarios, Vivienda Financiada, y Cofinanciamiento.

1.1.1.4. Fondo Nacional de Habitaciones Populares (FONHAPO).

En 1981 se crea el Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares (FONHAPO), con el objetivo fundamental de otorgar financiamientos destinados a la población de menores ingresos, tanto del sector formal como informal, con el propósito de que este sector de la población contara con una vivienda. FONHAPO es un Fideicomiso coordinado por la SEDESOL, que financia la demanda nacional de crédito para vivienda de las familias de bajos recursos, operando un sistema de financiamiento acorde a su presupuesto y capacidad de crédito.

A lo largo de 23 años, el Fondo ha enfrentado diversos retos y transformaciones necesarias para atender las demandas de una población dinámica con necesidades crecientes y un contexto económico y político con nuevos retos y compromisos sociales, el cambio de mayor trascendencia como entidad de promoción y fomento financiero a la vivienda se presenta en el año 2001, cuando se determina por el Ejecutivo Federal su

migración hacia una Entidad Financiera de segundo piso, canalizando sus recursos a través de los Organismos Estatales de Vivienda e Instituciones Financieras Privadas.

El actuar como Entidad Financiera de segundo piso permitirá al Fondo:

- Potenciar nuevas y más amplias fuentes de recursos
- Multiplicar y mejorar la capacidad operativa y por ende las metas de vivienda
- Coordinar y conciliar acciones, programas y proyectos conjuntos e integrales.
- Significa también, una amplia coordinación con los Organismos Estatales de Vivienda, entidades de coordinación natural con FONHAPO para actuar como entidades financieras de primer piso.

FONHAPO a través de agentes operadores y Organismos Estatales de Vivienda atiende la demanda de financiamiento para mejorar, adquirir o construir Vivienda Social, de población preferentemente no asalariada, con ingresos individuales de hasta 2.5 veces el salario mínimo vigente en el D.F. ó familiares de hasta 4 veces el salario mínimo vigente en el D.F., mediante un sistema de crédito accesible que contribuya a la consolidación del patrimonio familiar.

1.1.1.5. Fondo de Operación y Financiamiento Bancario de Vivienda (FOVI)

Actualmente Sociedad Hipotecaria Federal (SHF).

El Fondo de Operación y Financiamiento Bancario de Vivienda (FOVI) es un Fideicomiso Público constituido en 1963 por el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y el Banco de México, el cual es administrado por la Sociedad Hipotecaria Federal, a partir del 26 de febrero de 2002.

Las funciones de SHF son promover y financiar la construcción de vivienda de interés social; otorgar apoyo financiero para la construcción de vivienda nueva y usada, así como la mejora de vivienda, con créditos a largo plazo para el adquirente de hasta el 90 por ciento del valor de la vivienda y créditos puente para los promotores de vivienda de hasta el 65 por ciento del valor de la vivienda dejando generalmente como garantía el terreno.

Asimismo, es importante apuntar que la Sociedad Hipotecaria Federal opera con intermediarios financieros, quienes pueden ser, en términos de su ley orgánica, instituciones de banca múltiple, instituciones de seguros, sociedades financieras de objeto limitado y fideicomisos de fomento económico que cuenten con la garantía del Gobierno Federal.

En lo que se refiere a la bursatilización de la cartera crediticia la SHF persigue canalizar ahorro privado interno al sector de la vivienda, abrir la posibilidad de ahorro privado interno, ayudar a la consolidar el sector financiero doméstico y la curva de rendimientos a largo plazo y dar viabilidad a las SOFOLES a resolver el problema actual de dependencia

financiera del Gobierno federal y la banca comercial para la obtención de altos volúmenes de financiamiento.¹⁸

1.1.1.6. Sociedades Financieras de Objeto Limitado (SOFOLAS).

En plena manifestación de la crisis económica, surgieron las SOFOLES (1994), dedicándose a proporcionar financiamiento para casas de interés social. Las SOFOLES hoy viven una etapa de fusionamiento y alianzas para fortalecer su capacidad financiera y de esta manera incursionan en otros nichos de mercado como el residencial medio. Actualmente las SOFOLES son instituciones con solvencia, credibilidad y garantía para el otorgamiento de créditos inmobiliarios.

Estas firmas financieras no bancarias nacen de de empresas comerciales que empiezan a financiar la venta de sus propios artículos, por lo que crean sociedades financieras a través de las cuales otorgan el financiamiento.

La actividad de las Sofoles está limitada al giro específico autorizado por la Secretaria de Hacienda y Crédito Publico (SHCP), deben contar con un capital no menor del 15 por ciento del que se determine como mínimo para las instituciones de banca múltiple; las Sofoles que no pertenezcan a un grupo financiero la ley del FOVI/SHF establece un índice de capitalización del 7.2. por ciento respecto a créditos que cuenten con garantía del FOVI y del 8 por ciento para el resto, este índice capital puede reducir hasta el 4.8. por ciento si

¹⁸ Presidencia de la Republica, *Tercer informe de gobierno escrito*, capítulo 1 Desarrollo humano y social, subcapítulo 1.7. Vivienda, subtema 1.7.1. Financiamiento de la oferta y la demanda de vivienda.

cumplen ciertos requisitos; estas no pueden captar recurso directos del público en forma directa, sus fuentes de fondeo son créditos bancarios y el mercado de valores, sus recursos líquidos deben invertirse en instrumentos de captación de unidades financieras o en instrumentos de deuda de fácil realización, sus criterios para reconocer un crédito vencido son iguales a los de los bancos comerciales.¹⁹

Actualmente en México existen 33 SOFOLES, de las cuales 17 son hipotecarias, Sin embargo derivado de algunas fusiones y adquisiciones, hoy en día hay 14 Sofoles hipotecarias activas. Es tal el crecimiento de estas instituciones que el financiamiento otorgado por cada una de las dos mas grandes SOFOLES, supero lo otorgado por toda la banca comercial. Hasta junio del 2003 las Sofoles Hipotecarias han otorgado en conjunto 336 mil 675 créditos y han financiado la construcción de mas de 600 mil viviendas, a sus casi nueve años de vida.²⁰

La operación de las Sofoles Hipotecarias es la siguiente:

1. La Sofol obtiene fondos de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) y/o de otras fuentes.
2. Con estos recursos, la Sofol extiende un crédito al desarrollador para la construcción de un proyecto habitacional. La Sofol financia hasta el 65 por ciento y el terreno se constituye como garantía.

¹⁹ México Business Group, Publicación Real Estate “La Guía Inmobiliaria de México” No. 3, México D.F., 2003, p.38. fuente Rafael Urquía & Juan Manuel Márquez, Sofoles, Banamex Citigroup, Junio de 2003.

²⁰ México Business Group, Publicación Real Estate “La Guía Inmobiliaria de México” No. 3, México D.F., 2003, p.37.

3. Una vez que se otorga el certificado de habitabilidad a las casas construidas, estas son vendidas. Los recursos para la adquisición generalmente provienen de créditos de Infonavit, aunque también pueden ser créditos de la Sofol (con recursos de la SHF) o cualquier otra fuente. A esta parte del proceso se le conoce como individualización del crédito puente.
4. El desarrollador le paga a la SOFOL.
5. La SOFOL le paga a la SHF o a su fuente de financiamiento.

Los créditos que otorgan estas sociedades financieras son de dos tipos; créditos puente, que se otorgan a desarrolladores para la construcción de conjuntos habitacionales y créditos individuales, para la compra de vivienda con una duración de 10 a 30 años y un monto financiado entre el 50 y 90 por ciento.

1.2. ¿Qué es el sistema Royal Building Systems de México (RBS)?

Los organismos nacionales de Vivienda, con la finalidad de mejorar la calidad, rapidez de ejecución de obra y disminución de costos en la vivienda se están utilizando innovaciones tecnológicas aplicadas a materiales o sistemas constructivos, dentro de estas innovaciones tecnológicas tenemos el sistema RBS el cual conoceremos adelante.

1.2.1. ¿Qué es un Sistema Constructivo?

Un Sistema Constructivo es la suma de instrumentos, insumos, procedimientos y técnicas empleadas para realizar la construcción en este caso de una vivienda.

El sistema constructivo está compuesto por cuatro subsistemas constructivos, el primero se refiere a la "cimentación" o sub-estructura; el segundo es la "estructura" que son los encargados de transmitir a la cimentación las distintas cargas a las que se somete la vivienda, estos comprenden los muros de carga, vigas, columnas y los entrepisos; el tercero es el "envolvente" encargado de proporcionar la cubierta a la vivienda, lo comprende la techumbre y las fachadas; y el cuarto es el "equipamiento" este se refiere a las instalaciones con las que cuenta la vivienda como pueden ser instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, aire acondicionado entre otras.

De acuerdo con la mano de obra y el origen de los insumos clasificamos los sistemas constructivos en: sistemas tradicionales, industrializados y mixtos.

En sistemas *los tradicionales*, se utilizan materiales de producción local con deficiente control de calidad lo que propicia desperdicios en obra empleando una abundante mano de obra no especializada con herramienta elemental, realizando la mayoría de las operaciones de edificación en la obra de forma manual.

Los industrializados, son los subsistemas constructivos que se fabrican en talleres, fabricas o plantas, cuentan con un mayor control de calidad al utilizar mano de obra especializada.

Los mixtos, en estos se cambian la utilización de la mano de obra en alto porcentaje y de subsistemas prefabricados, se aprovecha la destreza artesanal de los trabajadores de la construcción apoyándose en el uso de equipo y herramienta simple, en ocasiones se utiliza personal capacitado.

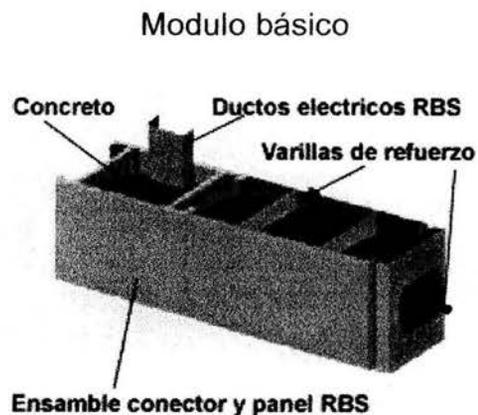
1.2.2. Sistema Constructivo Royal Building Systems (RBS).

Royal Group Technologies LTD (RGT) de Toronto, Canadá es una empresa extrusora de productos de PVC, cuenta desde 1991 con una base en México denominada Royal Group de México S.A. de C.V. la cual fabrica y comercializa desde 1995 un innovador sistema constructivo a base de polímeros reforzados (PVC) para la construcción de viviendas, edificios, oficinas, escuelas y aulas, hospitales y clínicas, plantas industriales, almacenes, hoteles, módulos turísticos, etc., conocido como Royal Building Systems (RBS).

El sistema constructivo RBS es un nuevo concepto de tecnología en construcción, consiste en elementos extruidos usando formulaciones especiales a base de PVC, se compone principalmente por una "serie de paneles y conectores ensamblados entre si por un sistema de machi-hembrado formando paredes exteriores e interiores ²¹ que son rellenas de concreto, poliuretano o vacías para formar muros (Fig. 1).

Los muros RBS son reforzados con barras de acero (varillas) horizontales y verticales (según requerimiento de cada proyecto) para dar como resultado un producto de gran fortaleza.

Figura 1. Sistema RBS.



Fuente: Presentación en CD. "Royal Building Systems de México S.A. de C.V.." *soluciones constructivas para un mundo mejor* Versión 1.0, 2001.

²¹ Building Systems, Royal., de la presentación en CD "soluciones constructivas para un mundo mejor" *capitulo Sistema RBS*, Royal Building Systems de México S.A. de C.V. Versión 1.0, 2001.

Existen dos modalidades del sistema de Muros RBS el denominado Muro RBS 100 mm y el de 64 m; refiriéndose en los dos casos al ancho del muro.

| Sistema de Muros | Espesor de la Pared a Paños (mm) | |
|-------------------------|---|-------------------|
| | exteriores | interiores |
| RBS 100 | 100 | 95 |
| RBS 64 | 64 | 60 |

Tabla 1.1. Modalidades para muros RBS

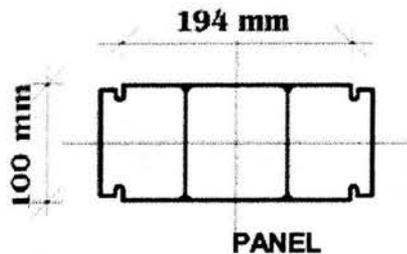
Este sistema también es utilizado de igual manera en techumbre pero en este caso es en vacío pudiéndose utilizar algún tipo de aislante térmico según los requerimientos de la zona, cabe mencionar que esta techumbre sólo funciona como losa tapa y no como losa de entrepiso.

1.2.2.1. Piezas básicas del sistema RBS.

Los elementos básicos que componen este sistema de machi-hembrado son:

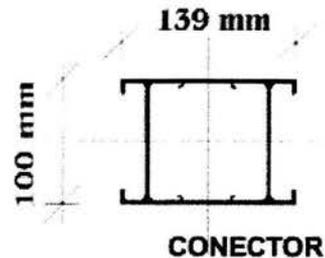
- Panel (hembra) de sección rectangular total de 232 mm x 100 mm, con una cara visible de 194 mm (Fig. 2).
- Conector (macho) de sección rectangular de 139 mm x 100 mm, con una cara visible de 139 mm (Fig. 3), es la pieza clave de la modulación. A partir de éste se localizarán puertas y ventanas, igualmente es en el conector donde se podrá rematar un muro o formar una esquina o un crucero.

Figura 2 & 3 Panel 100 mm & Conector 100 mm.



sección rectangular de 232 mm por 100 mm
194 mm de cara visible

Figura 2



sección de 139 mm por 100 mm.
139 mm de cara visible

Figura 3

Fuente: Presentación en CD. "Royal Building Systems de México S.A. de C.V.." *soluciones constructivas para un mundo mejor* Versión 1.0, 2001.

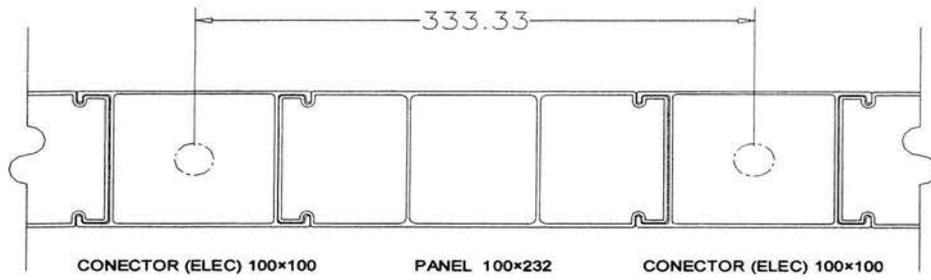
Ambas piezas (panel – conector) se fabrican a la longitud (altura) requerida por cada proyecto de hasta 12 metros. La unión de un panel con un conector nos proporciona un módulo de 333 mm (1/3 de metro) por 100 mm de ancho lo que facilita el diseño de adecuarlo al sistema métrico decimal,²² a este despiece se le denomina Modulo Básico (Fig. 4).

²² obtenido de la siguiente dirección electrónica:

http://www.rgm.com.mx/royal-building_systems/sistema_rbs/modbasic.htm,

Royal Group México S.A. de C.V., 2001

Figura 4. Modulo Básico.



Fuente: Presentación en CD. "Royal Building Systems de México S.A. de C.V. "Soluciones *constructivas para un mundo mejor*" Versión 1.0, 2001.

1.3. Comportamiento del Material RBS.

1.3.1. ¿Qué es el PVC?

El policloruro de vinilo (Fig. 5), es el plástico que en la ferretería se conoce como PVC, es un polímero plástico producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a su vez derivado de cloro y etileno

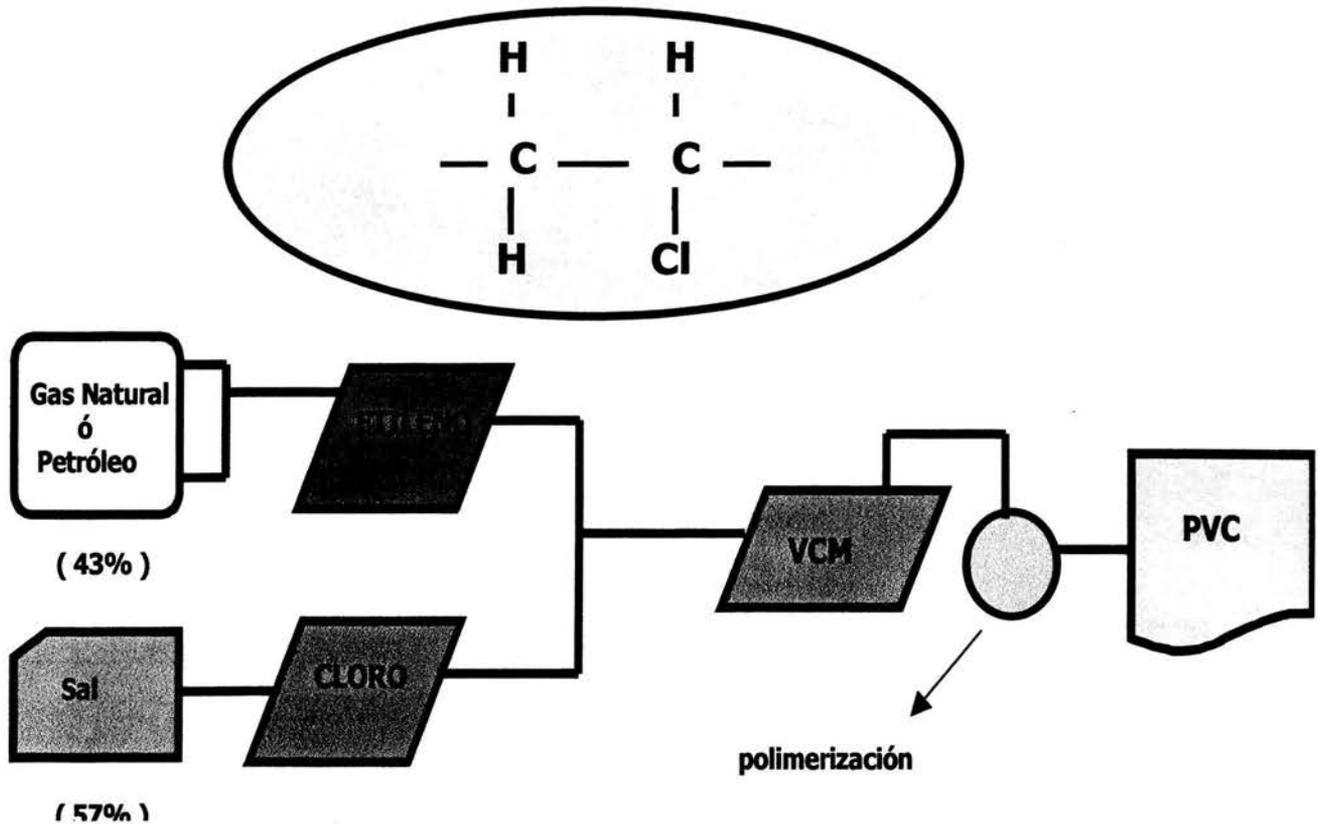
El PVC es un polímero de variado empleo en el mundo de los plásticos, siendo su mayor aplicación en productos destinados a la construcción²³.

El PVC es útil porque resiste dos elementos que se contraponen: fuego y agua; el PVC presenta resistencia a la llama, porque contiene cloro, cuando se intenta quemar el PVC, los átomos de cloro son liberados, inhibiendo la combustión.

Al mezclarse con otros ingredientes el PVC forma una gran variedad de compuestos rígidos y flexibles, que son materia prima para la elaboración de un gran número de artículos, mediante la mezcla o formulación del PVC con otros aditivos, el PVC adquiere características especiales que es el caso del Royal Building Systems.

²³ obtenido de la siguiente dirección electrónica:http://www.rgm.com.mx/royalbuilding_systems/que_pvc.htm, Royal Group México S.A. de C.V., 2001

Figura 5. Policloruro de Vinilo.

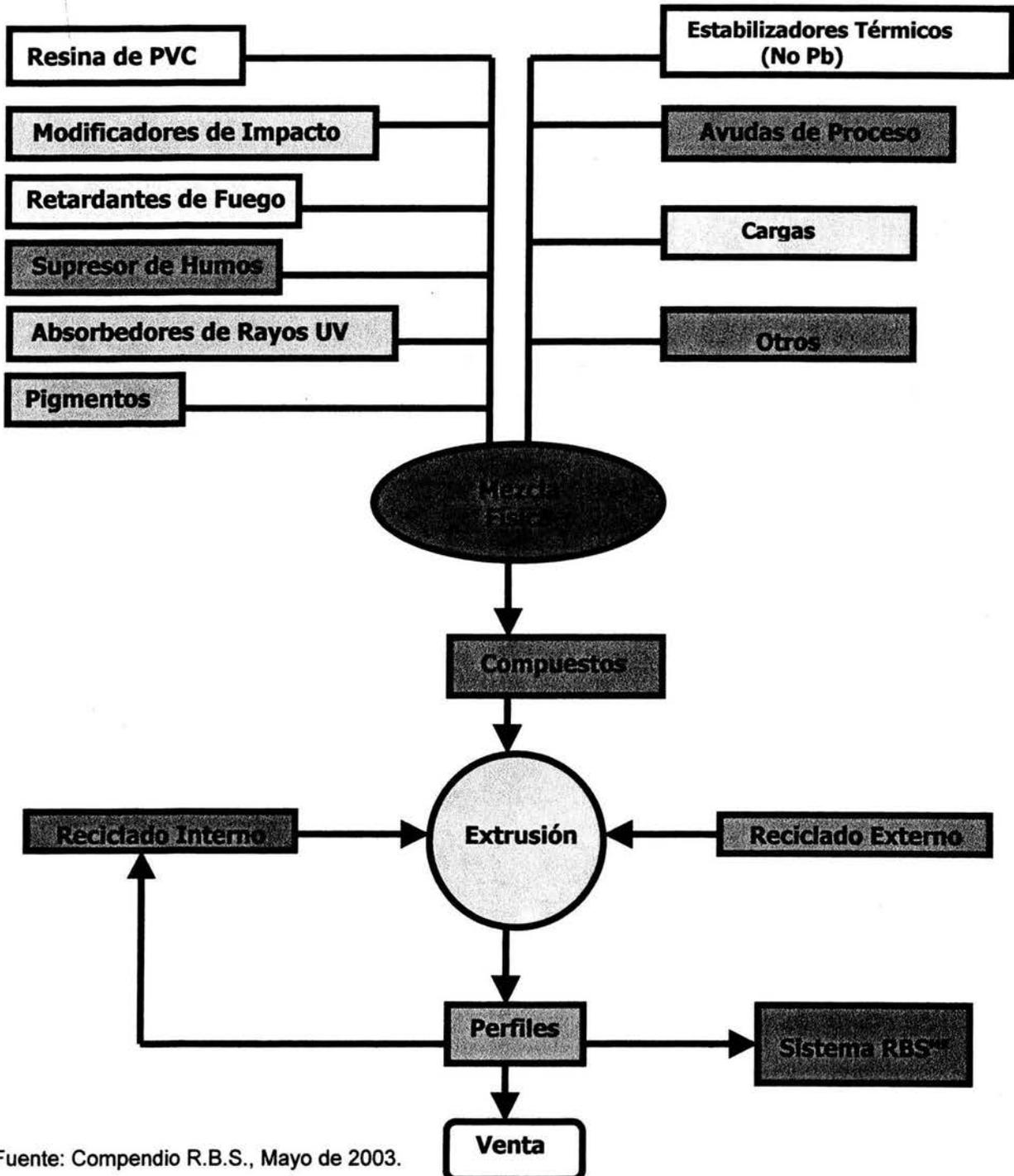


Fuente: Compendio R.B.S., Mayo de 2003.

El principal material utilizado en el diseño del Sistema Royal Building es Royalloytm B que es un material compuesto de polímero rígido (base de cloruro de polivinilo) que ha sido específicamente mezclado para producir una serie única de propiedades convenientes para tener la capacidad de soportar cambios climáticos y el rendimiento del Sistema Royal Building. Químicamente, Royalloytm B es una composición compleja de resina de cloruro de polivinilo, modificadores de acrílico, ceras, lubricantes, estabilizadores de estaño, protectores de rayos ultravioleta, y supresores de humo y llamas.

El proceso de obtención de compuestos rígidos de pvc, presentado por R.B.S. se presenta en la figura 6:

Figura 6. Obtención de compuestos rígidos RBS.



Fuente: Compendio R.B.S., Mayo de 2003.

1.3.2. Concreto.

El material más utilizado en el diseño del Sistema Royal Building, es el concreto. El concreto compone más del 90% (por masa y volumen) de las paredes de los muros RBS.²⁴

El concreto recomendable para relleno en MUROS RBS se sugiere en dos modalidades, con el uso de aditivos superfluidificantes a razón de 7 ml/kg de cemento y relación [CEM: ARE: GRA:] [1: 6.3: 3.3] con revenimiento mínimo entre 18-22 cm, TMA 10 mm 66% arena y 34% grava en agregados, se recomienda utilizar arena de mina (con alto contenido de finos) que pase por la malla 100 más del 20% de la arena.

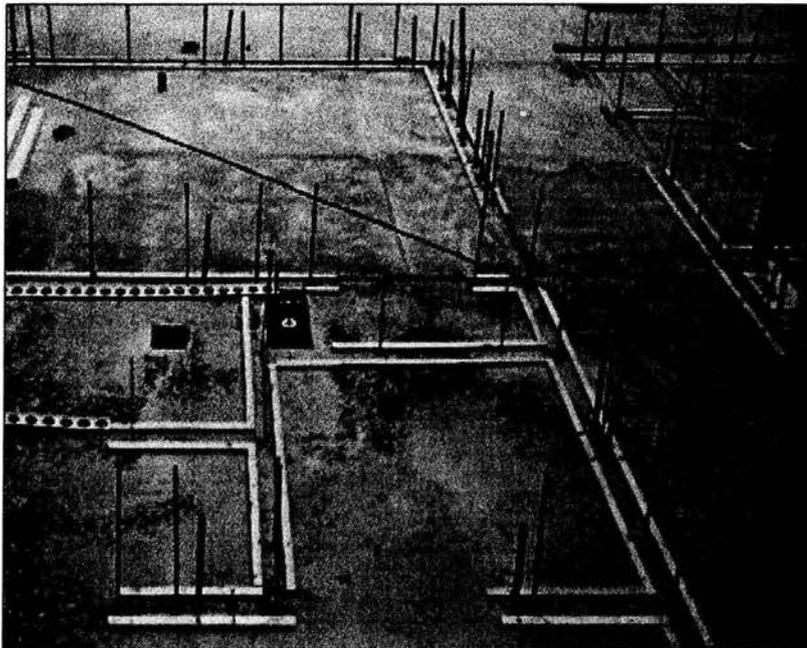
En caso de no contar con aditivos por razón de elaboración del concreto en obra, se puede usar directamente la siguiente relación [CEM: ARE: GRA:] [1: 5.3: 3.0] con revenimiento mínimo entre 18-22 cm, TMA 10 mm 56% arena y 44% grava en agregados, recomendando usar arena de mina (esto es con alto contenido de finos) que pasen por la malla 100 más del 20% de la arena. En ambos casos se consideró un peso volumétrico en arena = 1630 Kg/m³ y para la grava = 1400 Kg/m³ . Si fuera el caso de no contar con ARENA FINA sustituir el 20 % del volumen de la misma con ceniza volcánica (puzolanas).

²⁴ Building systems, Royal, *Guía técnica Versión 2.0*, Royal Group México S.A. de C.V., 2002

1.3.3. Acero de Refuerzo.

El anclaje del muro RBS a la losa de cimentación se hace mediante barras de acero (varillas) que han quedado previamente ahogadas en el concreto y sobresalen del nivel de losa (Fig. 7). La frecuencia y diámetro de estas varillas está determinado por el cálculo estructural, se recomienda un frecuencia @ 333 mm ó @ 666 mm a partir del eje, deben situarse estas barras de acero (varillas) a lo que correspondería el centro de conector

Figura 7. Anclaje de muro RBS a cimentación.



Fuente: Presentación en CD. "Royal Building Systems de México S.A. de C.V.." *soluciones constructivas para un mundo mejor* Versión 1.0, 2001.

El acero recomendable por RBS será $f'y= 6000 \text{ Kg/cm}^2$ (alta resistencia) (Fig. 8) donde pueda conseguirse ó en caso contrario usar acero Normal $f_y 4200 \text{ Kg/cm}^2$. Debido a que es considerable el ahorro en tiempo de habilitado y manejo, por usar menores diámetros que el 3/8" , facilita también al momento del colado con concreto el correcto acomodo en todo el volumen interno; desde la base hasta la corona del muro RBS²⁵.

La distribución podrá realizarse según sea el caso de manera que sean transmitidos los posibles esfuerzos en flexión y cortante del muro hacia la cimentación, dependiendo del cortante total y momento de volteo correspondiente a cada muro la cantidad $A_s [\text{cm}^2]$ en los extremos del mismo y equidistantes a lo largo del mismo, debiendo cumplir disposiciones mínimas marcadas en Reglamento de Construcción para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias (NTC) correspondientes.

Se recomienda que el refuerzo vertical sea desde la base hasta la corona del muro RBS penetrando en la cimentación lo que sea necesario de acuerdo a demanda local por flexión y cortante de cada muro resistente equi-espaciadas en muro RBS 100: a cada 666 mm; y por refuerzo horizontal varillas a 200 mm de la base y corona de muro y a cada 1200 mm sección intermedia, cubriendo con esto los porcentajes mínimos requeridos de acero de refuerzo por Normas Técnicas Concreto y NTC Mampostería reforzada interiormente.

²⁵Alvarado, Manuel, Gerente área técnica RBS, *Guía técnica* , Royal Group México S.A. de C.V., 2003

1.4. Otros sistemas constructivos comparados con RBS.

1.4.1. Sistema constructivo FORSA.

El sistema de cimbras de aluminio Forsa es utilizado para la construcción de viviendas, hoteles, edificios. Ofrecen adaptarse a las especificaciones de cada diseño y diversos estilos de fachadas, ventanas, escaleras y techos con una durabilidad de su encofrado de 1000 usos.²⁶

El sistema Forsa para muros de concreto permite vaciar losas y muros en una sola operación, proporcionando una estructura monolítica,²⁷ dejando un acabado en concreto listo para aplicar pintura.

Los muros de concreto son reforzados interiormente con malla electrosoldada (según especificaciones del cálculo estructural), dejando ahogadas las instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas.

Pagina Web: <http://www.forsa.com.co>

²⁶ información obtenida de tríptico, *La forma mas productiva de construcción*, Formaletas S.A. de C.V., México D.F. Octubre de 2003.

²⁷ IBIDEM

1.4.2. Sistema modular de Cimbra Steel –Ply.

Es un sistema de paneles que funcionan como cimbra para colado de muros de concreto armado, parapetos, guarniciones, vigas y columnas circulares; ofreciendo 75 tamaños de panel utilizando tanto el sistema métrico como el inglés.

El marco de la cimbra es de acero de alto carbono con esquinas reforzadas, refuerzos verticales y madera contrachapada de ½” proporcionando, esta última, hasta 300 usos.²⁸

El sistema ofrece un rápido y fácil manejo, alineamiento y plomeo de los paneles, así como un sistema de apuntalamiento metálico extensible (pie derecho).

Pagina Web: <http://www.construidea.com>

1.4.3. Sistema cimbra modular Constru-Ply.

Es un sistema de cimbra modular que cuenta con 84 tamaños de paneles con una altura máxima de 2.40 m fabricados con bastidor de acero y una cara de triplay de ½”, contando con los accesorios necesarios para los cerramientos de puertas como de ventanas.²⁹

²⁸ información obtenida de tríptico, *Sistema modular de cimbras*, Tecnología en cimbras S.A. de C.V., México D.F. Octubre de 2003.

²⁹ información obtenida de tríptico, *Sistema de cimbra modular aplicado a colado monolítico*, Construidea S.A. de C.V., México D.F. Octubre de 2003.

Los paneles pueden ser usados horizontales o verticales así como sus aditamentos, recomendando solo usar como herramienta un martillo de uña.

Como aditamentos para alinear y plomear la cimbra presentan tirantes planos y de alambre, tirantes cortos roscados, cuña estándar como herraje de conexión y barrote alineador. Como apuntalamiento cuentan con pies derechos para alturas de 2.75 m hasta 4.05 m.

Pagina Web: <http://www.construidea.com>

1.4.4. Sistema MECANO.

Es un sistema de moldes de cimbra metálica para construcciones monolíticas.³⁰ puede ser utilizado como un sistema constructivo en serie.

Este sistema es para colar muros, losas y escaleras de concreto adaptándose al diseño especificado.

Pagina Web: <http://www.mecano.com.mx>

³⁰ información obtenida de tríptico , *El molde total*, Construídea S.A. de C.V., México D.F. Octubre de 2003.

1.4.5. Sistema CIMBRAMEX.

Cimbramex cuenta con el sistema de marcos metálicos y el sistema de marcos de aluminio, este último es el nuevo lanzamiento de cimbramex siendo más ligero.³¹

El panel cimbramex está formado por un marco metálico (hasta 1500 usos) al cual se remacha una hoja de triplay tratada (100 usos aprox.) que en conjunto pesa 30 kg. aproximadamente y se apoya de accesorios como canales de ajuste, esquineros exteriores, esquineros interiores, puntales de plomeo (pie derecho de 1.6 m hasta 2.6 m), perfil de alineamiento, cines, cerrojos, cuñas, fundas y tirantes (estos absorben la carga transmitida por el concreto y garantizan el espesor exacto de los muros) para el correcto funcionamiento del sistema dando un acabado aparente al muro de concreto.

Cimbramex ofrece dentro de sus servicios la modulación de planos de acuerdo al proyecto requerido, rehabilitado de equipo adquirido en los talleres de la empresa, asesoría técnica por parte del personal capacitado en el sistema y fletes para la entrega de el equipo.

Página Web: <http://www.cimbramex.com>

³¹ información obtenida de tríptico , *Sistema de cimbra para vivienda*, CIMBRAMEX, México, Octubre de 2003.

CONCLUSIONES.

Se sabe que el crecimiento económico e industrial de una ciudad, trae consigo beneficios y algunos problemas como el de cubrir la necesidad de vivienda a sus habitantes.

En las grandes ciudades la posibilidad de mejorar la calidad de vida de una persona o familia es uno de los motivos por el cual se emigra a ellas, trayendo como consecuencia su sobrepoblación.

Para solucionar este problema se crearon los principales organismos nacionales de vivienda, entre estos se encuentra el INFONAVIT, FOVISSSTE, FOVI / SHF y FONHAPO los cuales hasta la fecha se han encargado en mayor o menor forma de cubrir el déficit habitacional financiando y/o otorgando créditos para la adquisición de vivienda nueva y usada, construcción en terreno propio, mejoramiento de vivienda. En la actualidad se han fortalecido los organismos de vivienda y se ha impulsado la participación de intermediarios financieros como las Sociedades Financieras de Objeto Limitado (SOFOL) para la producción y financiamiento de viviendas.

Como sabemos SEDESOL marca los lineamientos de la política de vivienda elaborando programas y mecanismos para cubrir el déficit actual de vivienda, uno de sus mecanismos es utilizar nuevos sistemas constructivos para abatir tiempos y costos.

Los distintos promotores dedicados a la construcción de vivienda se han encargado de utilizar nuevos materiales, técnicas y sistemas constructivos para obtener beneficios económicos y de tiempo de entrega de la construcción de vivienda. Dentro de estos sistemas se encuentra el denominado Royal Building Systems (RBS) que de acuerdo a las necesidades del proyecto puede ser una de las posibles soluciones para contribuir con la satisfacción de la necesidad de vivienda.

De acuerdo con la información en este primer capítulo, se concluye que los sistemas industrializados para la edificación de vivienda sí son de ayuda para abatir los costos y tiempos en la ejecución de la obra, por lo que se pueden reducir los costos de venta de las viviendas para que se pueda tener acceso a ellas.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Lizárraga Gaudry, Ignacio Martín, **Seminario Taller Extracurricular “Proyecto y Construcción de Unidades Habitacionales”** Modulo III “Planeación de la Vivienda en México”, UNAM, México 30 septiembre 2003.
2. Fox Quezada, Vicente, *Revista Mexicana de la Construcción*, México, Diciembre de 2002.
3. Secretaria de Desarrollo Social, “Resumen ejecutivo del Programa sectorial de vivienda 2001-2006”, Introducción “Congruencia con el plan Nacional de Desarrollo”, Primera edición, México D.F. 2001.
4. Ortega Cedillo, Alejandro., “La Vivienda Popular en la ciudad de México (1876-1920)”, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, 1ª. Edición, México 1995.
5. Jaramillo, Samuel. “El Precio del Suelo Urbano y la Naturaleza de sus Componentes”, UNAM F.A. Div. Estudios de Posgrado, México 1987.
6. “Programa Financiero de Vivienda”, BNHOPSA. Méx. 1964.
7. Información tomada del libro de la ciudad de México visión 2020, “Estudio de mercado Caso Cd. de México”, México 1998.
8. “Art. 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”, (5 de febrero de 1917).
9. Presidencia de la Republica, “Tercer informe de gobierno escrito”, capítulo 1 Desarrollo humano y social, subcapítulo 1.7. Vivienda.
10. México Business Group, Publicación Real Estate “La Guía Inmobiliaria de México” No. 3, México D.F., 2003, fuente Rafael Urquía & Juan Manuel Márquez, Sofoles, Banamex Citigroup, Junio de 2003.
11. Building Systems, Royal., de la presentación en CD “soluciones constructivas para un mundo mejor”, Royal Building Systems de México S.A. de C.V. Versión 1.0, 2001.
12. “Compendio R.B.S.”, Royal Group México S.A. de C.V, Mayo de 2003.
13. Building systems, Royal, “Guía técnica Versión 2.0”, Royal Group México S.A. de C.V., 2002

14. Tríptico, “La forma mas productiva de construcción”, Formaletas S.A. de C.V., México D.F. Octubre de 2003.
15. Tríptico, “Sistema modular de cimbras”, Tecnología en cimbras S.A. de C.V., México D.F. Octubre de 2003.
16. Tríptico, “El molde total”, Construidea S.A. de C.V., México D.F. Octubre de 2003.
17. Tríptico, “Sistema de cimbra para vivienda”, CIMBRAMEX, México, Octubre de 2003.

Paginas Web:

1. <http://www.rgm.com.mx>, Royal Group México S.A. de C.V., 2001
2. <http://cddhcu.gob.mx/cronicas57/contenido/cont13/masalla3.htm>, México, 2003. De pablo Sema, Luis, **“La política de la vivienda en México”**

CAPÍTULO 2

EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDAS CON EL SISTEMA R.B.S.

Objetivo:

Analizar paso a paso el proceso constructivo de viviendas con el sistema constructivo RBS.

CAPÍTULO 2. EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDAS CON EL SISTEMA R.B.S.

2.1. Particularidades del proyecto en estudio.

2.1.1. Ubicación del Proyecto.

La edificación de viviendas del conjunto Habitacional Villas del Álamo "San Cristóbal" está ubicado en el estado de Hidalgo (Fig. 1), su capital Pachuca de Soto se encuentra a 94 Km. de la Ciudad de México su clima es templado seco con un promedio anual de 15 grados centígrados de temperatura, durante gran parte del año predominan fuertes vientos del noroeste que alcanzan velocidades de hasta 75 km/h motivo por el cual se conoce como "la bella airosa"; Pachuca es un importante centro minero, además de contar con numerosas industrias como la de partes automotrices, artículos refractarios, herramienta y equipo minero.

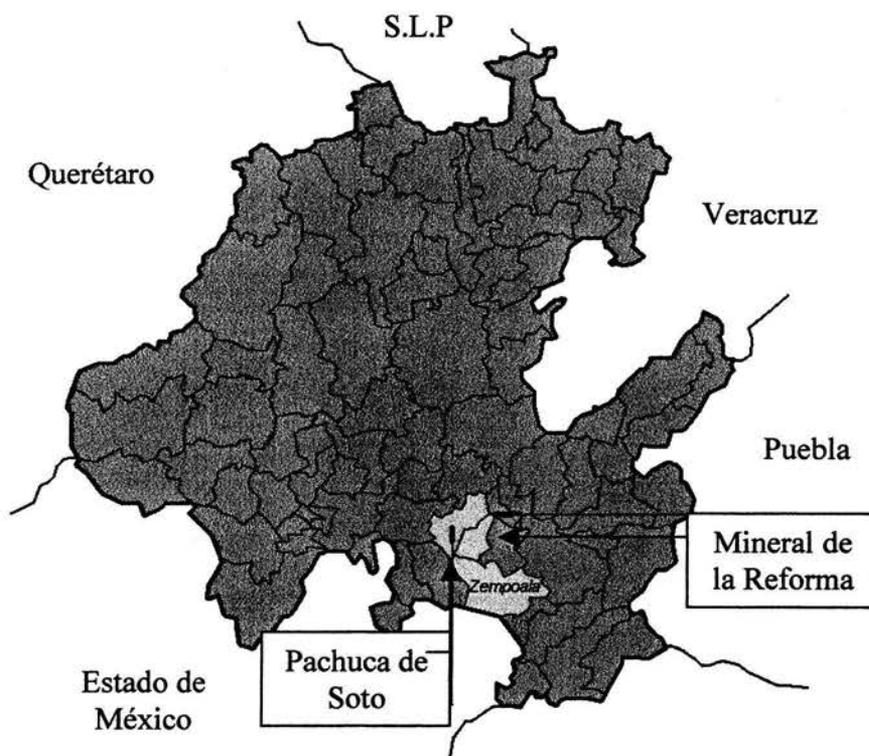
Figura 1. Estado de Hidalgo.



Fuente: <http://www.inegi.gob.mx>

Se está desarrollando el proyecto en el Municipio Mineral de la Reforma (Fig. 2) el cual se encuentra aproximadamente a 20 Km. de Pachuca de Soto , presenta una superficie de 109 Km², con una población al año 2000 de 42,219 habitantes.

Figura 2. Estado de Hidalgo "Ubicación del Municipio Mineral de la Reforma"



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), <http://www.inegi.gob.mx>

2.1.2. Tipos de créditos aceptados en el fraccionamiento.

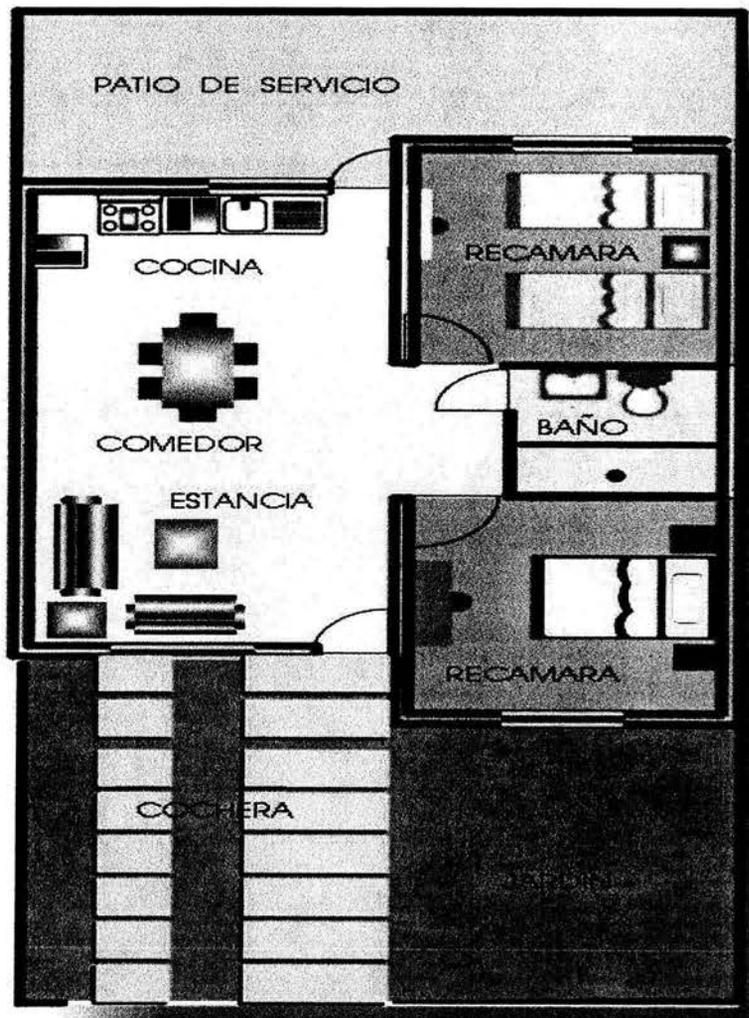
Para adquirir una vivienda en el conjunto Habitacional Villas del Álamo "San Cristóbal" se efectúan las ventas pagándose al contado o con algún crédito de instituciones como INFONAVIT, FOVI/SHF Y FOVISSSTE.

2.1.3. Tipos de Vivienda.

Para este proyecto se están construyendo tres tipos de vivienda en terrenos de 105 m² cada, las cuales clasificamos de la siguiente manera:

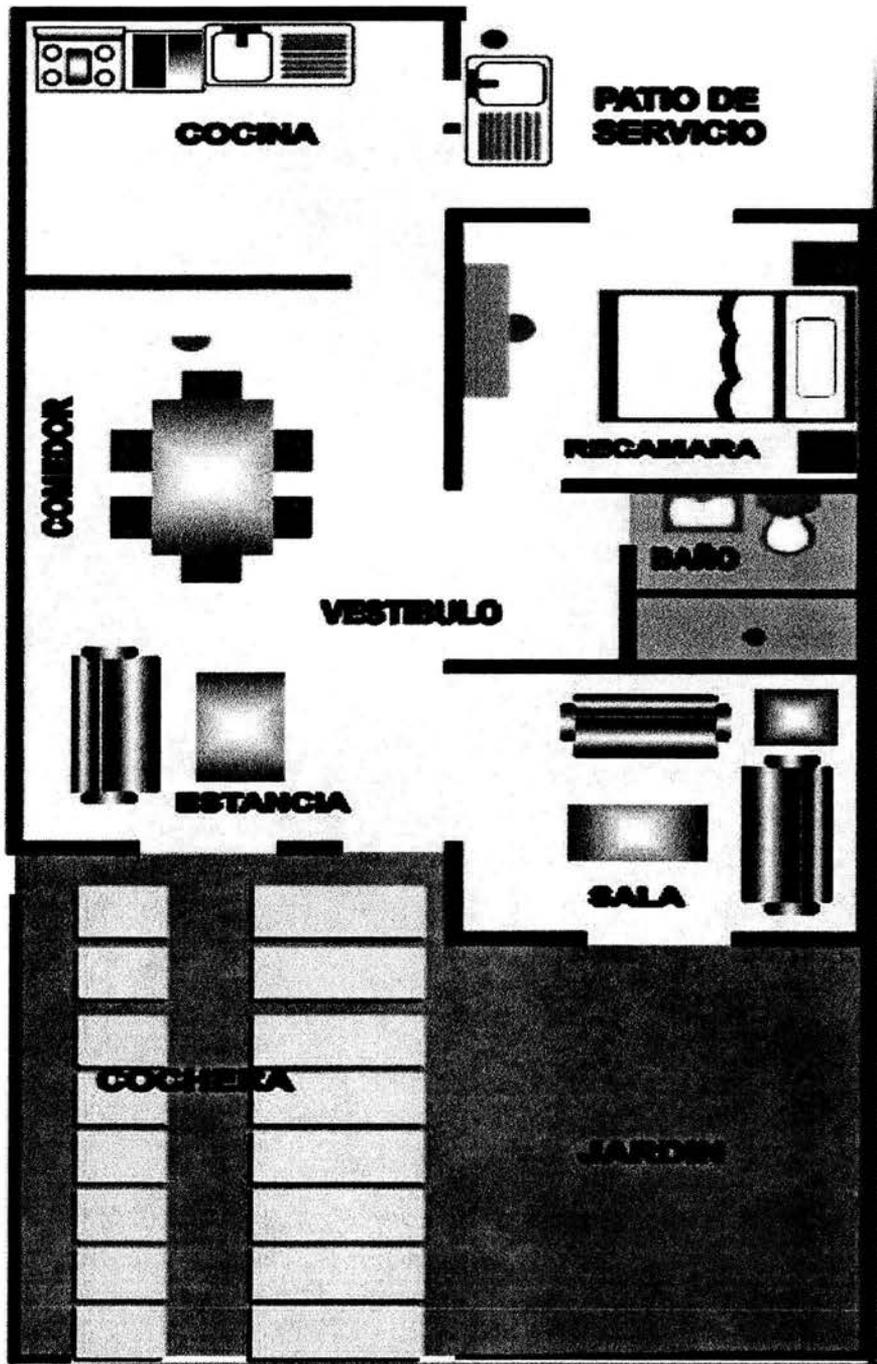
- a. Casa Cometa de un nivel con 50 m² de construcción y un costo de \$168, 000 (Fig. 3).

Figura 3. Casa Cometa



- b. Casa Galaxia de un nivel con 61 m² de construcción y un costo de \$ 205, 000 (Fig. 4).

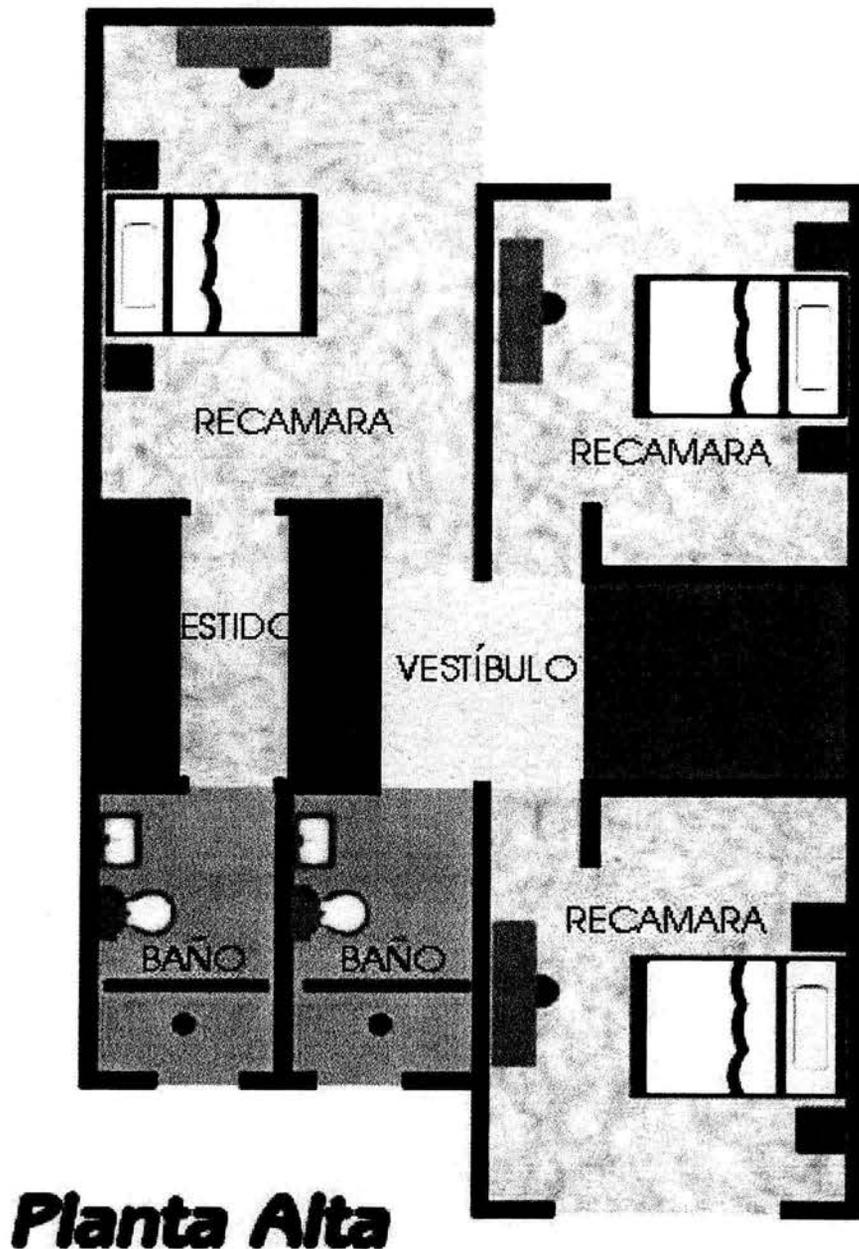
Figura 4. Casa Galaxia



Fuente: www.villasdelalamo.com.mx

- c. Casa Constelación de dos niveles con 144 m² construidos y un costo de \$375,000 pesos. La planta baja de esta vivienda es la casa galaxia mostrada en la figura anterior (Fig. 5).

Figura 5. Casa Constelación P.A.



2.2. Recursos Materiales y Humanos.

2.2.1. Recursos Materiales.

2.2.1.1. Piezas Básicas.

A continuación se mencionan las piezas más utilizadas para armar muros RBS en donde con un gráfico se simboliza la pieza dándole un nombre, medida y clave utilizada para identificar la pieza (Fig. 6).

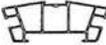
Fig. 6. Piezas RBS más utilizadas para ensamblar muros RBS.

| SIMBOLO | COMPONENTE/DIMENSION | NUMERO DE PARTE |
|---|---|-----------------|
|  | CONECTOR RECTO ELECTRICO (100 MM X 100 MM) | BAHX-XXXX-AA |
|  | CONECTOR 3 VIAS (100 MM X 100 MM) | BBHX-XXXX-AA |
|  | CONECTOR DE ESQUINA (100 MM X 100 MM) | BCHX-XXXX-AA |
|  | EXTREMO DE CONECTOR (100 MM X 100 MM) | BDHX-XXXX-AA |
|  | CONECTOR 4 VIAS (100 MM X 100 MM) | BEHX-XXXX-AA |
|  | CONECTOR ESTRECHO (100 MM X 45 MM) | XXXXX-XXXX-AA |
|  | PANEL 100 X 232 | PAHX-XXXX-AA |
|  | PANEL ESTRECHO 100 X 93 | XXXXX-XXXX-AA |

Fuente: Compendio R.B.S. Mayo 2003

En la figura 7 se representan las piezas utilizadas para ensamblar techumbre con el sistema RBS.

Fig.7. Piezas RBS para techumbre.

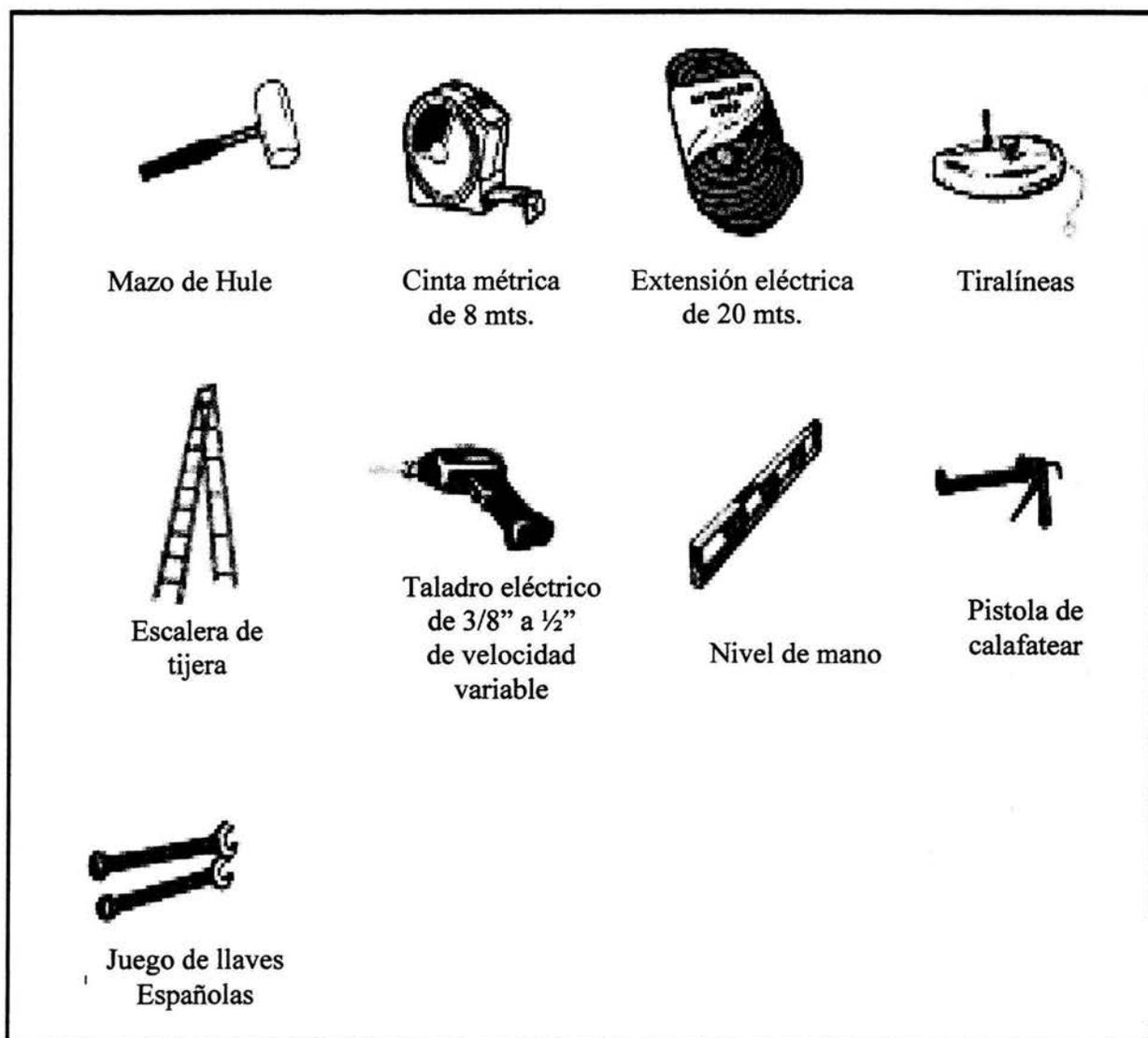
| SIMBOLO | COMPONENTE/DIMENSION | NUMERO DE PARTE |
|---|------------------------|-----------------|
|  | TAPA DE CUMBRERA | RHF-XXXX-AA |
|  | TAPA INCLINADA DE MURO | SHB-XXXX-AA |
|  | TAPA PLANA DE MURO | FHB-XXXX-AA |
|  | FACIA DE ALERO | XXXXXX-XXXX-AA |
|  | FACIA DE ALERO | XXXXXX-XXXX-AA |
|  | ARRANQUE | XXXXXX-XXXX-AA |
|  | TAPA DE CUMBRERA | RVCB-XXXX-AA |
|  | MARCO AZTECA | RMA-XXXX-AA |

Fuente: Compendio R.B.S. Mayo 2003

2.2.1.2. Herramienta recomendada.

Para el correcto funcionamiento del sistema RBS, se recomienda utilizar el siguiente tipo de herramienta (Fig. 8).

Fig. 8. Herramienta recomendada.



Fuente: Compendio R.B.S. "Carpetas Negras" 2004.

2.2.2. Recursos Humanos.

Como un servicio que Royal Building Systems de México, S.A. de C.V. otorga a sus clientes e interesados en conocer el sistema, se imparten cursos de capacitación para adentrarlos a éste y conocer las bondades que ofrece¹.

R.B.S. cuenta con los departamentos de ingeniería, costos, proyectos especiales, diseño, construcción y supervisión que tienen como función principal atender las necesidades y mejoras continuas del sistema, aplicados a las necesidades de cada proyecto. Estos departamentos se complementan para obtener un buen resultado en cada proyecto.

Como una atención a sus clientes el departamento de supervisión mantiene una residencia en cada obra que utilice este sistema, con un profesional en la construcción ya sea un Arquitecto o un Ingeniero Civil, y técnicos RBS que apoyan a la mano de obra de la constructora en la ejecución del sistema.

¹ Compendio RBS, Capítulo 4 “Sobre la construcción”, mayo, 2003.

2.3. Proceso Constructivo.

En el conjunto Habitacional Villas del Álamo "San Cristóbal" solamente se está utilizando el sistema R.B.S. para el levantamiento de muros; para complementar el tema se mencionará el proceso de colocación de techumbre.

La vivienda utilizada para este reporte es el modelo de dos niveles "Casa Constelación". Con el propósito de ayudar al cliente para el correcto funcionamiento del sistema RBS, entrega al cliente una *Carpeta Negra* la cual viene etiquetada con la descripción y número de proyecto para su identificación, esta misma contiene en su interior diferentes planillas y planos que le servirán de guía al constructor, las carpetas negras del Conjunto Habitacional Villas del Álamo contienen lo siguiente:

- a. Lista de planos, describe un listado de los diferentes planos que incluye esta carpeta negra, asimismo indica el número de cotización del cliente, los m^2 de muros y techo R.B.S. que se utilizarán en esta vivienda así como los m^3 de concreto utilizados para rellenar los muros R.B.S.
- b. Plano arquitectónico, planta arquitectónica del proyecto P.B. o P.A. según sea el caso.
- c. Planilla de vanos, indica los tipos, mediadas, tamaños de vanos y ubicación de puertas y ventanas del proyecto.
- d. Esquemas de muros parte I y II, estos se describen gráficamente acompañado de una clave la ubicación de las diferentes piezas utilizadas para el armado de muros.

- e. Esquema de marcos & conductos de electricidad, describe la ubicación de marcos de puertas, ventanas y conductos de electricidad.

El siguiente listado de planos se utiliza para viviendas que manejan el sistema de techumbre RBS, es necesario recordar que en este conjunto habitacional no se está utilizando el sistema de techumbre, por lo que se complementará este trabajo mencionando el sistema de techumbre RBS.

- f. Tapas plana de vigas y muros, describe la ubicación, medida y tipo de tapa utilizada para recibir techumbre.
- g. Plataforma de techo, describe la ubicación, medida y tipo de piezas utilizadas para la colocación de techumbre.
- h. Planta de techo, es una planta arquitectónica del techo que incluye la ubicación, medida y tipo de piezas utilizadas para cerrar los aleros y cumbrera del techo.
- i. Plano de moldura de cielorraso, describe la ubicación, medida y tipo de molduras de muros y techo

2.3.1. Envío de material R.B.S. y almacenamiento.

RBS cuenta con una planta en el puerto industrial de Altamira, Tamaulipas (con una superficie de construcción de 22,000 m²) de donde se fabrica y se envía el material para los distintos proyectos en México. Este material se embarca en contenedores transportados por autocamiones, el material se clasifica en piezas largas, módulos,

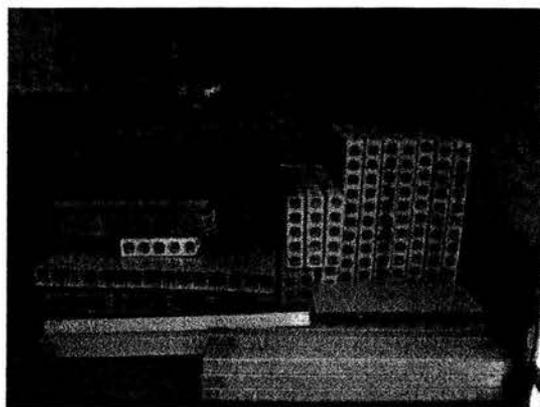
paquetes, puertas y ventanas de acuerdo el tipo de pieza y su longitud, esto para facilitar las maniobras en el momento de descargarlo en obra.

Se recomienda bajar y clasificar al mismo tiempo el material cerca del área en donde se va a ocupar, además estibar las piezas largas (paneles y conectores) sobre las caras troqueladas (de canto) sobre polines o barrotes para evitar el contacto directo con el suelo, la estiba máxima será de 20 camas.

El material también llega en módulos, los módulos son paneles y conectores que se mandan preensamblados, usualmente son dinteles y antepechos. En proyectos grandes y repetitivos los muros pueden ser enviados igualmente, preensamblados (Fig.9).

Los paquetes son conjuntos de marcos, molduras, ductos, misceláneos, etc. Los paquetes cerrados contienen misceláneos o anclajes y por último se recomienda que las puertas y ventanas se almacenen en donde no sufran daños.

Fig. 9. Material RBS clasificado en contenedor.



Fuente: Compendio R.B.S. mayo de 2003.

2.3.2. Estudio de Mecánica de Suelos.

El estudio de mecánica de suelos se realizó con el objetivo de explorar el terreno natural en donde se pretendía construir las viviendas, para conocer las propiedades de los materiales que constituyen el suelo y definir en forma técnica cual es el estrato más adecuado para realizar el desplante de la cimentación. Además de calcular la capacidad de carga última de trabajo a la cual debe estar expuesta el terreno natural con la construcción de la vivienda, “para que el calculista pueda realizar el diseño de la cimentación correspondiente”².

Para conocer las propiedades de los suelos se programaron y ejecutaron dos sondeos del tipo pozo a cielo abierto con una profundidad de 2.00 m. Se obtuvieron muestras alteradas para conocer sus propiedades físicas y mecánicas y muestras inalteradas para ensayar y conocer sus propiedades de resistencia al esfuerzo de cortante del material en condiciones naturales ante la presencia de carga.

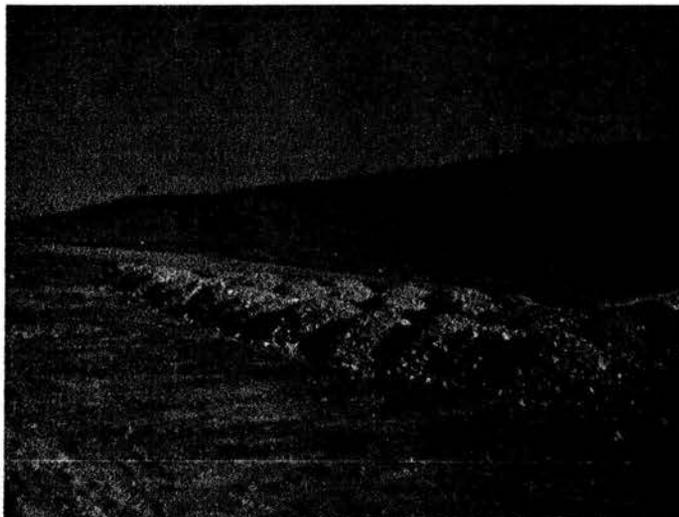
El estudio de mecánica de suelos indica que el terreno en estudio se ubica en una zona con una pendiente gobernadora del 8%, en donde por mucho tiempo fueron tierras de labor, se encontró una capa superficial de 0.40 a 45 cm. de suelo vegetal susceptible a presentar asentamientos con la presencia de cargas por lo que se recomendó no realizar desplantes sobre este material (Fig.10). Se encontró toba andesítica color beige (tepetate)

² Laboratorio Hidalgo de la Construcción, “Estudio de mecánica de suelos y diseño del pavimento en el terreno destinado para la construcción del Conjunto habitacional Villas del Álamo, San Cristóbal”, Pachuca, Hgo. Agosto de 2001.

que manifiesta un acomodo de alta compactación a una profundidad de 45 cm (sondeo 1) y 40 cm (sondeo 2) presentando un grado de compactación del 90%, un peso volumétrico seco suelto de 1190 kg/m³, clasificándolo según S.U.C.S. en arena limosa "SM". La capacidad de carga permisible calculada a 0.45 metros de profundidad es de $q_u = 12.69$ ton/m².

Debido a que se puede considerar como un estrato resistente por su capacidad de carga permisible, se recomendó para desplantar la cimentación. Se sugirieron dos tipos de cimentación según convino estructural y económicamente, la primera fue a base de zapatas corridas o aisladas de concreto o mampostería desplantadas a una profundidad de 0.60 m sobre el estrato de toba andesítica compacta considerando para el diseño $q_u = 12.69$ ton/m², o bien por medio de losa de cimentación con trabes invertidas que se colocaran sobre relleno de reposición del material de despilme o directamente en la toba andesítica considerando para el diseño $q_u = 6.40$ ton/m².

Figura. 10. Terreno natural.



Fuente: Conjunto Habitacional Villas del Álamo "San Cristóbal", Diciembre de 2003.

2.3.3. Cimentación.

El constructor optó por una cimentación a base de *losa de concreto armado con trabes invertidas* desplantado sobre el relleno de tepetate (terraplén) con una capacidad de carga mínima de 6 ton/m^2 . Para conformar el terraplén se realizó una excavación variable para retirar el estrato de suelo vegetal de 0.50 m aproximadamente, luego se empleó material de banco como relleno (tepetate) en capas de 0.20 m compactado al 90% según prueba proctor estándar. El material de relleno debe estar libre materia vegetal, cascajo o desperdicios. (Fig. 11&12).

Figura 11& 12. Conformación de terraplén.

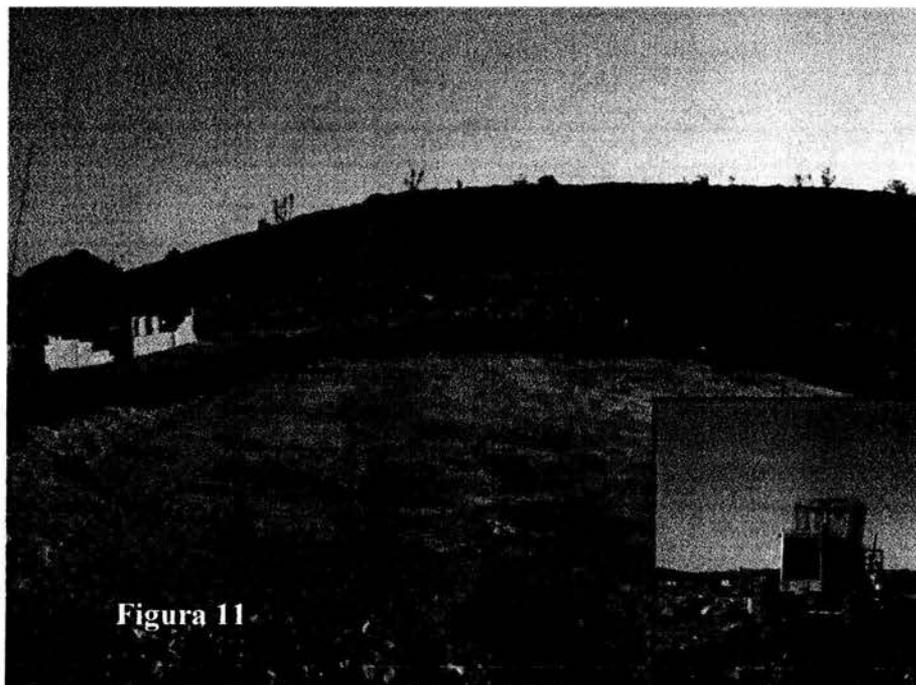


Figura 11

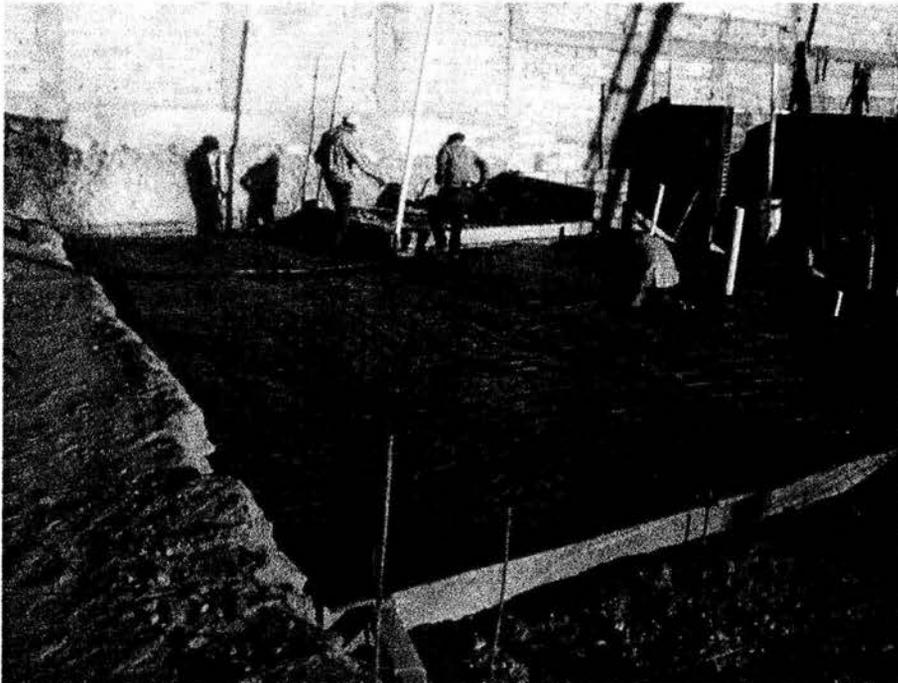


Figura 12

Fuente: Conjunto Habitacional Villas del Álamo "San Cristóbal", Diciembre de 2003.

La cimentación es desplantada sobre el terraplén cubierto por una capa de polietileno posteriormente se hizo el habilitado de acero de refuerzo, según el criterio estructural presentado por el constructor (Fig. 13).

Figura 13. Cimentación.



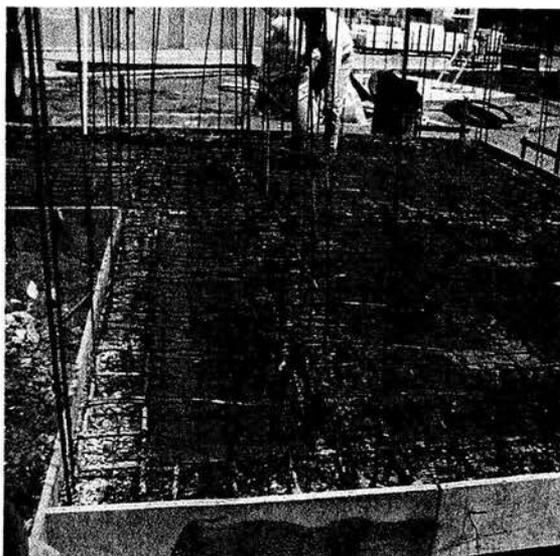
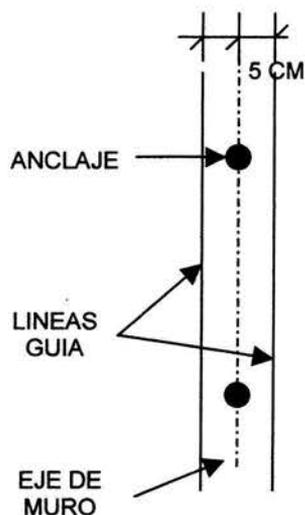
Fuente: Conjunto Habitacional Villas del Álamo “San Cristóbal”, Diciembre de 2003.

Para tener éxito con el sistema RBS es obligatoria, la revisión del trazo de la cimentación debido a que maneja dimensiones en milímetros, es importante que durante tal revisión del trazo de la cimentación se cumplan las distancias entre ejes que marque el plano de cimentación, además de verificar las escuadras a 90°.

2.3.3.1. Anclaje a cimentación.

El anclaje de los muros, es decir las barras de acero verticales (varillas) son hincadas a la cimentación sobre el eje de las contratrabes con un gancho de 90°, se utilizan barras de acero del #3 y de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ o barras de acero de alta resistencia de 5/16" de $f_y = 6000 \text{ kg/cm}^2$ con una separación de $1 \text{ } \varnothing @ 666 \text{ mm}$, ubicándose estas en el centro del conector. (Fig. 14).

Fig. 14. Colocación de anclaje de Cimentación.



Fuente: Compendio R.B.S., mayo de 2003.

2.3.3.2. Preparación de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.

Recordando que la modulación del sistema es manejada milimétricamente y se tiene un ancho de muros de 100 mm es muy importante la revisión al momento de colocar las *instalaciones hidráulicas y sanitarias* que van ocultas tanto en losa de cimentación como en los muros RBS, recomendando revisar nuevamente las medidas y trazo de los ejes de muros, ya que las instalaciones que van ocultas por muro se colocan sobre el eje del muro, se recomienda que coincidan con el centro de conectores.

Lo anterior se debe revisar para evitar que se desfasen las instalaciones y se tenga que romper para volverlas a centrar (Fig. 15).

Fig. 15. Colocación de anclaje de Cimentación.

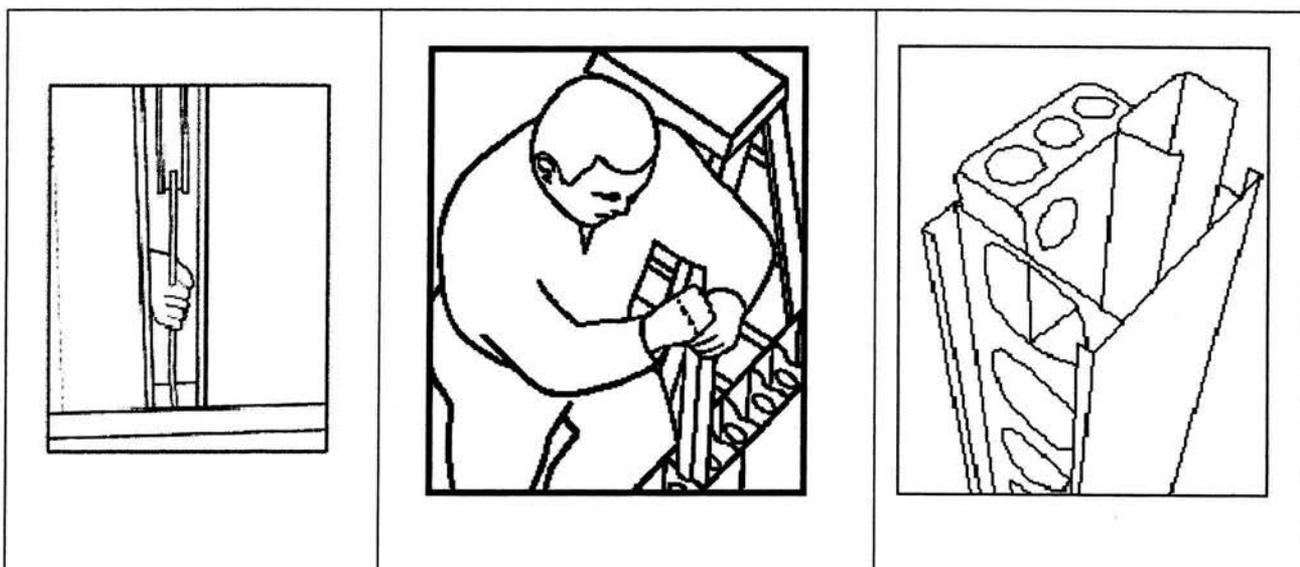


Fuente: Conjunto Habitacional Villas del Álamo “San Cristóbal”, Diciembre de 2003.

Para la preparación de las instalaciones eléctricas ocultas en muros, RBS incluye en el sistema un ducto eléctrico el cual se engargola dentro del conector, este ducto es la tubería en donde se pasa el cableado. No es necesario colocar chalupas en la instalación ya que el ducto ofrece la misma función, pero en caso que el proyecto exija chalupa ahogada, el ducto puede servir sólo como canal (Fig.16).

El centro de cargas va ahogado dentro del muro RBS, por lo que se debe colocar antes del colado.

Fig. 16. Instalación de ducto eléctrico



Fuente: Compendio R.B.S., mayo de 2003.

2.3.3.3. Colado de Losa de Cimentación.

Para el colado de la losa de cimentación se utiliza concreto premezclado bombeable de un $f_c=200 \text{ kg/cm}^2$ y tamaño máximo de agregados de $\frac{1}{2}$ ", el colado de la cimentación se efectúa con bomba pluma en un tiempo aproximado de 25 minutos. (Fig. 17)

Fig. 17. Colado de Cimentación.



Fuente: Compendio R.B.S. Mayo 2003

2.3.4. Ensamble de Muros RBS.

2.3.4.1. Trazo y colocación de guías.

El primer paso para iniciar con el ensamble de muros RBS es la ubicación de sus ejes, verificando las distancias especificadas en planos y así iniciar con el trazo sobre la losa de cimentación de los paños interiores y exteriores de muro RBS cabe mencionar que el ancho del muro es de 10 cm por lo que a partir de eje se traza cada línea a 5cm de distancia (Fig.18).

Fig. 18. Trazo para colocar guías de muro RBS.

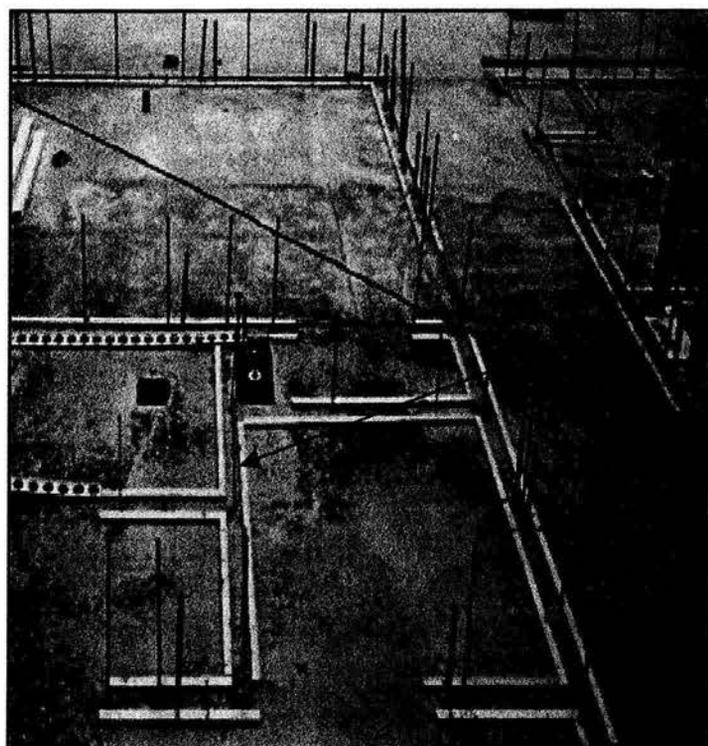


Trazo para colocar
guías

Fuente: Compendio R.B.S. Mayo 2003

Posteriormente se fijan las guías a la cimentación con clavos de concreto, éstas pueden ser listón de madera o perfil metálico de 2"x1"; las guías se colocan para garantizar que el muro RBS quede situado correctamente de acuerdo al trazo, además de alinearlo y no permitir desplazamientos durante el proceso de colado (Fig.19).

Fig. 19. Colocación de guías de muro RBS.



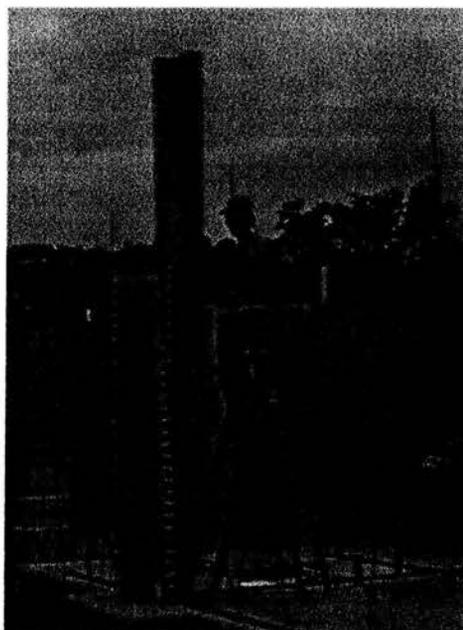
Guías para muro RBS

Fuente: Compendio R.B.S. Mayo 2003

2.3.4.2 Ensamble de Muros RBS.

El ensamble de muros RBS se inicia con un conector de esquina (ver Fig. 6, Pág. 44) y se continúa el ensamble hacia ambos lados, con el fin de estabilizarlos. Cabe mencionar que el conector es la pieza calve de la modulación. “A partir de éste se localizarán puertas y ventanas, igualmente es en el conector donde se podrá rematar un muro o formar una esquina o un crucero”³, para agilizar el armado de muros se debe tener a pie de obra el material RBS a utilizar, es de gran ayuda tener un andamio o escalera al momento de ensamblar los muros. (Fig. 20)

Fig. 20. Ensamble de muros.

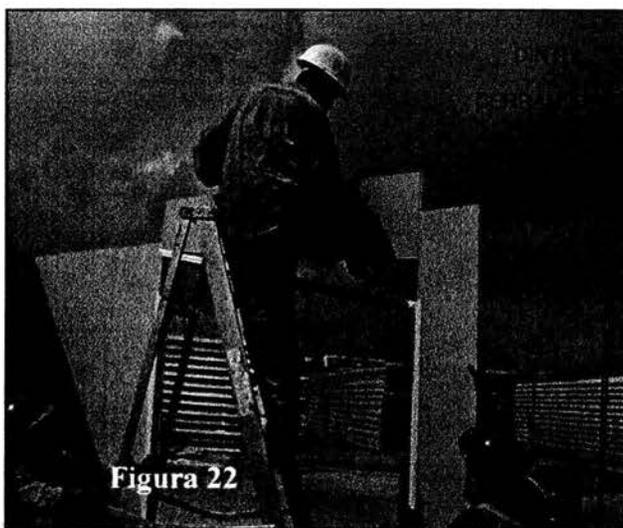
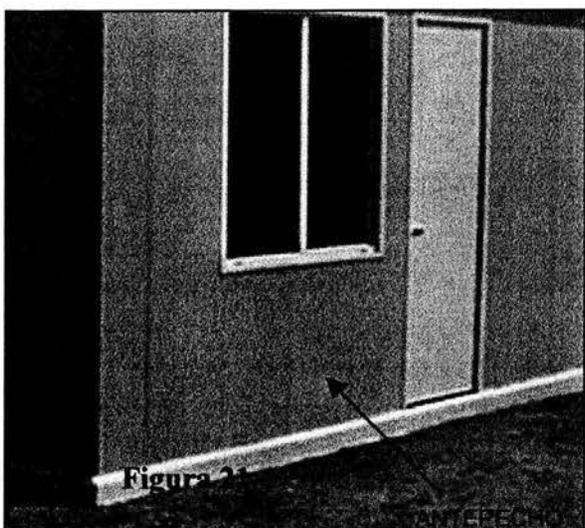


Fuente: Compendio R.B.S. Mayo 2003

³ Compendio RBS, Capítulo 2 “El sistema Royal Building Systems”, mayo, 2003.

Los antepechos (Fig. 21) y dinteles (Fig. 22, cerramiento) de puertas y ventanas llegan a la obra ensamblados en una sola pieza para agilizar la colocación de éstos.

Fig. 21 Antepecho de ventana & Fig. 22. Ensamble de dintel de puerta



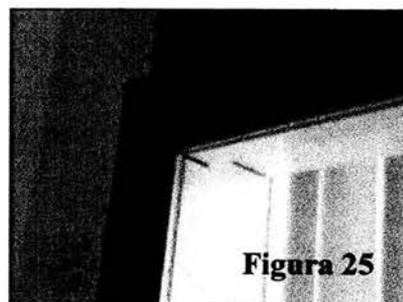
Fuente: Manual RBS, Noviembre de 2003.

2.3.4.3. Colocación de marco azteca.

Parte del sistema RBS son los marcos de puertas y ventanas, conocidos como marco azteca, éstos marcos llegan cortados a la medida requerida en el proyecto, listos para ser sujetos en los conectores.

Primeramente se colocan las jambas ya sea de puerta o ventanas, continuando con el travesaño y por último el repizón (sólo en antepecho de ventana) (Fig. 21)

Fig. 23 - 24 & 25. Colocación de marco azteca.



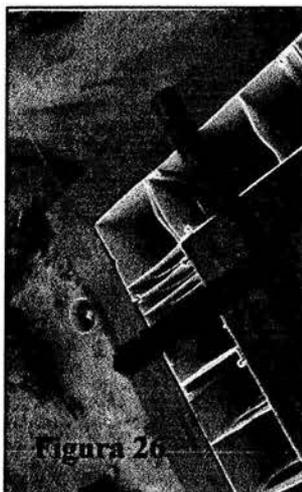
Fuente: Manual RBS, Noviembre de 2003.

2.3.5. Cimbrado de muros RBS.

El cimbrado tiene la finalidad de alinear y plomear los muros RBS, para alinear los muros RBS se coloca una escalerilla en la parte superior de los muros hecha con barrote de madera 4"x2" o perfil metálico 2"x1" la separación de esta escalerilla es de 10 cm. (ancho de muros RBS) para abrazar el muro y servir como guía superior. Las guías de piso y la escalerilla superior trabajan para alinear los muros RBS (Fig. 26).

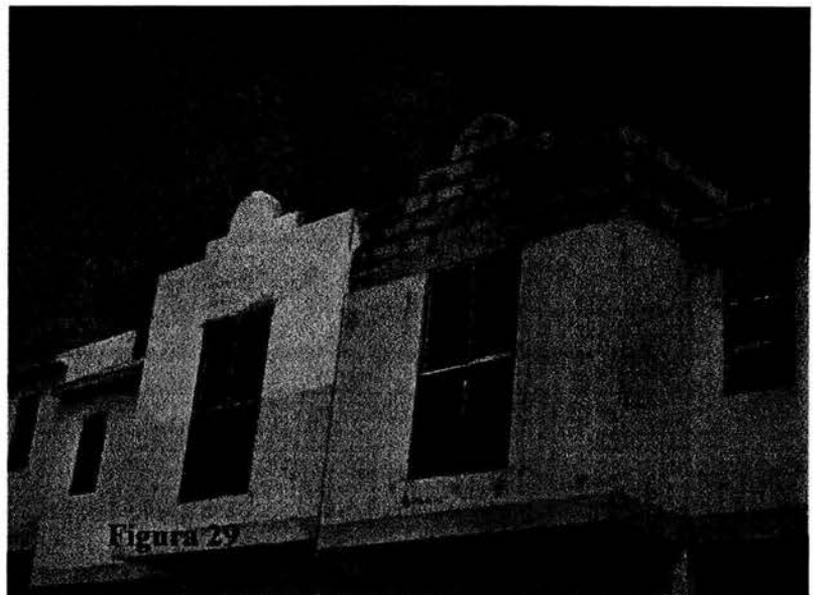
Para el plomeo de muros RBS se utiliza polin 4"x4" y torzales de alambre recocido, al trabajar juntos se logra un equilibrio ya que el polin tiene la función de empujar el muro RBS y el tensor de jalarlo. Se recomienda cimbrar todo el módulo sólo por un lado ya sea por el interior o el exterior de los muros RBS esto para maniobrar al momento de colar y no tener problemas; se revisa la verticalidad de los muros con nivel de mano o plomo. (Fig. 27).

Fig. 26 & 27. Cimbrado de Muros RBS



Los escantillones (cimbra) de vanos de puertas (Fig. 28) y ventanas (Fig. 29) se coloca en el perímetro de las mismas, para evitar que el marco azteca que cubre el vano tienda a reflexionarse, si se cierra alguno de los marcos no va a permitir la correcta colocación de las puertas y ventanas. Los escantillones utilizados son metálicos de perfil 2"x1", se puede utilizar cimbra de madera.

Fig. 24 & 25 Escantillones de puertas y ventanas



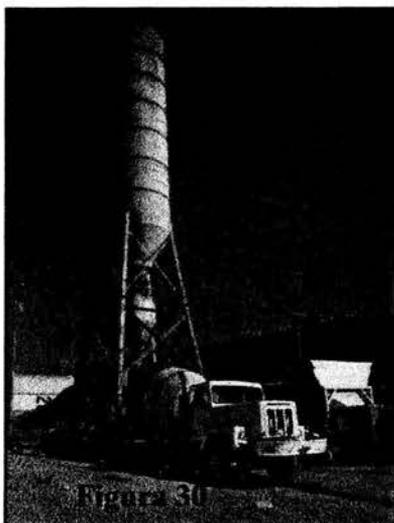
Fuente: Conjunto Habitacional Villas del Álamo "San Cristóbal", Diciembre de 2003.

2.3.6. Colado de Muros RBS.

La constructora cuenta con una planta en la obra para producir concreto, la producción máxima diaria es de 170 m³ de concreto, la capacidad del contenedor de cemento es de 90 t, y de 18.5 t cada uno de los contenedores de arena y grava. La planta es controlada desde una caseta de operaciones que cuenta con una consola computarizada para el manejo de las básculas y vaciado del concreto.

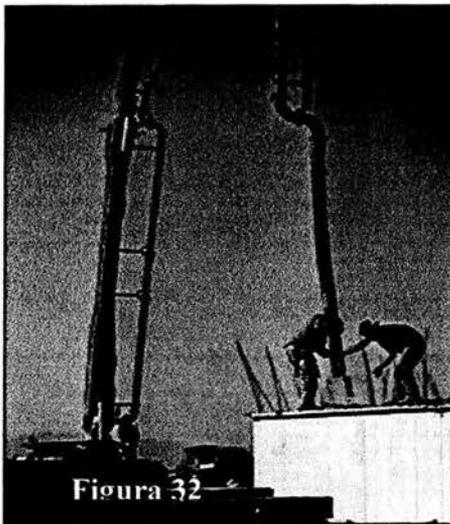
Para abastecer los contenedores de agregados se cuenta, con una retroexcavadora con un cucharón de 1 m³. Para transportar el concreto a pie de obra cuentan con dos camiones revolvedora de 8 m³, dos de 7 m³ y uno de 5 m³ y para el colado se tienen dos bombas pluma. (Fig. 30 & 31)

Fig. 30 & 31 Planta concretera en obra.



Se colaron los muros RBS con un concreto premezclado de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ con un revenimiento de 18 cm., el tamaño máximo del agregado es de 10 mm., el colado se realizo con bomba pluma. (Fig. 32 & 33). Durante el proceso se golpea el muro con un mazo de hule para revisar que no existan oquedades, posteriormente se anraza en su parte superior (Fig. 34) para proceder a la limpieza con agua y evitar que el concreto fragüe y se raye el acabado al quitar el exceso (Fig. 35).

Fig. 32 & 33 Colado de muros RBS, Fig. 34 & 35 Enrase y limpieza de muros.

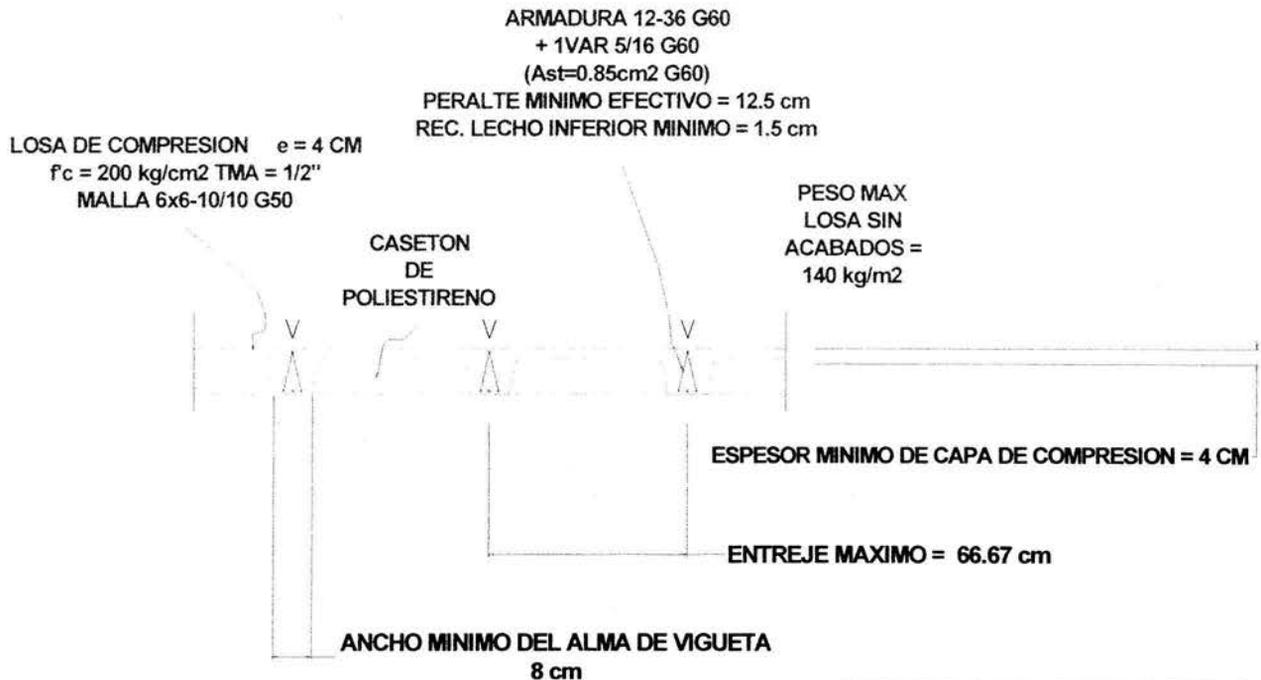


Fuente: Manual RBS, Noviembre de 2003.

2.3.7. Losa de entrepiso y losa tapa.

La losa de entrepiso y losa tapa realiza con el sistema de vigueta y bovedilla de concreto (Fig. 36); el colado de estas losas es con un concreto de resistencia $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y tamaño máximo de agregados de $\frac{1}{2}$ " (Fig. 37), el espesor de la capa de compresión es de 4 cm. para darle un espesor total de la losa de 19 cm.

Fig. 36 Corte esquemático de losa de entrepiso y losa Fig. 37 Vigueta y bovedilla



Fuente: Fig. 31 Plano estructural, Vivienda de interes social tipo Cometa, Septiembre de 2002, Fig 32 Conjunto Habitacional Villas del Álamo "San Cristóbal", Diciembre de 2003

2.3.8. Acabados y recubrimientos en muros RBS.

El sistema RBS está hecho para que sus paredes queden con acabado aparente, si esto no se requiere se puede aplicar acabados en los muros como pastas decorativas y recubrimientos cerámicos.

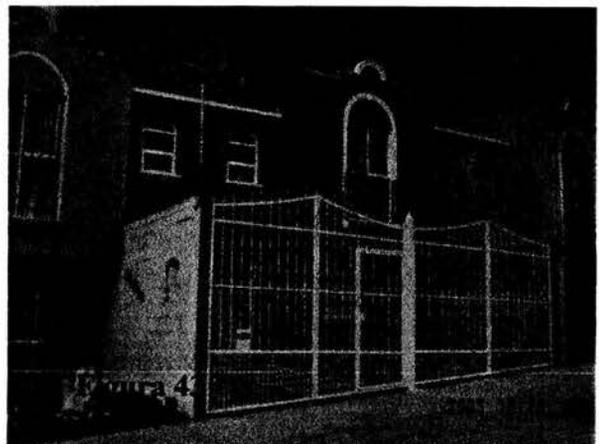
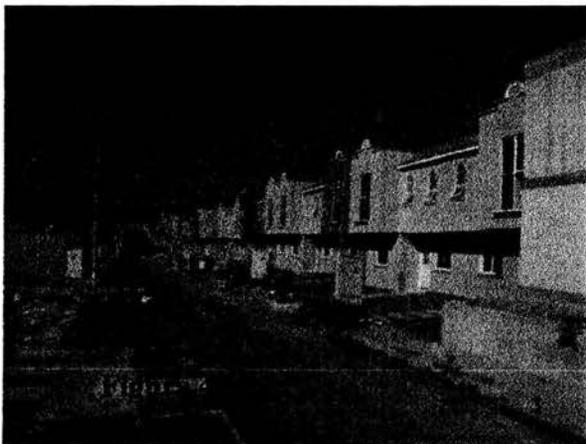
Para la aplicación de pastas se debe observar que ésta contenga acrílico y algún fungicida, no importa el diseño ni el tipo de aplicación, el acrílico es un elemento que garantiza la adherencia de la pasta al RBS, y sobre todo cuando se use en los baños no debe faltar el empleo de algún fungicida; generalmente las marcas reconocidas en la fabricación de pastas utilizan en todas sus presentaciones estos dos elementos y de igual forma si la pasta es hecha en obra el acrílico y el fungicida son indispensables.⁴

En el caso de recubrir el muro con azulejo, se puede utilizar cualquier pegamento existente en el mercado siempre verificando el contenido de acrílico y de un fungicida. Es posible cualquier otro tipo de acabado con el RBS, pero se recomienda asesorarse con técnicos RBS antes de utilizarlos.

⁴ “Manual RBS de procesos constructivos”, Departamento de proyectos especiales, Noviembre de 2003.

Fig. 38 & 39 Viviendas en etapa de acabados

Fig. 40 - 41 - 42 & 43 Viviendas Terminadas.



Fuente: Conjunto Habitacional Villas del Álamo "San Cristóbal", Diciembre de 2003

Techumbre RBS.

En el conjunto habitacional Villas del Álamo "San Cristóbal" sólo se utilizó el sistema de muros RBS. Para complementar este trabajo se dará una breve descripción del sistema de techo.

La techumbre se sujeta por anclas que van empotradas en los muros RBS, la ubicación y cantidad de estos anclajes son determinados en cada proyecto de acuerdo a las condiciones de viento de la región. Se recomienda identificar las anclas en el plano RBS antes de colocarlas, estas anclas van siempre en las cajas de conector colocándose inmediatamente después del colado de muros, quedando en posición vertical y alineadas.

Fig. 44 & 45 Anclaje para techo RBS

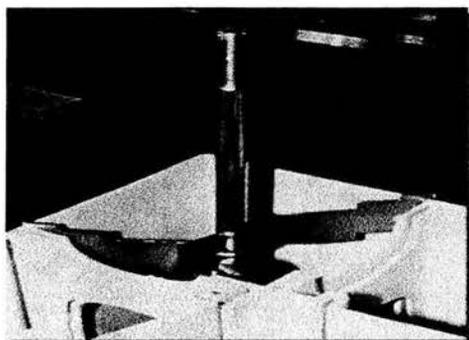


Figura 44

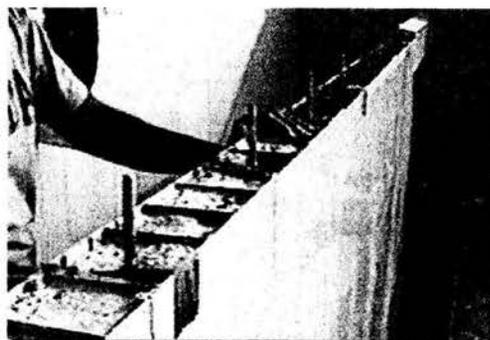


Figura 45

Fuente: Manual RBS, Noviembre de 2003.

El sistema de techumbre RBS a dos aguas se debe apoyar en una viga o en un muro, dependiendo del claro será el tipo de viga a utilizar (Fig. 46); y al igual que el sistema de muros RBS, la techumbre se arma ensamblando paneles y conectores en donde los conectores son reforzados con insertos de lamina galvanizada distribuidos según los requerimientos del proyecto (Fig. 47)., este refuerzo metálico da la posibilidad de alcanzar claros de hasta 4.00 m.

Fig. 46 Techumbre RBS & Fig. 47 Distribución de techumbre RBS

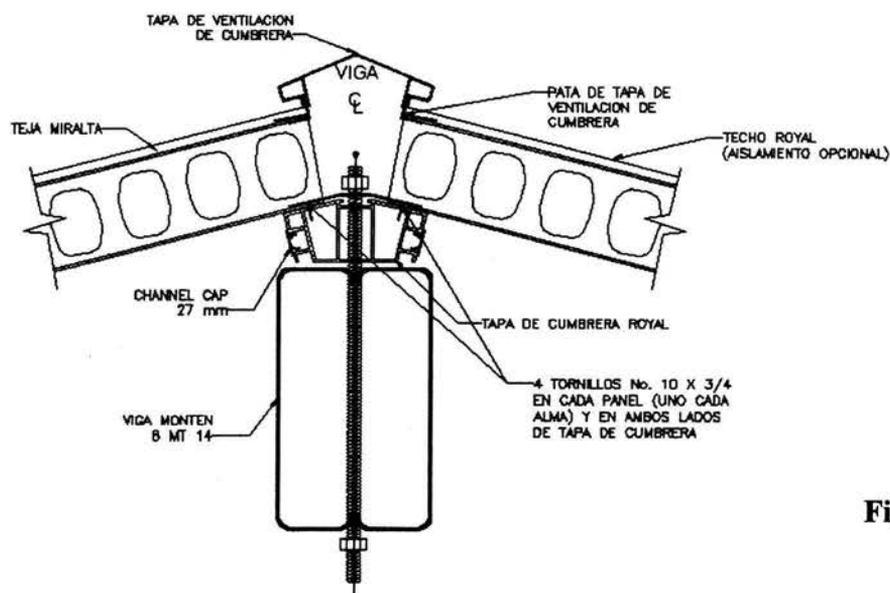
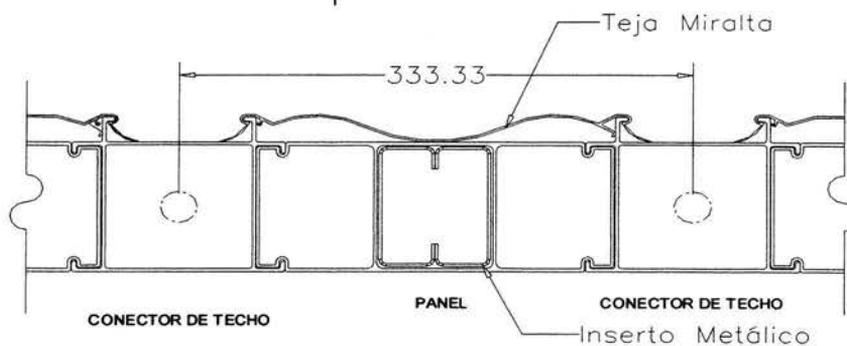


Figura 46



VISTA FRONTAL

Figura 47

De la misma manera que el muro, la techumbre RBS también es la combinación del panel y el conector, teniendo como acabado final la teja miralta que evita cualquier tipo de filtración.

Fig. 48 Ensamble de techumbre RBS & Fig. 49 Teja miralta



Figura 48



Figura 49

Fuente: Manual RBS, Noviembre de 2003

En la siguiente figura se presenta una edificación con techumbre RBS y teja miralta terminada.

Fig. 50 Ensamble de techumbre RBS y teja miralta



Fuente: Manual RBS, Noviembre de 2003.

CONCLUSIONES.

El constructor decidió resolver su cimentación con losas de cimentación debido a que el proceso constructivo es rápido y presenta una reducción en el insumo de materiales; se presenta un especial cuidado en la colocación del anclaje para los muros RBS e instalaciones hidrosanitarias y eléctricas que se coloca en las losas de cimentación para evitar problemas.

El ensamble de muros RBS es sencillo y rápido; es necesario asesorarse la primera vez que se ensamble muros RBS para entender los planos y despiece del sistema.

El sistema de entrepiso "vigüeta y bovedilla" es un sistema que utiliza elementos prefabricados, lo cual agiliza el proceso.

Se presento una breve descripción del proceso de ensamble de techumbre RBS para complementar el trabajo. El sistema de techumbre presenta un buen numero de piezas por lo que recomienda asesorarse ye identificar en donde se coloca cada un de estas piezas y como es su ensamble.

RBS entrega un kit completo para armar las viviendas, este kit incluye las puertas y ventanas que son enviadas a la medida de cada vano para su fácil colocación.

Al conocer el proceso constructivo de estas viviendas, se observa que el constructor utiliza sistemas industrializados en cada uno de sus conceptos, es decir, en las losas de cimentación, sistema de muros, y entrepisos lo cual tiene como consecuencia una rapidez en construcción de cada vivienda. Para el personal de la constructora el proceso ya está muy mecanizado lo cual favorece en la reducción de tiempos trayendo como consecuencia un menor costo que se entiende como una mayor utilidad para el promotor.

Se concluye que los sistemas industrializados ofrecen una reducción de tiempo en su ejecución que beneficia al promotor en el sentido económico y al usuario final al entregarle una vivienda de mayor calidad y en un menor tiempo.

BIBLIOGRAFÍA.

1. **“Compendio R.B.S.”**, Royal Group México S.A. de C.V, Mayo de 2003.
2. **“Carpetas Negras”** Compendio R.B.S. 2004.
3. **“Manual RBS”**, Noviembre de 2003.
4. Laboratorio Hidalgo de la Construcción, **“Estudio de mecánica de suelos y diseño del pavimento en el terreno destinado para la construcción del Conjunto habitacional Villas del Álamo, San Cristóbal”** Pachuca, Hgo. Agosto de 2001.
5. **Conjunto Habitacional Villas del Álamo “San Cristóbal”**, Diciembre de 2003.
6. **“Plano estructural, Vivienda de interes social tipo Cometa”**, Septiembre de 2002
7. **“Manual RBS de procesos constructivos”**, Departamento de proyectos especiales, Noviembre de 2003.

Paginas Web:

1. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), <http://www.inegi.gob.mx>

CAPÍTULO 3

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DEL SISTEMA RBS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA.

Objetivo:

Dar a conocer las diferentes ventajas y desventajas que presenta este sistema para la construcción de viviendas.

CAPÍTULO 3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DEL SISTEMA RBS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA.

3.1. Ventajas al utilizar el sistema RBS frente a sistemas tradicionales.

El sistema constructivo RBS es fácil de proyectar y se puede adaptar a cualquier tipo de proyecto.

La reducción del tiempo total de construcción permite un mayor control y una alta eficiencia en personal administrativo, de supervisión y construcción. Esta misma reducción propicia una rápida recuperación de la inversión y una fuerte reducción del costo financiero.

La presentación final y el tiempo de construcción permiten que el constructor entregue al cliente una construcción de primera calidad en todas las etapas del proyecto, libre de problemas y en un tiempo muy reducido.

El RBS cuenta con productos complementarios como paneles decorativos, tejas, ventanas, puertas y closets.

El utilizar sistemas constructivos industrializados ofrece diferentes tipos de ventajas y el sistema RBS no es la excepción a continuación se describen los beneficios del sistema.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

3.1.1. Entrenamiento y supervisión a constructores.

La edificación es más sencilla de construir además de ordenada, debido a la capacitación que se da a los constructores.

Royal Building Systems de México otorga a sus clientes e interesados, cursos de capacitación para adentrarlos en el sistema RBS, el curso puede estar encaminado a la construcción de viviendas de interés social, medio o residencial de acuerdo con las necesidades de los participantes. En estos cursos se tocan temas como:

- Introducción a la compañía.
- ¿Qué es el PVC?
- El royal Building Systems (RBS) como sistema constructivo y su modulación
- Ventajas del RBS.
- Proceso constructivo.

RBS ofrece dentro de su servicio una capacitación al constructor y su personal directamente en obra, este servicio es dado por el departamento de supervisión RBS.

3.1.2. Tiempos de Construcción.

Una de las aportaciones más importantes del RBS es que presenta mayor velocidad en el proceso constructivo en comparación con sistemas constructivos tradicionales.

Tomando como ejemplo la edificación de vivienda de interés social, donde es importante el tiempo de construcción, pues significa una rápida revolvencia del capital invertido, se

puede considerar que una cuadrilla desarrolla de 25 m² a 30 m² de muro por jornal con personal medianamente capacitado. En sistema tradicional con el mismo personal, sólo se obtendrían de 9 m² a 12 m² en el mismo período de tiempo, únicamente pegando tabique sobre tabique, es decir, sin considerar el acabado y pintado por ambas caras, pues el RBS ofrece el acabado integral.¹

3.1.2. Envíos de Material RBS.

Dentro del proceso de envío RBS ofrece al cliente, entregar el material RBS para sus viviendas de acuerdo a las necesidades de su avance de obra y al espacio de que disponga para almacenar el material en sitio.

RBS al momento de entregar un embarque de material en obra, envía personal para apoyar en la recepción, clasificación y estibaje del material al constructor, el cual se capacita durante este proceso.

3.1.4. Cuidados, limpieza y mantenimiento.

Una vez concluida la vivienda es necesario mantenerla en buen estado, el sistema RBS ofrece un ahorro en el mantenimiento de la vivienda a futuro, ya que el acabado del PVC es muy fácil de limpiar y restaurar, además de su resistencia al intemperismo que le da durabilidad a la construcción.

¹ Compendio RBS, Subcapítulo 4.2 “Tiempos de construcción”, mayo, 2003.

La limpieza de los muros se realiza con franela, paño o cepillo de cerdas suaves y agua y si se requiere detergente comercial, para quitar manchas de lodo, polvo o tierra. Se debe evitar la fricción para no rayar el muro.

La pintura en aerosol, ya sea esmalte o laca, se remueve con thinner o aguarrás y posteriormente se pasa una franela humedecida con suavizante de ropa para abrillantar la zona afectada ² (Fig. 1).

Fig. 1 Limpieza de muros RBS

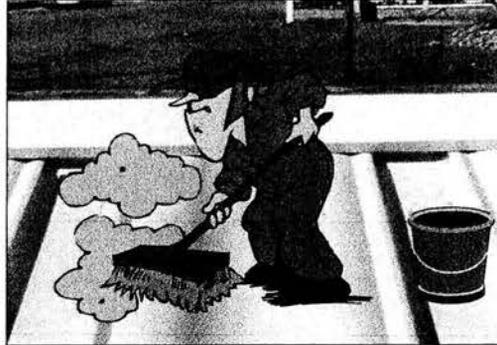


Fuente: Compendio R.B.S. Mayo 2003

Para la limpieza de techumbre podemos utilizar un cepillo de cerdas suaves, agua con o sin detergente y en manchas de pintura, thinner o aguarrás. Se sugiere tener cuidado de no dañar la teja miralta y tener precaución para evitar algún accidente (Fig. 2).

² Compendio RBS, Subcapitulo 6.2 "Cuidados del PVC", mayo, 2003.

Fig. 2 Limpieza de techumbre RBS



Fuente: Compendio R.B.S. Mayo 2003

Los muros RBS ofrecen el PVC como acabado aparente, este acabado puede sufrir un golpe fuerte y dañarlo. El proceso de reparación de este acabado es, limpiar y quitar el exceso de concreto y PVC restaurándolo con un resanador plástico, se espera a que seque la restauración y se lija, para posteriormente aplicar la pintura. RBS entrega al constructor un kit para la restauración de muros en donde incluye el resanador plástico y la pintura en aerosol del color del muro. El proceso es similar al de reparación de la carrocería de un automóvil.

3.1.5. Termicidad del sistema.

Las caras del muro RBS actúa como aislamiento térmico favoreciendo el mantenimiento de temperaturas agradables en el interior de la construcción con un substancial ahorro en costos de energía.

El muro RBS aporta un mayor gradiente térmico que un muro tradicional de concreto debido a que la cara exterior que queda expuesta, protegerá al concreto que se encuentra en el interior retardando su calentamiento o enfriamiento, por otro lado el interior de la vivienda es protegido por la cara interna del muro RBS conservando la temperatura ambiente.

3.1.6. Prevención de Humedades.

En los sistemas tradicionales el crecimiento de pestes biológicas es auxiliado y promovido por materiales de construcción mojados tales como yeso de París o madera. Éstos materiales convencionales de construcción se mojan durante la absorción de agua proveniente de la alta humedad interior (condensación causada por puentes térmicos) a través de la filtración de la humedad del aire, o simplemente por lluvia / agua de tierra que penetra al interior de la vivienda. El RBS no promueve o permite el crecimiento de moho, ya que la humedad no penetra al interior, y por que la superficie de polímero no absorbe ni guarda humedad ya que las paredes son resistente a la humedad y es impermeable al vapor.³

3.1.7. Resistencia al intemperismo.

El compuesto Royalloy™ B es utilizado para extruir los perfiles del RBS, diseñado específicamente para resistir el desvanecimiento y decoloración, debido a la capacidad de soportar cambios climáticos.

³ Compendio RBS, Subcapítulo 7.2 “Condensación, ventilación y manejo de temperatura”, mayo, 2003.

3.1.8. Comportamiento ante el fuego.

Si bien el PVC es auto-extinguible, agregando retardador de flama se incrementa su resistencia al fuego. En la Figura 3 se muestran algunas pruebas de resistencia al fuego realizadas al muro RBS en donde se observa que presenta una buena resistencia.

Fig. 3 Comportamiento ante el fuego.

| Desempeño al Fuego | Método de Prueba | Código de Requisitos | Resultados | Madera |
|--|-------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Temperatura de encendido por sí mismo | ASTM D 1929 | min 343 °C 650°F | 480° 896°F | 208-264 ⁶ 406 – 507 |
| Temperatura de encendido por llamarada | ASTM D 1929 | ninguno ninguno | 460°C 860°F | 260 ⁵ 500 |
| Porcentaje de quemadura | ASTM D635 | 100 mm/seg 0.394 in/seg | 0 0 | NA NA |
| Máximo alcance de quemadura | ASSTM D635 | max 25.4 mm (US) 1.0 in | 12.4 mm 0.49 in | NA NA |
| Propagación de las llamas | ASTM E84 ULC S102.2 | max 25 (US) <150 | 19 13 | 100 NA |
| Desarrollo del Humo | ASTM E84 ULC S102.2 | max 450 (US) valor de reporte | 261 75 | 380 NA |
| Propensión de Incendio por llamarada (tiempo para hacer fuego por llamarada en segundos) | Nota de pie de página 6 | ninguno | ninguno | 34± 11 ⁷ |

Fuente: Compendio R.B.S. Mayo 2003

5 Requisitos CCMC para el Sistema Royal Building, a menos que se especifique de otra manera.

6 White Pine, Hildo, C.J., Flammability Handbook for Plastics, Tercera Edición, 1982, publicado por Westport Conn.

7 Red Oak Hildo, C.J., Flammability Handbook for Plastics, Tercera Edición, 1982, publicado por Westport Conn.

3.1.9. Comportamiento ante agentes químicos.

El compuesto de RBS es inerte en general a la mayoría de minerales, ácidos, sales y parafinas de hidrocarburos, pero tiene baja resistencia a hidrocarburos aromáticos o clarinados, a éteres y acetona.⁴ La resistencia química se ve afectada por factores tales como temperatura concentración y duración de la exposición del agente químico. RBS ha probado el comportamiento de diferentes agentes los cuales se exponen en la figura 4:

Figura 4 Comportamiento ante agentes químicos.

| | | | |
|-------------------------|-----------|--|-----------|
| Químicos comunes | | Productos caseros | |
| Acetona | Pobre | Blanqueadores | Excelente |
| Alcohol | Excelente | Detergentes | Bueno |
| Fosfato de amonio | Bueno | Limpiadores de tuberías | Bueno |
| Batería electrolítica | Bueno | Removedores de cera | Excelente |
| Etileno | Excelente | Pulidores de muebles | Excelente |
| Gasolina | Bueno | Pegamento (base soluble) | Bueno |
| Ácido hidrociorito | Excelente | Pegamento (acetato) | Pobre |
| Petróleo | Bueno | Insecticida | Bueno |
| Ácido nítrico | Excelente | Limpiadores de horno | Excelente |
| Ácido fosfórico | Excelente | Aromatizantes | Excelente |
| Ácido sulfúrico | Bueno | Limpiador de tasa de baño | Bueno |
| Tricloroetano | Pobre | Varsol | Bueno |
| Turpenune | Excelente | Limpiador de ventanas | Excelente |
| Cosméticos | | Productos industriales y para autos | |
| Crema para rasurar | Bueno | Anticongelante | Excelente |
| Salas para baño | Excelente | Creosote | Pobre |
| Lociones limpiadoras | Excelente | Líquidos para copias | Bueno |
| Colonias | Bueno | Fertilizantes líquidos | Bueno |
| Desodorantes | Excelente | Aceites para motores | Excelente |
| Rociadores para cabello | Bueno | Limpiadores de metal | Excelente |
| Peróxido de hidrógeno | Excelente | Químicos para fotografía | Excelente |
| Pulidor de uñas | Pobre | Cloro para alberca | Excelente |
| Removedor de uñas | Pobre | Removedor de óxido | Excelente |
| Shampoo | Excelente | Insecticida | Bueno |
| Talco | Excelente | Limpiador de parabrisas | Excelente |

Fuente: Compendio R.B.S. Mayo 2003

⁴ Compendio RBS, Subcapitulo 7.5 "Comportamiento ante agentes químicos", mayo, 2003

3.2. Desventajas de utilizar el sistema RBS frente a sistemas tradicionales.

3.2.1. Muros de PVC.

Es muy común que la mayoría de la gente en México, relacione materiales como el concreto y el acero con una edificación durable y estable estructuralmente. El PVC es un material que no es común para la construcción de muros y se cree que no es un material resistente para construir los muros de una vivienda.

Ver una casa de PVC no es común en México y las personas que observan una edificación construida con el sistema RBS, generalmente preguntan si estas edificaciones son estables y duraderas, cuando se les informa que el PVC sólo es un acabado y que en realidad en el interior tenemos muros de concreto es cuando confían en el sistema.

Se tiene que dar una buena información al usuario final acerca del sistema RBS aclarando que es una estructura estable, para que no se vuelva una desventaja la apariencia del material.

3.2.2. Costos.

En la figura 5 se presenta una comparativa de costos entre el sistema RBS y el sistema de cimbra metálica; a continuación se mencionan las principales diferencias:

- a. La cimentación en el sistema RBS representa el 8.70% de el presupuesto mientras que en el sistema de cimbra metálica representa el 8.32%; la diferencia es debida al acero de refuerzo utilizado para el anclaje de muros RBS.
- b. El sistema de muros RBS representa el 29.87% del presupuesto total, mientras que el sistema de cimbra metálica representa el 24.95%; el costo de los muros RBS es el principal motivo por el que aumenta el presupuesto.
- c. La estructura de losas en el sistema RBS es el 15.65% del presupuesto mientras que en cimbra metálica es el 13.88%; El sistema de cimbra metálica utiliza el sistema de losas planas mientras que RBS el sistema de vigueta y bovedilla.
- d. Los trabajos de albañilería en azoteas y baños, en el presupuesto con el sistema RBS representa el 6.51% y en el sistema de Cimbra metálica el 6.24%; la diferencia se debe a los trabajos de aparentado en vigas y losas que se hacen en el sistema RBS ya que en cimbra metálica el trabajo es menor.
- e. Acabados, representan el 17.33% del presupuesto en RBS y en cimbra metálica el 23.05%, la ventaja con el sistema RBS es que sus muros presentan un acabado aparente disminuyéndole costo en acabados.

- f. En lo que se refiere a la cancelaría el sistema RBS representa un 5.08% del presupuesto mientras que el sistema de cimbra metálica es 7.89%; esto se debe a que el sistema RBS al momento de armar muros integra la cancelaría al sistema y en el sistema de cimbra metálica se integra después de colar los muros.

Figura 5. Comparativa de costos "RBS vs. Cimbra metálica"

| COMPARACIÓN DE COSTOS PARA CASA CONSTELACIÓN "SISTEMA RBS vs. CIMBRA METÁLICA" | | | | |
|---|-------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| DESCRIPCIÓN | TOTAL (\$) | | PORCENTAJE (%) | |
| | RBS | CIMBRA METÁLICA | RBS | CIMBRA METÁLICA |
| 1. PRELIMINARES | 1,058.32 | 1,058.31 | 0.29 | 0.30 |
| 2. MOVIMIENTOS DE TIERRAS | 11745.29 | 12,504.54 | 3.19 | 3.53 |
| 3. CIMENTACIÓN | 31,981.31 | 29,470.54 | 8.70 | 8.32 |
| 4. ESTRUCTURA EN MUROS | 109,842.25 | 88,312.60 | 29.87 | 24.95 |
| 5. ESTRUCTURA DE LOSA | 57,541.06 | 49,131.38 | 15.65 | 13.88 |
| 6. TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA, EN AZOTEA Y BAÑOS. | 23,931.72 | 22,091.89 | 6.51 | 6.24 |
| 7. ACABADOS | 63,714.81 | 81,616.41 | 17.33 | 23.05 |
| 8. CANCELARÍA R.B.S. | 18,685.98 | 27,935.02 | 5.08 | 7.89 |
| 9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA | 10,690.64 | 10,690.64 | 2.91 | 3.02 |
| 10. INSTALACIÓN HIDRÁULICA | 7,564.72 | 7,564.72 | 2.06 | 2.14 |
| 11. INSTALACIÓN SANITARIA | 8,765.64 | 8,765.64 | 2.38 | 2.48 |
| 12. MUEBLES SANITARIOS | 14,254.11 | 14,254.11 | 3.88 | 4.02 |
| 13. INSTALACIÓN DE GAS | 627.215 | 627.22 | 0.17 | 0.18 |
| 14. FLETE PARA MATERIALES | 7,286.25 | 0.00 | 1.98 | 0.00 |
| TOTAL | 367,689.32 | 354,023.02 | 100.00 | 100.00 |

NOTA: El presupuesto esta calculado a Precio unitario (P.U.), sin agregarle el impuesto.

3.2.3. Materiales, mano de obra, herramienta y equipo.

En la figura 6 se presenta el porcentaje total del presupuesto dividido en materiales, mano de obra, herramienta y equipo utilizado en cada uno de los sistemas, comparando estos porcentajes encontramos lo siguiente:

- a. Se observa que para la construcción de una vivienda tipo constelación, el sistema RBS presenta una desventaja al tener un mayor porcentaje en insumos de materiales (66.86%) mientras que el sistema de cimbra metálica presenta el (62.88%).
- b. En lo que se refiere a mano de obra, debido a que el sistema RBS es fácil de utilizar se refleja la ventaja que tiene (31.76%) sobre el sistema de cimbra metálica (35.44%), ya que utiliza menor mano de obra.
- c. Otra ventaja del sistema RBS es utilizar un menor porcentaje de herramienta (0.65%) ya que el sistema de cimbra metálica utiliza el (0.74%).
- d. El sistema de cimbra metálica utiliza un mayor porcentaje de equipo (0.93%) que el sistema RBS (0.73%) teniendo este último ventaja en este punto.

Figura 6. Comparativa de Explosión de insumos "RBS vs. Cimbra metálica"

**EXPLOSIÓN DE INSUMOS CASA CONSTELACIÓN COMPARATIVO
"SISTEMA RBS vs. CIMBRA METÁLICA"**

| DESCRIPCIÓN | TOTAL (\$) | | PORCENTAJE (%) | |
|--------------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| | RBS | CIMBRA METÁLICA | RBS | CIMBRA METÁLICA |
| 1. TOTAL DE MATERIALES | 199,981.00 | 178,079.75 | 66.86 | 62.88 |
| 2. TOTAL DE MANO DE OBRA | 93,430.16 | 100,380.86 | 31.76 | 35.44 |
| 3. TOTAL DE HERRAMIENTA | 1,913.14 | 2,105.65 | 0.65 | 0.74 |
| 4. TOTAL DE EQUIPO | 2,157.53 | 2,645.11 | 0.73 | 0.93 |
| TOTAL | 297,481.83 | 283,211.37 | 100 | 100 |

NOTA: La explosión de insumos esta calculada a costo directo.

3.2.4. Tiempos.

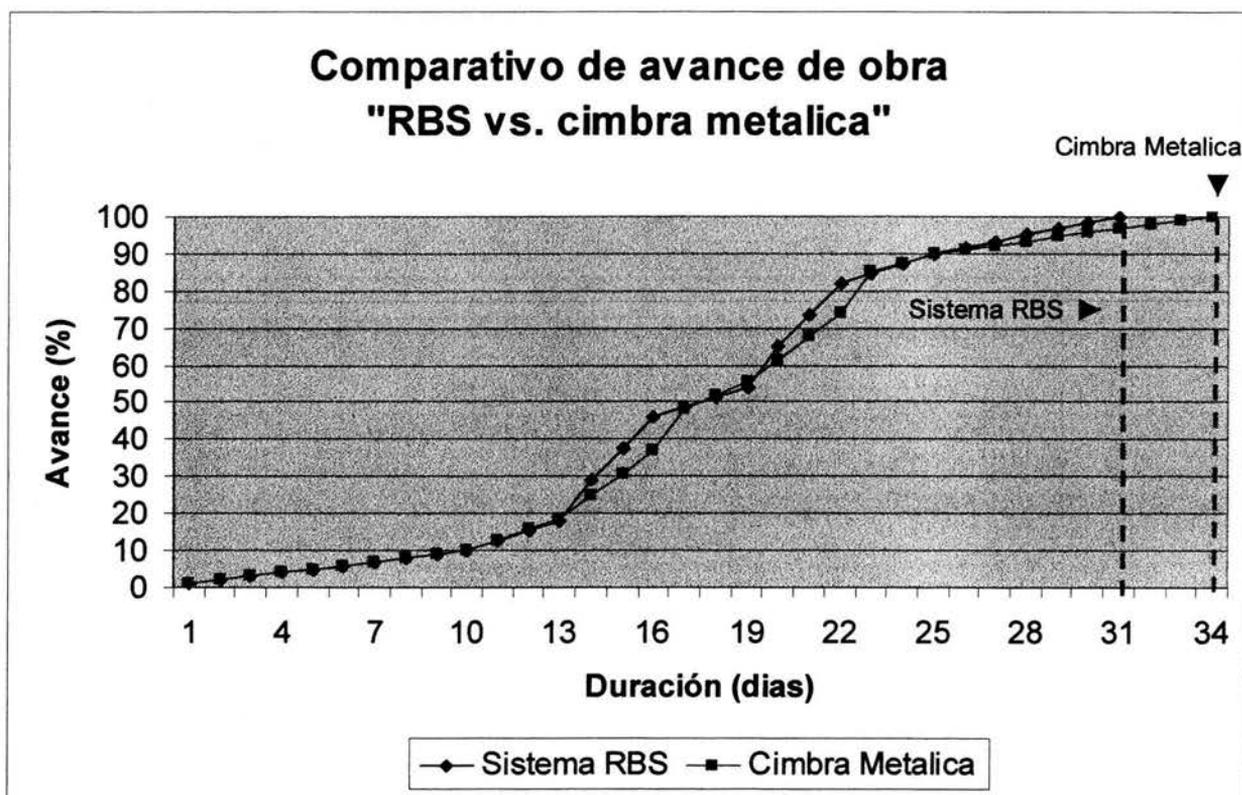
En la figura 7 se presenta un programa de obra para la edificación de una vivienda tipo “Constelación” con el sistema RBS y como comparativa tenemos el programa de obra para la misma vivienda con el sistema de Cimbra metálica.

En este programa podemos encontrar en las diferentes partidas lo siguiente:

- a. Preliminares, plataformas de cimentación y cimentación presentan una duración similar en tiempos, no presentando diferencias.
- b. El proceso de ensamble, cimbrado y colado de muros con el sistema RBS presenta 2 días de ventaja en comparación con el sistema de cimbra metálica.
- c. El sistema de cimbra metálica presenta un día de ventaja en su sistema de losas de entrepiso y losa azotea, frente al sistema RBS.
- d. Finalmente, ya que el sistema RBS integra al sistema las puertas y ventanas con sus respectivos marcos y la misma cimbra puede ser el acabado final, se presenta una ventaja de 3 días en el proceso de acabados de la vivienda en comparación con el sistema de cimbra metálica.

En la figura 9 se presenta un gráfico en donde se observa la ventaja que tiene el sistema RBS en cuanto a tiempos se refiere.

Figura 9. Gráfico de Programa de obra para una vivienda tipo "Constelación"
Sistema RBS vs. cimbra metálica.



CONCLUSIONES.

El sistema RBS ofrece ventajas para el constructor para que reduzca sus tiempos y costos en la construcción y entregarle al constructor una vivienda de mayor calidad.

El sistema RBS en beneficio del constructor ofrece ventajas desde el envío del material a obra ya que es suministrado de acuerdo a las necesidades del avance de obra; el sistema es rápido y sencillo de construir, ya que se envía un kit completo que incluye muros RBS, ventanas y puertas con sus respectivos marcos, por lo que el sistema RBS no presenta desperdicios. RBS envía en su carpeta planos en donde se identifican cada uno de sus componentes, para apoyar con la interpretación de los planos RBS envía personal que apoya al constructor en esta interpretación así como en el proceso constructivo.

Para el usuario final RBS ofrece un ahorro a futuro en el mantenimiento de los muros ya que es fácil de limpiar y restaurar, además de la resistencia que presenta al intemperismo; el material de los muros RBS también favorecen en el mantenimiento de temperaturas agradables en el interior de la vivienda; a los muros RBS se les agrega un retardador de flama dándole mayor calidad a la vivienda.

Se comparó el sistema de muros RBS con el sistema de cimbra metálica para muros, encontrando que el sistema RBS utiliza una menor cantidad de herramienta, mano de obra y equipo, pero en el presupuesto el costo del material para muros RBS es mayor que el costo de la cimbra metálica.

RBS por ser un sistema más rápido y sencillo de utilizar ofrece un menor tiempo para su construcción que el sistema de cimbre metálica, ambos sistemas presentan una buena calidad de obra y un mínimo de desperdicio.

Para la construcción de unidades habitacionales se construyen viviendas en serie, por lo que los constructores han optado por manejar sistemas industrializados para abatir tiempos, costos entregando una vivienda de mayor calidad.

El objetivo del constructor se cumple al utilizar sistemas industrializados en cada una de sus etapas de construcción de la unidad habitacional, ya que el personal mecaniza los diferentes sistemas, tanto de plataformas de cimentación, cimentaciones, sistemas de muros, y entrepisos dando un mayor avance de obra en un menor tiempo.

El sistema RBS se considera un sistema industrializado competitivo en el mercado, ofreciendo un buen servicio al cliente y material de calidad.

BIBLIOGRAFÍA.

1. "Compendio R.B.S.", Royal Group México S.A. de C.V, Mayo de 2003.