

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN



**“SISTEMA MODULAR ESPACIAL (SME)
BASADO EN LA TECNOLOGÍA SIPROMAT.
UNA PROPUESTA PARA EDIFICACIONES
MODULARES, PREFABRICADAS Y DE RÁPIDO
ENSAMBLAJE”.**

Trabajo de Grado presentado ante la
Universidad Central de Venezuela como requisito para
optar al Grado de Magister Scientiarum en Desarrollo
Tecnológico de la Construcción.

Tutor:
MSc. Arq. Argenis Lugo

Autor:
Arq. Rosa Cristina Moreno B.

Caracas, Mayo 2013.



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA
CONSTRUCCIÓN (IDEC).

“SISTEMA MODULAR ESPACIAL (SME)
BASADO EN LA TECNOLOGÍA SIPROMAT.
UNA PROPUESTA PARA EDIFICACIONES MODULARES,
PREFABRICADAS Y DE RÁPIDO ENSAMBLAJE”.

Trabajo de Grado de Maestría, aprobado en nombre de la Universidad Central de Venezuela por el siguiente jurado examinador:

Fecha de Aprobación:

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

Dedicatoria

A mi Dios

A mis padres

A mis hijas

En especial a mi esposo.

Agradecimientos

Al equipo del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, por su dedicación y trabajo.

A mi tutor, Argenis Lugo

A los profesores que me acompañaron en el desarrollo de la Maestría, específicamente Alfredo Cilento, Idalberto Águila, Alejandra González, Domingo Acosta, Antonio Conti y Paola Cano.

A todos mis compañeros de la VIII Maestría en Tecnología de la Construcción.

Índice.

Dedicatoria	3
Agradecimientos	4
Índice	5
Índice Ilustraciones	8
Índice Gráficos	14
Índice Cuadros	15
Glosario	16
Resumen	17
Introducción.....	21
Capítulo I. De la problemática habitacional a los sistemas prefabricados.	30
1.1 Dificultad en la adquisición de viviendas para nuevos usuarios de clase media en Venezuela. ¿Porque es necesario solventar el problema habitacional para usuarios de clase media en Venezuela?	30
1.1.1 Déficit, oferta.	31
1.1.2 Sector construcción público (Interés social).....	33
1.1.3 Sector construcción privado (clase alta, clase media)	34
1.2 Dimensión del problema en términos de construcción. Normativa legal.	36
1.3 Soluciones habitacionales progresivas, moduladas y de rápido ensamblaje para el sector de clase media en Venezuela.	39
1.4 Elementos característicos del Sistema Modular Espacial (SME)	41
1.5 Evolución de la vivienda prefabricada y de rápido ensamblaje en Venezuela y el mundo.	42
1.6 Edificaciones prefabricadas modulares contemporáneas.	49

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

1.6.1 Cuadro comparativo entre edificaciones prefabricadas contemporáneas	68
1.6.2 Consideraciones sobre los sistemas investigados.	69
1.7 Tecnología SIPROMAT	70
1.8 Consideraciones sobre el aporte realizado a la tecnología SIPROMAT e Innovaciones alcanzadas en el Trabajo de Investigación.....	76
Capítulo II. La propuesta. Sistema Modular Espacial (SME)	78
2.1 Descripción del Sistema Modular Espacial (SME).....	78
2.2 Coordinación dimensional modular	80
2.3 Condiciones para la definición del módulo espacial	81
2.4 Módulo Base y sub-módulo	83
2.5 Concepto generador del Sistema Modular Espacial. Módulo originario.	84
2.6 Relaciones espaciales y funcionales entre módulos	85
2.7 Estandarización del módulo espacial según su función.	94
2.8 Estructura de los módulos	95
2.9 Ventajas del sistema.	98
2.10 Consideraciones sobre los acabados.	100
2.11 Cuadro síntesis de los acabados del módulo espacial.....	101
2.12 Descripción de los procesos de producción de la edificación	102
2.12.1 Actividades a ser realizadas en fábrica.....	104
2.12.2 Consideraciones sobre la transportabilidad del módulo espacial. Costos del transporte del módulo espacial.	120
2.12.3 Actividades a ser realizadas en obra	125
2.12.4 Consideraciones sobre el apilamiento entre módulos	133

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

2.13 Consideraciones para el mantenimiento, reparación y deconstrucción del módulo espacial	134
2.13.1 Mantenimiento.	134
2.13.2 Reparación.	137
2.13.3 Deconstrucción.	139
2.13.4 Consideraciones sobre la deconstrucción del módulo espacial.	144
2.14 Catalogo de componentes del módulo espacial originario	146
2.15 Cuadro de componentes del módulo espacial originario.	153
2.16 Cuadro de peso de los componentes del módulo espacial originario.	154
2.17 Cuadro comparativo de pesos.....	155
2.18 Consideraciones sobre el peso del módulo espacial originario.....	155
2.19 Condiciones de sustentabilidad del Sistema Modular Espacial (SME)	157
Capítulo III. Validación experimental. Aplicaciones y estudio de casos..	160
3.1 Construcción de un modelo prototipo.....	160
3.1.1 Planos del modelo prototipo	168
3.1.2 Cuadro de componentes del modelo prototipo	180
3.2 Aplicaciones del SME. Ejemplos.	181
3.3 Estudio de caso. Edificación temporal en obra	195
3.3.1 Cuadro de componentes del campamento.	205
Capítulo IV. Viabilidad económica de la propuesta	206
4.1 Consideraciones sobre el costo del módulo	206
4.2 Cuadro de inventario y costos del módulo espacial originario.....	208

4.3 Cuadro comparativo de costos.....	209
4.4 Cuadro comparativo final.....	210
Conclusiones y recomendaciones.....	211
Referencia bibliográfica.	218
Bibliografía	223
Apéndices.....	233

Índice de Ilustraciones

Figura. 1. La Casa Pircher.....	22
Figura. 2. Crecimiento progresivo del sistema.....	40
Figura.3. Estructuras prefabricadas durante la II Guerra Mundial.....	42
Figura. 4. Modelo de casa prefabricada en Bristol, Inglaterra.....	43
Figura. 5. Casas prefabricada a preservar. Bristol.....	44
Figura. 6. Quonset hut utilizada en los primeros campos petroleros	45
Figura. 7. Tamare. Urbanización en campo petrolero. Venezuela.....	46
Figura. 8. Judibana 1955. Vista y plano del sector.....	47
Figura. 9. Casa prefabricada en Tía Juana. Venezuela.....	47
Figura. 10. Ejemplos de varios sistemas constructivos.....	48
Figura. 11. Ejemplos de varios sistemas constructivos.	49
Figura. 12 Edificaciones prefabricadas. Spacebox.....	50
Figura. 13 Montaje de módulos de vivienda.....	51
Figura. 14 Construcción de una vivienda WeeHouse	52
Figura. 15 WeeHouse ya implantada en sitio.....	52
Figura. 16. Conformación de los módulos. Compact-habit.....	53
Figura. 17. The Clean Hub. John Dwyer Arquitectura.....	54
Figura. 18. Módulo habitacional mínimo.....	55
Figura. 19 Pile Up. Zapco.....	56

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura. 20. Pile Up. Agrupación de los módulos.....	56
Figura. 21 Contenedor City. Londres.	57
Figura. 22 Future Shack	58
Figura. 23. Future Shack. Montaje.	58
Figura. 24. Construcción de 12 Contenedor House (A. Kalkin)..	59
Figura. 25. Vistas interior y exterior de la edificación de Adam Kalkin, 12 Contenedores House.....	60
Figura. 26. Cargotecture.....	61
Figura. 27 Combinación de contenedores.	62
Figura. 28 Stand de exposición Tiendas Timberland.....	63
Figura. 29. Idea de una edificación transportable construida para habitar.....	64
Figura. 30 Casetas SIPROMAT para Telcel.	65
Figura. 31. MSS, edificaciones prefabricadas. Venezuela.	66
Figura. 32 Motorhomes y trailer armado.	67
Figura. 33 Vistas internas para acomodos de día.	67
Figura. 34 Lámina SIPROMAT.	71
Figura. 35 Proceso.....	71
Figura. 35.1. Proceso industrial	72
Figura. 35.2. Proceso semi industrial.	72
Figura. 36. Componente básico. SIPROMAT.	72
Figura. 37. Riel C. SIPROMAT.....	73
Figura. 38. Riel C. SIPROMAT.....	73
Figura. 39. Riel C. SIPROMAT.....	73
Figura. 40. SME.	78
Figura. 41. Elemento base de composición dimensional.....	79
Figura. 42. Retícula de crecimiento.....	79
Figura. 43. Los espacios se arman combinando módulos.....	80
Figura. 44. Transporte y montaje de edificaciones prefabricadas.....	81
Figura. 45. CHK Catalogo casas en contenedores	82
Figura. 46. Conthouse.	82
Figura. 47. Módulos A y B.	83
Figura. 48. Módulo A o Módulo Básico.....	84

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura. 49. Módulos A y B.	85
Figura. 50. Módulos A2. Estructura en SIPROMAT.....	85
Figura. 51. Módulos A. Tipos de módulo.....	86
Figura. 52 Módulos B. Tipos de módulo.....	86
Figura. 53. Módulos A. Combinaciones.....	87
Figura. 54. Módulos B. Combinaciones.....	87
Figura. 55. Módulo A	88
Figura. 56. Combinaciones del Módulo A.....	88
Figura. 57. Combinaciones del Módulo A	89
Figura. 58. Combinaciones del Módulo A	89
Figura. 59. Combinaciones del Módulo A	90
Figura. 60. Combinaciones del Módulo A	90
Figura. 61. Combinaciones de Módulos A y B	91
Figura. 62. Combinaciones de Módulos A y B	91
Figura. 63. Combinaciones de Módulos A y B	92
Figura. 64. Combinaciones de Módulos A y B.....	92
Figura. 65. Combinaciones de Módulos A y B.....	93
Figura. 66. Combinaciones de Módulos A y B.....	93
Figura. 67 El módulo según su función.	94
Figura. 68 Esquema portante del módulo.	95
Figura. 69 Elementos de refuerzo.	96
Figura. 70. Láminas estructurales de SIPROMAT.....	96
Figura. 71. Tipos de acabado a ser implementados en los módulos.....	100
Figura. 72. Planos volumétricos de la Weiller House.....	104
Figura. 73. Armado de las paredes en SIPROMAT.....	105
Figura. 74. Bases y rigidizadores del módulo.	106
Figura. 75. Armado de la losa de piso.....	107
Figura.76. Techos.....	108
Figura. 77. Armado del techo.	108
Figura. 78 Ensamblaje techo.....	109
Figura. 79. Conformación del techo.....	110
Figura. 80 Almacenamiento en fábrica.....	111

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura. 81	Ensamblaje del módulo.....	112
Figura. 82.	Refuerzos en los vértices.....	113
Figura. 83.	Refuerzos temporales	114
Figura. 84.	Refuerzos en techo del módulo.	115
Figura. 85	Colocación del plafón.	116
Figura. 86.	Colocación de las tuberías de servicio.	117
Figura. 87.	Colocación del acabado.....	118
Figura. 88.	Embalado e izado del módulo.....	119
Figura. 89.	Dimensiones del contenedor de 20".	120
Figura. 90.	Capacidad de la gandola.....	121
Figura. 91.	Transporte de los módulos espaciales.	122
Figura. 92.	Transporte de los módulos espaciales.	122
Figura. 93.	Capacidad de la gandola.	123
Figura. 94.	Transporte de los módulos espaciales.	123
Figura. 95.	Transporte de los módulos espaciales.	124
Figura. 96.	Transporte de los módulos espaciales	124
Figura. 97.	Acondicionamiento del terreno.....	125
Figura. 98.	Colocación del módulo en obra.....	126
Figura. 99.	Fijación del módulo en obra	127
Figura 100.	Acoplamiento entre módulos.	128
Figura. 101.	Colocación del techo u otro módulo en obra.	129
Figura. 102.	Colocación del techo en obra.....	130
Figura. 103.	Elementos de techo y aleros.....	130
Figura. 104	Conexión de las tomas.....	131
Figura. 105.	Vista de las tomas.....	132
Figura. 106.	Apilamiento del módulo.....	133
Figura. 107	Mantenimiento del módulo.....	135
Figura. 108.	Reparación del módulo.	138
Figura. 109.	Deconstrucción del módulo	139
Figura. 110.	Secuencia de deconstrucción	140
Figura. 111.	Deconstrucción del techo	140
Figura. 112	Deconstrucción del módulo.....	141

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura. 113 Marcos metálicos.....	142
Figura. 114 Desmontaje.....	142
Figura. 115. Almacenaje.....	143
Figura. 116. Módulo A deconstruido.....	144
Figura. 117. Catalogo.	146
Figura. 118. Orientación	158
Figura. 119. Sustentabilidad	158
Figura. 120. El Módulo A	160
Figura. 121. Laboratorios del Laurel.....	161
Figura. 122. Despiece del modulo espacial.	161
Figura. 123. Ensamblaje del piso.	162
Figura. 124. Ensamblaje del piso..	163
Figura. 125. Ensamblaje del piso.....	163
Figura. 126. Ensamblaje del piso.....	164
Figura. 127. Ensamblaje paredes.....	164
Figura. 128. Ensamblaje paredes.....	165
Figura. 129. Canalización de las Instalaciones.....	165
Figura. 130. Aplicación de fuerzas externas	166
Figura. 131. Montaje de los acabados..	167
Figura. 132. Composición de las láminas.	168
Figura. 133. Módulo A. Detalle..	168
Figura. 134. Planta de armado en SIPROMAT.....	169
Figura. 135. Elementos de refuerzo y anclaje.....	169
Figura. 136. Dimensiones refuerzos.....	170
Figura. 137. Localización de refuerzos.....	170
Figura. 138 Montaje del cielo raso.....	171
Figura. 139 Dimensión de las canales del cielo raso.	171
Figura. 140 Planta acotada del cielo raso.....	172
Figura. 141 Dimensiones del cielo raso	172
Figura. 142 Vista interna del techo.....	173
Figura. 143 Estructura base del techo.....	173
Figura. 144 Vista del techo del módulo.....	174

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura. 145 Base para el ajuste del techo.	174
Figura. 146. Vista de Planta	175
Figura. 147. Corte Longitudinal.....	176
Figura. 148 Corte Transversal.....	176
Figura. 149 Fachada Principal	177
Figura. 150 Fachada Posterior	177
Figura. 151 Fachada Lateral Izquierda.	178
Figura. 152 Fachada Lateral Izquierda.....	178
Figura. 153 Red de aguas blancas, negras y de lluvia	179
Figura. 154 Red de aguas blancas, negras y de lluvia.	179
Figura. 155 El Módulo A	181
Figura. 156 Vivienda aislada	183
Figura. 157 Plano de ubicación	183
Figura. 158 Etapas de la vivienda.....	184
Figura. 159 Vivienda pareada.....	185
Figura. 160 Plano de ubicación.....	185
Figura. 161 Etapas de la vivienda	186
Figura. 162. Vivienda unifamiliar	187
Figura. 163 Plano de ubicación	187
Figura. 164 Etapas de la vivienda	188
Figura. 165 Campamento en obra	189
Figura. 166 Plano de ubicación	190
Figura. 167 Campamento en obra	191
Figura. 168 Campamento en obra	191
Figura. 169 Oficina transportable..	192
Figura. 170 Oficina transportable	192
Figura. 171 Casos de emergencias.....	193
Figura. 172 Plano de ubicación.....	193
Figura. 173 Casos de emergencia.....	194
Figura. 174 Ubicación del terreno.....	195
Figura. 175 Ubicación de las edificaciones temporales.....	196
Figura. 176 Área de las edificaciones temporales.....	197

Figura. 177 Área de las edificaciones temporales ..	198
Figura. 178 Caseta de vigilancia ..	202
Figura. 179 Oficinas. Estudio de casos.....	202
Figura. 180 Oficinas. Estudio de casos.....	203
Figura. 181 Dormitorios.....	203
Figura. 182 Depósitos y dispensario.....	204
Figura. 183 Comedor.....	204
Figura. 184 Relación A/T	206
Figura. 185 Plantas vivienda SME	216
Figura. 186 ALMAXCO	233
Figura. 187 Policarbonato.....	234
Figura. 188 Centrolam	235
Figura. 189 LAMILIT	236
Figura. 190. Techos LAMILIT	237
Figura. 191. Montaje del piso	237
Figura. 192 Características.....	238
Figura. 193. Piso en láminas	238
Figura. 194 Piso en rollos	238
Figura. 195 Piso en rollos.....	239
Figura. 196 Protección y aislantes para pisos.....	240

Índice de Gráficos

Grafico. 1 Pirámide social.....	31
Grafico. 2. Viviendas terminadas.....	33
Grafico. 3. Inventario de viviendas	34
Grafico. 4 Mejoras significativas.....	36
Grafico. 5. Consecuencias.....	37

Índice de Cuadros

Cuadro 1. III Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares 2005 y cálculos de F&B Consultores Asociados	31
Cuadro 2. Demanda habitacional en Venezuela.....	32
Cuadro 3. Características del SME	41
Cuadro 4. Cuadro comparativo.....	68
Cuadro 5. Cuadro síntesis de acabados	101
Cuadro 6. Cuadro de componentes	153
Cuadro 7. Cuadro de pesos.....	154
Cuadro 8. Cuadro comparativo de pesos.....	155
Cuadro 9. Cuadro de componentes modulo	180
Cuadro 10. Cuadro de componentes campamento	205
Cuadro 11. Cuadro de costos.....	208
Cuadro 12. Cuadro comparativo de de costos.....	209
Cuadro 13. Cuadro comparativo final.....	210
Cuadro 14. Cuadro Líneas de producción del Módulo A.	241
Cuadro 15. Cuadro de costos del Módulo A	242
Cuadro 16. Cuadro de costos del Módulo B.	242
Cuadro 17. Cuadro de costos del Módulo A1	243
Cuadro 18. Cuadro de costos del Módulo A2	243
Cuadro 19. SIPROMAT	244
Cuadro 20. SIPROMAT	245
Cuadro 21. SIPROMAT	246
Cuadro 22. Cuadro de costos 1 de SIPROMAT	247
Cuadro 23. Cuadro de costos 2 de SIPROMAT	248
Cuadro 24. Cuadro de costos 3 de SIPROMAT	249
Cuadro 25. Cuadro de costos 4 de SIPROMAT	250
Cuadro 26. Cuadro de costos total de SIPROMAT.....	251
Cuadro 27. Cuadro de costos 1 Construcción tradicional.....	252
Cuadro 28. Cuadro de costos 2 Construcción tradicional.....	253
Cuadro 29. Cuadro de costos 3 Construcción tradicional.....	254
Cuadro 30. Cuadro de costos 4 Construcción tradicional.....	255

Glosario

Prefabricación: sistema constructivo basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie en una fábrica fuera de su ubicación final y que en su posición definitiva, tras una fase de montaje simple, precisa y no laboriosa, conforman el todo o una parte de un edificio o construcción. (<http://www.monografias.com>)

Módulo: una dimensión que convencionalmente se toma como unidad de medida. El módulo es la medida que se toma como base para dimensionar todo el edificio. (http://enciclopedia_universal.esacademic.com)

Módulo Espacial: es el módulo visto como la dimensión espacial tridimensionalmente.

Ensamblaje: unir, acoplar dos o más piezas, haciendo encajar la parte saliente de una en la entrante de la otra. (www.wordreference.com)

Panelización: es el ensamblaje de láminas galvanizadas producidas en serie para conformar las paredes del módulo espacial.

Progresivo: aumento, crecimiento" o "desarrollo. (<http://www.diclib.com>)

Vivienda progresiva: Vivienda con un núcleo espacial básico consistente en baño, cocina y área de usos múltiples, con solución y posibilidad arquitectónica y estructural de crecimiento a posterior y por etapas.

Sustentabilidad: o sostenibilidad, se refiere a la cualidad de poderse mantener por sí mismo, sin ayuda exterior y sin agotar los recursos disponibles. Es un proceso, no un estado, que hace referencia a una forma de desarrollo en la que se busca el bienestar humano sin dañar el equilibrio del ambiente y sus recursos naturales, ya que estos, son la base de todas las formas de vida. (<http://es.slideshare.net>, <http://www.vidaverde.about.com>)

Transportable: la acción de trasladarse o ser trasladado una o más veces desde un punto a otro.

“Sistema Modular Espacial (SME) basado en la tecnología SIPROMAT. Una propuesta para edificaciones modulares, prefabricadas y de rápido ensamblaje”.

Autora: Rosa C Moreno B

Tutor: Argenis Lugo

Fecha: Mayo 2013

Resumen.

En Venezuela existe un sector de la población desatendido en el área habitacional, la clase media joven. Por ello se propone una forma de hacer viviendas que va a permitir, a partir del uso de láminas de acero galvanizado, construir con una visión distinta, módulos prefabricados que permitan el crecimiento o la progresividad de la construcción.

Basado en la tecnología desarrollada a partir de componentes autoportantes en edificaciones, se diseñó un sistema de módulos apilables, transportables, capaces de conectarse entre sí, permitiendo la producción de diversos modelos de edificaciones, construidas bajo un ambiente controlado, utilizando como estructura interna láminas SIPROMAT, reforzadas con elementos rigidizadores en los vértices del módulo.

Orientado principalmente hacia usuarios de clase media que inician una familia o a quienes quieren independizarse y no poseen los medios económicos suficientes para adquirir una vivienda en el mercado formal tradicional, se propone la construcción de una edificación innovadora, configurada a partir de un módulo básico, cuyas dimensiones le permiten funcionar por sí solo y que al combinarlo con otros, se adapte a las necesidades de sus usuarios.

Bajo una Metodología de Desarrollo Experimental, en el presente trabajo se ha investigado sobre el estado del arte referido al objeto de estudio,

realizándose propuestas que a partir de la elaboración de un prototipo con las dimensiones del módulo A, modelos a escala real, pruebas de aplicación y diseño de detalles constructivos, se pudo definir la propuesta final, obteniéndose como resultado una alternativa de tipología de vivienda modular, prefabricada, apilable y transportable hasta el sitio de obra, para ser instalada en poco tiempo.

Partiendo de la concepción de módulos espaciales y de sus posibilidades de combinación, es posible edificar unidades habitacionales de desarrollo progresivo, moduladas, sostenibles y de rápido ensamblaje y montaje en comparación con los sistemas constructivos tradicionales utilizando tecnologías innovadoras.

PALABRAS CLAVES: Prefabricación, Progresividad, Sustentabilidad, Módulos Espaciales, Transportabilidad, Rapidez, Ensamblaje

“Spatial Modular System (SMS) based on the SIPROMAT technology. A proposal for modular, prefab and quick assembled buildings”.

Author: Rosa C Moreno B

Tutor: Argenis Lugo

Date: May 2013

Abstract.

In Venezuela, there is a population unattended in the Housing area, the youth middle class people. Therefore, a new way of building homes, has been brought up allowing, from the use of steel structural components, build prefabricated modules which will permit progressive growth.

Based on a technology developed from self supporting structural elements, a system of stackable, transportable and self connecting modules has been designed, allowing the production of a variety of buildings, built under a controlled environment and with the use as internal structure, of SIPROMAT panels reinforced by rigged components located at the vertices of the module.

Meant for middleclass users who start a family or to those who seek independence but do not have the means to acquire a traditional market home, there is a proposal of an innovative building, based on a basic module which dimensions will allow self operation and that once combined with others will adapt to their users needs.

Under an Experimental Development Method, a research on the actual state of art has been made referred to the studied object, making a proposal taking into account the building of a prototype with the size of the A Module, real scale models, application proofs and building details design, the final proposal was determined, obtaining as a result an alternative for a prefab, modular, two story living building, transportable to the site in order to be installed in a few hours.

Therefore, considering the creation of a spatial module and its combination possibilities, it is in fact possible to build sustainable progressive modulated living units, of very rapid ensemble and adjustment in site, compared to those based on traditional building methods, using innovative technologies.

KEY WORDS: Prefab, Progressiveness, sustainability, Spatial Modules, Transportability, quick assembly.

Introducción.

Porque pensar en edificaciones moduladas prefabricadas como alternativa en nuestro país y el mundo?... Una edificación prefabricada es aquella que ha sido construida en una fábrica a fin de tomar ventaja de los beneficios de la producción industrial, ya que dentro del ambiente de una fábrica se trabaja más rápidamente, más eficientemente y con una mayor precisión.

La prefabricación permite la construcción de una edificación de forma más rápida, más fuerte y más eficiente con menos trabajo y desperdicio que en una construcción convencional, y por ende es más económica.

Las técnicas de manufacturación modernas permiten una mayor variación “en línea de producción” de una pieza dada, sin embargo, existen limitaciones con respecto a las dimensiones y la facilidad de transporte de las partes realizadas en fábrica. Es aquí donde la modulación de los componentes juega un papel importante ya que ofrece soluciones a las limitaciones de la edificación prefabricada. Una vivienda modular está dividida en componentes de menor tamaño realizados en fábrica y diseñados para un rápido y fácil ensamblaje en sitio.

Dependiendo del diseño de estos módulos, se pueden obtener más variaciones realizadas en el sitio de ensamblaje manteniendo los beneficios de la producción en fábrica.

En tal sentido, la edificación podrá ser tan larga o ancha como el cliente desee, sin importar el tamaño del módulo individual concebido.

La vivienda modular ha sido considerada por mucho tiempo, idéntica en carácter a una vivienda prefabricada, excepto a que una casa no está compuesta por una sola parte sino por una sumatoria de éstas.

(Jeriko House 2007).

“Las viviendas modulares son grandes espacios vacíos ocupados por objetos móviles organizados según un patrón ya estipulado, que permiten realizar actividades en ese espacio. Objetos inteligentes, multifuncionales en ocasiones que convierten todo el interior en un mueble. La Arquitectura modular se refiere al diseño de sistemas compuestos por elementos separados que pueden conectarse preservando relaciones proporcionales y dimensionales. La belleza de la arquitectura modular se basa en la posibilidad de reemplazar o agregar cualquier componente sin afectar al resto del sistema”. (Serrentino & Molina. 2007). (Figura.1)



Figura. 1. La Casa Pircher. Diseñada basada en la Teoría de los Policubos
Fuente: www.Jerikohouse.com 2007

Este sistema de elementos modulares representa una alternativa para abordar soluciones habitacionales, de forma rápida y eficiente, así como también ofrece una posibilidad de crecimiento interno de las edificaciones hasta satisfacer los requerimientos de sus usuarios.

Como un aporte se prevé el diseño de un Sistema Espacial Modular y Prefabricado basado en la tecnología SIPROMAT, el cual represente una alternativa idónea para construcciones de edificaciones de rápido

ensamblaje, en el que se conjuguen las bondades de la elaboración en fábrica con las posibilidades que ofrece la modulación espacial.

Con el presente trabajo de investigación se pretende desarrollar un sistema habitacional, conformado por un conjunto de módulos espaciales prefabricados visualizados como partes de una solución habitacional que, al combinarlos entre sí, permita la composición de infinitos modelos de edificaciones, con la finalidad de solucionar una problemática, en este caso dar respuesta habitacional a jóvenes de clase media ofreciendo un sistema habitacional modular prefabricado, de rápido ensamblaje y de crecimiento progresivo.

Se realizó una investigación sobre el tema y el trabajo se dividió por Capítulos, visualizando los puntos relevantes de la investigación y desarrollándolos más ampliamente, conformando así la propuesta, para lo cual se amplió el estudio de casos, incluyendo ejemplos nacionales e internacionales. Esto a fin de proponer un objeto acorde a la realidad nacional.

Es así que se profundizó en el estudio de los antecedentes nacionales relevantes a la prefabricación, para conocer los niveles de aceptación cultural hacia la propuesta, se analizaron las muestras presentadas estudiando particularmente los ejemplos de mayor relevancia al objeto de estudio.

De tal manera, se decidió trabajar con módulos prefabricados de dimensiones transportables, toda vez que al ser construidos en una fábrica tendrían que ser trasladados al sitio de ubicación final, totalmente acabados y listos para ser acoplados entre sí. Esto reduciría los tiempos de ensamblaje en sitio (uno de los objetivos de la investigación).

Es así que se comenzó a trabajar el sistema habitacional, diseñando tanto el interior como el exterior de los módulos, basándose en la coordinación

modular de los espacios. Se revisó al mismo tiempo la conformación estructural del módulo, tomando SIPROMAT como tecnología de construcción, específicamente los planos portantes en láminas corrugadas de acero galvanizado y se incorporaron materiales mucho más innovadores para el acabado tanto de las paredes como de los techos y los pisos del módulo.

Se realizó un estudio de las uniones de las cajas que conforman los módulos, ya que el sistema constructivo SIPROMAT no prevé el manejo y traslado de módulos de grandes dimensiones. Este es quizás el punto crítico del presente trabajo de investigación, toda vez que se debe evitar el sobrecargar la estructura con elementos que, lejos de rigidizar el sistema, lo sobrecarguen, lo cual haría difícil el manejo de los módulos espaciales. Sobre este particular se presentaron distintas alternativas, reflejadas todas en gráficos y dibujos explicativos a fin de demostrar su funcionabilidad en cada caso.

Finalmente, se planteó la construcción de un prototipo del Módulo A del sistema, con dimensiones 2.50 m de ancho x 4.90 m de largo x 2.80 m de alto. La finalidad primordial para la construcción de dicho módulo es verificar su resistencia al manejo y su movilización de un sitio a otro mediante el uso de una grúa o montacargas. Sin embargo, debido a la falta de presupuesto no se pudo realizar la prueba de izamiento del módulo, comprobándose solamente su resistencia a fuerzas de movimiento aplicadas externamente al módulo, resultando en la no deformación del mismo.

Es importante acotar que la Prof. Alejandra González, autora de la Tecnología SIPROMAT, construyó una caseta con acabados en fibra de vidrio, para la compañía telefónica TELCEL de dimensiones parecidas al Módulo B, realizada en la Planta Experimental del Laurel en junio de 1994, la cual fue levantada con una grúa y llevada a obra, sin sufrir deformaciones. González (2008).

A fin de alcanzar las metas antes descritas, se cumplió con la realización de objetivos previamente propuestos, a saber:

Objetivo General.

Desarrollar un Sistema Modular Espacial basado en la Tecnología SIPROMAT, de carácter progresivo, no convencional, con un nivel de prefabricación que permita un rápido ensamblaje en sitio.

Objetivos Específicos.

- Estudiar las Tecnologías Prefabricadas de Contenedores y la Tecnología SIPROMAT a fin de definir o determinar la factibilidad de aplicación en la Propuesta.
- Definir los criterios de Desarrollo Espacial y Técnico Constructivo de la Propuesta.
- Desarrollar las aplicaciones de la Propuesta.
- Validar experimental, técnica y económicamente la Propuesta.

Para ello se ha estructurado el trabajo en cuatro capítulos principales, los cuales se definen a continuación:

El Primer Capítulo trata sobre el planteamiento general de la investigación, que contempla la definición del problema y la justificación para el desarrollo del sistema habitacional, así como también los objetivos que originan y definen la propuesta. Asimismo, se contempla la revisión del Marco Teórico Referencial, para lo cual, en una primera instancia, se realizó una revisión bibliográfica de los antecedentes a nivel de sistemas constructivos prefabricados y modulares existentes, así como también de los estudios realizados en el tema a nivel nacional e internacional.

Dicha revisión fue, en su mayoría, por Internet; aunque posteriormente se hizo necesario visitas de campo a locaciones en donde se encontraban edificaciones construidas con sistemas prefabricados, tales como los contenedores acondicionados para oficinas ubicados en la Plaza Venezuela, en Caracas, una fábrica de trailers en Valencia, los módulos para oficinas y alojamiento del personal en las construcciones del ferrocarril ubicadas en la autopista Caracas-Valencia, una consulta a la Lic. Mary Vásquez, Gerente de Logística del sistema de construcción modular Mobile Space System ubicado en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo, una consulta con el Ing. Alfonso Linares, Aesor de Viviendas de la Cámara Venezolana de la Construcción y finalmente el trabajo contó con la valiosa asesoría de la Profesora Alejandra González, creadora de la Tecnología SIPROMAT, objeto del presente estudio de caso.

Esta actividad de consulta y búsqueda de información se realizó a lo largo del desarrollo del Trabajo de Investigación haciéndose más específica a medida que existía mayor avance en el mismo.

El Análisis del material bibliográfico investigado en referencia a tecnologías implementadas actualmente en viviendas construidas con componentes estructurales prefabricados dentro y fuera del país, se procesó y los conocimientos e ideas obtenidas forman parte integral del desarrollo del objeto a investigar, con lo cual fue necesario plantearse algunas variables con la finalidad de acotar y precisar el alcance del trabajo. Esta variables están relacionadas a la tecnología de la prefabricación, los tiempos de ejecución tanto en la fábrica como en el sitio de obra, los elementos estructurales que conforman el objeto a ser construido, la transportabilidad del edificio totalmente acondicionado, la aceptación cultural de la edificación prefabricada en nuestro país, la sustentabilidad de la edificación y lo relativo

a los costos de producción de una edificación prefabricada y de rápido ensamblaje a ser implementada en Venezuela.

Los resultados obtenidos de esta búsqueda y análisis de la información han marcado ciertas influencias de trabajos realizados por otros investigadores y profesionales de la Arquitectura en el campo de la prefabricación y las edificaciones moduladas en este trabajo de investigación. Autores como Adam Kalkin (2009), Nicholas Lacey (2009), Sean Godsell (2009) y los arquitectos Ada Tolla y Giuseppe Lignano (2007) de LOT-EK con sus adaptaciones de contenedores, Geoffrey Warner y Scott Ervin de Alchemy Architects (2007) con sus viviendas moduladas prefabricadas, los trabajos de SIPROMAT de la Prof. Alejandra González (2005), los arquitectos Xavier Tragant y Miguel Morte (2007) con su vivienda compacta y apilable de Compact-Habit y los arquitectos John Dwyer (2007) creador de The Clean Hub y Tadashi Murai (2007), con sus módulos de vivienda sustentables, son algunos de los autores que han influenciado el desarrollo del presente trabajo.

Asimismo, se revisaron varias alternativas para la estructura de los módulos espaciales, a saber: perfiles de acero galvanizado ligero, tubos estructurales, láminas corrugadas de acero galvanizado y perfiles de aluminio. Se decide seleccionar la Tecnología SIPROMAT como parte de la estructura del módulo espacial.

El conocimiento adquirido mediante estos ejercicios hermenéuticos ha sido determinante para el desarrollo de una tipología de vivienda realizada basándose en el sistema habitacional planteado. Dicho modelo fue evolucionando durante el desarrollo de la Maestría, experimentando cambios a medida que se acotaban las metas planteadas.

Esto permitió definir los tipos de módulos espaciales que conforman el sistema habitacional, la estructura que los contienen, las uniones y formas de acoplamiento en sitio, los materiales y acabados y la progresividad y sostenibilidad de las edificaciones resultantes.

Una vez desarrollados los detalles constructivos del módulo básico del sistema habitacional, se pudo construir un prototipo a escala del Módulo A, con dimensiones 2.50 m de ancho x 4.90 m de largo x 2.80 m de alto y con acabados en paredes, piso y techo, a fin de comprobar principalmente la funcionabilidad espacial del módulo y la capacidad de soportar movimientos de manejo y traslado de un sitio a otro. Es importante acotar que se acortó el largo del módulo a fin de poder manejarlo mejor bajo techo y en un espacio pequeño, toda vez que el Módulo A mide 2.50 de ancho x 6.10 de largo x 2.40 de alto, sin el techo.

Adicionalmente, también se enumeran las ventajas que la implementación de este tipo de sistema habitacional ofrece al usuario, las cuales se apoyan en la revisión efectuada a los antecedentes en la materia, y posteriormente en diferentes ejemplos constructivos evidenciados en el estado del arte presentado, finalizando con una breve descripción del Sistema SIPROMAT, sobre el cual se basa el presente sistema habitacional.

El Segundo Capítulo es la descripción del Sistema Modular Espacial (SME), el cual comprende el estudio del comportamiento estructural del Sistema, su ensamblaje, la definición del Módulo Básico, su crecimiento y división en Sub-Módulos, y la presentación de los acabados de los cerramientos estructurales que conforman la edificación.

El Tercer Capítulo, trata sobre la construcción de un prototipo del Módulo A, en los Laboratorios Experimentales de la Universidad Central de Venezuela en El Laurel, asimismo, presenta los resultados obtenidos en el trabajo de

investigación a manera de Aplicaciones realizadas con el sistema habitacional y un estudio de caso en particular.

Finalmente, el Cuarto Capítulo, trata la viabilidad económica del sistema y estructura de costos.

Capítulo I. De la Problemática Habitacional a los Sistemas Prefabricados.

1.1 Dificultad en la adquisición de viviendas para nuevos usuarios de clase media en Venezuela. ¿Porque es necesario solventar el problema habitacional para usuarios de clase media en Venezuela?

“Desde hace aproximadamente dos décadas, la clase media venezolana ha visto mermar sus posibilidades de acceder a una vivienda propia en Caracas, por lo que se ha registrado un éxodo a las denominadas “ciudades dormitorios”, ubicadas muy cerca de Caracas, desarrollos dirigidos principalmente a cobijar a parejas jóvenes que no podían acceder a un inmueble en Caracas. En muchos casos adquirirían una vivienda en esta zona y la utilizaban como una inversión que les permitiría en el futuro obtener los recursos para comprar finalmente una vivienda en Caracas, cerca de sus lugares de trabajo...

...Muchos profesionales adquirieron sus viviendas con un préstamo de Ley de Política Habitacional Área II, a largo plazo y con una tasa de interés promedio de 15,0%. Pero siendo muchos, todavía eran pocos, considerando la gran demanda represada de viviendas.

Según fuentes del sector inmobiliario, entre los años 1990 y 1999 se protocolizaron 123.344 créditos para adquisición de viviendas con recursos del ahorro habitacional por Bs.440.127, 00 millones, pero aún se mantenían aproximadamente unos 4.000.000 de ahorristas habitacionales en cola, esperando una oportunidad para acceder a un préstamo habitacional”... (Veneconomía. 2007)

1.1.1 Déficit, Oferta.

La sociedad venezolana está compuesta por cinco (5) estratos sociales los cuales se agrupan de acuerdo a su poder adquisitivo. Ver Cuadro 1.

Estrato	Total hogares	%	población	Ingreso prom. p/cápita	Ingreso prom. mensual p/hogar
I	376.048	5.8	1.626.931	2.383	7.098
II	1.295.873	20.1	5.606.449	1.375	4.435
III	2.891.150	44.8	12.508.237	766	2.913
IV	1.768.291	27.4	7.650.313	399	1.694
V	125.475	1.9	542.853	175	828
Total	6.456.837	100	27.934.783	1.066	3.624

Cuadro 1. III Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares 2005 y cálculos de F&B Consultores Asociados. Fuente: BCV.

Estos cinco (5) estratos de la sociedad venezolana se pueden resumir en tres (3) grandes grupos, según su promedio de ingreso mensual, tal y como se explica en el Gráfico 1:

Política de vivienda en Venezuela

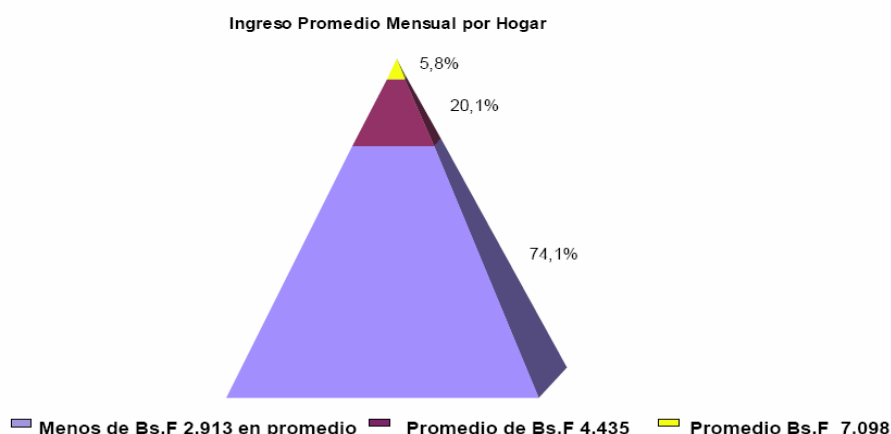


Grafico. 1 Pirámide Social. Fuente: BCV, III Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares 2005 y cálculos de F&B Consultores Asociados. 2005

De acuerdo a la Cámara Venezolana de la Construcción (CVC) para el año 2010, sólo el 26% de los hogares venezolanos tendrán capacidad de ahorrar para comprar vivienda. Adicionalmente, sólo es posible la adquisición de vivienda bajo un enfoque de ingreso familiar, según indica en entrevista el Ing. Alfonso Linares (CVC 2010).

LA REALIDAD DE LA DEMANDA HABITACIONAL



ESCALA DE INGRESOS MENSUAL FAMILIAR PROMEDIO ESTIMADO		FRECUENCIA		DÉFICIT HABITACIONAL Nº VIVIENDAS
ESTRATOS	BOLÍVARES FUERTES	PARCIAL	ACUMULADO	
V	1.027	1,9 %	1,9%	36.100
IV	2.101	27,4%	29,3%	520.600
III	3.613	44,8%	74,1%	851.200
II	5.501	20,1%	94,2%	381.900
I	8.805	5,8%	100%	110.200

- Valor de la canasta alimentaria para marzo 2010:	Bs.F. 2.288,22
- Valor de la canasta básica para marzo 2010:	Bs.F. 5.065,38

Fuentes: a) Canastas: Centro de Documentación y Análisis Social de la Federación Venezolana de Maestros, stimpulso.com, consulta 15/04/10. b) Escala de Ingresos: BCV, III Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares 2005, proyección F&B Consultores Asociados.

Cuadro 2. Demanda Habitacional en Venezuela. (Información presentada ante la Convención 2010 de la Cámara Venezolana de la Construcción realizada por el Ing. Alfonso Linares)

Es decir, más del 74 % de las familias que requieren una solución habitacional no pueden acceder por sí solas a los mercados formales de vivienda. Necesitan un subsidio habitacional y un plazo para ahorrar el monto de la cuota inicial.

Es importante considerar que la canasta básica de alimentos, bienes y servicios, para el mes de febrero de 2010, se ubicó alrededor de Bs.f. 4.081.82, según indica en entrevista el Ing. Alfonso Linares, (CVC 2010). (Ver Cuadro 2)

1.1.2 Sector Construcción Público (Interés Social)

Debido a sus bajos ingresos, la población demandante de viviendas de interés social se caracteriza por no poseer capacidad de ahorro. De cada 2 venezolanos, 1 no tiene vivienda adecuada o vive en hacinamiento o rancho que no cumple con requisitos mínimos de vivienda digna, según indica en entrevista el Ing. Alfonso Linares, (CVC 2010).



Gráfico. 2. Viviendas terminadas. Convención Año 2010. Fuente: CVC 2010.

Del gráfico anterior (Ver Gráfico. 2), se desprende lo siguiente:

- 1.900.000 viv. nuevas X 4.4 personas/viv.= 8.360.000 personas
- 1.200.000 viv. mejoran. X 4.4 personas/viv. = 5.280.000 personas
- Total de personas con necesidades 13. 640.000

1.1.3 Sector privado (clase alta, clase media)

La clase media y alta venezolana, específicamente los estratos sociales I y II, con ingresos mensuales familiares que van desde los Bsf. 5.501 a Bsf. 8.805, presentó para el año 2009, una necesidad habitacional del 25.9% del total general del país.

En Venezuela, según fuentes del Banco Central de Venezuela (BCV), el sector privado construyó durante el año 2009 el 72.8 % del total de las viviendas del país a nivel nacional, según indica en entrevista el Ing. Alfonso Linares, (CVC 2010). (Ver Grafico. 3)



Grafico. 3. Inventario de Viviendas. Convención Año 2010. Fuente: CVC 2010

El sector privado edificó 8.200 viviendas durante el primer trimestre de 2012, lo que representa una caída de 18% en comparación con el mismo período de 2011, de acuerdo con los datos de la Cámara Venezolana de la Construcción.

“Las unidades en desarrollo, que eran 75.000 en marzo del año pasado, también bajaron 18% para llegar a 61.000. Los descensos en las viviendas terminadas y en construcción explican la caída del sector privado entre enero y marzo”. (CVC Economía 2012)

El Banco Central de Venezuela informó que la expansión de 29,6% de la construcción en el primer trimestre fue impulsada por el sector público, que creció 56% porque la actividad privada se contrajo 10,6%.

El desempeño de las empresas ha sido afectado por la escasez de insumos y la incertidumbre legal, dijo el Dr. Gilbert Dao, presidente de la CVC, en el segundo foro de indicadores del sector. Asimismo, indicó que los problemas con el suministro de cabillas y cemento son los principales responsables de que el sector privado tuviera 38.000 viviendas paralizadas al cierre del primer trimestre. Señaló que las 107.000 unidades sin iniciar están relacionadas con la incertidumbre generada por normas como la Ley contra la Estafa Inmobiliaria y la Ley de Regularización de los Arrendamientos de Vivienda. "Es importante recalcarlo porque hay casi 150.000 unidades que el sector privado puede desarrollar en el corto plazo si se toman medidas para mejorar el suministro de insumos y reducir la incertidumbre", dijo Dao”.

“Desde 2010, el sector privado ha tenido una caída de 40% anualmente, pasando de la construcción de 80 mil unidades de vivienda a 30 mil unidades para finales de 2012, si proyectamos el cierre del segundo semestre”, indicó Dao. (CVC. Construcción privada en inercia por miedo a las leyes. 2012)

1.2 Dimensión del problema en términos de construcción.

Normativa Legal

El Marco Legal en Política de Vivienda en Venezuela, está conformado de la siguiente manera:

- Ley Especial de Protección al Deudor Hipotecario de Vivienda*
- Ley del Régimen Prestacional de Vivienda y Hábitat*
- Método de la preventa: Resolución 98. 10 noviembre 2008
- Resolución 110. Fecha 10 junio 2009
- Ley de Preventa (en discusión en la Asamblea Nacional) (Grafico. 4)

**Ambas promulgadas durante la actual Administración.*

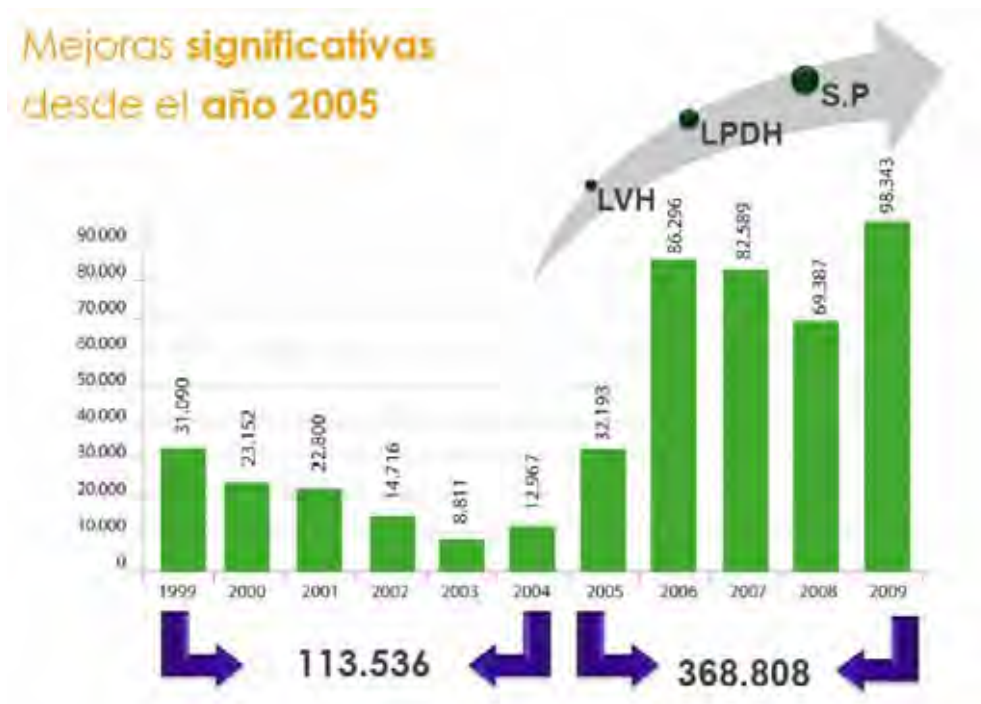


Grafico. 4. Mejoras significativas. Convención Año 2010. Fuente: CVC 2010.

Este aspecto legal, aunado a los altos costos de los materiales tradicionales, los costos de la mano de obra y la merma en el poder adquisitivo de los venezolanos, entre otros, propician la disminución en la construcción de viviendas y en la adquisición de las mismas por parte de los posibles compradores. Es por ello que la Cámara Venezolana de la Construcción, en su convención del 2010 asegura que “el sector privado no dispone del capital ni del marco jurídico necesarios para abordar el mercado de vivienda deficitario. Ante el escenario de no financiamiento de esquemas de preventa la industria se detiene por falta de recursos en el mercado según indica en entrevista el Ing. Alfonso Linares, (CVC 2010). (Grafico. 5)

Consecuencias de no crear oportunidades para los nuevos compradores

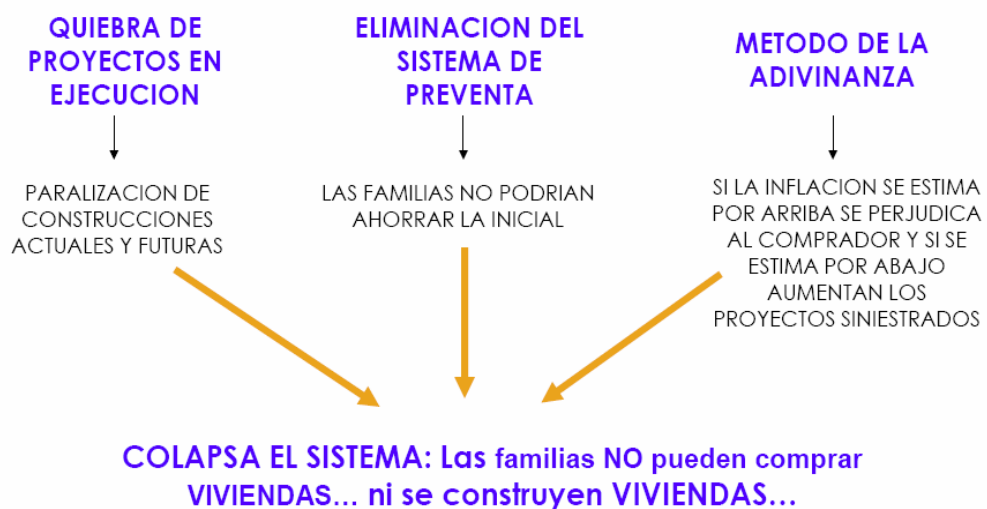


Grafico. 5. Consecuencias. Convención Año 2010. Fuente: CVC 2010.

El 95 % de la población representativa de los estratos III, IV y V requiere con urgencia de nuevas oportunidades legales y financieras para poder tener vivienda propia.

Finalmente, de acuerdo a las cifras tanto de la Cámara Venezolana de la Construcción como de la Cámara Inmobiliaria de Venezuela, el déficit habitacional actual se sitúa en 2 millones 700 mil viviendas. (Jiménez. J. 2012 y Martini. A. 2012).

1.3 Soluciones habitacionales progresivas, moduladas y de rápido ensamblaje para el sector de clase media en Venezuela.

Luego de haber realizado un estudio sobre los diferentes sistemas constructivos existentes en el país, se pudiera afirmar que existen muy pocos sistemas constructivos prefabricados, tanto de fabricación nacional como importados, capaces de ofrecer edificaciones de rápido ensamblaje y crecimiento progresivo.

Es por ello que, orientado hacia usuarios de clase media que inician una familia o a quienes quieren independizarse y que no poseen los medios económicos suficientes para adquirir una vivienda en el mercado formal tradicional; o hacia compañías constructoras que requieran de oficinas transportables; o hacia entes gubernamentales que necesiten soluciones habitacionales para casos de emergencia nacional, se propone la construcción de una edificación innovadora, configurada a partir de un modulo básico A, cuyas dimensiones le permiten funcionar por sí solo y que al combinarlo con otros, se adapte a las necesidades de sus usuarios, un sistema habitacional, conformado por un conjunto de módulos espaciales prefabricados visualizados como partes de una solución habitacional que, al combinarlos entre sí, permita la composición de infinitos modelos de edificaciones de desarrollo progresivo, moduladas, sostenibles y de rápido ensamblaje y montaje en comparación con los sistemas constructivos tradicionales utilizando tecnologías innovadoras. Este sistema de elementos modulares representa una alternativa para abordar soluciones habitacionales sustentables, de forma rápida y eficiente.

Por lo cual, se considera justificada la propuesta de desarrollo de este sistema habitacional de rápido ensamblaje, llamado Sistema Modular

Espacial (SME), el cual debido a sus características de prefabricación y modulación, y a su apropiada implantación según los requerimientos climáticos, geográficos y de aceptación cultural del país, podrá ser implementado en cualquier parte del territorio nacional, proporcionando una unidad acorde con las necesidades iniciales del usuario, y que dependiendo del uso final de la edificación, podrá seguir creciendo conjuntamente con éste, regido por un desarrollo programado, hasta satisfacer las necesidades finales de sus habitantes, conjuntamente con el aprovechamiento del ámbito regional donde se ubiquen.

Como meta, se espera propiciar la sostenibilidad de la construcción bajo un mayor control en el uso de los materiales y una optimización del consumo energético necesario en el proceso de fabricación y edificación que minimice la generación de residuos durante la construcción y la deconstrucción de la edificación, creando finalmente unidades habitacionales sustentables. (Figura. 2)

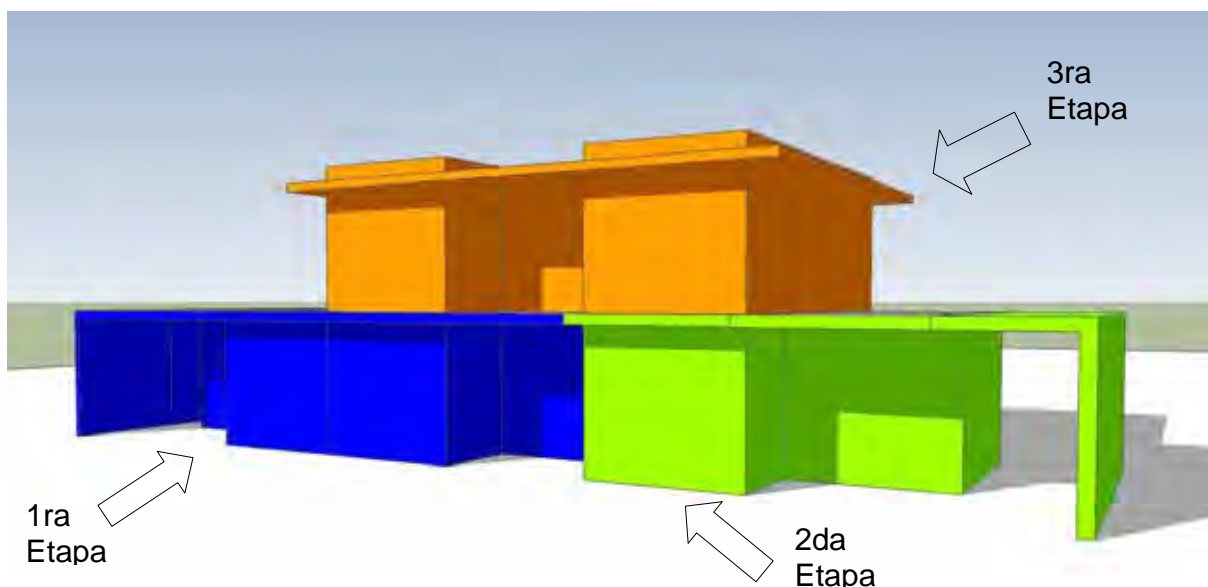
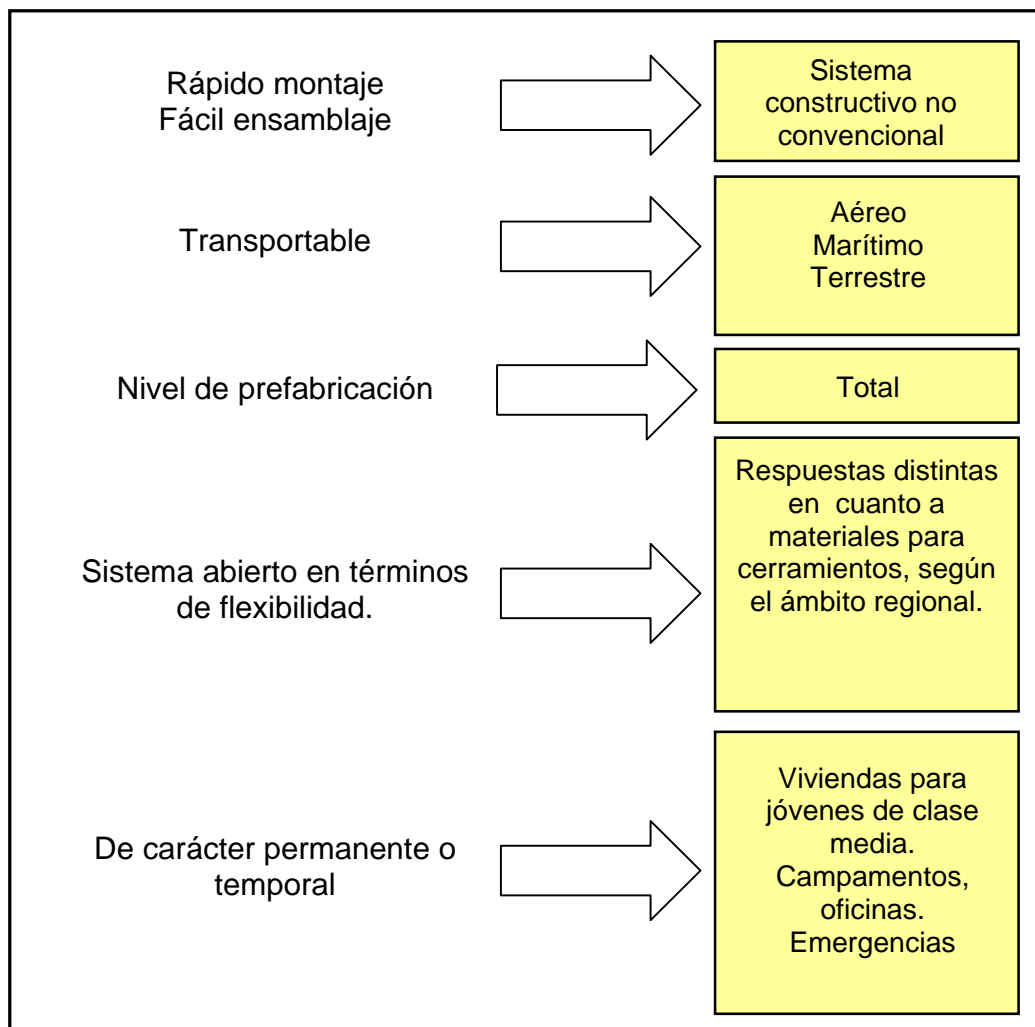


Figura. 2. Crecimiento progresivo del sistema. Fuente: Elaboración Propia 2008

1.4 Requerimientos considerados para el desarrollo del Sistema Modular Espacial (SME)

El SME parte de premisas que lo caracterizan como un sistema de construcción no tradicional, de fácil y rápido ensamblaje y con capacidad de ser transportado a casi cualquier lugar, adaptándose al ambiente en el cual se implante. (Ver Cuadro 3)



Cuadro 3. Premisas que caracterizan el SME. Fuente: Elaboración propia. 2007

1.5 Evolución de la vivienda prefabricada y de rápido ensamblaje en Venezuela y el mundo.

Las viviendas prefabricadas se produjeron por primera vez durante la llamada “Fiebre del Oro”¹ en Estados Unidos, cuando kits constructivos eran producidos a fin de proveer a los constructores californianos con viviendas de rápido y efectivo montaje. Estas edificaciones se podían adquirir por correo dentro de los estados Unidos durante los años de 1849 a 1908, aproximadamente. Sin embargo, las viviendas prefabricadas se tornaron populares realmente, durante la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) debido a la necesidad de alojamiento para el personal militar del momento.

En tal sentido, edificaciones tipo hangares, como las Quonset Huts², fueron usadas por los Estados Unidos como edificaciones militares.

Asimismo, en el Reino Unido se construyeron un gran número de



Figura. 3 Estructuras prefabricadas utilizadas durante la II Guerra Mundial. Fuente <http://www.waymarking.com> 2007

¹ Período de desbordada inmigración de trabajadores mineros interesados por los grandes descubrimientos de yacimientos de oro durante el siglo XIX en países Argentina, Australia, Brazil, Canada, Chile, New Zeland, Sur África y Estados Unidos.

² Estructuras en láminas corrugadas de acero, de sección semi-circular, prefabricadas y muy livianas

edificaciones prefabricadas como las Nissen Huts y los Bellman³, para el uso de las fuerzas aliadas y los Estados Unidos como campamentos en bases militares. (Figura. 3)

Posteriormente, estructuras prefabricadas fueron construidas después de la Guerra como medio de solución rápida y económica a la crisis de vivienda como reemplazo de miles de viviendas destruidas por los bombardeos. La proliferación de esta técnica constructiva es el resultado de las decisiones tomadas por el Comité Burt⁴ y lo acordado en el Acta de 1944 sobre las Viviendas como Acomodación Temporal⁵ (Figura. 4)



Figura. 4. Modelo de casa prefabricada en Bristol, Inglaterra. Telegraph Londres. 1944. Fuente www.telegraph.co.uk 2007

³ Estructuras en láminas corrugadas de acero, de sección semi-circular, prefabricadas y muy livianas

⁴ Grupo de Trabajadores establecidos por el Gobierno del Reino Unido para proveer de guía en el almacenaje de las viviendas

⁵ Acuerdo para proveer soluciones a la crisis de viviendas ocurrido a causa de la Segunda Guerra Mundial

Según un artículo de la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO 2007) los daños ocasionados por la guerra en términos de vivienda fueron como sigue:

- 2.800.000 viviendas totalmente destruidas
- 2.900.000 viviendas parcialmente destruidas
- 8.900.000 viviendas ligeramente dañadas.

Es decir, que para la terminación de la guerra, aproximadamente 5.700.000 viviendas habían quedado inhabitables y otros 9.000.000 de viviendas requerían reparaciones menores.

Es por esta razón, que estas edificaciones prefabricadas comienzan a ser concebidas para familias, y estaban conformadas por un área de hall de entrada, dos habitaciones (padres e hijos), un baño completo y separado (lo cual era una invocación para los británicos de la época) y un área de comedor cocina y sala. (Figura. 5)



Figura. 5. Casas prefabricada en Bristol a ser preservadas.
Fuente: www.telegraph.co.uk 2007

En su construcción se utilizaba acero, aluminio, madera o asbestos, dependiendo del tipo de arreglo de la vivienda. Estas edificaciones fueron diseñadas para un período de vida útil de 5 a 10 años, pero muchas han excedido su tiempo de vida, sobreviviendo hasta nuestros días. En 2002, por ejemplo, en la ciudad de Bristol en Inglaterra, todavía hay residentes viviendo en 700 de estas construcciones. Fuente: The European housing problem. FAO. (2007).

En Venezuela la utilización de viviendas prefabricadas se implementó por primera vez con la creación de la refinería de Amuay en 1946, en Adaro, campo temporal localizado en la península homónima, alrededor de la vieja Villa Zorca, que permitió albergar cerca de 200 personas en los llamados "quonsets". (Figura. 6)



Figura. 6 Quonset Hut utilizada en los primeros campos petroleros en Venezuela. 1946.

Fuente www.reocities.com . 2007

La temporalidad de esas viviendas provisionales de zinc y cartón piedra con una imagen poco aceptada en el ámbito cultural del país, apuntaban a la

gestación de una ciudad bajo la modalidad de "comunidad abierta", en la cual los campos residenciales petroleros tradicionales se integraban al resto de los pobladores ya asentados en la zona.

El programa permitía ofrecer en venta casas a los particulares, ajenos a la empresa, para incrementar el desarrollo urbanístico, experiencia exitosa tanto en Judibana como en Tamare, en el estado Zulia, en los cuales estas viviendas se fueron consolidando y creciendo en el tiempo, tal y como se observa en la imagen de una vivienda actual en Tamare. (Figura. 7) (Reocities. 2007).



Figura. 7. Tamare. Urbanización en campo petrolero. Venezuela.
<http://contextos.blogia.com> 2007

A partir de ese momento, visitantes de Estados Unidos, Aruba, Curacao, Trinidad y de distintos lugares de Venezuela, se establecen, hacia 1955, en lo que se conoce como Judibana, creándose lo que sería la futura ciudad jardín de la Península de Paraguaná en Venezuela. (Figura. 8)

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN



Figura. 8. Judibana 1955. Vista y plano del sector. Fuente:
<http://www.reocities.com> 2007

Asimismo, el resto de los campos petroleros se fueron poblando de este tipo de edificaciones prefabricadas, las cuales se consolidaron a través del tiempo y actualmente constituyen urbanizaciones bien conformadas. Un ejemplo es Tía Juana, en el Estado Zulia y los desarrollos en Curagua I y II localizadas en Puerto Ordaz, Edo. Bolívar. (Figura. 9) (Reocities. 2007).



Steve's House in Tia Juana - Photo Courtesy Steve Sleightholm

Figura. 9. Casa prefabricada en Tía Juana. Venezuela. Fuente:
www.randytrahan.com 2007

Actualmente, más y más arquitectos están incorporando diseños modernos en construcciones prefabricadas. Las construcciones prefabricadas ya no deben ser comparadas con las viviendas móviles en términos de apariencia, sino con aquellas de diseños modernista más complejos. Asimismo, las construcciones en prefabricados, han incrementado el uso de “materiales verdes, o green materials”⁶

Muchos sistemas de viviendas prefabricadas modulares permiten ser adaptados para el uso específico de un lugar o de un tipo de cliente, haciendo de las viviendas prefabricadas edificaciones más flexibles y modernas que sus predecesoras. (Figura. 10)



Figura. 10 Ejemplos de varios Sistemas Constructivos (Wee House, LivingBox, V2 Container House.

Fuente: www.tinyhouseblog.com/pre-fab/weehouse, www.edilportale.com/livingbox/livingbox.asp,
www.treehugger.com, <http://www.livinghomes.net>, www.contenedorcitey.com 2007

⁶ materiales tipo compuestos o renovables, más que no-renovables, responsables en términos de ambiente, debido a que el impacto que producen sobre el ecosistema es considerado con anterioridad durante la vida del producto

1.6 Edificaciones prefabricadas modulares contemporáneas.

A nivel mundial, esta plantea toda una búsqueda de nuevas configuraciones habitacionales a fin de alcanzar una solución a la problemática existente en el sector vivienda. (Figura. 11)

A continuación, algunos ejemplos tanto extranjeros como nacionales y su relación con la Propuesta:



Figura. 11. Ejemplos de varios Sistemas Constructivos. Fuente: <http://www.spacebox.nl/>, <http://tinyhouseblog.com/pre-fab/weehouse>, <http://www.compacthabit.com>, <http://www.microcompacthome.com/company>, www.treehugger.com, www.cargotec.com, www.architectureandhygiene.com/main.html 2007, 2008

Proyecto SpaceX. (2007). Holanda

Intencionado para vivienda, son de un solo ambiente, tipo estudio, de alta calidad constructiva, capaz de ser transportada, agrupada y combinada de la manera más conveniente por el cliente, pero a diferencia de la Propuesta, no presenta posibilidades de crecimiento progresivo. (Figura. 12)



Figura. 12 Edificaciones prefabricadas SpaceX. Fuente: <http://www.spacebox.nl/> . 2007.

Una de las virtudes de estas viviendas es la posibilidad de crear unidades armónicas y conjuntos de viviendas a través de la agrupación de estas.

A diferencia de la Propuesta, se necesita conformar una estructura portante para instalar estos módulos en el sitio final de obra. (Figura. 13)



Figura. 13 Montaje de los módulos de vivienda. Fuente:
<http://www.spacebox.nl/> . 2007

Semejante a la Propuesta, estas viviendas están disponibles en dimensiones de 18m² y 22m², equipadas con elementos funcionales de la vivienda mínima como cocina y baño con ducha. El proyecto busca resolver problemas de ahorro energético con fachadas ventiladas y tipologías de bajo consumo de energía lumínica.

Wee House. (2008) Estados Unidos

De uso habitacional, la WeeHouse es realmente más fuerte que una casa construida en el sitio. Al igual que la Propuesta, para soportar las tensiones de la mudanza, se refuerzan todas las esquinas bastidor, puertas, y ventanas, utilizando envés de elementos rigidizadores, pegamento y tornillos en el suelo y en el marco. Igualmente, el techo también se refuerza para aislar la casa del calor extremo o frío. (Figura. 14 y 15)



Figura. 14 Construcción de una vivienda WeeHouse
Fuente: <http://tinyhouseblog.com/pre-fab/weehouse/> . 2008



Figura. 15 WeeHouse ya implantada en sitio. Fuente:
<http://tinyhouseblog.com/pre-fab/weehouse/> 2008

A diferencia de la Propuesta, la unidad básica está enmarcada en acero y madera también viene con pisos en madera de bambú y gabinetes para cocina de Ikea. Extremadamente compacta y de eficientes dimensiones, se construye totalmente en fábrica, al igual que la propuesta.

Compact-Habit. (2007) España

Un nuevo concepto de vivienda modular basado en un sistema constructivo industrializado de módulos tridimensionales apilables, que al igual que en la Propuesta, se basa en apilar módulos para formar edificios enteras, pero con la diferencia de que entran en contacto solamente mediante elementos elásticos. (Figura. 16)

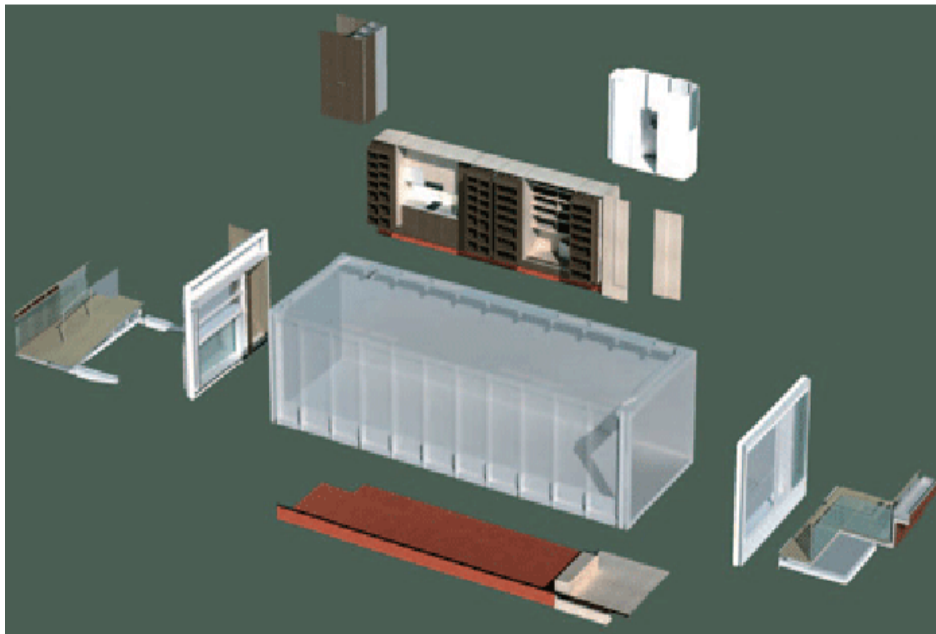


Figura. 16. Conformación de los módulos. Compact-habit.

Fuente: <http://www.compacthabit.com/> 2007.

La modularidad de este sistema ofrece la posibilidad de configurar viviendas de diversas superficies y distribuciones, adaptándose a las necesidades de las distintas unidades familiares existentes, pero, a diferencia de la Propuesta, no contempla el crecimiento progresivo.

Al igual que la Propuesta, nace con la intención de aportar una vivienda a nuevas familias.

The Clean Hub. (2007) Estados Unidos

Intencionada más que todo para casos de emergencia, esta vivienda se asemeja a la Propuesta en que posee una estructura autoportante con un amplio potencial de uso en todo el mundo, tanto en caso de desastres hasta mejoras de calidad de vida en zonas marginales urbanas, localidades remotas, y todos aquellos casos en los cuales se requiera de unidades habitacionales para aliviar el problema de vivienda. En especial aplica para sitios sin infraestructura básica. Sin embargo, difiere en que no presenta posibilidades de crecimiento progresivo. (Figura. 17)



Figura.17 The Clean Hub. John Dwyer Architecture.
Fuente: www.openarchitecturenetwork.org/node/456. 2007.

Al igual que la Propuesta, funciona en una unidad de vivienda con mínimas dimensiones.

m-ch Micro compact home. (2008). Reino Unido

El hogar compacto micro [m-m-ch] es una vivienda mínima ligera, modular y móvil para una o dos personas.

Sus dimensiones compactas del cubo de los 2.6m lo adaptan a una variedad de sitios y de circunstancias, y sus espacios de funcionamiento de dormir, trabajar, cenar, cocinar e higiene, lo hacen conveniente para el uso diario. (Figura. 18)



Figura. 18 Módulo habitacional mínimo. Vista interior y planta
Fuente: <http://www.microcompacthome.com/company/> 2008.

A diferencia del m-ch, la Propuesta contempla, de ser necesario, en una primera etapa que el Módulo A ofrezca facilidades para el habitar de una pareja, para posteriormente ir creciendo en el tiempo. El m-ch ofrece un espacio interno convertible según las actividades del usuario en cada momento del día.

Pile Up. (2012). Suiza

Es un sistema tipológico de viviendas que busca responder a las necesidades del usuario y permitir la agrupación de viviendas que los centros urbanos requieren. No es un sistema de bloques de vivienda prefabricado, sino más bien un sistema espacial que ofrece una multiplicidad de variantes modificables para requisitos particulares de uso. (Figura. 19)

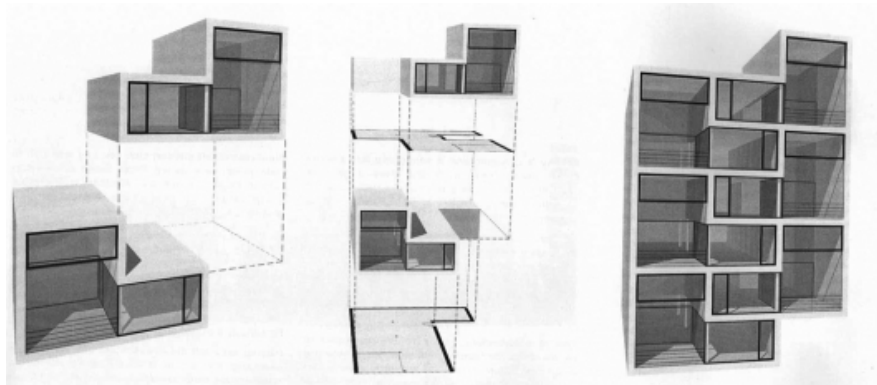


Figura. 19 Pile Up. Zapco. Fuente: <http://www.zapco.ch/pile-up/die-idee/> 2012.

Las unidades base de vivienda se organizan unas sobre otras, con características específicas como espacios de doble altura en el interior y exterior de los módulos, con plantas libres o configuradas según sea el caso. Al igual que la Propuesta, son edificaciones prefabricadas y transportables, con funciones diferentes y acabados no convencionales que permiten la sostenibilidad y el crecimiento progresivo. (Figura.20)

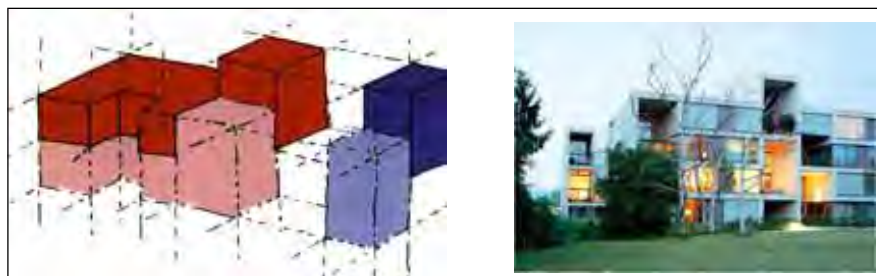


Figura. 20. Pile Up. Agrupación de los módulos.
Fuente: <http://www.zapco.ch/pile-up/die-idee/> 2012

Reacondicionamiento de Contenedores.

Container City. N. Lacey & Partners Architects. (2007) Reino Unido

Se trata de un área también degradada desde el punto de vista arquitectónico y abandonada en el plano social. El estudio de Nicholas Lacey & Partners ha pensado en experimentar una solución alternativa a los sistemas de vivienda más tradicionales, sobre todo desde un punto de vista de ahorro y reutilización de recursos locales.

De aquí, la elección de los componentes de naturaleza industrial, transformados en elementos modulares, a ensamblar fácilmente, después de algunas tretas, añadidos y eliminaciones. El resultado es un sistema modular, organizado de modo flexible gracias a la combinación de elementos de formas y dimensiones diferentes. (Figura. 21).

Esta es precisamente la idea en que se basa la Propuesta, al ofrecer módulos espaciales, combinables, transportables, fácilmente ensamblados en sitio y de crecimiento progresivo, pero sustentables, prefabricados y adaptables al usuario.

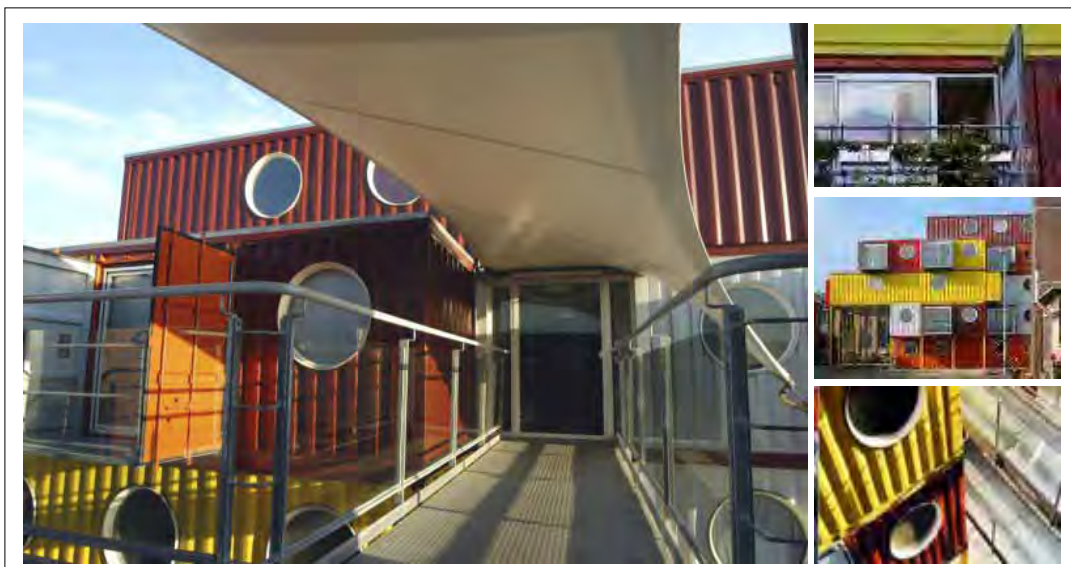


Figura. 21 Container City. Vistas de las distintas edificaciones. Fuente: <http://www.containercity.com/> 2007.

Proyecto FutureShack (2007) Australia

Obra del Arquitecto Sean Godsell quien ha capturado la idea de re-usar contenedores para proveer de viviendas para las personas desplazadas por tragedias naturales. (Figura. 22 y 23)

Cuando la emergencia ataca, se requiere de soluciones urgentes para solventar los problemas de vivienda. Es por ello que las ideas constructivas realizables en corto tiempo juegan un papel primordial en estos casos. FutureShack posee un techo en forma de parasol hecho de plástico reciclado el cual recoge agua para almacenarla, e incluye celdas solares para ahorro de energía.



Figura. 22 FutureShack Fuente: www.treehugger.com 2008



Figura. 23. FutureShack. Montaje Fuente: www.FutureShack.com 2008

Al igual que la Propuesta, esta es una edificación que ofrece, en condiciones de emergencia o en una primera etapa, una vivienda mínima, el modulo es transportable y el techo llega al sitio aparte para ser ensamblado en obra. Promueve la sostenibilidad del modulo, pero no ofrece un crecimiento progresivo a partir de la unidad de vivienda

La Casa de los 12 Contenedores de Adam Kalkin. (2008) Estados Unidos

Existen otras transformaciones realizadas a contenedores, como es el caso de esta edificación del Arq. Adan Kalkin, quien diseñó una casa conformada por 12 contenedores, integrados por un gran espacio central. (Figura. 24)



Figura. 24 Construcción de la 12 Container House de A. Kalkin. Fuente: www.architectureandhygiene.com/main.html.2008

En este caso, el arquitecto introduce el uso de varios contenedores como habitáculo, integrándolos a través de otro espacio envolvente a fin de poder conformar una edificación habitacional. A diferencia de este sistema, la Propuesta contempla el uso de módulos tipo contenedor, pero acondicionados para tal fin, acoplados entre sí o unidos por espacios envolventes para formar edificaciones. Igualmente estos módulos son prefabricados y transportables pero sustentables.

Al igual que con la Propuesta, el sistema permite la creación de espacios unificadores, haciendo posible la integración de los módulos que configuran la edificación. (Figura. 25)



Figura. 25 Vistas interior y exterior de la edificación de Adam Kalkin, 12 Containers House. Fuente www.architectureandhygiene.com/main.html 2008.

Cabe destacar que un contenedor de 20" pesa aproximadamente 1.610 Kg sin acabados. El Módulo A de dimensiones semejantes construido con SIPROMAT, pesa aproximadamente 1.890,67 Kg totalmente acabado y equipado. Es decir, su peso es similar al del contenedor. Esto representa una ventaja para su transporte ya que al ser más liviano es más fácil de manejar y se traslada al sitio de obra sin la necesidad de grandes grúas como en el caso de los contenedores.

Cargotecture. (2007) Estados Unidos

Son edificaciones construidas total o parcialmente a partir de ISO contenedores. El contenedor provee métodos de construcción flexibles como la estructura modular/prefabricada, la cual es suficientemente fuerte. HyBrid Architecture los adapta reusándolos como viviendas, oficinas o tiendas.

Los contenedores son modificados para el confort de una vivienda, conectándolos o apilándolos para crear espacios modulares y eficientes por una fracción del costo, el trabajo y los recursos de los una construcción convencional. Cargotecture debe acondicionar internamente el contenedor para un apropiado confort térmico de sus usuarios. (Figura. 26)



Figura. 26. Cargotecture. c320 Nomad House, c649 Lockout House. Fuente: www.cargotec.com 2007.

LOT-EK. (2007). Italia y Estados Unidos

CHK™, Contenedor Home Kit, combina múltiples contenedores de carga para construir viviendas modernas, inteligentes y económicas. Los contenedores se combinan y se apilan para crear configuraciones que varían en tamaño.

Cada contenedor se secciona cortando sus paredes corrugadas, lo que permite unirlos por sus lados, ampliando el ancho del contenedor a fin de mejorar la calidad espacial interior. Al incrementar el número de contenedores se pueden obtener viviendas hasta de 4 habitaciones. (Figura. 27)

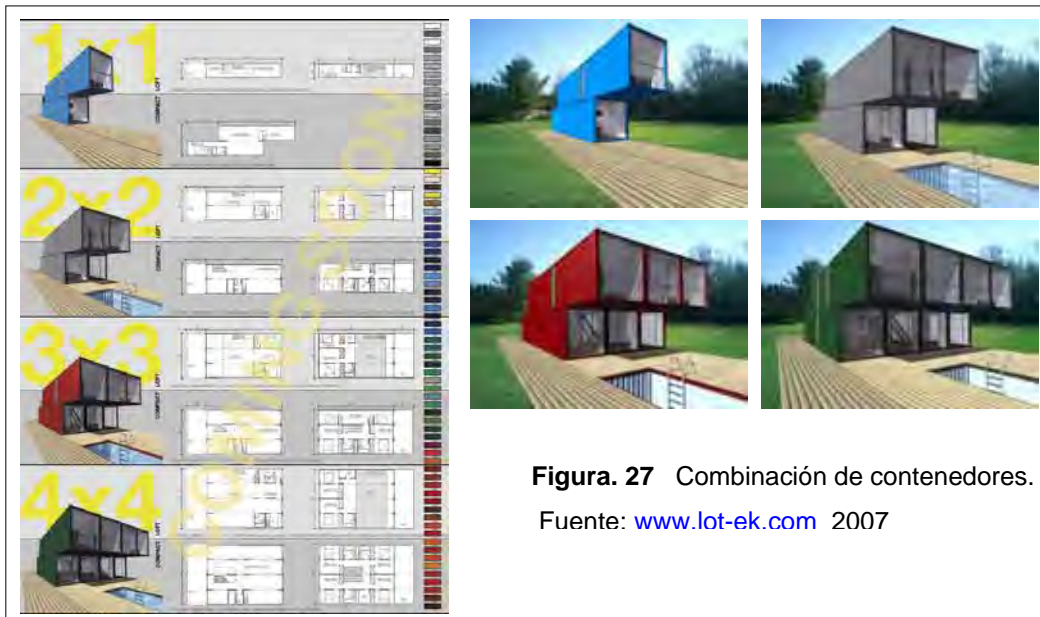


Figura. 27 Combinación de contenedores.
Fuente: www.lot-ek.com 2007

La Propuesta permite la creación de espacios similares ya que volumétricamente se asemeja al contenedor, con la diferencia de que está concebido como habitáculo desde su creación, una edificación sustentable, de-construible y con posibilidades de acomodos diferentes. Adicionalmente, su manejo es mucho más sencillo ya que contrario al contenedor, es mucho más liviano, dadas las características de SIPROMAT.

Green Steel. (2007). Estados Unidos

Otro uso de las edificaciones creadas a partir de volúmenes tipo contenedores y que también se aplican a la Propuesta, son los stands de exposiciones. En este caso, se trata de los utilizados por la firma Timberland, contruidos con material reciclable de aluminio y contenedores de acero, usados para transportar y exhibir sus productos al mismo tiempo. (Figura. 28)



Figura. 28 Stand de exposición y venta Tiendas Timberland. Fuente: www.bradgate.co.uk 2007

A pesar de que la función primaria de la Propuesta es la de fungir como edificación de vivienda, la posibilidad de otros usos como pabellón para exposiciones, oficinas, o almacenaje es totalmente factible, debido a sus características de prefabricación, adosamiento, modularidad y facilidad de ser transportado armado al sitio de su uso final. Adicionalmente, puede deconstruirse para ubicarse en otras localidades o conformarse en una edificación con usos distinto al original.

Concurso Internacional Livingbox.

Livingbox. Zenkov Oleg. (2007) Italia y Grecia

Realizada para un concurso italiano, este sistema se conforma por una unidad pre-ensamblada en bloques o bloque, cuyas dimensiones al igual que la Propuesta, permiten la transportación por vías terrestre, férrea, aérea y marítima y de la misma manera, cuyas dimensiones se relacionan a las dimensiones Standard de un contenedor para transporte de mercancías. La unidad final es el producto de un bloque único mediante el ensamblaje y conexión de otros bloques contenidos en el. Pueden ser la sumatoria de pequeños bloques prefabricados que puedan ser ensamblados en sitio. (Figura. 29)



Figura. 29. Idea de una edificación transportable construida para habitar. Fuente:

www.edilportale.com/livingbox/livingbox.asp 2007

Aplicación del Sistema Constructivo SIPROMAT. Casetas Telcel. El Laurel. Edo. Miranda. (2007) Venezuela

Al igual que la propuesta, este prototipo está construido con la tecnología SIPROMAT, pero revestido en acabados convencionales (láminas de Plycem recubiertas con una capa de 2mm de fibra de vidrio). El objetivo de la aplicación piloto fue producir una caseta para alojar equipo de telefonía móvil celular, que pudiera ser totalmente ejecutada, ensamblada y revestida en planta y luego ser trasladada, criterios semejantes a los presentes en la propuesta. (Figura. 30)

La Tecnología SIPROMAT, fue concebida originalmente para crear espacios habitacionales construidos en acero (“Alma de Acero”) revestido con acabados tradicionales.



Figura. 30 Casetas SIPROMAT para Telcel. Fuente: www.scielo.org/ve/pdf/tyc/v24n2/art05.pdf 2008

Mobile Space System. Sistema de construcción modular industrializado. (2007). Venezuela

Intencionado principalmente para apoyar al sector construcción, este sistema está conformado por un kit de estructura metálica montada en sitio por medio de pernos y sin soldadura sobre planchas empotradas en una losa de fundación, para luego ensamblar el kit de cerramientos o paredes, compuestas de láminas de fibrocemento en cada lado y en su interior inyección de poliuretano de alta densidad. (Figura. 31)



Figura. 31. MSS, Edificaciones prefabricadas, Venezuela. Fuente: <http://www.mobilespace.com.ve/> 2007

Este Sistema se menciona debido a que además de ser un producto nacional, para el caso de edificaciones como oficinas temporales y depósitos en obra es un sistema prefabricado y transportable, no así las viviendas, las cuales son construidas en sitio, transportando sus partes prefabricadas a la obra. Adicionalmente, estas viviendas se ofrecen en kits sin posibilidad de crecimiento progresivo.

Otras tipologías de viviendas transportables.

Motorhomes y Trailers. (2007). Alemania y Estados Unidos

Inicialmente usados para dormir más confortablemente que en una tienda de campaña, los trailers y motorhomes en la actualidad están acondicionados para ofrecer, en áreas pequeñas, las facilidades de una casa, incluyendo todo el mobiliario básico, el cual está diseñado y modulado para aparecer o desaparecer en el momento en que se necesiten. (Figura. 32-33)



Figura. 32 Motorhome y Trailer armado. Fuente: www.davan.co.uk 2007



Figura. 33 Vistas internas para acomodos de día. Fuente: www.davan.co.uk 2007

La similitud entre este tipo de viviendas y la Propuesta es que en ambos casos están diseñados para funcionar en espacios con áreas mínimas, sin embargo solo en el caso de la Propuesta existe la posibilidad de un crecimiento progresivo. Asimismo, en ambos casos, los espacios han sido modulados de acuerdo a las necesidades características de una vivienda.

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

1.6.1 Cuadro comparativo entre los sistemas investigados.

Análisis comparativo del Estado del Arte									
SISTEMA CONSTRUCTIVO	CONFORMACIÓN ESTRUCTURAL	ESPECIALIZACIÓN INTERNA	CRECIMIENTO	IMAGEN	SERVICIOS	APLICACIONES	PROBLEMAS DETECTADOS	ASPECTOS A SER CONSIDERADOS	
	Vivienda de alta calidad constructiva, capaz de ser transportada, agrupada y combinada a conveniencia del cliente	Vivienda de un ambiente, tipo estudio, de alta calidad constructiva.	La unidad habitacional es tipo estudio y no permite crecimiento. La edificación se compone de una sumatoria de apartamentos	Dinámica. Habitáculos con apariencia moderna, para gente joven	Equipada con todos los servicios, colocados sin registro visual	Viviendas mínima de 18m2 y 22m2	Necesidad de estructura portante para la colocación de los módulos en sitio. La vivienda no puede crecer. Lo que crece es la edificación.	1. Viviendas modulares. Prefabricadas y equipadas interiormente. 2. funcionales para vivienda mínima	
	Unidad básica enmarcada en acero y madera. Viene con pisos en madera y kitchenet de Ikea. Extremadamente compacta, eficientes dimensiones, construida totalmente en fábrica.	Cada habitáculo está diseñado internamente y viene en 10 combinaciones diferentes.	Mediante la combinación de módulos, desde un módulo tipo estudio hasta cuatro módulos, todos con un diseño interno predeterminado	Vivienda moderna, acabada en madera. Vivienda permanentemente.	Equipada con todos los servicios, colocados sin registro visual	Viviendas	Espacios pre-diseñados, por modelos de módulos	1. Modular. Prefabricada, el módulo 2. Transportable rigidozando el módulo	
	Sistema constructivo industrializado de módulos tridimensionales apilables construidos con materiales convencionales como el concreto armado	40 m2 de espacio interior útil conforman un rectángulo, un armario que ocupa toda la largo del módulo que contiene los elementos necesarios como baño, cocina, etc.	Se puede seleccionar el tamaño de la vivienda, 40, 80 o 120 m2, dependiendo de los tipos de módulos que desees adquirir.	Apariencia de unidades habitacionales tunei. Vivienda permanentemente.	Equipada con todos los servicios, colocados sin registro visual	Viviendas	Espacios interno prefabricados con muy pocas posibilidades de cambios ni crecimiento. Utilización de materiales no reciclables	Módulos prefabricados. Equipados interiormente Apilables. Transportables	
	Vivienda con estructura autoportante, modular, prefabricada y con capacidad de implantación en cualquier terreno	Vivienda en un solo ambiente.	Es una unidad que trabaja por sí sola. No es adosable o apilable a otras unidades de su clase	Vivienda de carácter temporal	Proporciona agua limpia, electricidad y servicios sanitarios	Caso de desastres Alternativa para zonas marginales urbanas, localidades remotas.	Vivienda con apariencia temporal, sin posibilidad de crecimiento	Estructura prefabricada de arquitectura sustentable, capaz de funcionar en cualquier sitio, lejos de las redes de agua, luz y cables.	
	Módulo espacial construido en láminas corrugadas de bajo calibre, totalmente ejecutado en planta y trasladado a la obra	Vivienda en un solo ambiente.	Puede crecer remodelando el módulo y ampliando los espacios	Estructura modular sólida, con carácter permanente	Equipada con todos los servicios, colocados sin registro visual	Depósitos, Oficinas	No permite aberturas completas en las paredes del módulo, debido a que estas son portantes	Realizado en estructura de acero galvanizado. Portante estructuralmente. Compatible con otros sistemas constructivos. Producción racional con tecnología DEC	
	Kit de estructura metálica apertada en sitio sobre planchas empotradas en losa de fundación. Ensamblado con láminas de fibrocemento e inyección de poliuretano de alta densidad	Vivienda en un solo ambiente.	Sin posibilidad de crecimiento	Vivienda de carácter temporal	Equipada con todos los servicios, colocados sin registro visual	Viviendas, Depósitos, Casos de Emergencia	Utilización de materiales convencionales para la construcción de la vivienda. Ensamblada en sitio.	Edificación prefabricada. Modular. Producción Nacional	
	Unidades en estructura Prefabricada fácilmente colocadas en sitio.	Conformado por un solo ambiente	Sin posibilidad de crecimiento	Vivienda de carácter temporal	No hay información.	Viviendas y oficinas	Espacio mínimo con interior adaptable según las actividades	Módulos prefabricados de fácil y rápido montaje en sitio	
	Edificación realizada en estructura en acero, conformada por módulos tipo containers organizados de acuerdo a una retícula de acomodo espacial.	Posibilidad de crear cualquier tipo de espacio	Puede crecer remodelando el módulo y ampliando los espacios	Dinámica, moderna, estable, versátil	Equipada con todos los servicios, colocados sin registro visual	En este caso en particular, para casa comunal	Construcción en sitio.	Edificación en acero, emulando containers. Con flexibilidad espacial y elementos de interconexión espacial externos.	
	Containers recondicionados. Estructuras prefabricadas. Construidas en acero. Transportable de un sitio a otro	Necesario recondicionamiento para utilización como habitáculo. Calidad espacial al combinar varios containers.	Una vez utilizados para viviendas, es posible crecer por adosamiento o apilamiento de otros containers.	Si acondicionados apropiadamente, poseen una imagen moderna y dinámica y estable.	Debido a su carácter de permanencia, no están a la vista, brindando a la edificación un carácter de mayor estabilidad, pero restándole área útil al espacio interior del contenedor	Vivienda Oficinas. Emergencias	No esta concebido como habitáculo. Es necesario reacondicionarlo totalmente	Fácil y rápido ensamble en sitio. Construidos en fábricas. Módulos Edificación como sumatoria de cajas en estructura metálica	
	Cortenedor recondicionado. Estructuras prefabricadas. Construidas en acero. Transportable	Unidad habitacional tipo estudio	Sin posibilidad de crecimiento	Dinámica, moderna, vivienda temporal	Todos los servicios	Emergencias	No esta concebido como habitáculo. Es necesario reacondicionarlo totalmente	Vivienda sustentable. Prefabricada en acero, transportable, apilable, lista para usar una vez colocada en sitio	
	Cortenedor recondicionado. Estructuras prefabricadas. Construidas en acero. Transportable de un sitio a otro	La combinación de varios contenedores y elementos de integración espacial permiten espacios versátiles y armoniosos	Crecimiento por adosamiento y apilamiento de containers	Vivienda permanentemente, futurista, dinámica, segura.	Equipada con todos los servicios, colocados sin registro visual	Vivienda	No esta concebido como habitáculo. Es necesario reacondicionarlo totalmente	Estructuras metálicas, prefabricadas, adosables y apilables. Versatilidad espacial interior	
	Sistema de bloques de vivienda espacial, prefabricado, apilable.	Viviendas organizadas unas sobre otras. Espacios de doble altura en el interior y exterior de los módulos.	El sistema permite el crecimiento progresivo	Moderno, dinámica, vivienda permanentemente	Equipada con todos los servicios, colocados sin registro visual	Viviendas, oficinas y comercios	Se recomienda hacer una subdivisión del edificio en sistemas diferentes, estructurales, servicios, terminaciones.	Espacios de doble altura en el interior y exterior de los módulos, plantas libres o configuradas según sea el caso, prefabricada. Transportable	
	Cortenedor recondicionado. Estructuras prefabricadas. Construidas en acero. Transportable	La combinación de varios contenedores permiten la inclusión de los espacios requeridos para el funcionamiento de la vivienda	Crecimiento por adosamiento y apilamiento de containers	Vivienda permanente, futurista, dinámica, segura.	Equipada con todos los servicios, colocados sin registro visual	Viviendas	No esta concebido como habitáculo. Es necesario reacondicionarlo totalmente	Estructuras metálicas, prefabricadas, modulares, transportables, adosables y apilables	
	Cortenedor recondicionado. Estructuras prefabricadas. Construidas en acero. Transportable	La combinación de varios contenedores permite la creación de los espacios que conforman la vivienda	Crecimiento por adosamiento y apilamiento de contenedores	Vivienda permanentemente, futurista, dinámica, segura.	Equipada con todos los servicios, colocados sin registro visual	Viviendas	No esta concebido como habitáculo. Es necesario reacondicionarlo totalmente	Estructuras metálicas, prefabricadas, modulares, transportables, adosables y apilables	
	Cortenedor recondicionado. Estructuras prefabricadas. Construidas en acero. Transportable	Edificaciones de un solo ambiente	Crecimiento por adosamiento y apilamiento de containers	Moderna, versátil, dinámica	Electricidad, no a la visita	Depósitos, Show Rooms	Debe ser acondicionado para depósito visible	Estructuras metálicas, prefabricadas, adosables y apilables	
	Unidad pre-ensamblada en bloques, con dimensiones que permiten la transportabilidad de la edificación	Reducido a módulos individuales, el usuario puede generar una vivienda basada en sus propias necesidades.	Permite una conformación interna versátil, pero sin crecimiento	Viviendas modernas, modulares, tecnológicas (domótica)	Equipada con todos los servicios, colocados sin registro visual	Viviendas	No permite crecimiento	Edificaciones transportables modularizada en pequeños bloques, modulares	
	Vivienda prefabricada, acondicionada para ofrecer las facilidades de una casa, incluyendo todo el mobiliario básico. Construida en aluminio sobre una estructura portante que le imprime rigidez	Vivienda con espacios internos optimizados. Módulos. Diseño lineal. Sin probabilidades de reorganización interna.	Presentan dificultad para crecer tanto vertical como horizontalmente. No permite el adosamiento de otro trailer.	Temporalidad. Inestabilidad. Norma. Poca seguridad. Rápida depreciación. Linealidad	A la vista Restringidos. Limitados en uso en el tiempo. (Debido a su carácter de temporalidad)	Mayormente para casos de emergencia. Campamentos para personas desplazadas Oficinas temporales turismo	Sin posibilidad de crecimiento. Edificaciones de carácter temporal y con poca seguridad para el usuario	Vivienda modular. Buen desempeño en poco espacio. Estructura a prueba de movimientos Vivienda Prefabricada	

Cuadro 4. Cuadro comparativo de los sistemas estudiados que ayudaron a apuntalar la propuesta. Fuente: Elaboración propia. 2010

1.6.2 Consideraciones sobre los Sistemas investigados.

“Innovación es un término muy usado y sin embargo un término que indica todo aquello que es nuevo y diferente a lo que conocemos o hacemos a diario. Se dice que la investigación iguala al dinero convertido en conocimiento, mientras que la innovación es conocimiento convertido en dinero. Es aquí en donde la innovación se vuelve interesante y relevante a los retos del mundo actual.

Pero, porque innovar?. El Nuevo conocimiento trae consigo nuevas razones para mejorar e innovar. Casi siempre todo lo que se necesita es una vista renovada a la tecnología existente.

La prefabricación o la construcción fuera del sitio de obra, ofrece una ventana a una amplia gama de tecnologías constructivas no tradicionales, desde pequeños componentes a paneles, módulos y edificios completos. Los beneficios de la prefabricación están muy bien documentados e incluyen construcciones de alta calidad, menos producción de materiales de desecho, cronogramas de ejecución de proyectos reducidos en tiempo y un considerable aumento en valor para los usuarios, a quienes les gusta su edificación entregada a tiempo y sin cambios en presupuesto.” (Innovative Solutions, 2012)

El cuadro comparativo señalado anteriormente, presenta diferentes edificaciones prefabricadas que ofrecen elementos importantes a considerar para el desarrollo de la propuesta. A continuación se enumeran los aspectos más importantes, a saber:

Coordinación Modular, Nivel de Prefabricación Alto, Progresividad, Sustentabilidad, Transportabilidad, Velocidad de montaje, Facilidad de ensamblaje y Sistema Abierto en términos de flexibilidad.

1.7 Tecnología SIPROMAT

Toda vez que el Sistema Modular Espacial SME utiliza componentes de la tecnología SIPROMAT, a continuación se presenta la descripción de dicha tecnología.

Enmarcada en la línea de acero, SIPROMAT se desarrolló como trabajo final de Grado para optar al título de Magister Scientiarum en Desarrollo Tecnológico, curso de postgrado desarrollado bajo responsabilidad académica del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela por la Arq. Alejandra González, bajo el título: "SIPROMAT, TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA A BASE DE LÁMINA DELGADA DE ACERO GALVANIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE VIVIENDA PROGRESIVA DIRIGIDA A SECTORES DE BAJOS INGRESOS", en el año 1988 (Ver González 1988). El planteamiento conceptual de la tecnología SIPROMAT se desarrollo a partir de ideas aportadas por el Prof. Waclav Zalewsky, asesor estructural de proyectos del IDEC y del Prof. Henrique Hernández, investigador del IDEC y quien actuó como tutor del Trabajo de Grado de la Arq, González. Seguidamente, la investigadora ingresa como miembro del personal de Investigación y Desarrollo del IDEC en donde ha continuado con el desarrollo de la tecnología y sus aplicaciones hasta el presente.

Es así que SIPROMAT es un sistema constructivo concebido para producir:

- Aplicaciones integrales: conjuntos de viviendas llave en mano o viviendas básicas de crecimiento progresivo.
- Aplicaciones parciales: cerramientos, paredes, techos y entresijos aplicables a una variada gama de sistemas constructivos existentes.

El material fundamental de la tecnología SIPROMAT es la lámina delgada de acero galvanizado, la cual es rigidizada por perfilamiento o preformado. La geometría que se le imprime a las láminas aporta propiedades autoportantes a los componentes básicos, con los cuales se resuelven los distintos requerimientos para armar una vivienda de uno o dos pisos. (Figura. 34)



Figura. 34 Lámina SIPROMAT. Fuente:

www.fau.ucv.ve/idec/paginas/publicacion5.html 2010

Componentes del SIPROMAT.

Los componentes del sistema constructivo se producen a partir de láminas de acero galvanizado de 1,20, m. de ancho en calibres 24 y 26, laminado en frío a partir de la bobina Sidor-Venezuela. (Figura. 35)

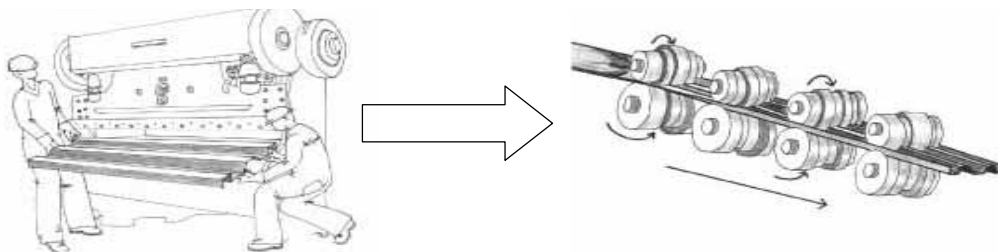


Figura. 35 Proceso de doblaje. Fuente:

www.fau.ucv.ve/idec/paginas/publicacion5.html 2010

El componente básico es producto de un proceso de corrugación que se realiza en dos modalidades:

1. Corrugación en tren continuo (industrial) con dobleces a 45°.

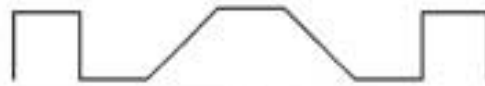


Figura. 35.1 Proceso Industrial. Fuente: Elaboración Propia. 2012

2. Corrugación en dobladora ó golpe a golpe (semi-industrial) donde los dobleces son a 90°



Figura. 35.2 Proceso Semi-Industrial. Fuente: Elaboración Propia. 2012

Su ancho útil es de 0.60 m y ancho total de 0.71 m, puede producirse en diversas longitudes (L) desde 0.30m, hasta 12m, siendo las longitudes comerciales 2.40 m, 3.05 m, 7.20 m. Es un elemento estructural autoportante, su geometría simétrica permite la unión de varios componentes básicos para formar planos resistentes verticales (paredes portantes), planos resistentes horizontales (entrepiso), planos resistentes inclinados (cubiertas con pendiente),(Figura. 36).

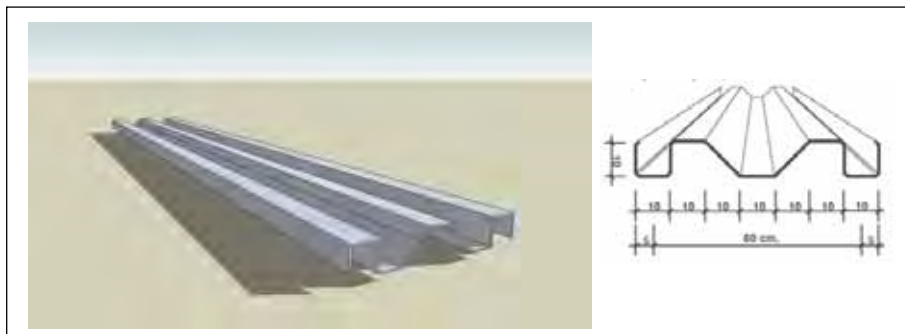


Figura. 36 Componente básico. SIPROMAT.

Fuente: Elaboración propia 2010 y Fuente: www.fau.ucv.ve/idec/paginas/publicacion5.html

El riel C permite consolidar los planos portantes a modo de viga de corona en la parte superior y viga de riostra en la parte inferior, por ello en este caso presenta orificios que permiten el paso de tuberías (Figura. 37).

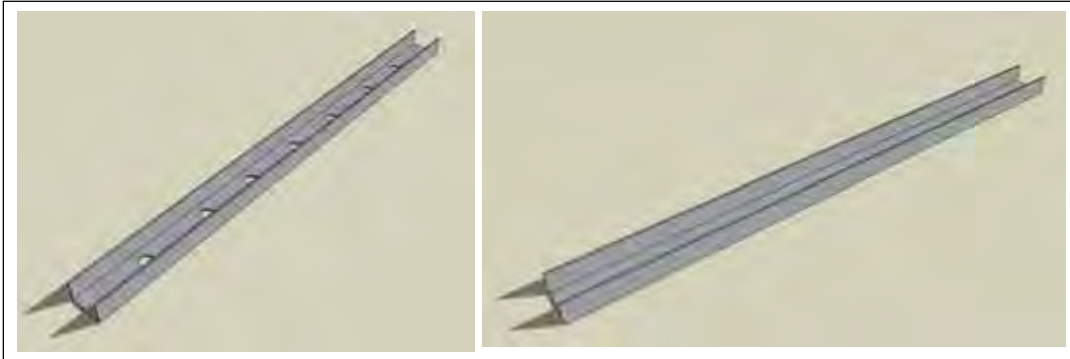


Figura. 37 Riel C. SIPROMAT.
Fuente: Elaboración propia 2010

El riel U funciona como tapa, ya que cierra el extremo longitudinal de los componentes básicos y transversalmente en los entrepisos, generando el nervio estructural de cierre (Figura. 38)

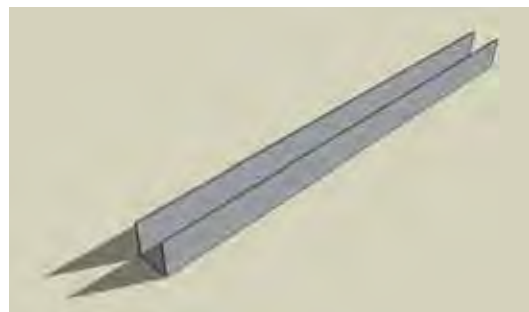
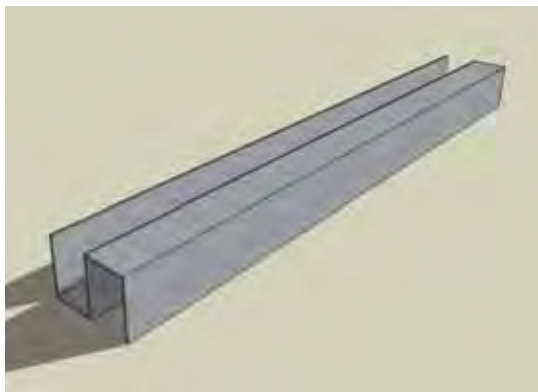


Figura. 38 Riel C. SIPROMAT. Fuente: Fuente: Elaboración propia 2010



Suplemento S (Figura. 39) permite el cambio de modulación y el acoplamiento de marcos de puertas y

Figura. 39 Riel C. SIPROMAT.
Fuente: Fuente: Elaboración propia 2010

Construcciones con SIPROMAT

Edificaciones hasta 2 pisos, con distancia entre apoyos de hasta 7,20m.

Edificaciones llave en mano o de construcción progresiva.

Edificaciones de servicio.

Edificaciones construidas en sitio o ensambladas y equipadas en planta.

Entrepiso tipo encofrado metálico.

Fachadas y tabiquerías internas pre-ensambladas.

Cubiertas planas o inclinadas con cualquier tipo de acabado o revestimiento.

Ventajas del Sistema.

- Costos competitivos
- Bajo peso (13 kg/m²) y alta resistencia. El peso del componente básico es de 9,43 kg por 2,44m.
- Rapidez de montaje.
- El insumo básico, la lámina Sidor, se produce industrialmente y es de fácil obtención en el mercado.
- Facilidad de producción de los componentes, por su geometría repetitiva y simétrica.
- El componente básico es apilable y liviano. Ocupa poco espacio de almacenamiento y es de fácil transporte y manejo. Ejemplo: en un camión 750 se pueden transportar los componentes de cinco viviendas de 60 m² cada una. El montaje no requiere mano de obra

- especializada y sólo se utiliza para ello un destornillador eléctrico. Su tecnología es de fácil comprensión.

Adicionalmente, la información acerca del comportamiento de los componentes SIPROMAT sometidos a las solicitaciones de cargas más comunes que se presentan en el diseño y construcción de viviendas, como son los esfuerzos producidos sobre paredes portantes provenientes de las cargas de las losas que se apoyan sobre ellas (esfuerzos de flexo-compresión), los esfuerzos producidos en las losas (flexión-simple) y los esfuerzos producto de los movimientos sísmicos.

Los cálculos de las capacidades de carga de los componentes SIPROMAT se realizaron de acuerdo con la “Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members” basadas en las especificaciones del “American Iron and Steel Institute” (A.I.S.I.).

Asimismo, no es necesario hacer ensayos para determinar el aumento de la tensión cedente (F_y) que se produce en el acero como resultado del proceso de fabricación en frío, las capacidades de carga de las láminas SIPROMAT, son satisfactorias para su uso en techos y paredes en los casos mas comunes de la construcción de viviendas de un nivel y para el empleo de las láminas SIPROMAT en la construcción de viviendas de dos niveles se recomienda el uso de acero estructural ASTM - A446 grado C, con el cual aumentaría sus capacidades de carga en un 60% aproximadamente. (González. 2005). Ver apéndice número 4.

1.8 Consideraciones sobre el aporte realizado a la tecnología SIPROMAT e innovaciones alcanzadas

Luego de considerar las ventajas y características de la tecnología SIPROMAT, se puede concluir que existe un aspecto de SIPROMAT que todavía no se ha desarrollado o explotado, el cual se refiere a la capacidad de hacer módulos espaciales manejables; es la línea de la prefabricación, la reutilización y la transportabilidad. Es así que el aporte a dicha tecnología por parte del Sistema Habitacional objeto del presente trabajo de investigación, se puede definir como sigue:

- Prefabricación total del Módulo Espacial.

La prefabricación del Módulo Espacial permite al SME la construcción de una edificación de forma más rápida, más fuerte y más eficiente con menos trabajo y desperdicio que si se hiciera en obra, lo cual se refleja en la sostenibilidad de la edificación y en ahorro en tiempos de fabricación y montaje.

- Re-utilización de la edificación y de los elementos que la conforman.

Una vez terminado el uso para el cual fue destinada la edificación o si es el caso de que el usuario decida mudarla, esta puede ser trasladada a otro sitio, reacondicionada, transformada o deconstruida para almacenarla y volverla a utilizar posteriormente. Asimismo, puede construirse temporalmente, un módulo como habitáculo mínimo en un terreno de pequeñas dimensiones, como lo es el patio u otro espacio perteneciente a una propiedad ya conformada, para posteriormente trasladarlo al sitio de ubicación final para continuar con las etapas de construcción de la edificación.

- Transportabilidad y Manejo del Módulo Espacial

Debido a su conformación, semejante a la del contenedor, a su peso más liviano por las características de sus acabados de junta seca y al apropiado acondicionamiento de la estructura para resistir cargas dinámicas, el SME conformado por Módulos Espaciales puede ser transportado en camiones a casi cualquier lugar del país y manipulado con grúas o montacargas para ser ubicado en sitios de difícil acceso.

Este aporte le permite al SME generar edificaciones que pueden funcionar como habitáculo inicial de una vivienda progresiva, como módulo para casos de emergencia y como edificación para campamentos al pie de obras.

Capítulo II. La Propuesta.

2.1 Descripción del Sistema Modular Espacial (SME).

Con el presente trabajo de investigación, se pretende obtener una vivienda modular prefabricada, de fácil y rápido ensamblaje, repetible, acoplable casi interminablemente y funcionalmente mutable, capaz de construir condiciones urbanas a partir de formas asociativas del elemento base, con autonomía absoluta de infraestructura (red eléctrica, aguas, saneamiento) y de construcción, partiendo de una unidad originaria desde la cual se pueda generar un crecimiento programado, en el que se cumpla con los requerimientos espaciales y funcionales de una vivienda o edificación estándar, producida en el país. (Figura. 40).

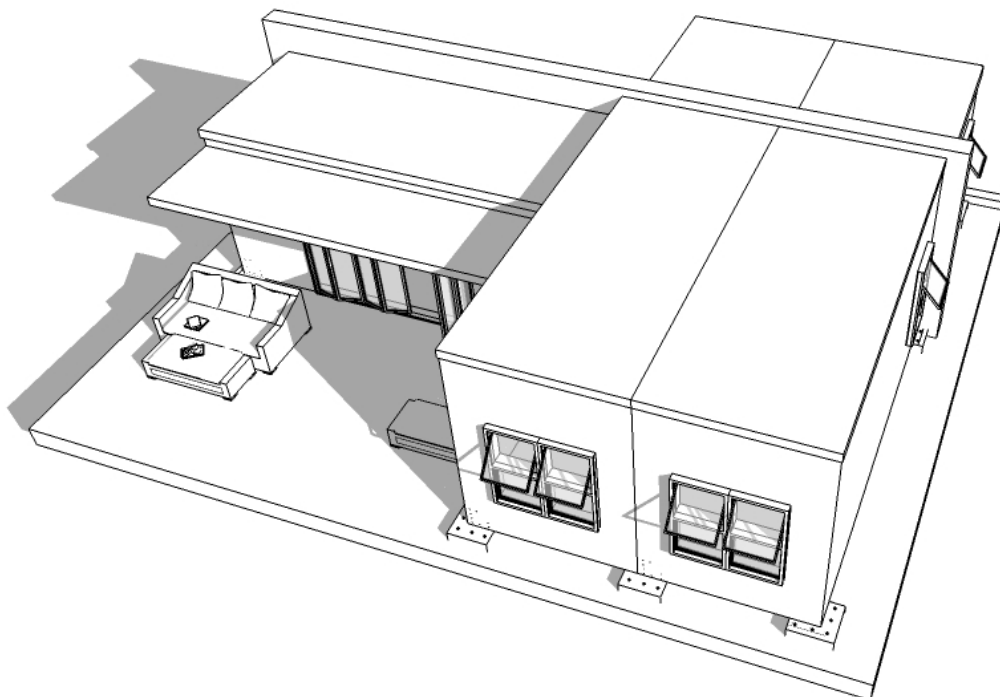


Figura. 40. Sistema Modular Espacial. Vista. Fuente:
Elaboración propia. 2012

El sistema está conformado por módulos espaciales, ensamblados mediante la unión de planos estructurales, basados en una retícula de composición dimensional, con un elemento base del reticulado de 0.60 cm. (Figura.41)

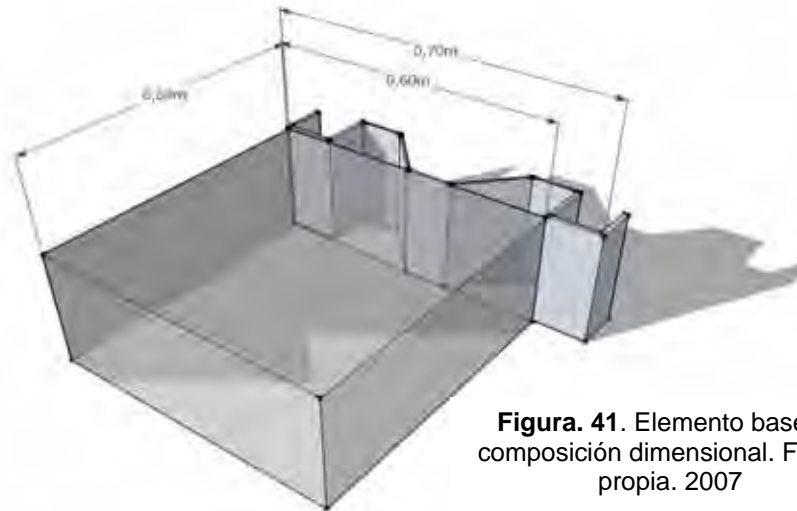


Figura. 41. Elemento base de composición dimensional. Fuente propia. 2007

Dicho elemento base puede crecer hasta alcanzar su dimensión máxima de 6.10m x 2.50m, tal y como se observa en la gráfica anexa. (Figura. 42)

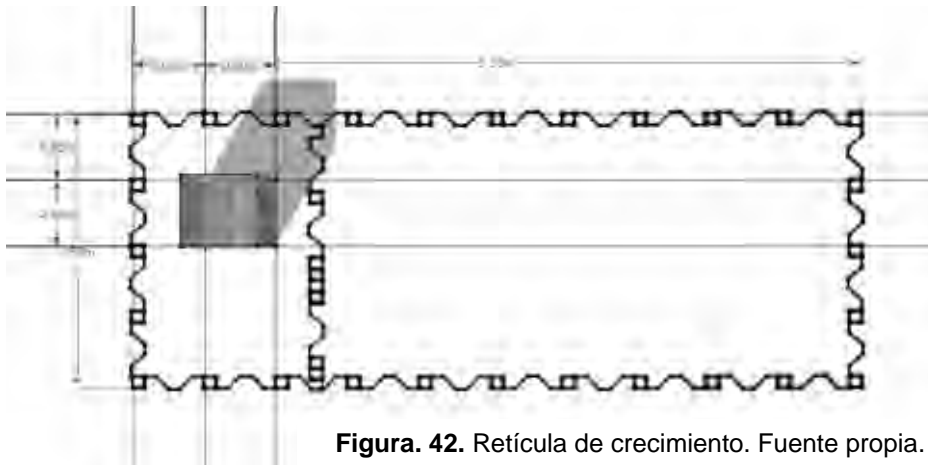


Figura. 42. Retícula de crecimiento. Fuente propia.

Este módulo de crecimiento está referido tanto a las proporciones de SIPROMAT, como a las del módulo en sí, considerando las funciones propias del habitar.

2.2 Coordinación Dimensional Modular

Las dimensiones de los módulos están regidas por las funciones propias del habitar. En la composición de una vivienda, desde su fase inicial (1) hasta su culminación (4), el crecimiento está previamente establecido. (Figura. 43)

Según Vitruvio, “El módulo de un edificio sirve para referir todas las medidas restantes con él, es decir, relacionar todas las partes entre sí y con todo.” (Fernández, 2006)

La expresión COORDINACIÓN DIMENSIONAL MODULAR aplicada a la edificación es, por definición, “el procedimiento que permite coordinar o correlacionar las dimensiones de todas las partes del edificio a partir de un módulo determinado previamente”. (Escorcía, 1987)

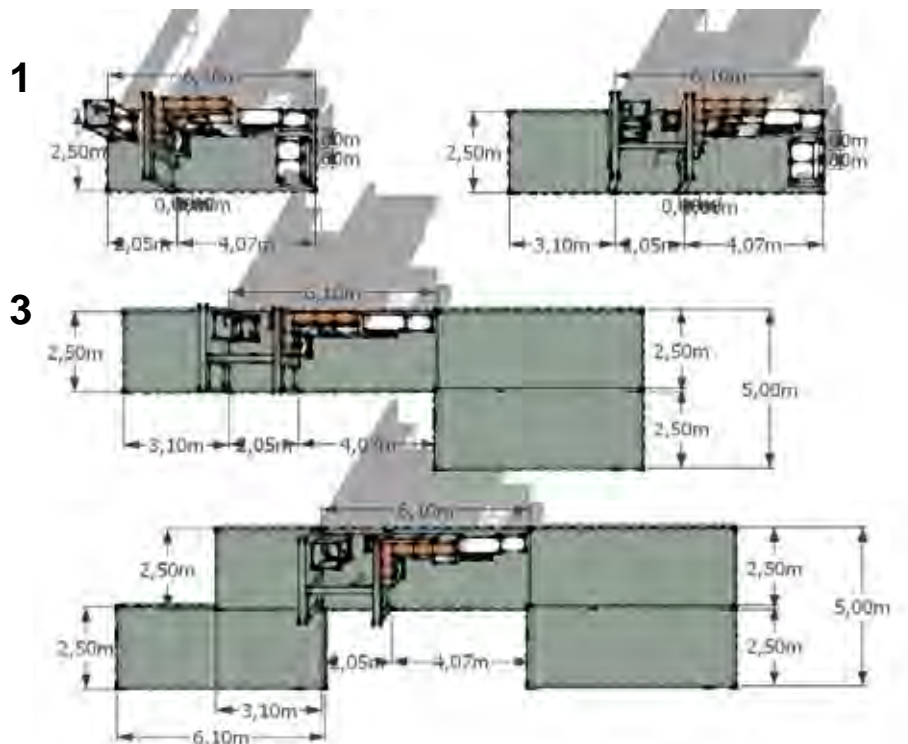


Figura. 43. Los espacios se arman combinando módulos en las sucesivas etapas de crecimiento de la vivienda. Fuente propia. 2010

2.3 Condiciones para la definición del Módulo Espacial:

1. Debe ser transportable y manejable. (Figura. 44)

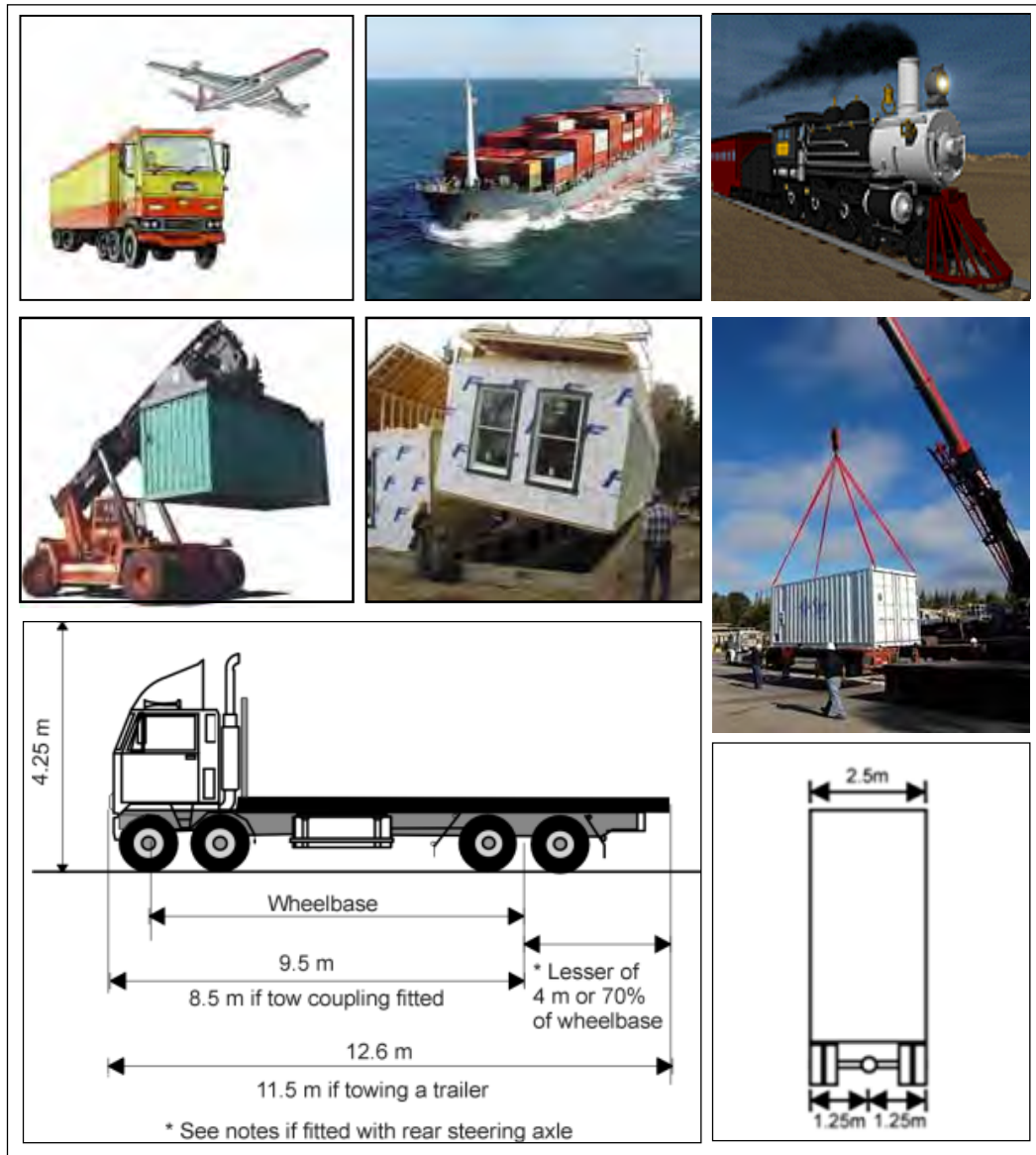


Figura. 44 Transporte y montaje de edificaciones prefabricadas. Fuente

<http://www.expotran.com>, <http://www.guillesa.com> <http://www.nzta.govt.nz/> 2007

2. Debe poder sub-dividirse en módulos de menor tamaño. (Figura. 45)

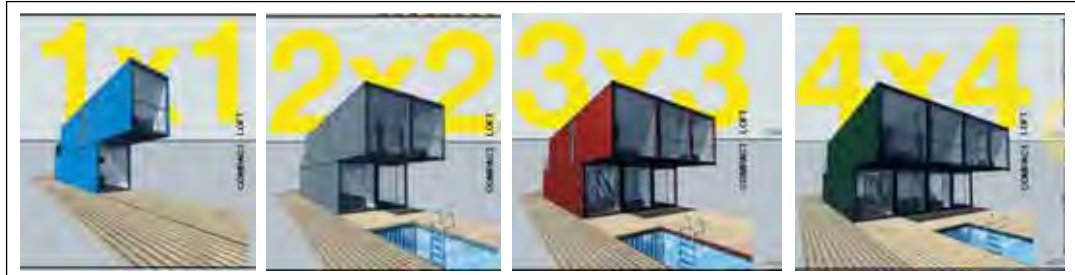


Figura. 45 CHK Catalogo casas en contenedores. Fuente: www.inhabitat.com 2007

3. Debe ofrecer, dentro de las diferentes alternativas de combinación, facilidades para un funcionamiento adecuado en un área mínima. (Figura.



Figura 46. Conthouse. Fuente: www.Conthouse.com 2007

De lo anterior se desprenden algunas premisas para la fabricación del Sistema Constructivo.

- Nivel de prefabricación. El SME tendrá un nivel de prefabricación alto, toda vez que los módulos espaciales serán producidos y ensamblados en fábrica a fin de facilitar su montaje en sitio.
- Ensamblaje del edificio en sitio. En obra se acoplarán los módulos entre sí y para ello se contará con elementos de unión y apernamiento. Adicionalmente, se ensamblarán los espacios periféricos y corredores externos.
- Transporte al sitio de obra. Los módulos espaciales podrán ser transportados por vía terrestre, aérea o marítima en dimensiones máximas de

12 metros de largo x 2.50 metros de ancho x 3 metros de alto, medidas compatibles con los medios de transporte existentes.

2.4 Módulo Base y Sub-Módulos

Una vez establecidos los módulos basados en las actividades propias del habitar, se debe relacionar estas dimensiones con las medidas de los componentes constructivos que van a ser implementados en las edificaciones, por lo cual, los Módulos que conforman el SME son como sigue:

El **Módulo A** o **Módulo Básico** con dimensiones 6.10 m de largo, 2,50 m de ancho y 2,40 m de alto ($A=15.25 \text{ m}^2$); y el **Módulo B** con dimensiones 3.10 m de largo, 2,50 m de ancho y 2,40m de alto ($A=7.75 \text{ m}^2$). (Figura. 47)

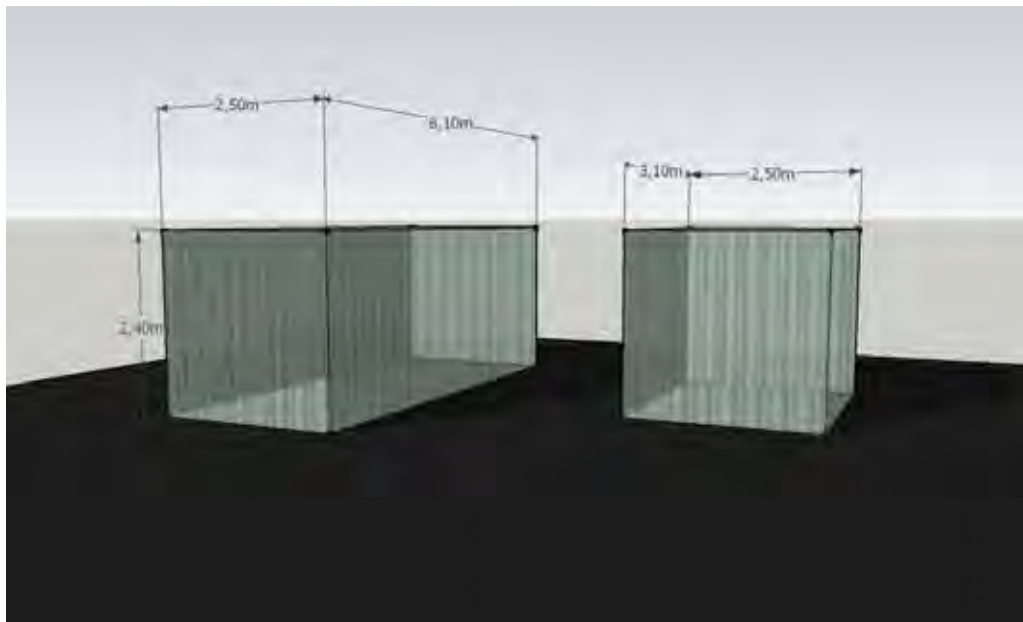


Figura. 47 Módulos A y B. Fuente: Elaboración propia 2007

2.5 Concepto Generador del Sistema Modular Espacial (SME). Módulo Originario

El presente sistema habitacional SME, basado en la combinación de Módulos Espaciales está concebido para producir habitáculos bajo un alto nivel de prefabricación, ambientalmente responsables y con una imagen modernista, pudiendo el Módulo A o Módulo Básico, existir por el mismo, toda vez que es capaz de alojar una pareja como usuarios del habitáculo, proporcionando las funciones básicas necesarias para el desarrollo de la vida cotidiana de sus habitantes. (Figura. 48)

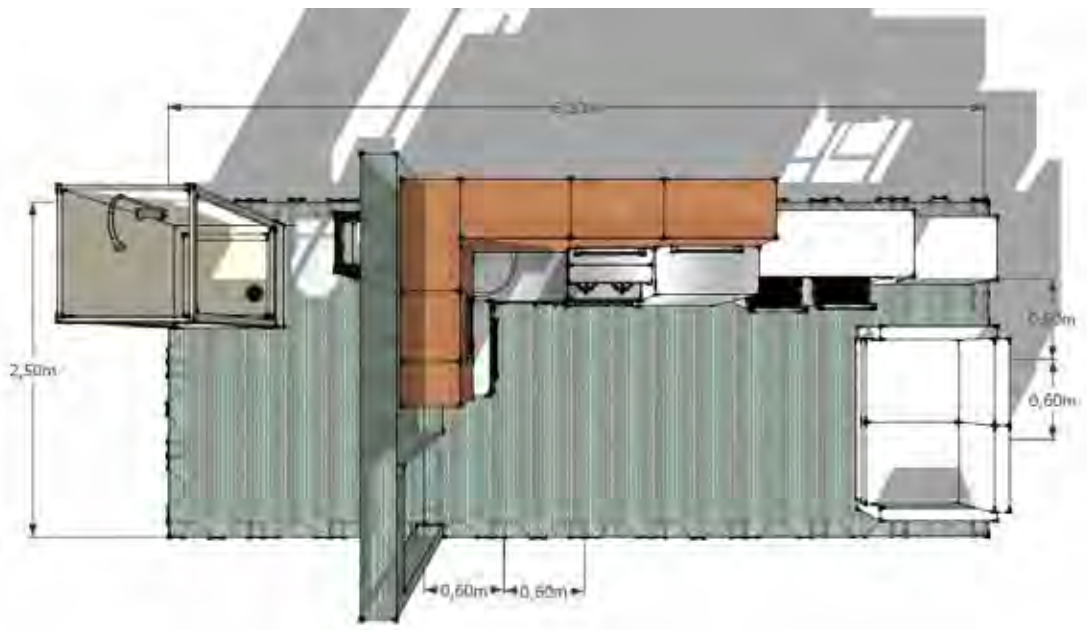


Figura. 48. Módulo A o Módulo Básico. Fuente: Elaboración Propia. 2010

Estos Módulos Espaciales, se relacionan entre sí espacial y funcionalmente, a saber:

2.6 Relaciones Espaciales y Funcionales entre módulos.

Según sus posibilidades de adosamiento, el módulo se comporta de manera diferente estructuralmente al sustituir uno o más planos por vanos estructurales, y para el caso del apilamiento, los apoyos los conforman las paredes portantes (ver sección 2.8 Estructura de los Módulos, p 95). Es por ello que, considerando ambos Módulos, A y B (Figura. 49), se ha estudiado esquemáticamente el comportamiento en cada caso.

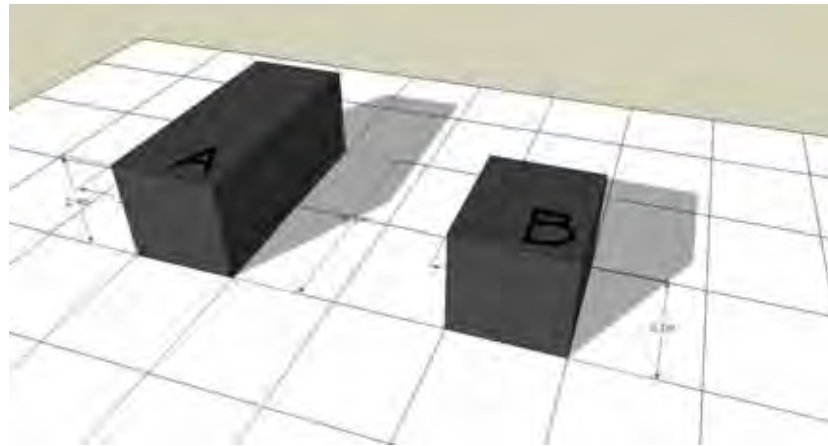


Figura. 49. Módulos A y B. Fuente: Elaboración propia 2008

En el caso del módulo, designado como A2, este presenta la posibilidad de adosamiento no solo por su cara superior, sino también por una de las caras de mayor área. (Figura. 50)



Figura. 50. Módulos A2. Estructura en SIPROMAT. Fuente: Elaboración propia 2008

Es así que se obtienen distintos tipos de Módulos según su función y posibilidad de adosamiento, siempre de acuerdo con las posibilidades estructurales del Módulo. (Figura. 51 y 52)

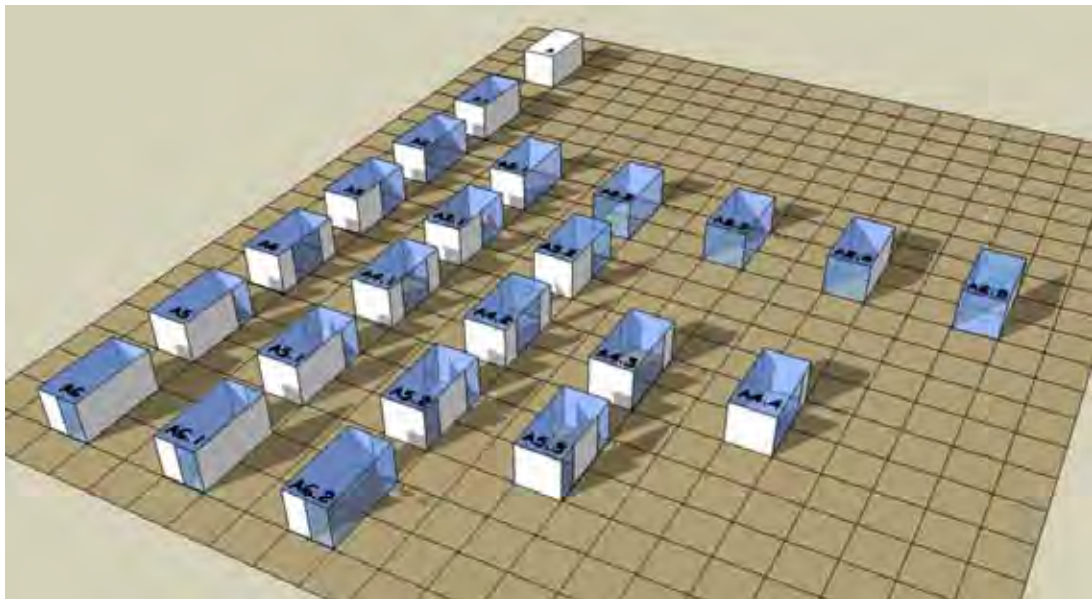


Figura. 51. Módulos A. Tipos de módulo. Fuente: Elaboración propia 2008

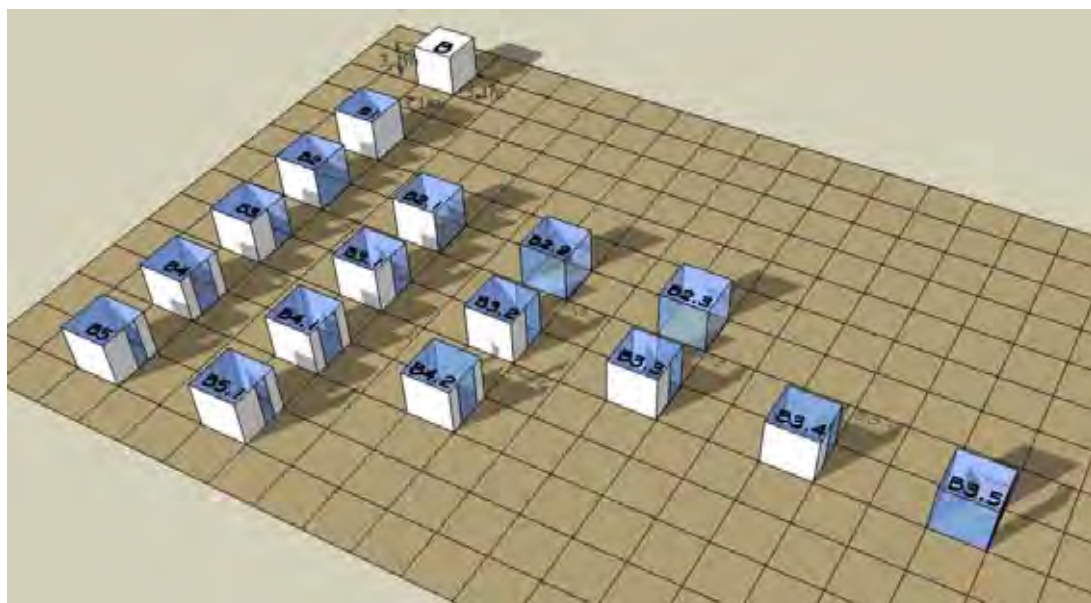


Figura. 52 Módulos B. Tipos de módulo. Fuente: Elaboración propia 2008

La combinación de los diferentes módulos de acuerdo a las posibilidades de adosamiento entre ellos, resulta en una gama amplia de combinaciones espaciales, en donde, en algunos casos, el espacio virtual entre módulos conforma la edificación. (Figura.53 y 54)

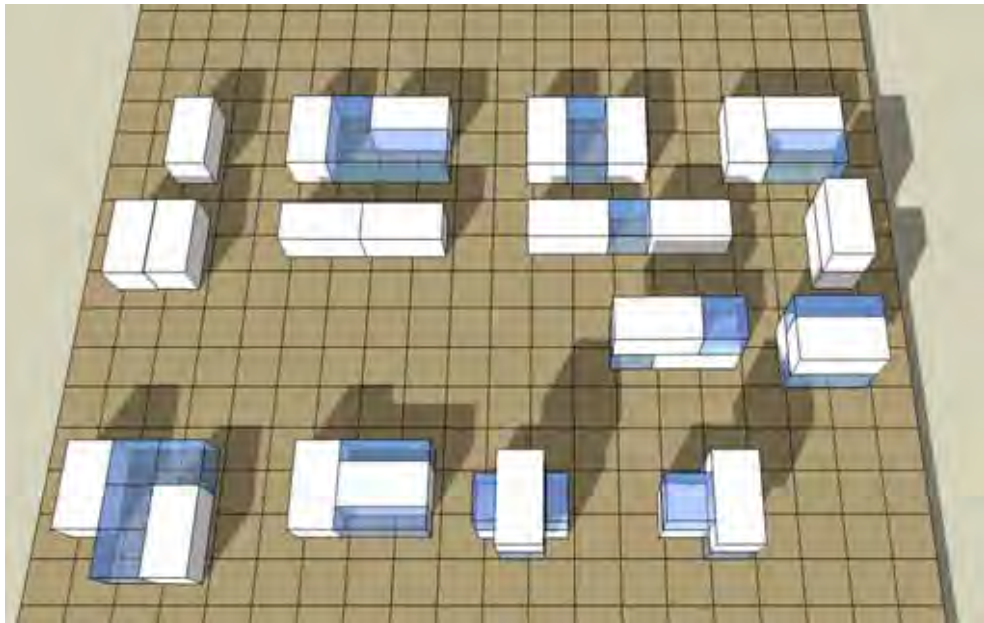


Figura. 53. Módulos A. Combinaciones. Fuente: Elaboración propia 2008

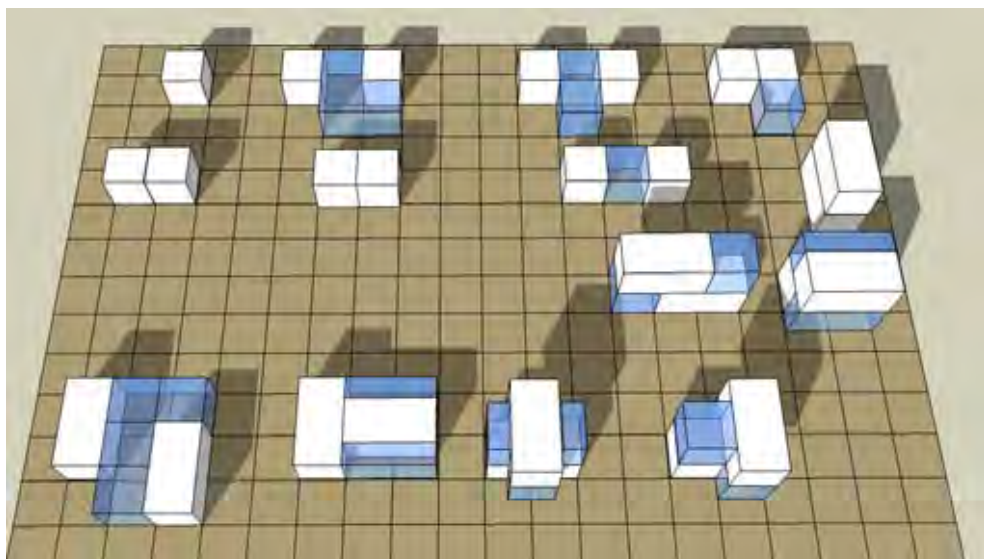


Figura. 54. Módulos B. Combinaciones Fuente: Elaboración propia 2008

A continuación algunas posibilidades de ensamblaje en sitio de los módulos que integran una edificación dada. Combinaciones posibles entre los Módulos A y B. (Figura. 55 y 56)

1. El Módulo A como generador de la vivienda, con un área de 15.25 m². (Figura. 55)

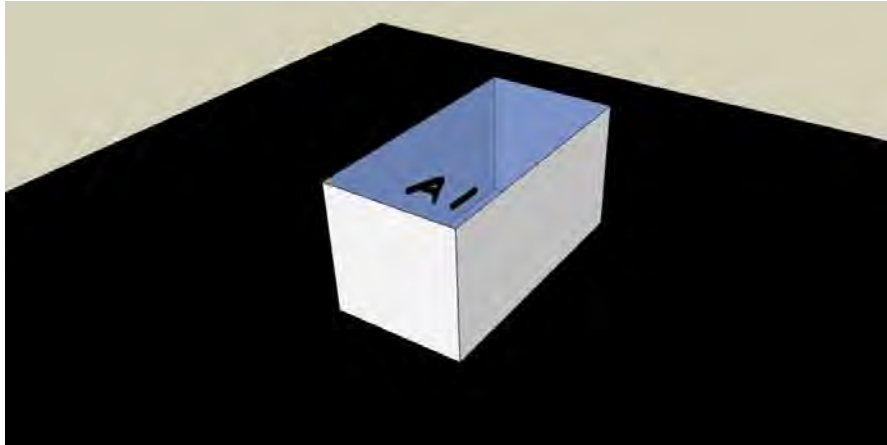


Figura. 55. Módulo A Fuente: Elaboración propia 2008

2. Combinación de 2 Módulos A, conformando una edificación de 30.50 m². (Figura. 56)

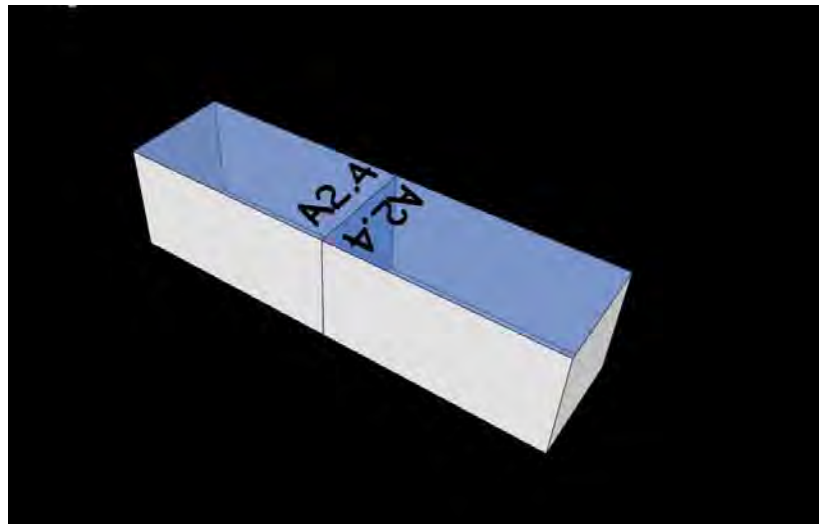


Figura. 56. Combinaciones del Módulo A Fuente: Elaboración propia 2008

3. Creación de espacios contenidos por la combinación de 2 Módulos A (A2).
En este caso el espacio externo enmarcado entre los 2 volúmenes es
integrado a la edificación. (Figura. 57)

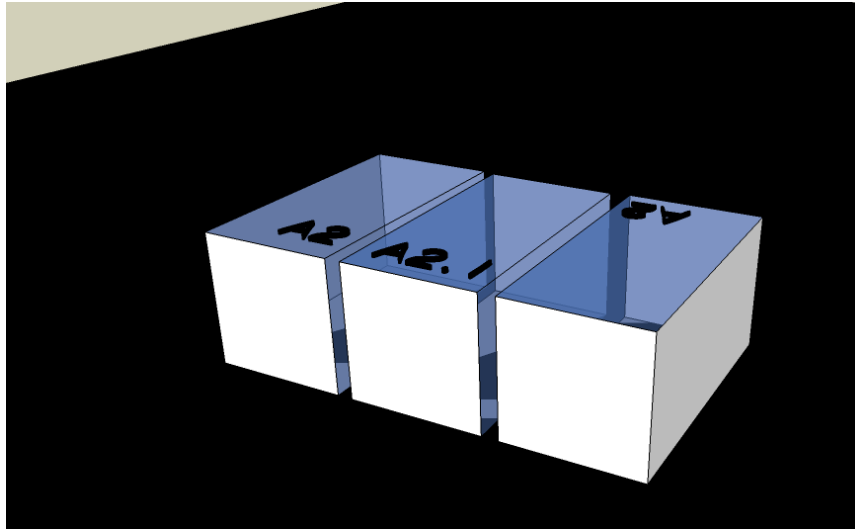


Figura. 57. Combinaciones del Módulo A Fuente: Elaboración propia 2008

4. Crecimiento de la edificación por apilamiento del Módulo A. (Figura. 58)

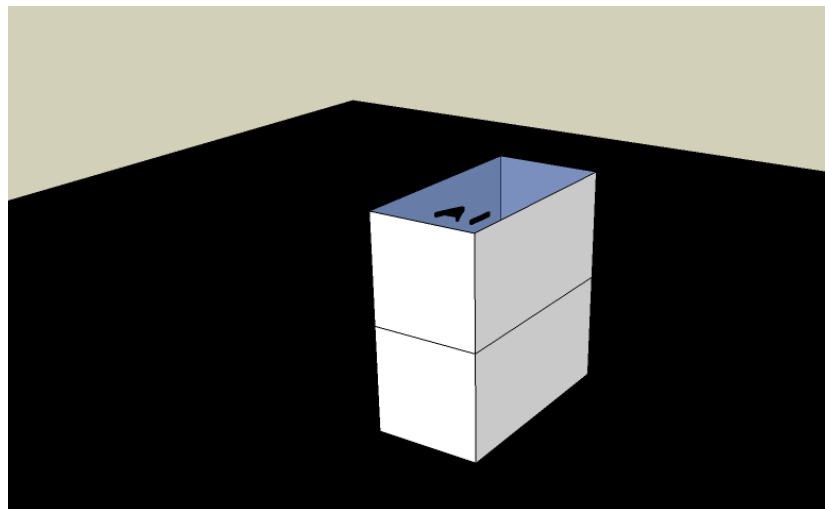


Figura. 58. Combinaciones del Módulo A Fuente: Elaboración propia 2008

5. Integración de espacios por la combinación y ubicación de 3 Módulos A. Esta opción conforma una edificación de 45.75 m² más el espacio exterior entre módulos. (Figura. 59)

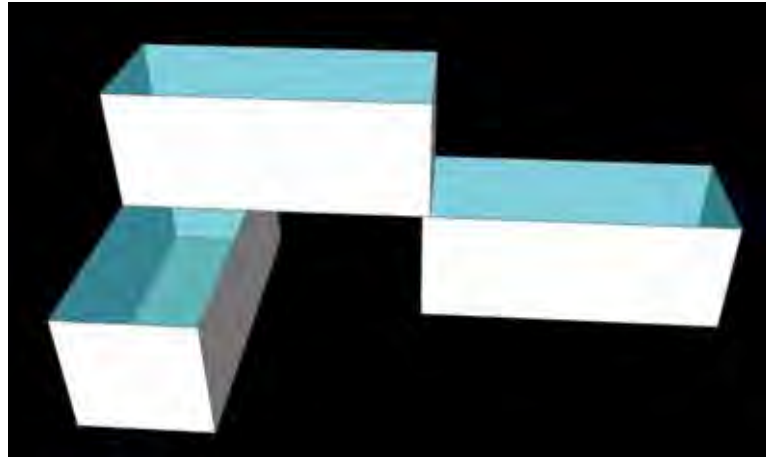


Figura. 59. Combinaciones del Módulo A Fuente: Elaboración propia 2008

6. Combinación de 3 Módulos A, creando espacios externos no integrados a la edificación. (Figura. 60)

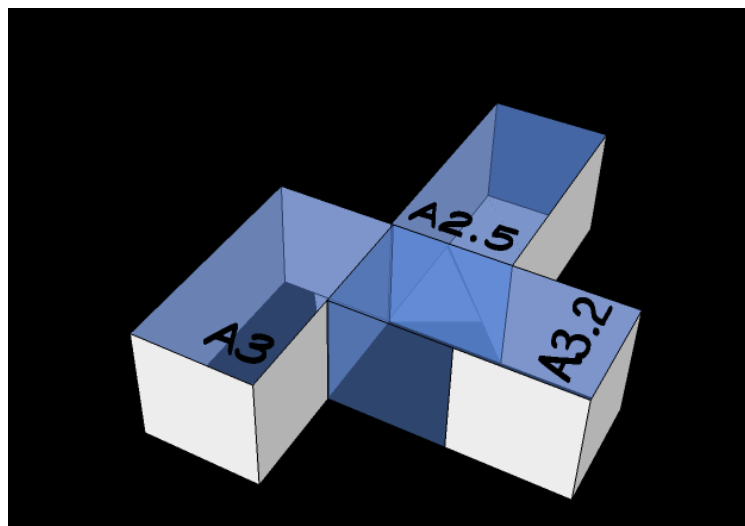


Figura. 60. Combinaciones del Módulo A Fuente: Elaboración propia 2008

7. Combinación de un Módulo A y un Módulo B, para conformar una edificación con un área de 23.0 m² y un espacio contenido entre los módulos. (Figura. 61)

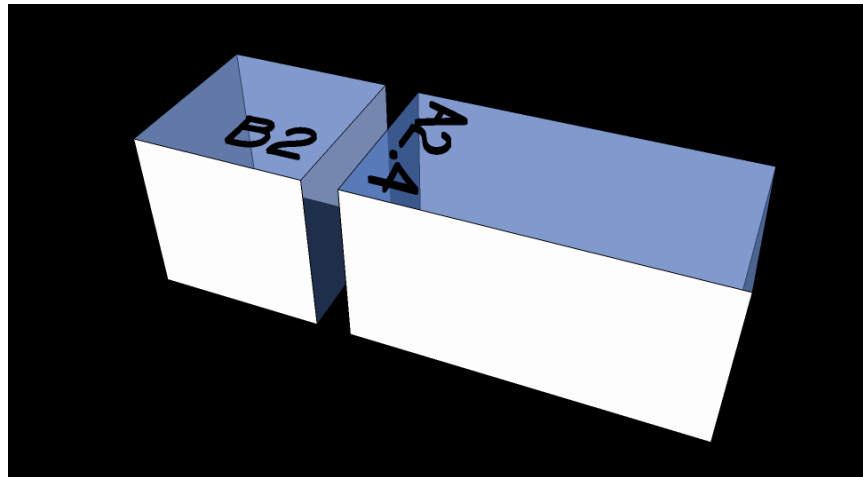


Figura. 61. Combinaciones de los Módulos A y B Fuente: Elaboración propia 2008

8. Apilamiento de un Módulo A y un Módulo B, generando un espacio de extensión del módulo B. (Figura. 62)

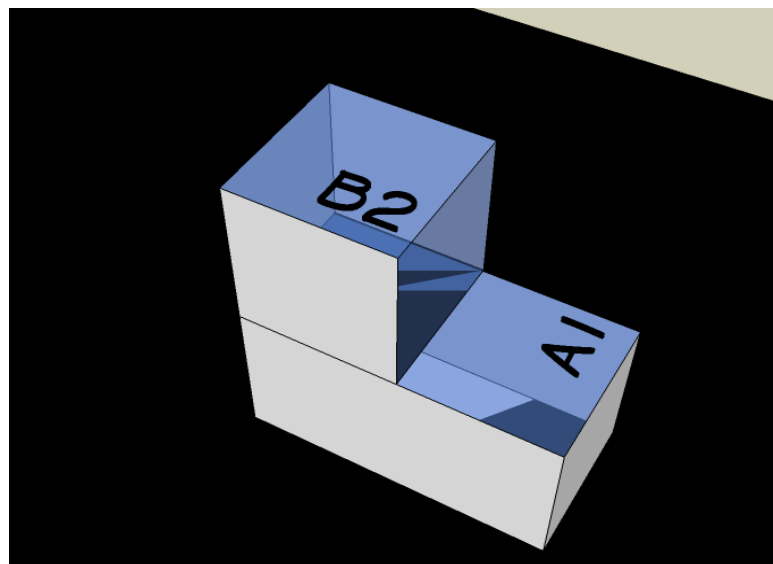


Figura. 62. Combinaciones de los Módulos A y B Fuente: Elaboración propia 2008

9. Combinación de un Módulo A y un Módulo B, conformando un espacio contenido por el cerramiento de los módulos. (Figura. 63)

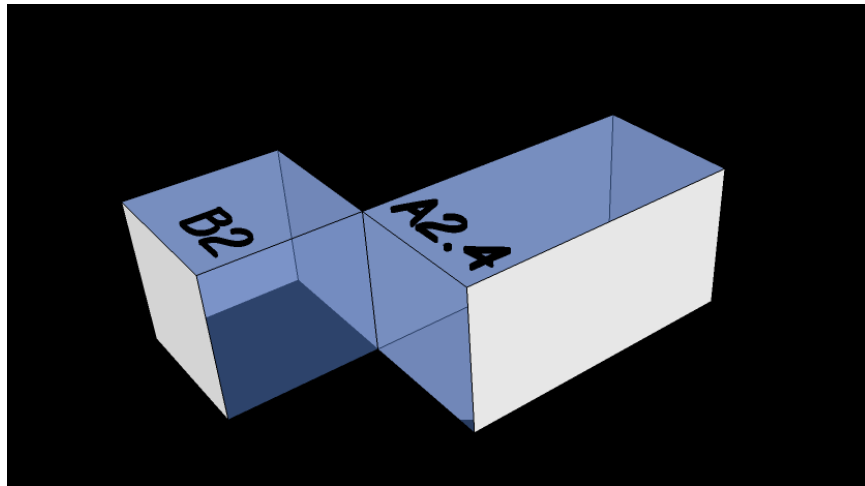


Figura. 63. Combinaciones de los Módulos A y B Fuente: Elaboración propia 2008

10. Combinación de un Módulo A y un Módulo B, generando espacios no integrados a la edificación. (Figura. 64)

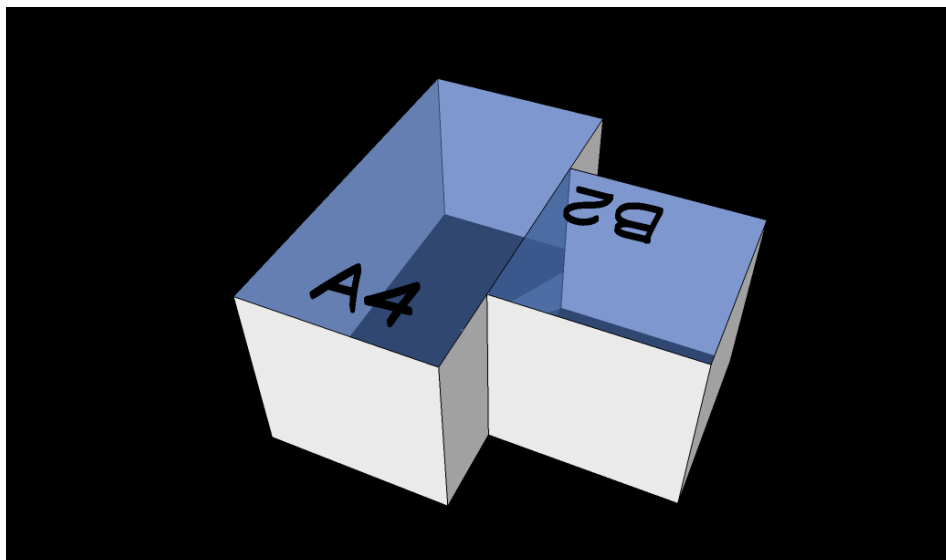


Figura. 64. Combinaciones de los Módulos A y B Fuente: Elaboración propia 2008

11. Combinación de un Módulo A y dos Módulos B, conformando una edificación de 30.75 m², y generando un espacio virtual integrado a la edificación. (Figura. 65)

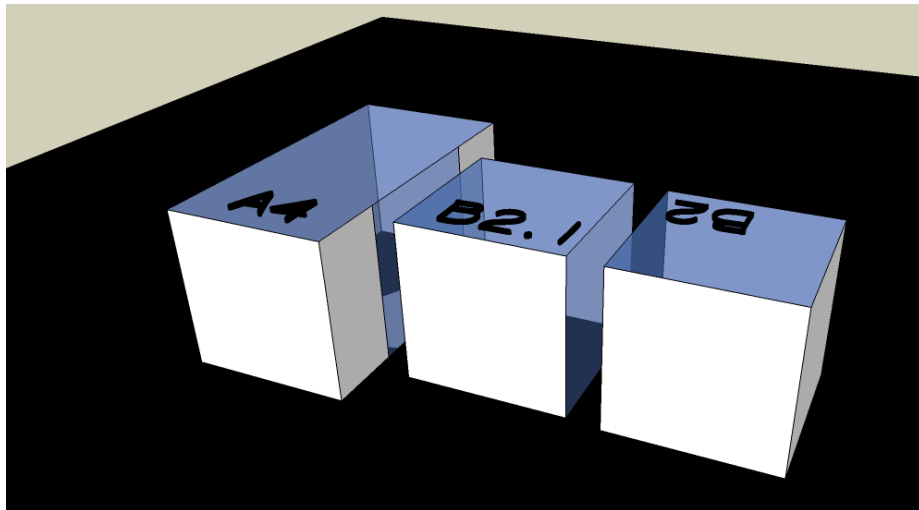


Figura. 65. Combinaciones de los Módulos A y B Fuente: Elaboración propia 2008

12. Combinación de tres Módulos B y un Módulo A, generando una edificación de 38.50 m², y creando un espacio interno integrado a la edificación. (Figura.66)

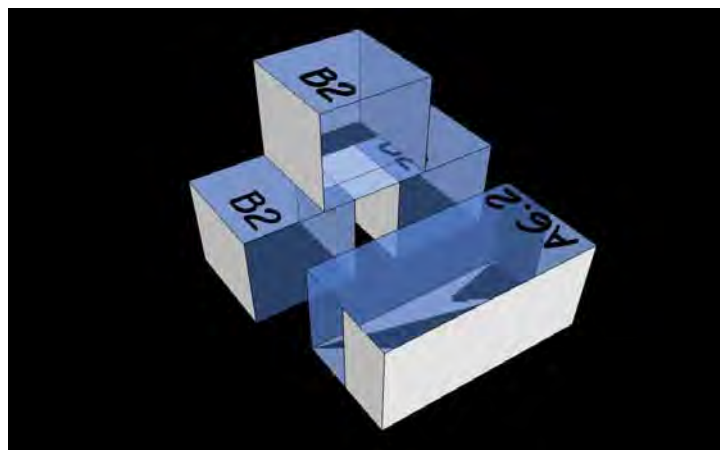


Figura. 66. Combinaciones de los Módulos A y B Fuente: Elaboración propia 2008

2.7 Estandarización del Módulo Espacial según su función.

De igual manera que el estudio realizado al modulo espacial según sus posibilidades de adosamiento, se propone la estandarización de los mismos, de acuerdo a las actividades que cada uno represente dentro de la edificación, a saber:

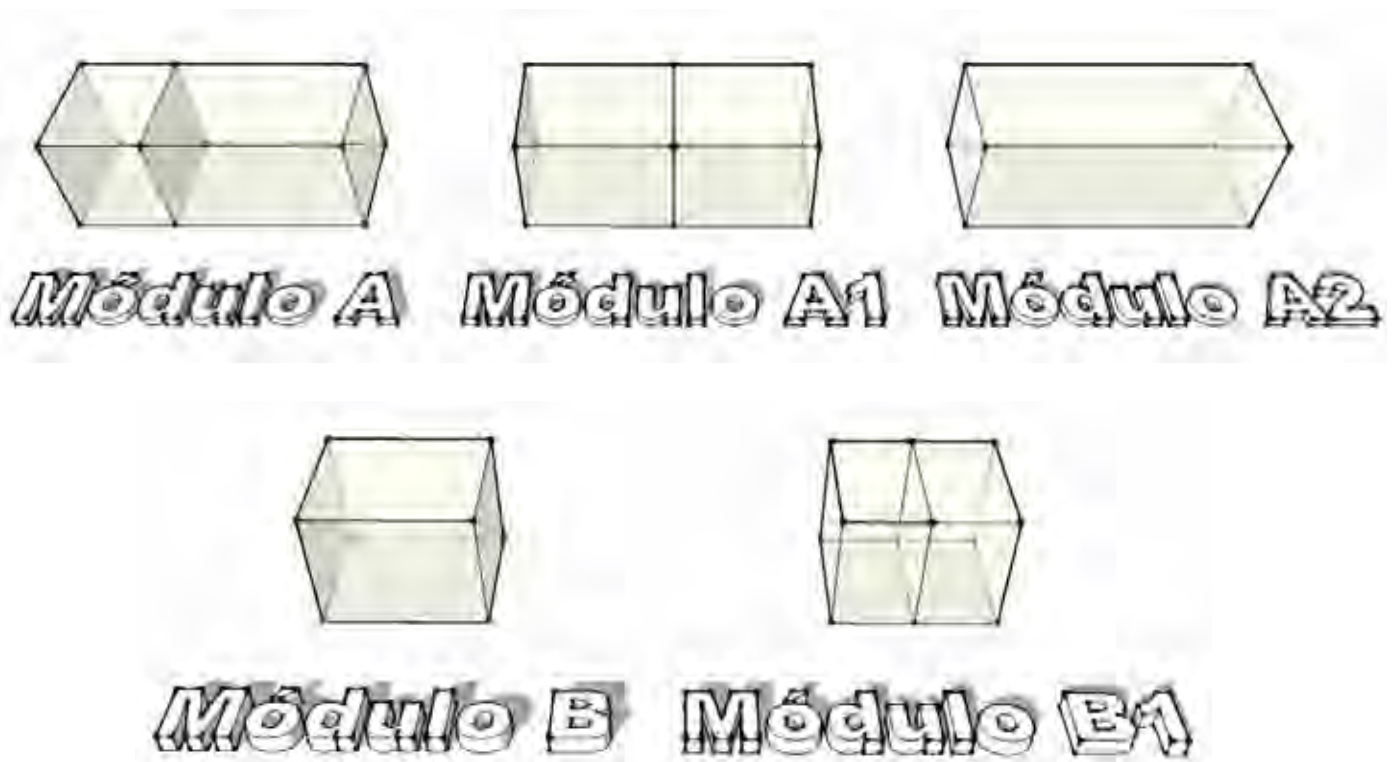


Figura. 67. El Módulo según su función. Fuente: Elaboración propia 2008

El SME se basa en la combinación de los módulos espaciales tanto A como B, que de acuerdo a las consideraciones anteriores permiten la realización de múltiples combinaciones de volumetrías y funciones para realizar cualquier proyecto arquitectónico apilable hasta dos pisos.

2.8 Estructura de los Módulos.

Los módulos están conformados por una estructura estable, totalmente portante y capaz de transmitir las cargas al suelo con repartición uniforme de las mismas.

Esta estructura está compuesta por paredes portantes formadas por láminas metálicas enmarcadas con rieles, conectados ortogonalmente entre sí a elementos rigidizadores ubicados en las esquinas, confiriendo al módulo rigidez y comportamiento monolítico, haciendo de ella una estructura sismo resistente. (Figura. 68)

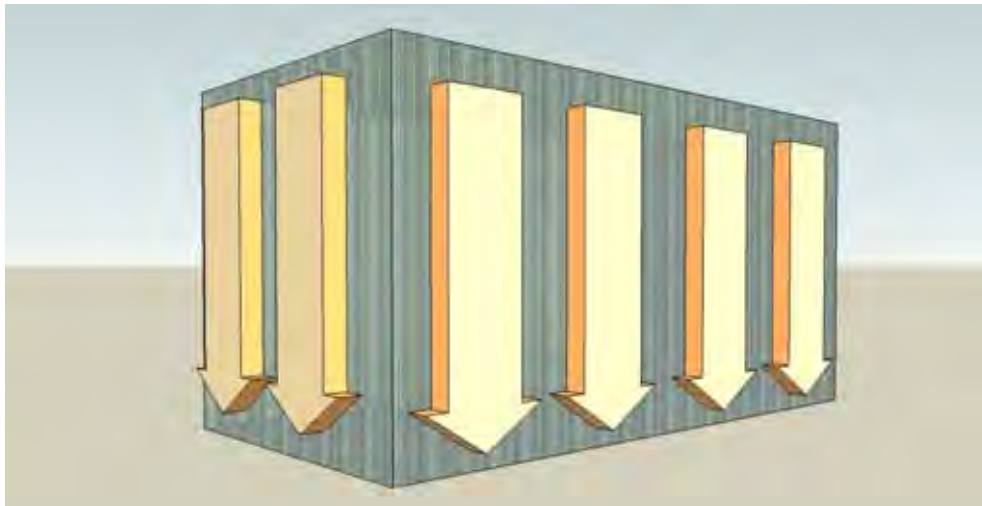


Figura. 68 Esquema portante del módulo. Fuente: Elaboración propia. 2008

Asimismo, para la conformación de la estructura se han tomado en consideración cargas dinámicas producto de los distintos tipos de manipulación a los cuales va a estar sometido el Módulo Espacial, tanto durante el proceso de fabricación como el de instalación en obra, es decir, la producción en fábrica, el manejo del módulo para el transporte, el traslado, la manipulación, el montaje y ensamblaje final en la obra.

En el caso de un adosamiento, es decir, cuando falte una de las paredes portantes del Módulo Espacial, para los efectos del transporte, se implementaran elementos de rigidización y arriostramiento provisionales, los cuales serán retirados una vez realizados los adosamientos. (Figura. 69)

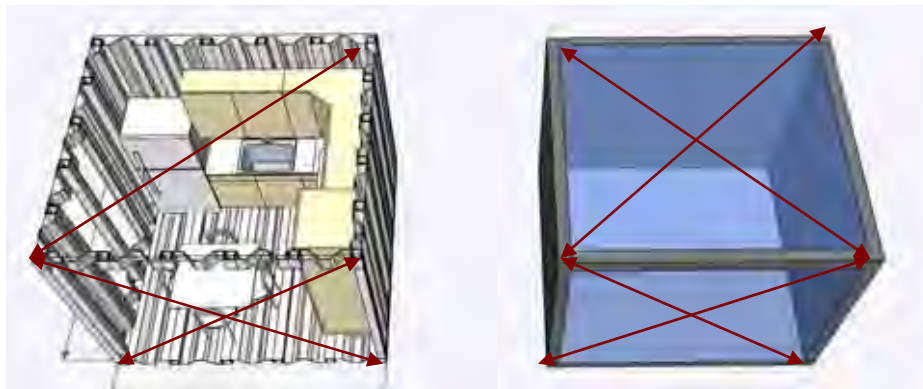


Figura. 69 Elementos de refuerzo. Fuente: elaboración propia 2008

La estructura que conforma los módulos espaciales para este caso de estudio, se basa en la Tecnología SIPROMAT, conformada por paneles estructurales autoportantes de lámina corrugada y acero estructural ASTM - A446 grado C y en los estudios de comportamiento estructural ya realizados a dicha tecnología. (González, 2005) (Figura.70)

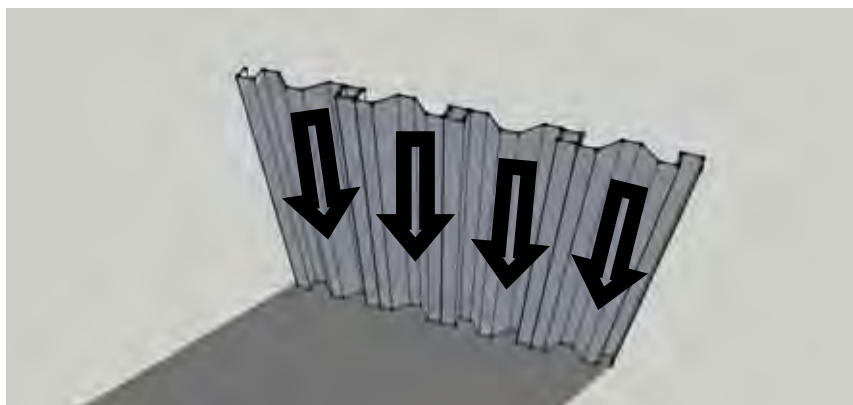


Figura. 70 Láminas estructurales de SIPROMAT. Fuente: Catálogo SIPROMAT. 2005

Para el cálculo estructural de los Módulos Espaciales se aplica la misma metodología que se utilizó para SIPROMAT. Ver apéndice 4

En cuanto a las cargas horizontales de viento y sismo, al tratarse de estructuras livianas conformadas por paredes portantes ensambladas ortogonalmente, los esfuerzos se distribuyen rápidamente y de manera uniforme en todos los elementos del conjunto esperando en consecuencia un adecuado comportamiento estructural a las solicitudes sísmicas, de transporte y de manejo del módulo.

Es importante acotar que cada vez que se hace una combinación con los Módulos Espaciales, el comportamiento bajo cargas es diferente para cada caso.

Características.

El diseño estructural de los módulos presenta las siguientes características:

- El Sistema Modular Espacial está conformado por una estructura estable y poco deformable, con carga vertical que actúa de forma axial, con lo cual solo se generan esfuerzos de compresión uniformemente repartidos ya que al no utilizar elementos verticales como columnas, machones, etc., no existe tendencia a la flexión y/o el pandeo de la estructura.
- Las cargas emitidas por la estructura no se concentran ya que se encuentran repartidas uniformemente.
- La estructura portante de los módulos espaciales está basada en el uso de planos verticales, a diferencia de las soluciones convencionales.
- A fin de facilitar el traslado de los módulos al sitio de obra, se reforzará la estructura de los mismos con la implementación de las siguientes acciones:
 1. Los vértices de los módulos espaciales se han reforzado con elementos rigidizantes apernados a la estructura.

2. Las paredes carentes de cerramiento y el área superior del módulo se han reforzado con elementos de arriostramiento en forma de cruces de San Andrés, las cuales serán removidas una vez ubicado el módulo en sitio.
- Asimismo, para fundar los módulos en obra (y hasta en terrenos pobres y de baja capacidad resistente), se utilizarán cimientos perimetrales de poca profundidad. Esto es posible debido a la cualidad de transmisión de las cargas resultantes que actúan sobre el suelo las cuales son repartidas uniformemente. Es así que, al no haber cargas puntuales, y por consiguiente no existir posibilidad alguna de asentamientos diferenciales, tampoco existe el riesgo de inestabilidad de la edificación como consecuencia de la interacción estructura-suelo.

2.9 Ventajas del Sistema.

El SME ofrece ventajas que facilitan la solución de la problemática habitacional en el país, a saber:

- Rapidez de montaje. En el caso de viviendas cuyos componentes son prefabricados y de rápido ensamblaje, se acorta el tiempo de ejecución de obra, volviéndose muy competitivo en términos de economía.
- Ahorro de materiales utilizados en obra. Debido a la implementación de elementos prefabricados en edificaciones, es posible la construcción con un mínimo de uso de elementos generadores de desperdicio.
- Reducción de los residuos de la construcción. Los componentes prefabricados en obra, reducen la cantidad de residuos generados.
- Nivel de prefabricación. La prefabricación de elementos constructivos facilita la creación de edificios más sencillos de desensamblar o deconstruir, haciendo posible la reutilización de los materiales del edificio al finalizar su

vida útil. Así como también sería posible un mayor control sobre los procesos y materiales, tanto en la gestión de residuos generados (más sencilla en planta que en obra) como en la eliminación de productos tóxicos.

- La simplificación de equipos en obra. El sistema no requiere de grandes grúas ni herramientas especializadas para su ensamblaje.
- Uniones y ensamblaje de los planos estructurales. El reforzamiento de los planos estructurales mediante uniones rigidizadoras, constituye un aporte importante al sistema habitacional.
- Reubicación de la edificación. La edificación podrá ser transportada a otra localidad sin de-construirla, por módulos, a requerimiento de sus usuarios.

2.10 Consideraciones sobre los Acabados.

Con relación a los materiales de acabado a ser implementados para las paredes, pisos y techos del módulo espacial, se propone el uso de acero, madera, vinyl, vidrio, linóleo, aluminio, policarbonato, polipropileno y MDF, materiales todos colocados en seco y producidos y reciclados en el país. (Figura. 71)

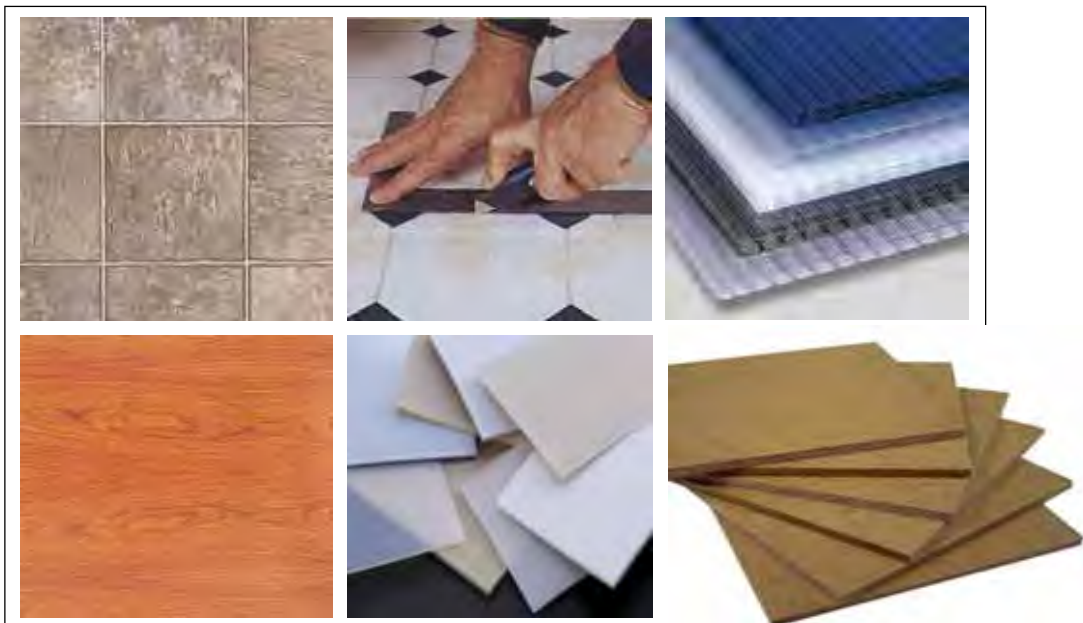



Figura. 71. Tipos de acabados. Fuente: www.construnario.com 2008

En cuanto a la fijación de los acabados en el módulo, su condición de indeformabilidad y estabilidad sometida a cargas de compresión axial uniformemente repartidas, permite el montaje de materiales sin la necesidad de refuerzos estructurales adicionales, sino solo con la colocación de elementos de fijación atornillados y encolados en ambas caras de las paredes estructurales del módulo, así como también en las láminas de acabado.

2.11 Cuadro síntesis de los acabados del módulo espacial

CUADRO RESUMEN DE ACABADOS											
NOMBRE DEL MATERIAL	UBICACIÓN EN EL MÓDULO ESPACIAL	RESISTENCIA / DURABILIDAD	VIDA ÚTIL	AISLAMIENTO	NIVEL DE CONFORT	PESO	CARACTERÍSTICAS			VARIEDAD Y COLORES	
							MANTENIMIENTO	MALEABILIDAD	RECICLAJE		INSTALACIÓN
 Panel en aluminio ALMAXCO	*Paredes Exteriores *Paredes Interiores	*Resistente a fuertes impactos (2 capas de aluminio de 0,5mm c/u). *Resistencia a la acción corrosiva de los agentes de la intemperie. *Alta resistencia a la acción de rayos UV. *Amortiguación a vibraciones. *Con certificado ASTM a prueba de fuego.	35 años. (Garantía por 20 años)	Excelente aislante térmico y acústico.	Máximo	*Muy liviano. (3 a 5 Kg/m ²). *Reducción considerable del peso y costo de las estructuras portantes.	Maleable.	100% Reciclable.	Fácil instalación.	Desde 300 Bs/m ² + Iva	*Gran variedad de colores y tonos. *50 Colores sólidos standard y metálicos. *Espesores desde 2mm a 6 mm. *Suministro en grandes dimensiones y en láminas de 1,20 x 5,0 m
 Láminas de POLICARBONATO ALVEOLAR	*Paredes Exteriores *Paredes Interiores *Techados o recubrimientos de estructuras *Tragaluces *Cerramientos de patios	*Resistencia a impactos (300 veces más que el vidrio) *Auto extingible *Auto extingible	Muy longevo. (Garantía por 10 años contra envejecimiento)	Conductividad térmica 50% menor que el vidrio. *Transmisión de luz de 79 % a 11 % dependiendo del espesor de la lámina.	*Máximo (ambientes mucho más frescos y un mejor rendimiento de los sistemas de AA)	*Muy liviano entre 1,30 y 2,80 km ² . (pesa 10 veces menos que el vidrio)	*Maleable e Indefinible. *Adapta la forma de cualquier estructura curva, se dobla al fro y se corta con sierra caladora.	100% Reciclable.	Fácil instalación	Desde 800 a 2.150 Bs/m ² + Iva	*Gran variedad de colores y tonos. *Suministro en grandes dimensiones y láminas de 1,8 ó 5,90 X 2,10 de ancho. *Espesores de 6, 10 y 16 mm. *Radio mín de curvatura de 1,0 a 2,5.
 ALUMINIO	*Paredes Exteriores *Paredes Interiores *Techos *Aleros *Mobliliario	*El aluminio es seguro y no inflamable. *Total estanqueidad al aire, al agua y al viento.	De 20 a 40 años	*Aislamiento térmico excepcional. *Aislamiento acústico óptimo.	Máximo	Liviano. Desde 1,5 km ²	Maleable	100 % Reciclable y Ecologico	Fácil instalación.	Desde 130 Bs/m ² + Iva en láminas de 1,20 x 2,44 en Bs. 468	*Disponible en una gran variedad de colores y puede adaptarse a una gran variedad de estilos
 MADERA LAMINADA	*Paredes Interiores *Cielo Rasos *Paigolias	*Es el resultado de la fusión de piezas pequeñas en otras más grandes, saneadas, preservadas, secas y unidas con sistemas especiales. *Es resistente al ataque de ácidos y otros agentes químicos.	De más de 30 años a la intemperie e indefinida en el caso de interiores	*Aislante eléctrico, térmico y acústico. *Excelente resistencia al fuego *Estabilidad ante los cambios de humedad y temperatura	Excelente. Ambiente placentero que se logra gracias a las propiedades de regulación de la humedad de la madera	La madera preservada requiere muy poco mantenimiento.	Maleable	100 % Reciclable y Ecologica	Fácil instalación. Son elementos prefabricados más livianos que el concreto, el acero y llegan a la obra listos para instalar.	Desde 10.000 Bs/m ³ + Iva	*Disponible en longitudes de 12m, 16m y 18m, con espesores de 100 y 120 mm. Otras dimensiones, a solicitud del cliente. *Se fabrican piezas rectas o curvas con dimensiones máx. de 20 m de largo, 1,2 m de ancho y 24 cm de espesor.
 Láminas CENTROLAM	*Techos *Cielo rasos *Aleros	*Resistencia a la intemperie. *Duradera en el tiempo. *Impermeable y hermético.	De 20 a 40 años	*Baja conductividad térmica.	Máximo	Muy liviano (5 Kg/m ² en cubierta sencilla y 10 Kg/m ² en cubierta aislada).	Maleable.	100% Reciclable.	Fácil instalación.	Desde 222 Bs/m ² + Iva	Para espesores de 140 a 200 mm: 10m, 12m, 14m, 16m y 18m
 Láminas Climatizadas LAMILIT 27-36	*Techos *Cielo rasos *Aleros	*Resistencia a la intemperie. *Impermeable. *Reflectivas. *Alta resistencia a la acción de los rayos UV	Duradero en el tiempo (Garantía por 10 años)	*Excelente aislamiento térmico (más de 6° C menos que un techo de metal) y acústico (en 20 decibelios o más que uno metálico) *Relleja la incidencia de los rayos solares entre 75% y 85%	*Máximo (mejora el confort térmico en el interior de las edificaciones)	Liviano (de 3,45 Km ² a 5,25 km ²).	No es Maleable	100% Reciclable.	Fácil instalación.	Desde 30 Bs/m ² + Iva	*Gran variedad de colores y tonos. *Ancho útil de 0,72 m *Con espesores de 2 mm y láminas de 1 a 12 m de largo
 Pisos de MADERA FLOTANTE	*Pisos	*Alta resistencia contra uso y desgaste. *Resistente a golpes, patas de sillas o ruedas. *Resistente a la humedad.	Duradero en el tiempo (Garantía por 25 años)	Excelente aislante térmico y acústico.	Grandes niveles de Confort	Liviano. (aproximadamente 6,2 km ²)	No es Maleable	100% Reciclable y Biodegradable	Fácil instalación.	Desde 280 Bs/m ² + Iva	*Colores naturales. *Gran variedad de colores, vetas e imitaciones de madera.
 Pisos de VINILO	*Pisos	*Resistencia a la humedad. *Alta resistencia contra uso y desgaste. *Gran resistencia a los golpes e impactos. *Auto-extingibles. *Antidestanzantes	De 5 a 20 años.	Excelente aislante térmico y acústico.	Grandes niveles de Confort	Muy Liviano. (pesa de 3,2 a 6,6 km ²)	Maleable	100% Reciclable	Fácil instalación.	Desde 120 Bs/m ² + Iva	*Gran variedad de texturas y colores. *Espesores de 1,6 a 3,0 mm en baldosas de 30x30 ó rollos.
 Pisos de LINÓLEO	*Pisos	*Resistencia a la humedad. *Resistentes al uso y desgaste *Auto-extingibles. *Antidestanzantes	Muy duraderos (aprox. 40 años).	Excelente aislante térmico y acústico.	Grandes niveles de Confort	Muy livianos. (pesa de 3,0 a 6,0 km ²)	Maleable.	100% Reciclable. Ecologicos. Biodegradable	Fácil instalación.	Desde 150 Bs/m ² + Iva	*Gran variedad de colores y texturas. *Disponible en baldosas o rollos de 2m de ancho. *Espesores de 1,3 a 6mm
 VIDRIO	*Cerramientos en Fachadas *Ventanales	*De gran dureza. *Fragil. *Resistencia a Compresión *Resistencia a Tracción. *Resistencia a Flexión. *Resistencia al choque térmico.	Muy duraderos Siglos.	Según su espesor y conformación, puede ser muy buen aislante térmico, acústico y eléctrico	Confort térmico y visual	Dependiendo del espesor, desde 3 mm a 10 mm pesa de 7,5 Km ² a 25 Km ²	Maleable	100 % Reciclable	Instalación con dificultad media	Desde 33,57 Bs/m ² en viticos simples de 2mm	*Gran variedad de tonos y colores

Cuadro 5 Cuadro Síntesis de Acabados del Módulo A. Fuente: Elaboración propia. 2010

2.12 Descripción de los Procesos de Fabricación.

La tecnología aplicada al presente sistema habitacional es realizada totalmente en fábrica. Los componentes de la tecnología SIPROMAT y los componentes propios del Sistema Modular Espacial, son producidos en serie. Seguidamente se procederá al ensamblaje de los módulos espaciales, la colocación de los acabados, piezas sanitarias y mobiliario. Una vez listos, se deberán acondicionar para el traslado y ser transportados al sitio de obra.

Consideraciones sobre los Tipos de Fábrica.

Antes de comenzar con la descripción de la producción de los Módulos Espaciales, es importante hacer referencia a los dos tipos de fábrica considerados en el presente trabajo de investigación, a saber:

1. Fábrica de producción a nivel Intermedio

Es una fábrica de producción limitada.

Estará conformada por un área para almacenaje de la materia prima (bobinas de acero galvanizado y materiales varios), un área de doblaje de las láminas, un área de ensamblaje, un área de producción de los módulos, un área de depósitos para materiales y finalmente un área de patio para el despacho en gandola o camión.

Para la producción de la lámina de SIPROMAT, en este caso se utilizará el perfilamiento en dobladora de golpe. Esta modalidad de corrugado de la lámina es a escala semi-industrial, es decir, es aplicable a la producción de los componentes en cantidades limitadas.

Requiere inversiones en equipos de menor magnitud comparados con los necesarios para fábricas avanzadas.

El corrugado o perfilamiento en dobladora, se realiza mediante un equipo denominado dobladora hidráulica de presión. (González, 2005)

Para el ensamblaje y acabado de los módulos no se requieren maquinarias especializadas.

2. Fábrica de producción a nivel Avanzado

Es una fábrica de producción masiva.

Estará conformada por un área para almacenaje de la materia prima (bobinas de acero galvanizado y materiales varios), un área de doblaje de las láminas, un área de ensamblaje, un área de producción de los módulos, un área de depósitos para materiales y componentes, un área de pre despacho y finalmente un área de patio para el despacho en gandola o camión.

En este caso se utilizará la modalidad de tren de perfilamiento continuo, que es la forma de corrugar la lámina a escala industrial. Es la manera más apropiada de producir los paneles SIPROMAT cuando se realizan aplicaciones masivas.

El equipo de perfilamiento continuo requiere de grandes inversiones financieras. (González, 2005)

Para el ensamblaje y acabado de los módulos no se requieren maquinarias especializadas.

Con relación a los costos de producción, la producción en masa reduce los costos de fabricación del SME (costo total de producción entre el número de unidades producidas).

Para el caso del SME, se establece la producción en serie de todas las láminas dobladas, perfilería, elementos de rigidización y anclajes y elementos de refuerzos provisionales para la manipulación y transporte del módulo, así

como también el ensamblaje de las paredes, pisos y techos y el montaje de los acabados y las instalaciones de los Módulos Espaciales.

A continuación se detallan los procesos de fabricación de los módulos espaciales, tanto en fábrica como en obra, a saber:

2.12.1 Actividades a ser realizadas en Fábrica:

Existen 5 actividades principales para la producción y ensamblaje de los módulos, a saber: (ver cuadro N°13 en el Apéndice)

1. Coordinación Dimensional Modular.

Se refiere a la etapa de diseño y definición de la edificación. Estará a cargo de un grupo de profesionales arquitectos e Ingenieros, quienes se encargarán de realizar los diferentes proyectos para la construcción de la edificación. Si el caso lo requiere, el cliente podrá involucrarse en esta etapa. Partiendo desde la premisa de que las dimensiones de los módulos están regidas por las funciones propias del habitar, se diseñara la edificación según las necesidades del cliente en concordancia con los módulos espaciales ya predeterminados. (Figura. 72)



Figura. 72 Planos volumétricos de la Weiller House.
Fuente: www.is-arquitectura.es 2008

2. Panelización y Elementos de Rigidización del módulo.

Esta actividad requiere de mesones de trabajo, herramientas mecánicas y eléctricas varias, maquinas de corte y doblaje de las láminas y un personal conformado por 12 instaladores.

El armado de las láminas para conformar las paredes, techos y pisos de los módulos, se realizará de acuerdo a la tecnología SIPROMAT, atornillando y pegando las láminas corrugadas entre sí. (Figura. 73)

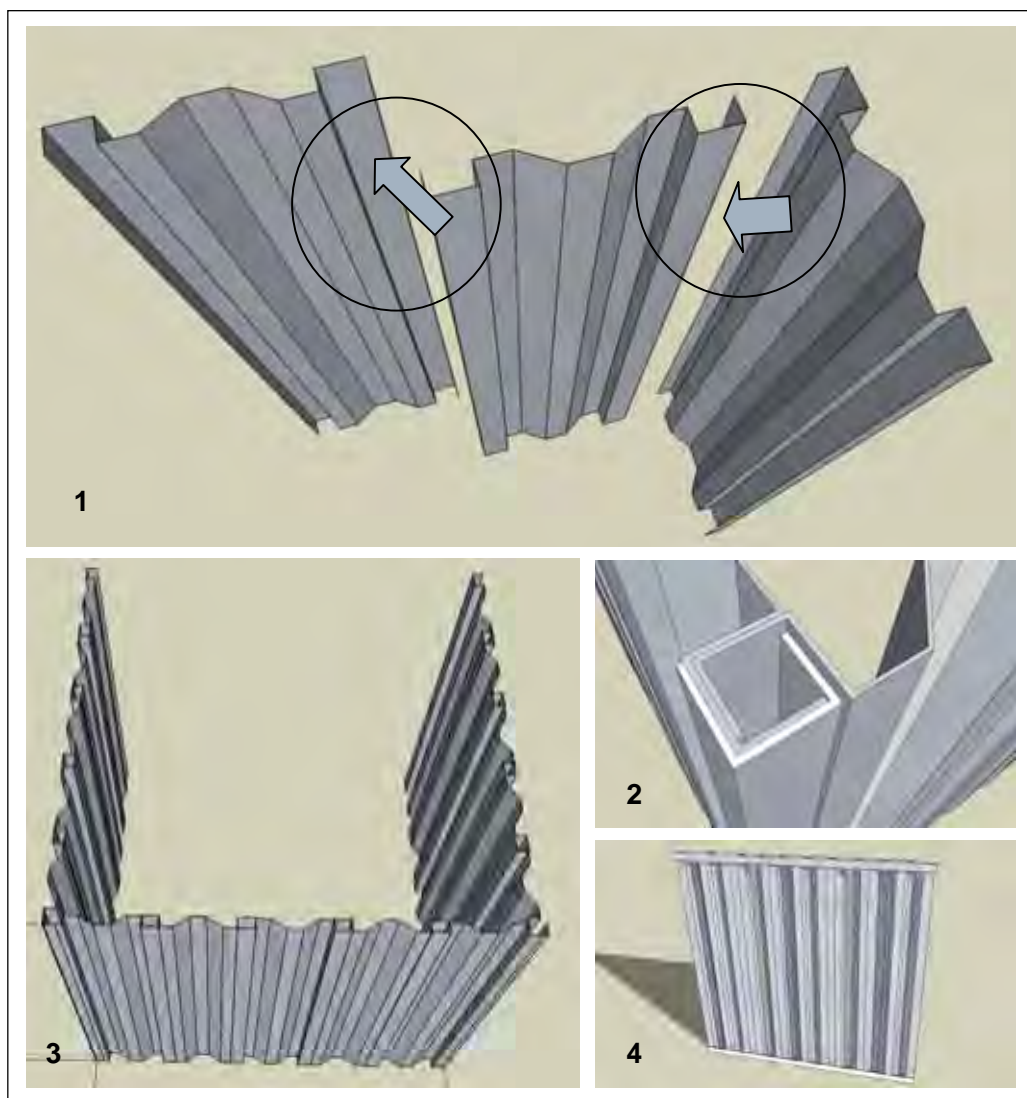


Figura. 73. Armado de las paredes en SIPROMAT. 1. Componentes, 2 Detalle de la unión en esquina, 3. Láminas ensambladas, 4. Pared conformada. Fuente: Elaboración propia. 2008

El sistema habitacional contempla ciertos elementos de rigidización y arriostramiento ubicados en el módulo en sitios estratégicos para contribuir con la estructura en el momento del transporte y manejo de los módulos y para la fijación del mismo a las bases en sitio. (Figura. 74)

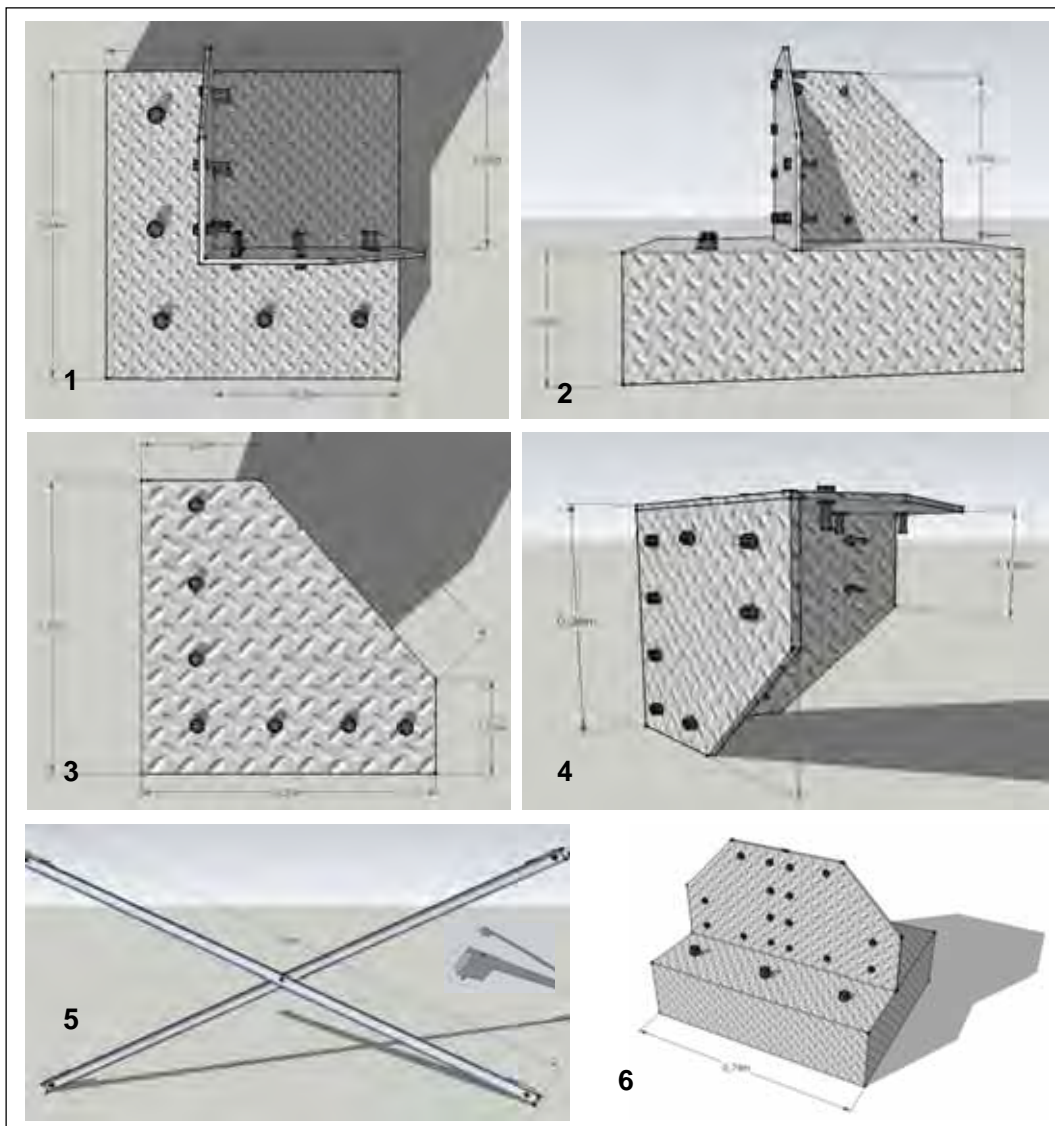


Figura. 74. Bases y Rigidizadores del módulo. 1 y 2. Rigidizadores de base, 3 y 4. Rigidizadores de techo, 5. Rigidizadores temporales, 6. Rigidizadores de base para uso múltiple. Fuente: Elaboración propia. 2008

El piso de los módulos se armará según la tecnología SIPROMAT, colocando las láminas longitudinalmente. Posteriormente, una vez armada la losa, se colocará el material de acabado base, aislamiento y el acabado decorativo de piso, aumentando la rigidez de la losa. (Figura. 75)

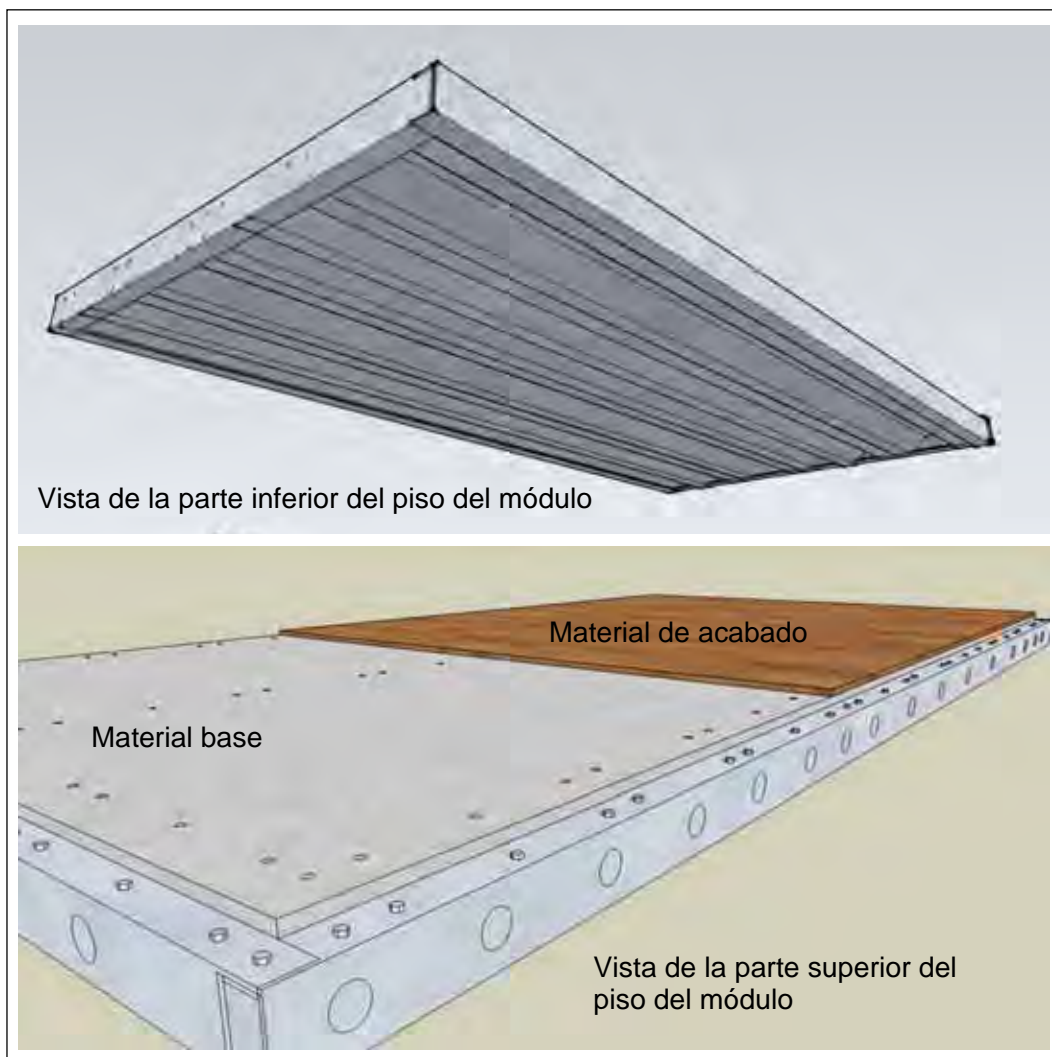


Figura. 75. Armado de la losa de piso. Fuente: Elaboración propia. 2008

El techo es construido y ensamblado como en elemento aparte del módulo, lo cual facilita, tanto el transporte del módulo, como el del techo mismo. Adicionalmente, propicia la existencia de una variedad de modelos de cubiertas a ser colocadas en los módulos, según sea el diseño pautado para la edificación. (Figura.76)

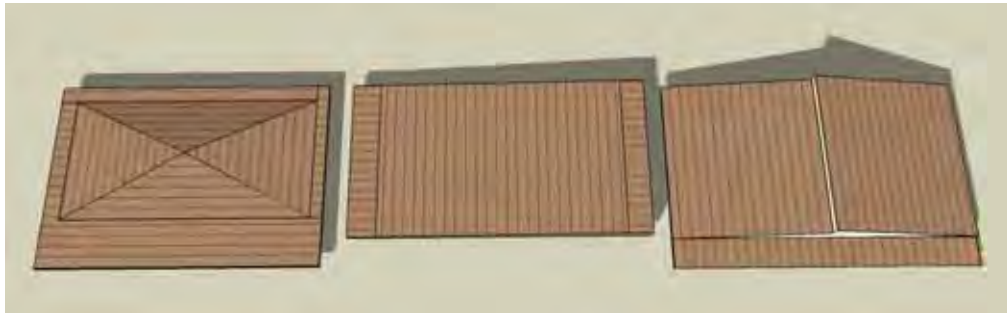


Figura. 76. Techos. Fuente: Elaboración propia 2008

El ensamblaje de la base del techo se realizará de igual forma que las losas de piso, utilizando láminas corrugadas de SIPROMAT. Para la cubierta o el área superior del techo, se utilizarán pletinas en acero galvanizado calibre 24, a fin de imprimir altura y caída al techo o curvatura, según sea el caso (Figura. 77).

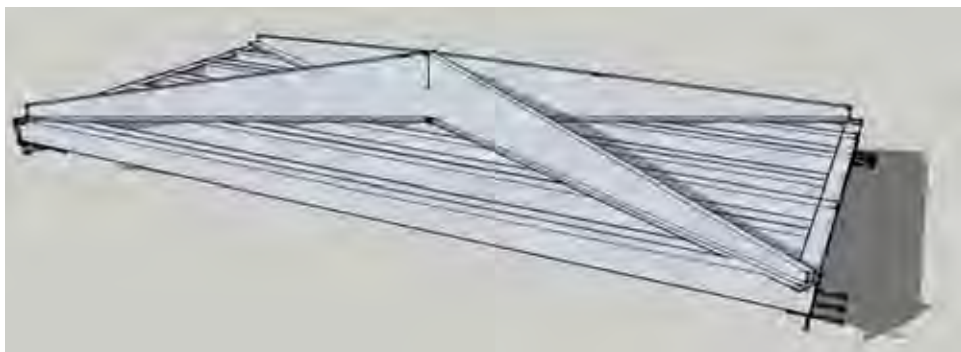


Figura. 77. Armado del techo. Fuente: Elaboración propia 2008

Una vez lista la estructura, se recubrirá con las láminas de acabado correspondientes, realizando la colocación del acabado del techo igual que con las paredes del módulo, pero en este caso creando una cámara de aire; en la cubierta, se colocará material resistente a la intemperie (Figura. 78). Adicionalmente, se podría considerar la colocación de paneles solares para ahorro de energía eléctrica en las cubiertas de techo.



Figura. 78. Ensamblaje Techo. Fuente: Elaboración propia 2008

A fin de permitir el montaje del techo al módulo, se han previsto elementos de fijación a las paredes, colocados atornillados sobre el acabado de las mismas. (Figura. 79)



Figura. 79 Conformación del techo: 1. Detalle del elemento de anclaje, 2. Techo listo para ser colocado en sitio, 3. Vista del módulo con el techo. Fuente: Elaboración propia 2008

Almacenaje en Fábrica.

Una vez producidos los componentes de los módulos (láminas dobladas, perfiles, elementos de rigidización, elementos bases, etc.), estos son almacenados en depósito de fábrica. Los módulos espaciales se ensamblan en la medida en que son solicitados, lo que representa un ahorro en espacio para almacenamiento. (Figura. 80)

Las láminas de SIPROMAT se almacenan apiladas en no más de 13 componentes por bulto, alternando perpendicularmente la dirección de los componentes básicos y sobre listones de madera.

Las láminas y materiales para los acabados se almacenan según las especificaciones para cada uno, en sitios secos y protegidos contra la intemperie.



Figura. 80. Vista del almacenamiento y apilamiento en Fábrica. Fuente: Manual de Procedimientos 2005

Como un ejercicio, considerando las dimensiones aproximadas requeridas para almacenar una vivienda con un área de 198 m², se necesitaría un espacio de almacenaje y manipulación de los componentes de aproximadamente 360 m².

3. Ensamblaje del Módulo Espacial

Esta actividad requiere de herramientas mecánicas y eléctricas varias y un personal conformado por 8 instaladores.

Una vez listos todos los planos estructurales, se arma la losa de piso del módulo, las paredes portantes y se procede con el acoplamiento de éstas a la losa de piso, por medio de pernos y pegamento (Figura. 81).

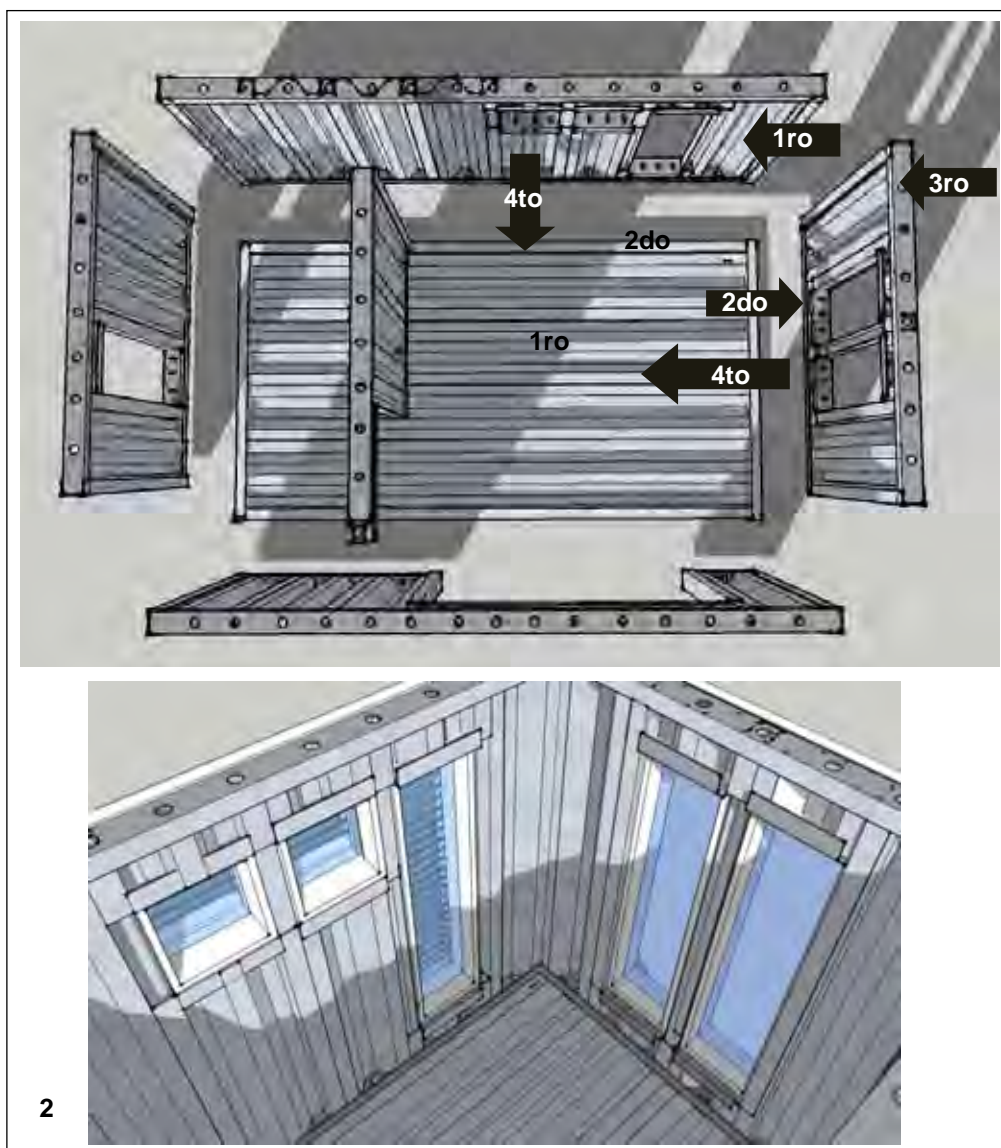


Figura. 81. Ensamblaje del módulo. 1. Secuencia de ensamblaje, 2. Módulo ensamblado. Fuente: Elaboración propia. 2008

Seguidamente, se colocan los marcos de puertas y ventanas.

Se decide reforzar la estructura portante de los módulos con triángulos hechos en pletinas de acero galvanizado calibre 24, atornillados en cada uno de los vértices de las cajas, a fin de imprimir rigidez al sistema constructivo contrarrestando con esto los esfuerzos dinámicos producidos por el manejo y la movilización de los módulos. (Figura. 82)

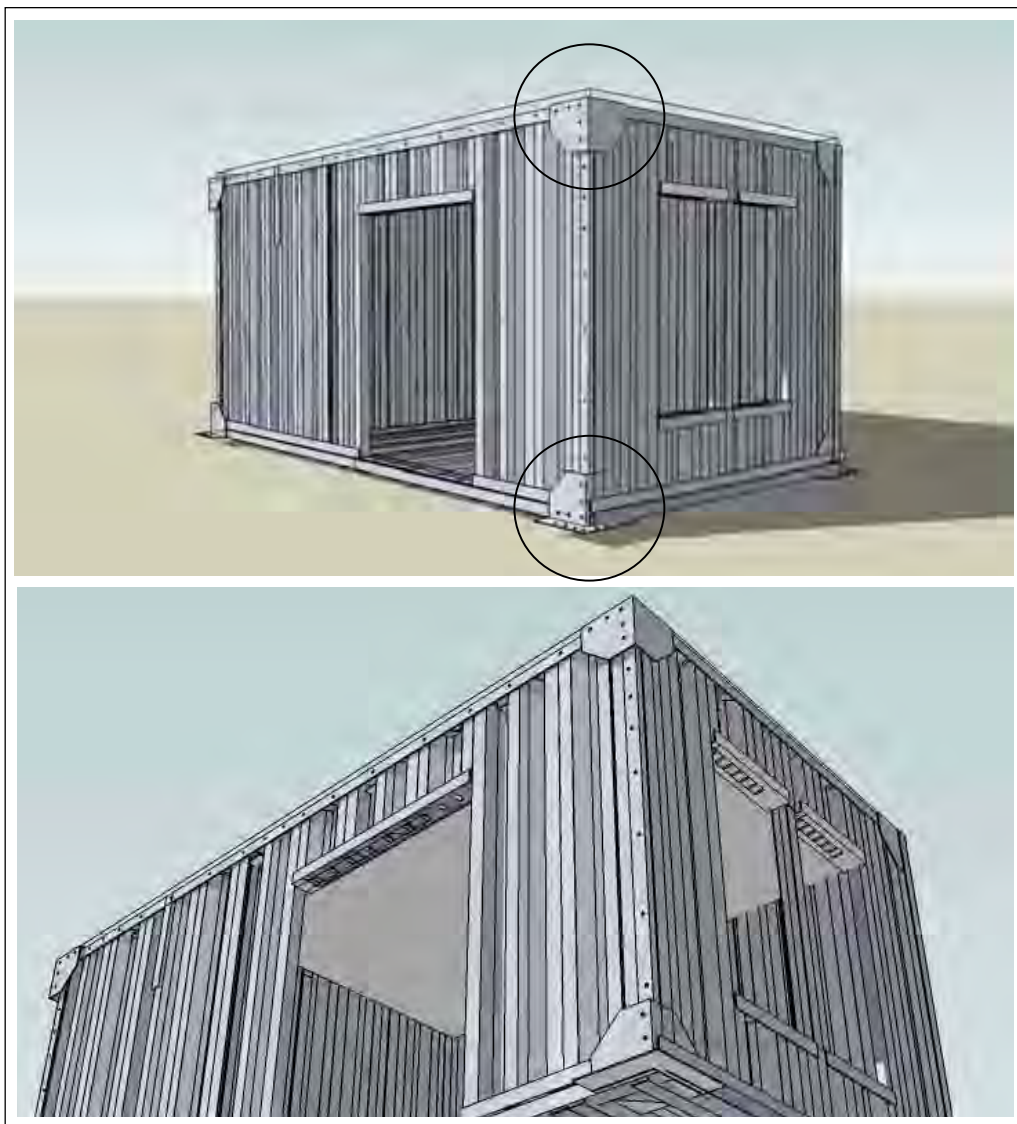


Figura. 82. Vistas de los refuerzos en los vértices. Fuente: Elaboración propia. 2008

Mediante la colocación de estos refuerzos, los módulos podrán ser transportados de manera segura desde la fábrica al sitio de obra. En los casos en que no existe una o dos paredes portantes en el módulo, se debe rigidizar la estructura mediante la implementación de laminas dobladas de acero galvanizado calibre 24, colocados en forma de cruces de San Andrés por encima del módulo acabado, las cuales serán retiradas y regresadas a la fábrica para futuros envíos, una vez colocado el módulo en su sitio definitivo. (Figura. 83)

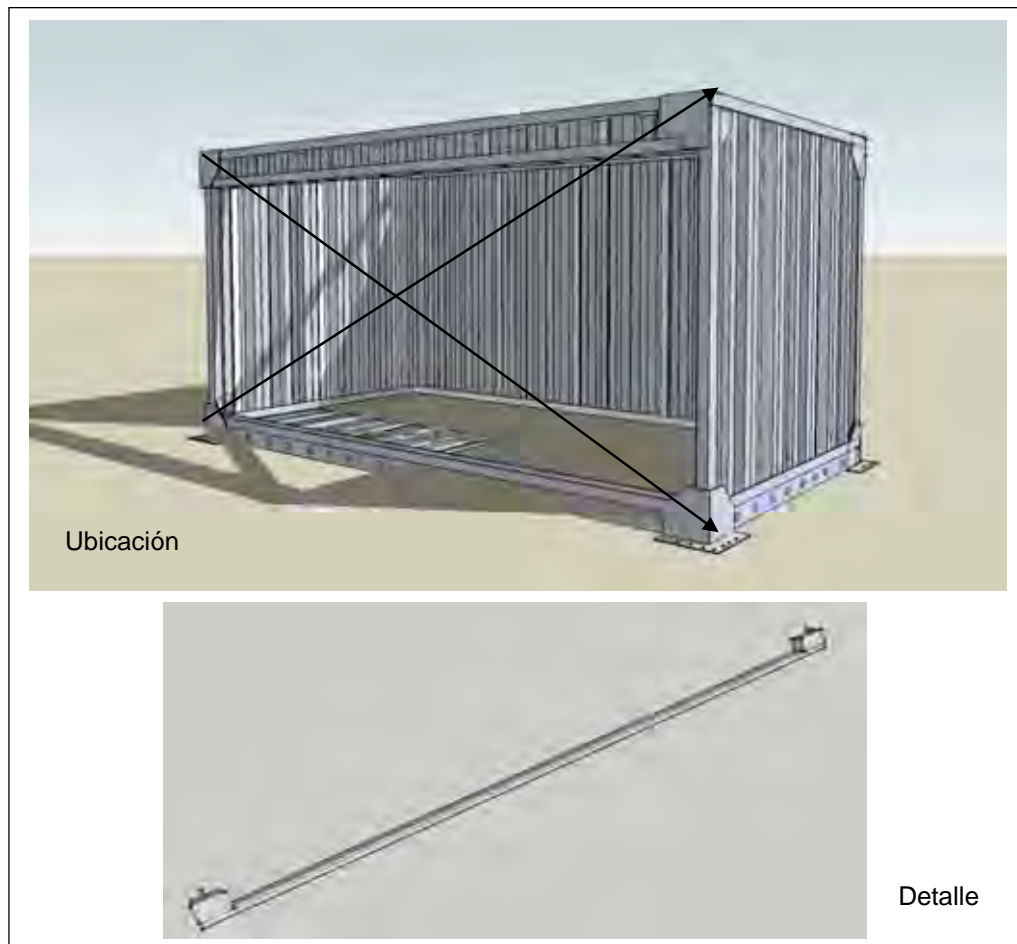


Figura. 83. Refuerzos temporales. Fuente: Elaboración propia. 2008

Toda vez que el techo del módulo, estará desprovisto de cerramiento estructural, se colocará una estructura temporal por encima del plafón acabado, conformada por laminas dobladas de acero galvanizado calibre 24, colocadas en forma de cruces de San Andrés, a fin de aportar mayor rigidez al módulo. (Figura. 84)

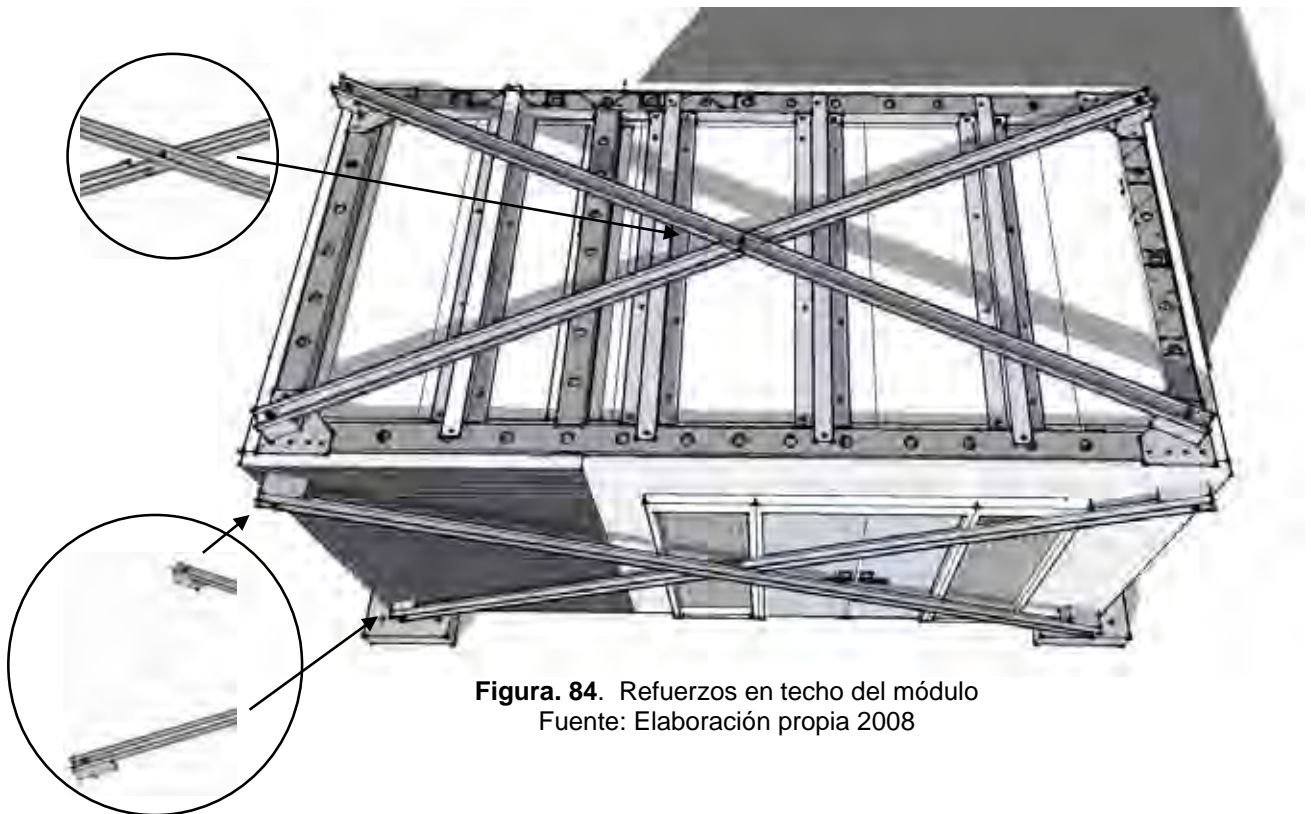


Figura. 84. Refuerzos en techo del módulo
Fuente: Elaboración propia 2008

Estos elementos de rigidización temporal se atornillan uno sobre el otro permitiendo el acoplamiento de ambas láminas para poder fijarse al módulo mediante unas pequeñas bases de dimensiones diferentes según sea la posición de cada uno.

Al igual que los refuerzos colocados en las paredes con aberturas, esta será retirada una vez colocado el módulo en su ubicación definitiva.

Montaje del Plafón

A fin de cubrir la estructura del techo del módulo, se propone la colocación de un plafón en MDF, plástico, policarbonato, etc., atornillado a una estructura de láminas dobladas de acero galvanizado, colocadas por debajo de los elementos de refuerzo. (Figura. 85)

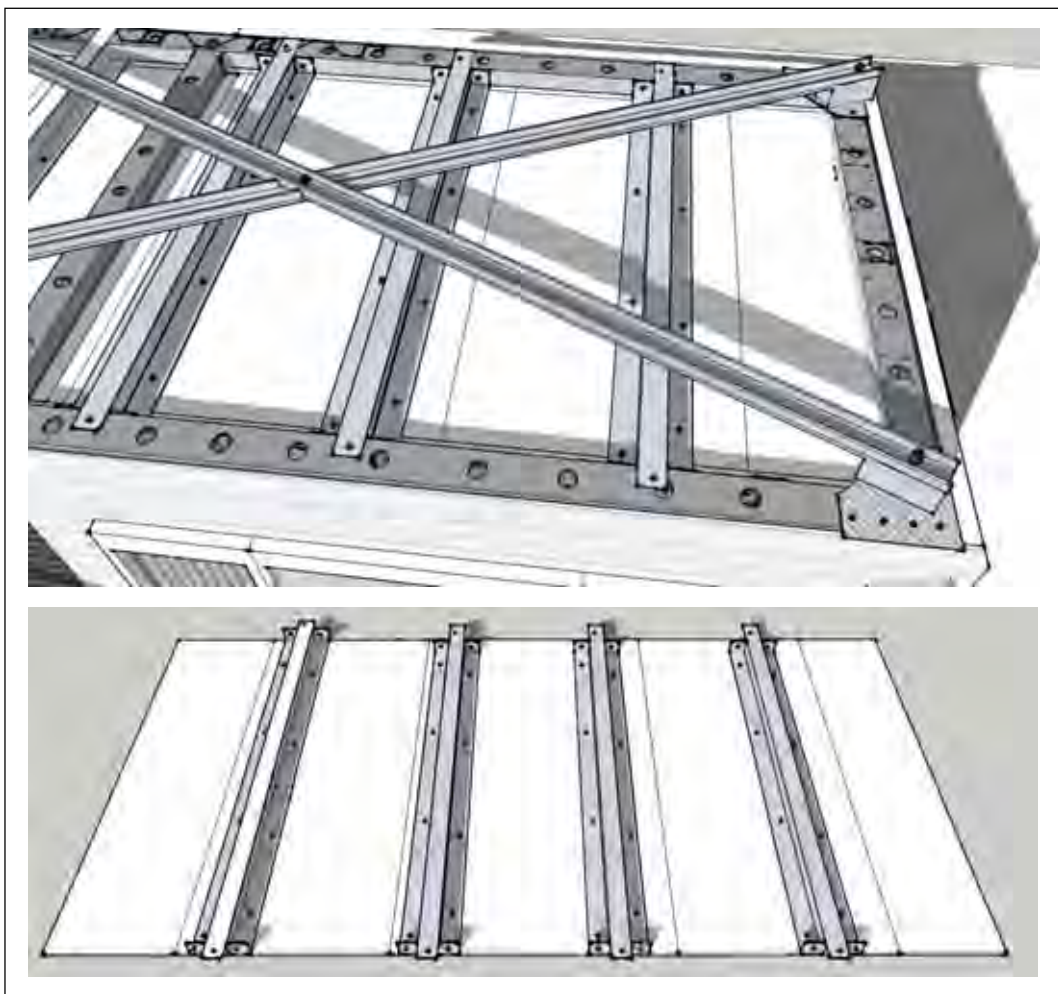


Figura. 85. Colocación del plafón. Fuente: Elaboración propia 2008

4. Montaje de Instalaciones, Acabados y Mobiliario.

Esta actividad requiere de herramientas mecánicas y eléctricas varias y un personal conformado por 2 plomeros, 2 electricistas, y 4 instaladores.

Consiste en la colocación de las tuberías y accesorios para las instalaciones Sanitarias y Eléctricas de la edificación, canalizadas entre los surcos de las láminas, tal y como se realiza con SIPROMAT. (Figura. 86)

Para las instalaciones sanitarias tanto las de aguas blancas como las de aguas oscuras y servidas, se utilizará tuberías de P.V.C. de alta densidad, a fin de garantizar su buen funcionamiento y durabilidad, toda vez que este tipo de tuberías presenta mejor comportamiento ante la agresividad del medio ambiente y son de fácil mantenimiento. Estas instalaciones quedaran colgando por debajo del módulo para facilitar su conexión a las tomas en el sitio de obra.

Para el caso de las instalaciones eléctricas, se plantea la utilización de tubería E.M.T. o P.V.C rígido, según sean las exigencias del proyecto. Igualmente, se canalizarán por los surcos de las láminas del módulo para ser colgadas por debajo del mismo.

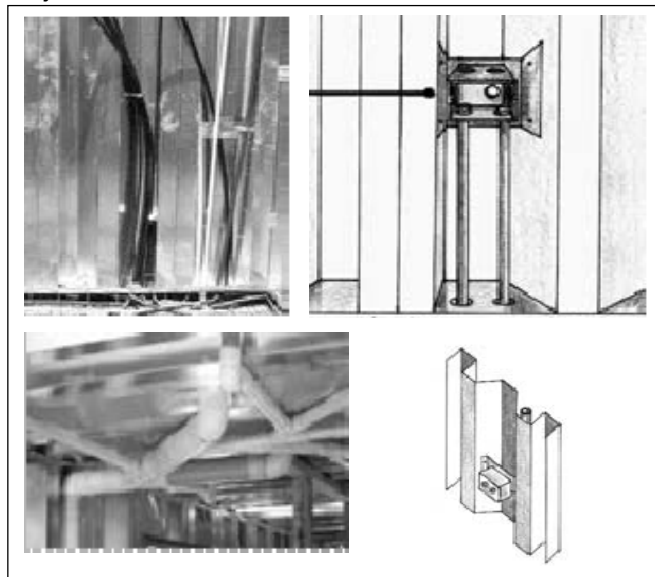


Figura. 86 Colocación de las tuberías de servicio. Fuente: Manual de SIPROMAT. 2005

Montaje de revestimientos, acabados y mobiliario.

Las láminas de acabados a ser montadas sobre las paredes del módulo son ajustadas a estas por medio de platinas fijadas sobre los bordes de las láminas y con la ayuda de tornillos apropiados para cada material. Posteriormente, se cubrirán dichos tornillos con el mismo material del acabado ya colocado. El mobiliario se fijara a las paredes del módulo con ramplugs expandibles. (Figura. 87)

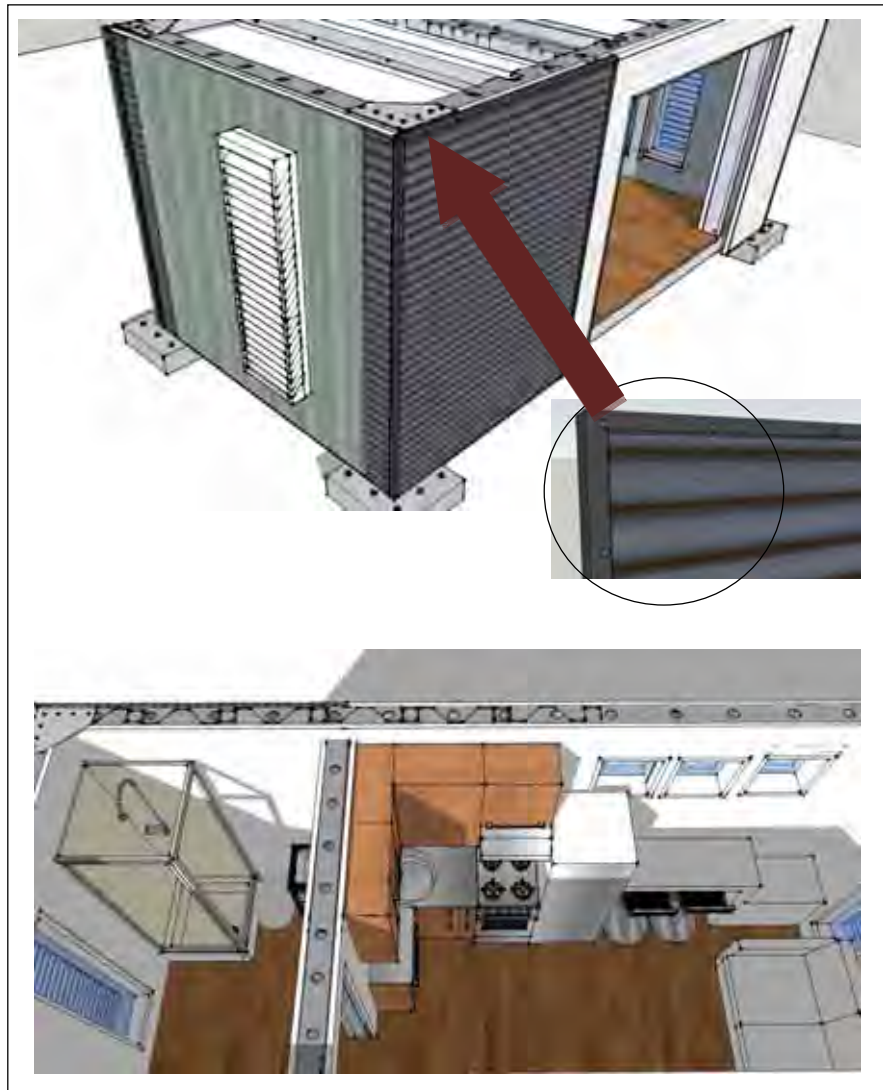


Figura. 87. Colocación del acabado. Fuente: Elaboración propia 2008

5. Acondicionamiento, manipulación y traslado de los Módulos.

Esta actividad requiere de herramientas sencillas y un personal conformado por 2 instaladores. Una vez acondicionados los módulos con cocina y sanitarios, estos son protegidos con una cubierta plástica, asegurada con cintas de embalaje para facilitar su manipulación hasta el sitio de obra. Así serán levantados con montacargas o izados con grúa, por medio de amarres colocados desde la parte inferior del módulo, para ser montados en gandolas y transportados al sitio de obra. (Figura. 88)

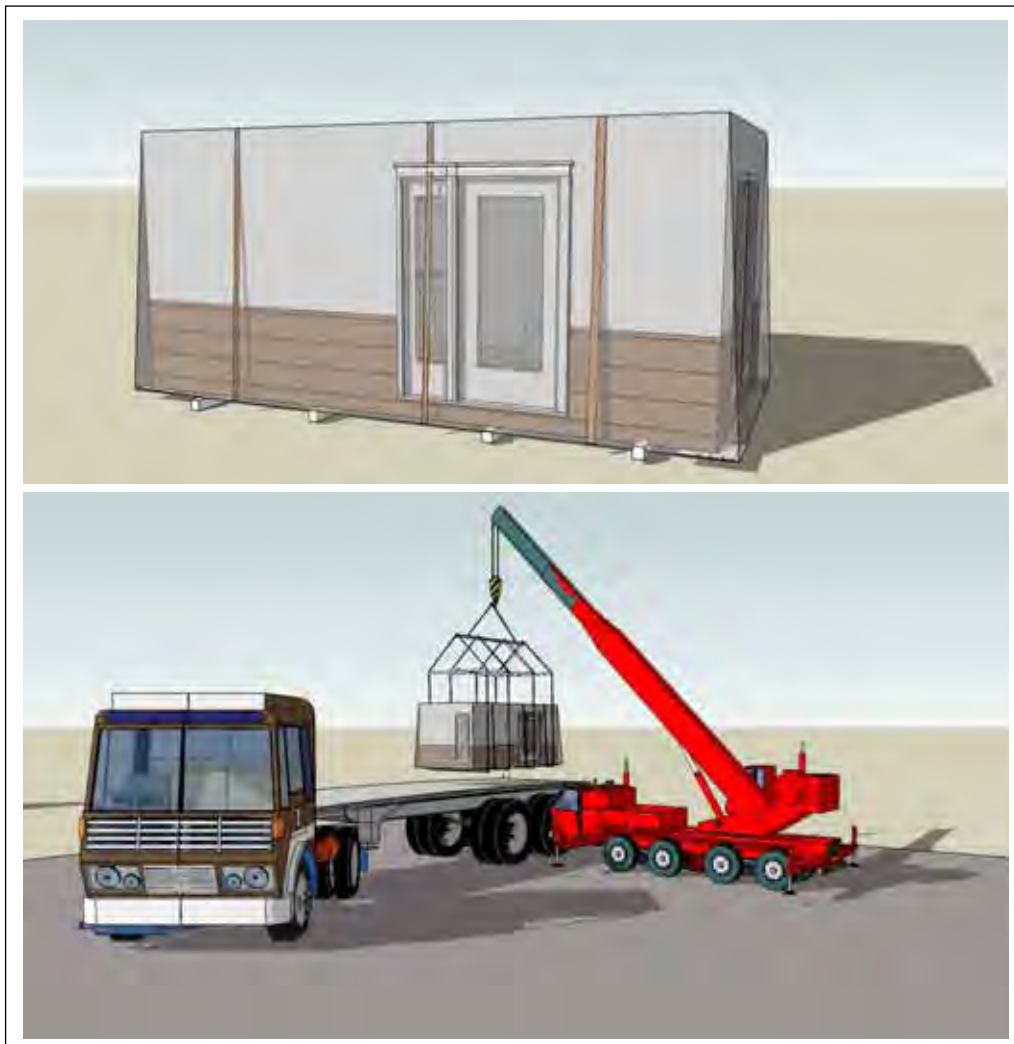


Figura. 88. Embalado e izado del módulo. Fuente: Elaboración propia 2008

2.12.2 Consideraciones sobre la Transportabilidad del Módulo Espacial. Costos del transporte del módulo espacial.

Los módulos espaciales que conforman el SME son construidos en fábrica y una vez listos deberán ser trasladados a la locación final en gandolas, las cuales deben cumplir con las dimensiones apropiadas para el transporte de los mismos, es decir, dimensiones acordes para el transporte de contenedors. En el caso del SME se usaran gandolas con capacidad para contenedors de 20" y 40", tomando en consideración que el Módulo Espacial A, es **41,38 %** más liviano que un contenedor de las mismas dimensiones, lo cual facilita su traslado, ya que el peso de un contenedor de 20" totalmente acabado y equipado es de **3.225,59 Kg**, mientras que el peso del Módulo A totalmente acabado y equipado es de **1.890,67 Kg**. (Figura. 89)

20 PIES STANDARD (DRY CARGO) 20' X 8' X 6'						
Tara: 2210 - 2400 kg / Carga Máxima 21700 - 28240 kg / Capacidad Cubica 33.3m ³						
MEDIDAS	EXTERNA		INTERNA		PUERTA ABIERTA	
	Metros	Pies	Metros	Pies	Metros	Pies
LARGO	6.05	20'	5.90	19'4"		
ANCHO	2.43	8'	2.34	7'8"	2.33	7'8"
ALTO	2.59	8'6"	2.40	7'10"	2.29	7'6"

40 PIES STANDARD (DRY CARGO) 40' X 8' X 6'						
Tara: 3630-3740kg / Carga Máxima 2674 - 226850kg / Capacidad Cubica 67.7m ³						
MEDIDAS	EXTERNA		INTERNA		PUERTA ABIERTA	
	Metros	Pies	Metros	Pies	Metros	Pies
LARGO	12.19	40'	12.03	39'6"		
ANCHO	2.43	8'	2.34	7'8"	2.33	7'8"
ALTO	2.59	8'6"	2.40	7'10"	2.29	7'6"

Figura. 89. Dimensiones del contenedor de 20". Fuente: www.schumachercargo.com 2012

Costos estimado para el Transporte de los Módulos Espaciales.

Según la compañía transportista, Shekina de Venezuela, ubicada en la zona industrial San Vicente de Maracay, el costo por gandola para el transporte de un módulo espacial A es aproximadamente 10,00 Bs/km de recorrido (2,3

\$/km). Es decir que el costo para trasladar una gandola entre Caracas y Barquisimeto (360 Km) es de Bs. 3.600,00 (Shekina, 2012)

Para los efectos de traslado del SME, los módulos espaciales y los techos de los mismos, podrán ser transportados en gandas o camiones de acuerdo a las siguientes especificaciones:

1. Transporte en gandola simple con dimensiones: (Figura. 90)

- Largo Completo: 12.5 m
- Ancho: 2.60 m
- Alto: 4.15 m
- Largo del Remolque: 10.5 m

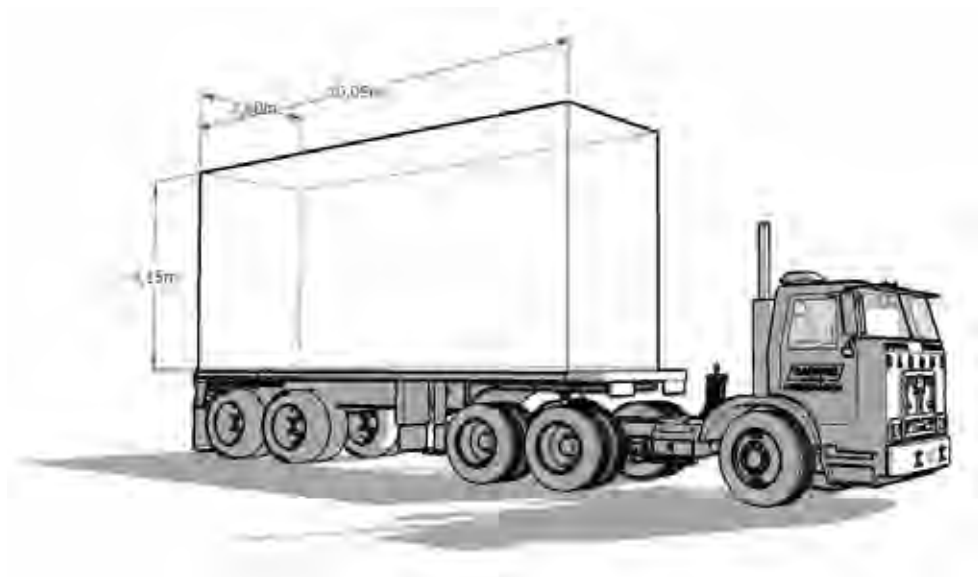


Figura. 90. Capacidad de la gandola. Fuente: Elaboración propia 2012

En este tipo de gandola podrán ser trasladados los módulos espaciales de la siguiente forma:

*Combinación de 1 Módulo A + 1 Módulo B (Figura. 91)

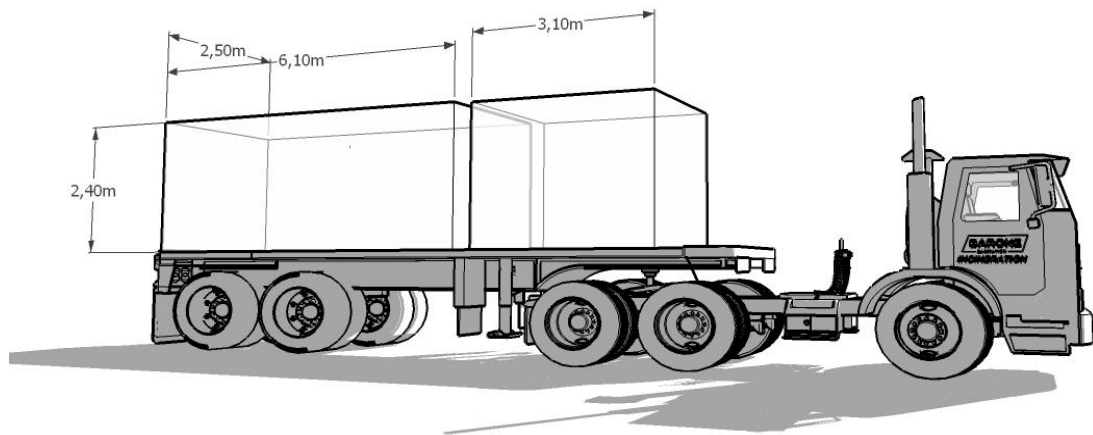


Figura. 91. Transporte de los módulos espaciales.
Fuente: Elaboración propia 2012

* Combinación de 3 Módulos B (Figura. 92)

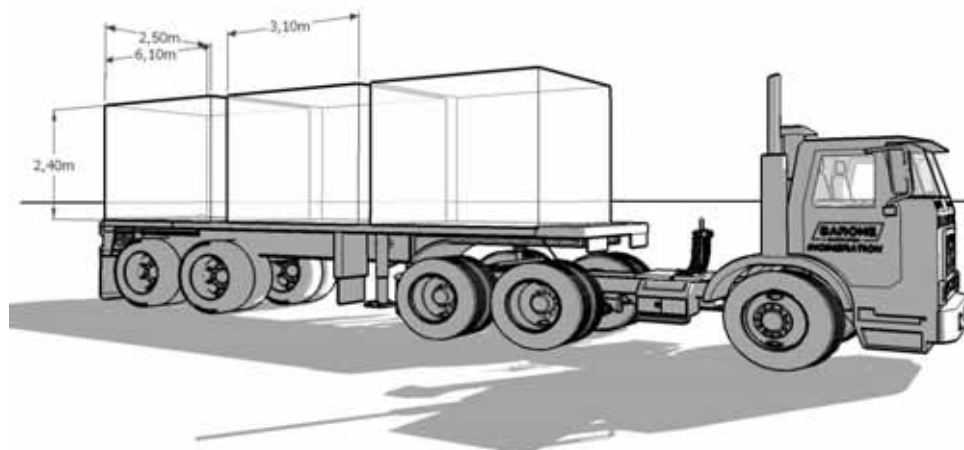


Figura. 92. Transporte de los módulos espaciales.
Fuente: Elaboración propia 2012

2. Transporte en gandola Semi trailer con dimensiones: (Figura. 93)

- Largo Completo: 23 m
- Ancho: 2.60 m
- Alto: 4.15 m
- Largo del Remolque: 20 m

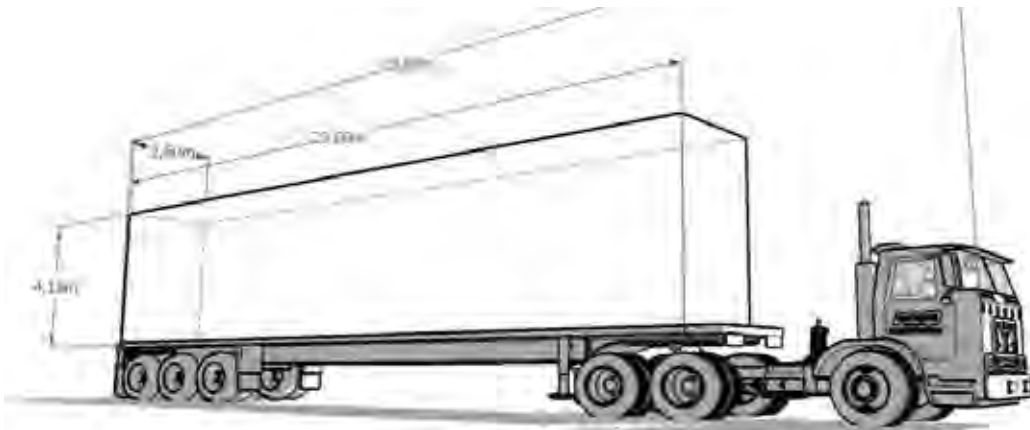


Figura. 93. Capacidad de la gandola. Fuente: Elaboración propia 2012

En este tipo de gandola podrán ser trasladados los módulos espaciales de la siguiente forma:

*Combinación de 3 Módulos A (Figura. 94)

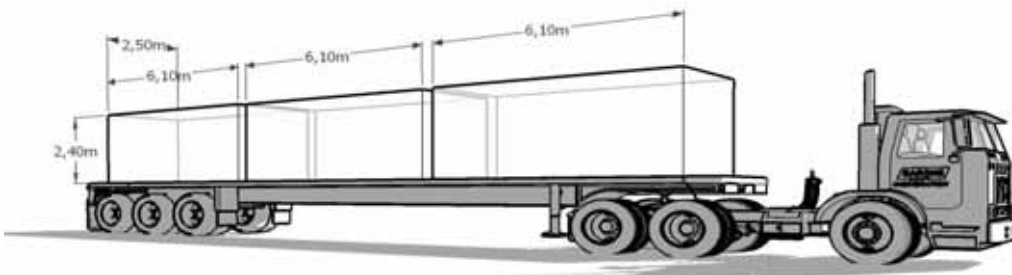


Figura. 94. Transporte de los módulos espaciales. Fuente: Elaboración propia 2012

*Combinación de 5 Módulos B (Figura. 95)

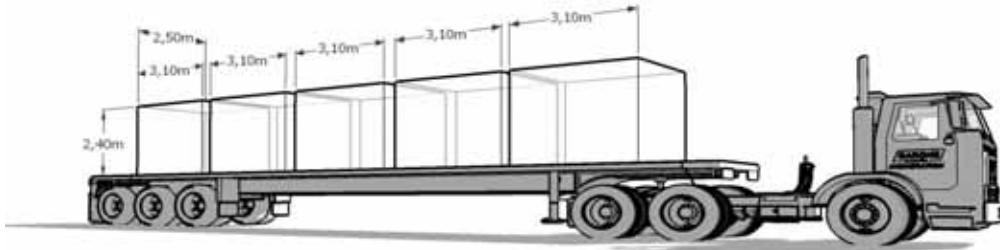


Figura. 95 Transporte de los módulos espaciales.
Fuente: Elaboración propia 2012

De igual manera se podrán obtener combinaciones de 1 Módulos A + 3 Módulos B o 2 Módulos A +1 Módulo B.

3. Camión 750, con dimensiones: (Figura. 96)

- Largo Completo: 9 m
- Ancho: 2.50 m
- Alto: 4.15 m
- Largo de la Plataforma: 6,50 m

En este tipo de camión se podrán trasladar los módulos espaciales de la siguiente forma:

*Combinación de 2 Módulos B

* 1 Módulo A.

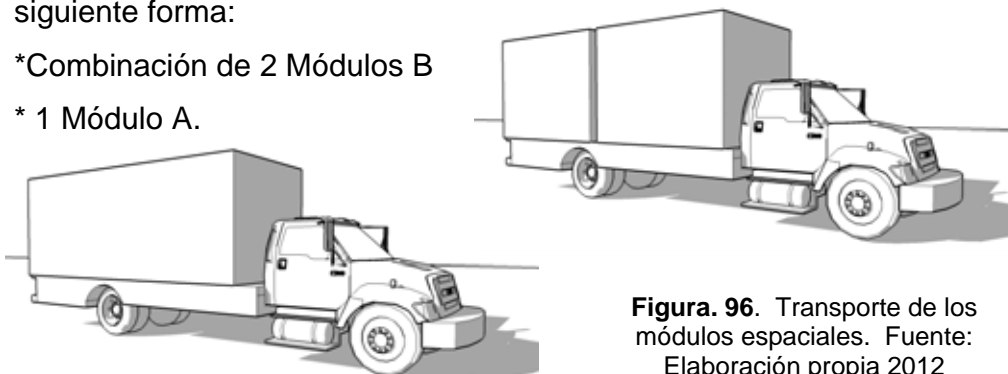


Figura. 96. Transporte de los módulos espaciales. Fuente: Elaboración propia 2012

2.12.3 Actividades a ser realizadas en Obra:

Existen 2 actividades principales para el montaje final de los módulos en obra, a saber:

1. Acondicionamiento del terreno.

A fin de poder realizar la apropiada instalación de los módulos en obra, se debe acondicionar el terreno. Los trabajos de acondicionamiento del terreno consistirán en primer lugar en la limpieza del terreno removiendo la capa vegetal. La construcción de la infraestructura estará dictaminado por el Estudio de Suelos realizado al sitio, sin embargo para la instalación de los módulos en un terreno plano y estable solo basta con la construcción de vigas de riostra que coincidan con el perímetro del módulo, para lo cual se procede como en las construcciones convencionales con una debida nivelación y compactación de la sub-base. Asimismo, se prevé la colocación de los puntos de conexión para los servicios de agua, electricidad, gas y cloacas, los cuales se ubicarán según las previsiones del diseño en los módulos. (Figura. 97)

Esta actividad requiere de herramientas varias, maquinaria sencilla y un personal conformado por 6 obreros de la construcción. Su ejecución comienza desde el momento en que se define el diseño de la edificación, desarrollándose a la par de la construcción de los módulos espaciales.

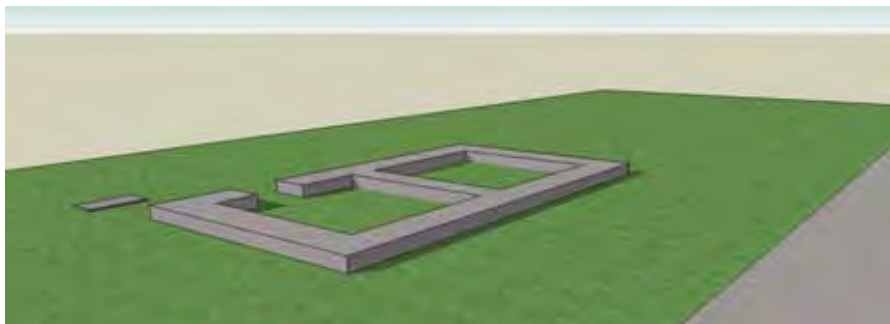


Figura. 97. Acondicionamiento del terreno. Fuente: Elaboración propia 2008

2. Montaje de los módulos en el sitio definitivo.

Ya acondicionado el terreno, con la ayuda de una grúa o un montacargas, los módulos espaciales son ubicados definitivamente en sitio, sobre las vigas de apoyo, según planos. (Figura. 98)

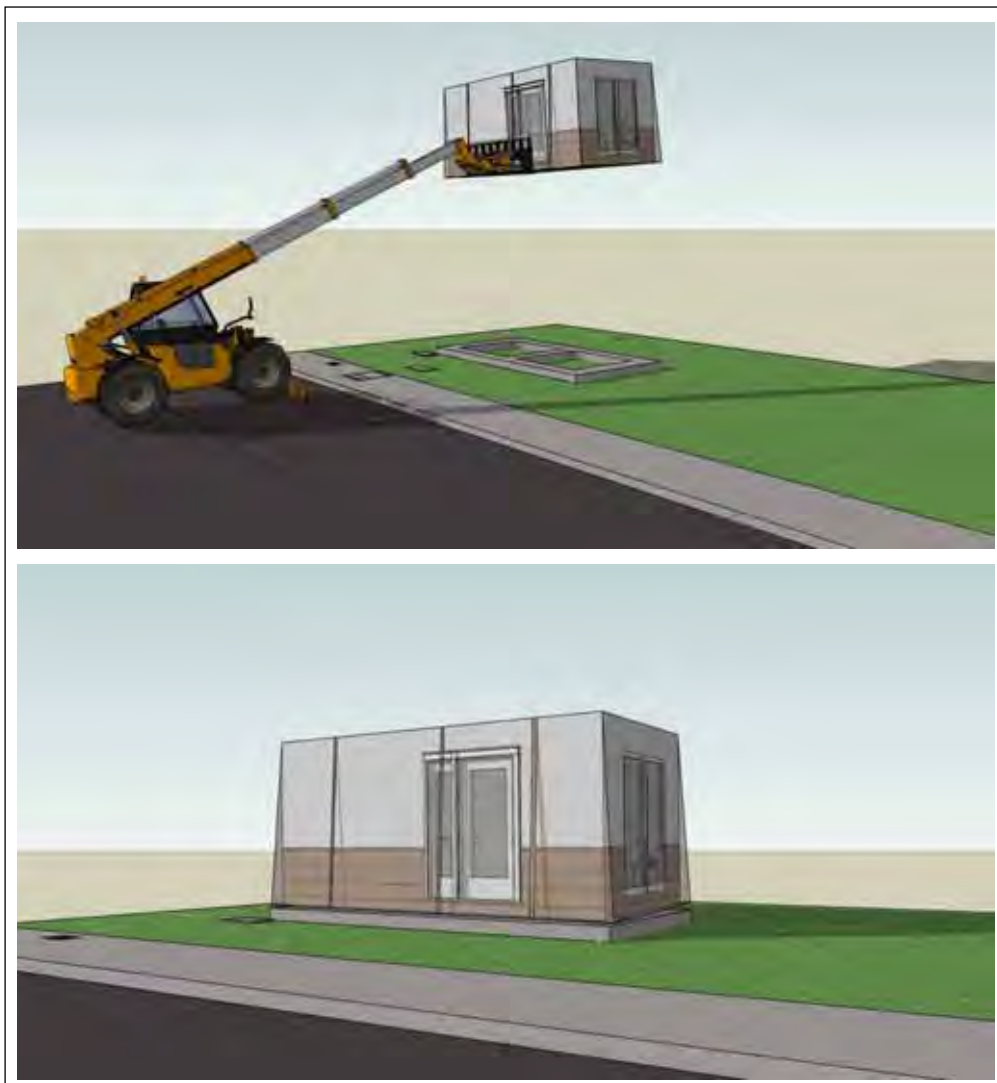


Figura. 98 Colocación del módulo en sitio. Fuente: Elaboración propia

2008

Fijación de los módulos en sitio. Una vez colocados en el sitio definitivo, los módulos se fijan a la viga de riostra, por medio de ramplugs de tipo estructural de alta adherencia al concreto (HIL-Ti o similar), disparados contra los elementos de fijación previstos en el módulo ubicados en las esquinas de los mismos. (Figura. 99)



Figura. 99. Fijación del módulo en sitio. Fuente: Elaboración propia. 2008 /
Ramplug HIL-TI. Fuente: <http://comunicacionempresarial.net> 2008

Acoplamiento entre módulos (horizontal y vertical). Una vez anclados los módulos a piso, se procede al acoplamiento entre módulos. Para facilitar dicho trabajo en el sitio de obra, se prevé dejar por la parte interior del módulo una franja de 15 cm descubriendo la estructura del mismo. Este espacio será recubierto con una lámina de acabado de iguales dimensiones al culminar los trabajos de acoplamiento entre módulos.

El Acoplamiento se realiza con la implementación de perfiles U dobles, los cuales se atornillaran a las láminas de las paredes de ambos módulos (Figura. 100)

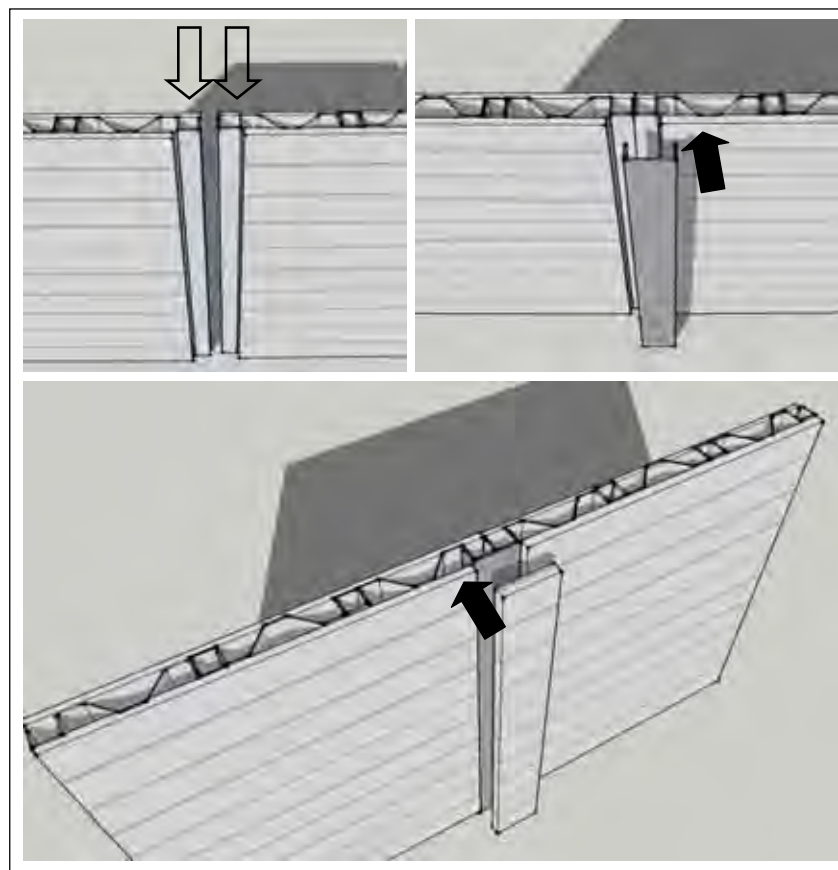


Figura. 100. Espacio libre para acoplamiento entre módulos.
Fuente: Elaboración propia 2008

La colocación de elementos finales se realiza de la siguiente forma:

El techo y otros elementos exteriores llegan a la obra por separado.

El techo es transportado como un elemento independiente, a ser acoplado en obra. El techo se colocará sobre el módulo con la ayuda de una grúa o montacargas y se fijará a éste, atornillándolo a la estructura. En caso de apilamiento entre módulos, el módulo superior estará provisto de elementos de fijación interna iguales al de los techos y se prevé un apilamiento hasta dos módulos. (Figura. 101)



Figura. 101 Colocación del techo u otro módulo en sitio.

Fuente: Elaboración propia 2008

Los elementos de estructura externos como aleros y pérgolas se realizarán en fábrica y se montarán en obra y para su construcción se utilizarán materiales compatibles con los del módulo. (Figura. 102)



Figura. 102. Elementos de techo y aleros. Fuente: Elaboración propia 2008

Estos elementos estructurales podrán conformar espacios de interrelación con otros módulos, creando uniones virtuales entre los mismos y por ende, conformando la edificación como un todo. (Figura. 103)



Figura. 103. Conformación de espacios externos. Fuente: Elaboración propia 2008

Finalmente, con relación a las Instalaciones y servicios de la edificación, una vez terminados los trabajos de ensamblaje y acoplado entre módulos, se procederá a conectar los servicios de la vivienda a las tomas previamente construidas en el sitio de obra. (Figura. 104)

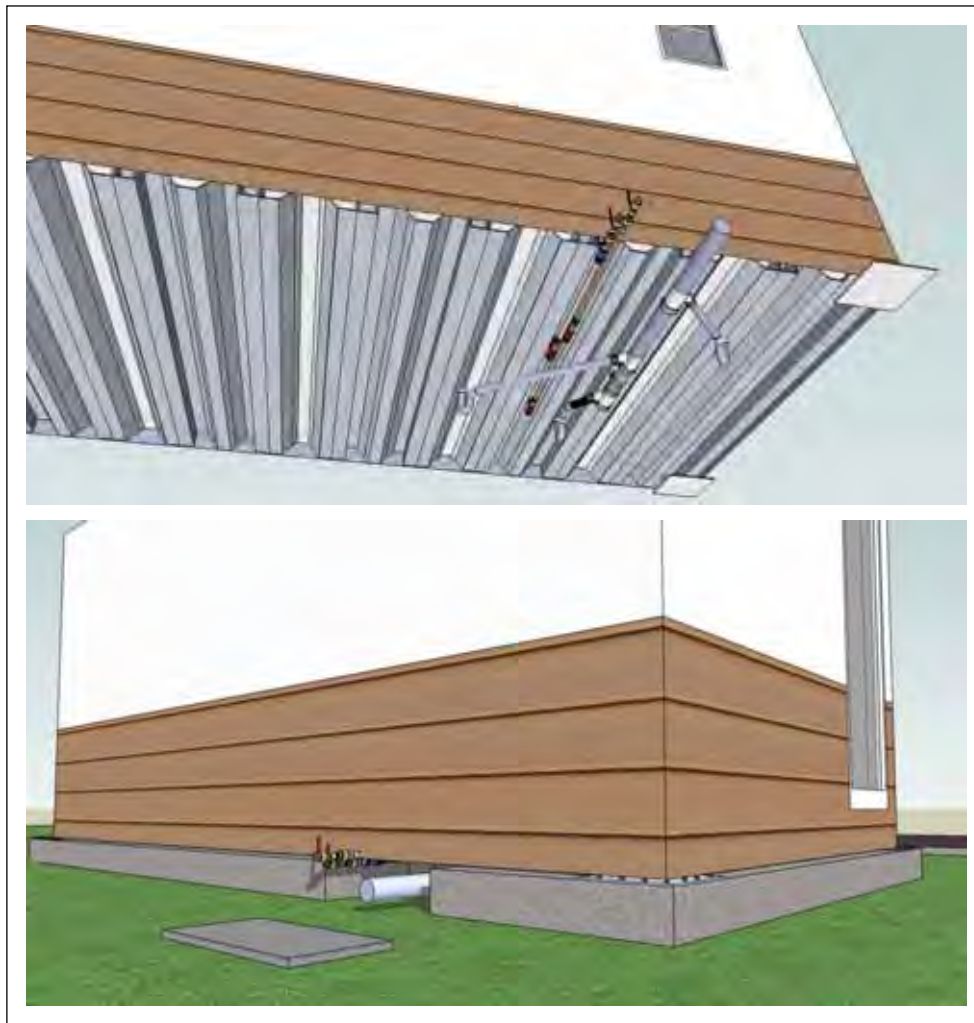


Figura. 104 Conexión de las tomas para instalaciones sanitarias, eléctricas y de gas. Fuente: elaboración propia. 2008

Para lo cual solo bastará conectar las tuberías dispuestas en el módulo, con las tomas existentes en el terreno previamente acondicionado. (Figura. 105)

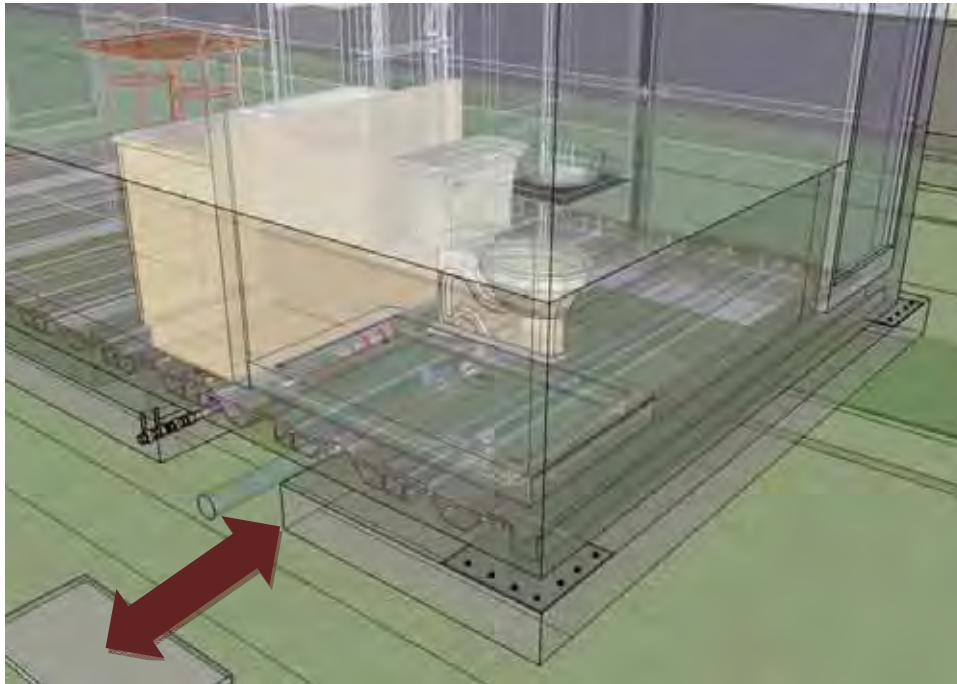


Figura. 105 Vista de las tomas para instalaciones sanitarias, eléctricas y de gas.

Fuente: elaboración propia. 2008

Para los casos de módulos apilables y servicios ubicados en la segunda planta, las tuberías se pasarán entre las canales de las láminas de SIPROMAT.

Esta actividad requiere de herramientas mecánicas y eléctricas varias, de un montacargas o una grúa y de un personal conformado por 4 instaladores, 1 plomero y 1 electricista.

2.12.4 Consideraciones sobre el Apilamiento entre Módulos

Además de una premisa de tipo económico, la estructura que conforma los módulos espaciales permite un crecimiento vertical hasta dos módulos sin la necesidad de refuerzos estructurales adicionales, duplicando, al mismo tiempo el área útil de la edificación sobre la misma superficie del terreno.

El apilamiento es realizado por medio de elementos de fijación colocados en los extremos inferiores del módulo superior. (Figura. 106)

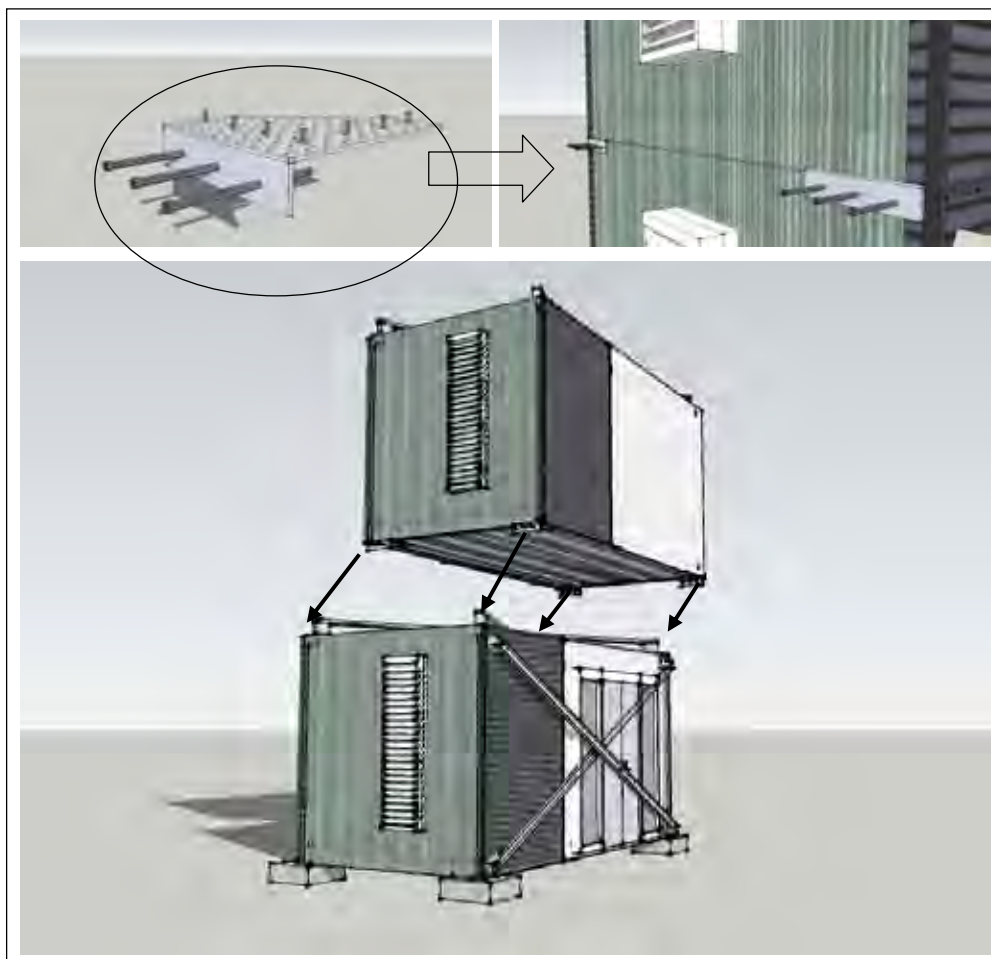


Figura. 106. Apilamiento del Módulo. Fuente: Internet 2008.

2.13 Consideraciones para el Mantenimiento, Reparación y Deconstrucción del Módulo Espacial.

2.13.1 Mantenimiento.

El mantenimiento del módulo espacial se hace de manera sencilla y rápida, debido a la tipología de materiales utilizados en su construcción. A continuación se presentan las consideraciones para cada caso:

Con relación a la Estructura. La estructura en láminas SIPROMAT o “Alma de Acero” del Módulo Espacial, está contenida dentro de los muros o paredes del módulo, por ello no requiere de mantenimiento adicional ya que va protegido desde la fábrica. Sin embargo, para el caso de las bases u otros elementos estructurales que están a la vista, se deben observar las siguientes recomendaciones, a saber:

Por parte del Profesional:

En fábrica:

- Protección de toda la estructura en acero con antioxidantes durante el ensamblaje de los módulos.

Por parte del Usuario:

Cada año:

- Inspección visual de humedades que puedan deteriorar la estructura metálica.

Cada 3 años:

- Inspección visual del estado de conservación de la estructura, a fin de detectar cualquier tipo de lesión, para lo cual se deberá reparar protegiéndose con antioxidantes.

Para el caso de la colocación de cuadros o adornos en paredes, el módulo provee refuerzos de chapa metálica ubicados en las nervaduras del plano

portante de las láminas de SIPROMAT. Esto está previsto, de igual forma, para el empotramiento de mobiliario en paredes en cocina y habitaciones.

Con relación a los Acabados. Los materiales de acabados utilizados en la construcción de los Módulos Espaciales que conforman el Sistema Habitacional requieren de ningún o muy poco mantenimiento. (Figura. 107)



Figura. 107. Mantenimiento del Módulo. Fuente: Propia. 2012

A continuación, algunas recomendaciones para el mantenimiento de los mismos:

- Para las superficies de Acero en fachadas y elementos internos, es recomendable limpiar la cubierta cada seis meses.
- Para el Almaxco, solo se necesita ser limpiado una vez cada varios años, lo que reduce drásticamente los costos de mantenimiento.
- Para los Policarbonatos, su mantenimiento es mínimo, ya que en condiciones normales la lluvia es suficiente para mantenerlo limpio, de lo contrario con agua y jabón (que no contengan sustancias abrasivas).

- Para Centrolam, si no se le hacen perforaciones, el techo no requiere mantenimiento y tiene una larga vida útil.
- Para los pisos en Madera flotante protegidos, solo basta limpiarlos con un paño húmedo ya que están tratados con barnices muy duraderos.
- Para pisos de vinilo se requiere poco mantenimiento, solo agua jabonada.
- Para pisos de linóleo, debido a que son muy resistentes a las hendiduras y los arañazos, se mantienen bien con un uso continuo.

2.13.2 Reparación.

Las reparaciones que deban realizarse al módulo espacial son fáciles y rápidas, debido a la simplificación en los procesos de construcción y deconstrucción del mismo.

A continuación se presentan las consideraciones para cada caso:

Con relación a la Estructura. Una de las grandes ventajas del Módulo Espacial radica en los materiales seleccionados para su construcción. Con el “Alma de Acero” como estructura, las posibilidades de reemplazo de una de las láminas a causa de daños por corrosión, rotura o falla son casi nulas. Una vez construido el módulo, las láminas de SIPROMAT quedan embutidas dentro de los muros o paredes, resguardadas de la agresión por parte de elementos externos. Para los elementos estructurales expuestos, solo basta con un mantenimiento regular a base de antioxidantes.

Con relación a las Instalaciones. Todas las instalaciones (eléctricas, sanitarias, tv, intercom, video y teléfono) están alojadas en las canales abiertas de 11 cms de las láminas de SIPROMAT, por donde pueden pasar tuberías desde ½” a 4”. En caso de que sea necesario cambiar una tubería, se procederá de la siguiente manera:

1. Se debe retirar la lámina de acabado correspondiente a la zona por donde pasa la tubería dañada. Para ello, basta con desmontar los perfiles atornillados a las láminas de SIPROMAT.
2. Se retira la tubería dañada y se reemplaza por una nueva.
3. Se coloca la lámina de acabado atornillándola con los perfiles de montaje a la lámina de SIPROMAT.

Si el daño se localiza en las instalaciones que cuelgan por debajo del módulo, estas se reparan fácilmente dado el espacio que existe para su manipulación.

Con relación a los Acabados. Los materiales de acabados utilizados en los Módulos Espaciales que conforman el sistema habitacional son duraderos y resistentes, sin embargo, a continuación se presentan algunas recomendaciones para cada caso:

En el caso de ruptura, falla o deterioro en paredes interiores o exteriores, bastaría con desmontar los elementos de fijación para sustituir las láminas dañadas por unas nuevas. (Figura.108)



Figura. 108. Reparación del Módulo. Fuente: Propia. 2012

Para daños ocasionados en piso, se debe retirar el material colocado sobre la base de piso para volver a colocar el nuevo acabado.

Para daños ocasionados al plafón, basta con desmontarlo desde el interior desatornillándolo y reemplazándolo por otro.

2.13.3 Deconstrucción.

El Módulo Espacial que conforma la edificación puede ser deconstruido en su totalidad y sus partes pueden ser reutilizadas, almacenadas o recicladas. (Figura. 109)

Todos los acabados se desmontan con herramientas tipo destornilladores a excepción de los pisos donde el acabado de piso esta encolado a la base de MDF que va atornillada a las láminas de SIPROMAT.

Esta es otra característica del sistema habitacional que contribuye a su carácter sustentable..

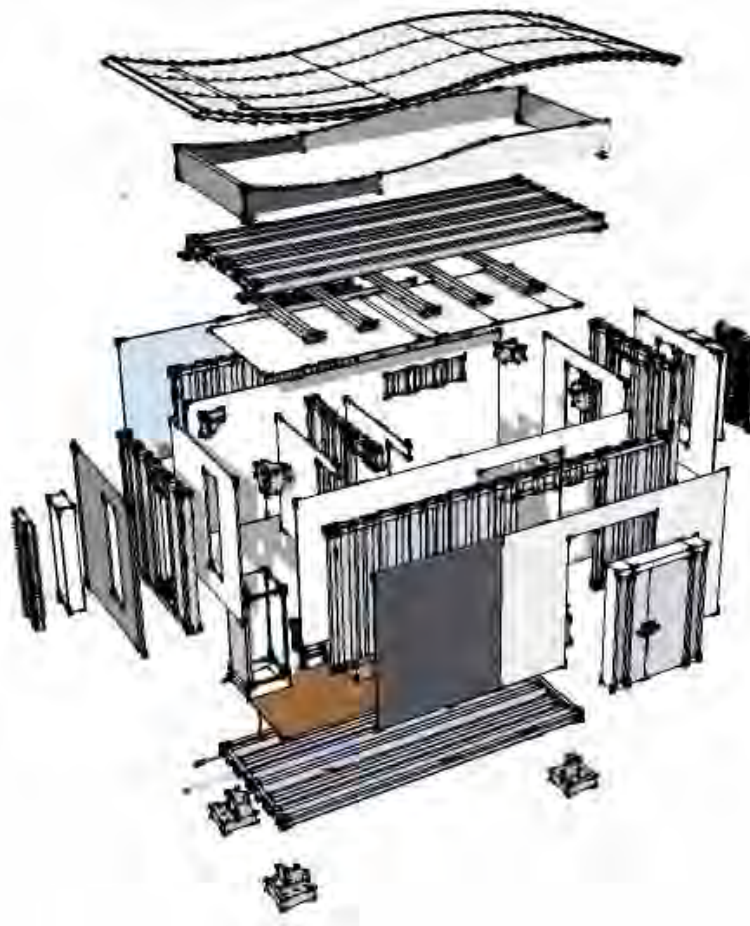


Figura. 109. Deconstrucción del Módulo. Fuente: Propia. 2012

A continuación se presentan los detalles en la secuencia de deconstrucción del Módulo Espacial, a saber:

Con relación a los Acabados

Para deconstruir el Módulo Espacial se debe comenzar por retirar el mobiliario y repisas adosados a las paredes del módulo.

Seguidamente se retiran todos los elementos de cerramientos como puertas y ventanas, protecciones solares y aleros para luego continuar con el acabado en piso, plafón y el techo.

Por último, se retiran los acabados exteriores e interiores, los cuales están fijados por medio de perfiles atornillados a las láminas de SIPROMAT. (Figura. 110)



Figura. 110. Secuencia de deconstrucción.

Fuente: Propia. 2012

El techo al ser un elemento aparte, se desarma de igual manera, retirando primero los accesorios tipo celdas solares, para poder luego remover las láminas de acabado y desatornillar las láminas y los perfiles estructurales de SIPROMAT. (Figura. 111)



Figura. 111. Deconstrucción del techo.

Fuente: Propia. 2012

Con relación a las Instalaciones

Una vez removidos el mobiliario, los acabados y los elementos de protección, se puede comenzar a desmontar las tuberías alojadas dentro de los surcos de las láminas.

Así mismo, se remueven también las tuberías colgantes ubicadas por debajo del módulo, las cuales están conectadas a los servicios públicos. (Figura. 112)

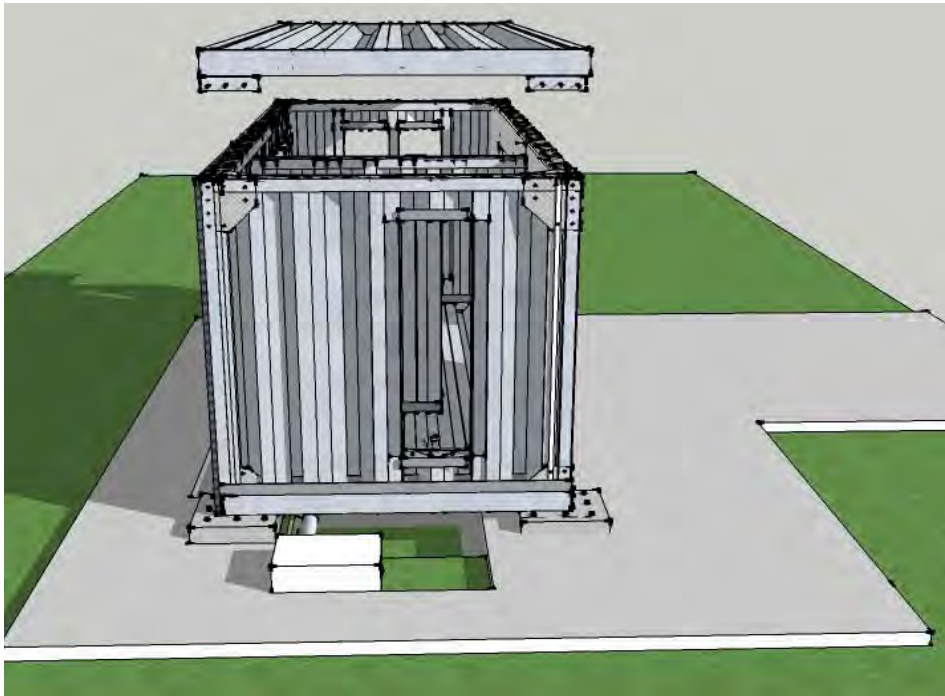


Figura. 112 Deconstrucción del Módulo. Fuente: Elaboración propia. 2012

Con relación a la Estructura

Los marcos metálicos de puertas y ventanas, construidos en perfiles de acero, se de-construyen fácilmente; solo es necesario desatornillarlos para posteriormente reutilizarlos o almacenarlos (Figura.113)



Figura. 113 Marcos metálicos. Fuente: <http://www.bricopage.com>. 2012

Las láminas de SIPROMAT que conforman la estructura de los Módulos Espaciales están unidas por tornillos. Por lo tanto solo se requiere de la utilización de un destornillador para deconstruirlos. (Figura. 114)



Figura. 114 Desmontaje. Fuente: Fotos Propias. 2010

Una vez desarmadas las láminas, se podrán almacenar colocándolas apiladas hasta un máximo de trece (13) componentes. Estos bultos se apoyarán en listones de madera para su apropiado resguardo ante la humedad del suelo. (Figura. 115)



Figura. 115. Almacenaje. Fuente: Fotos propias 2010

Asimismo, los demás elementos colaborantes del estructura, se desatornillan y se preparan para su reutilización o almacenamiento.

2.13.4 Consideraciones sobre la Deconstrucción del Módulo Espacial.

El módulo espacial del SME puede ser completamente deconstruido con la recuperación de casi la totalidad de los materiales que lo conforma.

Esto es posible debido a la tecnología y el tipo de materiales utilizados en el sistema habitacional, lo cual permite que aproximadamente el 98 % de estos puedan ser almacenados o reutilizados para la construcción posterior de otra edificación. (Figura. 116)

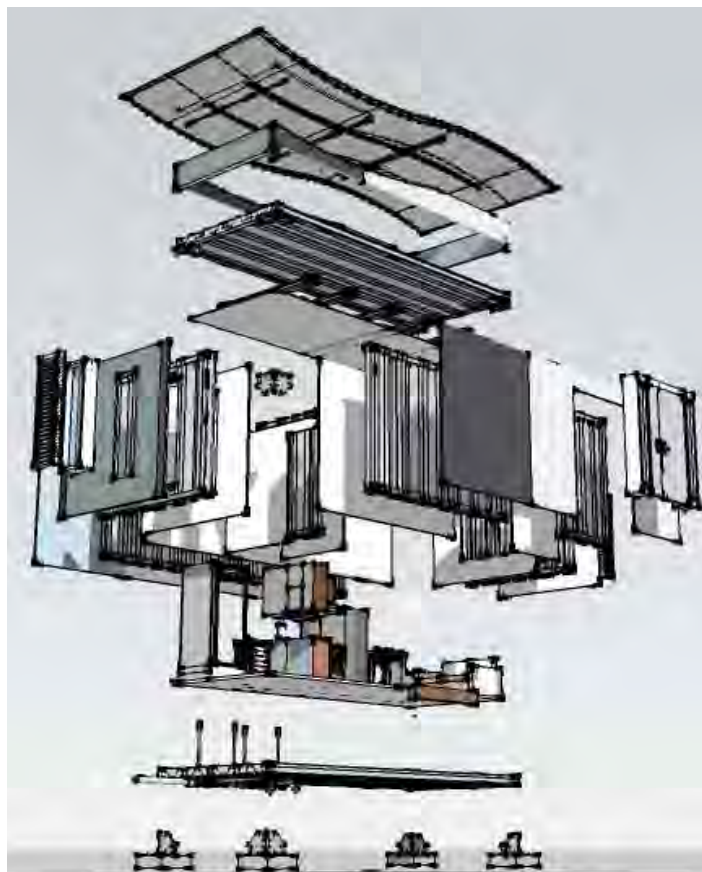


Figura. 116. Módulo A deconstruido. Fuente: Elaboración propia 2010.

El material susceptible a ser reemplazado está conformado por tronillos, tuercas, tuberías y cables expuestos al desgaste por uso y manipulación en el tiempo.

En el caso particular de los revestimientos, estos serían reemplazados debido al desgaste o envejecimiento de los mismos.

Es importante acotar que el módulo espacial puede ser trasladado armado y totalmente equipado de un sitio a otro con el 100% de sus funciones intactas las veces que sea necesario, siempre que se cumpla con los requerimientos indicados para la manipulación del mismo.

2.14 Catalogo de Componentes del Módulo Espacial Originario.

A continuación se presenta el Catalogo de Componentes de los elementos que conforman el Módulo. (Figura. 117)



Sistema del Módulo Espacial

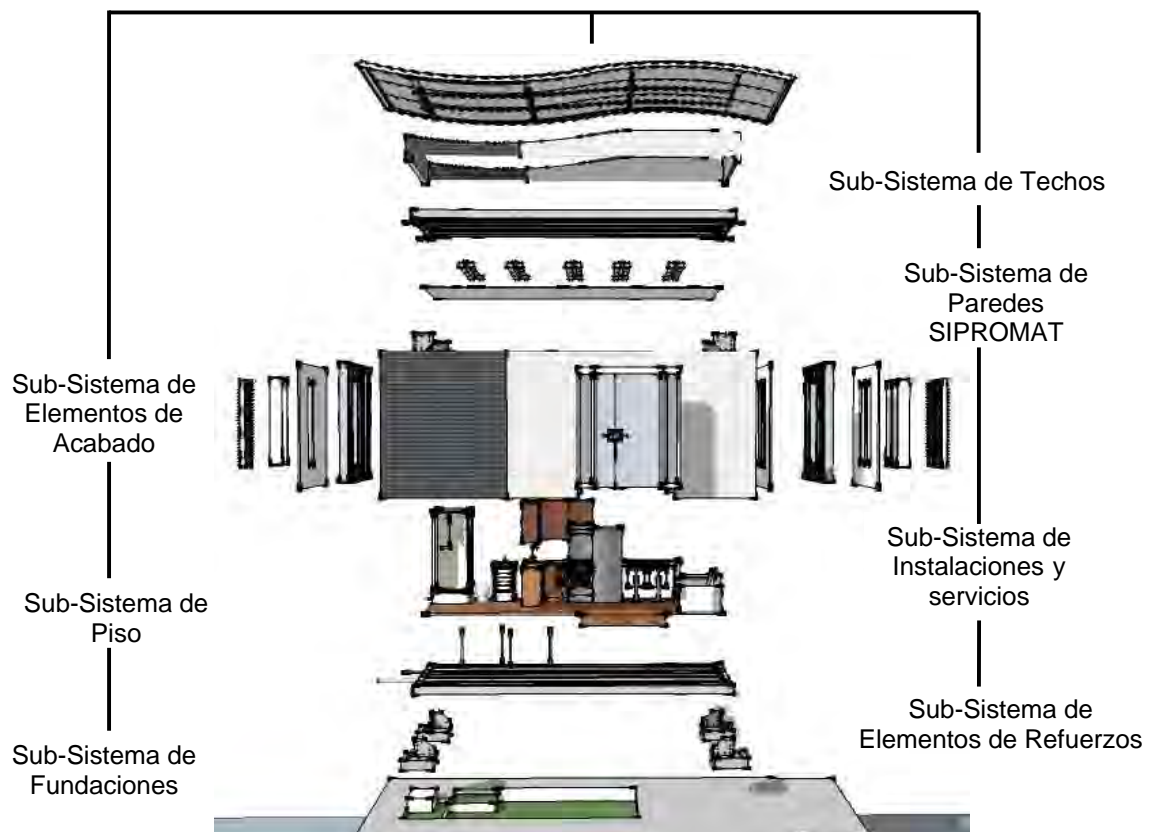
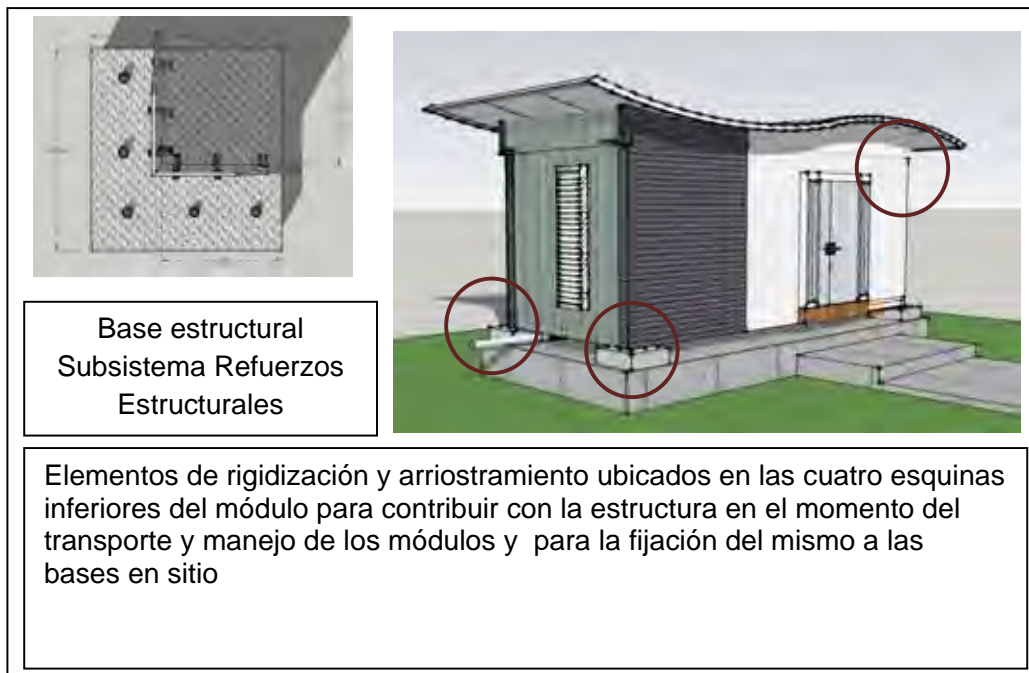
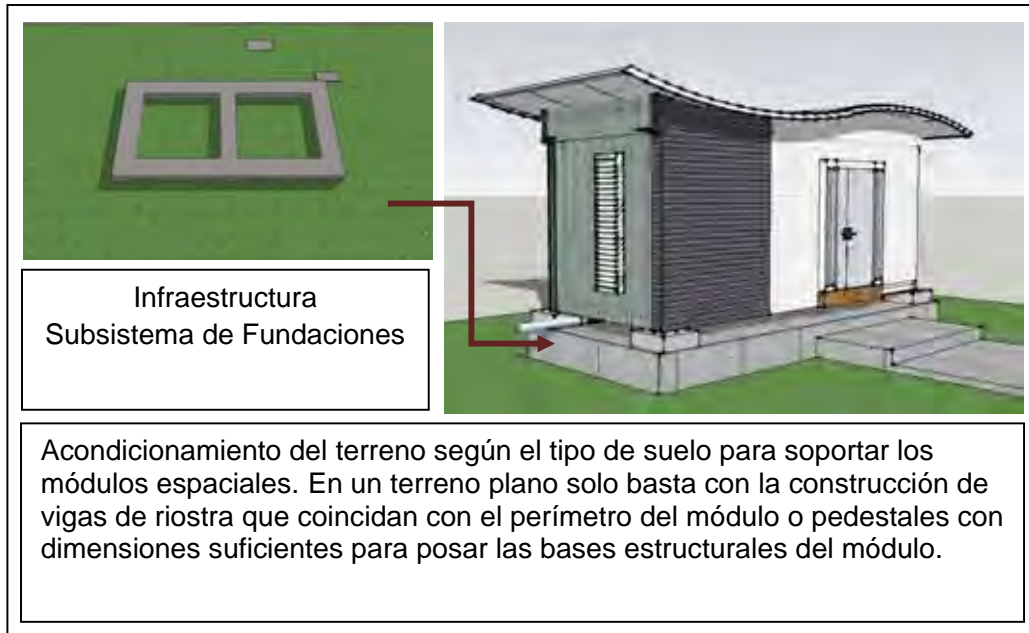


Figura. 117. Catalogo. Fuente: Fotos propias 2010

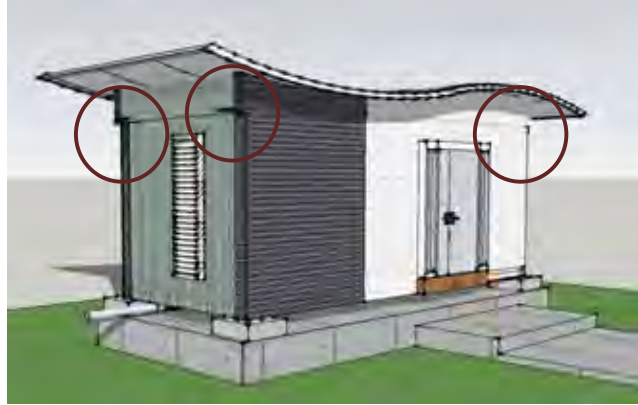
Detalles del Catalogo de Componentes del Módulo Espacial Originario.

A continuación se presenta el catalogo de componentes del Módulo A que conforman los distintos subsistemas estudiados en la propuesta.





Base Estructural
Sistema Refuerzos
Estructurales



Elementos de rigidización y arriostramiento ubicados en las cuatro esquinas superiores del módulo para contribuir con la estructura en el momento del transporte y manejo de los módulos y para su refuerzo estructural.

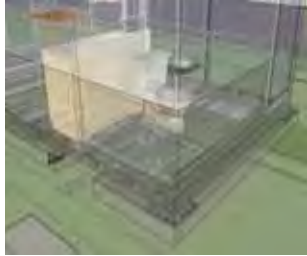


Losa de Piso
Sistema de Piso
Estructural



La losa de piso de los módulos se armará según la tecnología SIPROMAT, colocando las láminas longitudinalmente. Está conformado por 4 láminas estructurales, atornilladas entre sí y enmarcadas por medio de rieles U, aportando mayor rigidización al piso

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN



Instalaciones
Subsistema de
Instalaciones y servicios



Las tuberías para las instalaciones Sanitarias y Eléctricas de la edificación estarán canalizadas entre los surcos de las láminas, tal y como se realiza con SIPROMAT para ser llevadas a un extremo del módulo por su parte inferior desde donde se acoplaran a las tomas ubicadas en el sitio.



Acabados
Subsistema Elementos
de Acabado



Los materiales de acabado propuestos a ser implementados para las paredes, pisos y techos del módulo espacial, son acero, madera, vinyl, vidrio, linóleo, aluminio, policarbonato, polipropileno y MDF, materiales todos colocados en seco y producidos y reciclados en el país



Paredes
Subsistema Paredes
SIPROMAT



Las paredes de los módulos estarán conformadas estructuralmente por láminas de acero galvanizado de la tecnología SIPROMAT, atornilladas entre sí y enmarcadas por riles para mayor rigidez de las paredes.

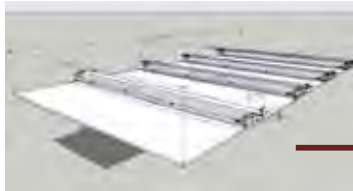


Techo
Subsistema de Techo
Estructural



Elementos de rigidización y arriostramiento ubicados en las cuatro esquinas inferiores del módulo para contribuir con la estructura en el momento del transporte y manejo de los módulos y para la fijación del mismo a las bases en sitio

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN



Cielo raso
Subsistema de Techo
Estructural



A fin de cubrir la estructura del techo del módulo, se propone la colocación de un plafón en MDF, plástico, policarbonato, etc., atornillado a una estructura de pletinas de acero galvanizado, colocadas por debajo de los elementos de refuerzo

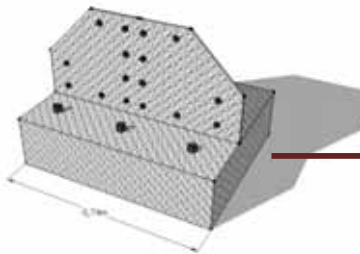


Elementos de Fijación
Subsistema de Techo
Estructural



Elementos de fijación del techo ubicados en las cuatro esquinas superiores del módulo. Estos elementos son colocados en fábrica y a ellos se atornillara (en obra) el techo u otro módulo en el caso de que se requiera el apilamiento. en obra.

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN



Base estructural
Subsistema Refuerzos
Estructurales



Elementos de rigidización y arriostramiento ubicados en las dos esquinas inferiores entre módulos para el caso de adosamientos, para contribuir con la estructura en el momento del transporte y manejo de los módulos y para la fijación del mismo a las bases en sitio

2.15 Cuadro de componentes del módulo espacial originario

CUADRO DE COMPONENTES SIPROMAT			CUADRO DE COMPONENTES COMPLEMENTARIOS			
MODULO A	COMPONENTE BASICO SIPROMAT	RIEL U	RIEL C	SUPLEMENTO S	Esquineros estructurales superiores	Esquineros estructurales con bases inferiores
COMPUTOS METRICOS ELEMENTOS DE TECNOLOGIA SIPROMAT	DESARROLLO 120 cm	DESARROLLO 33 cm	DESARROLLO 21 cm	DESARROLLO 56 cm		
PARED PRINCIPAL (2.40x6,10)	7 16,80 m. 3 0,90 m. 2 2,40 m. 2 4,20 m. 1 6,10 m. 1 3,10 m. 1 1,35 m. 1 1,65 m. 7 16,80 m. 3 4,50 m. 3 0,90 m. 2 2,40 m. 6 0,50 m. 2 6,10 m. 2 1,65 m. 2 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,40 m. 4 1,80 m. 2 2,50 m. 4 1,10 m. 3 2,40 m. 2 0,30 m. 2 2,40 m. 2 1,80 m. 2 2,30 m. 2 2,40 m. 2 2,40 m. 1 0,30 m. 1 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,30 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 2,50 m.	DESARROLLO 33 cm	DESARROLLO 21 cm	DESARROLLO 56 cm	<p>Base inf. plancha e=5mm</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pernos x und.: 18 und • Hilty x und.: 7 und <p>Tornillos con tuercas y arandelas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tornillos cabeza hexagonal • Tamaño del anclaje M12 • Long. anclaje 60 mm • Ø broca 8 mm • Métrica de la tuerca 12 mm <p>TOTAL: 180,00 und.</p> <p>Tornillos autoroscantes fijación láminas acabados metal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tornillos punta aguja • #6x1-1/4" (32mm) • Fijación entre anclajes y soportes acabados y perfiles metálicos • Tornillos x m²: 8,5 und <p>TOTAL: 796,00 und.</p> <p>Laminas para techo CENTROLAM con aislamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • CENTROLAM SSS50, calibre 26 • A/Techada (6,10x2,50m) • Aleros 0,60m • Area neta: 7,30x3,70m • Peso 5,00 kg/m² <p>TOTAL: 27,01 m².</p> <p>Marcos de ventanas</p> <p>Formado por rieles U</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integrado a la estructura portante de las paredes • 3 vanos 0,50x0,50m • 3 vanos 0,50x1,80m • 2 vanos 0,25x2,00m <p>TOTAL: (contabilizado)</p> <p>Ventanas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ventanas batientes • Acopladas a la estructura, enmarcada en aluminio • 3 und. 0,50x0,50m • 3 und. 0,50x1,80m • 2 und. 0,25x2,00m <p>TOTAL: 4,45 m².</p> <p>Láminas de Policarbonato Alveolar (2,10 x 5,90 m)</p> <p>Aplicadas en exteriores</p> <ul style="list-style-type: none"> • 60% revest. Exteriores • 10 mm Espesor • 1,70 kg/m² <p>TOTAL: 23,45 m².</p> <p>Laminas de MDF (Medium Density Fibreboard)</p> <p>Aplicadas en exteriores</p> <ul style="list-style-type: none"> • 60% revest. Exteriores • 10 mm Espesor • 1,70 kg/m² <p>TOTAL: 15,25 m².</p> <p>Materiales Eléctricos</p> <p>Materiales: Tablero residencial 8 circuitos 125A</p> <ul style="list-style-type: none"> (1). Interruptor TQL 1P 20A (4). (4). Tubería EMT 1" x 6,10 m (1). (1). Tubería EMT 1/2" x 6,10 m (5). (5). Cable THW # 4 (12m). (8). Cable THW # 12 (110m). (3). Cajetín metálico 2x4" (8). (8). Cajetín octagonal (3). (20). Anillos terminales adaptadores (20). (1). Interruptor sencillo blanco 1V 15A (1). (1). Interruptor doble blanco 1V 15A (2). (2). Toma para empotrar blanca 15Amp 125V (5). 	
PARED POSTERIOR (2.40x6,10)	7 16,80 m. 3 4,50 m. 3 0,90 m. 2 2,40 m. 6 0,50 m. 2 6,10 m. 2 1,65 m. 2 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,40 m. 4 1,80 m. 2 2,50 m. 4 1,10 m. 3 2,40 m. 2 0,30 m. 2 2,40 m. 2 1,80 m. 2 2,30 m. 2 2,40 m. 2 2,40 m. 1 0,30 m. 1 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,30 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 2,50 m.	DESARROLLO 33 cm	DESARROLLO 21 cm	DESARROLLO 56 cm	<p>Esquineros estructurales superiores</p> <p>Lamina calibre 16 (8 und)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pernos x und.: 27 und • Pernos x und.: 10 und • Pernos tot.: 148 und <p>Tornillos de fijación Hilty</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anclaje HSV M12x100 • Tamaño del anclaje M12 • Long. anclaje 100 mm • Ø broca 12 mm • Métrica de la tuerca 19 <p>TOTAL: 28,00 und.</p> <p>Tornillos autoroscantes fijación metal-metal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tornillos pan punta fina • #7x7/16" (11mm) • Fijación entre perfiles metálicos e=0,45mm • Tornillos x m²: 2,5 und <p>TOTAL: 718,00 und.</p> <p>Perfiles Riel para sujeción de cielo raso en aluminio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perfil Omega en lámina cal. 24 • Desarrollo 30 cm: 1,55 kg/m • Area techo 6,10x2,50 m • TOTAL: 25,00 m. <p>Marcos de puertas</p> <p>Marco lam. Doblada cal 24</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 de 1,00x2,00 (entrada) • 1 de 0,70x2,00 <p>TOTAL: 9,70 m.</p> <p>Puertas</p> <p>Madera entambrada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interior ent. sanitario (med. 0,70x2,05 m) • Exterior ent. principal (med. 0,90x2,05 m) <p>TOTAL: 3,28 m².</p> <p>Láminas para fachadas Almaxco (5,00 x 1,2 m)</p> <p>Aplicadas tanto en interiores como en exteriores</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100% revest. interior • 40% revest. exterior • e=4mm /4 kg/m² <p>TOTAL: 60,25 m².</p> <p>Rieles perfiles aluminio p/fijación revestimientos</p> <p>instaladas directamente sobre laminas de los componentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dist c/60 cm • TOTAL: 9,70 m. <p>Revestimiento pisos, laminado vinílico</p> <p>Materiales: PVC - Cloruro de Polivinilo virgen de alta calidad</p> <p>Densidad: 1,36 gr/cm3</p> <p>e=1 5mm• Piso (6,10x2,50)</p> <p>TOTAL: 15,25 m².</p> <p>Equipamiento y Accesorios.</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Lavamanos chelsea blanco (1). II. WC coronet blanco (1). III. Fregadero acero 84x53 1 pochera c/escurreidor (1). IV. Grupo ducha 8" manillas cromadas (1). V. Ducha estándar cromada (1). VI. Llave arresto (3). VII. Canilla p/WC (1). VIII. Grifería 4" lavamanos cromada (1). IX. Grifería fregadero (1). X. Sifon fregaplatos (1). XI. desagüe fregaplatos (1). 	
PARED LAT DERECHA (2.40x2,50)	7 16,80 m. 3 4,50 m. 3 0,90 m. 2 2,40 m. 6 0,50 m. 2 6,10 m. 2 1,65 m. 2 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,40 m. 4 1,80 m. 2 2,50 m. 4 1,10 m. 3 2,40 m. 2 0,30 m. 2 2,40 m. 2 1,80 m. 2 2,30 m. 2 2,40 m. 2 2,40 m. 1 0,30 m. 1 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,30 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 2,50 m.	DESARROLLO 33 cm	DESARROLLO 21 cm	DESARROLLO 56 cm	<p>Esquineros estructurales superiores</p> <p>Lamina calibre 16 (8 und)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pernos x und.: 27 und • Pernos x und.: 10 und • Pernos tot.: 148 und <p>Tornillos de fijación Hilty</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anclaje HSV M12x100 • Tamaño del anclaje M12 • Long. anclaje 100 mm • Ø broca 12 mm • Métrica de la tuerca 19 <p>TOTAL: 28,00 und.</p> <p>Tornillos autoroscantes fijación metal-metal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tornillos pan punta fina • #7x7/16" (11mm) • Fijación entre perfiles metálicos e=0,45mm • Tornillos x m²: 2,5 und <p>TOTAL: 718,00 und.</p> <p>Perfiles Riel para sujeción de cielo raso en aluminio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perfil Omega en lámina cal. 24 • Desarrollo 30 cm: 1,55 kg/m • Area techo 6,10x2,50 m • TOTAL: 25,00 m. <p>Marcos de puertas</p> <p>Marco lam. Doblada cal 24</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 de 1,00x2,00 (entrada) • 1 de 0,70x2,00 <p>TOTAL: 9,70 m.</p> <p>Puertas</p> <p>Madera entambrada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interior ent. sanitario (med. 0,70x2,05 m) • Exterior ent. principal (med. 0,90x2,05 m) <p>TOTAL: 3,28 m².</p> <p>Láminas para fachadas Almaxco (5,00 x 1,2 m)</p> <p>Aplicadas tanto en interiores como en exteriores</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100% revest. interior • 40% revest. exterior • e=4mm /4 kg/m² <p>TOTAL: 60,25 m².</p> <p>Rieles perfiles aluminio p/fijación revestimientos</p> <p>instaladas directamente sobre laminas de los componentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dist c/60 cm • TOTAL: 9,70 m. <p>Revestimiento pisos, laminado vinílico</p> <p>Materiales: PVC - Cloruro de Polivinilo virgen de alta calidad</p> <p>Densidad: 1,36 gr/cm3</p> <p>e=1 5mm• Piso (6,10x2,50)</p> <p>TOTAL: 15,25 m².</p> <p>Equipamiento y Accesorios.</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Lavamanos chelsea blanco (1). II. WC coronet blanco (1). III. Fregadero acero 84x53 1 pochera c/escurreidor (1). IV. Grupo ducha 8" manillas cromadas (1). V. Ducha estándar cromada (1). VI. Llave arresto (3). VII. Canilla p/WC (1). VIII. Grifería 4" lavamanos cromada (1). IX. Grifería fregadero (1). X. Sifon fregaplatos (1). XI. desagüe fregaplatos (1). 	
PARED LAT IZQUIERDA (2.40x2,50)	7 16,80 m. 3 4,50 m. 3 0,90 m. 2 2,40 m. 6 0,50 m. 2 6,10 m. 2 1,65 m. 2 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,40 m. 4 1,80 m. 2 2,50 m. 4 1,10 m. 3 2,40 m. 2 0,30 m. 2 2,40 m. 2 1,80 m. 2 2,30 m. 2 2,40 m. 2 2,40 m. 1 0,30 m. 1 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,30 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 2,50 m.	DESARROLLO 33 cm	DESARROLLO 21 cm	DESARROLLO 56 cm	<p>Esquineros estructurales superiores</p> <p>Lamina calibre 16 (8 und)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pernos x und.: 27 und • Pernos x und.: 10 und • Pernos tot.: 148 und <p>Tornillos de fijación Hilty</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anclaje HSV M12x100 • Tamaño del anclaje M12 • Long. anclaje 100 mm • Ø broca 12 mm • Métrica de la tuerca 19 <p>TOTAL: 28,00 und.</p> <p>Tornillos autoroscantes fijación metal-metal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tornillos pan punta fina • #7x7/16" (11mm) • Fijación entre perfiles metálicos e=0,45mm • Tornillos x m²: 2,5 und <p>TOTAL: 718,00 und.</p> <p>Perfiles Riel para sujeción de cielo raso en aluminio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perfil Omega en lámina cal. 24 • Desarrollo 30 cm: 1,55 kg/m • Area techo 6,10x2,50 m • TOTAL: 25,00 m. <p>Marcos de puertas</p> <p>Marco lam. Doblada cal 24</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 de 1,00x2,00 (entrada) • 1 de 0,70x2,00 <p>TOTAL: 9,70 m.</p> <p>Puertas</p> <p>Madera entambrada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interior ent. sanitario (med. 0,70x2,05 m) • Exterior ent. principal (med. 0,90x2,05 m) <p>TOTAL: 3,28 m².</p> <p>Láminas para fachadas Almaxco (5,00 x 1,2 m)</p> <p>Aplicadas tanto en interiores como en exteriores</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100% revest. interior • 40% revest. exterior • e=4mm /4 kg/m² <p>TOTAL: 60,25 m².</p> <p>Rieles perfiles aluminio p/fijación revestimientos</p> <p>instaladas directamente sobre laminas de los componentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dist c/60 cm • TOTAL: 9,70 m. <p>Revestimiento pisos, laminado vinílico</p> <p>Materiales: PVC - Cloruro de Polivinilo virgen de alta calidad</p> <p>Densidad: 1,36 gr/cm3</p> <p>e=1 5mm• Piso (6,10x2,50)</p> <p>TOTAL: 15,25 m².</p> <p>Equipamiento y Accesorios.</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Lavamanos chelsea blanco (1). II. WC coronet blanco (1). III. Fregadero acero 84x53 1 pochera c/escurreidor (1). IV. Grupo ducha 8" manillas cromadas (1). V. Ducha estándar cromada (1). VI. Llave arresto (3). VII. Canilla p/WC (1). VIII. Grifería 4" lavamanos cromada (1). IX. Grifería fregadero (1). X. Sifon fregaplatos (1). XI. desagüe fregaplatos (1). 	
PARED INTERIOR (2.40x2,3)	7 16,80 m. 3 4,50 m. 3 0,90 m. 2 2,40 m. 6 0,50 m. 2 6,10 m. 2 1,65 m. 2 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,40 m. 4 1,80 m. 2 2,50 m. 4 1,10 m. 3 2,40 m. 2 0,30 m. 2 2,40 m. 2 1,80 m. 2 2,30 m. 2 2,40 m. 2 2,40 m. 1 0,30 m. 1 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,30 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 2,50 m.	DESARROLLO 33 cm	DESARROLLO 21 cm	DESARROLLO 56 cm	<p>Esquineros estructurales superiores</p> <p>Lamina calibre 16 (8 und)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pernos x und.: 27 und • Pernos x und.: 10 und • Pernos tot.: 148 und <p>Tornillos de fijación Hilty</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anclaje HSV M12x100 • Tamaño del anclaje M12 • Long. anclaje 100 mm • Ø broca 12 mm • Métrica de la tuerca 19 <p>TOTAL: 28,00 und.</p> <p>Tornillos autoroscantes fijación metal-metal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tornillos pan punta fina • #7x7/16" (11mm) • Fijación entre perfiles metálicos e=0,45mm • Tornillos x m²: 2,5 und <p>TOTAL: 718,00 und.</p> <p>Perfiles Riel para sujeción de cielo raso en aluminio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perfil Omega en lámina cal. 24 • Desarrollo 30 cm: 1,55 kg/m • Area techo 6,10x2,50 m • TOTAL: 25,00 m. <p>Marcos de puertas</p> <p>Marco lam. Doblada cal 24</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 de 1,00x2,00 (entrada) • 1 de 0,70x2,00 <p>TOTAL: 9,70 m.</p> <p>Puertas</p> <p>Madera entambrada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interior ent. sanitario (med. 0,70x2,05 m) • Exterior ent. principal (med. 0,90x2,05 m) <p>TOTAL: 3,28 m².</p> <p>Láminas para fachadas Almaxco (5,00 x 1,2 m)</p> <p>Aplicadas tanto en interiores como en exteriores</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100% revest. interior • 40% revest. exterior • e=4mm /4 kg/m² <p>TOTAL: 60,25 m².</p> <p>Rieles perfiles aluminio p/fijación revestimientos</p> <p>instaladas directamente sobre laminas de los componentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dist c/60 cm • TOTAL: 9,70 m. <p>Revestimiento pisos, laminado vinílico</p> <p>Materiales: PVC - Cloruro de Polivinilo virgen de alta calidad</p> <p>Densidad: 1,36 gr/cm3</p> <p>e=1 5mm• Piso (6,10x2,50)</p> <p>TOTAL: 15,25 m².</p> <p>Equipamiento y Accesorios.</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Lavamanos chelsea blanco (1). II. WC coronet blanco (1). III. Fregadero acero 84x53 1 pochera c/escurreidor (1). IV. Grupo ducha 8" manillas cromadas (1). V. Ducha estándar cromada (1). VI. Llave arresto (3). VII. Canilla p/WC (1). VIII. Grifería 4" lavamanos cromada (1). IX. Grifería fregadero (1). X. Sifon fregaplatos (1). XI. desagüe fregaplatos (1). 	
PARED LAT IZQUIERDA (2.40x2,50)	7 16,80 m. 3 4,50 m. 3 0,90 m. 2 2,40 m. 6 0,50 m. 2 6,10 m. 2 1,65 m. 2 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,40 m. 4 1,80 m. 2 2,50 m. 4 1,10 m. 3 2,40 m. 2 0,30 m. 2 2,40 m. 2 1,80 m. 2 2,30 m. 2 2,40 m. 2 2,40 m. 1 0,30 m. 1 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,30 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 2,50 m.	DESARROLLO 33 cm	DESARROLLO 21 cm	DESARROLLO 56 cm	<p>Esquineros estructurales superiores</p> <p>Lamina calibre 16 (8 und)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pernos x und.: 27 und • Pernos x und.: 10 und • Pernos tot.: 148 und <p>Tornillos de fijación Hilty</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anclaje HSV M12x100 • Tamaño del anclaje M12 • Long. anclaje 100 mm • Ø broca 12 mm • Métrica de la tuerca 19 <p>TOTAL: 28,00 und.</p> <p>Tornillos autoroscantes fijación metal-metal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tornillos pan punta fina • #7x7/16" (11mm) • Fijación entre perfiles metálicos e=0,45mm • Tornillos x m²: 2,5 und <p>TOTAL: 718,00 und.</p> <p>Perfiles Riel para sujeción de cielo raso en aluminio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perfil Omega en lámina cal. 24 • Desarrollo 30 cm: 1,55 kg/m • Area techo 6,10x2,50 m • TOTAL: 25,00 m. <p>Marcos de puertas</p> <p>Marco lam. Doblada cal 24</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 de 1,00x2,00 (entrada) • 1 de 0,70x2,00 <p>TOTAL: 9,70 m.</p> <p>Puertas</p> <p>Madera entambrada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interior ent. sanitario (med. 0,70x2,05 m) • Exterior ent. principal (med. 0,90x2,05 m) <p>TOTAL: 3,28 m².</p> <p>Láminas para fachadas Almaxco (5,00 x 1,2 m)</p> <p>Aplicadas tanto en interiores como en exteriores</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100% revest. interior • 40% revest. exterior • e=4mm /4 kg/m² <p>TOTAL: 60,25 m².</p> <p>Rieles perfiles aluminio p/fijación revestimientos</p> <p>instaladas directamente sobre laminas de los componentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dist c/60 cm • TOTAL: 9,70 m. <p>Revestimiento pisos, laminado vinílico</p> <p>Materiales: PVC - Cloruro de Polivinilo virgen de alta calidad</p> <p>Densidad: 1,36 gr/cm3</p> <p>e=1 5mm• Piso (6,10x2,50)</p> <p>TOTAL: 15,25 m².</p> <p>Equipamiento y Accesorios.</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Lavamanos chelsea blanco (1). II. WC coronet blanco (1). III. Fregadero acero 84x53 1 pochera c/escurreidor (1). IV. Grupo ducha 8" manillas cromadas (1). V. Ducha estándar cromada (1). VI. Llave arresto (3). VII. Canilla p/WC (1). VIII. Grifería 4" lavamanos cromada (1). IX. Grifería fregadero (1). X. Sifon fregaplatos (1). XI. desagüe fregaplatos (1). 	
PARED LAT DERECHA (2.40x2,50)	7 16,80 m. 3 4,50 m. 3 0,90 m. 2 2,40 m. 6 0,50 m. 2 6,10 m. 2 1,65 m. 2 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,40 m. 4 1,80 m. 2 2,50 m. 4 1,10 m. 3 2,40 m. 2 0,30 m. 2 2,40 m. 2 1,80 m. 2 2,30 m. 2 2,40 m. 2 2,40 m. 1 0,30 m. 1 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,30 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 2,50 m.	DESARROLLO 33 cm	DESARROLLO 21 cm	DESARROLLO 56 cm	<p>Esquineros estructurales superiores</p> <p>Lamina calibre 16 (8 und)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pernos x und.: 27 und • Pernos x und.: 10 und • Pernos tot.: 148 und <p>Tornillos de fijación Hilty</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anclaje HSV M12x100 • Tamaño del anclaje M12 • Long. anclaje 100 mm • Ø broca 12 mm • Métrica de la tuerca 19 <p>TOTAL: 28,00 und.</p> <p>Tornillos autoroscantes fijación metal-metal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tornillos pan punta fina • #7x7/16" (11mm) • Fijación entre perfiles metálicos e=0,45mm • Tornillos x m²: 2,5 und <p>TOTAL: 718,00 und.</p> <p>Perfiles Riel para sujeción de cielo raso en aluminio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perfil Omega en lámina cal. 24 • Desarrollo 30 cm: 1,55 kg/m • Area techo 6,10x2,50 m • TOTAL: 25,00 m. <p>Marcos de puertas</p> <p>Marco lam. Doblada cal 24</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 de 1,00x2,00 (entrada) • 1 de 0,70x2,00 <p>TOTAL: 9,70 m.</p> <p>Puertas</p> <p>Madera entambrada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interior ent. sanitario (med. 0,70x2,05 m) • Exterior ent. principal (med. 0,90x2,05 m) <p>TOTAL: 3,28 m².</p> <p>Láminas para fachadas Almaxco (5,00 x 1,2 m)</p> <p>Aplicadas tanto en interiores como en exteriores</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100% revest. interior • 40% revest. exterior • e=4mm /4 kg/m² <p>TOTAL: 60,25 m².</p> <p>Rieles perfiles aluminio p/fijación revestimientos</p> <p>instaladas directamente sobre laminas de los componentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dist c/60 cm • TOTAL: 9,70 m. <p>Revestimiento pisos, laminado vinílico</p> <p>Materiales: PVC - Cloruro de Polivinilo virgen de alta calidad</p> <p>Densidad: 1,36 gr/cm3</p> <p>e=1 5mm• Piso (6,10x2,50)</p> <p>TOTAL: 15,25 m².</p> <p>Equipamiento y Accesorios.</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Lavamanos chelsea blanco (1). II. WC coronet blanco (1). III. Fregadero acero 84x53 1 pochera c/escurreidor (1). IV. Grupo ducha 8" manillas cromadas (1). V. Ducha estándar cromada (1). VI. Llave arresto (3). VII. Canilla p/WC (1). VIII. Grifería 4" lavamanos cromada (1). IX. Grifería fregadero (1). X. Sifon fregaplatos (1). XI. desagüe fregaplatos (1). 	
PARED INTERIOR (2.40x2,3)	7 16,80 m. 3 4,50 m. 3 0,90 m. 2 2,40 m. 6 0,50 m. 2 6,10 m. 2 1,65 m. 2 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,40 m. 4 1,80 m. 2 2,50 m. 4 1,10 m. 3 2,40 m. 2 0,30 m. 2 2,40 m. 2 1,80 m. 2 2,30 m. 2 2,40 m. 2 2,40 m. 1 0,30 m. 1 2,40 m. 4 0,30 m. 2 2,30 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 6,10 m. 2 2,50 m.	DESARROLLO 33 cm	DESARROLLO 21 cm	DESARROLLO 56 cm	<p>Esquineros estructurales superiores</p> <p>Lamina calibre 16 (8 und)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pernos x und.: 27 und • Pernos x und.: 10 und • Pernos tot.: 148 und <p>Tornillos de fijación Hilty</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anclaje HSV M12x100 • Tamaño del anclaje M12 • Long. anclaje 100 mm • Ø broca 12 mm • Métrica de la tuerca 19 <p>TOTAL: 28,00 und.</p> <p>Tornillos autoroscantes fijación metal-metal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tornillos pan punta fina • #7x7/16" (11mm) • Fijación entre perfiles metálicos e=0,45mm • Tornillos x m²: 2,5 und <p>TOTAL: 718,00 und.</p> <p>Perfiles Riel para sujeción de cielo raso en aluminio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perfil Omega en lámina cal. 24 • Desarrollo 30 cm: 1,55 kg/m • Area techo 6,10x2,50 m • TOTAL: 25,00 m. <p>Marcos de puertas</p> <p>Marco lam. Doblada cal 24</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 de 1,00x2,00 (entrada) • 1 de 0,70x2,00 <p>TOTAL: 9,70 m.</p> <p>Puertas</p> <p>Madera entambrada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interior ent. sanitario (med. 0,70x2,05 m) • Exterior ent. principal (med. 0,90x2,05 m) <p>TOTAL: 3,28 m².</p> <p>Láminas para fachadas Almaxco (5,00 x 1,2 m)</p> <p>Aplicadas tanto en interiores como en exteriores</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100% revest. interior • 40% revest. exterior • e=4mm /4 kg/m² <p>TOTAL: 60,25 m².</p> <p>Rieles perfiles aluminio p/fijación revestimientos</p> <p>instaladas directamente sobre laminas de los componentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dist c/60 cm • TOTAL: 9,70 m. <p>Revestimiento pisos, laminado vinílico</p> <p>Materiales: PVC - Cloruro de Polivinilo virgen de alta calidad</p> <p>Densidad: 1,36 gr/cm3</p> <p>e=1 5mm• Piso (6,10x2,50)</p> <p>TOTAL: 15,25 m².</p> <p>Equipamiento y Accesorios.</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Lavamanos chelsea blanco (1). II. WC coronet blanco (1). III. Fregadero acero 84x53 1 pochera c/escurreidor (1). IV. Grupo ducha 8" manillas cromadas (1). V. Ducha estándar cromada (1). VI. Llave arresto (3). VII. Canilla p/WC (1). VIII. Grifería 4" lavamanos cromada (1). IX. Grifería fregadero (1). X. Sifon fregaplatos (1). XI. desagüe fregaplatos (1). 	

2.17 Cuadro Comparativo de Pesos

(SME / SIPROMAT / Construcción Tradicional / Contenedor)

CUADRO COMPARATIVO DE PESOS ENTRE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS (Kg.) (PARA UNA EDIFICACIÓN DE A= 15,25 M2)			
MODULO A	SIPROMAT	CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL	CONTAINER
1.890,67 Kg.	10.134,00	18.379,00	3.225,59

Cuadro 8. Cuadro Comparativo de Pesos. Fuente: Propia 2010

2.18 Consideraciones sobre el Peso del Módulo Espacial Originario.

El peso del módulo espacial es una característica importante en la sustentabilidad del SME.

El Módulo A o Módulo Base (6.10 x 2.50 x 2.40 de alto), con un área de 15.25 m², tiene un peso aproximado de 1.890,67 Kg. (123,98 Kg/m²), totalmente equipado y con todos los acabados. Asimismo, el Módulo B (3.10 x 2.50 x 2.40 de alto), con un área de 7.75 m², tiene un peso aproximado de 960,83 Kg, equipado y con acabados, alcanzando 123,98 Kg/m².

Al comparar el peso del módulo del SME con los pesos de otras edificaciones obtenemos los siguientes resultados:

- 89% más liviano que una edificación realizada en construcción tradicional
- 81% más liviano que una edificación realizada con SIPROMAT
- 41.38% más liviano que una edificación realizada con contenedores

Esta característica del módulo espacial se traduce en ahorros en la infraestructura en sitio definitivo de obra y en la transportabilidad y manipulación de los módulos.

Según el cuadro anexo, el SME presenta un peso menor en comparación con otros sistemas de construcción tanto tradicional como SIPROMAT, como en el caso del contenedor, lo cual lo hace más competitivo por los ahorros en costos de producción, instalación y manejo de los mismos.

2.19 Condiciones de Sustentabilidad del Sistema Modular Espacial (SME)

El Sistema Modular Espacial cumple con las condiciones necesarias para edificaciones sustentables, a saber:

- Bajo peso del módulo espacial, lo cual se traduce en menores esfuerzos de infraestructura en sitio
- Utilización de materiales reciclables.
- Bajo mantenimiento de los acabados
- Durabilidad en el tiempo de los materiales utilizados
- Progresividad de la edificación, lo cual permite la utilización de la edificación por etapas.
- Alto nivel de prefabricación, lo cual permite el control de los procesos de construcción del módulo espacial y el bajo desperdicio de los insumos utilizados.
- Posibilidad de adaptación a cualquier clima y geografía.
- Posibilidad de intervención de la edificación con bajos costos económicos y ambientales.

Adicionalmente se han considerado determinantes con relación a la ventilación y insolación para el diseño de los Módulos Espaciales, a saber:

- Ventilación cruzada
- Aberturas en las Fachadas orientadas en sentido Norte-Sur (mayor del 15 % del área del espacio a ventilar).
- Orientación Este-Oeste (paredes largas orientadas Norte-Sur) (Figura. 118)

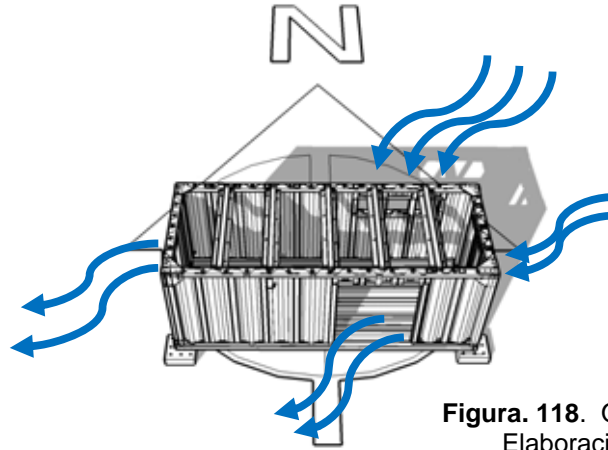


Figura. 118. Orientación Fuente: Elaboración propia 2010

- Acondicionar con protección tipo aleros (0,30 mts. Mínimo) las paredes orientadas Este-Oeste.
- Crear micro-ambientes entre los módulos (las canales abiertas del panel SIPROMAT funcionan como cámaras térmicas de aire).
- Utilizar colores apropiados tanto en el exterior como en el interior del módulo a fin de facilitar la reflexión de la luz del sol.
- Los techos deben ser acorde a la incidencia solar de la región en donde se encuentre la edificación. (Figura. 119)

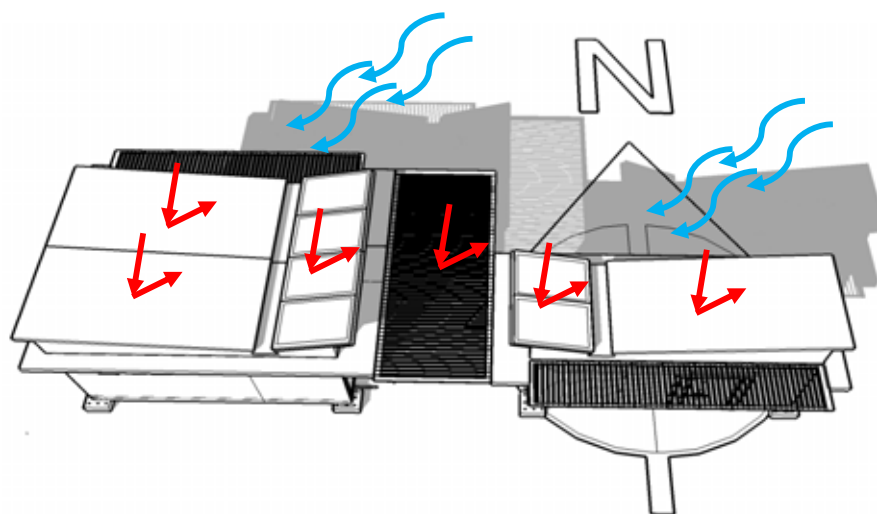


Figura. 119. Sustentabilidad Fuente: Elaboración propia 2010

Estas determinantes se logran aprovechando las mejores orientaciones para minimizar el uso de energía no renovable para iluminación, calefacción, refrigeración, y equipamiento, buscando eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, los cuales son a su vez de muy bajo mantenimiento, duraderos en el tiempo, livianos, aislantes térmicos y acústicos, y reciclables.

Aunado a esto, el bajo peso del Módulo Espacial (estructura y acabados) se traduce en ahorro en la infraestructura del SME, pudiéndose prever la construcción en el terreno de losas de fundación, fundaciones directas o indirectas o pilotines, dependiendo de la tipología del mismo.

Con relación al proceso de diseño de la edificación, considerando la progresividad del SME, el sistema ofrece al usuario una respuesta funcional que permite futuras modificaciones de la vivienda sin costos económicos ni ambientales excesivos ante posibles cambios del grupo familiar, de la función originaria de la edificación o de la incorporación de nuevas actividades.

Con la implementación del SME, se busca obtener mejoras ambientales y económicas superiores a aquellas ofrecidas por los sistemas de construcción tradicional.

Asimismo, el SME es un sistema de alto nivel de prefabricación, el cual ofrece la simplificación del proceso constructivo con la Intervención de menos rubros diferentes, resultando en una mayor racionalización de los materiales en fábrica y reduciendo la cantidad de residuos, permitiendo su reutilización.

Adicionalmente, al ser un sistema de rápida ejecución, el SME contempla un periodo de construcción en fábrica de un (1) día máximo para la entrega de dos módulos de 15.25 m². (Basado en la construcción del prototipo) y un período de instalación en sitio de cuatro (4) horas.

Capítulo III. Validación experimental, aplicaciones y estudio de caso.

3.1 Construcción de un prototipo.

A fin de comprobar el funcionamiento, manejo y transportabilidad del módulo espacial, se construyó un prototipo del Módulo A, con dimensiones 4.90 m de largo, 2.50 m de ancho y 2.40 m de alto en su interior. (Figura. 120)

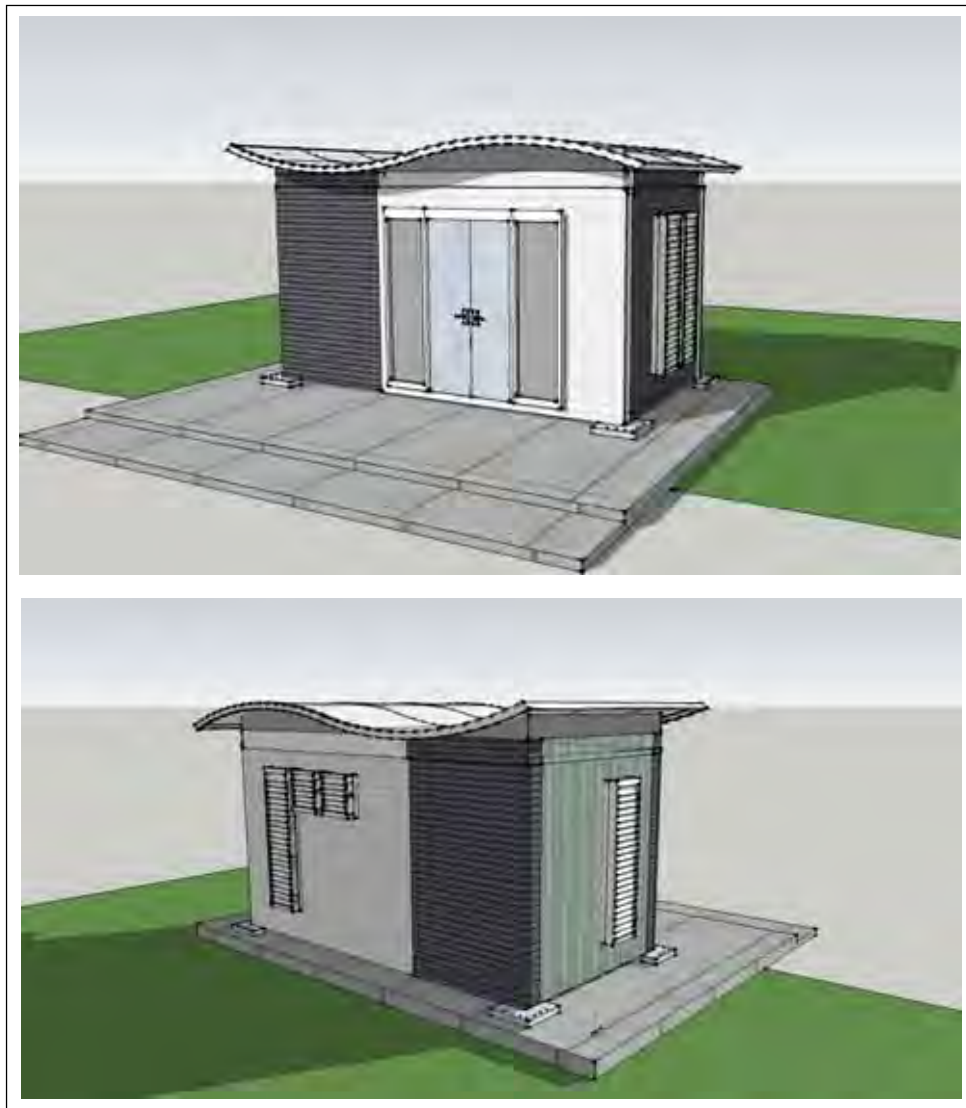


Figura. 120 Vistas del Módulo A. Fuente: Propia

La construcción del modulo se realizó en el Laboratorio Experimental del Laurel con la ayuda de alumnos de la Facultad de Arquitectura de la UCV. La estructura se ensambló de acuerdo a las normas de SIPROMAT. (Figura.121)



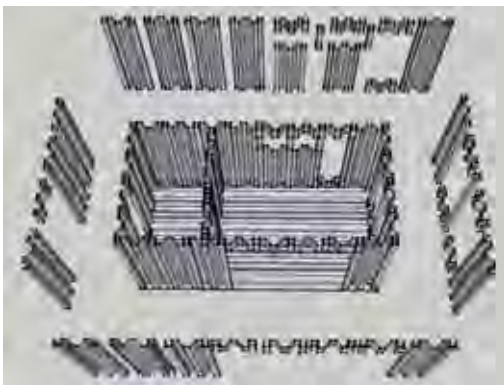
Figura. 121 Laboratorios del Laurel. Laminas SIPROMAT. Fuente: Elaboración propia 2010

Descripción de los procesos de Fabricación.

- **Actividades a ser realizadas en Fábrica:**

1. Coordinación Modular.

Generalmente, se deberá puntualizar tanto las necesidades del usuario como sus requerimientos a fin de poder comenzar a desarrollar y diseñar la edificación, estipulando además su crecimiento por etapas, de ser ese el caso.



Para el presente ejercicio, se decidió construir un modulo espacial de dimensiones mínimas equipado con kitchenette, área convertible y sanitario. (Figura. 122)

Figura. 122 Despiece del modulo espacial.
Fuente: Elaboración propia 2010

2. Armado de las paredes y pisos.

Para armar la losa de Piso con dimensiones 2,50 m x 4,90 m, se dispusieron las láminas de SIPROMAT según el plano de la losa de piso, abarcando la longitud completa a fin de evitar empalmes. (Figura.123)



Figura. 123 Laboratorios del Laurel. Ensamblaje del piso. Fuente: Propia 2010

Se ensambló el piso uniando las láminas de SIPROMAT entre sí calzando los dobleces en los extremos de las láminas. (Figura. 124)



Figura. 124 Laboratorios del Laurel. Ensamblaje del piso. Fuente: Propia 2010

Las láminas se ajustaron atornillándolas entre sí con tornillos tirafondos colocados a 10 cm de los bordes con separación de 40 cm entre una y otra. (Figura. 125)



Figura. 125 Laboratorios del Laurel. Ensamblaje del piso. Fuente: Propia 2010

Y cerrando el plano portante de piso con la colocación de las “U” en el perímetro de la lámina de piso. (Figura. 126)



Figura. 126 Laboratorios del Laurel.
Ensamblaje del piso. Fuente: Propia 2010

Una vez terminado de armar el piso se prosiguió a ensamblar las paredes del módulo para lo cual se revisaron los diferentes tipos de uniones de SIPROMAT. Se ensamblaron las paredes de cada una de las fachadas del módulo, dejando los vanos y antepechos de puertas y ventanas (Figura. 127)



Figura. 127 Laboratorios del Laurel. Ensamblaje de las paredes.
Fuente: Propia 2010

Se montaron las paredes fijándolas a las laminas de piso, conformando así el volumen del modulo espacial (Figura. 128)



Figura. 128 Ensamblaje de las paredes del Módulo A.

Fuente: Propia 2010

3. Colocación de las Instalaciones.

Las tuberías para las instalaciones Sanitarias y Eléctricas del módulo, se colocarán entre los surcos de las láminas de SIPROMAT. (Figura. 129)

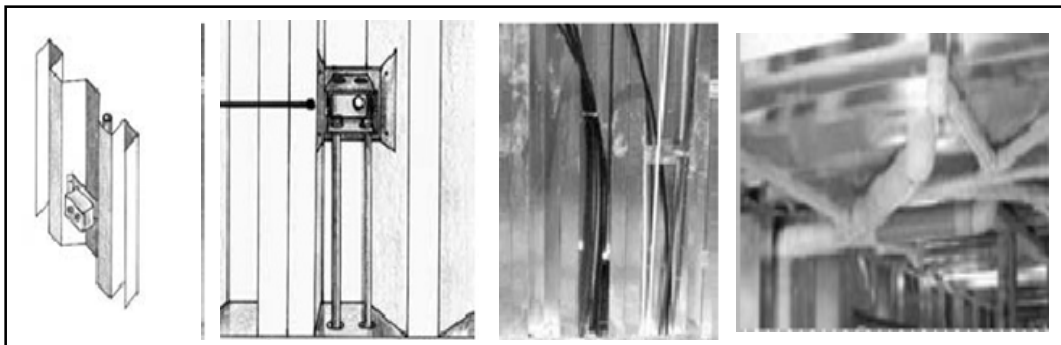


Figura. 129 Canalización de las Instalaciones del Módulo A.

Fuente: Manual de SIPROMAT 2005

Luego de armar por completo la estructura del módulo, se aplicaron fuerzas externas al módulo, a fin de comprobar la tolerancia a deformaciones. (Figura. 130)



Figura. 130 Aplicación de fuerzas externas al Módulo A.

Fuente: Propia 2010

Una vez finalizada la construcción de la estructura del módulo, se procedió a colocarle los acabados en pisos y paredes. Es importante acotar que debido a la falta de presupuesto no se pudo levantar el módulo, tal y como estaba estipulado. (Figura.131)



Figura. 131 Montaje de los acabados del Módulo A. Fuente: Propia. 2010

Sin embargo, es importante acotar que ya existe comprobación de la transportabilidad del módulo, toda vez que se construyó una caseta para Telcel con la Tecnología SIPROMAT.

3.1.1 Planos del Prototipo.

A continuación se presentan los Detalles Constructivos y Planos del módulo espacial construido en El Laboratorio Experimental del Laurel.

- Despiece de las paredes y piso del módulo.

La estructura interna del módulo está conformada por lámina de acero galvanizado 0,60 mm de espesor producidas como paneles estructurales autoportantes de lámina corrugada (SIPROMAT) (Figura. 132)

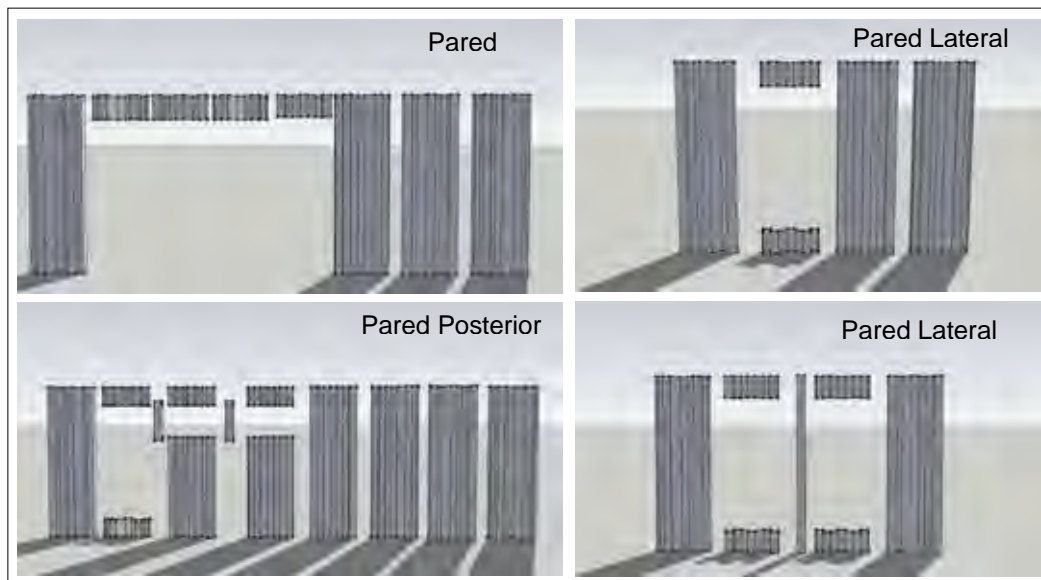


Figura. 132 Módulo A. Composición de las láminas: Elaboración propia 2010

Las láminas están dispuestas conformando las fachadas, la losa de piso y el techo del módulo, conjuntamente con elementos rigidizantes del sistema habitacional, armados según la tecnología SIPROMAT. (Figura. 133).

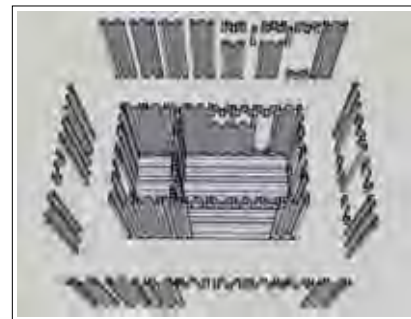


Figura. 133. Módulo A. Detalle: Elaboración propia 2010

Planta de armado. Se conforma una disposición de las láminas de SIPROMAT para la planta del módulo a ser construido en el Laurel, con dimensiones 2.50 x 4.90. (Figura. 134)

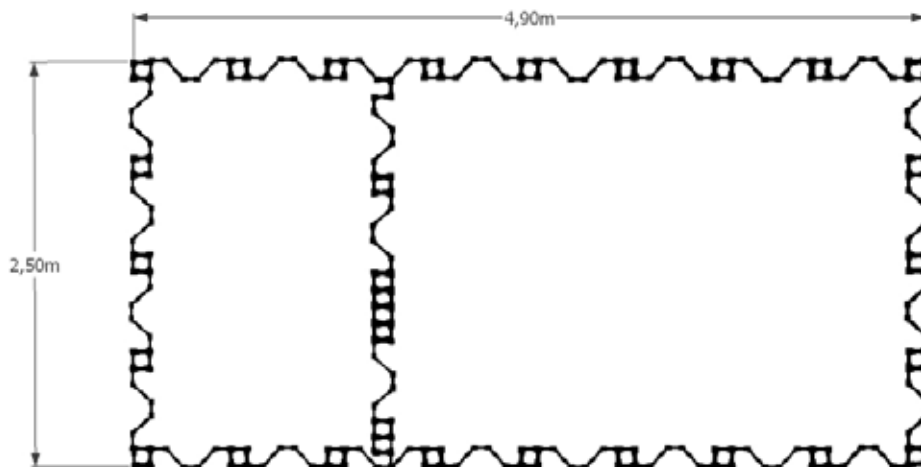


Figura. 134. Módulo A. Planta de armado en SIPROMAT: Elaboración propia 2010

Refuerzos estructurales. Adicionalmente a la estructura del módulo, el sistema habitacional contempla la inclusión de elementos rigidizantes colocados en los vértices de la caja y elementos de base para el anclaje en piso. (Figura. 135 y 136)



Figura. 135. Módulo A. Elementos de refuerzo y anclaje al piso: Elaboración propia 2010

- Detalles de los Refuerzos Estructurales.

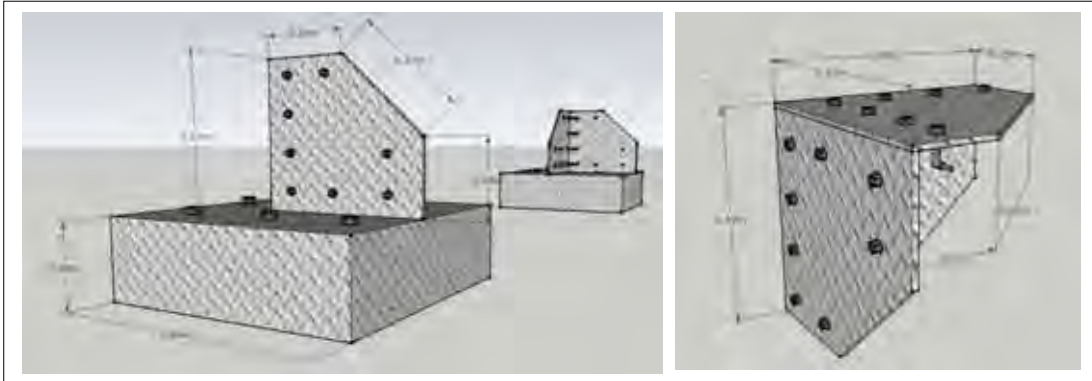


Figura. 136 Dimensiones de las bases y refuerzos.:

Ubicación de los refuerzos. Estos elementos son esquineros en acero de 0.60 mm acoplados a los parales en “u” y a las láminas de SIPROMAT, impartiendo al módulo mayor rigidez a fin de mejorar su comportamiento ante el traslado al sitio de obra (Figura. 43). De igual manera, se colocaron unas bases en acero de 0.60 mm de espesor conformando unos soportes que sirven para atornillar el módulo a la losa o estructura en obra. (Figura. 137)

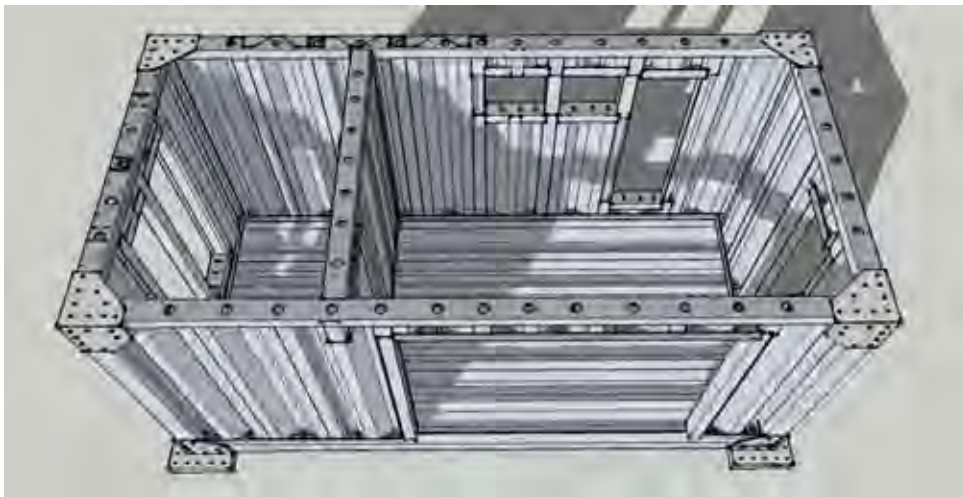


Figura. 137. Módulo A. Localización de refuerzos en la estructura: Elaboración propia 2010

Cielo Raso. Elementos de fijación.

El cielo raso que aísla el interior del módulo del techo acabado o del segundo piso, está colgado soportado por canales en lamina galvanizada de 0.60 mm las cuales descansan atornilladas al módulo. (Figura. 138)



Figura. 138. Módulo A. Montaje del cielo raso: Elaboración propia

- Cielo Raso. Dimensiones y Detalles.



Figura. 139 Dimensión de las canales del cielo raso.: Elaboración propia 2010

Al cielo raso en MDF o policarbonato se ajustan las canales en lamina galvanizada para posteriormente atornillarlas a las U de SIPROMAT. (Figura. 139, 140 y 141)

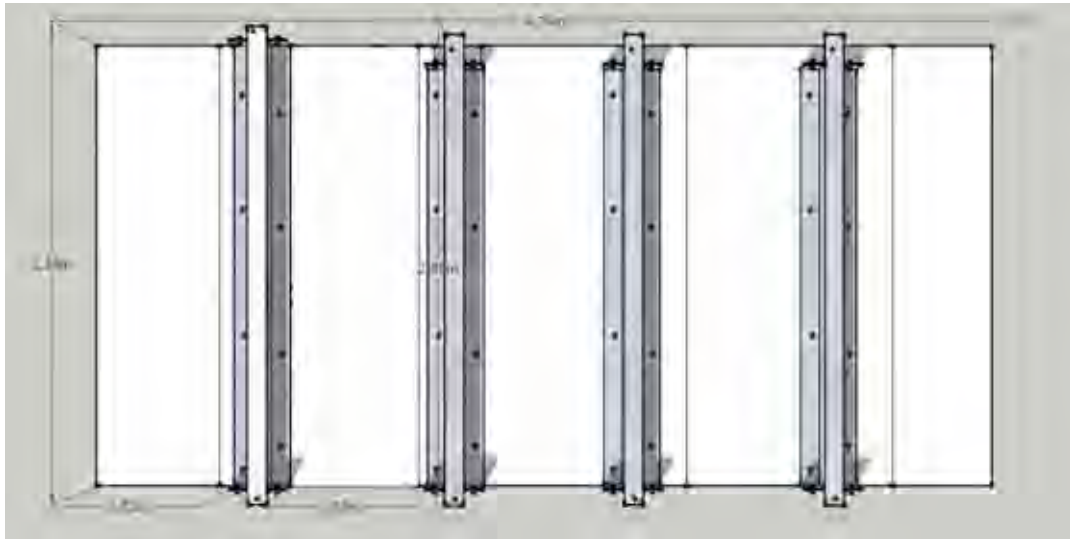


Figura. 140 Planta Acotada del Cielo raso.: Elaboración propia 2010

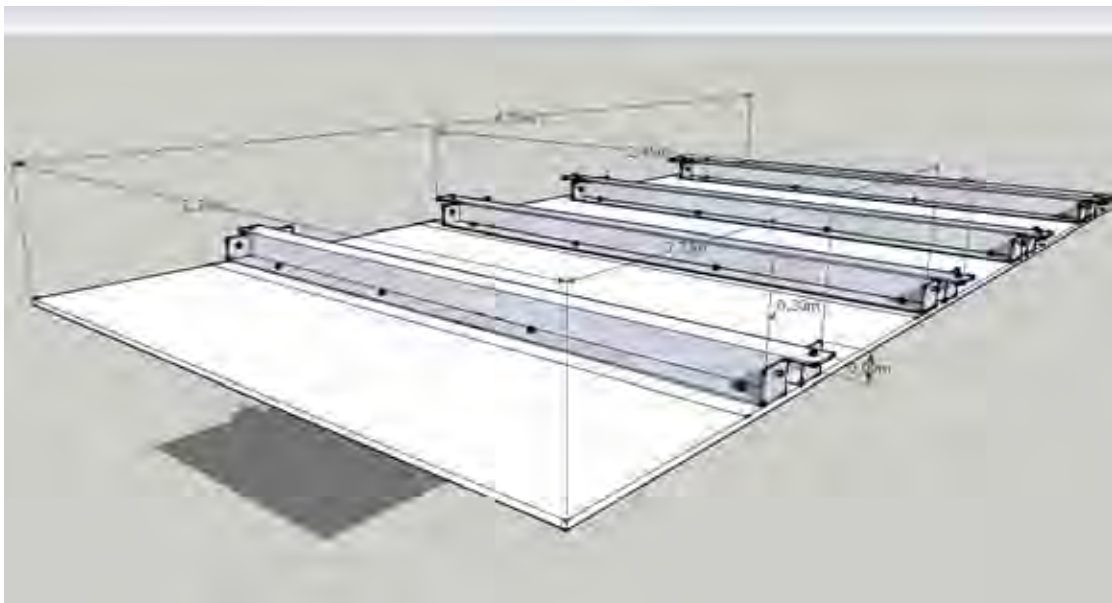


Figura. 141 Dimensiones del Cielo raso.: Elaboración propia 2010

- Planos de Detalles del Techo.

El techo del módulo, construido por separado, está elaborado con láminas SIPROMAT y presenta elementos de soporte y rigidización colocados en las esquinas del mismo. (Figura. 142, 143, 144 y 145)



Figura. 142 Vista interna del techo. Elaboración propia 2010



Figura. 143 Estructura base del techo.: Elaboración propia 2010



Figura. 144 Vista del techo del módulo.: Elaboración propia 2010

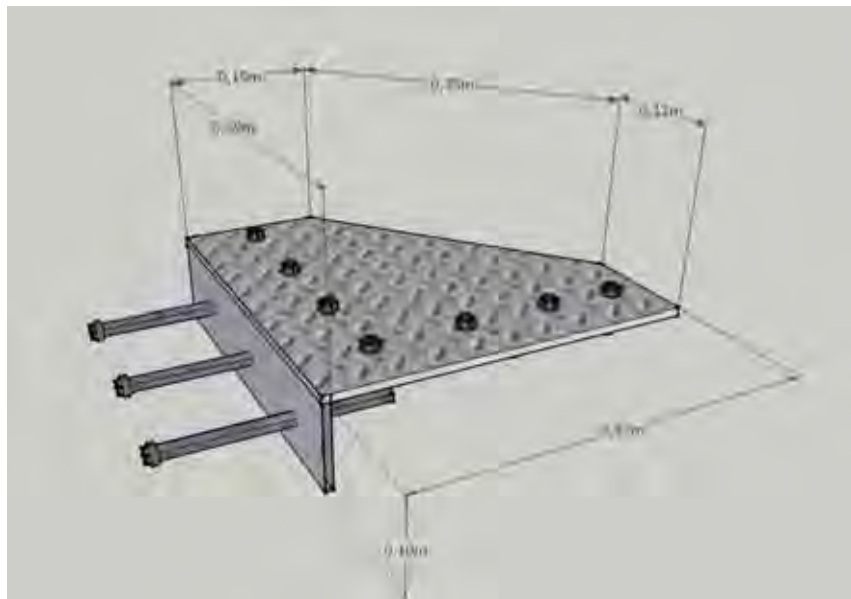


Figura. 145 Base para el ajuste del techo.: Elaboración propia 2010

El elemento que amarra el techo al módulo, está construido en acero de .60 mm de espesor y se ubica en las esquinas internas del mismo.

- Planos de Plantas. (Figura. 146)

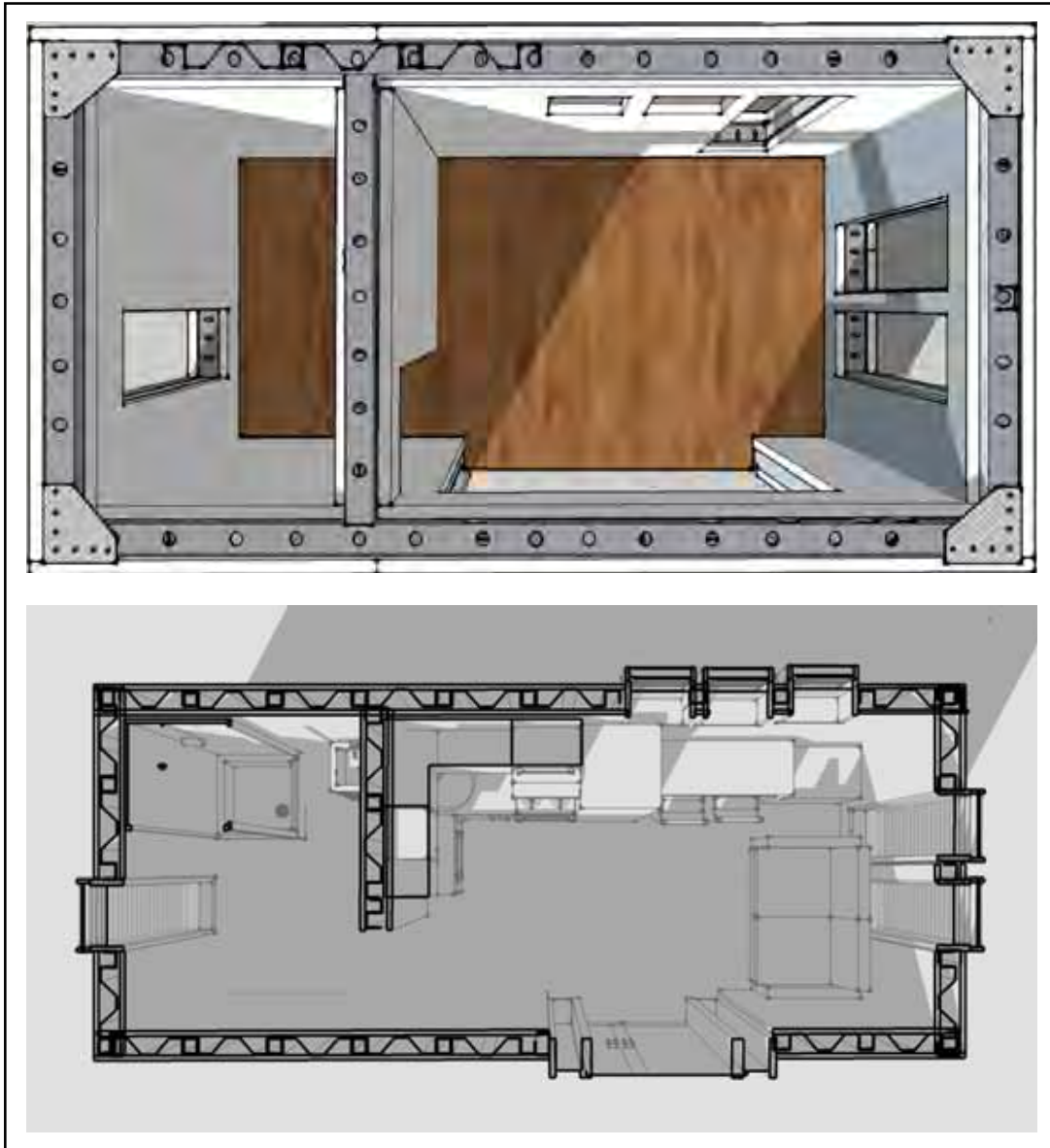


Figura. 146 Vista de Planta.: Elaboración propia 2010

- Planos de Cortes. (Figura. 147 y 148)

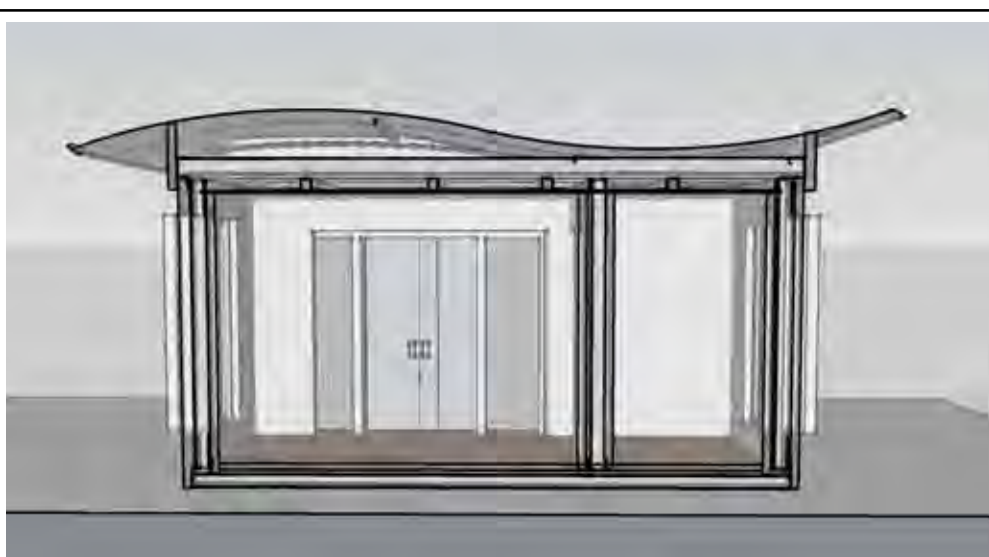


Figura. 147 Corte Longitudinal.: Elaboración propia 2010

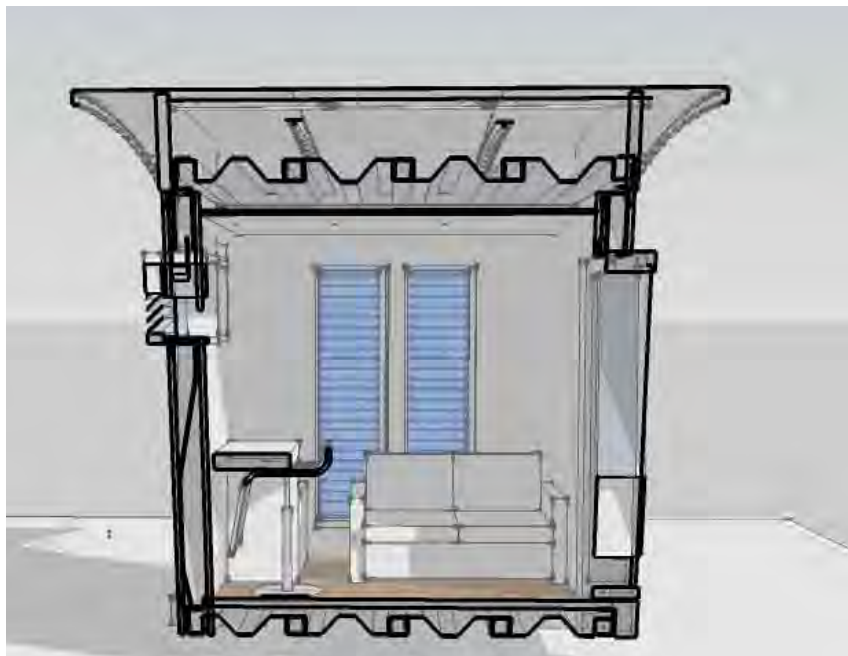


Figura. 148 Corte Transversal.: Elaboración propia 2010

- Planos de Fachadas. Fachadas Principal y Posterior (Figura. 149 y 150)



Figura. 149 Fachada Principal.: Elaboración propia 2010



Figura. 150 Fachada Posterior.: Elaboración propia 2010

- Planos de Fachadas. Fachadas Principal y Posterior (Figura. 151 y 152)



Figura. 151 Fachada Lateral Izquierda.: Elaboración propia 2010



Figura. 152 Fachada Lateral Izquierda: Elaboración propia 2010

- Instalaciones Sanitarias.

Las instalaciones sanitarias del módulo están canalizadas a través de la pared húmeda del mismo, aprovechando los surcos de las láminas de SIPROMAT. La tubería está diseñada para acoplarse con la red en sitio, una vez trasladado éste al terreno. (Figura.153 y 154)

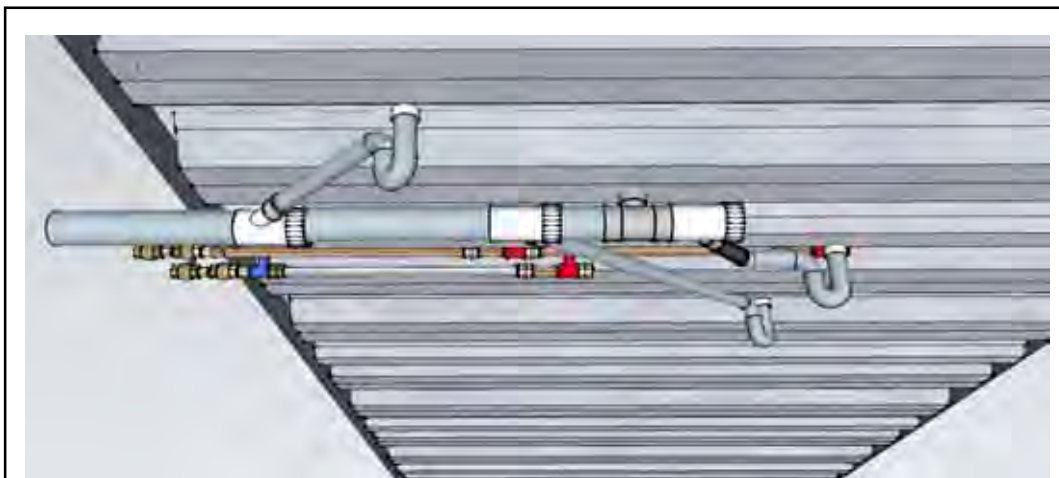


Figura. 153 Red de aguas blancas, negras y de lluvia. Fuente: Elaboración propia 2009

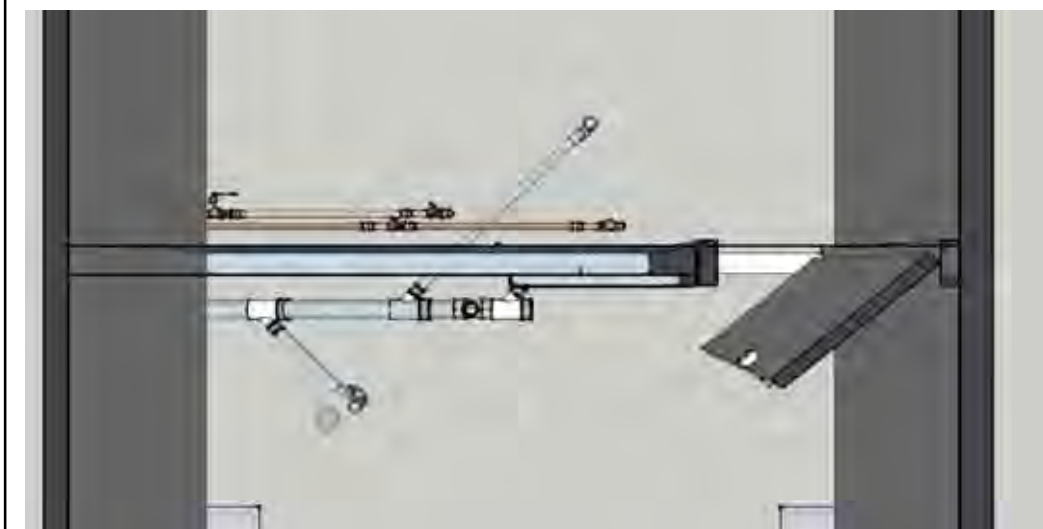

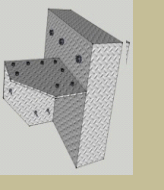






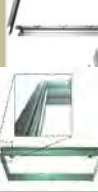










Figura. 154 Red de aguas blancas, negras y de lluvia. Fuente: Elaboración propia 2009

3.1.2 Cuadro de componentes del modelo prototipo.
 (Basado en el Cuadro de Componentes realizado para SIPROMAT).

CUADRO DE COMPONENTES SIPROMAT				CUADRO DE COMPONENTES COMPLEMENTARIOS			
MODULO A	COMPONENTE BASICO SIPROMAT	RIEL U	RIEL C	SUPLEMENTO S	Esquineros estructurales con bases interiores		
					DESARROLLO 120	DESARROLLO 33	DESARROLLO 56
COMPONENTE	DIM.	CANT.	L (m.)	L (m.)	L (m.)	cm	L (m.)
COMPUTOS METRICOS ELEMENTOS DE TECNOLOGIA SIPROMAT	PARED PRINCIPAL (2.40x4.90)	7	16,80 m.				
		3	0,90 m.				
		2	2,10 m.				
		2	4,90 m.	4,20 m.			
		1	3,10 m.	4,80 m.	4,90 m.		
		1	1,35 m.		3,10 m.		
		1	1,65 m.		1,35 m.		
		1	1,65 m.		1,65 m.		
		7	16,80 m.				
		3	4,50 m.				
PARED POSTERIOR (2.40x4.90)	3	0,90 m.					
	2	2,40 m.	4,80 m.				
	2	0,50 m.					
	6	4,90 m.	3,00 m.				
	2	4,90 m.		9,80 m.			
	2	1,65 m.		3,30 m.			
PARED LAT DERECHA (2.40x2.50)	2	2,40 m.	4,80 m.				
	4	1,20 m.					
	2	2,40 m.	4,80 m.				
	4	1,80 m.	7,20 m.				
PARED LAT IZQUIERDA (2.40x2.50)	2	2,50 m.					
	4	1,10 m.					
	3	2,40 m.	7,20 m.				
	2	0,30 m.					
PARED INTERIOR (2.40x2.3)	2	2,40 m.	4,80 m.				
	2	2,30 m.	3,60 m.				
	2	2,40 m.		4,80 m.			
	2	2,40 m.		4,80 m.			
PISO (4.90x2.50)	1	0,30 m.	2,40 m.				
	1	0,30 m.	0,30 m.				
	1	0,60 m.					
	1	2,40 m.		2,40 m.			
TECHO (4.90x2.50)	4	4,90 m.	19,60 m.				
	2	2,50 m.					
	4	4,90 m.	19,60 m.				
	2	4,90 m.	5,00 m.				
ELEMENTOS TECNOLÓGIA SIPROMAT	2	2,50 m.					
	2	2,50 m.					
ELEMENTOS TECNOLÓGIA BASICO SIPROMAT		2	98,00 m.				
TOTALES LONGITUD (m.)			98,00 m.	69,50 m.	48,10 m.		2,40 m.
METROS TOTALES LAMINAS EN COMPONENTES (m)			218,00				

<p>Esquineros estructurales superiores</p> <p>Lamina calibre 16 (8 und)</p>  <ul style="list-style-type: none"> Pemos x und.: 27 und Pemos x und.: 10 und Pemos tot.: 148 und 	<p>Esquineros estructurales con bases interiores</p> <p>Lamina cal 16 y 5 mm (4 und)</p>  <ul style="list-style-type: none"> Pemos x und.: 18 und Hilty x und: 7 und
<p>Tornillos de fijación Hilty</p> <p>Anclaje HSV M12x100</p> <ul style="list-style-type: none"> Tamaño del anclaje M12 Long. anclaje 100 mm Ø broca 12 mm Métrica de la tuerca 19 <p>TOTAL: 28,00 und.</p> 	<p>Tornillos con tuercas y arandelas</p> <ul style="list-style-type: none"> Tornillos cabeza hexagonal Tamaño del anclaje M12 Long. anclaje 60 mm Ø broca 8 mm Métrica de la tuerca 12 mm <p>TOTAL: 180,00 und.</p> 
<p>Tornillos autoroscentes fijación metal-metal</p> <p>Tornillos pan punta fina</p> <ul style="list-style-type: none"> #7x7/16" (11mm) Fijación entre perfiles metálicos e=0.45mm Tornillos x m: 2,5 und <p>TOTAL: 718,00 und.</p> 	<p>Tornillos autoroscentes fijación láminas acabados metal</p> <ul style="list-style-type: none"> Tornillos punta aguja #6x1-1/4" (32mm) Fijación entre anclajes y soportes acabados y perfiles metálicos Tornillos x m²: 8,5 und <p>TOTAL: 796,00 und.</p> 
<p>Perfiles Riel para sujeción de cielo raso en aluminio</p> <p>Perfil Omega en lámina cal. 24</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo 30 cm; 1,55 kg/m Área techo 4,90x2,50 m <p>TOTAL: 25,00 m.</p> 	<p>Laminas para techo CENTROLAM con</p> <p>CENTROLAM SSS0, calibre 26</p> <ul style="list-style-type: none"> A/Techada (4,90x2,50m) Aleros 0,60m Area neta: 7,30x3,70m Peso 5,00 kg/m² <p>TOTAL: 27,01 m².</p> 
<p> Marcos de puertas</p> <p>Marco lam. Doblada cal 24</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 de 1,00x2,00 (entrada) 1 de 0,70x2,00 <p>TOTAL: 9,70 m.</p> 	<p> Marcos de ventanas</p> <p>Formado por rieles U</p> <ul style="list-style-type: none"> Integrado a la estructura portante de las paredes 3 vanos 0,50x0,50m 3 vanos 0,50x1,80m 2 vanos 0,25x2,00m <p>TOTAL: (contabilizado)</p> 
<p>Puertas</p> <p>Madera entambrada</p> <ul style="list-style-type: none"> Interior ent. sanitario (med. 0,70x2,05 m) Exterior ent. principal (med. 0,90x2,05 m) <p>TOTAL: 3,28 m².</p> 	<p>Ventanas</p> <ul style="list-style-type: none"> Ventanas batientes Acopladas a la estructura, enmarcada en aluminio 3 und. 0,50x0,50m 3 und. 0,50x1,80m 2 und. 0,25x2,00m <p>TOTAL: 4,45 m².</p> 
<p>Laminas para fachadas Almaxco (5,00 x 1,2 m)</p> <p>Aplicadas tanto en interiores como en</p> <ul style="list-style-type: none"> 100% revest. interior 40% revest. Exterior e=4mm /4 kg/m² <p>TOTAL: 60,25 m².</p> 	<p>Láminas de Policarbonato Alveolar (2,10 x 5,90 m)</p> <p>Aplicadas en exteriores</p> <ul style="list-style-type: none"> 60% revest. Exteriores 10 mm Espesor 1,70 kg/m² <p>TOTAL: 23,45 m².</p> 
<p>Rieles perfiles aluminio p/fijación revestimientos</p> <p>instaladas directamente sobre laminas de los componentes</p> <ul style="list-style-type: none"> Dist c/60 cm <p>TOTAL: 9,70 m.</p> 	<p>Laminas de MDF (Medium Density Fibreboard)</p> <p>Laminas de 18 mm espesor (14,45 kg/m²)</p> <ul style="list-style-type: none"> Soporte revestimiento de pisos Piso (4,90x2,50m) <p>TOTAL: 12,25 m².</p> 
<p>Revestimiento pisos, laminado vinílico</p> <p>Material: PVC - Cloruro de Polivinilo virgen de alta calidad</p> <p>Densidad: 1,36 gr/cm3</p> <p>e=1,5mm• Piso (4,90x2,50)</p> <p>TOTAL: 15,25 m².</p> 	<p>Materiales Eléctricos</p> <p>Material: Tablero residencial 8 circuitos 125A</p> <p>(1). Interruptor TQL 1P 20A (4). Tubería EMT 1" x 6,10 m (1). Tubería EMT 1/2" x 6,10 m (5). Cable THW # 4 (12m). Cable THW # 12 (110m). Cajetín metálico 2x4" (8). Cajetín octogonal (3). Anillos terminales adaptadores (20). Interruptor sencillo blanco 1V 15A (1). Interruptor doble blanco 1V 15A (2). Toma para empotrar blanca 15Amp 125V (5).</p> <p>I. I. Sanitarias Aguas Servidas y Claras.</p> <p>II. Tubo PVC Reforzado 2" (50mm)x 3,00m (3). Tubo PVC Reforzado 4" (110 mm)x 3,00m (2). Yee 2x2 (3). Tee 2" (3). Codo 2"x45º (2). Codo 2"x90º (4). Sifon 4" (1). Sifon 2" (2). Pegamento para tubería PVC 240 ml (1). Regilla estándar de bronce 6" descarga 2" (3). Tapa ciega de bronce (1). Tubería PVC soldable p/agua fría x 6 m (2,20). Union universal de 1/2" soldable (2). Anillos, codos, tee 1/2" soldable (24). Adaptador hembra 1/2" soldable agua fría (5). niple 5cm HG (5). soldadura para pvc 475 ml (1)</p>
<p>Equipamiento y Accesorios.</p> <p>Lavamanos chelsea blanco (1). WC coronet blanco (1). Grupo Fregadero acero 84x53 1 ponchera c/escurreidor (1). Grupo ducha 8" manillas cromadas (1). Ducha estándar cromada (1). Llave arresto (3). Canilla p/WC (1). Grifería 4" lavamanos cromada (1). Grifería fregadero (1). Sifon fregaplatos (1), desagüe lavamanos (1), desagüe fregaplatos (1)</p>	

Cuadro 9. Cuadro de Componentes del Prototipo del Módulo A. Fuente: Elaboración propia. 2010

3.2 Aplicaciones del SME. Ejemplos

El módulo Básico o Módulo A se define como el módulo generador del sistema habitacional, al contener un habitáculo suficiente para que dos personas puedan habitarlo temporalmente para, a partir de él, crecer la edificación hasta conformar una definitiva que cumpla con las necesidades finales de sus usuarios. (Figura. 155)



Figura. 155. El Módulo A Fuente: Elaboración propia 2010

El Módulo A es la mínima expresión del habitar del SME, es por ello que se considera como la célula generadora, la cual va a marcar el inicio del crecimiento progresivo de la edificación.

Es decir, que el SME considera edificaciones conformadas por la suma de varios módulos espaciales o, de ser el caso, edificaciones conformadas por un solo módulo.

Partiendo de este concepto, se han identificado tres tipos de edificaciones según su función, a saber:

1. Edificaciones para Viviendas

1.1 Aislada con crecimiento progresivo

1.2 Pareada con crecimiento progresivo

1.3 De dos Pisos con crecimiento progresivo.

2. Edificaciones para Campamentos u Oficinas

3. Edificaciones para casos de Emergencia

Es importante acotar que para edificaciones localizadas en terrenos en pendiente o de difícil geografía, la instalación de los módulos se rige por el dictamen reflejado en los Estudios de Suelo practicados a dicho terreno en referencia al tipo de infraestructura requerida para cada caso.

1.1 Vivienda Aislada con crecimiento progresivo

Cada una de estas viviendas está conformada por 6 Módulos A, un Modulo B y un espacio exterior unificador que los inter-relaciona (Figura. 156).

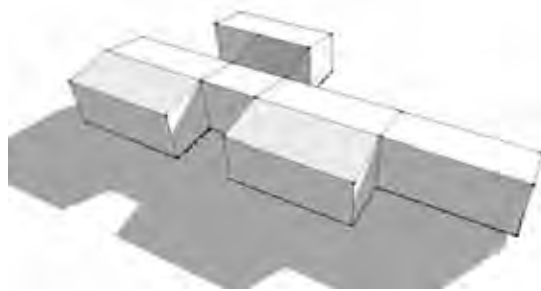


Figura. 156. Vivienda Aislada Fuente: Elaboración propia 2010

La edificación estará ubicada en un terreno con zonificación R2, con un área aproximada de 1.235 m² y con superficie de topografía plana y orientación Norte-Sur. (Figura. 157).

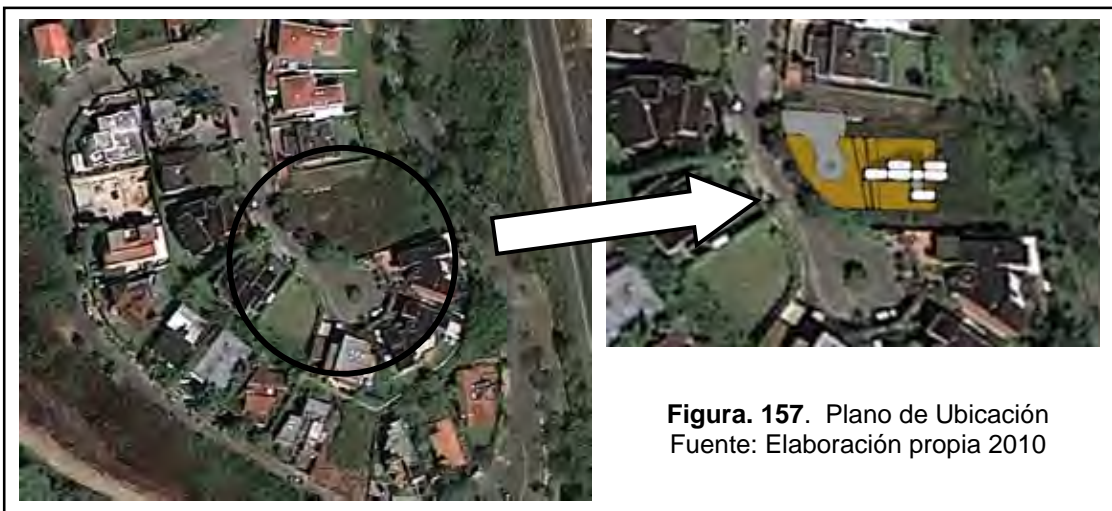


Figura. 157. Plano de Ubicación Fuente: Elaboración propia 2010

La vivienda se construirá por etapas, a saber: (Figura. 158)

- 1ra Etapa: 1 Módulo A para áreas de sanitario completo, cocina-comedor y sala con sofá-cama para dos personas. (15.25 m²)
- 2da Etapa: 3 Módulos A + 1 Módulo B para áreas de ampliación de sala, comedor y cocina, área de acceso, sanitario, estudio, y habitación principal con sanitario privado. (53.50 m²)
- 3ra Etapa: 2 Módulos A + Área externa de conexión entre módulos, para áreas de habitaciones (2) y salón familiar. (30.5 m² + 7.75 m²)

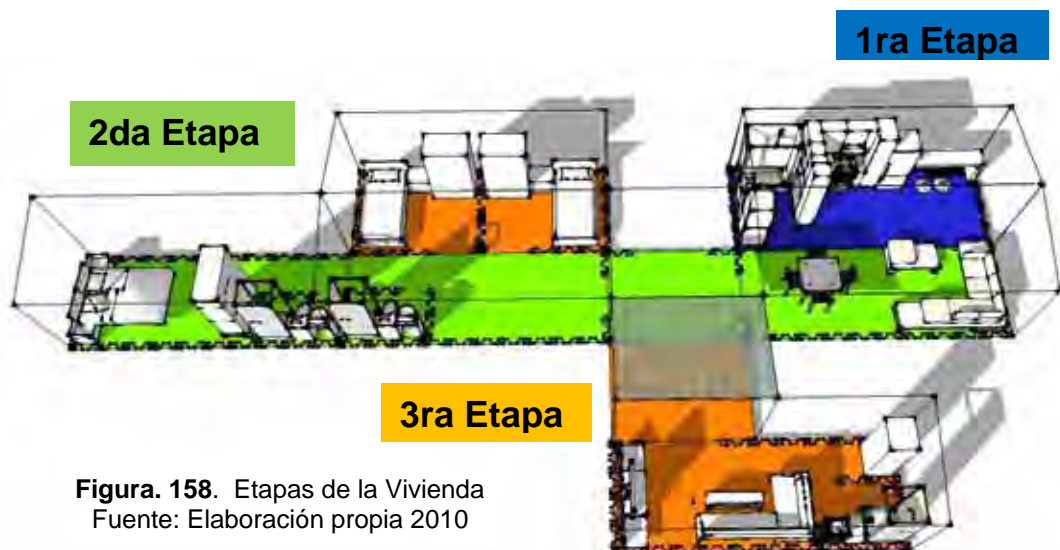


Figura. 158. Etapas de la Vivienda
Fuente: Elaboración propia 2010

En una primera instancia, el cliente adquiere primero un módulo A, el cual contendrá la cocina, sanitario y área de sala-comedor con un sofá cama para dos personas. Este Módulo A presenta una puerta de acceso con ventanales que al retirarlos permite acoplar otro Módulo A para sala y comedor y el resto de los Módulos de la 2da Etapa con el dormitorio principal, sanitarios y área de estudio. Posteriormente y con la implementación de un espacio exterior de conexión, otro Módulo A contiene un área de salón familiar, con lo cual se completa la vivienda de 106.75 m².

1.2 Vivienda Pareada con Crecimiento Progresivo.

Grupo de 4 viviendas pareadas, compuestas cada una por 6 Módulos A y un espacio exterior unificador que los inter-relaciona entre sí. (Figura. 159).

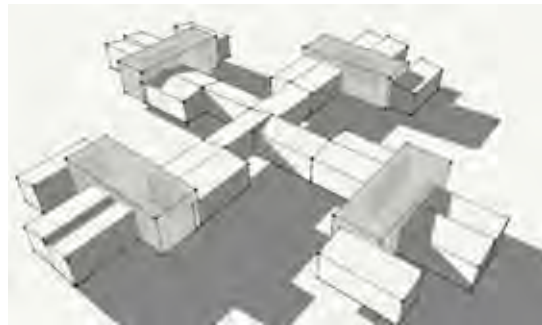


Figura. 159. Vivienda Pareada Fuente: Elaboración propia 2010

La edificación estará ubicada en un terreno con zonificación R2, con un área aproximada de 3.825 m² y con superficie de topografía plana y orientación Norte-Sur. (Figura. 160).

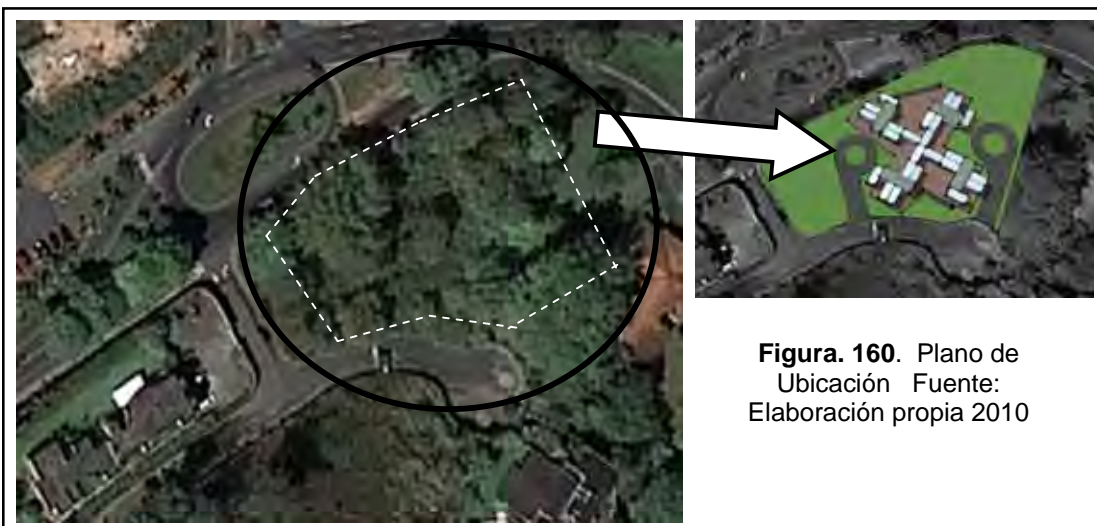


Figura. 160. Plano de Ubicación Fuente: Elaboración propia 2010

La vivienda de 122 m², se construirá por etapas, a saber: (Figura. 161)

- 1ra Etapa: 2 Módulos A para áreas de sanitario completo, cocina-comedor y sala con sofá-cama para dos personas. (30.50 m²)
- 2da Etapa: 2 Módulos A + un área externa de integración espacial. Contempla áreas de ampliación y conexión y habitación principal con sanitario privado. (30.50 m² + 30.50 m²)
- 3ra Etapa: 2 Módulos A, para áreas de habitación y salón familiar. (30.5 m²)

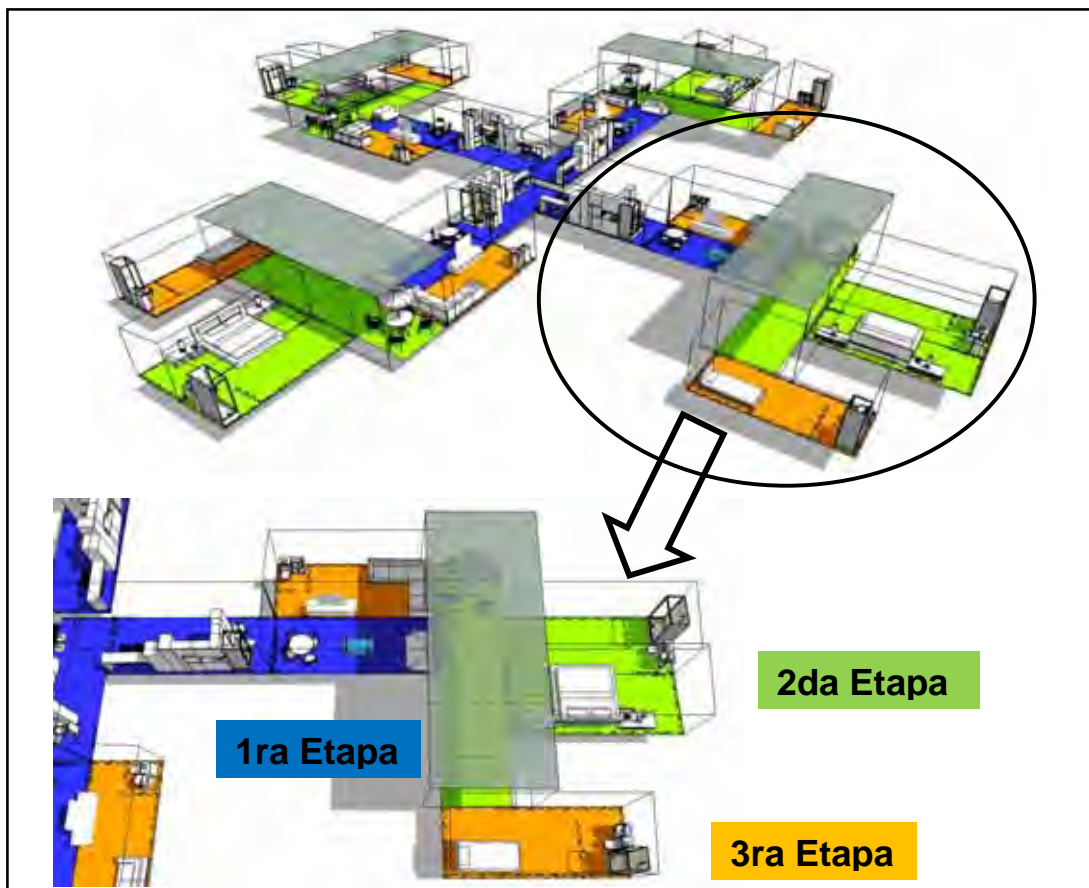


Figura. 161. Etapas de la Vivienda. Fuente: Elaboración propia 2010

1.3 Vivienda de dos Pisos con crecimiento progresivo.

Se trata de una vivienda de unifamiliar de dos pisos conformada por 8 Módulos A + 1 Módulo B y un espacio exterior unificador que los inter-relaciona (Figura. 162).

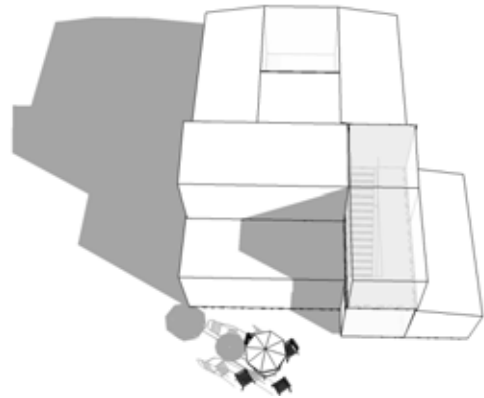


Figura. 162. Vivienda Unifamiliar Fuente: Elaboración propia 2010

La edificación estará ubicada en un terreno con zonificación R2, con un área aproximada de 3.358 m² y con superficie de topografía en terrazas y orientación Norte-Sur. (Figura. 163).

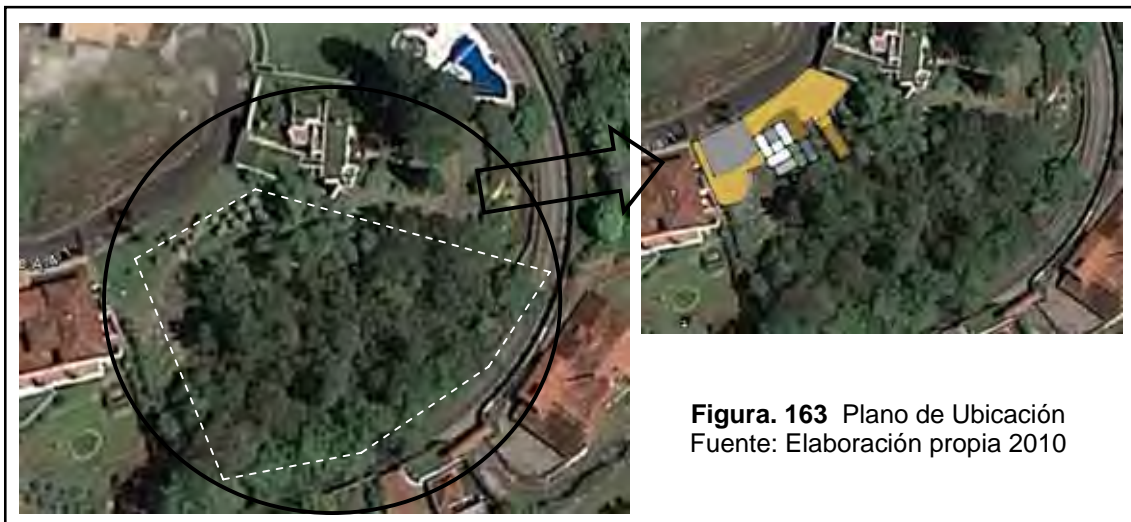


Figura. 163 Plano de Ubicación
Fuente: Elaboración propia 2010

La vivienda se construirá por etapas, a saber: (Figura. 164)

- 1ra Etapa: 2 Módulos A + 1 Módulo B, para áreas de sanitario completo, cocina-comedor, sala con sofá-cama para dos personas y área de acceso principal. (38.25 m²)
- 2da Etapa: 4 Módulos A, área de escaleras internas y habitación principal con sanitario privado (61.0 m²)
- 3ra Etapa: 2 Módulos A, para áreas de habitación y salón familiar. (30.5 m²)

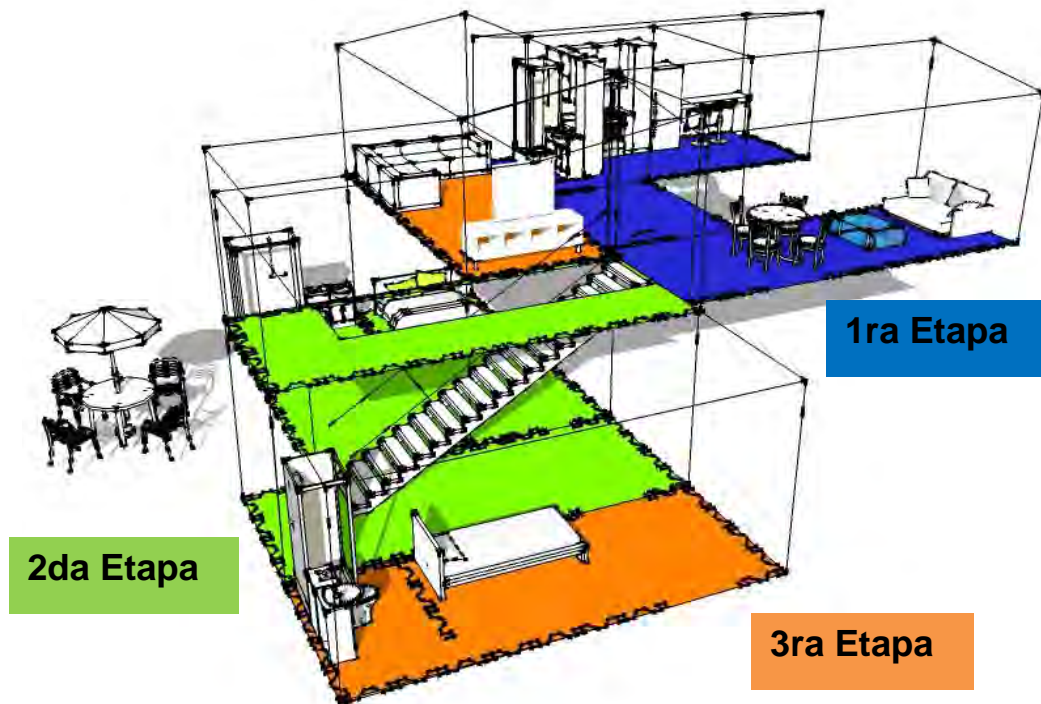


Figura. 164. Etapas de la Vivienda. Fuente: Elaboración propia 2010

Esta es una vivienda de 129.75 m² en dos plantas, ubicada en un terreno en terrazas, para lo cual los módulos se implantan siguiendo la topografía existente.

2. Edificaciones para Campamentos u Oficinas

Se trata de un campamento en obra para la construcción del ferrocarril en los llanos venezolanos.

Como requerimiento, se establecen habitaciones para los profesionales a cargo y sanitarios y comedor para todos los empleados. El campamento conformado por 7 Módulos A y 1 Módulo B, consta de habitación para el presidente de la empresa con sala de reuniones y sanitario privado, habitaciones para damas y habitaciones para caballeros con sanitarios, sanitarios para los obreros, área de comedor y cocina y estacionamiento. (Figura. 165)

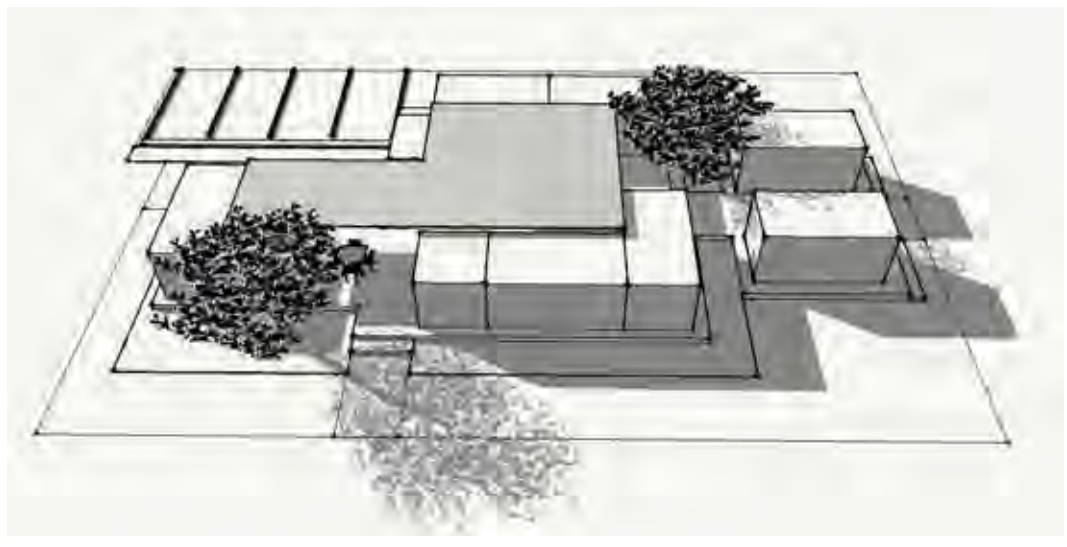


Figura. 165 Campamento en obra Fuente: Elaboración propia 2010

El proyecto se realizó tomando en consideración la zona del país en la cual se implantaran los módulos, con la finalidad de escoger tanto el tipo de acabado más apropiado para esa zona como el tipo de módulo que se adaptara mejor a dicho clima.

Las 8 edificaciones que conforman el campamento están integradas por medio de una cubierta externa, creando un espacio de permanencia apropiado para el encuentro de sus usuarios.

La edificación con carácter temporal estará ubicada en un terreno con área 9.148,20 m². (Figura. 166)



La edificación se construirá en una sola etapa, a saber: (Figura. 167)

- 2 Módulos A + 1 Módulo B, para áreas de habitaciones y sanitarios para empleadas. (38.25 m²)
- 2 Módulos A, para habitación y sanitarios para empleados (30.5 m²)
- 2 Módulos A, para habitación y sanitarios del director y salón de reuniones (30.5 m²)
- 1 Módulo A, para área de cocina (15.25 m²)

- Área techada de integración con mesas para comedor y estar.

Una vez culminados los trabajos de construcción en el área, el campamento se desmantelara pudiéndose transportar los módulos a otra locación.



Figura. 167. Campamento en obra Fuente: Elaboración propia 2010

A continuación dos alternativas de disposición de los módulos de habitaciones. (Figura. 168)

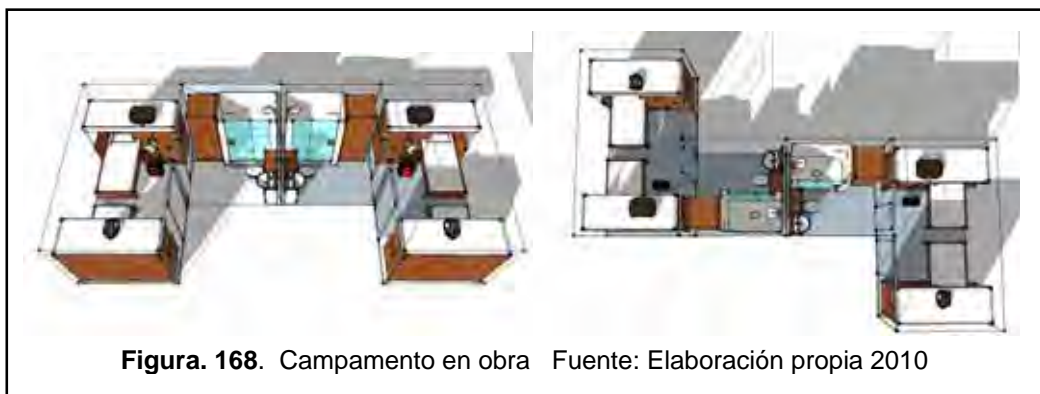


Figura. 168. Campamento en obra Fuente: Elaboración propia 2010

Edificaciones para el caso de una oficina

Para oficinas transportables, se propone una alternativa conformada por un Módulo A, con dimensiones 15.25 m². (Figura. 169)



Figura. 169. Oficina transportable

La edificación se construirá en una sola etapa, a saber: (Figura. 170)

- 1 Módulo A, para áreas de oficina, sanitario y servicios. (15.25 m²)



Figura. 170 Oficina transportable Fuente: Elaboración propia 2010

3. Edificaciones para casos de Emergencia

Para casos de emergencias se propone la implementación de una edificación conformada por un Módulo A + 1 Módulo B, con área igual a 23.00 m², la cual podrá albergar a una familia de 4 personas. (Figura. 171)

Esta vivienda será carácter temporal construida en una sola etapa.

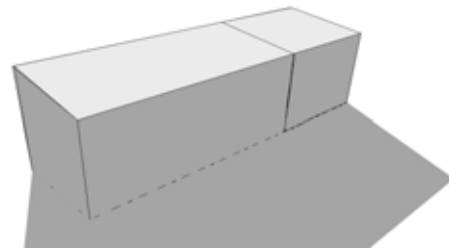


Figura. 171. Casos de emergencias Fuente: Elaboración propia 2010

La edificación estará ubicada en un terreno con zonificación R2, con un área aproximada de 3.358 m² y con superficie de topografía en terrazas y orientación Norte-Sur. (Figura. 172).

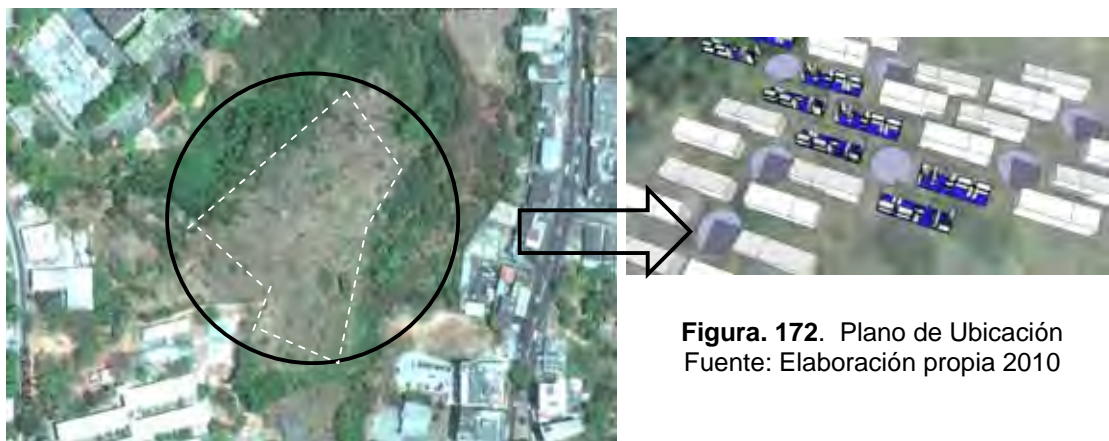


Figura. 172. Plano de Ubicación Fuente: Elaboración propia 2010

La edificación se construirá en una sola etapa, a saber: (Figura. 173)

- 1 Módulo A + 1 Módulo B, para áreas de habitaciones, sanitario, cocina y comedor. (23.00 m²)



Figura. 173 Casos de Emergencia Fuente: Elaboración propia 2010

3.3 Estudio de Caso.

Edificación Temporal en obra.

A continuación se refiere el estudio de un caso en particular como lo es el proyecto y construcción de una edificación multifamiliar ubicada en la Urb. Vizcaya del Municipio El Hatillo, Caracas. (Figura. 174)



Figura. 174 Ubicación del terreno. Fuente: Google Earth. 2010

Para los fines del desarrollo de dicha obra se requiere de edificaciones temporales en sitio, a saber:

- Oficinas y servicios para los profesionales
- Áreas de lockers y baños para obreros
- Área de comedor y cocina
- Área de depósitos

Estas edificaciones temporales estarán ubicadas dentro de la zona oeste del terreno, con acceso directo y controlado desde la calle y con un área aproximada de 1.835,62 (Figura. 175)



Figura. 175 Ubicación de las edificaciones temporales Fuente: Elaboración propia. 2010

A continuación se presenta la evolución de una obra de este tipo realizada con el SME, para lo cual se procederá como sigue:

1. Coordinación Modular.

Diseño del campamento tomando en consideración el número de profesionales y de obreros que van a trabajar en sitio, sus necesidades y los requerimientos de depósito de materiales y herramientas a ser utilizados en obra, a saber:

- 3 Profesionales
- 52 Obreros
- 2 Vigilantes.
- 1 Médico y 1 Auxiliar
- 3 Personal de Cocina

De acuerdo al número de personas presentes en obra, se decide ubicar en el terreno las siguientes facilidades, a saber:

- Batería de Sanitarios para 55 a 75 obreros. (31,00 m²): 4B.
- Oficina y Sala de Reuniones con Sanitarios. (30,75 m²): 1A + 2B
- Área de Comedor y Cocina. (61,00 m²): 4A
- Dormitorios y Sanitarios para la Vigilancia. (15,25 m²): 1A
- Caseta de Vigilancia. (7,75): 1B
- Deposito y Dispensario Médico (91,50 m²): 6A

El conjunto de edificaciones descritas anteriormente definen el Campamento en obra, con un área de ubicación aproximada de 254,50 M². (Figura.176).

Cabe mencionar que luego de construido el edificio, se retirará el campamento, a fin de poder continuar con la construcción de las áreas externas del proyecto residencial.



Figura. 176 Área de las edificaciones temporales Fuente: Elaboración propia. 2010

Una vez definidas las áreas conforme a las actividades, se procede con el diseño de las edificaciones, su implantación en el sitio y el diseño de las áreas externas y de conexión con el edificio de apartamentos. (Figura. 177)



Figura. 177 Área de las edificaciones temporales Fuente: Elaboración propia. 2010

Antes de comenzar la descripción de los trabajos de armado de los módulos, es importante acotar que se establece la existencia de una fábrica de nivel Avanzado de 843 m², ubicada en Guarenas, a 42 Km del sitio de obra. (Ver Consideraciones sobre los Tipos de Fábrica)

Producción.

2. Panelización y Elementos de Rigidización del módulo.

Una vez listo el proyecto para el campamento, se comienza a trabajar en el ensamblaje de las paredes de los módulos, los elementos de rigidización y los marcos de ventanas y puertas. Esta producción se realizó de manera seriada, es decir, se ensamblaron los elementos que conforman todos los módulos, en serie.

Nota: Al mismo tiempo, se deben de comenzar a realizar los trabajos de acondicionamiento del terreno de acuerdo a la disposición final del campamento.

3. Instalaciones. Paredes Húmedas.

Una vez ensambladas las paredes del módulo se separan aquellas por donde se van a pasar las tuberías (sanitarias y eléctricas).

4. Almacenaje en Fábrica

Todas las paredes que se van a utilizar para este trabajo se identifican y se colocan por grupos para facilitar el ensamblaje de cada módulo espacial.

5. Ensamblaje y montaje de Pisos y paredes.

Para ensamblar cada módulo espacial, se debe de comenzar por ajustar primero las paredes a los pisos del módulo. Esto se hace atornillando las paredes desde el riel C al mismo en los bordes del piso.

6. Ensamblaje y montaje del Plafón

Una vez ajustadas las paredes al piso se puede colocar el plafón de techo ajustándolo a los bordes superiores de las paredes con la ayuda de los rieles del cielo raso.

7. Ensamblaje y montaje del Techo

El techo puede ser ensamblando al mismo tiempo que las paredes y el piso. Es un elemento que se transporta aparte del módulo al sitio de obra. Según cada modelo, el techo consta de una base armada en láminas de SIPROMAT, a la que se ajusta la cubierta superior.

8. Montaje de los revestimientos y acabados

Los revestimientos se colocan ajustándolos a las paredes del módulo espacial tanto en su interior como en su exterior, mediante elementos de fijación que varía según el tipo de acabado.

9. Acondicionamiento, manipulación y traslado de los Módulos.

Una vez armado, amoblado y acondicionado el módulo espacial con forros plásticos, se le colocan los elementos de rigidización temporal, los cuales protegerán el módulo durante su traslado a la obra.

Los módulos serán transportados en gandola Semi trailer con capacidad para 3 módulos A o 5 módulos B, con lo cual se realizarán 6 viajes en total.

10. Acondicionamiento del terreno.

Para este momento ya debe de estar listo el terreno para la llegada de los módulos espaciales. Dentro del área se debe de prever un espacio para la llegada de la gandola, el cual será de aproximadamente 340 M2, localizado contiguo al acceso desde la calle.

En el terreno estará lista la estructura base en donde se colocaran los módulos y las instalaciones sanitarias y eléctricas correspondientes.

11. Montaje de los módulos en el sitio definitivo.

Con la ayuda de una grúa o montacargas, se coloca el módulo en sitio, retirándole los elementos de rigidización temporal y los plásticos protectores.

12. Anclaje de los módulos en sitio.

Se anclan las bases del módulo espacial al piso con tornillos de fijación tipo Hilti

13. Acoplamiento entre módulos (Horizontal y Vertical)

Ya fijados al piso, los módulos espaciales están listos para recibir otro módulo encima o de ser el caso, el techo correspondiente.

El modulo o el techo son ajustados desde el exterior mediante el uso de tornillos arroscados. De igual manera, se fijara un módulo al otro localizados contiguamente.

14. Colocación de elementos finales.

Ya armada la edificación conformada por los módulos espaciales, se colocaran todos los elementos externos.

15. Conexión de las Instalaciones.

Finalmente, se procede a conectar todas las instalaciones del módulo a las tomas externas ya previstas en el terreno de acuerdo al proyecto.

Detalles de las Edificaciones que conforman el Campamento de Obra.

1. Caseta de Vigilancia (Figura. 178)

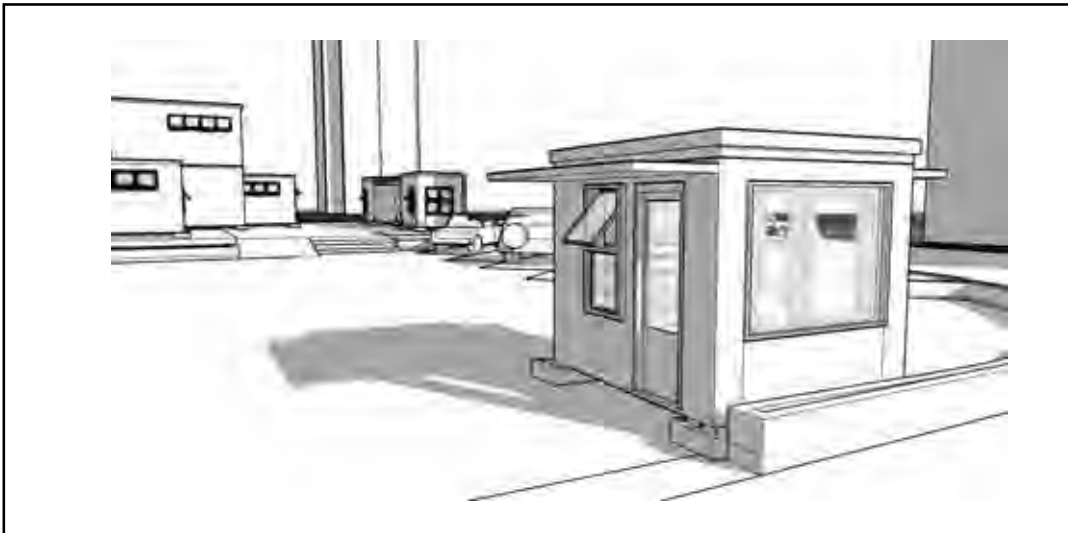


Figura. 178 Caseta de Vigilancia Fuente: Elaboración propia. 2012

2. Oficinas y Sala de Reuniones. (Figura. 179)



Figura. 179 Oficinas. Estudio de Casos. Fuente: Elaboración propia. 2012

3. Sanitarios y Lockers para Obreros. (Figura. 180)

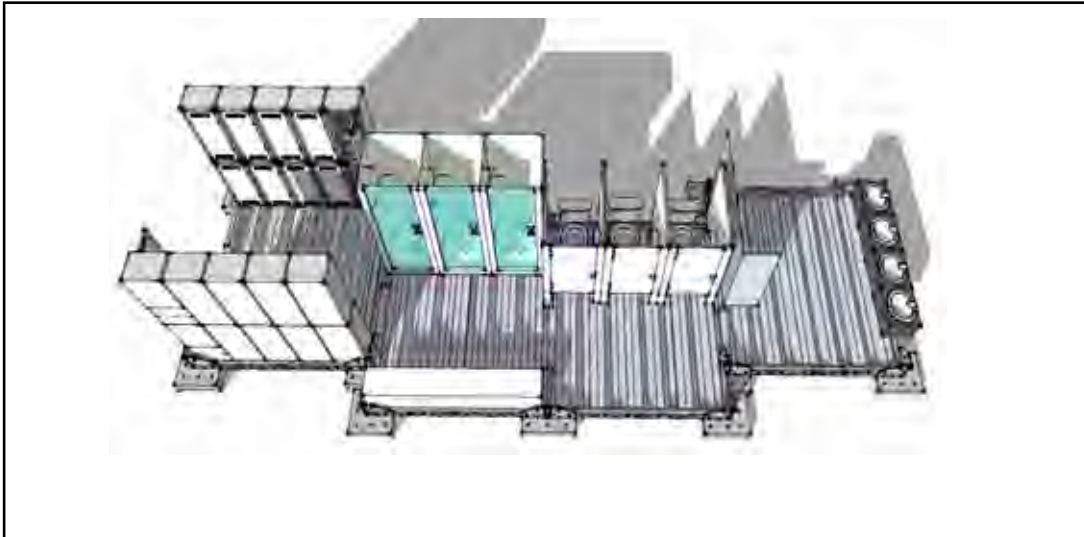


Figura. 180 Oficinas. Estudio de Casos. Fuente: Elaboración propia. 2012

4. Dormitorio Vigilancia. (Figura. 181)

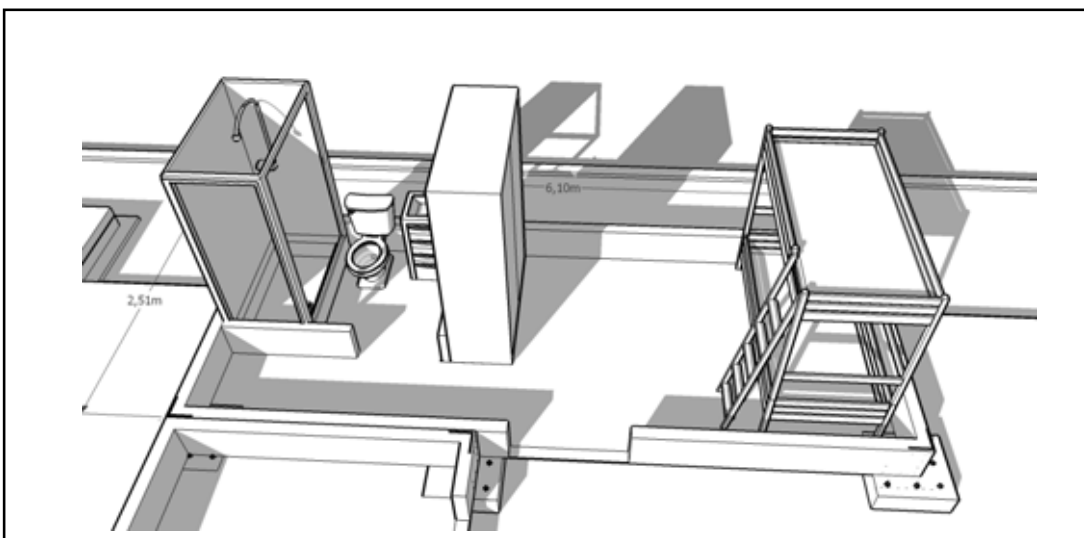


Figura. 181. Dormitorios Fuente: Elaboración propia 2010

5. Depósitos y Dispensario Médico. (Figura. 182)

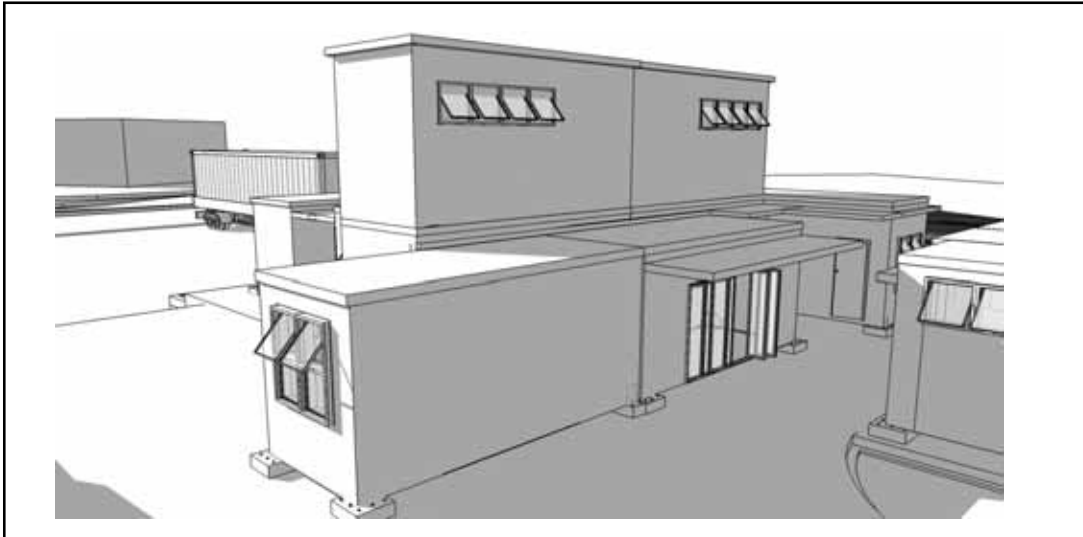


Figura. 182. Depósitos y dispensario Fuente: Elaboración propia 2010

6. Área de Comedor y Cocina. (Figura. 183)

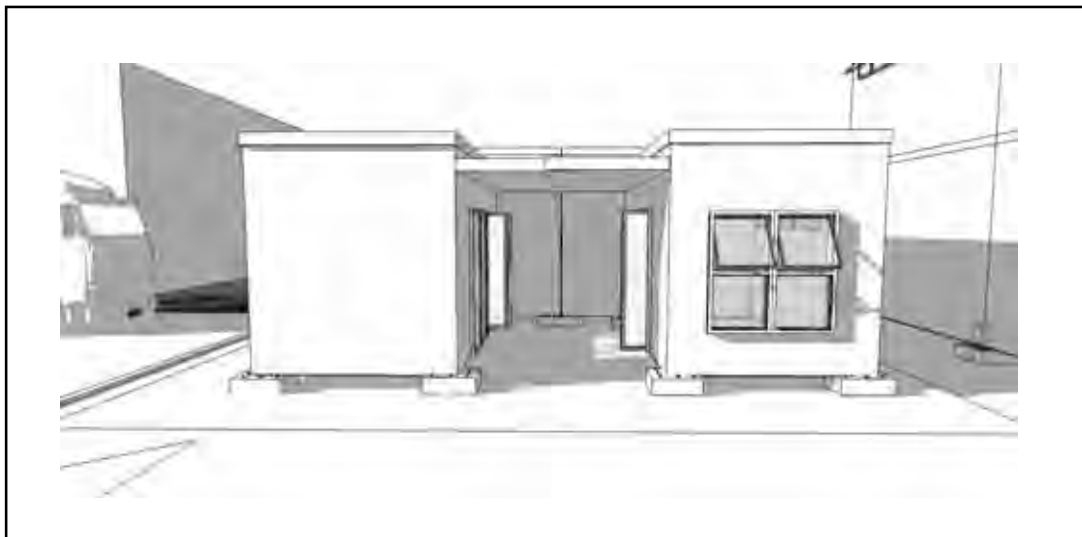


Figura. 183 Comedor Fuente: Elaboración propia 2010

3.3.1 Cuadro de componentes del campamento.

CUADRO DE COMPONENTES SIPROMAT			CUADRO DE COMPONENTES COMPLEMENTARIOS			
MODULO A	COMPONENTE BASICO S PROMAT	REL U	RIEL C	SUPLEMENTO S	Esquineros estructurales superiores	Esquineros estructurales con bases inferiores
COMPLEMENTO	DESARROLLO: L (m.)	DESARROLLO: L (m.)	DESARROLLO: L (m)	DESARROLLO: L (m.)	Lamina calibre 16 (162 und)	Lamina cal 16 y 5 mm (4 und)
COMPUTOS METRICOS ELEMENTOS DE TECNOLOGIA SIPROMAT						
PARED FRENTE (2.40x4.90)	CANT. 84 2.40 m. 201.60 m. 0.30 m. 10.80 m. 2.10 m. 24	DESARROLLO: 33 cm L (m.) 50.40 m. 57.60 m.	DESARROLLO: 21 cm L (m) 58.80 m. 37.20 m. 16.20 m. 19.80 m.	DESARROLLO: 56 cm L (m.)	Lamina calibre 16 (162 und)	Lamina cal 16 y 5 mm (4 und)
12 MOD A	2.40 m. 24 4.90 m. 12 3.10 m. 12 1.35 m. 12 1.65 m. 12	50.40 m. 57.60 m.	58.80 m. 37.20 m. 16.20 m. 19.80 m.		Anclaje HSY M12x100 Tamaño del anclaje M12 Long. anclaje 100 mm Ø broca 12 mm Métrica de la tuerca 19 mm 4 bases x 7 und TOTAL: 532,00 und.	Base inf. plancha e=5mm • Pernos x und.: 18 und • Hfity x und.: 7 und
PARED POSTERIOR (2.40x4.90)	2.40 m. 84 1.50 m. 36 0.30 m. 36 2.40 m. 24 0.50 m. 36 4.90 m. 24 1.65 m. 24	201.60 m. 54.00 m. 10.80 m. 57.60 m. 18.00 m.	117.60 m. 39.60 m.		Tornillos autoroscantes fijación metal-metal • #7x7/16" (11mm) • Fijación entre perfiles metálicos e=0.45mm • Tornillos x m: 2.5 und. TOTAL: 13.642,00 und.	Tornillos cabeza hexagonal • Tamaño del anclaje M12 • Long. anclaje 60 mm • Ø broca 8 mm • Métrica de la tuerca 12 mm TOTAL: 3.420,00 und.
PARED LAT DERECHA (2.40x2.50)	2.40 m. 38 0.30 m. 76 2.40 m. 38 1.80 m. 76 2.50 m. 38 1.10 m. 76	91.20 m. 22.80 m. 91.20 m. 136.80 m.	95.00 m. 83.60 m.		Perfiles Riel para sujeción de cielo raso en aluminio • Peril Omega en lámina cal. 24 • Desarrollo 30 cm; 1,55 kg/m • Area techo 4,90x2,50 m • Distribución c/60 cm TOTAL: 475,00 m.	Laminas para techo CENTROLAM con aislamiento • A7Techeda (4,90x2,50m) • Aleros 0,60m • Area neta: 7,30x3,70m Peso 5,00 kg/m² TOTAL: 513,19 m².
PARED LAT IZQUIERDA (2.40x2.50)	2.40 m. 38 0.30 m. 38 2.40 m. 38 1.80 m. 38 2.30 m. 38 2.40 m. 38	91.20 m. 22.80 m. 91.20 m. 68.40 m.	87.40 m. 91.20 m.		Marcos de puertas Marco lam. Doblada cal 24 • 1 de 1,00x2,00 (entrada) • 1 de 0,70x2,00 (sanitario) TOTAL: 184,30 m.	Marcos de ventanas Formado por rieles U • Integrado a la estructura portante de las paredes • 3 varos 0.50x0,50m • 3 varos 0.50x1,80m • 2 varos 0.25x2,00m TOTAL: (contabilizado)
PARED FRENTE (2.40x2.50)	2.40 m. 14 1.80 m. 28 2.50 m. 14 1.10 m. 28	33.60 m. 50.40 m.	35.00 m. 30.80 m.		Puertas Madera entamborada • Interior ent. sanitario (med. 0,70x2,05 m) • Exterior ent. principal (med. 0,90x2,05 m) TOTAL: 62,32 m².	Ventanas Ventanas batientes • Acoplada a la estructura, enmarcada en aluminio • 3 und. 0,50x0,50m • 3 und. 0,50x1,80m • 2 und. 0,25x2,00m TOTAL: 84,55 m².
PARED POSTERIOR (2.40x2.50)	2.40 m. 21 0.30 m. 14 2.40 m. 6 0.30 m. 6 2.30 m. 12 0.60 m. 6 2.40 m. 6	50.40 m. 4.20 m. 14.40 m. 1.80 m.	32.20 m. 33.60 m.		Laminas para fachadas Almaxco (5,00 x 1,2 m) Aplicadas tanto en interiores como en exteriores • 100% revest. interior • 40% revest. Exterior • e=4mm /4 kg/m² TOTAL: 1.144,75 m².	Láminas de Policarbonato Alveolar (2,10 x 5,90 m) Aplicadas en exteriores • 60% revest. Exteriores • 10 mm Espesor • 1,70 kg/m² TOTAL: 445,51 m².
PARED INTERIOR (2.40x2.3)	2.40 m. 12 0.30 m. 6 2.40 m. 6 0.30 m. 6 2.30 m. 12 0.60 m. 6 2.40 m. 6	28.80 m. 1.80 m. 14.40 m. 1.80 m.	27.60 m. 3.60 m.	14.40 m.	Rieles perfiles aluminio p/fijación revestimientos Instaladas directamente sobre laminas de los componentes • Dist c/60 cm TOTAL: 184,30 m.	Laminas de MDF (Medium Density Fibreboard) Laminas de 18 mm espesor (14,45 kg/m²) Soporte revestimiento de pisos • Piso (4,90x2,50m) TOTAL: 232,75 m².
PISO (4.90x2.50)	4.90 m. 48 4.90 m. 24 2.50 m. 24	235.20 m. 117.60 m. 60.00 m.			Revestimiento pisos laminado vinílico Material: PVC - Cloruro de Polivinilo virgen de alta calidad Densidad: 1,36 gr/cm3 e=1,5mm• Piso (4,90x2,50) TOTAL: 289,75 m².	Materiales de MDF (Medium Density Fibreboard) Laminas de 18 mm espesor (14,45 kg/m²) Soporte revestimiento de pisos • Piso (4,90x2,50m) TOTAL: 232,75 m².
PISO (2.50x2.50)	4.90 m. 28 4.90 m. 14 2.50 m. 14	137.20 m. 68.60 m. 35.00 m.			Equipamiento y Accesorios. Lavamanos chelsea blanco (1), WC coronet blanco (1), Fregadero acero 84x53 1 ponchera c/escudridor (1), Grupo ducha 8" marmillas cromadas (1), Ducha estandar cromada (1), Llave arnes (3), Canilla (2), Canilla p/WC (1), Grifetería 4" lavamanos cromada (1), Grifera fregadero (1), Sifon fregaplatos (1), desagüe lavamanos (1), desagüe fregaplatos (1)	Materiales Eléctricos Material: Tablero residencial 8 circuitos 125A (1), Interruptor TQL IP 20A (4), Tubería EMT 1" x 6,10 m (1), Tubería EMT 1/2" x 6,10 m (5), Cable THW # 4 (12m), Cable THW # 12 (110m), Cajetín metálico 2x4" (8), Cajetín octocanal (3), Anillos terminales
TECHO (4.90x2.50)	4.90 m. 48 4.90 m. 24 2.50 m. 24	235.20 m. 117.60 m. 60.00 m.			Revestimiento pisos laminado vinílico Material: PVC - Cloruro de Polivinilo virgen de alta calidad Densidad: 1,36 gr/cm3 e=1,5mm• Piso (4,90x2,50) TOTAL: 289,75 m².	Materiales Eléctricos Material: Tablero residencial 8 circuitos 125A (1), Interruptor TQL IP 20A (4), Tubería EMT 1" x 6,10 m (1), Tubería EMT 1/2" x 6,10 m (5), Cable THW # 4 (12m), Cable THW # 12 (110m), Cajetín metálico 2x4" (8), Cajetín octocanal (3), Anillos terminales
TECHO (2.50x2.50)	4.90 m. 28 4.90 m. 14 2.50 m. 14	137.20 m. 68.60 m. 35.00 m.			Equipamiento y Accesorios. Lavamanos chelsea blanco (1), WC coronet blanco (1), Fregadero acero 84x53 1 ponchera c/escudridor (1), Grupo ducha 8" marmillas cromadas (1), Ducha estandar cromada (1), Llave arnes (3), Canilla (2), Canilla p/WC (1), Grifetería 4" lavamanos cromada (1), Grifera fregadero (1), Sifon fregaplatos (1), desagüe lavamanos (1), desagüe fregaplatos (1)	Materiales Eléctricos Material: Tablero residencial 8 circuitos 125A (1), Interruptor TQL IP 20A (4), Tubería EMT 1" x 6,10 m (1), Tubería EMT 1/2" x 6,10 m (5), Cable THW # 4 (12m), Cable THW # 12 (110m), Cajetín metálico 2x4" (8), Cajetín octocanal (3), Anillos terminales
ELEMENTOS TECNOLOGIA SIPROMAT	COMPONENTE BASICO SIPROMAT	RIEL U	RIEL C	SUPLEMENTO S		
TOTALES LONGITUD (m.)	Total: 1 613,00 und	Total: 1.292,60 und	Total: 809,20 und	Total: 14,40 und		
METROS TOTALES LAMINAS EN COMPONENTES (m)	3.729,20					

Cuadro 10. Cuadro de componentes Fuente: Elaboración propia 2010

Capítulo IV. Viabilidad económica de la propuesta

4.1 Consideraciones sobre el costo del SME.

Costo vs Ahorro en Tiempos de Construcción.

Según artículo publicado en Modular Today, “Los Proyectos de Edificaciones no convencionales aumentan en popularidad en la medida en que los compradores de viviendas entienden mejor su proceso de construcción. La producción en serie significa mayor eficiencia y **Ahorro en Tiempo** or calidad.

La velocidad de construcción de una edificación Prefabricada es mucho mayor que la de una construcción tradicional realizada en obra ya que la primera se construye en un ambiente controlado y sin demoras motivadas por elementos externos. El clima, por ejemplo no afectaría los tiempos de producción de la edificación ni incidiría en la pérdida, afectación o desperdicio de materiales en obra, a diferencia de una construcción tradicional realizada en sitio. (Figura. 184).

Es de entender que el costo de una edificación prefabricada va a variar dependiendo de los acabados seleccionados y del sitio de su implantación final.



Sin embargo, se podría asegurar que una edificación realizada con métodos tradicionales de construcción es más costosa que una edificación modular prefabricada.”

Para el caso específico del SME, cuyo insumo básico es la lámina galvanizada doblada de SIPROMAT, los costos se calculan de forma no convencional, toda vez que SIPROMAT es una tecnología no tradicional.

En tal sentido, los costos de producción de un Módulo A, sin considerar el acondicionamiento del terreno ni el transporte al sitio, son de Bs. 6.528 por m² (\$ 1.518,20 por m²) o Bs. 99.552,63 (\$ 23.151,77. A un valor del \$ regulado de 4.30 Bs/\$, a precios de 2012), Es importante acotar que el costo total de un módulo A, funcionando por sí solo, totalmente acabado con materiales de primera calidad y equipado con un sanitario completo y una cocina tipo kitchenette, colocado en obra desde la región capital hasta un aproximado de 300 Km, será de aproximadamente Bs. 102.552,63 (Bs. 99.552,63+3.000). Ver cuadros anexos.

Se ha tomado como ejemplo para los cálculos de costo y peso el Módulo A con acabados de primera y equipamiento completo a fin de presentar la alternativa más costosa en un módulo único.

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

4.2 Cuadro de Inventario y Costos del Módulo Espacial

CUADRO DE COSTOS DEL MÓDULO A			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Lamina galvanizada calibre 24 (1,60mm) SIPROMAT (1,20 x 2,44 m)	107,00	89,00	9.523,00
Perfiles Riel II con entalles SIPROMAT	18,00	89,00	1.602,00
Perfiles Riel C de SIPROMAT	86,00	89,00	7.654,00
Perfiles Riel S de SIPROMAT	1,20	89,00	106,80
Tornillos para aluminio	718,00	0,60	430,80
Tornillos para acabados	796,00	1,15	917,70
Tornillos con tuercas	180,00	3,50	630,00
Tornillos de fijación Hily	26,00	14,50	406,00
Láminas para techo DENTROLAM con aislamiento	27,01	246,84	6.715,77
Láminas de Policarbonato AVEOLAR en color (2,10 x 5,90 m)	23,45	89,50	2.098,75
Láminas para fachadas Amaxco (5,00 x 1,2 m)	60,25	336,00	20.244,00
Perfiles Riel para sujeción de cielo raso en aluminio	6,25	89,00	556,25
Esquineros estructurales superiores	4,00	150,00	600,00
Esquineros estructurales con bases inferiores	4,00	210,00	840,00
Esquineros para fijación del techo	4,00	80,00	320,00
Ventanas	4,45	1.426,47	6.347,79
Marcos de puertas	9,70	212,55	2.061,74
Puertas	3,28	672,45	2.205,64
Perfiles de aluminio para fijación de acabados	9,70	30,00	291,00
Láminas de MDF	16,25	168,21	2.717,20
Laminado en Vinil para pisos	15,25	350,00	5.337,50
Tablero residencial 6 circuitos 125A	1,00	478,50	478,50
Interruptor TOL 1P 20A	4,00	52,00	208,00
Tubera EMT 1" x 6,10 m	1,00	23,40	23,40
Tubera EMT 1/2" x 6,10 m	5,00	9,90	49,50
Cable THW # 4	12,00	26,72	320,64
Cable THW # 12	110,00	4,50	495,00
Cajón metálico 2x4"	6,00	6,50	39,00
Cajón octogonal	3,00	10,40	31,20
Anillos terminales adaptadores	26,00	3,90	101,40
Interruptor on/off blanco 1V 12A	1,00	24,50	24,50
Interruptor on/off blanco 1V 15A	2,00	32,50	65,00
Toma para empotrar blanca 15A/125V	5,00	48,00	240,00
Tubo PVC Reforzado 2" (50mm) x 3,00m	3,00	58,15	174,45
Tubo PVC Reforzado 4" (110 mm) x 3,00m	2,00	201,50	403,00
Yee 4x4	6,00	51,35	308,10
Yee 4x2	1,00	45,80	45,80
Yee 2x2	3,00	21,50	64,50
Tee 2"	3,00	14,95	44,85
Codo 2"x45°	2,00	9,50	19,00
Codo 2"x90°	4,00	9,60	38,40
Sifon 4"	1,00	85,15	85,15
Sifon 2"	2,00	69,00	138,00
Pegamento para tubería PVC 245 ml	1,00	74,25	74,25
Rejilla estándar de bronce 6" descarga 2"	3,00	260,00	780,00
Tapa ciega de bronce	1,00	200,00	200,00
Tubera PVC soldable pluma fra x 6 m	2,20	85,00	187,00
Unión universal de 1/2" soldable	2,00	26,00	52,00
Anillo, codo tee 1/2" soldable	24,00	23,50	564,00
Adaptador hembra 1/2" soldable agua fra	5,00	6,00	30,00
ngle 6cm HG	5,00	15,00	75,00
soldadora para pvc 475 ml	1,00	130,00	130,00
Lavamanos Chelsea blanco	1,00	383,50	383,50
WC conret blanco	1,00	819,00	819,00
Fregadero de acero 64x53 1 ponchera gris cumbrar	1,00	520,90	520,90
Grupo de ducha 6" manillas cromadas	1,00	850,00	850,00
Ducha estándar cromadas	1,00	185,00	185,00
Llave de anillo	3,00	87,75	263,25
Canilla	2,00	112,00	224,00
Canilla p/WC	1,00	118,00	118,00
Grifería #7 lavamanos cromada	1,00	850,00	850,00
Grifería fregadero	1,00	260,00	260,00
Sifon p. fregadero	1,00	97,50	97,50
desagüe lavamanos	1,00	84,50	84,50
desagüe fregadero	1,00	75,40	75,40
TOTAL			81.484,45

Cuadro 11. Cuadro de Costos del módulo A. Fuente: Internet. 2010.

4.3 Cuadro Comparativo de Costos

(SME /SIPROMAT / Construcción Tradicional / Contenedor)

TABLA DE COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA UNA EDIFICACIÓN DE A= 15,25 M2				
MONEDA				
	SME	SIPROMAT	CONST. TRADICIONAL	CONTAINERS
Bs.	99.552,63	132.000,00	228.750,00	105.766,13
\$	23.151,77	30.697,67	53.197,67	24.596,77

Cuadro 12. Cuadro Comparativo de Costos. Fuente: Propia 1012

Nota: el valor del \$ regulado es de 4.30 Bs/\$, a precios de 2012

De los cuadros anteriores se puede constatar que el SME es 24,58 % más económico que SIPROMAT, 55,20 % más económico que una construcción tradicional y 6,0 % más económica que un contenedor acondicionado para su uso.

Los materiales utilizados tanto para la construcción como para los acabados del módulo espacial y la tecnología utilizada, hacen del SME una alternativa de construcción más económica y competitiva que las otras alternativas consideradas.

Esta particularidad es un agregado importante al momento de su adquisición por parte del cliente, quien además podrá planificar la compra en etapas facilitando la conformación final de la vivienda en el tiempo.

Ver cálculos en apéndice 5.

4.4 Cuadro Comparativo

(SME /SIPROMAT / Construcción Tradicional / Contenedor)

CUADRO COMPARATIVO (SME /SIPROMAT / Const Tradic / Contenedores)				
SISTEMA				
CARACTERÍSTICAS				
NIVEL DE PREFAB	Alto.	Medio.	Ninguno.	Alto.
TIEMPOS DE EJECUCION	7 días en fábrica y 8 horas de montaje en sitio	45 días en sitio de obra	80 días en sitio de obra	30 días en fábrica y 4 horas 47 minutos de montaje en sitio
TRANSPORTABILIDAD	Total	Ninguna (en su concepción original)	Ninguna	Total
PROGRESIMDAD	Si	Si	No	Si
SUSTENTABILIDAD	Total	Media	Baja	Total
VERSATILIDAD	Mayormente	Mayormente	Poca	Medio
COSTO	Bs. 99.552,63 (6.528 Bs/m ²) \$ 23.151,77 (1.519,20 \$/m ²)	Bs. 132.000,00 (8.655,75 Bs/m ²) \$ 30.697,70 (2.012,96 \$/m ²)	Bs.228.750,00 (15.000,00 Bs/m ²) \$ 53.197,00 (3.489 \$/m ²)	Bs. 105.766,13 (6.936 Bs/m ²) \$ 24.596,77 (1.612,90 \$/m ²)
PESO	1.890,66 Kg.	10.134,89 Kg	18.370,23 Kg	3.225,59 Kg
ADICIONALES	Vivienda, Oficinas, Campamentos, Emergencias	Viviendas, Oficinas	Viviendas	Vivienda, Oficinas, Campamentos, Emergencias
MANTENIMIENTO	Poco Mantenimiento	Mayor Mantenimiento	Mayor Mantenimiento	Poco Mantenimiento
USO EN EL TIEMPO	Permanente o Temporal	Permanente	Permanente	Permanente o Temporal

Cuadro 13. Cuadro Comparativo Final. Fuente: Elaboración propia 1012

Conclusiones y Recomendaciones

La búsqueda de una opción constructiva de vivienda para la clase media venezolana fue el motivo fundamental del desarrollo de este trabajo y el objeto, el desarrollo de un sistema modular espacial a partir de la tecnología SIPROMAT.

Las investigaciones, estudios previos y experiencias de módulos espaciales transportables prefabricados, experiencias recientes en el desarrollo de las tecnologías sostenibles en el campo de la construcción de edificaciones, demuestran la factibilidad técnica y económica del empleo de estrategias con módulos espaciales en construcción en Venezuela. Es así que se partió de las ventajas de este tipo de enfoque constructivo para el desarrollo de esta investigación.

Como **Conclusión General** se puede decir que se logró desarrollar un Sistema Modular Espacial (SME) basado en la Tecnología SIPROMAT, de carácter progresivo, no convencional, con un alto nivel de prefabricación que permite un rápido ensamblaje en sitio, adaptándose a las necesidades de sus usuarios.

Como tecnología sostenible en el campo de la construcción.

El estudio y revisión de las experiencias mundiales, regionales y locales de módulos espaciales, permitió identificar características de módulos espaciales transportables y estrategias de desarrollo sostenibles que fueron incorporados a la propuesta dentro de las que se mencionan:

-Prefabricación: El sistema desarrollado a partir de un alto nivel de prefabricación permite disminuir el número de actividades en la obra lo cual lo convierte en un sistema de rápido montaje fortalecido en términos competitivos con tecnologías tradicionales al mismo tiempo que propicia la sostenibilidad de la edificación.

En este caso se pudo verificar la construcción de un prototipo en las instalaciones de El Laurel. Este prototipo de dimensiones más pequeñas que las del Módulo A, fue ensamblado con láminas corrugadas de acero galvanizado de la tecnología SIPROMAT y revestido en acabado en madera.

-Flexibilidad: La consideración de aspectos como la coordinación modular espacial y la coordinación dimensional propiciaron una variedad de aplicaciones del sistema en viviendas (unifamiliares, multifamiliares), así como también en obras provisionales de construcción.

-Transportabilidad: Una premisa importante para la transportabilidad del módulo espacial es su bajo peso, lo cual se pudo comprobar al compararlo con el peso de edificaciones similares transportables. Esta característica permite al SME ser colocado en casi cualquier localidad.

-Deconstrucción: La utilización de revestimientos e instalaciones con estrategias e uniones de junta seca permitieron la construcción, deconstrucción y re-uso del módulo espacial, lo cual se pudo comprobar con el prototipo construido en El Laurel. Adicionalmente, el fácil mantenimiento de sus componentes y la posibilidad de sustitución de sus partes permitió asegurar la durabilidad del SME dentro del ciclo de vida de la tecnología utilizada.

Del Sistema Modular Espacial (SME).

Módulos y Variedad de Combinación:

Basado en el estudio de las tecnologías prefabricadas de contenedores y de la Tecnología SIPROMAT, se pudo determinar la factibilidad de aplicación en la Propuesta, definiéndose las dimensiones del Módulo A y su conformación estructural, lo cual permitió fijar los criterios necesarios para el desarrollo espacial y técnico-constructivo del SME. Este desarrollo permitió establecer un sistema constituido por un conjunto de módulos espaciales visualizados como partes de una solución habitacional que, al combinarlos entre sí,

permite la composición de múltiples modelos de edificaciones, siendo el Módulo A, el módulo originario del SME, ya que puede existir por sí solo en una primera etapa de la edificación.

Peso: Estudios realizados al Módulo Espacial A, comprueban que es 42 % más liviano que un contenedor de las mismas dimensiones y 89 % más liviano que una edificación realizada en construcción tradicional, siendo el peso de un Módulo A, 1.890,67 Kg., lo cual se tradujo en ahorros en la infraestructura en sitio definitivo de obra y en la transportabilidad y manipulación de los módulos.

Uniones y Cerramientos: La simplificación en las uniones y ensamblajes de los planos estructurales permitió la factibilidad de reubicación de la edificación y mejoras. Igualmente esto facilitó el mantenimiento y sustitución de partes.

Montaje

El Sistema Modular Espacial, por su alto nivel de prefabricación en términos comparativos con tecnologías tradicionales, permitió disminuir notablemente los tiempos de montaje en obra, requiriéndose solo 8 horas para la colocación y ensamblaje de una vivienda de 70 m² aproximadamente, esto basado en los tiempos de construcción del prototipo en las instalaciones de El Laurel. Adicionalmente, con ello se disminuyeron considerablemente los residuos de la construcción en obra.

Los equipos y herramientas requeridos para el montaje en sitio son herramientas sencillas eléctricas y manuales, como destornilladores, pinzas, pistolas de clavos y tijeras; así como también un montacargas telescópico para la movilización y colocación del módulo espacial sobre la estructura en sitio. Al comparar estos equipos y herramientas con tecnologías convencionales, se pudo asegurar que los primeros tienden a simplificar los procesos en obra.

Producción:

La producción del SME se conformó en dos etapas, la primera referida a la prefabricación en fábrica, pudiendo alcanzar una producción de 2 módulos A diarios. Posteriormente la segunda parte, programada en obra, comprendió la colocación de los módulos sobre la estructura y su acoplamiento entre módulos, la colocación y ajuste de los techos y del resto de los elementos externos en caso de que los hubiere.

Aspectos Estructurales:

La estructura que conforma los módulos espaciales para este caso de estudio, se basó en la Tecnología SIPROMAT, conformada por paneles estructurales autoportantes de lámina corrugada y acero estructural ASTM - A446 grado C.

Es una estructura estable, poco deformable, con carga vertical que actúa de forma axial, con lo cual solo se generan esfuerzos de compresión uniformemente repartidos, es decir, no existe tendencia a la flexión y/o el pandeo de la estructura, esto se pudo comprobar durante la construcción del prototipo en las instalaciones de El Laurel.

Para garantizar la estabilidad del modulo espacial durante el transporte y montaje se desarrollaron elementos accesorios que rigidizan el modulo durante su traslado e izado de montaje. Estos elementos pueden reutilizarse si se requiere reubicar o mudar los módulos.

Aplicaciones:

De igual manera, se desarrollaron varias aplicaciones de la Propuesta, entre las cuales figuran una vivienda aislada, una vivienda pareada, una vivienda de dos pisos, edificaciones para campamentos de obra, edificaciones para oficinas y edificaciones para casos de emergencia nacional, todas con crecimiento progresivo evidenciando las respectivas etapas, demostrando con ello las distintas posibilidades de edificaciones que se pueden obtener con el SME.

Progresividad y consolidación:

El SME fue diseñado para ser construido en etapas, generándose la edificación con la implementación de un primer módulo espacial A, el cual puede existir por sí solo debido a su especialización interior. Esto permite el disfrute de la edificación desde ese primer momento. El crecimiento del SME se programa según las necesidades del cliente, pudiendo adosársele los módulos espaciales en el momento que éste los requiera, conformándose la edificación definitiva.

Mantenimiento y Protección:

El mantenimiento del módulo espacial se hace de manera sencilla y rápida, debido a la tipología de materiales utilizados en su construcción, los cuales solo requieren de agua y jabón no abrasivo. Cada material utilizado posee instrucciones apropiadas para su colocación y mantenimiento las cuales garantizan la protección y el buen funcionamiento de los mismos.

Costos:

Se pudo determinar que el costo de producción de un Módulo A es de Bs 99.552,63 (\$ 23.151,78), esto sin considerar el acondicionamiento del terreno ni el transporte al sitio.

Es decir que el SME es 55,20 % más económico que una construcción tradicional y 6,0 % más económica que un contenedor acondicionado para su uso.

Finalmente, se puede asegurar que el SME representa una alternativa para abordar soluciones habitacionales sustentables, de forma rápida y eficiente, con un tiempo de construcción en fábrica de 7 días y de 6 horas de montaje en sitio para una vivienda de aproximadamente 70 m², a un costo de Bs. 386.277,10 totalmente equipada y lista para habitar, esto basado en los tiempos de construcción del prototipo y considerando el número de personas involucradas con la misma y su conocimiento tanto en el manejo de la

tecnología SIPROMAT como en la colocación de los acabados utilizados.
Figura. 185. Ver apéndice 1.

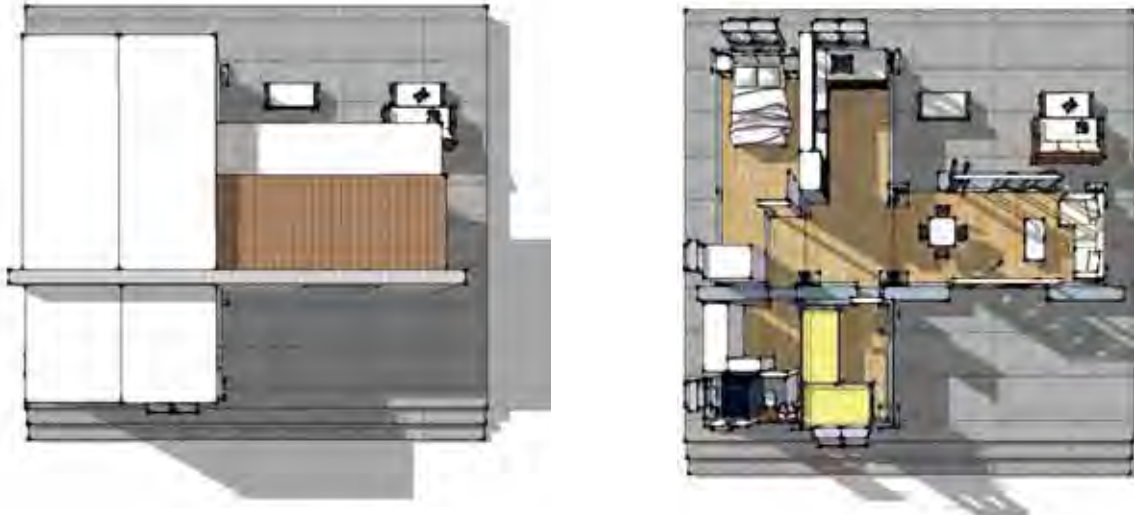


Figura. 185. Plantas Vivienda SME. Fuente: Propia

Recomendaciones.

Desde el punto de vista metodológico, el abordar el problema como un proceso de diseño, permitió la evaluación continua de la propuesta.

A manera de ampliación de la investigación surgen algunos aspectos de interés a desarrollar como líneas de continuidad de desarrollo inmediato y futuro de esta investigación, entre las que se pueden mencionar:

1. Se podría estudiar la implementación de fábricas temporales del tipo Medianas, para sitios de obras ubicados a distancias muy lejanas de la fábrica original. En este caso se evaluarían los costos de producción vs los de traslado de los módulos.

2. Se propone estudiar la posibilidad de incrementar la altura de las edificaciones mediante la implementación de una estructura externa en acero la cual pueda albergar los Módulos Espaciales y así permitir edificaciones de grandes alturas.
3. Se propone considerar la colocación de paneles solares en los techos de los Módulos Espaciales para ahorro de energía eléctrica.
4. Se recomienda profundizar en los estudios experimentales de mantenimiento y deterioro de los revestimientos utilizados.
5. Por las características de concepción de la propuesta (prefabricación, liviandad, etc.) es pertinente abordar en investigaciones futuras el factor de aceptación cultural del usuario venezolano de este tipo de tecnologías constructivas a fin de desarrollar y mejorar las estrategias de transferencia tecnológica de este tipo propuestas
6. Cada vez que se hace una combinación con los módulos espaciales para conformar una edificación el comportamiento bajo cargas es diferente para cada caso, es por ello que se recomienda profundizar en este aspecto en futuras investigaciones.

Referencias Bibliográficas.

- GONZALEZ, A. (1988). *“Tecnología constructiva a base de lamina delgada de acero galvanizado para la producción de vivienda progresiva dirigida a sectores de bajos ingresos”*. Trabajo de Tesis. IDEC. FAU. UCV. Caracas
- GONZALEZ, A. (2005). *“Manual de Producción, Uso y Aplicaciones dela Tecnología SIPROMAT”*. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Arquitectura. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. Primera Edición.
- ESCORCIA OYOLA, O. (1987) *“Bases para la Industrialización de la Construcción en Países en Vía de Desarrollo. Universidad de Navarra, Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Caso particular de Colombia”*. Trabajo de Tesis Doctoral
- FERNANDEZ ROA, J. (2006) *“Coordinación Dimensional”*. Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. E.T.S de Arquitectura de Sevilla.
- SERRENTINO, R., MOLINA, H. (2004). *“Arquitectura Modular basada en la Teoría de Policubos”*. Laboratorio de Sistemas de Diseño Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad Nacional de Tucumán. Mexico.

Entrevistas

- Entrevista a la Lic. Mary Vásquez, Gerente de Logística de MSS, Sistemas de Construcción Modular industrializada. Valencia, Edo. Carabobo. (Consulta: 02/10/2007).
- Entrevista con el Ing. Alfonso Linares, Aceso de Viviendas de la Cámara Venezolana de la Construcción. (Consulta: 19/05/2010)

Páginas WEB consultadas.

- Jeriko House. Prefab, Modular,.....What does it all mean?:
<http://66.37.23.111/explore/pre.html> (14/08/2007, 8:20:00).

- Living box. Prefab living units: www.edilportale.com/livingbox/livingbox.asp (16/08/2007, 17:29:26)
- WeeHouse: www.tinyhouseblog.com/pre-fab/weehouse (17/08/2007, 8:10:24)
- Viviendas en contenedores: www.containercity.com (17/08/2007, 10:45:40)
- Livinghome, vivienda modular prefabricada: <http://www.livinghomes.net> (18/08/2007, 11:50:10)
- Acustic material. Acustic containers: www.bradgate.co.uk (25/08/2007, 09:20:14)
- The Clean Hub. www.openarchitecturenetwork.porg/node/456 (25/08/2007, 10:25:02)
- John Dwyer. The Clean Hub: <http://inhabitat.com/prefab-friday-clean-hub/> (25/08/2007, 10:45:22)
- Viviendas Prefab. Compact-habit: www.compacthabit.com (26/08/2007, 10:12:30)
- Xavier Tragant y Miguel Morte: www.compacthabit.com (27/08/2007, 03:34:25)
- Viviendas transformables. Green houses: www.treehugger.com (11/09/2007, 14:59:20)
- Jeriko house. Viviendas prefabricadas: www.Jerikohouse.com (11/09/2007, 15:55:00)
- Arquitectura Modular basada en la Teoría de los Policubos: www.unt-argentina.academia.edu/ (11/09/2007, 20:25:06)
- El acceso a una vivienda o el viacrucis de la clase media: www.veneconomia.com (11/09/2007, 22:13:23)
- Viviendas prefabricadas: www.cargotec.com (14/09/2007, 15:41:30)
- Viviendas prefab. Spacebox: www.spacebox.nl . (14/09/2007, 16:51:12)
- Geoffrey Warner y Scott Ervin: www.alchemyarchitects.com (14/09/2007, 20:30:02)

- Viviendas Prefab Lot-ek: www.lot-ek.com (18/09/2007, 8:51:32)
- Tolla y Lignano: <http://www.lot-ek.com/ABOUT-Partners> (18/09/2007, 9:30:00)
- Acabados: www.construnario.com (20/09/2007, 16:05:34)
- MotorHomes: www.davan.co.uk (20/09/2007, 21:30:21)
- Campos petroleros en Venezuela: www.randytrahan.com (17/10/2007, 21:05:12)
- Campos petroleros en Venezuela. Judibana. Reocities: www.reocities.com (20/10/2007, 2:45:20)
- Tamare. Ciudad Ojeda. Campos petroleros: <http://contextos.blogia.com> (20/10/2007, 10:39:02)
- Viviendas portables: www.edilportale.com/livingbox/livingbox.asp (24/10/2007, 10:10:04)
- Prefab homes. War: www.telegraph.co.uk (29/10/2007, 8:15:02)
- Estructuras prefabricadas utilizadas durante la II Guerra Mundial. <http://www.waymarking.com> (29/10/2007, 9:20:32)
- Green materials. Green houses: [www.ecoact.org/Programs/Green Building/green Materials/index.htm](http://www.ecoact.org/Programs/Green_Building/green_Materials/index.htm). (29/10/2007, 8:15:02)
- Green materials: [www.ciwmb.ca.gov/Green Building/Materials](http://www.ciwmb.ca.gov/Green_Building/Materials) / (29/10/2007, 8:20:16)
- The European housing problem. FAO. <http://www.fao.org/docrep/x5356e/x5356e02.htm> (29/10/2007, 8:32:01)
- Viviendas transformables: www.is-arquitectura.es (04/11/2007, 21:27:32)
- MSS, Edificaciones prefabricadas www.mobilespace.com.ve/ (08/11/2007, 10:20:15)
- Tadashi Murai. Arquitectura sustentable: <http://www.dwell.com/green> (10/11/2007, 03:45:10)

- Transporte de contenedores: <http://www.expotran.com>. (10/11/2007, 05:05:23)
- Transporte de contenedores: <http://www.guillesa.com> (10/11/2007, 08:20:05)
- Dimensiones de camiones y gandolas: <http://www.nzta.govt.nz> (21/11/2007, 2:35:20)
- Coberlamina: <http://www.coberlamina.com> (06/02/2008, 13:35:20)
- Adanm Kalkin Houses: www.architectureandhygiene.com/main.html (13/02/2008, 6:50:16)
- Hilti: <http://comunicacionempresarial.net> (13/02/2008, 7:10:02)
- Casetas Telcel realizadas con la tecnología SIPROMAT: www.scielo.org.ve/pdf/tyc/v24n2/art05.pdf (15/02/2008, 10:20:05)
- m-ch Micro Compact Homes: www.microcompacthome.com (18/04/2008, 13:07:20)
- Futureshack: www.treehugger.com/files/2004/09/futureshack_by.php - 68k (19/04/2008, 12:05:20), www.FutureShack.com (19/04/2008, 12:20:10)
- Adam Kalkin: <http://www.prefabs.com> (02/05/2009, 10:45:02)
- Nicholas Lacey and partners: <http://www.designbookmag.com/containercity.htm> (03/05/2009, 04:18:03)
- Sean Godsell: <http://www.seangodsell.com/future-shack> (03/05/2009, 04:45:10)
- SIPROMAT: www.fau.ucv.ve/idec/paginas/publicacion5.html (12/08/2010, 10:36:18)
- Pile Up: <http://www.zapco.ch/pile-up/die-idee> (15/01/2012, 20:42:01)
- Tipos de contenedores: <http://www.schumachercargo.com> (17/01/2012, 10:22:12)
- Pisos de Linóleo y Vinil: <http://www.armstrong.com> (19/03/2012, 19:36:02)
- Pisos de Vinil: <http://www.pisovinil.com.br> (19/03/2012, 19:57:40)

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

- Modular Today. Costo Vs Tiempo: <http://www.modulartoday.com/>
(19/03/2012, 20:19:12)
- Madera. Drevdon: <http://es.drevdom.com> (07/04/2012, 12:55:40)
- Marcos Metálicos: <http://www.bricopage.com> (12/04/2012, 12:35:10)
- Cámara Venezolana de la Construcción. Economía. <http://www.cvc.com.ve/>
(04/07/2012, 06:17:00)
- Cámara Venezolana de la Construcción. Construcción privada en inercia por miedo a las leyes. <http://www.cvc.com.ve> (31/08/2012, 05:30:34).
- Diario El Tiempo. CVC <http://eltiempo.com.ve/> (30/07/2012, 9:25:00)
- Diario El Impulso: <http://informe21.com/camara-inmobiliaria-venezuela>
(30/07/2012, 9:30:00)
- Transporte en gandolas. shkina3@cantv.net (24/10/2012, 14:30:04)
- EPDM para pisos: www.dekorubber.com (24/10/2012, 16:24:14)
- Innovative Solutions. Innovation and prefabs. Build 128 February/March 2012
http://www.branz.co.nz/cms_show_download.php?id=2c4c61bbe1d801ccfef0336a1313a533526ff8f2 (27/10/2012, 06:56:19)

Bibliografía

- ACOSTA, D. (2003). *"Hacia una arquitectura y una construcción sostenible"*. Caracas. Revista Tecnología y Construcción N° 19-II. IDEC-FAU-UCV.
- ACOSTA, D., Cilento, A (2005) *"Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo"*. Caracas. Revista Tecnología y Construcción N°21-I IDEC-FAU-UCV.
- ALAVEDRA P., DOMINGUEZ, J. (2002). *"La construcción sostenible. El estado de la cuestión"*. Barcelona, Universidad Politécnica de Catalunya.
- ALLINSON K. (2006). *"London's Contemporary Architecture: a map-based guide"*. Architectural Press UK. 4° Edición.
- ÁLVAREZ-BUILLA, M. (2003). *"Descripción y análisis gráfico de la vivienda mínima. Evolución y vigencia de sus principios"*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- ARIEFF, A., BURKHART B. (2002). *"PREFAB"*. Gibbs Smith. Publishers. USA.
- BALESTRINI M. (2001). *"Como se Elabora el Proyecto de Investigación"* BL Consultores Asociados, Distribuidora.
- BARRENCHÉ, R. (2005). *"Modern House: Three"*. Phaidon Press. Universidad de Michigan. Digitalizado el 18 Dic 2007. USA.
- CANNATA, M., FERNÁNDEZ, F. (2004). *"Módulos Habitacionales Autosuficiente"*. Arquitectos Núm.173. Concurso Residencia Singular / Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España. Madrid.
- CILENTO, A. (2002). *"Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo"*. Caracas. Revista Tecnología y Construcción. N° 21-I. IDEC-FAU-UCV.
- CILENTO, A. (2002). *"Hogares sostenibles de desarrollo progresivo"*. Caracas. Revista Tecnología y Construcción. N° 18-III. IDEC-FAU-UCV.

- CONTI, A. (2004). *“Cerramientos con Madera, de junta seca, para viviendas progresivas”*. Vol.20-I, pp.39-50. IDEC. FAU. UCV. Caracas
- ESPINA RUBIO, M. (2000). *“Desarrollo de Unidades Desplegables de Rápido Montaje”*. Trabajo Final de la Maestría de Desarrollo Tecnológico de la Construcción.
- GONZALEZ, A. (1988). *“Tecnología constructiva a base de lamina delgada de acero galvanizado para la producción de vivienda progresiva dirigida a sectores de bajos ingresos”*. Trabajo de Tesis. IDEC. FAU. UCV. Caracas
- GONZALEZ, A. (1999). *“Revestimientos y acabados en paredes para la tecnología constructiva SIPROMAT”*. Formulación de trabajo especial. IDEC. FAU. UCV. Caracas
- GONZALEZ, A. (2005). *“Manual de Producción, Uso y Aplicaciones de la Tecnología SIPROMAT”*. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Arquitectura. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. Primera Edición.
- ECHAIDE, R. (2002). *“La Arquitectura es una realidad Histórica”*. Servicio Publicaciones ETSA.
- EDWARDS, B. (2003). *“Green Buildings Pay”*. Segunda edición. Taylor and Francis Publishers. USA
- ESCORCIA OYOLA, O. (1987) *“Bases para la Industrialización de la Construcción en Países en Vía de Desarrollo. Universidad de Navarra, Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Caso particular de Colombia”*. Trabajo de Tesis Doctoral
- FERNANDEZ, M.(2008) *“Desarrollo de técnicas constructivas competitivas económicamente para revestimientos y acabados en paredes exteriores comprobadas en una aplicación específica de la tecnología SIPROMAT”*. Trabajo de Tesis. IDEC. FAU. UCV. Caracas
- FERNANDEZ ROA, J. (2006) *“Coordinación Dimensional”*. Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. E.T.S de Arquitectura de Sevilla.

- FORTUL C., GUTIERREZ A., COCA M., ROJAS, J., SAN MARTÍN H. (1982) C.V.G Siderurgica del Orinoco C.A. *"Manual de Proyectos"*. 2° Edición. Chile
- HERNANDEZ, B. (1997). *"Sitech: una propuesta de techo en lámina metálica para la vivienda de bajo costo"*. Caracas. Revista Tecnología y Construcción. N° 14-II. IDEC-FAU-UCV
- HIRTS J. (1996), "Values in Design: *"Exiztenminimum"*, *"Maximum Cuality"* and *"Optimal Balance"*". Design Issues, Vol. 12, No. 1 pp.38-47.
- KLICZKOWSKI, H. (2002). *"Arquitectura Alternativa"*. LOFT Publications
- KOONES S. (2007). *"Prefabulous. The House of Your Dreams Delivered Fresh from the Factory"*. GG Publishers.
- MARRERO A. (2006). *"Sistema Constructivo en Base a Tubulares de Acero para Alojamiento de Emergencia"*. Trabajo de Tesis. IDEC-FAU-UCV. Caracas
- ROBERTS, J. (2005). *Redux: "Designs That Reuse, Recycle, and Reveal"*. Gibb Smith publications. USA
- RODRÍGUEZ F, C. (1996). *"Desarrollo de un Sistema Constructivo para Viviendas de Emergencia basado en el uso de estructuras transformables."* Trabajo no culminado IV Maestría de Desarrollo Tecnológico de la Construcción.
- SERRENTINO, R., MOLINA, H. (2004). *"Arquitectura Modular basada en la Teoría de Policubos"*. Laboratorio de Sistemas de Diseño Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad Nacional de Tucumán. Mexico.
- WOOLLEY, T., KIMMINS, S. (2000). *"Green Building Handbook"*. Association of Community Technical Aid Centres, Inc NetLibrary. USA
- WILHIDE E. (2006). *"Design + build your dream home"*. Conran Octopus. USA.

Entrevistas

-Entrevista a la Lic. Mary Vásquez, Gerente de Logística de MSS, Sistemas de Construcción Modular industrializada. Valencia, Edo. Carabobo. (Consulta: 02/10/2007).

-Entrevista con el Ing. Alfonso Linares, Aceso de Viviendas de la Cámara Venezolana de la Construcción. (Consulta: 19/05/2010)

Páginas WEB consultadas.

-Prefab, Modular,.....What does it all mean?:

<http://66.37.23.111/explore/pre.html> (14/08/2007, 8:20:00).

-Modular Homes: www.modulartoday.com (14/08/2007, 9:22:22)

-Living box. Prefab living units: www.edilportale.com/livingbox/livingbox.asp
(16/08/2007, 17:29:26)

-WeeHouse: www.tinyhouseblog.com/pre-fab/weehouse (17/08/2007,
8:10:24)

-Viviendas en contenedores: www.containercity.com (17/08/2007, 10:45:40)

-Viviendas sostenibles. Catabatic Industries: www.catabatic.com (18/08/2007,
11:20:10)

-Livinghome, vivienda modular prefabricada: <http://www.livinghomes.net>
(18/08/2007, 11:50:10)

-Viviendas prefabricadas: www.noticiasarquitectura.info (25/08/2007,
08:47:14)

-Viviendas de emergencia: www.globalsecurity.org (25/08/2007, 08:52:48)

-Acoustic material. Acoustic containers: www.bradgate.co.uk (25/08/2007,
09:20:14)

-The Clean Hub. www.openarchitecturenetwork.porg/node/456 (25/08/2007,
10:25:02)

- John Dwyer. The Clean Hub: <http://inhabitat.com/prefab-friday-clean-hub/> (25/08/2007, 10:45:22)
- Viviendas prefabricadas: www.plataformaarquitectura.cl (25/08/2007, 11:31:22)
- Shipping containers: www.peterhaus.co.uk (25/08/2007, 12:43:01)
- Viviendas Prefab. Compact-habit: www.compacthabit.com (26/08/2007, 10:12:30)
- Xavier Tragant y Miguel Morte: www.compacthabit.com (27/08/2007, 03:34:25)
- Viviendas transformables. Green houses: www.treehugger.com (11/09/2007, 14:59:20)
- Espacios convertibles: www.convertiblecity.de (11/09/2007, 15:49:50)
- Jeriko house. Viviendas prefabricadas: www.Jerikohouse.com (11/09/2007, 15:55:00)
- Arquitectura Modular basada en la Teoría de los Policubos: www.unt-argentina.academia.edu/ (11/09/2007, 20:25:06)
- El acceso a una vivienda o el viacrucis de la clase media: www.veneconomia.com (11/09/2007, 22:13:23)
- Contenedores: www.containerarchitecture.co.nz (11/09/2007, 16:16:52)
- Viviendas prefabricadas: www.cargotec.com (14/09/2007, 15:41:30)
- Viviendas prefab. Spacebox: www.spacebox.nl . (14/09/2007, 16:51:12)
- Geoffrey Warner y Scott Ervin: www.alchemyarchitects.com (14/09/2007, 20:30:02)
- Viviendas Prefab Lot-ek: www.lot-ek.com (18/09/2007, 8:51:32)
- Tolla y Lignano: <http://www.lot-ek.com/ABOUT-Partners> (18/09/2007, 9:30:00)
- Acabados: www.construnario.com (20/09/2007, 16:05:34)
- MotorHomes: www.davan.co.uk (20/09/2007, 21:30:21)
- Viviendas Minimalistas: www.arkinetic.com (26/09/2007, 03:10:36)

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

- Viviendas Prefab: www.noticiasarquitectura.info/.../chk-lo-tek.htm
(04/10/2007, 16:13:08)
- Viviendas Prefab: www.members.aol.com (17/10/2007, 20:59:56)
- Campos petroleros en Venezuela: www.randytrahan.com (17/10/2007, 21:05:12)
- Campos petroleros en Venezuela. Judibana: www.reocities.com
(20/10/2007, 2:45:20)
- Tamare. Ciudad Ojeda. Campos petroleros: <http://contextos.blogia.com>
(20/10/2007, 10:39:02)
- Viviendas portables: www.edilportale.com/livingbox/livingbox.asp
(24/10/2007, 10:10:04)
- Motorhomes: www.hiremotorhomesscotland.co.uk (29/10/2007, 8:14:30)
- Prefab homes. War: www.telegraph.co.uk (29/10/2007, 8:15:02)
- Estructuras prefabricadas utilizadas durante la II Guerra Mundial.
<http://www.waymarking.com> (29/10/2007, 9:20:32)
- Green materials. Green houses:
www.ecoact.org/Programs/Green_Building/green_Materials/index.htm.
(29/10/2007, 8:15:02)
- Green materials: www.ciwmb.ca.gov/Green_Building/Materials / (29/10/2007, 8:20:16)
- CHK Container Housing. www.inhabitat.com/prefab-friday-lot-ek-contenedor-home-kit-cmk (29/10/2007, 8:25:12)
- Green construction: www.greeneconomics.net (29/10/2007, 8:30:10)
- The European housing problem. FAO.
<http://www.fao.org/docrep/x5356e/x5356e02.htm> (29/10/2007, 8:32:01)
- Viviendas modulares: www.arkitenia.com (29/10/2007, 8:51:50)
- Conthouse: www.Conthouse.com (30/10/2007, 10:20:24)
- Diseño viviendas modulares. Prefab: www.mocoloco.com (31/10/2007, 8:41:58)

- Viviendas Prefab. Concurso: www.construible.es (16/11/2007, 14:52:14)
- Sidepanel: www.sidepanel.com (01/11/2007, 12:10:36)
- Viviendas transformables: www.is-arquitectura.es (04/11/2007, 21:27:32)
- Vivienda mínima: www.etsav.upc.es (07/11/2007, 11:42:22)
- MSS, Edificaciones prefabricadas www.mobilespace.com.ve/
(08/11/2007,10:20:15)
- Tadashi Murai. Arquitectura sustentable: <http://www.dwell.com/green>
(10/11/2007, 03:45:10)
- Transporte de contenedores: <http://www.expotran.com>. (10/11/2007,
05:05:23)
- Transporte de contenedores: <http://www.quillesa.com> (10/11/2007,
08:20:05)
- Dimensiones de camiones y gandolas: <http://www.nzta.govt.nz> (21/11/2007,
2:35:20)
- Materiales: www.sdplastics.com/composolite.html (31/01/2008, 11:45:19)
- Sistemas modulares: www.portafab.com (31/01/2008, 12:05:24)
- Materiales térmicos: www.wallx.com.au/exin.html (31/01/2008, 14:53:08)
- Materiales térmicos. www.nascorbuiding.com (31/01/2008, 15:18:23)
- Acabados: [www.germes-online.com/catalog/13/668/timber and plank.html](http://www.germes-online.com/catalog/13/668/timber_and_plank.html)
(31/01/2008, 15:22:24)
- Toma House Modular Building: yourabode.blogspot.com/2007/07/toma-house-mod... (05/02/2008, 10:35:02)
- Estructuras en acero: www.klons.com/steel-structures-sections.htm
(05/02/2008, 9:20:12)
- Materiales de construcción: www.liancheng.en.alibaba.com (05/02/2008,
10:20:22)
- Construcciones en acero: www.extruman.es/estaticos/extrusion.html
(06/02/2008, 11:50:56)

- Materiales de construcción: www.materialeslosandes.com (06/02/2008, 11:25:45)
- Coberlamina: <http://www.coberlamina.com> (06/02/2008, 13:35:20)
- Adanm Kalkin Houses: www.architectureandhygiene.com/main.html (13/02/2008, 6:50:16)
- Hilti: <http://comunicacionempresarial.net> (13/02/2008, 7:10:02)
- Casas instantáneas: www.alpoma.net/tecob/?p=521 (13/02/2008, 8:00:00)
- Casetas Telcel realizadas con la tecnología SIPROMAT:
www.scielo.org.ve/pdf/tyc/v24n2/art05.pdf (15/02/2008, 10:20:05)
- Modular buildings in shipping containers:
www.patentstorm.us/patents/5706614-description.html (17/02/2008, 17:35:09)
- Modular homes: www.grassrootsmodern.com/wp-content/uploads/2... (17/02/2008, 21:30:45)
- Polímeros: www.textoscientificos.com/polimeros/polipropileno (18/03/2008, 14:33:10)
- Polipropilenos: www.propilven.com/pro_transformacion08.asp (18/03/2008, 14:40:23)
- Casas prefabricadas en Chile. Casas Chubi:
www.plataformaurbana.cl/copp/albums/userpics/... (18/04/2008, 10:07:20)
- m-ch Micro Compact Homes: www.microcompacthome.com (18/04/2008, 13:07:20)
- Campers and Trailers: www.adventurecampers.com.au/campers.htm (19/04/2008, 10:13:21)
- Coordinación Modular de la Construcción.
www.cai.org.ar/dep_tecnico/comisiones/CTECO/trabajos/coordinacion-modular.htm - 14k (1970472008, (19/04/2008, 12:34:20)
- Futureshack: www.treehugger.com/files/2004/09/futureshack_by.php - 68k (19/04/2008, 12:05:20), www.FutureShack.com (19/04/2008, 12:20:10)
- Pile Up: www.zwimpfer-partner.ch. (27/10/2008, 13:20:06)

- Adam Kalkin: <http://www.prefabs.com> (02/05/2009, 10:45:02)
- Nicholas Lacey and partners:
<http://www.designbookmag.com/containercity.htm> (03/05/2009, 04:18:03)
- Sean Godsell: <http://www.seangodsell.com/future-shack> (03/05/2009, 04:45:10)
- Steel Framing: www.steel framing.es (10/08/2010, 23:13:15)
- SIPROMAT: www.fau.ucv.ve/idec/paginas/publicacion5.html (12/08/2010, 10:36:18)
- m-ch Micro Compact Homes: <http://www.microcompacthome.com/index.php> (15/01/2012, 19:50:03)
- Pile Up: <http://www.zapco.ch/pile-up/die-idee> (15/01/2012, 20:42:01)
- Tipos de contenedores: <http://www.schumachercargo.com> (17/01/2012, 10:22:12)
- Pisos de Linóleo y Vinil: <http://www.armstrong.com> (19/03/2012, 19:36:02)
- Pisos de Vinil: <http://www.pisovinil.com.br> (19/03/2012, 19:57:40)
- Modular Today. Costo Vs Tiempo: <http://www.modulartoday.com/> (19/03/2012, 20:19:12)
- Aluminio: <http://www.reynaers.com/> (07/04/2012, 11:24:25)
- Sistemas en Aluminio: <http://www.alumatic.net> (07/04/2012, 11:40:35)
- Wintec. PVC: <http://www.wintecsr.com.ar> (07/04/2012, 11:55:50)
- Materiales en PVC. Tigre: <http://www.tigre.com.br> (07/04/2012, 12:05:00)
- Madera. Drevdon: <http://es.drevdom.com> (07/04/2012, 12:55:40)
- Polipropileno. Rehau: <http://www.rehau.com.ar/> (07/04/2012, 13:15:20)
- MDF. Tableros de madera MJB: <http://www.mjbtm.com> (07/04/2012, 13:30:40)
- Arquitectura Sustentable o sostenible: <http://twenergy.com/arquitectura-sostenible> (11/04/2012, 14:01:00)
- Sobre Construcción Sostenible:
<http://construccionsostenible.wordpress.com> (11/04/2012, 11:45:15)

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

- Marcos Metálicos: <http://www.bricopage.com> (12/04/2012, 12:35:10)
- Instituto de arquitectura tropical. <http://www.arquitecturatropical.org>
(22/04/2012, 12:15:10)
- Green \$ Grenner. <http://www.katherinesalant.com/columns/column216.html>
(06/07/2012, 17:20:58)
- Cámara Venezolana de la Construcción. Economía. <http://www.cvc.com.ve/>
(04/07/2012, 06:17:00)
- Cámara Venezolana de la Construcción. Construcción privada en inercia por miedo a las leyes. <http://www.cvc.com.ve> (31/08/2012, 05:30:34).
- Unión Radio. CIV: www.unionradio.net/ (25/07/2012, 10:55:00)
- Diario El Tiempo. CVC <http://eltiempo.com.ve/> (30/07/2012, 9:25:00)
- Diario El Impulso: <http://informe21.com/camara-inmobiliaria-venezuela>
(30/07/2012, 9:30:00)
- Diario La Voz <http://www.diariolavoz.net> (24/10/2012, 13:24:44)
- Transporte en gandolas. shkina3@cantv.net (24/10/2012, 14:30:04)
- EPDM para pisos: www.dekorubber.com (24/10/2012, 16:24:14)
- Innovative Solutions. Innovation and prefabs. Build 128 February/March 2012
http://www.branz.co.nz/cms_show_download.php?id=2c4c61bbe1d801ccfef0336a1313a533526ff8f2 (27/10/2012, 06:56:19)

Apéndice

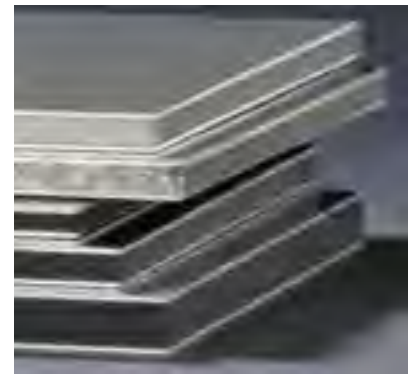
Apéndice 1. Detalles de Acabados.

A continuación la descripción de algunos de los materiales a emplear en la construcción de los módulos.

Material para cerramiento en fachadas:

1. Panel en aluminio ALMAXCO.

Es un panel compuesto que se compone de e láminas de aluminio y un núcleo central de polietileno. Este es un material relativamente nuevo, cada vez más usado por constructores, ingenieros, arquitectos y diseñadores alrededor del mundo para diversas aplicaciones, ya que las ventajas con respecto a materiales tradicionales como la piedra, azulejos, ladrillos y pinturas son innumerables. (Figura. 186)



Características:

- Diseño moderno
- Resistencia a la intemperie. Posee una garantía de 20 años sin perder el color y brillo de la pintura
- Permite doblarse y adaptar muchas formas que otros materiales no pueden
- Fácil instalación y muy liviano. Alrededor de 3 a 5 Kg/mt²
- Resistente a fuertes impactos, ya que posee 2 capas de aluminio de 0,5mm c/u y un total de 4mm de espesor
- Gran variedad de colores y tonos
- Fácil mantenimiento. Solo necesita ser limpiado una vez cada varios años, lo que reduce drásticamente los costos de mantenimiento

Figura. 186. ALMAXCO.
Fuente: www.coberlamina.com 2008

- Excelente aislante térmico y acústico
- Amortiguación de las vibraciones
- Suministro en grandes dimensiones
- Posee certificado ASTM a prueba de fuego. Puede pasar 2 horas de fuego intenso sin permitir que éste traspase el material

2. Láminas de Policarbonato Alveolar

Las láminas de policarbonato alveolar son planchas translúcidas de estructura multipared con características extraordinarias en cuanto a resistencia mecánica, bajo peso y translucidez, lo cual les está ganando una creciente participación en el mercado de techos.

Estas láminas son flexibles en sentido longitudinal, lo que las hace ideales para techos curvos, pudiendo trabajar con radios muy cerrados. El material es co-extrusionado con una capa de protección anti-UV, lo cual nos da una excelente calidad de luz y protección para personas, animales, matas y/o enseres. (Figura. 187)



Figura. 187. Policarbonato.
Fuente: www.coberlamina.com
2008

Características:

- La protección coextruida contra los rayos UV, mantendrá inalterable las características físicas de las láminas.
- Pesan 10 veces menos que el vidrio (más liviano como cobertura).
- Resistencia a impactos hasta 200 veces más que el vidrio. Pueden adoptar la forma de cualquier estructura curva, se dobla al frío y se corta con sierra caladora.

- Su mantenimiento es mínimo, ya que en condiciones normales la lluvia es suficiente para mantenerlo limpio, de lo contrario con agua y jabón (que no contengan sustancias abrasivas).
- Conductividad térmica 50% menor que el vidrio, ello crea ambientes mucho más frescos y un mejor rendimiento de los sistemas de aire acondicionado.
- El policarbonato es auto extingible

Material para techos:

1. Láminas CENTROLAM

Las cubiertas Centrolam representan la solución para cubiertas de larga vida y atractivo aspecto. Centrolam emplea diversidad de materias primas, aislamientos, acabados, colores y perfiles para lograr las mejores cubiertas en techos rectos, techos de aguas múltiples, techos curvos, pantallas planas, cielo rasos y plafones. (Figura. 188)



Figura. 188. Centrolam. Fuente: www.coberlamina.com 2008

Centrolam se fabrica en láminas de largo completo, sin empates longitudinales. Los solapes laterales son mecanizados con una máquina cosedora, que dobla los bordes formando una costura mecánica impermeable. Los elementos de fijación van escondidos en el solape y sujetan la lámina sin perforarla. Las cubiertas pueden ser sencillas ó rellenas de aislamiento. Como los sistemas Centrolam son continuos y sin perforaciones el techo no requiere mantenimiento y tiene una larga vida útil.

Los sistemas son livianos, en general 5 Kg/mt² en cubierta sencilla y 10 Kg/mt² en cubierta aislada y esto permite ahorrar estructura. Este bajo peso permite también los proyectos de retechado, donde se deja el techo metálico existente y sobre él se coloca aislamiento y un techo Centrolam, bajando la temperatura y renovando la imagen del local.

Para el techo de los módulos se utilizará las láminas tipo AASS, AASS63, AA Curvo con aislamiento, los SSA y Tris-Tras para techos planos y cielo rasos.

2. Láminas Climatizadas LAMILIT 27-36

Las láminas climatizadas VENCOR, están constituidas por 4 materias primas principales, repartidas en 7 capas: acero laminado en frio o galvanizado, aluminio grofado, asfalto carbonado y laca de color monopigmentada. (Figura. 189)

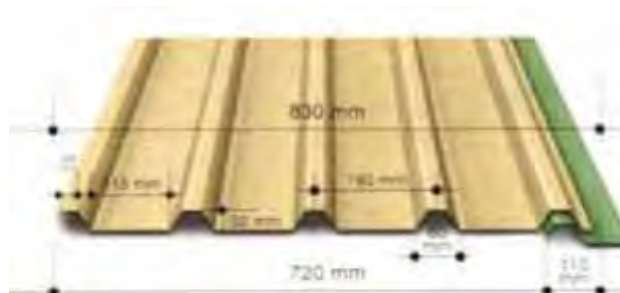


Figura. 189. LAMILIT. Fuente: www.coberlamina.com 2008

Las láminas son livianas, reflectivas y duraderas. Además ofrecen un buen aislamiento térmico acústico y vienen en una variedad de colores. (Figura. 190)

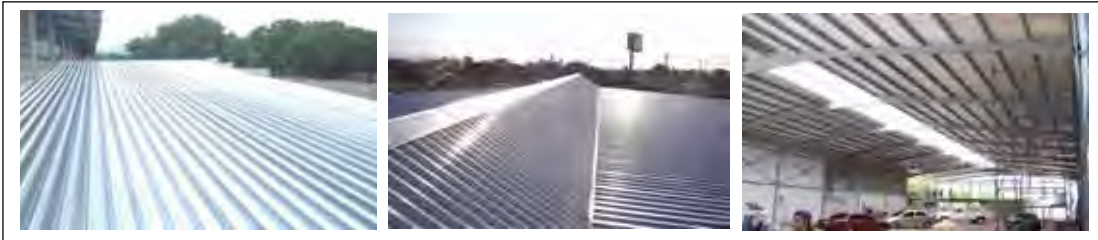


Figura. 190. Techos LAMILIT. Fuente: www.coberlamina.com 2008

Material para pisos:

1. Pisos de madera flotante.

A través de altos niveles técnicos de producción, se han desarrollado varios tipos de pisos flotantes, combinando: 1. HDF o aglomerado con melaminas de alta resistencia y/o laminados de alta presión (tipo fórmica) o 2. Recubriendo HDF, aglomerado o triplex con listones de madera de 0.5 hasta 4 milímetros de espesor, protegidos en su gran mayoría con barnices muy duraderos.



Se propone un piso laminado constituido por un panel HDF (panel de fibra de alta densidad): Este se cubre con una capa decorativa impresa sobre papel y una capa superficial transparente con textura de madera de alta resistencia que protege contra el uso y el desgaste. Debajo, con una capa barrera corta el paso a la humedad ascendente. Este tipo de piso imita el acabado de madera natural. (Figura. 191)

Figura. 191. Montaje del piso. Fuente: <http://es.drevdom.com> 2011

Composición:

1. Overlay: Recubrimiento especial de gran resistencia que brinda protección y brillo. Fácil de limpiar.
2. Papel Decorativo: Color con acabado en madera natural.
3. Núcleo de madera HDF: Pieza central del suelo laminado.
4. Capa Anti-humedad: Altamente resistente a las concentraciones de humedad. (Figura. 192)



Figura. 192. Características. Fuente: <http://es.drevdom.com> 2011

2. Pisos de Vinilo.

Los pisos de láminas de vinilo siguen siendo una de las categorías más populares de pisos. Las láminas de vinilo están disponibles en una amplia gama de apariencias, son duraderas y fáciles de limpiar. (Figura.193)

Las láminas de vinilo también vienen en rollos de 6' y 12', para ser instalados sin uniones. (Figura. 194)



Figura. 193 Piso en láminas. Fuente: <http://www.pisovinil.com> 2012



Figura. 194. Piso en rollos. Fuente: <http://www.armstrong.com> 2012

Ventajas:

- Bellos, parecen de verdad
- Suaves al contacto
- Duraderos
- Requieren poco mantenimiento

3. Pisos de Linóleo.

Hoy en día, los pisos de linóleo tienen una imagen completamente nueva: colorido, de moda y ecológicos. Los pisos de linóleo están disponibles en una amplia gama de colores y diseños - desde los estampados tradicionales de mármol, a los diseños contemporáneos moteados, o estampados gráficos. También puede encontrar el piso de linóleo en tonos cálidos de tierra que resaltan sus cualidades orgánicas. El linóleo está hecho de materiales naturales, como el aceite de linaza, harina de madera reciclada y piedra caliza. Estos materiales naturales ayudan a hacer del linóleo un piso antibacterial y biodegradable. (Figura. 195)

Durabilidad de los Pisos de Linóleo

Los pisos de linóleo son muy duraderos – lo que es una de las razones por las que era un piso tan popular a principios de mediados del siglo 20. Hoy en día, la durabilidad es todavía una característica clave de los pisos de linóleo. Estos pisos son muy resistentes a las hendiduras y los arañazos, y se mantienen bien con un uso continuo. Los pisos de linóleo pueden durar más de 40 años si se instalan y mantienen adecuadamente.



Figura. 195 Piso en rollos.

Fuente:

<http://www.armstrong.com>

Aislamiento y membranas de caucho sintético EPDM para pisos.

El EPDM es un caucho sintético con unas características especiales que le hacen idóneo para la impermeabilización (Figura. 196):

- Elasticidad $\leq 300\%$ sin migración de plastificantes.
- Excelente resistencia al ozono y los ultravioletados
- Extrema flexibilidad entre -40°C y $+120^{\circ}\text{C}$
- Vida útil de más de mas de 50 años

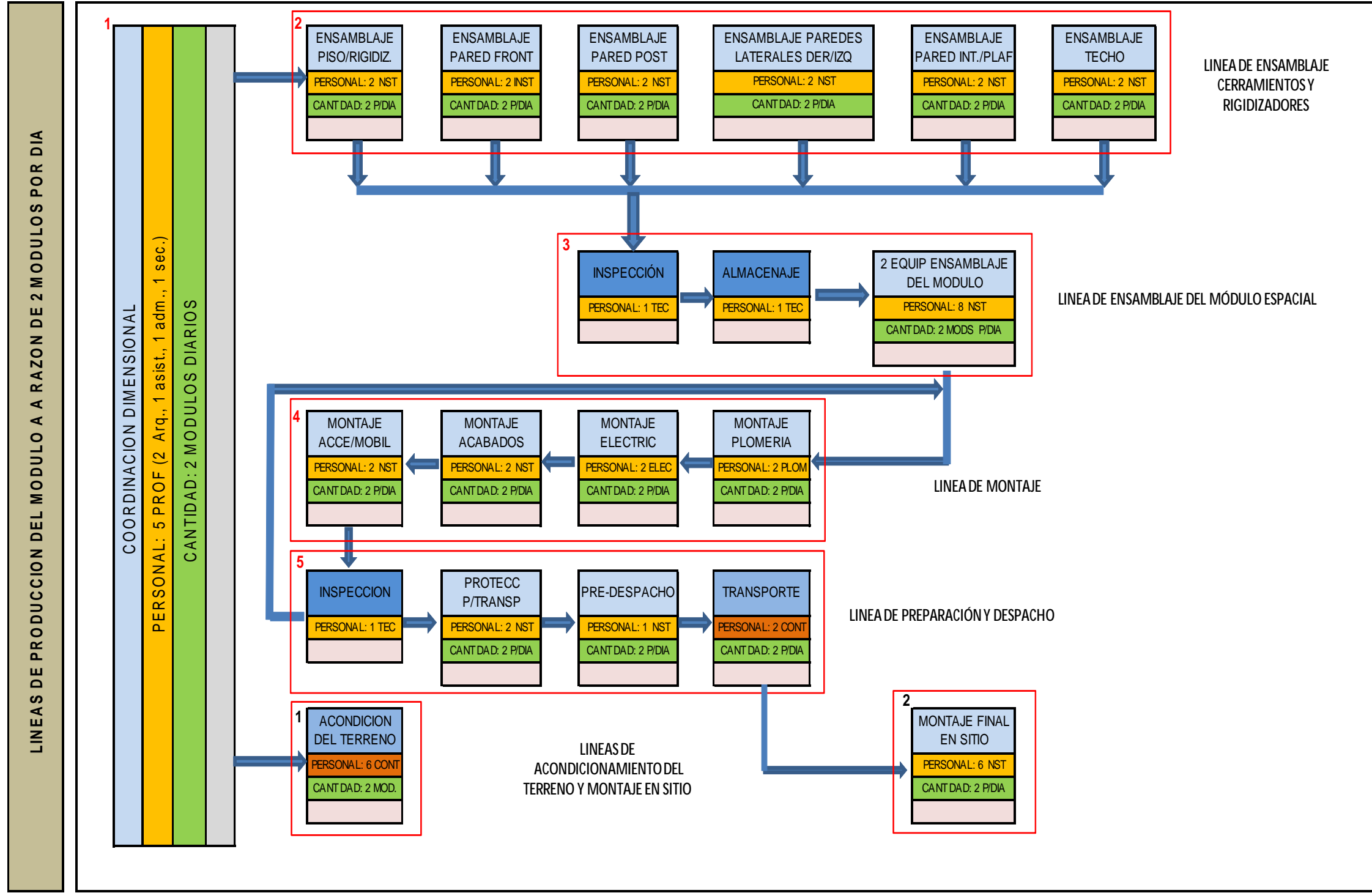
Especificaciones: Ancho: 1.2m, Largo: 20m, Espesor: 1.2mm/1.5mm/2.0mm.



Figura. 196 Protección y aislantes para pisos.

Fuente: www.dekorubber.com 2012

Cuadro de líneas de producción para el Módulo A
 (Estimación para el ensamble de 2 módulos por día)



Cuadro 14. Cuadro Líneas de Producción del Módulo A. Fuente: Elaboración propia. 2012

Apéndice 3. Cuadros de Costos de los Módulos Espaciales

COSTOS ASOCIADOS A LA PRODUCCION DE 2 MODULOS A/DIA (15,25 M2)

DESCRIPCION	COSTO (BS)	COSTO (\$)
COSTO DE MATERIALES (40 MOD)	3.259.378,00	757.994,88
COSTO DE PRODUCCION (NOMINA)	166.000,00	38.604,65
GASTOS SERVICIOS	5.900,00	1.372,09
GASTOS DE OFICINA	2.500,00	581,40
GASTOS FINANCIEROS	136.201,98	31.674,88
ALQUILERES	25.000,00	5.813,95
EQUIPOS DEPRECIACION	25.761,71	5.991,10
COSTO TOTAL PARA 40 MOD. A	3.620.741,69	842.032,95
COSTO TOTAL PARA 1 MOD. A	99.552,63	23.151,78
COSTO TOTAL DEL MOD A PARA LA VENTA CON 30% DE INCREMENTO	129.418,42	30.097,31
COSTO TOTAL DEL MOD A PARA LA VENTA CON TRANSPORTE A 300 KM	132.418,42	30.794,98
COSTO/M2	6.528,04	1.518,15

Cuadro 15. Cuadro de Costos del Módulo A. Fuente: Propia 2012

COSTOS ASOCIADOS A LA PRODUCCION DE 4 MODULOS B/DIA (7,75 M2)

DESCRIPCION	COSTO MENSUAL (BS)	COSTO MENSUAL (\$)
COSTO DE MATERIALES (40 MOD)	3.437.580,80	799.437,40
COSTO DE PRODUCCION (NOMINA)	166.000,00	38.604,65
GASTOS SERVICIOS	5.900,00	1.372,09
GASTOS DE OFICINA	2.500,00	581,40
GASTOS FINANCIEROS	136.201,98	31.674,88
ALQUILERES	25.000,00	5.813,95
EQUIPOS DEPRECIACION	25.761,71	5.991,10
COSTO TOTAL PARA 80 MOD. A	3.798.944,49	883.475,46
COSTO TOTAL PARA 1 MOD. B	52.003,85	12.093,92
COSTO TOTAL DEL MOD A PARA LA VENTA CON 30% DE INCREMENTO	67.605,01	15.722,09
COSTO TOTAL DEL MOD A PARA LA VENTA CON TRANSPORTE A 300 KM	69.105,01	16.070,93
COSTO/M2	8.916,78	2.073,67

Cuadro 16. Cuadro de Costos del Módulo B. Fuente: Propia 2012

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

COSTOS ASOCIADOS A LA PRODUCCION DE 2 MODULOS A1/DIA (15,25 M2)		
DESCRIPCION	COSTO MENSUAL (BS)	COSTO MENSUAL (\$)
COSTO DE MATERIALES (40 MOD)	2.812.821,20	654.144,47
COSTO DE PRODUCCION (NOMINA)	166.000,00	38.604,65
GASTOS SERVICIOS	5.900,00	1.372,09
GASTOS DE OFICINA	2.500,00	581,40
GASTOS FINANCIEROS	136.201,98	31.674,88
ALQUILERES	25.000,00	5.813,95
EQUIPOS DEPRECIACION	25.761,71	5.991,10
COSTO TOTAL PARA 40 MOD. A	3.174.184,89	738.182,53
COSTO TOTAL PARA 1 MOD. A	88.388,71	20.555,52
COSTO TOTAL DEL MOD A PARA LA VENTA CON 30% DE INCREMENTO	114.905,33	26.722,17
COSTO TOTAL DEL MOD A PARA LA VENTA CON TRANSPORTE A 300 KM	117.905,33	27.419,84
COSTO/M2	7.731,50	1.798,02

Cuadro 17. Cuadro de Costos del Módulo A1. Fuente: Propia 2012

COSTOS ASOCIADOS A LA PRODUCCION DE 2 MODULOS A2/DIA (15,25 M2)		
DESCRIPCION	COSTO MENSUAL (BS)	COSTO MENSUAL (\$)
COSTO DE MATERIALES (40 MOD)	3.048.395,20	708.929,12
COSTO DE PRODUCCION (NOMINA)	166.000,00	38.604,65
GASTOS SERVICIOS	5.900,00	1.372,09
GASTOS DE OFICINA	2.500,00	581,40
GASTOS FINANCIEROS	136.201,98	31.674,88
ALQUILERES	25.000,00	5.813,95
EQUIPOS DEPRECIACION	25.761,71	5.991,10
COSTO TOTAL PARA 40 MOD. A	3.409.758,89	792.967,18
COSTO TOTAL PARA 1 MOD. A	94.278,06	21.925,13
COSTO TOTAL DEL MOD A PARA LA VENTA CON 30% DE INCREMENTO	122.561,48	28.502,67
COSTO TOTAL DEL MOD A PARA LA VENTA CON TRANSPORTE A 300 KM	125.561,48	29.200,35
COSTO/M2	8.233,54	1.914,78

Cuadro 18. Cuadro de Costos del Módulo A2. Fuente: Propia 2012

Apéndice 4. **SIPROMAT.**

Cálculos Estructurales y Tablas de Diseño de la Tecnología SIPROMAT.

(Tomado del Manual de Producción, Uso y Aplicaciones de la Tecnología SIPROMAT)

La presente sección tiene como objetivo fundamental aportar información acerca del comportamiento de los componentes SIPROMAT sometidos a las solicitaciones de cargas mas comunes que se presentan en el diseño y construcción de viviendas, como son los esfuerzos producidos sobre paredes portantes provenientes de las cargas de las losas que se apoyan sobre ellas (esfuerzos de flexo-compresión), los esfuerzos producidos en las losas (flexión-simple) y los esfuerzos producto de los movimientos sísmicos. (Cuadro 19)

Valor del Eje Neutro (X)

$X = 5 \text{ cm}$

Valor Momento de Inercia (Ixx)

$I_{xx} (0.45) = 93,5 \text{ cm}^4.$

$I_{xx} (0.60) = 1247 \text{ cm}^4.$

Valor Módulos de Sección (Sx)

$S_x (0.45) = 15.3 \text{ cm}^3$

$S_x (0.60) = 20.4 \text{ cm}^3$

Valor de Radios de giro (rx)

Area de la sección (A)

$A (0.45) = 5.4 \text{ cm}^2$

$A (0.60) = 7.20 \text{ cm}^2$

$r (0.45) = 4.16 \text{ cm}$

$r (0.60) = 4.16 \text{ cm}$

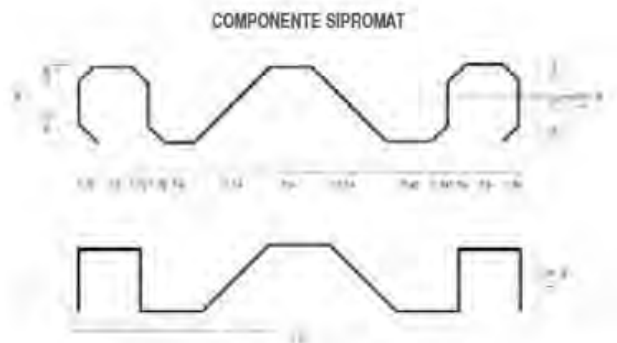


TABLA # 1
 PROPIEDADES ESTÁTICAS DEL COMPONENTE SIPROMAT

Espesor (e)	Sección (A)	Peso (P)	Momento de Inercia (I _x)	Módulo de sección (S _x)	Radio de giro (r _x)
mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm
0.45	5.4	4.25	93.5	15.3	4.16
0.6	7.2	5.65	125	20.4	4.16

Cuadro 19. SIPROMAT Fuente: Manual de Producción, Uso y Aplicaciones de la Tecnología SIPROMAT

Los cálculos de las capacidades de carga de los componentes SIPROMAT se realizaron de acuerdo con la “Especificación for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members” basadas en las especificaciones del “American Iron and Steel Institute” (A.I.S.I.).

Los cálculos de las capacidades de carga de los componentes SIPROMAT se realizaron de acuerdo con la “Especificación for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members” basadas en las especificaciones del “American Iron and Steel Institute” (A.I.S.I.). (Cuadro 20 y 21)

TABLA # 2
CARGAS ADMISIBLES Q (kg/m²)




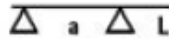
Condición de Apoyo	Espesor (mm)	Separación entre apoyos (m)										
		1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00
	0.45	776	570	437	345	279	231	195	165	143	124	109
	0.60	1036	761	584	461	373	309	260	220	191	166	146
	0.45	970	713	546	431	349	289	243	207	178	155	136
	0.60	1295	952	729	576	466	386	325	276	238	207	182

TABLA # 3
LONGITUD MÁXIMA EN VOLADO L (m)

Condición de Apoyo	Espesor (mm)	Carga admisible Q (kg/m ²)			
		100	200	300	400
	0.45	1.62	1.28	1.12	1.02
a > L	0.60	1.78	1.42	1.24	1.12

Cuadro 20. SIPROMAT Fuente: Manual de Producción, Uso y Aplicaciones de la Tecnología SIPROMAT

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
 UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
 INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
 VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

TABLA #4
 CARGA ADMISIBLE TRABAJANDO COMO PARED DE CARGA P= kg/m

Espesor (mm)	Longitud (m)								
	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00
0.45	2167	2157	2147	2117	2107	2090	2075	2059	2042
0.60	3939	3915	3888	3858	3826	3791	3753	3711	3668

t (cm)	F _t (kg/cm ²)	Longitud (m)								
		2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00
		4560	3600	2920	2410	2030	1730	1490	1300	1140
0.045	P x E (kg)	34691	27390	22260	18330	15439	13158	11332	9887	8670
0.060	P x E (kg)	46242	36507	29611	24439	20596	17544	15110	13163	11560

TABLA #5
 CARGA ADMISIBLE TRABAJANDO COMO PARED DE CARGA SOMETIDA A EMPUJE DE VIENTO P= kg/m

Espesor (mm)	Longitud (m)								
	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00
0.45	1645	1495	1329	1138	949	748	544	390	140
0.60	3214	2991	2742	2469	2178	1872	1559	1244	935

Cuadro 21. SIPROMAT Fuente: Manual de Producción, Uso y Aplicaciones de la Tecnología SIPROMAT

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

Apéndice 5. Cuadros de Costos del Modelo constructivo con
SIPROMAT

PRESUPUESTO					
Obra: CONSTRUCCION DE PAVIMENTO DE CONCRETO ARMADO (1)					
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL Bs
1	M.317.000.000 COMPACTACION DE RELLENOS CON APISONADORES DE PERCUSION, CORRESPONDIENTE A LOS ASIENOS DE FUNDACIONES, ZANJAS, ETC.	m3	27,77	239,86	6.660,91
2	C.058.420.602 ENCOFRADO DE MADERA TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE EN CABEZALES DE ALCANTARILLAS, REVESTIMIENTO DE CANALES RECTANGULARES, BATEAS, BAJANTES, CUNETAS DE CORONAMIENTO, SUMIDEROS, TANQUILLAS.	m2	20,40	316,98	6.466,39
3	A.710.750.000 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE MALLA DE ACERO DE REFUERZO TIPO TRUCKSON, PARA LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS.	Kg.	30,20	17,06	515,21
4	M.328.000.125 CONCRETO DE Fc 250 kg/cm ² A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE BASE DE PAVIMENTO.	m3	3,00	2.063,86	6.191,58
5	U.722.000.250 CONCRETO RCCON 28 250 kg/cm ² , ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS	m3	3,00	1.111,12	3.333,36
6	REM-9045 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO RAT=2.100 KG/CM ² , UTILIZANDO CABILLA DE DIAMETRO DE 1/2 A 7/8 DE PGDA. PARA INFRAESTRUCTURA	Kg.	165,00	20,97	3.460,05
Total Bs:					26.627,50

Cuadro 22. Cuadro de Costos 1 de SIPROMAT. Fuente: Propia 2012

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

PRESUPUESTO					
Obra: CONSTRUCCION DE FRISO EN PANELERIA METALICA (2)					
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL Bs
1	EDF-9004 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE MALLA GALLINERO CAL. 18 - 2" Y ALAMBRO D=5,2 mm. PARA SOPORTE REVESTIMIENTO	M2	88,08	48,77	4.295,66
2	M.412.202.004 CONSTRUCCION DE REVESTIMIENTO EXTERIOR EN PAREDES CON MORTERO A BASE DE CAL, ACABADO SALPICADO. INCLUYE FRISO BASE	m2	88,08	242,11	21.325,05
Total Bs:					25.620,71
(15.00 %) I.V.A.:					3.843,11
TOTAL GENERAL:					29.463,82

Cuadro 23. Cuadro de Costos 2 de SIPROMAT. Fuente: Propia 2012

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

PRESUPUESTO					
Obra: CONSTRUCCION DE FRISO Y REVESTIMIENTOS EN TECHOS CON PANELERIA METALICA (3)					
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL Bs
1	EDF-9004 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE MALLA GALLINERO CAL. 18 - 2" Y ALAMBRO D=5,2 mm. PARA SOPORTE REVESTIMIENTO	m2	45,54	48,77	2.220,99
2	M.412.202.004 CONSTRUCCION DE REVESTIMIENTO EXTERIOR EN PAREDES CON MORTERO A BASE DE CAL, ACABADO SALPICADO. INCLUYE FRISO BASE	m2	22,77	242,11	5.512,84
3	M.412.202.004 CONSTRUCCION DE REVESTIMIENTO INTERIOR EN TECHO CON MORTERO A BASE DE CAL, ACABADO LISO. INCLUYE FRISO BASE	m2	22,77	338,20	7.700,81
4	U.722.000.250 CONCRETO RCCON 28 250 kg/cm2, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE LOSA DE TECHO	m3	2,28	1.111,03	2.533,15
5	C.058.420.602 ENCOFRADO DE MADERA TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE EN CABEZALES DE ALCANTARILLAS, REVESTIMIENTO DE CANALES RECTANGULARES, BATEAS, BAJANTES, CUNETAS DE CORONAMIENTO, SUMIDEROS, TANQUILLAS.	m2	2,10	316,98	665,66
6	A.710.750.000 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE MALLA DE ACERO DE REFUERZO TIPO TRUCKSON, PARA LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS.	Kg.	45,08	16,70	752,84
7	E.420.100.193 IMPERMEABILIZACION DE LOSAS O PLCAS HORIZONTALES DE CONCRETO, NO TRANSITABLES, CON MEMBRANA FLEXIBLE DE PVC e=1,5mm.	m2	22,77	447,98	10.200,50
Total Bs:					29.586,79
(15.00 %) I.V.A.:					4.438,02
TOTAL GENERAL:					34.024,81

Cuadro 24. Cuadro de Costos 3 de SIPROMAT. Fuente: Propia 2012

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

PRESUPUESTO					
Obra: PINTURA INTERIOR Y EXTERIOR EN PAREDES Y TECHO (4)					
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL Bs
1	R.462.100.501 PINTURA FONDO ANTIALCALINO DONDE FUERA NECESARIO	m2	93,60	23,93	2.239,85
2	R.464.100.301 PINTURA DE CAUCHO INTERIOR EN LOSAS. EXCLUYE MASTICADO Y FONDO ANTIALCALINO.	m2	22,77	39,72	904,42
3	R.464.100.501 PINTURA DE CAUCHO INTERIOR EN PAREDES. EXCLUYE MASTICADO Y FONDO ANTIALCALINO.	m2	53,32	31,00	1.652,92
4	M.463.200503C PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR EN PAREDES. INCLUYE FONDO ANTIALCALINO	m2	41,28	70,33	2.903,22
5	R.461.100.501 MASTICADO Y LIJADO EN PAREDES INTERIORES. NO INCLUYE APLICACION DE FONDO ANTIALCALINO.	m2	75,09	45,53	3.418,85
Total Bs:					11.119,26

Cuadro 25. Cuadro de Costos 4 de SIPROMAT. Fuente: Propia 2012

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
 UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
 INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
 VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

CUADRO DE COSTOS EDIFICACION CON SIPROMAT			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Lamina galvanizada calibre 24 (0.60mm) SIPROMAT (1.20 x 2.44 m)	107.00	88.00	9,523.00
Perfiles Riel U con orificios SIPROMAT	18.60	88.00	1,655.40
Perfiles Riel C de SIPROMAT	85.00	88.00	7,854.00
Perfiles Riel S de SIPROMAT	1.20	88.00	105.60
Tornillos para aluminio	718.00	0.60	430.80
Tornillos para acabados	788.00	1.15	917.70
Ventanas	4.45	1,426.41	6,347.79
Marcos de puertas	9.70	212.55	2,061.74
Puertas	3.28	623.45	2,035.64
Construcción de 15.25 m ² de pavimento en concreto armado según (1)	1.00	26,627.50	26,627.50
Construcción de 28.08 m ² de revestimiento de paredes según (2)	1.00	25,620.71	25,620.71
Construcción de 20.40 m ² de revestimiento de techos según (3)	1.00	22,727.33	22,727.33
Pintura interior y exterior paredes y techos: 118.37 m ² según (4)	1.00	11,119.26	11,119.26
Laminado en Vinilo para pisos	15.25	350.00	5,337.50
Tablero residencial 8 circuitos 125A	1.00	478.50	478.50
Interruptor 7QL IP 20A	4.00	52.00	208.00
Tubo EMT 1" x 6.10 m	1.00	23.40	23.40
Tubería EMT 1/2" x 6.10 m	5.00	9.90	49.50
Cable THW # 4	12.00	26.72	320.64
Cable THW # 12	110.00	4.50	495.00
Cajetín metálico 2x4"	8.00	8.50	68.00
Cajetín octogonal	3.00	10.40	31.20
Anillos terminales adaptadores	28.00	3.90	78.00
Interruptor sencillo blanco 1V 15A	1.00	28.50	28.50
Interruptor doble blanco 1V 15A	2.00	32.50	65.00
Toma para empotrar blanca 15Amp 125V	5.00	48.00	240.00
Tubo PVC Reforzado 2" (50mm) x 3.00m	3.00	96.15	288.45
Tubo PVC Reforzado 4" (110 mm) x 3.00m	2.00	201.50	403.00
Yee 4x4	0.00	51.35	0.00
Yee 4x2	1.00	45.80	45.80
Yee 2x2	3.00	21.50	64.50
Tee 2"	3.00	14.85	44.55
Codo 2"x45"	2.00	9.50	19.00
Codo 2"x90"	4.00	9.80	39.20
Sifon 4"	1.00	85.15	85.15
Sifon 2"	2.00	69.00	138.00
Pegamento para tubería PVC 240 ml	1.00	74.25	74.25
Rejilla estándar de bronce 6" descarga 2"	3.00	200.00	600.00
Tapa ciega de bronce	1.00	200.00	200.00
Tubería PVC soldable p/agua fría x 6m	3.20	36.00	117.00
Unión universal de 1/2" soldable	2.00	26.00	52.00
Anillos, codos, tee 1/2" soldable	24.00	23.50	564.00
Adaptador hembra 1/2" soldable agua fría	5.00	8.00	40.00
niple 5cm HG	5.00	15.00	75.00
soldadura para pvc 475 ml	1.00	130.00	130.00
Lavamanos chaises blanco	1.00	380.50	380.50
WC coronat blanco	1.00	619.00	619.00
Fregadero de acero 64x53 l ponchera c/escurridor	1.00	520.00	520.00
Grupo de ducha 8" manillas cromadas	1.00	850.00	850.00
Ducha estándar cromadas	1.00	185.00	185.00
Llave de arresto	3.00	87.75	263.25
Canilla	2.00	112.00	224.00
Canilla p/PVC	1.00	118.00	118.00
Grifería 4" lavamanos cromada	1.00	850.00	850.00
Grifería fregadero	1.00	260.00	260.00
Sifon p/ fregadero	1.00	37.50	37.50
desagüe lavamanos	1.00	84.50	84.50
resacaun fregadero	1.00	75.40	75.40
TOTAL			132,007.25

Cuadro 26. Cuadro de Costos total de SIPROMAT. Fuente: Propia 2012

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

Cuadros de Costos del Modelo constructivo tradicional

PRESUPUESTO					
Obra: VIVENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCION TRADICIONAL					
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL Bs
1	E.311.310.000 EXCAVACION EN TIERRA A MANO, PARA ASIENTO DE FUNDACIONES, ZANJAS, ETC. INCLUYE REPERFILAMIENTO A MANO	m3	4,65	1.980,35	9.208,63
2	C.038.100.100 COMPACTACION DE RELLENOS CON APISONADORES DE PERCUSION CORRESPONDIENTE A LA PREPARACION DEL SITIO.	m3	3,88	343,14	1.331,38
3	E.319.100.000 CONSTRUCCION DE BASE DE PIEDRA PICADA CORRESPONDIENTE A OBRAS PREPARATIVAS.	m3	2,05	832,57	1.706,77
4	E.325.000.125 CONCRETO DE Fc 210 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES Y FUNDACION PARED.	m3	0,88	3.915,53	3.445,67
5	E.324.000.125 CONCRETO DE Fc 210 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE PEDESTALES.	m3	0,88	3.915,53	3.445,67
6	E.341.010.111 ENCOFRADO DE MADERA TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE EN CABEZALES DE PILOTES, BASES Y ESCALONES.	m2	8,35	479,24	4.001,65
7	E.332.000.125 CONCRETO DE Fc 210 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE CARGA Y MACIZADOS.	m3	1,18	4.677,50	5.519,45
8	E.333.320.220 LOSA MACIZA, e=20cm CON CONCRETO Fc 210 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO OBRA LIMPIA.	m2	15,65	976,55	15.283,01
9	E.331.100.225 CONCRETO DE Fc 210 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO OBRA LIMPIA, PARA LA CONSTRUCCION DE COLUMNAS RECTANGULARES.	m3	1,36	4.829,94	6.568,72
10	E.332.000.125 CONCRETO DE Fc 210 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE CARGA Y MACIZADOS.	m3	1,44	4.677,50	6.735,60
11	E.411.011.020 CONSTRUCCION DE PAREDES DE BLOQUES HUECOS DE ARCILLA, ACABADO CORRIENTE, e=20cm NO INCLUYE MACHONES, DINTELES Y BROCALES	m2	54,60	961,71	52.509,37
12	E.351.110.210 SUMINISTRO, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO RAT=2.100 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLA DE DIAMETRO IGUAL O INFERIOR A 3/8" EN INFRAESTRUCTURA	Kg.	118,45	53,19	6.300,36

Cuadro 27. Cuadro de Costos 1. Construcción tradicional. Fuente: Propia 2012

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

PRESUPUESTO					
Obra: VIVENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCION TRADICIONAL					
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL Bs
13	E.351.120.210 SUMINISTRO, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO RAT=2.100 kg/cm2, UTILIZANDO CABILLA DE DIAMETRO DE 1/2" A 7/8" PARA INFRAESTRUCTURA	Kg.	38,48	42,85	1.648,87
14	E.351.200.250 SUMINISTRO, PREPARACION Y COLOCACION DE MALLA SOLDADA DE ACERO PARA INFRAESTRUCTURA	Kg.	32,65	39,06	1.275,31
15	E.352.110.210 SUMINISTRO, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO RAT=2.100 kg/cm2, UTILIZANDO CABILLA DE DIAMETRO IGUAL O INFERIOR A 3/8", PARA SUPERESTRUCTURA	Kg.	218,45	55,59	12.143,64
16	E.352.120.210 SUMINISTRO, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO RAT=2.100 kg/cm2, UTILIZANDO CABILLA DE DIAMETRO DE 1/2" A 7/8" PARA SUPERESTRUCTURA	Kg.	303,12	45,26	13.719,21
17	E.542.211.120 INSTALACION ELECTRICA DE TOMACORRIENTES CON TAPA PLASTICA, PUENTE Y TORNILLOS, SENCILLO, UNA (1) FASE, 20 A.	Pza.	4,00	200,27	801,08
18	E.542.133.230 INSTALACION ELECTRICA DE TOMACORRIENTES CON TAPA METALICA, PUENTE Y TORNILLOS, TRIPLE, TRES (3) FASES, 30 A.	Pza.	1,00	789,67	789,67
19	SUMINISTRO E INSTALACION DE SALIDA DE ANTENA DE TV	pto	1,00	1.177,57	1.177,57
20	SUMINISTRO E INSTALACION DE SALIDA PARA TIMBRE Y CAMPANA DE PUERTA	pto	1,00	1.177,57	1.177,57
21	SUMINISTRO E INSTALACION DE SALIDA DE TELEFONO	pto	1,00	1.177,57	1.177,57
22	E.581.624.006 SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA INCANDESCENTE DE PARED, TIPO VAPOLETA DE 100W	Pieza	2,00	537,74	1.075,48
23	E.581.625.006 SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA INCANDESCENTE DE TECHO, TIPO VAPOLETA DE 100W	Pieza	1,00	599,49	599,49
24	E.541.211.110 INSTALACION ELECTRICA DE INTERRUPTORES (SWITCHES) COMBINABLES SIMPLES, CON TAPA DE PLASTICO, PUENTE Y TORNILLOS, 10 A.	Pza.	2,00	178,35	356,70
25	E.551.122.012 INSTALACION ELECTRICA DE TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIDO, CON PUERTA, 2 FASES + NEUTRO, 20 CIRCUITOS, BARRAS DE 125 AMP. NO	Pza.	1,00	2.397,31	2.397,31

Cuadro 28. Cuadro de Costos 2 construcción tradicional. Fuente: Propia 2012

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
 UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
 INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
 VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

PRESUPUESTO					
Obra: VIVENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCION TRADICIONAL					
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL Bs
	INCLUYE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER).				
26	E.S/C SUMINISTRO E INSTALACION DE GABINETE PARA MEDIDOR DE LA ELECTRICIDAD DE CARACAS	Pza.	1,00	2.638,59	2.638,59
27	E.511.111.051 INSTALACION ELECTRICA DE TUBERIA PLASTICA RIGIDA LIVIANA, PVC, EMBUTIDA. DIAMETRO 2" (51mm) .	m	6,00	163,46	980,76
28	E.622.041.051 PUNTO DE AGUAS RESIDUALES DE PVC D=2" (51mm), NORMAL e=1.8mm, EMBUTIDA O ENTERRADA, INCLUYE CONEXIONES.	Pto.	1,00	575,10	575,10
29	E.669.321.051 DREN DE PISO CIRCULAR ESTANDAR, DE BRONCE, PARA TUBO DE DESCARGA EMBUTIDO DE 2" (51mm) .	Pza.	2,00	342,90	685,80
30	E.665.166.051 INSTALACION SANITARIA DE TAPON DE REGISTRO DE BRONCE, D=2"	Pza.	1,00	441,04	441,04
31	E.665.166.102 INSTALACION SANITARIA DE TAPA DE REGISTRO, DE BRONCE D=4"	Pza.	1,00	457,82	457,82
32	E.622.051.102 PUNTOS DE AGUAS RESIDUALES, DE PVC, DIAMETRO 4" (102mm), e=3.2mm EMBUTIDA O ENTERRADA. INCLUYE CONEXIONES.	Pto.	3,00	917,25	2.751,75
33	E.622.051.051 PUNTOS DE AGUAS RESIDUALES, DE PVC, DIAMETRO 2" (51mm), e=3.2mm EMBUTIDA O ENTERRADA. INCLUYE CONEXIONES.	Pto.	12,00	605,69	7.268,28
34	E.802.305.015 CONCRETO PARA LA CONSTRUCCION DE TANQUILLAS, FC 210 k/cm2 CORRESPONDIENTE A OBRAS DE SERVICIO.	m3	0,68	6.134,19	4.171,25
35	E.S/C SUMINISTRO E INSTALACION DE BANCADAS CON TUBOS PVC DE 4" CON RECUBRIMIENTO DE CONCRETO POBRE RESISTENCIA 80 kg/cm2	m3	4,65	3.378,13	15.708,30
36	U.411.513.152 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TUBERIA PVC DE AGUAS RESIDUALES DIAMETRO 6" JUNTA PEGADA, ENBUTIDA O ENTERRADA.	m	9,85	263,93	2.599,71
37	E.S/C DESAGUE PARA AGUAS DE LLUVIA EN TUBERIA EN PVC DE 2"	Pto.	1,00	2.910,64	2.910,64
38	E.614.081.102 TUBERIA PARA AGUAS PLUVIALES DE PVC, REFORZADO e=3,2 mm D=4" (102 mm), EMBUTIDA O ENTERRADA, INCLUYE CONEXIONES.	m	6,55	249,75	1.635,86

Cuadro 29. Cuadro de Costos 3 construcción tradicional. Fuente: Propia 2012

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
 UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
 INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
 VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

PRESUPUESTO					
Obra: VIVENDA UNIFAMILIAR CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL					
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL Bs.
38	E.002.305.015 CONCRETO PARA LA CONSTRUCCION DE TANQUILLAS. FC 210 <i>Wcr</i> 2 CORRESPONDIENTE A OBRAS DE SERVICIO.	m ³	1,04	6.134,19	6.104,10
40	E.621.021.013 PUNTOS DE AGUAS CLARAS, DE ACERO GALVANIZADO, ASTM, DIAMETRO 1/2" (13mm) EMBUTIDO O ENTERRADO. INCLUYE CONEXIONES	Pza.	7,00	726,76	5.080,32
41	E.611.031.025 TUBERIA DE AGUAS CLARAS, DE ACERO GALVANIZADO, DIAMETRO 1" (25mm), ASTM, EMBUTIDA O ENTERRADA, INCLUYE CONEXIONES.	m	16,68	320,00	5.537,99
42	E.511.111.051 INSTALACION ELECTRICA DE TUBERIA PLASTICA RIGIDA LIVIANA, PVC, EMBUTIDA, DIAMETRO 2" (51mm)	m	6,45	163,40	1.054,32
43	R.910.121.115 ACARREO A MANO DE ESCOMBROS CON USO DE BOLSAS, A DISTANCIAS ENTRE 10 Y 15m CON PENDIENTES DE 0-15%	m ³ m	6,37	48,04	307,34
44	E.667.420.032 FREGADERO DE DOS PONCHERAS DE ACERO INOXIDABLE CON DOS PONCHERAS. INCLUYE GRIFERIA Y LLAVE DE ARRESTO	Pza.	1,00	10.681,82	10.681,82
45	E.667.320.021 BATEA PREFABRICADA DE GRANITO, 2 LLAVES, 1 PONCHERA	Pza.	1,00	2.581,86	2.581,86
Total Bs:					228.579,49
(12.00 %) I.V.A.:					27.429,42
TOTAL GENERAL:					256.007,91

Cuadro 30. Cuadro de Costos 4 construcción tradicional. Fuente: Propia 2012

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
 UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
 INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
 VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

FECHA DE ENTREGA: _____

AUTORIZACION PARA LA DIFUSIÓN ELECTRONICA DE LOS TRABAJOS
 DE LICENCIATURA, TRABAJO ESPECIAL DE GRADO, TRABAJO DE
 GRADO Y TESIS DOCTORAL DE LA
 UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA.

Yo, Rosa Cristina Moreno Blanco, autora de la tesis “SISTEMA MODULAR ESPACIAL (SME) BASADO EN LA TECNOLOGÍA SIPROMAT. UNA PROPUESTA PARA EDIFICACIONES MODULARES, PREFABRICADAS Y DE RÁPIDO ENSAMBLAJE”. Presentado para optar: al Grado Académico de Magister Scientiarum. A través de este medio autorizó a la Escuela de Arquitectura y Urbanismo o a la Comisión de Estudios de Postgrado de la Facultad de Arquitectura de la UCV, para que difunda y publique la versión electrónica de esta tesis, a través de los servicios de información que ofrece la Institución, sólo con fines de docencia e investigación, de acuerdo a lo previsto en la Ley sobre Derecho de Autor, Artículo 18, 23 y 42 (Gaceta Oficial N° 4.638 Extraordinaria, 01-10-1993).

	Si autorizo
	Autorizo después de 1 año
	No autorizo

Firma(s) autor (es)

 C.I. N° _____ C.I N° _____
 e-mail: _____ e-mail: _____

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO.
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
VIII MAESTRÍA EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

Por el equipo

C.I.Nº _____ C.I.Nº _____

e-mail: _____ e-mail: _____

En Caracas, a los _____ días del mes de Mayo de 2013.

Nota: En caso de no autorizarse la Escuela o Comisión de Estudios de Postgrado, publicará: la referencia bibliográfica, tabla de contenido (índice) y un resumen descriptivo, palabras claves y se indicará que el autor decidió no autorizar el acceso al documento a texto completo.

La cesión de derechos de difusión electrónica, no es cesión de los derechos de autor, porque este es intransferible.

Título del Producto o Propuesta: *Tesis “SISTEMA MODULAR ESPACIAL (SME) BASADO EN LA TECNOLOGÍA SIPROMAT. UNA PROPUESTA PARA EDIFICACIONES MODULARES, PREFABRICADAS Y DE RÁPIDO ENSAMBLAJE”.*