INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA

TECNOLÓGICO DE MONTERREY.

PROPUESTA DE SELECCION DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA
Y ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION
(ADMINISTRACION DE PROYECTOS)

POR:
CLAUDIO CESAR FAVELA GARCIA

MONTERREY, N. L. DICIEMBRE 2004

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA

TECNOLÓGICO DE MONTERREY.

PROPUESTA DE SELECCION DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA
Y ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION
(ADMINISTRACION DE PROYECTOS)

POR:

CLAUDIO CESAR FAVELA GARCIA

MONTERREY, N. L. DICIEMBRE 2004

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA

TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®

PROPUESTA DE SELECCIÓN DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA
Y ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
(ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS)

CLAUDIO CÉSAR FAVELA GARCÍA

MONTERREY, N. L. **DICIEMBRE DE 2004**

DEDICATORIA

A dios por haberme dado la oportunidad de vivir y por permitirme realizar todas las metas que me he propuesto.

A mi madre, a quien debo lo que soy, por su apoyo incondicional aún en las situaciones más difíciles que se presentaron y mas que nada por su amor y a mi hermano, espero que le sirva de ejemplo.

A mis tías Gloria y Eva por su gran apoyo y consejos a lo largo de toda mi formación, a mis abuelos por haberme dado pautas y advertencias de la vida, gracias a ellos por confiar en que lograré mis deseos.

A mis amigos por haber estado siempre cuando los necesite, por haberme apoyado y sobre todo porque nunca me negaron su amistad.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi asesor de tesis, Doctor Salvador García Rodríguez por sus enseñanzas y por haberme guiado y apoyado durante todo el trayecto de mi investigación.

Gracias a mis sinodales, M.C. Kevin Luna Villarreal y M.C. José Luis Lobato Paz por su apoyo y tiempo dedicado.

Agradezco al Ingeniero Ariel González de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe por la valiosa información que me proporcionó de forma desinteresada.

Al ITESM-CONACYT por el apoyo que me brindaron para poder realizar la maestría.

CONTENIDO

Índice de figuras, fotos y tablas vii
Introducción xi
Resumen Xi
Antecedentes xii
Objetivos xiii
Situación previa al proyecto xiv
Justificación xiv
Alcances xv
Metodología xvi

CAPÍTULO I. ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL 1

1.1 **EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA VIVIENDA** 2
1.2 **GENERACIONES DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS EN LA CONSTRUCCIÓN** 3
1.3 **CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA** 5
1.4 **MÉXICO Y LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA** 6
1.5 **LA VIVIENDA COMO PRODUCTO DE LA INDUSTRIA** 7
1.5.1 EXIGENCIAS A CUMPLIR POR EL PRODUCTO VIVIENDA 8
1.6 **INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS** 9
1.7 **ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INDUSTRIALIZADOS** 11
1.7.1 INTEGRACIÓN Y RACIONALIZACIÓN EN LA INDUSTRIALIZACIÓN 15
1.8 **MÉTODOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN** 15
1.8.1 SISTEMAS CERRADOS 16
1.8.2 SISTEMAS ABIERTOS 16
1.9 **ANÁLISIS DE ELEMENTOS PREFABRICADOS** 16
1.9.1 UTILIDADES DE LA PREFABRICACIÓN 16
1.9.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PREFABRICADOS 17
1.10 **CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS** 20
1.11 **MATERIALES CONSTRUCTIVOS ALTERNATIVOS PARA VIVIENDA PREFABRICADA DE BAJO COSTO** 23
1.12 **RESUMEN TEÓRICO DE UN MÓDULO DE VIVIENDA DE BAJO COSTO COMPUESTO POR PERFILES PLEGADOS** 24
1.13 **OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE PLACAS DE CONCRETO ARMADO** 27
1.14 **VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON PANELES DE POLIBLOCK REFORZADO** 33

CAPÍTULO II. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS: CIMBRAS, ESTRUCTURAS, SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y PREFABRICADOS 36

2.1 CIMBRAMEX 37
2.2 CIMBRAS FORSA 42
2.3 CIMBRAS HIJANSA 48
2.4 CONTEC MEXICANA 50
2.5 DIETRICH METAL FRAMING 55
2.6 ECOBLOCK INTERNATIONAL 56
2.7 FANOSA 59
2.8 LOSA RYD 64
2.9 MECCANO DE MÉXICO 66
2.10 METECNO 71
2.11 MOLADI 75
2.12 MULTYPANEL 78
2.13 OUTINORD 81
2.14 PANEL REY 89
2.15 PERI 93
2.16 PILOSIO 96
2.17 QUALYPANEL 98
2.18 ROYAL BUILDING SYSTEM 101
2.19 SISTEMA CONSTRUCTIVO DRY WALL 104
2.20 SISTEMA MODULAR CASSINA 109
2.21 SISTEMA CONSTRUCTIVO MONOLITE 111
2.22 SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL 116
2.23 SYMONS CORPORATION, TECNOLOGÍA EN CIMBRAS 119
2.24 UNISPAN 122
2.25 USG MÉXICO 125
2.26 WALL TIES 127
2.27 WALLTECH MÉXICO 131
2.28 WESTERN FORMS INTERNATIONAL 136
2.29 W PANEL 139

CAPÍTULO III. PROPUESTA PARA LA ELECCIÓN DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL 145

3.1 INTRODUCCIÓN 146
3.2 SELECCIÓN DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO 146
3.3 CONSIDERACIONES PARA EL PROCESO DE DECISIÓN 147
3.4 RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL PROCESO DE ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS 148
3.5 TOMA DE DECISIONES PARA LA ADOPCIÓN DE UNA TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA 148
3.6 MÉTODO PARA LA SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA 149
3.7 APLICACIÓN DE QFD PARA LA ELECCIÓN DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL 150
3.7.1 DEFINICIÓN DE QFD 150
3.7.2 CARACTERÍSTICAS DEL QFD COMO UN SISTEMA DE CALIDAD 150
3.7.3 INTRODUCCIÓN AL QFD 151
3.7.4 QFD: ACERCAMIENTO DE DISEÑO VS. ACERCAMIENTO ANALÍTICO 151

3.7.5 OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN PARA DETERMINAR FACTORES IMPORTANTES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO 152
3.8 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 152
3.8.1 CUESTIONARIO APLICADO AL CONSTRUCTOR 153
3.8.2 ESTRUCTURA DEL CUESTIONARIO 153
3.9 PRIMERA PARTE DE LA PROPUESTA 154
3.9.1 CARTA DE CALIDAD 156
3.9.2 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CARTA DE CALIDAD 159
3.10 SEGUNDA PARTE DE LA PROPUESTA 160
3.10.1 MATRIZ DE PONDERACIÓN 162
3.10.2 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CARTA DE CALIDAD 164
3.11 ESTUDIOS POSTERIORES Y APLICACIÓN 165

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 168
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO I 169
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO II 169
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO III 170
RECOMENDACIONES 171
BIBLIOGRAFÍA 172
GLOSARIO 174
ANEXOS I 175
ANEXOS II 176
ANEXOS III 179

ÍNDICE DE FIGURAS, FOTOS Y TABLAS

CAPITULO I

	TABLAS	PÀGINA
1.1	VENTAJAS EN AHORRO DE TIEMPO, ENERGÍA Y COSTOS CON LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA	5
1.2	EXIGENCIAS A CUMPLIR POR LA VIVIENDA	8
1.3	PROCEDIMIENTOS TECNOLÓGICOS EVALUADOS	14
1.4	ELABORACIÓN DE COMPONENTES TECNOLÓGICOS	14
1.5	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS LIVIANOS	21
1.6	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS PESADOS	21
1.7	CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS	22
	FIGURAS	
1.1	APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONSTRUCCIÓN	12
1.2	VARIACIÓN E ÍNDICES MEDIOS ESTIMADOS PARA PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN	12
1.3	ÍNDICES EN HORAS-HOMBRE TOTALES "IN-SITU"	13
1.4	TIPOS DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	20
1.5	PERFIL TIPO Z	25
1.6	VIGUETA "T" PREFABRICADA	25
1.7	VIGUETA CON NERVADURA CENTRAL	25
1.8	MÓDULO DE VIVIENDA COMPUESTO POR PERFILES PLEGADOS	26
1.9	MURO DE PLACAS DE CONCRETO	28
1.10	SECCIÓN DE LAS PLACAS DE CONCRETO	29
1.11	DETALLE DE GANCHO DE IZAJE	30
1.12	UNIONES VERTICALES ENTRE PLACAS DE PARED INTERNAS	31
1.13	UNIONES VERTICALES PERIMETRALES	31
1.14	DETALLE DE MURO	34
1.15	DETALLES DE UNIONES ENTRE PLACAS	34
1.16	DETALLE DE MÓDULO	35
	FOTOS	
1.1	ENSAYO A MÓDULO DE VIVIENDA	26

CAPITULO II

	TABLAS	
2.1	PERSONAL REQUERIDO PARA MANEJO DE CIMBRA E INSTALACIONES	46
2.2	LISTA DE PRODUCTOS CONTEC	52
2.3	TIPOS DE BLOCK CONTEC	53
2.4	DIMENSIONES DE LOSA CONTEC	53
2.5	CARACTERÍSTICAS DE LOSA CONTEC	53
2.6	COMPARATIVA DE AHORRO TÉRMICO	60
2.7	COMPARATIVA MECCANO VS. TRADICIONAL	68
2.8	MODULACIÓN DE PANELES MINIMAG	96
2.9	CARACTERÍSTICAS DEL PANEL MINIMAG	97
2.10	DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA MONOLITE	112
2.11	ESPECIFICACIONES DEL PANEL WALLTECH	133
	FIGURAS	
2.1	DETALLE DE AISLAMIENTO TÉRMICO	57
2.2	COMPONENTES DEL PANEL ECO-BLOCK	57

2.3	PANELES ECO-BLOCK	58
2.4	DETALLES DE VIGUETA	61
2.5	DETALLE DEL FOAMBLOCK	62
2.6	VIGUETA DE ACERO	64
2.7	BOVEDILLA	65
2.8	ECONOPANEL	79
2.9	REMATES Y UNIONES DE PANELES	80
2.10	MURO CARGADOR Y MURO CON LOSA	91
2.11	COMPONENTES DEL SISTEMA	92
2.12	SISTEMA PERI TRIO	93
2.13	CERROJO DE ALINEACIÓN	94
2.14	SISTEMA PERI DOMINO	94
2.15	SISTEMA PERI HANDSET	94
2.16	SISTEMA RBS	102
2.17	PERFILES DE ACERO GALVANIZADO	106
2.18	EMPALME, FIJACIÓN Y ARRIOSTRAMIENTO DE MURO	107
2.19	DETALLE DEL SISTEMA DRY-WALL	108
2.20	TIPOS DE PANEL MONOLITE	112
2.21	ARMADO DE PANEL MONOLITE BOVEDILLA	113
2.22	CARACTERÍSTICAS DEL BLOCK	116
2.23	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MUROS	117
2.24	DISEÑO DE LOS PANELES SYMONS	120
2.25	PANEL UNISPAN	122
2.26	TIRANTES UNISPAN	123
2.27	SISTEMA DE CIMBRADO PARA LOSA UNISPAN	124
2.28	CARACTERÍSTICAS DEL PANEL WALLTECH	132
2.29	COMPARACIÓN DÍAS DE TRABAJO POR VIVIENDA	135
2.30	COMPARACIÓN MANO DE OBRA EN UNIDAD HRS./OBRERO/VIVIENDA	135
2.31	GRÁFICA DE CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE LOS PANELES W PU3000 Y PS3100	141

FOTOS

2.1	SISTEMA DE MUROS	37
2.2	VIVIENDA A BASE DE PANELES	38
2.3	SISTEMA UNIVERSAL DE LOSA	38
2.4	SISTEMA DE LOSA EN LA PARTE SUPERIOR	38
2.5	SISTEMA DE MUROS METÁLICOS	39
2.6	INSTALACIÓN DE MUROS METÁLICOS	39
2.7	SISTEMA MONOLÍTICO UNIVERSAL	40
2.8	SISTEMA MONOLÍTICO METÁLICO	40
2.9	ACCESORIOS PARA PANELES CIMBRAMEX	41
2.10	PANEL ESTÁNDAR	43
2.11	PROCESO DE MONTAJE	44
2.12	DETALLES DE MOLDES METÁLICOS MONTADOS	44
2.13	COLOCACIÓN Y FIJACIÓN DE PANELES	45
2.14	INSTALACIÓN DE MALLAS DE ACERO	45
2.15	PILAR N-88	48
2.16	SERIE FH-1000	49
2.17	SERIE MH-1000	49
2.18	TIPOS DE BLOCK CONTEC	53
2.19	TIPOS DE LOSA CONTEC	53
2.20	STEEL FRAME	55
2.21	COLOCACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO	56
2.22	AISLAPANEL	59
2.23	INSUPANEL PLUS	63
2.24	SISTEMA LOSARYD	64
2.25	APUNTALAMIENTO	65

2.26	MOLDES MECCANO	67
2.27	PLANTILLA Y LOSA DE CIMENTACIÓN	69
2.28	MONTAJE DE MOLDES	69
2.29	COLADO DE CONCRETO	70
2.30	DESCIMBRADO	70
2.31	ACABADOS	70
2.32	VIVIENDA TIPO	72
2.33	MONTAJE DE PANELES	73
2.34	MONTAJE DE ACCESORIOS Y VENTANAS	73
2.35	FACHADA PRINCIPAL	74
2.36	FACHADA POSTERIOR	74
2.37	ENTRADA PRINCIPAL	74
2.38	COLOCACIÓN DE PANEL	75
2.39	COLOCACIÓN DE MARCOS	76
2.40	COLOCACIÓN DE INSTALACIONES	76
2.41	COLOCACIÓN DE MORTERO	76
2.42	DESCIMBRADO	76
2.43	MODELO TERMINADO	76
2.44	PINTURA DEL MÓDULO	77
2.45	MÓDULO TERMINADO	77
2.46	VIVIENDA CON PANELES MOLADI DE 80 M^2	77
2.47	SISTEMA TUNEL	81
2.48	MÓDULOS CONSTRUIDOS CON EL SISTEMA TÚNEL	82
2.49	CERROJOS	83
2.50	PASARELAS Y TRIÁNGULOS PARA APOYOS	84
2.51	UNIÓN DEL SISTEMA TÚNEL	86
2.52	COLOCACIÓN DE CALIBRES ESTRUCTURALES	91
2.53	COLOCACIÓN DE CALIBRES ESTRUCTURALES EN LOSA	92
2.54	PANEL ESTÁNDAR MINIMAG	96
2.55	TIPOS DE PANEL MINIMAG	97
2.56	ARMADO CON PANEL MINIMAG	97
2.57	ARMADO CON EL SISTEMA QUALYPANEL	99
2.58	VIVIENDA CON EL SISTEMA RBS	101
2.59	PANEL MONOLITE ONDULADO	111
2.60	PANEL MONOLITE HUECO	112
2.61	PANEL MONOLITE DOBLE	112
2.62	PANEL MONOLITE BOVEDILLA	113
2.63	PANEL MONOLITE ACÚSTICO	113
2.64	ESCALERA MONOLITE	114
2.65	CONSTRUCCIÓN TERMINADA CON PANELES MONOLITE	115
2.66	SISTEMA RESI-PLY DE SYMONS	119
2.67	SISTEMA STEEL-PLY DE SYMONS	121
2.68	ARMADO CON EL SISTEMA STEEL-PLY	121
2.69	PANEL STEEL-PLY	121
2.70	ALINEADORES Y GRAPAS	123
2.71	PANEL ESTÁNDAR WALL TIES	127
2.72	PASADOR Y CUÑA WALL TIES	128
2.73	PANEL TEXTURIZADO WALL TIES	129
2.74	VIVIENDA CON SISTEMA WALL TIES	130
2.75	INSTALACIÓN DE PANEL WALLTECH	132
2.76	COLOCACIÓN DE PANELES PARA MURO	133
2.77	APLICACIÓN DE MORTERO	134
2.78	SISTEMA PARA MUROS WESTERN FORMS	136
2.79	SISTEMA FLAGSHIP DE WESTERN FORMS	136
2.80	SISTEMA VERTEX WESTERN FORMS	137
2.81	HERRAJE FIJO WESTERN FORMS	137

2.82 SISTEMA PARA VENTANAS WESTERN FORMS 137
2.83 SISTEMA PARA LOSAS WESTERN FORMS 137
2.84 SISTEMA PARA PUERTAS 138
2.85 TIPOS DE PANEL W 139
2.86 PANEL W TIPO PS-4000 140

CAPÍTULO III

TABLAS

3.1 FACTORES CONSIDERADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA VIVIENDA 155
3.2 FACTORES CONSIDERADOS PARA LA ADQUISICIÓN DE UNA VIVIENDA 155
3.3 CARTA DE CALIDAD QUE MUESTRA LOS FACTORES DE DECISIÓN PARA SELECCIONAR UN SISTEMA CONSTRUCTIVO 158
3.4 CALIFICACIÓN A ASPECTOS TECNOLÓGICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES, CULTURALES Y AMBIENTALES PROPORCIONADOS POR EL CONSTRUCTOR 161
3.5 MATRIZ DE PONDERACIÓN 163
3.6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD 167
3.7 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FINANCIERA PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA EN SERIE 167

FIGURAS

3.1 COMPARACIÓN ENTRE EL GRADO DE IMPORTANCIA Y EL NIVEL DE SATISFACCIÓN QUE INFLUYEN PARA LA SELECCIÓN DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO 156
3.2 GRADO RELATIVO DE IMPORTANCIA DE LOS TRES ELEMENTOS CUALITATIVOS PRINCIPALES 160

INTRODUCCIÓN

La modernización en la que estamos involucrados hace necesario revisar que métodos de construcción permiten el uso de aquellos materiales no tradicionales para la edificación de viviendas que abaraten la misma y que ofrezcan confort y seguridad. Por lo que se hace imperativa la implementación de tecnologías para la optimización de materiales de construcción que cumplan con los estándares de norma y seguridad.

A nivel nacional e internacional se han desarrollado tecnologías constructivas para vivienda de interés social, sin embargo en el país no se ha hecho una debida difusión de la variedad de tecnologías existentes, ni se conocen sus ventajas, desventajas y desempeños. Es por esta razón que se hace necesaria una evaluación de este tipo de tecnologías que contribuya al mejor ejercicio de su aplicación.

Revisar si los antiguos materiales de construcción son factibles de reutilizar, ya que aunque cumplían para mantener la frescura en el verano y el calor en el invierno por sus propiedades térmicas, no satisfacían la necesidad de aprovechar el espacio más racionalmente, dado que los espacios para la construcción de vivienda son limitados, más para vivienda de interés social (García, 2003).

La vivienda, su edificación y venta es, sin duda, una de las actividades económicas de mayor éxito en los últimos diez años. Su dinámica se hace evidente en el momento en que se analiza la evolución del PIB, de ella se desprende que la producción de bienes y servicios es 36% mayor en 2004 que en 1995 (CANADEVI, 2004).

RESUMEN

El presente trabajo se enfoca hacia la investigación de tecnologías, sistemas y materiales constructivos que permitan innovar, mejorar y controlar de una forma más efectiva y productiva el proceso constructivo de la vivienda de interés social; en la etapa de propuesta de la tecnología se pretende aplicar el conocimiento recabado en esta investigación y demostrar la efectividad y ahorro de la técnica seleccionada, así como hacer un análisis de comparación entre la tecnología tradicional y las que se han seleccionado para estudio.

Los objetivos que se plantean en este trabajo se basan en el hecho de estudiar las tecnologías que existen actualmente, clasificarlas y determinar cual es la más adecuada dependiendo de las necesidades del constructor, como hipótesis se puede decir en estos momentos que las tecnologías y sistemas constructivos permitirán, además de una adecuada planeación, organización, dirección y control lo siguiente: reducir los tiempos de obra inefectivos, evitar riesgos para los obreros, aumentar las utilidades en costo-beneficio y sobre todo obtener viviendas

de mejor calidad, por lo que el efecto primordial que se busca es una innovación en un campo que no ha experimentado un cambio a favor del progreso.

Finalmente, se ha planteado una propuesta que permita al constructor formarse los criterios necesarios para seleccionar un sistema constructivo, tomando en cuenta factores tecnológicos, económicos, sociales, culturales y ambientales que sirvan para crearse nuevas directrices de construcción de vivienda de interés social, que repercutirán en costos, calidad, tiempo, recursos humanos y en el medio ambiente.

ANTECEDENTES

México, en los años más recientes, ha buscado superar el esquema de gobierno centralizado y planificado que lo caracterizó durante el siglo pasado y asumió las posibilidades de la libre competencia en un marco de competencia mixta, entre otras razones para procurar elevar el nivel económico de la población. En este sentido, el Estado ha definido, como parte central de su política habitacional, ampliar las oportunidades de acceso a la vivienda a los sectores más desprotegidos de la sociedad.

Si bien, esta política ha permitido impulsar los servicios inmobiliarios, desarrollar nuevas tecnologías constructivas, estimular a la industria de la construcción y generar nuevas formas de financiamiento, los resultados que se observan en la vivienda producida no son totalmente satisfactorios en términos de mejora en las condiciones de bienestar social, de satisfacción de necesidades primarias y de consolidación del desarrollo urbano (De Pablo, 2003).

Las estadísticas demuestran que ha perdurado la producción de vivienda en espacios insuficientes, que sigue siendo deficiente la dotación de servicios comunitarios urbanos, que permanecen las limitantes para el mejoramiento y ampliación progresiva de la vivienda y que sigue pendiente resolver la desarticulación de la estructura urbana y los sistemas de transporte.

A pesar de que contar con una vivienda propia y digna es una meta para las familias mexicanas, la relación entre oferta y demanda no ha sido resuelta por distintas razones entre las que destacan la continua migración de población del campo hacia las ciudades; una nueva estructura demográfica en la que se han ampliado los porcentajes de población de más de quince años y de más de sesenta y una nueva cultura urbana en transición entre lo rural y lo urbano. Asimismo, en el caso de la oferta, el mayor porcentaje es producido por autoconstrucción social y aunque están participando otros agentes como los promotores privados, los criterios en ambos casos no son siempre satisfactorios.

Por otra parte, quienes se desempeñan en el campo de la vivienda, enfrentan tramitación excesiva y alto gravamen fiscal y, lo que es más grave, los

espacios urbanos y arquitectónicos son insuficientes y no han sido adecuados a las necesidades culturales y sociales de la población.

Por el lado de la demanda, el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), afirma que los elevados precios, tanto directos como indirectos, la insuficiente información crediticia acerca del mercado habitacional y el desarrollo de conjuntos en zonas no aptas, están generando la conformación de ciudades con viviendas de escasos 30 metros cuadrados, insuficientes en espacio y calidad, sin equipamientos complementarios como escuelas, jardines, mercados, etc., y sin la utilización de tecnologías acordes al contexto urbano ambiental (INFONAVIT, 2003).

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), en 1995 el parque habitacional ascendió a 19.4 millones de viviendas, mientras que la demanda mínima de vivienda para ese mismo año fue de 22.2 millones, lo que significó un déficit de 2.8 millones de viviendas. Además, 47 por ciento de las familias reside en viviendas que cuentan con dos o menos habitaciones y 4.6 millones de viviendas presentan condiciones inadecuadas de habitabilidad (INEGI, 2002).

Conforme a la población estimada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), se prevé que en el año 2010 el país deberá contar con un parque habitacional de 30.2 millones de viviendas, es decir, se requiere que entre el año 2000 y 2010 se edifiquen 8.2 millones. Esto implica construir un promedio anual de 750 mil viviendas para atender las nuevas necesidades, sin considerar las 160 mil viviendas anuales que requieren de reparación y mejoramiento (CONAPO, 2003).

OBJETIVOS

1. Desarrollar un marco teórico donde se muestre como han ido evolucionando los sistemas constructivos.

2. Analizar tecnologías que permitan la construcción de viviendas de interés social considerando:

   - Sistemas constructivos integrales y subsistemas.

3. Evaluación de las tecnologías constructivas que contengan lo siguiente:
   - Nombre de la tecnología.
   - Nombre del fabricante o desarrollador.
   - Puntos de venta o punto de contacto con direcciones, teléfonos, etc.
   - Operación, mantenimiento, funcionalidad y aplicabilidad.
   - Incidencia en la sustentabilidad del entorno.

4. Elaboración de una metodología para la aplicación y el seguimiento de los resultados de la evaluación de las tecnologías de modo que sea posible determinar alternativas de selección.

SITUACIÓN PREVIA AL PROYECTO

El elevado costo de implementación de un nuevo sistema constructivo en la industria de la vivienda de interés social.

La escasa influencia de los desarrolladores de tecnologías a la aplicación de sistemas constructivos que reducirán tiempos y costos a largo plazo.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN POSTERIORES LA PROYECTO

- La implementación de la tecnología constructiva, dedicada a la mayoría de las personas sin recursos, y, a crear fuentes de trabajo.
- Ofrecer servicios, asesorar y de ser posible llevar a cabo demostraciones costo-beneficio en la introducción de innovaciones tecnológicas.

JUSTIFICACIÓN

Mientras que entre el año 2001 y el 2003 el PIB nacional aumentó 1%, la construcción lo hizo en 2.3% anual, con lo cual recuperó su condición de motor de crecimiento nacional y regional.

Con todo, el crecimiento reportado por la industria de la construcción aún se mantiene lejos del ritmo necesario para superar los rezagos en materia de infraestructura de comunicaciones, hidráulica, urbana y habitacional. Además, el bajo crecimiento promedio del sector y los escasos avances en materia tecnológica y en la eficiencia operativa de las empresas han impedido que el impulso ascendente en la producción genere un movimiento análogo en la creación de empleos. En verdad es preocupante observar que el número de puestos de trabajo en el sector formal de la industria de la construcción disminuyó de 489 mil a 364 mil en los últimos tres años, lo que significa una caída de alrededor de 9% anual (CANADEVI, 2004).

La gran demanda de vivienda en México exige la implementación de nuevas tecnologías constructivas, que garanticen al cliente mejor calidad de vida, un porcentaje significativo de la población no tiene una vivienda digna, ni cuentan con servicios básicos, las empresas constructoras se muestran renuentes a la implementación de tecnologías y sistemas constructivos debido al riesgo que implica trabajar con un sistema no conocido y que quizá no pueda ser costeable a largo plazo.

Enfrentar esta realidad se dificulta, porque las capacidades técnicas e institucionales de la entidad nacional y local vinculadas a la problemática de

vivienda y desarrollo urbano son limitadas. Tampoco existe una regulación efectiva en la construcción de viviendas, puede observarse una tendencia creciente a la utilización de tecnologías constructivas de vivienda homogéneas que no se adecuan a las diversas características climáticas y culturales existentes en cada región.

La poca productividad, la ineficiencia, el enorme desperdicio y la baja calidad de mano de obra, entre otras, hace que también las implementaciones tecnológicas sean más difíciles de aceptar. En todo el País hay limitaciones serias en materia de recursos dirigidos a la vivienda y desarrollo urbano, los esquemas de financiamiento existentes son bastante restrictivos para los sectores de menores ingresos (Montoya, 2001).

Finalmente, el análisis de los aspectos mencionados anteriormente carece de antecedentes suficientes, calificados y confiables. Es importante tener en cuenta que la toma de decisiones para el desarrollo urbano requiere de una implementación tecnológica accesible y de indicadores cuantitativos y cualitativos; la gran problemática que se presenta en la actualidad tiene que ver con la falta de conocimiento y con el arraigo que se tiene por la tecnología tradicional, no se ha querido incursionar en algo nuevo por temor a la respuesta que se tendrá, debido a esto, en este trabajo se pretende unificar todas las variables involucradas en la implementación e innovación de tecnologías, de modo que se obtenga un modelo útil y aplicable en la industria de la construcción de vivienda de interés social.

ALCANCES

En este proyecto se busca determinar los retos y oportunidades que surgen y que existen para la implementación de tecnologías y sistemas constructivos para vivienda de interés social, se mostrarán los beneficios y además se presentarán las ventajas y desventajas que muestra cada una.

Adicionalmente se presentará un breve diagnóstico del panorama que existe actualmente en la industria de la construcción para construir vivienda de interés social.

Realizar un análisis detallado de las nuevas tecnologías y sistemas constructivos que garanticen la economía en costos para la construcción de vivienda y a su vez logren ser implementadas dentro de la industria de la construcción

El trabajo culminará con una propuesta que facilite el conocimiento de las tecnologías constructivas así como los criterios que el constructor debe considerar para seleccionar un sistema constructivo.

METODOLOGÍA

Para desarrollar la siguiente investigación se considera la aplicación de una propuesta basándose en las diferentes características propias del estudio a realizar.

Los siguientes puntos señalan las etapas de la investigación, mas adelante se detalla en forma cronológica todas las fases del trabajo:

- Marco teórico
- Análisis de tecnologías y sistemas constructivos
- Propuesta para comparar la factibilidad de las tecnologías constructivas desde su concepción, aplicación y beneficios obtenidos, esta etapa requiere para su cumplimiento de las siguientes partes:
    - Estudio de una herramienta (QFD) para crear una matriz de correlación donde se proporcione de una manera clara los resultados obtenidos para la selección de un sistema constructivo.
    - Desarrollo de una matriz de ponderación donde pueda identificarse el sistema constructivo más conveniente.
    - Realización de encuestas en empresas del ramo para fundamentar los resultados de la propuesta.
    - Análisis de los resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones.

El estudio es de tipo descriptivo, buscando especificar las propiedades más importantes de cada sistema constructivo y categorizando los elementos que engloban a cada propiedad.

En cuanto al procedimiento de la investigación, el universo seleccionado serán todos los tipos de sistemas constructivos que existen en la actualidad, se seleccionarán tres de ellos para hacer una comparativa donde entre también el sistema tradicional de construcción (block y losa maciza o aligerada).

Fases de desarrollo de la investigación

1. Para la elaboración de este proyecto se realizará un marco teórico donde se presentará un resumen sobre la evolución de tecnologías y sistemas constructivos, así como tópicos de industrialización de viviendas y prefabricación, todo esto con la finalidad de orientar al lector de una forma general sobre el tema principal del trabajo.
2. Posteriormente se realizará una investigación detallada de sistemas de industrialización, prefabricación y tecnologías constructivas para vivienda de interés social.
3. Ya que se ha obtenido el conocimiento de las tecnologías se realizará una propuesta que permita aplicar una herramienta o indicador (QFD) para identificar que sistema constructivo es más factible en un medio específico

como lo es la construcción de vivienda de interés social, así como los retos y oportunidades que se presentan con su implementación.

4. Dicha propuesta incluirá un análisis entre la tecnología tradicional y las tecnologías que decidan estudiarse a fondo para realizar una interpretación detallada y clara acerca de la innovación.
5. Por último se ofrecerán recomendaciones y conclusiones para posteriores proyectos e investigaciones, con la finalidad de continuar lo realizado en este proyecto.

CAPÍTULO I

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

1.1 EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA VIVIENDA

Además de Frank Lloyd Wright que conceptualizó la unión imprescindible entre la tecnología y el diseño, fue Thomas Alva Edison quien en 1907 construyó casas prefabricadas de concreto de dos pisos a precios muy bajos. En Nueva Jersey instaló una fábrica donde alcanzaba una producción de 150 viviendas anuales. El proceso de montaje era de cuatro días.

Otro famoso inventor que incursionó en la industrialización de la vivienda fue Alexander Graham Bell que trabajó en 1901 con lo que hoy llamamos módulos tridimensionales conformando con tubos, tetraedros de gran resistencia mecánica y de poco peso. John E. Conzelmann patenta en 1912 su sistema y construye edificios de varios pisos con elementos prefabricados de concreto armado, losas, muros y columnas.

Se hace mención a los trabajos de estos investigadores para tener una idea del tiempo que tienen estas acepciones tecnológicas, lo cual indica que la industrialización no es algo nuevo en el concepto de que no surgió veinte años atrás por mencionar un ejemplo. Los trabajos de estos investigadores y empresas ayudaron a la tecnificación o industrialización de la casa tradicional americana para llegar hoy en EUA y Canadá a que la vivienda tradicional es totalmente industrializada.

En Europa aparecen con el siglo XX las fábricas de viviendas usando concreto armado. En Francia desde 1891 la Empresa Coignet trabajaba con vigas de concreto prefabricadas y en Alemania ya se fabricaban pilotes de concreto armado en 1906. Toda la actividad de concretar viviendas prefabricadas de concreto se desarrolla principalmente después de la primera guerra mundial en Francia, Dinamarca y Alemania. Groplus, Mies Van Der Rohe, Nervi y muchos más descubrieron rápidamente la necesidad de hacer el cambio en la construcción para transformarla en una industria con fábricas y menor tiempo en el lugar de implantación de la obra.

La segunda guerra interrumpe esos primeros pasos hasta 1950 aproximadamente en las que algunas firmas francesas y dinamarquesas sentaron las bases para la construcción de edificios con grandes paneles cuyos conceptos fundamentales aun tienen validez actualmente.

Es interesante comprobar que en el período que transcurre entre las dos guerras mundiales, personalidades de la arquitectura opinaron sobre la industrialización que se veía venir, augurándole un excelente porvenir:

Decía Le Corbusier en 1920: "El problema de la vivienda es un problema de la época. El equilibrio de la sociedad de hoy, depende de él. La arquitectura tiene como primera deuda, en este período de renovación que comienza como revisión de valores, una revisión de los elementos que constituyen la vivienda. La producción en serie está basada en el análisis y la experiencia. La industria en

gran escala debe ocuparse de la edificación y establecer los elementos de la vivienda sobre las bases de la producción en serie. Debemos crear el espíritu de la producción en serie. El espíritu de la construcción de viviendas mediante la producción en serie. El espíritu de concebir viviendas de producción en serie.

Si eliminamos de todos los conceptos muertos, relativos a la vivienda y miramos el problema desde un punto de vista con alto criterio y objetividad, llegaremos a la vivienda-máquina, a la vivienda producida en serie, la cual es el punto a tratar en este trabajo.

Sin embargo a pesar de las expresiones, los tiempos se prolongaron y la industrialización de la construcción de viviendas en Europa Occidental aún deja mucho que desear.

Pero también puede verse que todo avance técnico en este sentido es producto de la necesidad, al analizar la industria en los Estados Unidos se observa que está altamente industrializada (se ha reemplazado la mano artesanal por las máquinas). En esa sociedad se manifestaron los problemas mencionados anteriormente y la industrialización llegó como respuesta. En Europa, Francia sobre todo, se hicieron intentos de promover la industrialización con grandes planes plurianuales para sistemas constructivos, pero al cesar ese impulso oficial, la actividad de los sistemas decreció.

En nuestro país la necesidad de industrializar no ha sido analizada aún de una forma directa como solución a los problemas de vivienda y no es posible industrializar solo porque sea posible hacerlo, se industrializa cuando hay necesidad de hacerlo. La industrialización no es un fin, si no existe real necesidad de ella no aparecerá, o lo hará gradualmente según se necesite, la teoría sin duda nos lleva a industrializar, la situación como se nos presente marcará la forma (Mac Donnell, 2004).

1.2 LAS GENERACIONES DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS EN LA CONSTRUCCIÓN.

La construcción ha sufrido cambios a través de las épocas, sin embargo esos cambios han sido de una evolución muy lenta que ha llevado siglos; ni siquiera la revolución industrial pudo hacer un cambio significativo en la manera de construir volviéndola más innovadora, no fue sino hasta el siglo XX, al termino de la segunda guerra mundial cuando la necesidad de la reconstrucción hace posible la implementación de nuevos sistemas constructivos para acelerar la destrucción causada en la guerra.

Primera generación de desarrollo en la tecnología de construcción

Las resistencias a la innovación tienden a desaparecer y se empieza a construir con grandes paneles para la reconstrucción de Europa occidental. Estos grandes paneles de concreto fueron utilizados tan ampliamente que suele dársele a esta alternativa de construcción desarrollada desde entonces el título de

protagonista en lo que ha sido llamada la primera generación de tecnología de industrialización.

La razón primordial por la que se optó por este tipo de construcción después de la posguerra en Europa fue principalmente reconstruir grandes espacios lo más económicamente posible aún sacrificando la buena arquitectura. Al fabricar paneles de grandes dimensiones era posible la estandarización de las construcciones. Este tipo de construcción recibe el nombre de sistema cerrado.

Al término de esta generación de desarrollo tecnológico los sistemas cerrados no son rechazados sino que ponen el fundamento para la construcción basada en sistemas de componentes compatibles.

Segunda generación de desarrollo en la tecnología de construcción

Debido a la crisis energética que se empieza a detectar en el mundo, los sistemas cerrados empiezan rápidamente a ser desplazados por sistemas más flexibles de construcción como los sistemas abiertos a base de componentes.

Dicha evolución busca modificar los procesos de concepción arquitectónica, los métodos de gestión del proceso constructivo y una reconsideración profunda de los participantes en el sistema. Dentro de esta evolución destacan temas tales como: la coordinación dimensional, preocupación por las tolerancias, el uso de catálogos, respuesta a las necesidades de flexibilidad de la edificación en el tiempo, la entrada en juego de los componentes constructivos.

Tercera generación de desarrollo en la tecnología de construcción

La tercera etapa en el desarrollo de la tecnología de edificación se vive a partir de los 90's en donde los elementos prefabricados ya no son el todo sino una parte del sistema de construcción tomando el carácter de componente.

Estos sistemas de construcción abierta además presentan una extraordinaria flexibilidad al impulsar a los fabricantes a la compatibilidad de sus productos.

Elementos de diversos tamaños pueden ensamblarse en obra gracias a sus tolerancias y a sus nuevos y prácticos sistemas de ensamble.

Esta etapa de desarrollo está definida con los siguientes conceptos:

- Desarrollo de la industria química al servicio de la construcción.
- Nuevos materiales de construcción compuestos.
- La presencia de la informática en la edificación.
- Conceptos de robótica en la construcción.
- Construcción sostenible.

La tendencia de futuro avista a los conceptos: calidad y certificación; los componentes tienden a ser cada vez más reemplazables buscando la

racionalización de la mano con temas como la concepción por ensamble y coordinación dimensional (Montoya, 2001).

1.3 CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA

La construcción industrializada representa un sector en desarrollo dentro de la industria de la construcción. En la actualidad este tipo de sistemas representan el 30% de las obras realizadas en Estados Unidos (principalmente), Australia y algunos países Europeos.

Una vez que se ha vencido la resistencia inicial a esta nueva tecnología, la denominada construcción industrializada es tomada como una posibilidad más de solucionar el problema de vivienda de interés social que tiene nuestro país. Esta afirmación se basa en algunas de las ventajas que presentan la generalidad de los sistemas: simplicidad de montaje, métodos sencillos de transporte, menor tiempo de ejecución (lo que repercute en un ahorro de costos), además del ahorro de energía y mantenimiento. De cualquier modo cabe mencionar que la construcción industrializada no viene a ocupar el lugar de las técnicas tradicionales, sino, ofrecer a los profesionales y al público en general una alternativa más con el empleo de estos sistemas.

BASE Y SUSTENTO DE LA CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA		
Plazos de ejecución	Ahorro de energía	Ahorro de costos
Para una vivienda de interés social de 90 m^2 hay un ahorro de tiempo de un	Según estudios realizados en distintas obras se logra un ahorro del	Cuyo promedio se sitúa en un
40 - 60%	30 - 50%	25 - 35%

TABLA 1.1. VENTAJAS EN AHORRO DE TIEMPO, ENERGÍA Y COSTOS CON LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA

Un tema importante dentro de la construcción industrializada tiene que ver con la capacitación tanto para Ingenieros como para instaladores, ya que es un elemento fundamental en el desarrollo de la aplicación de los sistemas constructivos. Por el lado de los Ingenieros para difundir y emplear en sus obras los nuevos sistemas constructivos, en cuanto a los instaladores la cuestión pasa por solucionar el grave problema del desempleo y formar mano de obra especializada para que no se cometan errores en el tratamiento y realización de las obras (Chain, 2000).

Hablando sobre las ventajas de la construcción industrializada, podemos resumir las siguientes:

- Síntesis en rapidez de ejecución, mejores condiciones de habitabilidad y mejor aislamiento térmica.

- Su mayor beneficio se refleja en la calidad del producto obtenido y el poder manejar los tiempos de obra.
- Disminuir tiempos de montaje y ejecución.

1.4 MÉXICO Y LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA

Pese a que esta forma de construir aventaja en muchos aspectos a los sistemas tradicionales, no ha logrado imponerse en nuestro país por una serie de razones que tienen mucho que ver con aspectos socioeconómicos y culturales. La construcción industrializada es la mecanización de las técnicas de construcción y tiene una relación directa con la prefabricación, que es la producción de elementos constructivos fuera o al pie de la obra. Cuando estos elementos constructivos son producidos en serie se dice que son industrializados, pues en su fabricación se siguen procedimientos industriales.

Esta forma de construir es mucho más racional que la de los sistemas tradicionales y conlleva una seria de ventajas que permiten construcciones rápidas, con mayor calidad y más económicas. Sin embargo la prefabricación no ha podido consolidarse en México, por razones que a continuación explicaré en lo que se refiere a la prefabricación de concreto.

En un principio, las técnicas innovadoras tuvieron una gran aceptación en México, pero luego, por diversas circunstancias, su aplicación no logró los alcances esperados. El progreso tecnológico es sin duda un factor importante en el avance de la construcción industrializada, pero no el único, ya que ésta tiene también una relación directa con aspectos socioeconómicos, científicos, culturales e ideológicos, además de los tecnológicos e industriales. En los países en desarrollo como el nuestro, los problemas económicos constantes, el alto índice de desempleo, la desigual distribución de la riqueza, la fuerte dependencia económica y técnica del exterior y la falta de mano de obra especializada aparecen como algunas de las causas que han frenado el desarrollo de esta industria. A lo anterior podemos sumar la gran inversión de capital que requiere, difícil en las circunstancias actuales.

En México la construcción industrializada no se debe considerar como sustituta de la tradicional: ambas deben coexistir y ofrecer soluciones alternativas según sean los requerimientos.

Uno de los problemas que actualmente presenta la industrialización es la falta de difusión de sus técnicas, con el consiguiente desconocimiento de las mismas por parte de Ingenieros y Arquitectos. El resultado es que sólo dos por ciento de lo que se construye en México se realiza con prefabricados, mientras que en Europa este tipo de construcción llega casi al cincuenta por ciento.

Una de las razones de esta diferencia es que en los países europeos el costo de la mano de obra es elevado, lo que impulsa al empleo de técnicas mecanizadas para reducirlo, en México ocurre lo contrario, el disponer de una

mano de obra abundante y barata provoca el empleo generalizado de sistemas tradicionales de construcción, debido a esto los constructores no se preocupan por conocer nuevas tecnologías constructivas ya que disponen de una mano de obra barata casi esclavizada que satisface sus necesidades de construcción. Una de las finalidades de la industrialización es proporcionar a los trabajadores un salario que les permita un nivel de vida aceptable (IMCYC, 2004).

1.5 LA VIVIENDA COMO PRODUCTO DE LA INDUSTRIA

Las exigencias de los usuarios tanto en el cumplimiento de requisitos como en la calidad de las viviendas están aumentando y lo harán aún en mayor medida. Nuestra responsabilidad como proyectistas y constructores nos obliga a satisfacerlas y para lograrlo debe existir un control de proyecto, usar materiales adecuados y procesos constructivos que no dependan de la buena voluntad o pericia del albañil, del clima o de la comodidad en la obra. Al nuevo enfoque lo llamamos con el nombre de industrialización de viviendas.

Estamos convencidos que la industrialización no limita las posibilidades de hacer buena arquitectura; en casi 30 años hemos podido comprobarlo en Europa y EUA. El evaluar sistemas, inspeccionar sus obras y desarrollar tecnologías, nos ha dado la certeza que una obra industrializada básica o cuadrada igual lo hubiese sido con métodos convencionales.

La construcción es tan atípica que mucho tiempo se discutió si era efectivamente una industria. Cada obra se transforma en una fábrica, el cliente es por lo general el dueño del terreno y debe nombrar a un profesional que conozca el negocio; el constructor diversifica su actividad con instaladores, existen muchos métodos para construir una misma obra; los costos varían con el equipo empleado y el transporte, como puede verse, el mismo proceso puede variar considerablemente debido a estas premisas.

Realmente era para dudar si se podía llamar industria a la que debe fabricar un producto distinto cada vez, sin plantes fijas, con costos variables y finalmente con responsabilidades compartidas entre protagonistas diversos: proyectista, empresa constructora y proveedores de materiales.

En esta parte del trabajo se propone acercar a la edificación de viviendas un poco más a lo que es la imagen de la industria, definiendo en principio qué es el producto final vivienda, por qué se quiere cambiar la forma actual de construirlas, cuáles son las exigencias que se deben hacer al producto, qué repercusión tendrá la mano de obra, cómo se ha hecho lo mismo en otras partes y cómo les ha ido, finalmente cuáles son los métodos que se pueden utilizar. El campo de estudio es muy amplio y los continuos cambios tecnológicos lo hacen muy variable. Pese a todo, lo escrito aquí pretende mostrar bases permanentes de análisis y estudio (Mac Donnell, 2004).

1.5.1 EXIGENCIAS A CUMPLIR POR EL PRODUCTO VIVIENDA

La vivienda tradicional en cada país busca cubrir las aspiraciones de su población, los materiales, las técnicas de aplicación son conocidas y también lo es su respuesta con el tiempo, se sabe cuánto duran sus muros y techos, sus instalaciones.

Después de la segunda guerra mundial, la urgencia de construir, los nuevos materiales usados en el conflicto, el uso de procedimientos novedosos y el peligro que podrían significar en la seguridad de las comunidades obligó a plantear racionalmente el producto vivienda.

Fue el Centro Científico y Técnico de la Edificación (CSTB) de Francia bajo la dirección de Gerard Blachére el que realizó junto a otros destacados expertos en vivienda, el estudio científico que significaba definir qué se debía exigir a un edificio de vivienda. Se plantearon los problemas a resolver y se analizaron las soluciones considerando válida cualquier respuesta que respondiera a las exigencias.

Estas exigencias, aceptadas hoy universalmente y completadas en su expresión posteriormente serán indicadas mas adelante, algunas de ellas tienen carácter absoluto, tales como todas las que afectan a la salud y al medio ambiente.

Las exigencias se han enumerado en forma generalizada, cada una de ellas puede verse en forma más detallada analizando los reglamentos de construcción, urbanísticos, municipales y de empresas proveedoras de servicios (Mac Donnell, 2004).

Exigencias de seguridad	Estabilidad frente a acciones de cargas gravitatorias, viento, nieve, sismos
	Estabilidad contra fuego
	Resistencia al choque duro y blando
	Resistencia a la intrusión humana y animal
	Circulación interna libre, sin obstáculos, ni riesgos eléctricos, asfixias o explosión
Exigencias de habitabilidad	Aislamiento hidro-térmico
	Aislamiento acústico
	Estanqueidad al agua y el aire
	Iluminación, soleamiento y pureza del aire
	Servicios sanitarios, comunicación y muros clavables
Exigencias de durabilidad	Conservación de cualidades durante la vida útil
	Mantenimiento con costo económico y accesible
	Flexibilidad interior, capacidad para variar las divisiones interiores
Exigencias estéticas	Calidad arquitectónica
	Adecuación ambiental

TABLA 1.2. EXIGENCIAS A CUMPLIR POR LA VIVIENDA

1.6 INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

Primeramente se dará una de las muchas definiciones de industrialización que puede entenderse como la más adecuada:

"Producir viviendas reemplazando la mano de obra artesanal, con máquinas utilizadas por obreros especializados en su manejo, o con máquinas automáticas."

Parece absurdo pensar en la industrialización cuando el país esta afectado por altos índices de desocupación y debiera pensarse en ocupar más mano de obra. Este mismo argumento se uso cuando inició la revolución industrial y sucedió exactamente lo contrario ya que la mayor productividad generó mayor consumo y más ocupación.

Existe en el mercado de viviendas un conjunto de hechos que se repite frecuentemente tanto en las obras privadas como en las públicas, de los que se mencionarán los más destacados:

- La calidad de las construcciones de viviendas masivas es cada vez menor debido a una mano de obra ineficiente por escasez de quien la concreta: el oficial albañil. Esto genera una menor productividad que la empresa considera en los presupuestos a cotizar en obras siguientes. De lo anterior surge que se utiliza más mano de obra de la necesaria, que se destina a sustituir máquinas (por ejemplo hacer mezclas en forma manual y de menor calidad. Esto es subocupación disimulada y una subestimación social.
- El uso de subcontratistas en gran parte de la obra, que lógicamente trabajan a mayor velocidad en detrimento de la calidad. En general cimientos, morteros y repellos se subcontratan en las obras de vivienda.
- Incumplimiento de entregas de obras en los plazos estipulados.
- El número cada vez mayor de accidentes laborales que está en función de la inexperiencia del obrero
- El albañil ejerce por su capacitación un control de calidad de las características físicas de los materiales ya que con el uso diario detecta defectos sin recurrir a ensayos, puede advertir del ladrillo dañado, falta de escuadra, etc.

El objetivo de todo desarrollo de sistemas industrializados para la vivienda, es generar un producto cuya aplicación sea simple y permita sin mayores restricciones el desarrollo de una amplia y variada gama de tipologías por parte de los diseñadores de la industria de la construcción.

El viejo concepto de que la construcción industrializada sólo ofrece un único prototipo en el cual es imposible realizar modificaciones, ha desaparecido y, por el contrario, se ha transformado en un proceso de amplias posibilidades para el

diseño individual, sin perder las cualidades técnicas constructivas que brinda la industrialización.

En este punto se tratará de acercar al profesional a las etapas por las cuales pasa el desarrollo de un proyecto de sistemas de viviendas industrializadas, desde su concepción inicial hasta su divulgación como sistema de construcción aplicable en nuestro medio, con la mayor flexibilidad de diseño.

La vivienda industrializada y el proyecto.

Frente a la incorporación de sistemas industrializados en la industria de la construcción cabe realizar las siguientes preguntas:

- ¿Es posible la realización de proyectos, de acuerdo a la idea del constructor aplicando sistemas prefabricados?
- ¿O la prefabricación implica la desaparición de la capacidad de proyectar?

Previo a esta respuesta convendría establecer cómo ha evolucionado el concepto de industrialización en la construcción y cuales han sido los modelos de prefabricación aplicados a través del tiempo.

Existen tres etapas notorias que se destacan en cuanto a los tipos de prefabricación utilizados en nuestro medio a través del tiempo:

- La primera etapa corresponde a la utilización de los sistemas prefabricados de grandes paneles, desarrollados en Europa a principios de los cincuenta para solucionar el problema de la vivienda ocasionada por su destrucción masiva durante la guerra, que al trasladarse a nuestro medio tuvo suerte diversa. Los altos costos iniciales de las plantas y el reducido radio de acción para sus traslados, entre otras cosas, conspiró en su contra. En esta etapa se desarrollaron productos con un diseño constructivo y soluciones tipológicas muy rígidas que limitaron los procesos de creatividad a quienes adoptaron estos sistemas como solución.
- La segunda etapa se enmarca en el desarrollo de sistemas prefabricados semipesados y livianos en los cuales podemos destacar la incorporación de componentes industrializados de tamaño medio, con las facilidades que ello conlleva en cuanto a traslado y montaje. Los requerimientos de capital para el desarrollo de una industria de estas características son menores que para el caso de las fábricas requeridas por los sistemas pesados, y el radio de acción de producción desde una fábrica es mayor que el que tenían los sistemas de grandes paneles. En general no se trata de sistemas que posean gran libertad de diseño. Pero ya se vislumbraban algunos sistemas con ese enfoque. En esta etapa se desarrollaron productos que permitieron una limitada elección de diseño, dado que el objetivo de esos sistemas era crear sistemas de componentes semi-abiertos, que posibilitarán el desarrollo de una variedad limitada de tipologías por parte de los proyectistas a partir de diseños de componentes muy elaborados pero de poca flexibilidad.

- La tercer etapa, corresponde a aquella donde se elaboran componentes que se procesan en talleres y que poseen una gran flexibilidad de ejecución, sin grandes limitaciones de tamaño y con costos adecuados. La ventaja fundamental de los sistemas de la tercera etapa es que existen proveedores de piezas básicas industrializadas, que luego son procesadas en talleres de bajo costo de instalación donde se arman los diferentes componentes que requiere el sistema, para ser luego montados en obra. La tendencia más manifiesta en el uso de sistemas prefabricados en la actualidad, se dirige a aquellos sistemas abiertos que brindan además un marco de posibilidades de desarrollo de diseño de tipologías muy amplio.

La industrialización en la construcción a partir de esta tercera etapa ha marcado una tendencia que paulatinamente se va imponiendo en el medio con el fin de aprovechar las posibilidades de la prefabricación de componentes.

Tomando en cuenta los procesos de la industria manufacturera, que ante la posibilidad de repetir procesos de producción aprovecha la oportunidad de introducir la especialización y crear las condiciones que le permitan adoptar métodos de la producción seriados, la Industria de la construcción comenzó a desarrollar un conjunto de operaciones especializadas que al hacer un mejor uso de herramientas, equipos y máquinas y gradualmente a sustituir el trabajo en obra por operaciones mecánicas más efectivas realizadas en taller, obtiene resultados constructivos óptimos, en tiempos adecuados a las necesidades de los programas de construcción y en un ambiente de trabajo más aceptable para la mano de obra.

Los componentes que salen de estas líneas de producción se llevan directamente a la obra y a través de un montaje sistematizado adecuado a las características de cada sistema constructivo se logra un producto final de rápida ejecución con un adecuado nivel de calidad.

Más que cerrar el campo hacia la creatividad, la construcción industrializada nos abre caminos a nuevas formas de diseño al tiempo que posibilita la apertura de nuevas especializaciones en el ámbito de la profesión como la de los técnicos dedicados al diseño de sistemas prefabricados propiamente dichos.

Este nuevo tipo de especialización profesional creadora de sistemas prefabricados tiene una estrecha vinculación con el proyectista de tipologías constructivas, dado que una adecuada difusión de la manera de aplicar el sistema, permite una mayor aplicación del mismo por parte de los proyectistas al tiempo que las soluciones de optimización del sistema retroalimenta a los diseñadores, permitiendo mejorarlo (Mac Donnell, 2004).

1.7 ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INDUSTRIALIZADOS

A continuación se presentarán una serie de elementos que contribuyen al estudio de los sistemas y que permiten establecer parámetros para su comparación, fijando de esta manera criterios para tomar decisiones sobre la conveniencia de su uso en cada caso.

ÍNDICE Y GRADO DE INDUSTRIALIZACIÓN

Son dos valores que se utilizan en un edificio o programa para medir y calificar la industrialización de sistemas. El índice es el indicador de la cantidad y el grado es el indicador de la calidad del tipo de industrialización adoptado.

Existen diferentes fórmulas para expresar los índices de prefabricación, siendo la más común la siguiente:

$$I = \frac{100}{t_2 (t_1 + t_2)}$$

Siendo:
T_1 = tiempo de fabricación y transporte en horas-hombre/m^2 de superficie útil.
T_2 = tiempo en obra.

Cabe aclarar que el índice no representa mayor productividad o eficiencia en el empleo de los recursos disponibles, refleja con su crecimiento, que la mano de obra en fábrica es mayor (García, 2003).

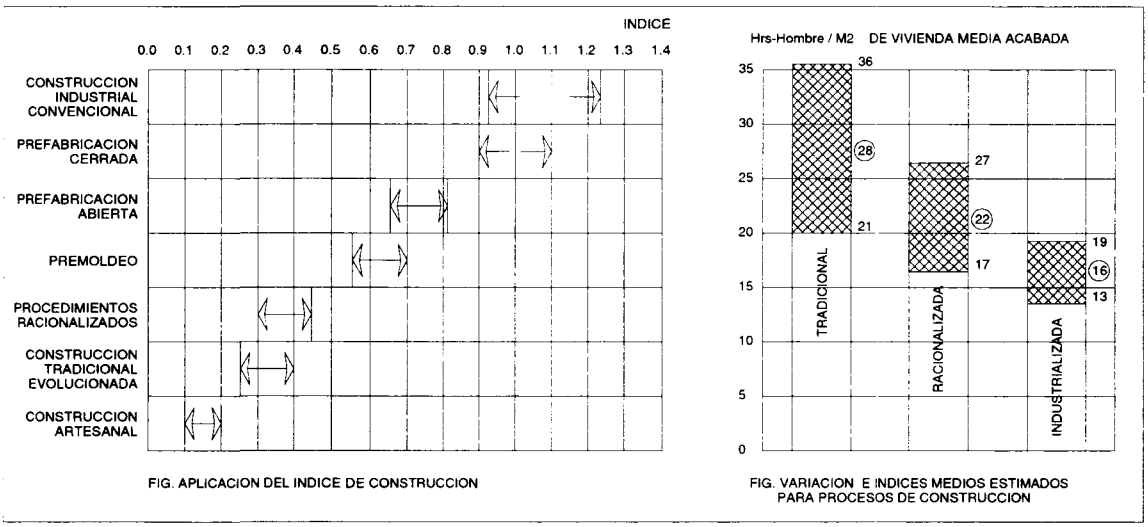


FIGURA 1.1 APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONSTRUCCIÓN
FIGURA 1.2 VARIACIÓN E ÍNDICES MEDIOS ESTIMADOS PARA PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN

En la figura 1.1 se muestra en las ordenadas grupos de tecnologías distintas con zonas de variación al aplicar el índice en sistemas industrializados.

En la figura 1.2 aparecen los índices medios para los métodos tradicional, racionalizado e industrializado.

El modelo estudiado fue para viviendas de aproximadamente 70 m^2.

Como puede verse en ambas tablas, la construcción industrial es la de mayor índice comparativamente, lo cual es bastante lógico dada la poca variedad en exigencias respecto a las de una vivienda tradicional.

El índice atiende exclusivamente a criterios de lograr incrementos apreciables del trabajo en fábrica, acorde con los objetivos básicos de la época en que se generalizó su uso. No se evalúan otras prestaciones como la calidad obtenida, la relación en costos, inversiones, consumo energético ni mano de obra local calificada (Mac Donnell, 2004).

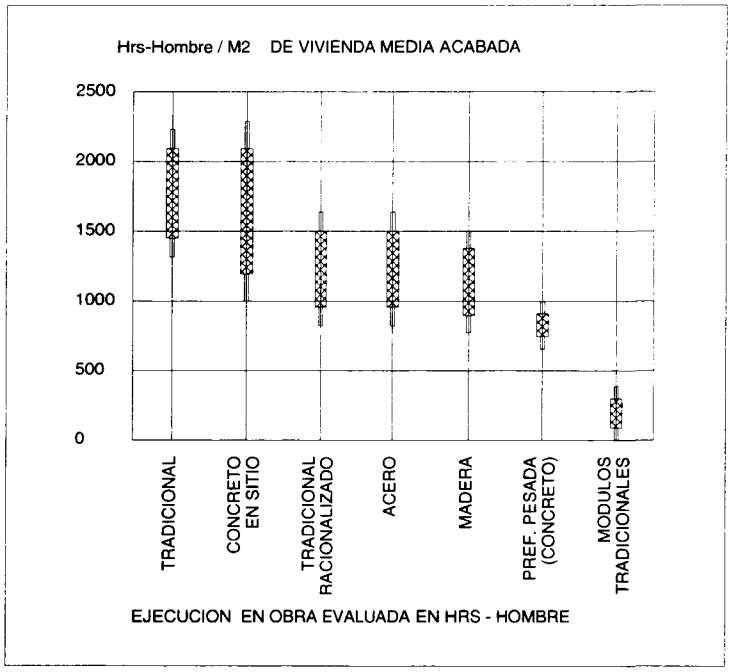


FIGURA 1.3. ÍNDICES EN HORAS-HOMBRE TOTALES "IN-SITU"

En la figura 1.3 se aprecia el resultado de un cálculo de los índices en horas-hombre en obra y por vivienda, según la tecnología empleada, realizado en Inglaterra por Jeremy Gauntlett director de la Nacional Building Agency. Las líneas mas gruesas corresponden al 80% de los casos estudiados y las líneas delgadas corresponden al 20% de casos extremos.

TABLA 1

PROCEDIMIENTOS GENERALES EVALUADOS \ CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CAP. DE COMERCIALIZACION EN UN SISTEMA INTEGRADO	CAP. DE COMERCIALIZACION COMO COMPONENTE	APORTES DE MEJORAS A LAS CONDICIONES DEL TRABAJO	DEPENDENCIA DE LA MANO DE OBRA INMIGRADA	MATERIAS PRIMAS CONSUMIDAS	DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGIAS	NECESIDADES DE INVERSION
Grandes paneles de fachada sandwich de concreto aislante ligero. Capa ext. muy delgada	-	+	0	+	+	+	-
Grandes paneles de concreto homogéneo ligero. Aridos ligeros	-	+	0	+	0	+	-
Grandes paneles de concreto y productos huecos. Piezas cerámicas de grandes dimensiones.	-	0	0	+	+	0	-
Concreto en sitio. Mesas y encofrados muro.	+		0	0	+	-	0
Concreto en sitio. Túneles.	-		0	0	+	-	-
Estructuras prefabricadas de concreto y sistemas asimilados.	0	+	0	0	+	+	-
Elementos tridimensionales (montaje en fábrica o en obra)	-		+	+	0	0	0
Vivienda unifamiliar y pequeños edificios de estructura metálica.	+		+	+	0	+	+
Vivienda unifamiliar tridimensional, madera, módulos, móvil.		-	±	±	-	0	0
Cápsulas.	-	-	-	-	-	-	-

TABLA 1.3. PROCEDIMIENTOS TECNOLÓGICOS EVALUADOS

TABLA 2

TECNOLOGIAS DE ELABORACIÓN DE COMPONENTES \ CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CAP. DE COMERCIALIZACION EN UN SISTEMA INTEGRADO	CAP. DE COMERCIALIZACION COMO COMPONENTE	APORTES DE MEJORAS A LAS CONDICIONES DEL TRABAJO	DEPENDENCIA DE LA MANO DE OBRA INMIGRADA	MATERIAS PRIMAS CONSUMIDAS	DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGIAS	NECESIDADES DE INVERSION
Paneles de fachada ligeros de madera		-	+	+	-	0	0
Paneles de fachada ligeros no de madera. Sandwich chapa metálica y poliuretano.		0	+	0	-	+	-
Amianto - cemento. Componentes de fachada.		-	0	0	0	0	0
Componentes de tabiquería de yeso.		0	0	0	+		0
Componentes tubulares en concreto pretensado.		+	0	0	+	0	-
Semilosas.		0	0	0	+	-	0
Componentes de cubierta y techumbre. Asfalto.		+	0	0	-	0	0
Componentes de equipamiento hidráulicos salvo B54 (bloques sanit. prefabricados.		+	+	+	+		-
Componentes de distribución de electricidad y gas.		0	+	+	+	0	+

TABLA 1.4. ELABORACIÓN DE COMPONENTES TECNOLÓGICOS

En estas tablas se muestran parámetros para poder medir el grado de industrialización, como puede verse las características que se manejan en ambas tablas son indicadores cualitativos, las medidas que se toman son: +, 0 y -, que corresponden a favorable, neutro y desfavorable. El objetivo de las tablas es ofrecer criterios del grado de industrialización para la ejecución de una obra determinada (Mac Donnell, 2004).

1.7.1 INTEGRACIÓN Y RACIONALIZACIÓN EN LA INDUSTRIALIZACIÓN

Una vez que ya ha sido claramente definido el concepto de industrialización, vale la pena mencionar algunos errores frecuentes en los que se cae al hablar de ella.

Tener un conjunto repetitivo de productos a fabricar, tener la serie, se identifica erróneamente con industrializar. Esta aparece cuando la demanda de producto es importante y puede haber serie con productos artesanales, es decir nada industrializado. También ocurre que una construcción puede tener elementos de elevado nivel industrial y ser una construcción tradicional. Por usar ladrillos de máquina e incorporar carpintería industrializada no deja de ser tradicional un muro de cerramiento así conformado.

Otra asociación incorrecta es la de uso de materiales nuevos con industrialización ya que sabemos que materiales tan viejos como la arcilla o tan usados como el cemento están en procesos constructivos altamente industrializados.

Si entendemos por racionalización "el conjunto de estudios de métodos de producción, incluidos los de gestión y tecnología que conducen a mejorar la productividad y la rentabilidad" es obvio que nada tiene que ver con industrializar. De esto podemos concluir que racionalizar no significa industrializar ni tampoco lo industrializado está siempre racionalizado.

Gerard Blachére complementa la definición con esta conocida ecuación:

Industrialización = Racionalización + Mecanización + Automatización

1.8 MÉTODOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN

La clasificación de los métodos de industrialización nos mostrará que en ciertos casos hay partes confusas en cuanto a las definiciones y se complica ubicar algunos procedimientos. Aquí llegamos a dos formas de industrializar: la que es ya una realidad con ejemplos difundidos ampliamente (sistemas cerrados o de modelos) y la que su elaboración requiere de condiciones previas para su aplicación, normas y convenios de la industria (sistemas abiertos o de elementos).

1.8.1 SISTEMAS CERRADOS

Resuelven todo el proceso constructivo y sus elementos no pueden intercambiarse con los de otras fábricas tal como sucede en la industria de los electrodomésticos. Son ejemplo de ellos los paneles prefabricados pesados o livianos, los sistemas de cimbra túnel y los módulos tridimensionales.

En estos sistemas la coordinación modular y dimensional no tiene mayor importancia, es sólo una forma de trabajo interna sin relación con la que adoptan otras marcas. Se tienen en cuenta para adaptarse a las medidas más o menos corrientes de algunos elementos tales como mosaicos, azulejos y otros revestimientos, evitando cortes de piezas que demoren el trabajo.

1.8.2 SISTEMAS ABIERTOS

En este caso se industrializa no el proceso constructivo sino los componentes del mismo y su característica principal es el intercambio de los mismos aún cuando sean de distintas fábricas gracias a sus uniones cada vez más universales.

Para que esto sea posible debe haber una coordinación dimensional y modular aceptada por todos los que intervienen en el proceso constructivo y la otra condición es que haya una compatibilidad de las juntas (García, 1999).

1.9 ANÁLISIS DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

Los prefabricados en la actualidad surgen como mecanismo innovador en la construcción de vivienda, la innovación es el elemento clave para mejorar el desempeño y la productividad de cualquier obra de construcción.

Por otro lado, la industria en nuestro país se ha caracterizado por la falta de innovación en los diferentes proyectos de construcción, en especial los de vivienda, ya que se siguen construyendo con los métodos convencionales o tradicionales, sin tener en cuenta que la posible utilización de la prefabricación podría traer muchas ventajas.

Sin embargo la tecnología innovadora siempre surge de las necesidades del usuario y de la investigación que se realiza cuando surgen dichas necesidades, es importante recalcar que a través de la innovación se puede mejorar la eficiencia y la efectividad de las soluciones para vivienda (Gutiérrez, 2001).

1.9.1 UTILIDADES DE LA PREFABRICACIÓN

El sistema prefabricado puede resultar ser el más ventajoso debido, entre otras, a las siguientes características:

- Mayor rapidez en el montaje y ejecución, ya que casi todo, salvo uniones, es prefabricado, requiriendo menos cantidad de uniones.
- En las estructuras prefabricadas prácticamente se trabaja en seco, con todas las ventajas que ello aporta.
- Una mayor garantía de calidad al venir directamente de la fábrica.

Dichos elementos son muy útiles en la construcción de unidades en serie, ó construcción masiva ya que ahorran materiales, no existen desperdicios, ahorran costos, tiempo, calidad de los acabados, sin necesidad de aplicar pinturas u otros materiales. En realidad dichos elementos son muy utilizados en la industria de la construcción porque ofrecen muchos beneficios.

Desde tiempos inmemoriales hasta nuestros días, los prefabricados han mostrado ser un material versátil y con un gran número de aplicaciones. No obstante su corta trayectoria en el mundo de la construcción no ha permitido su debida utilización para proyectos, en especial para vivienda de interés social.

Los altos costos que se presentan en la construcción de vivienda y el alto porcentaje de incidencia del costo de la estructura con materiales tradicionales, requieren de sistemas alternativos que busquen la reducción de los costos de construcción.

Los prefabricados son materiales que cumplen con los requisitos de bajo costo empleados en proyectos en serie, baja utilización de mano de obra, facilidad constructiva, flexibilidad, adaptabilidad, disminución en los tiempos de ejecución (aumento de los rendimientos de obra), desarrollo sostenible (ambiente sano y limpio, sin generación de desperdicios), entre otros.

1.9.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PREFABRICADOS

Los estudios realizados para conocer las propiedades de los prefabricados y los esfuerzos para popularizar su uso como elemento principal en la construcción de vivienda, no han logrado incrementar en forma considerable su uso.

Por otro lado la industria de la construcción en nuestro país se ha caracterizado por la falta de innovación en los diferentes proyectos de construcción, en especial los de vivienda de interés social, ya que se siguen construyendo con métodos tradicionales, sin tener en cuenta que la posible utilización de los prefabricados podría traer muchas ventajas. Sin embargo la tecnología innovadora surge siempre de las necesidades del usuario y de la investigación que se realiza cuando surgen dichas necesidades, es importante recalcar que a través de la innovación se puede mejorar la eficiencia y la efectividad de las soluciones de vivienda (Gutiérrez, 2001).

En la actualidad en nuestro país existen muchas barreras, las cuales impiden que se pueda invertir en innovación prefabricada en cualquier proyecto de construcción de vivienda, en primer lugar surgen expectativas sobre la calidad del material, la sismoresistencia, la durabilidad, etc., es importante enfatizar que el gobierno en cuanto régimen legal, limita a muchos sistemas para su utilización, es tal vez por eso que los constructores y diseñadores siguen concibiendo sus proyectos con la idea tradicionalista y conservadora. Es importante realzar la función fundamental que cumple el gobierno en la posible utilización de los elementos prefabricados, desde el punto de vista normativo y jurídico, este debe servir como apoyo para la difusión de dichos métodos.

La mayoría de los constructores y diseñadores que están trabajando hoy en día en la construcción de vivienda, prefieren seguir utilizando los métodos constructivos convencionales por seguridad, tratando de minimizar los riesgos potenciales que se pueden generar en el momento de utilizar las nuevas tecnologías prefabricadas. Los principales riesgos que surgen en el momento de pensar en construir una vivienda con prefabricación son los siguientes:

Sobrecostos: En el instante de utilizar alternativas novedosas, se puede correr el riesgo de incurrir en sobre costos, ya que la mayoría de las tecnologías prefabricadas son traídas al país copiando técnicas de otros países en donde estas han funcionado perfectamente, sin embargo no se tiene en cuenta las condiciones de construcción en México, dichas condiciones pueden ser por ejemplo: normas técnicas, impacto visual, costos de fabricación, etc.

Aversión por parte de las instituciones financieras: En el momento de iniciar un proyecto de vivienda de interés social, los organismos dedicados a financiar dichos proyectos se muestran renuentes a su financiación, debido a que se está construyendo con tecnologías novedosas poco implementadas, corriéndose el riesgo de fracasar, o de que el producto final no sea atractivo y/o poco aceptado. Por otro lado, en nuestro país siempre se ha construido conservadoramente y utilizando los métodos tradicionales.

Prevención al fracaso: La mayoría de los constructores y diseñadores de vivienda de interés social se guían a diario por las experiencias que observan o que han observado en las empresas y organismos que construyen o que han construido con prefabricación, pero por las malas experiencias, llegaron a la creencia de que si utilizan este método van a fracasar como les ocurrió a otros.

En general surgen demasiadas expectativas en el momento de implementar o utilizar las nuevas tecnologías prefabricadas, en primer lugar por parte del diseñador que evita realizar nuevos diseños que dificulten e impidan la construcción y que involucren la seguridad del usuario y un segundo lugar por parte del constructor que se muestra reacio a ser el primero en implementar las nuevas técnicas constructivas y/o materiales para la construcción de vivienda. A su vez, el constructor demuestra temor en el momento de construir con dichas tecnologías, ya que piensa que no están legalmente aprobadas o que los

materiales componentes del sistema podrían generar algún riesgo en el momento de un evento extraordinario como un sismo, comprometiendo la integridad del usuario de la vivienda.

Ventajas de la prefabricación para viviendas de bajo costo

La adopción de tecnologías constructivas prefabricadas tiene muchos méritos en el contexto de la disponibilidad de los materiales, mano de obra y habilidades técnicas. Las ventajas de la prefabricación son:

1. En la construcción prefabricada, los componentes ya están hechos, son auto-soportables y eliminan muchos tiempos muertos, lo que se traduce en un ahorro sobre el costo final.
2. los componentes prefabricados pueden ser usados en enormes cantidades, ahorrando tiempo y detalles que pueden surgir con los materiales tradicionales y reduciendo el costo por unidad.
3. Existe un mejor control de calidad, forma y tamaño de los componentes, además en el diseño estructural, las ventajas del concreto y del acero son explotadas al máximo.
4. En la construcción de prefabricados, un tipo similar de componentes son producidos repetidamente, lo que se traduce en un incremento de la productividad y costos más bajos.
5. Este tipo de construcción no se ve afectada por el clima, lluvia, viento, etc.
6. El trabajo en el sitio de la obra se ve reducido al mínimo y además, el trabajo es cualitativamente mejor y más limpio.
7. Debido a la velocidad con que se construye y a la reducción de tiempos, las viviendas pueden ser ocupadas muy rápido, lo que indica un rápido retorno de inversión.

Limitaciones de los prefabricados

1. Debido a que los elementos prefabricados presentan comportamientos monolíticos al montarlos, es necesario en ocasiones reforzarlos más.
2. Pueden presentarse grietas debido a las juntas entre el elemento y el concreto colado en sitio debido a encogimiento y esfuerzos por temperatura, para revertirlo es necesario adicionar más acero en las juntas.
3. Es mas probable que se presenten problemas de filtración de agua por las juntas por lo que deben tomarse medidas preventivas (Gutiérrez, 2001).

1.10 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Una vez que se ha ampliado el panorama, es necesario definir cuales son los sistemas constructivos de una forma más amplia; de acuerdo al objetivo principal de este trabajo, se hará una clasificación para compararlos y decidir cual es el más conveniente para cada ocasión. Si se busca priorizar el trabajo en fábrica se utilizarán los índices y si el trabajo es en zonas inaccesibles se buscarán sistemas livianos. No sería lógico trabajar con un sistema de grandes paneles en una región donde la elaboración de concreto requiriera precauciones especiales al igual que su colocación.

Si consideramos el problema de vivienda integralmente, hay que remarcar que no siempre los parámetros para una clasificación son tecnológicos. Pueden ser también de financiamiento, de comercialización, de consumo de energía, sociales, de ocupación de mano de obra, etc.

De acuerdo por el peso máximo de sus componentes los sistemas constructivos se clasifican en:

- Sistemas livianos, hasta un máximo de 100 kgs.
- Sistemas semipesados de 101 hasta 500 kgs.
- Sistemas pesados con componentes de más de 500 kgs.

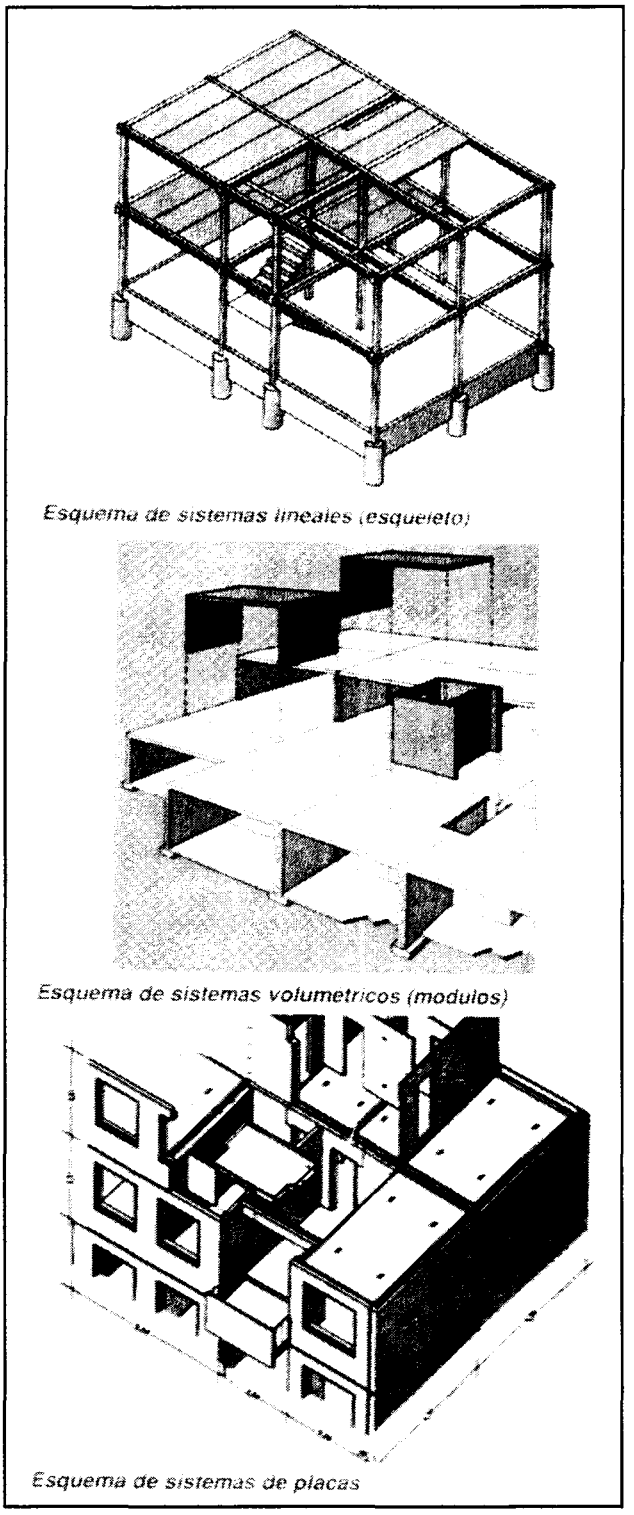


FIGURA 1.4. TIPOS DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS LIVIANOS

SISTEMAS LIVIANOS	VENTAJAS	Poca inversión inicial Flexibilidad en el proyecto Mayor diversidad en materiales y tecnologías Menores costos en transporte Más apto para obras dispersas Más apto para terrenos pequeños y con obras existentes cercanas Menor equipamiento para el montaje Mayor cantidad de herramientas portátiles en fábrica y obra Rápida adaptación de la mano de obra Elementos independientes de un proyecto completo
	DESVENTAJAS	Materiales más caros Más desarrollo en el diseño de estructuras, uniones, etc. Mayor necesidad de investigación y ensayos (impacto, compresión, etc.) Mayor número de elementos a controlar Mayor estudio del transporte de elementos Mayor análisis del montaje y uniones ante acciones de viento Estudio más completo de anclajes y fijaciones Mayor mantenimiento

TABLA 1.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS LIVIANOS

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS PESADOS

SISTEMAS PESADOS	VENTAJAS	Uso de materiales más baratos y más conocidos Tecnologías usuales y diseños estructurales experimentados Terminaciones tradicionales Resistencia a acciones de choque y químicas Reducción en el número de juntas Menor mantenimiento
	DESVENTAJAS	Proyectos más rigidos Mayor inversión inicial en moldes y equipamiento de fábrica Encarecimiento del transporte y montaje Mayor inversión inicial en moldes y equipamiento de fábrica Mayor análisis en el diseño de acondicionamiento térmico Mayor incidencia de transporte por sus equipos y distancias Mayor inversión en equipos de montaje Mayor protección de personal en el montaje y ante inclemencias climáticas

TABLA 1.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS PESADOS

Existe otra clasificación muy usada que es según las características estructurales:

a) unidireccionales o lineales (esqueletos)
b) Bidireccionales o planos (placas, paneles)
c) Tridireccionales o volumétricos (cimbra túnel o módulos)

INDICE DE INDUSTRIALIZACIÓN	POCO INDUSTRIALIZADO	Cuando el índice de industrialización es inferior a 0,20.
	INDUSTRIALIZADO	Cuando el índice de industrialización está entre 0,20 y 0,60
	MUY INDUSTRIALIZADO	Cuando el índice de industrialización es superior a 0,60.
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	LINEALES	Esqueleto
	PLANOS	Paneles placas
	VOLUMÉTRICOS	Módulos ó cajas
PESO DE LOS ELEMENTOS	LIVIANO	Los elementos no sobrepasan los 100 kg.
	SEMI-PESADO	Los elementos tienen un peso máximo entre 101 y 500 kg.
	PESADO	El peso máximo de los elementos es superior a 500 kg.
DISPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS PORTANTES	LONGITUDINAL	Elementos portantes principales paralelos al eje longitudinal de la construcción
	TRANSVERSAL	Elementos portantes principales paralelos al eje transversal de la construcción
	CRUZADO	Elementos portantes principales en planos eje longitudinales y transversales
FINALIDAD DE LA OBRA	VIVIENDAS	Unifamiliares, en altura, etc.
	SERVICIOS	Escuelas, Hospitales, Oficinas
	NAVES	Industriales, agrícolas
	OTROS	Estacionamientos, silos, puentes, etc.
DIMENSIONES DE LO ELEMENTOS	CÉLULAS	Habitación vivienda, bloque técnico
	GRANDES PANELES	Un elemento solo resuelve un paño de pared de dimensiones normales
	PANELES MEDIOS	Una de las dimensiones es igual a la distancia suelo-techo
	ELEMENTOS LINEALES	Sección transversal pequeña comparada con la longitudinal. Pueden ser: Simples: pilares, vigas; Compuestos: pórticos, semipórticos; Mixtos: combinación de los anteriores
MATERIAL DOMINANTE	CONCRETO	Armado, pretensado, ligero, alveolar, etc.
	OTROS MATERIALES	Acero, aluminio, madera, plásticos, etc.
	MIXTOS	Concreto-cerámica, concreto-acero, acero-cristal, etc.
LUGAR DE REALIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS	PREMOLDEO	Elementos preparados previamente
	PREF. SEMIPERMANENTE	Fábrica semipermanente de prefabricación
	PREF. FIJA	Fábrica fija de prefabricación
	CONVENCIONAL	Fábrica industrial convencional
	MIXTO	Combinación de los anteriores
	"IN SITU"	Parte importante de la obra hecha en el lugar de la construcción

TABLA 1.7. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS

Con lo que ya se ha visto, se ha desarrollado esta tabla donde se muestra una clasificación de los sistemas de construcción industrializada según diversos objetivos (Mac Donnell, 2004).

1.11 MATERIALES CONSTRUCTIVOS ALTERNATIVOS PARA VIVIENDA PREFABRICADA DE BAJO COSTO

Hay un gran número de materiales alternativos para la construcción de viviendas prefabricadas, materiales como lana de vidrio, ferrocemento, productos de silicato de calcio, espumas, materiales de madera tratada y por lo tanto mas económica, han estado usándose actualmente para viviendas de bajo costo.

Ferrocemento

La construcción de viviendas de bajo costo debe tomar en cuenta varios factores como el medio ambiente, el ecosistema, mantenimiento y seguridad. La mayoría de las viviendas se construyen actualmente con materiales tradicionales como el tabique y el block.

El ferrocemento es un material alternativo para reemplazar los altos costos de los materiales tradicionales y es una mezcla de cemento común reforzado con un acoplamiento de barras y cables de hierro. Requiere técnicas de construcción muy simples y es rentable para países en vías de desarrollo.

El bajo costo del ferrocemento, su durabilidad y eficiencia es reconocida por constructores en todo el mundo.

El ferrocemento es un material muy adaptable que puede ser usado para construir elementos variados y de distintos tamaños, se usa frecuentemente para la construcción de viviendas y edificios.

El ejemplo más claro es la utilización de paneles de muro prefabricados de ferrocemento utilizados para vivienda de bajo costo.

Compuestos plásticos reforzados

En los últimos 30 años los materiales compuestos, plásticos y cerámicas han sido los nuevos materiales dominantes. El volumen y número de aplicaciones de estos materiales compuestos han aumentado considerablemente y constituyen una proporción significativa en el mercado dirigido a la construcción de vivienda.

Actualmente el alto funcionamiento de los plásticos reforzados con fibras (PRF) está comenzando a competir con los materiales tradicionales como el acero y el aluminio en muchas aplicaciones de la construcción.

Los materiales ligeros y resistentes a la corrosión como los PRF pueden contribuir a aumentar la seguridad y el desarrollo de recursos económicos. La necesidad de nuevos mercados ha estimulado esfuerzos para reducir su costo, haciendo estos compuestos más competitivos en la construcción de vivienda.

Los compuestos presentan grandes oportunidades como material alternativo para reemplazar a la madera, acero, aluminio y concreto en edificios, sus beneficios como la resistencia a la corrosión y su ligereza demuestran que pueden ser aplicables en situaciones de esfuerzos. La utilización de PRF de alto rendimiento en aplicaciones estructurales primarias ha sido más lenta en cuanto a la aceptación por parte de los constructores.

El PRF está siendo utilizado en la manufactura de prefabricados, para hacer edificaciones modulares así como paneles de revestimiento, que pueden simular acabados. En aplicaciones para interiores, se usa en baños y accesorios.

Se están desarrollando elementos constructivos que minimicen costos para vivienda. En este contexto, se han creado compuestos de polímeros reforzados con fibra, compuestos de fibra natural, entre otros. Los principales factores restrictivos que se presentan tienen que ver con los costos iniciales debido a la carencia de material y también a los procesos convencionales de modulación ineficiente que existen. Los expertos en la industria y en el diseño de estos materiales han buscado la adopción de tecnologías avanzadas y algunos métodos de estandarización para mejorar el proceso.

Muchos de los materiales para construir una vivienda han sido desarrollados por la industria de los prefabricados, tales como: edificaciones modulares, paneles exteriores de revestimiento, decoraciones interiores, muebles, tinas, puertas y marcos de ventanas, losas, miembros estructurales, etc.

1.12 RESUMEN TEÓRICO DE UN MÓDULO DE VIVIENDA DE BAJO COSTO COMPUESTO POR PERFILES PLEGADOS Y CERRAMIENTO DE MORTERO REFORZADO CON MALLA ELECTROSOLDADA

Introducción

Es una realidad innegable el problema de la vivienda en el mundo y es particularmente crítico en los países en vías de desarrollo, en los cuales el déficit es aún mayor. En la mayoría de las ciudades del tercer mundo por lo menos el 25% de la población, y a veces mucho más, vive en barrios marginales, asentamientos humanos, etc.

Basándose en esto se propone estudiar un sistema constructivo no convencional basado en paneles con estructura de perfiles plegados y cerramiento de mortero reforzado con malla electrosoldada. Este sistema constructivo prefabricado propuesto permitirá abaratar los costos de viviendas en zonas populares, campamentos y lugares donde sea primordial el factor tiempo de ejecución. Esta investigación demandó la ejecución de diversos ensayos de laboratorio los cuales serán detallados a continuación.

Modelo de la estructura

Este sistema constructivo no convencional consiste en el uso de paneles plegados que conforman los muros y un sistema de techo, formado por viguetas prefabricadas.

Muros: Los muros están conformados por paneles plegados compuestos por un marco de perfiles tipo Z que encajonan un panel prefabricado de mortero reforzado con malla electrosoldada, como se muestra en la figura 1.5. Estos paneles tienen una dimensión promedio de 60cm. De ancho por 230 cm de altura y 2.5 cm de espesor. El refuerzo de malla electrosoldada tiene la finalidad de dar al panel resistencia a la flexión fuera de su plano debido a que la relación altura/ancho que presenta es grande.

Sistema de techos: Es un sistema de techos no convencional el cual está formado por viguetas T prefabricadas de mortero 1:3, como se muestra en la figura 1.6. Estas viguetas con nervadura central podrán ser apoyadas sobre los muros y sujetadas con pernos, ver figura 1.7. Sobre estas viguetas se colocará una losa de amarre de 4 cm reforzada con malla electrosoldada con la finalidad de juntar las viguetas y que estas presenten un mejor comportamiento (ICG, 2004).

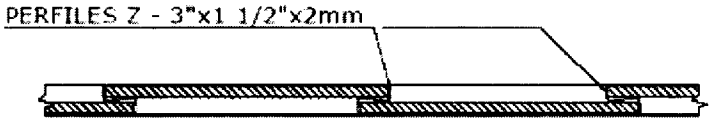


FIGURA 1.5

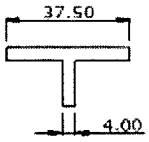


FIGURA 1.6

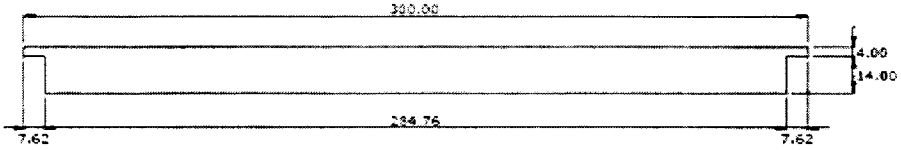


FIGURA 1.7

FIGURA 1.5. PERFIL TIPO Z
FIGURA 1.6. VIGUETA "T" PREFABRICADA
FIGURA 1.7. VIGUETA CON NERVADURA CENTRAL

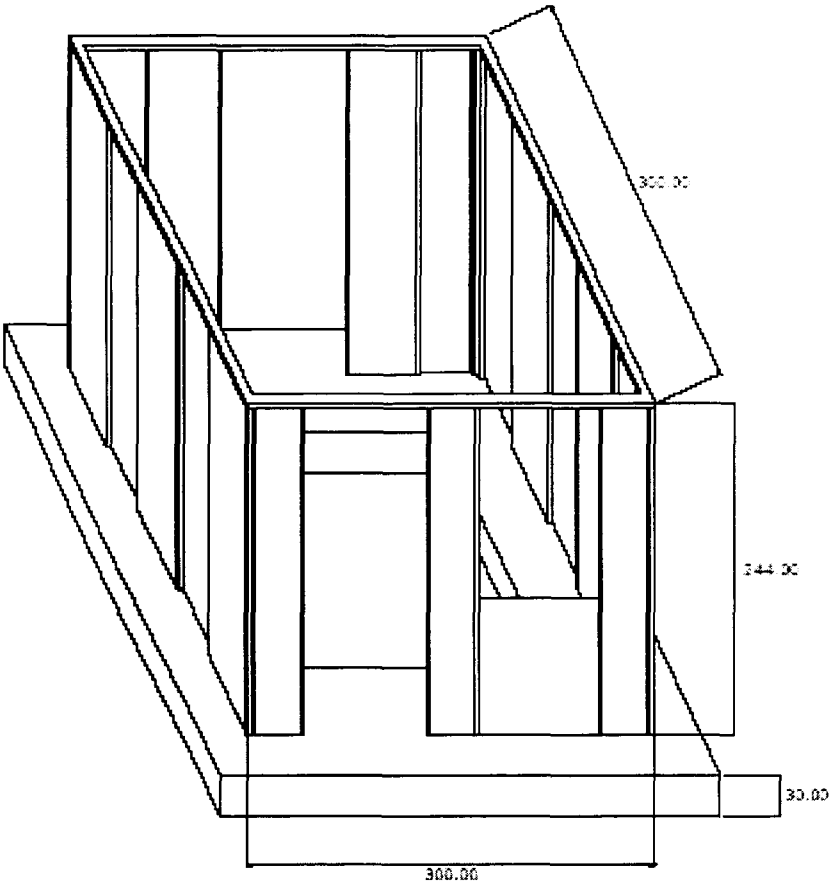


FIGURA 1.8. MÓDULO DE VIVIENDA COMPUESTO POR PERFILES PLEGADOS

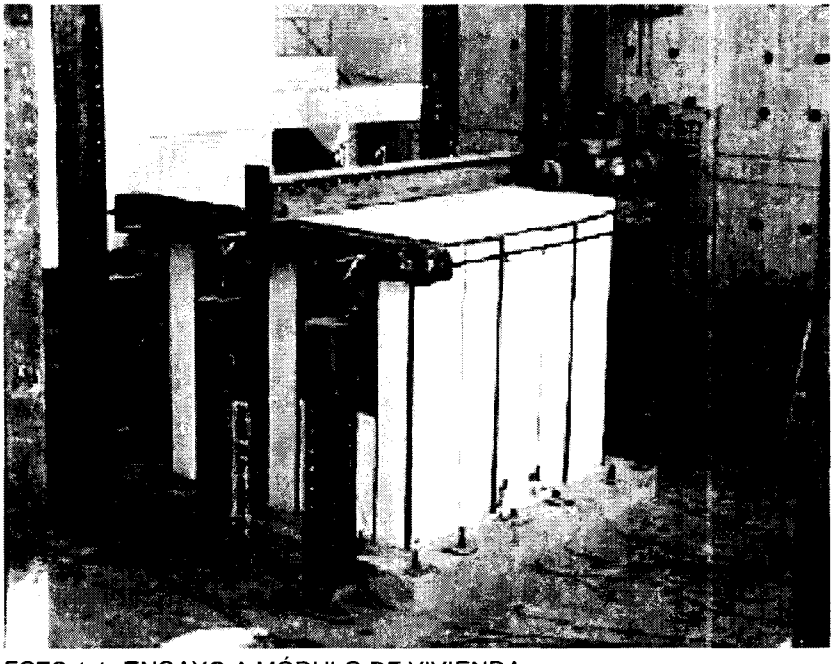


FOTO 1.1. ENSAYO A MÓDULO DE VIVIENDA

1.13 OPTIMIZACIÓN SISMORRESISTENTE DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE PLACAS DE CONCRETO ARMADO DE TIPO PESADO

Recientemente se han comenzado a construir viviendas prefabricadas de placas de concreto armado, sin embargo la falta de experiencia en el tema ha terminado por provocar un prematuro e injusto deterioro de su aceptabilidad entre posibles constructores. Las críticas se centran en detalles constructivos, niveles de terminación y en especial en la fisuración de placas provocado por la retracción del concreto, variaciones térmicas y su manipulación.

En este resumen se resumen los estudios técnicos, recomendaciones y conclusiones de una investigación sobre el tema y contiene las soluciones optimizadas para el diseño de placas, sus uniones, producción, ganchos, manipulación, transporte y montaje de las mismas. Además de un estudio de las causas y mecanismos de su figuración y la manera de reducirla al mínimo.

Introducción

Optimizar un sistema constructivo prefabricado de placas pesadas de concreto armado significa que se ha eliminado el riesgo sobre el proceso de fabricación, calidad, terminaciones y uniones de todo tipo.

También significa: calidad – simpleza – economía y compatibilidad con el máximo nivel tecnológico.

Optimización sistema constructivo SIPAR – B y BT

Los elementos prefabricados son: Placas – Pared y placas – techo y los aspectos a considerar y optimizar son:

1. Producción
2. Instalaciones
3. Manipulación: ganchos, transporte y montaje
4. Terminaciones
5. Vinculaciones entre sí
6. Cálculos sismorresistentes
7. Puentes térmicos
8. Figuración por retracción y variaciones térmicas

1. Producción

a) Descripción general del sistema

Se trata de un sistema constructivo con placas premoldeadas de concreto armado para viviendas. Los elementos fundamentales son las placas – pared y techo. Cuyas conformaciones son prácticamente idénticas. Las vinculaciones entre si son de tipo húmedo, es decir, son de concreto armado coladas “in situ”.

b) Descripción de los elementos componentes del sistema

Las placas están constituidas por tres capas, la central de 4 cm de poliestireno expandido. Las otras dos son estructurales de concreto H – 21 y mallas metálicas en sus planos medios. Ambas capas de concreto se unen mediante nervios metálicos especiales, convirtiéndola en una losa nervurada a los efectos de resistir las cargas normales al plano de la misma. Dichos nervios metálicos constituyen vigas trianguladas cuyos cordones son las mismas placas de concreto.

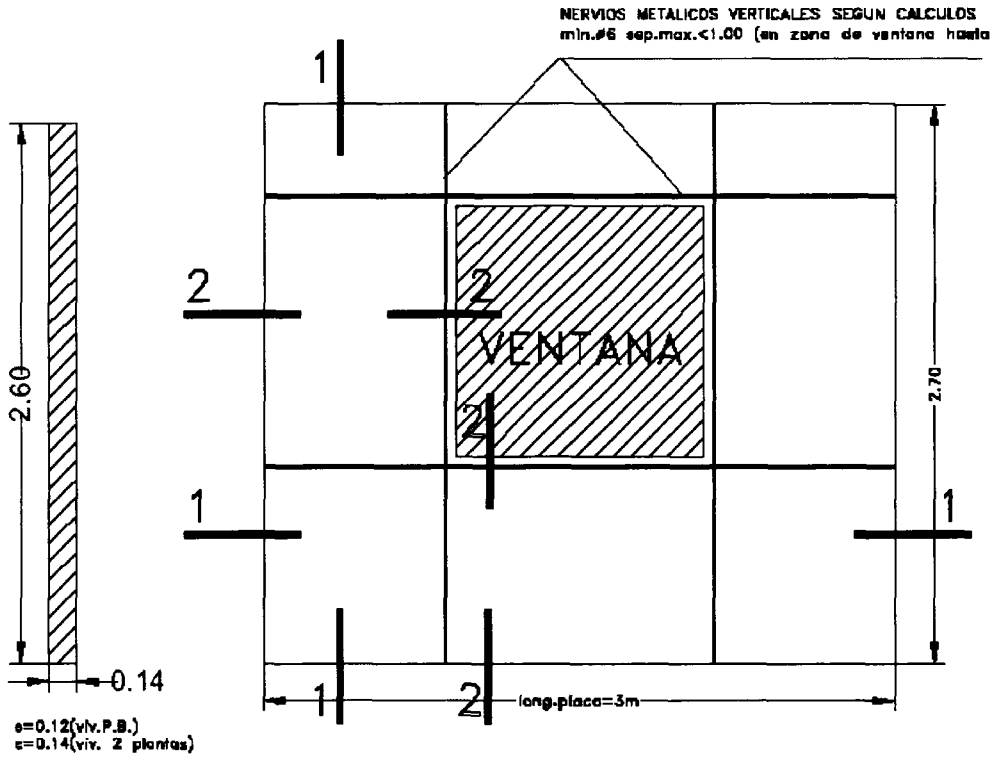


FIGURA 1.9. MURO DE PLACAS DE CONCRETO

c) Moldeo de placas

El método utilizado es el de placas apiladas horizontalmente, es decir si una vivienda requiere 15 placas se debe disponer de 15 moldes. Los moldes son perimetrales metálicos de perfiles C ya que el fondo lo constituye la cara superior de la última placa elaborada. La cara superior es alisada mediante regleado manual.

Este sistema de producción permite apilar hasta seis placas y resulta muy práctico, efectivo, rápido y muy económico. En efecto requiere poca inversión inicial, mínimo espacio y reduce notablemente su manipuleo ya que directamente

de su lugar de producción va al camión que las transporta a la obra y del camión a su posición definitiva en la construcción.

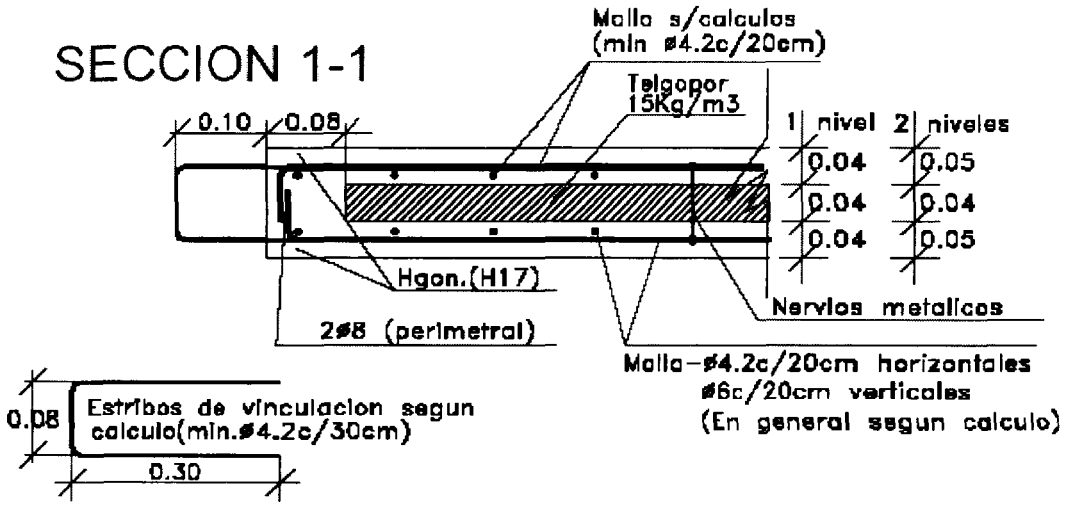


FIGURA 1.10. SECCIÓN DE LAS PLACAS DE CONCRETO

2. Instalaciones

Todas las canalizaciones requeridas por las instalaciones de electricidad, gas y sanitarios, se ubican en la capa interna del poliestireno expandido.

De este modo las instalaciones no debilitan en nada la capacidad resistente de las placas. En el caso de placa sanitaria se utiliza una capa central de 6 a 7 cm. de espesor que permita el cruce de cañerías sin afectar las capas de concreto que siguen siendo de 4 cm. mínimo.

3. Manipulación

- Ganchos:

Llamamos ganchos a los insertos metálicos que se colocan anclados a las placas, utilizados para su armado. Estos son muy simples si la placa no cambia de posición pero en nuestro caso la placa tiene que pasar de su posición horizontal a la vertical, y para este caso el gancho propuesto y que da un excelente resultado es el que muestra la Figura 1.11. Dada la simpleza y su bajo costo, su resultado óptimo es evidente.

DETALLE GANCHO IZAJE

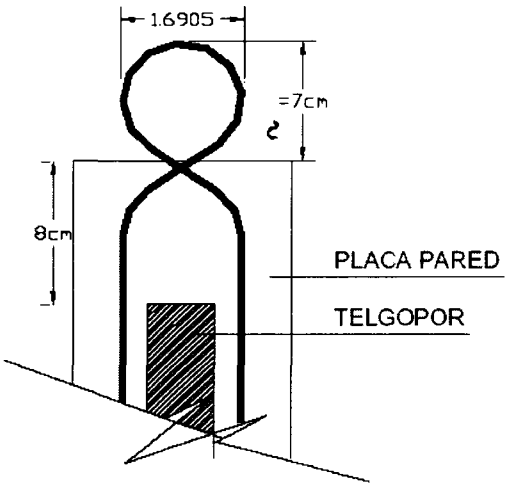


FIGURA 1.11. DETALLE DE GANCHO DE IZAJE

- Transporte:

El transporte para que pueda considerarse óptimo debe realizarse con las placas en posición casi vertical. El transporte en posición horizontal y con las placas apiladas es inaceptable pues provoca esfuerzos imprevistos.

- Montaje:

El montaje de las placas se hace del camión directamente a su posición definitiva manteniéndola siempre en posición vertical.

4. Terminaciones

Se consiguen terminaciones aceptables, sin recurrir a procedimientos especiales, sino requieren que una vez colocadas en obras sus caras sean tratadas con materiales plásticos de mucha adherencia y distintas terminaciones. Estas terminaciones son consideradas excelentes para los planes de viviendas de interés social por lo que su condición es óptima.

5. Uniones entre sí

La figura 1.12 muestra las uniones verticales entre placas pared internas de la vivienda y la figura 1.13 muestra las mismas pero perimetrales y sin puente térmico.

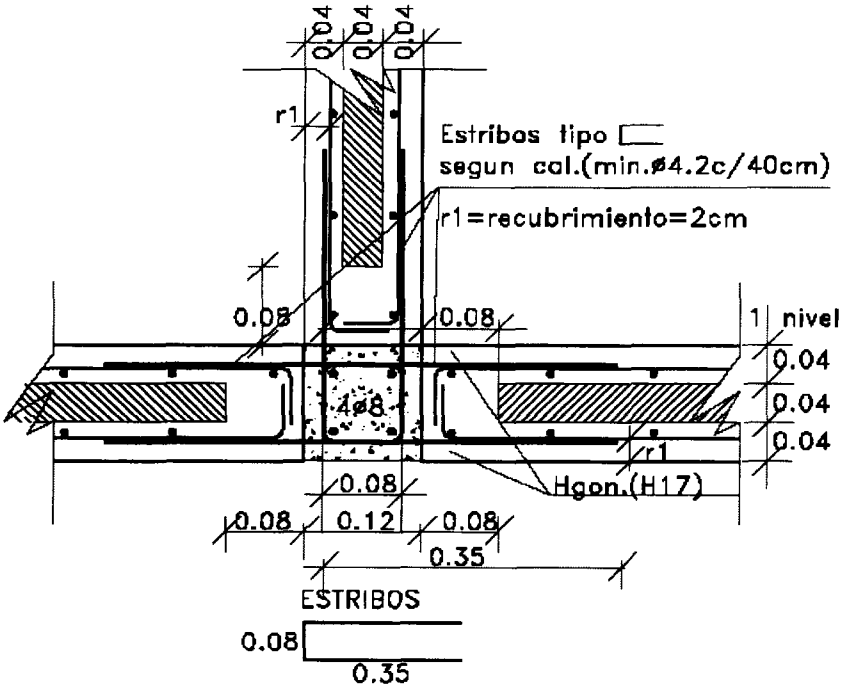


FIGURA 1.12. UNIONES VERTICALES ENTRE PLACAS DE PARED INTERNAS

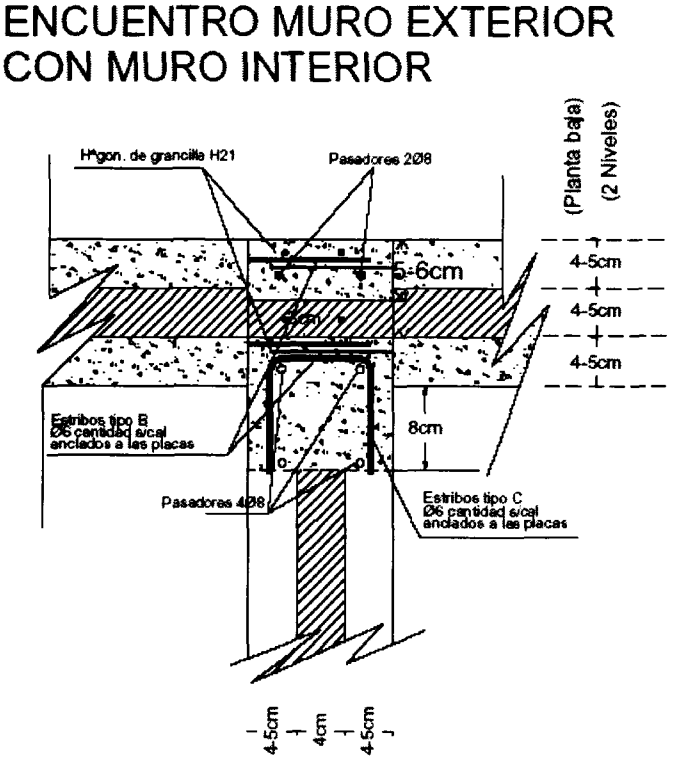


FIGURA 1.13. UNIONES VERTICALES PERIMETRALES

El hecho de tratarse de juntas húmedas, continuas y vaciadas "in situ" asegura el perfecto sellado de la misma y la adecuada protección de la armadura. Colabora con este objetivo el uso de aditivo expansivo que evita fisuras constructivas.

6. Cálculo sismorresistente

Dado que el espesor de las placas es pequeño, lo más correcto es calcularlas como placas rígidas en su propio plano y articuladas en sus perímetros. De este modo las uniones de las placas entre sí, solo deben resistir esfuerzos normales y fundamentalmente de corte. Su armado resulta muy simplificado y esto es una gran ventaja.

Cuando una placa debe unirse a otra en un mismo plano para completar una pared de la vivienda, la unión debe restablecer la continuidad de la misma, no debe considerársele como una articulación vertical.

Para la consideración de las aberturas (puertas y ventanas) a los efectos de determinar su rigidez y distribución de sus esfuerzos, se emplea sin problemas programas de elementos finitos.

7. Puentes Térmicos

Este sistema presentaba puentes térmicos en las uniones verticales entre placas – pared y horizontales, techo y entrepisos. En general los puentes térmicos son una limitación muy fuerte en el diseño de la estructura resistente especialmente en las placas unidas entre sí.

Para este análisis los puentes se redujeron al máximo, sin embargo fue necesario eliminarlos, modificando las uniones perimetrales tanto verticales como horizontales tal como muestra la figura 1.13.

8. Fisuramientos de placas por retracción y variaciones térmicas

Modelo físico

El fisuramiento de estas placas reconoce tres causas. Estas son:

1. El propio trabajo estructural puede dar lugar a fisuras abiertas en las zonas de tracción. Estas son de espesor muy pequeño y no afectan la capacidad resistente de las mismas.
2. La retracción del concreto.
3. Las variaciones térmicas.

El estudio teórico parte de introducir un modelo físico de la estructura caracterizado por las siguientes premisas:

1. Las variaciones volumétricas provocadas por variaciones térmicas y retracción del concreto son independientes del estado de tensiones y deformaciones provocadas por las cargas normales que actúan sobre la estructura.
2. si no existen restricciones a tales deformaciones, no se producen fisuras (ICG, 2004).

1.14 VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON PANELES DE POLIBLOCK REFORZADO

Como una alternativa de solución al problema de la vivienda económica de hasta dos pisos, se presenta este resumen donde se muestra un sistema constructivo basado en paneles de poliblock reforzados en los muros y techos.

Las viviendas tradicionales de dos pisos usualmente son construidas con muros de albañilería y techos aligerados, elementos que por su gran peso generan fuerzas de inercia elevadas durante los terremotos; en este proyecto se redujeron estas fuerzas empleando paneles poliblock reforzados tanto en muros como en techos. Dada la rapidez constructiva de este sistema, el objetivo de este proyecto fue investigar la posibilidad de emplearlo como sistema estructural en las viviendas.

Características del panel poliblock reforzado

El panel presenta dos modalidades: el utilizado para muros y el empleado para techos. Las dimensiones nominales del panel para muro son: 1.20 x 2.40 mts con espesores de 5 y 10 cm (sin incluir repellado); este panel está compuesto por un alma de poliestireno expandido (3 u 8 cms de espesor), cuyas superficies están adheridas a una capa de fibra de madera prensada y aglomerada con cemento, sobre las cuales va una malla electrosoldada de 4 mm de diámetro, conectadas transversalmente por alambres de 6 mm de diámetro, estas mallas se encuentran recubiertas de mortero de 1 pulg. (ICG, 2004).

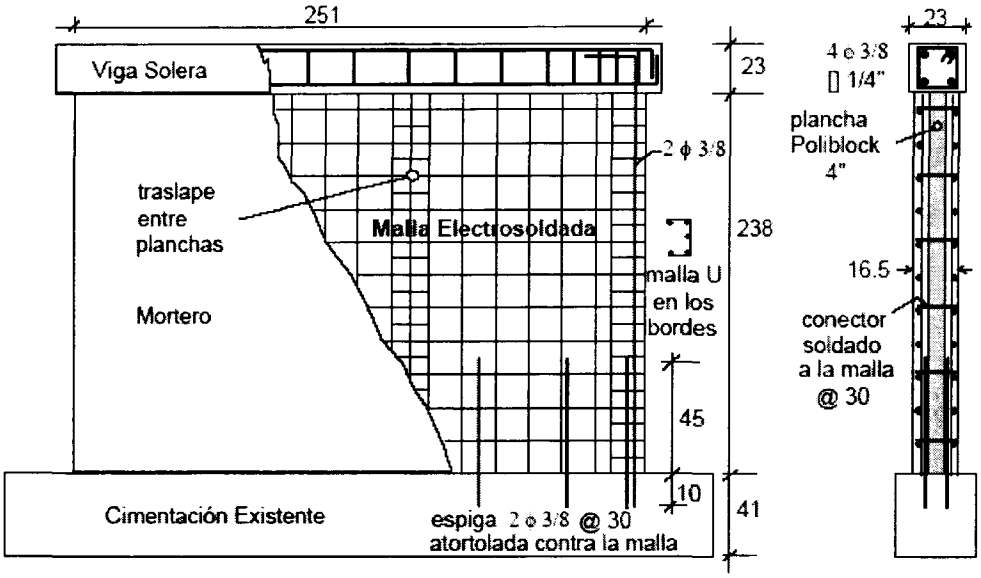


FIGURA 1.14. DETALLE DE MURO

Las viviendas de hasta dos pisos construidas con paneles poliblock reforzados presentan una adecuada rigidez y resistencia.

Detalle constructivo

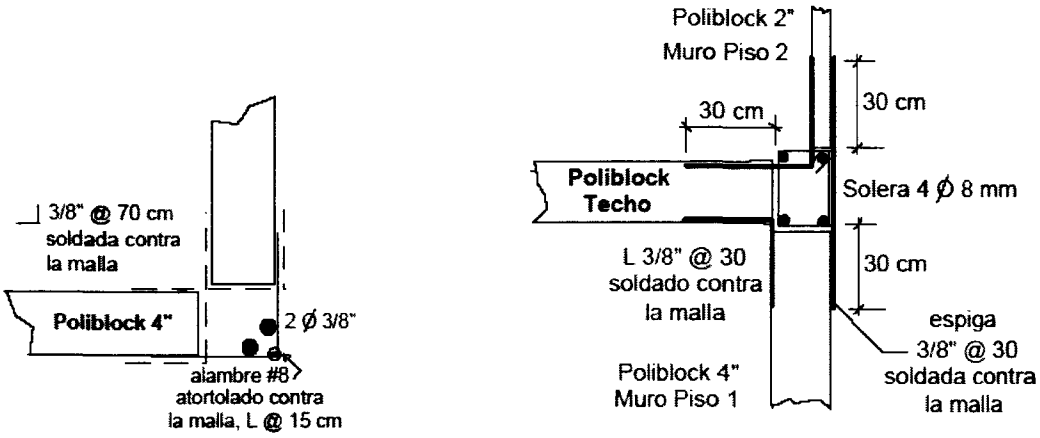


FIGURA 1.15. DETALLES DE UNIONES ENTRE PLACAS (COLUMNA Y CONEXIÓN MURO-TECHO)

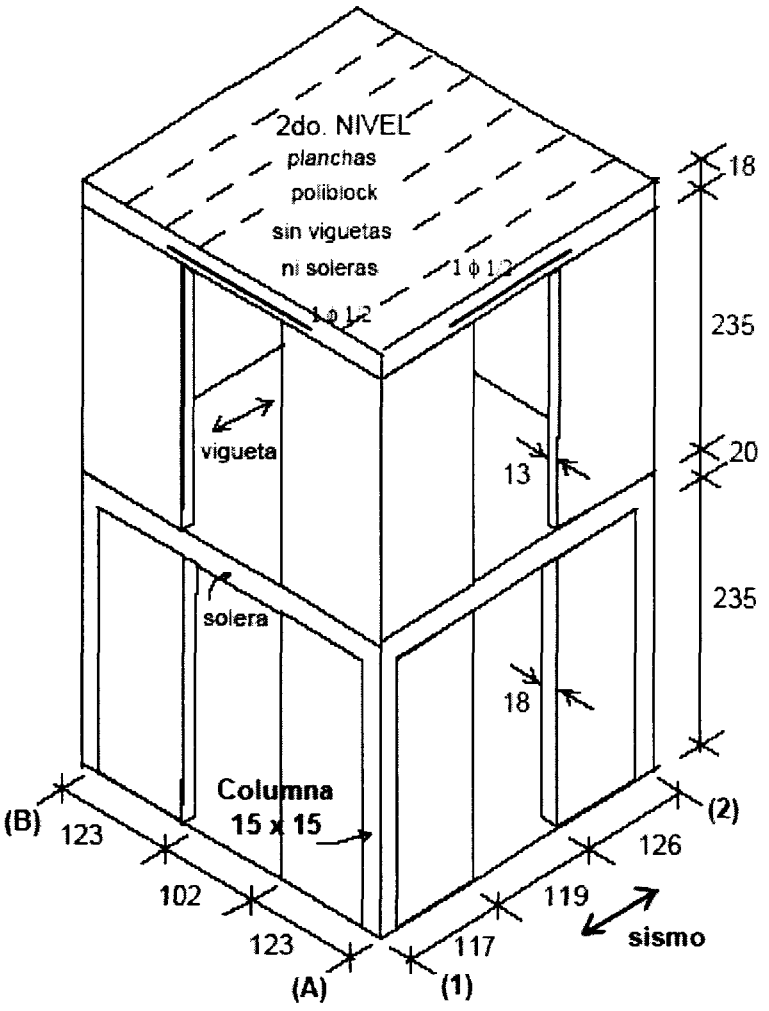


Foto 3. Detalle de módulo

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

2.1 CIMBRAMEX

Perfil de la empresa

Desde 1967, Cimbramex ha desarrollado en México una gran variedad de sistemas de cimbra para todo tipo de construcción. Muchos de los principales desarrollos habitacionales en el país se han construido con el sistema Cimbramex, hasta hoy son más de 350,000 viviendas de interés social en México, Centro, Sudamérica y el Caribe.

Dirección

Monterrey
Calle 16 de Septiembre # 310 poniente, Col. Independencia, C.P. 64720, Monterrey, N.L. Tel. (0181) 81 90 7936 E-mail: cmty@sysop.com.mx.
Dirección electrónica www.cimbramex.com.mx

Productos

Sistema de cimbra para vivienda
Muros y losa universal

Muro universal

Se pueden construir los muros de un juego de dos viviendas de interés social (50 m^2 de construcción cada una), cimbrando y colando en una jornada de trabajo, con un equipo de 10 cimbreros, equivalente a 400 m^2 de cimbra por cada juego. Antes de cimbrar es indispensable limpiar adecuadamente el área de contacto de los paneles y aplicarle una capa de desmoldante.

En los muros de una vivienda de 240 mts. de altura se colocan 5 tirantes, los cerrojos se deben de colocar a cada 30 cms. para alinear los muros se utilizan los cisnes y el alineador horizontal en una sola cara, para mantener la verticalidad en los muros se utiliza el puntal de plomeo.

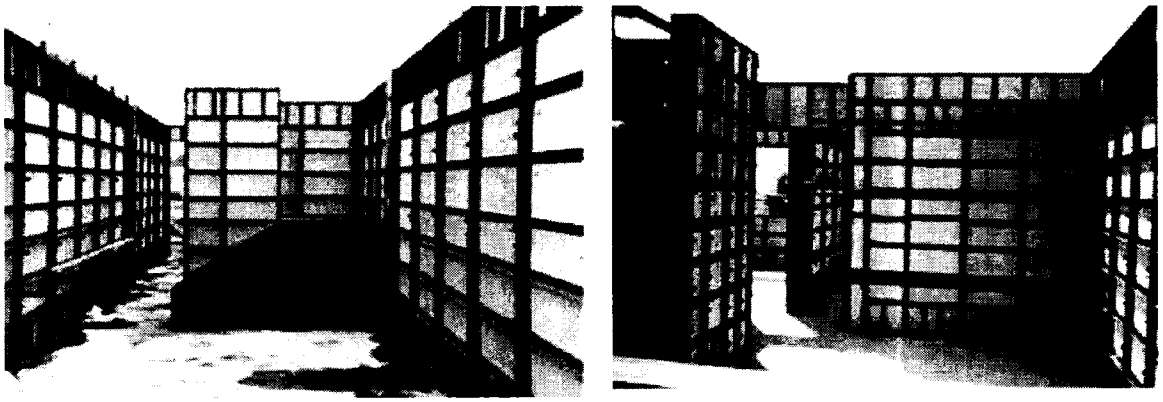


FOTO 2.1. SISTEMAS DE MUROS

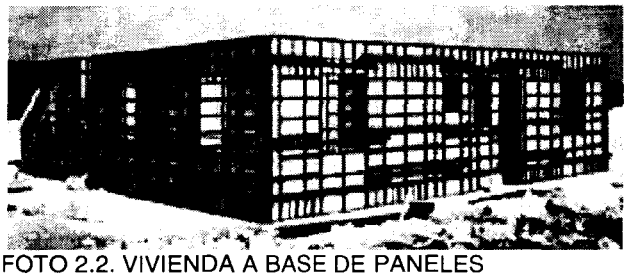


FOTO 2.2. VIVIENDA A BASE DE PANELES

FOTO 2.3. SISTEMA UNIVERSAL DE LOSA

FOTO 2.4. SISTEMA DE LOSA EN LA PARTE SUPERIOR

Muros y losa metálica

Muros

Este sistema consta de charolas metálicas de fácil manejo, gran resistencia y durabilidad (más de 400 usos).

Al utilizar este sistema se elimina completamente el uso de madera en la obra. Además debido a la capacidad de carga que tiene, requiere de un mínimo de apuntalamiento que proporciona gran libertad de movimiento en los espacios cimbrados y a su vez reduce el costo por metro cuadrado de cimbrado.

Según las necesidades de las obras, se fabrican todo tipo de piezas especiales como son: fondos con goteros, fronteras y cerramientos con chaflanes, etc.

Losa metálica

La estructura de soporte es a base de pies derechos y vigas metálicas, es adecuado para el colado de las losas macizas o aligeradas, cuando los muros están construidos ya sean estos de concreto, tabicón, block u otro material.

FOTO 2.5. SISTEMA DE MUROS METÁLICOS

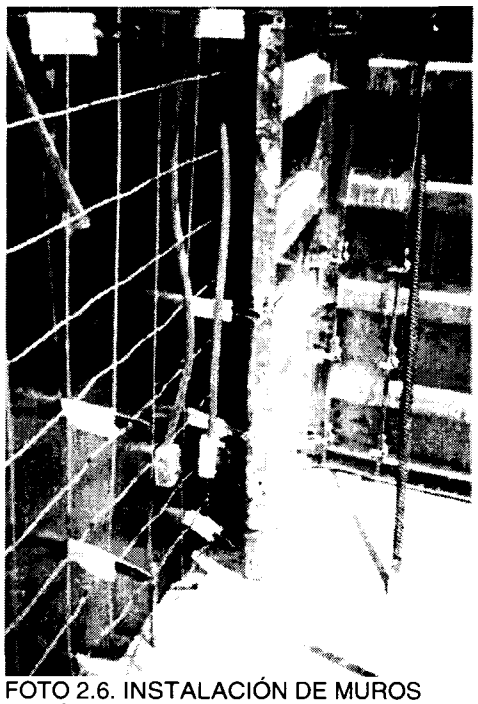


FOTO 2.6. INSTALACIÓN DE MUROS METÁLICOS

Componentes de losa metálica

- Puntal: es el pie derecho que sirve para sustentar la estructura
- Tripie: se utiliza para dar estabilidad al puntal
- Perfil tubular: se coloca en el cabezal ligero y sirve para apoyar las vigas madrinas
- Cabezal ligero: se inserta en el puntal y sirve para apoyar el perfil tubular
- Charola metálica: es de lámina de acero ligera y debido a su refuerzo es resistente, está disponible en medidas estándar de 0.60x1.20 y 0.60x1.50 mt. y tiene 400 usos aproximadamente.
- Pieza de ajuste: Sirve para facilitar el retiro de las charolas y ajustar a la medida exacta de la losa.
- Esquinero: para cerramientos, está fabricado en lámina de acero con peso ligero para integrar el cerramiento de la losa.

Monolítico universal

Con el sistema tradicional Cimbramex se puede obtener un sistema monolítico universal para ser utilizado en desarrollos mayores a 200 viviendas.

Este sistema permite colar en un solo evento los muros y losas de la vivienda, el acabado que deja en el concreto es semi-parante, listo para la aplicación de los acabados

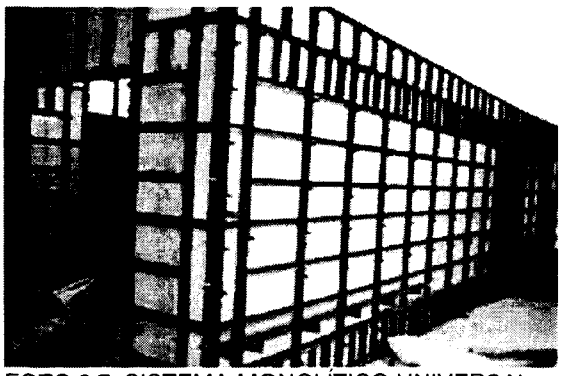
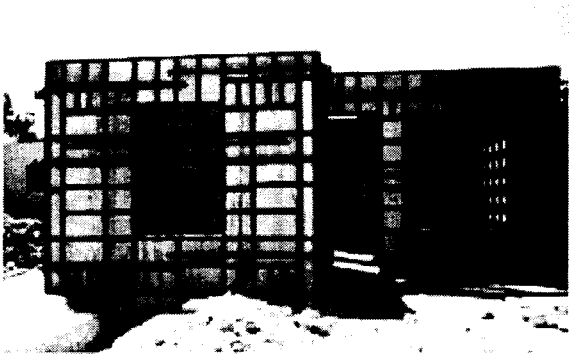



FOTO 2.7. SISTEMA MONOLÍTICO UNIVERSAL

Monolítico metálico

Este sistema permite realizar un colado de muros y losa en un solo evento, es 100% metálico y deja un acabado aparente en el concreto, para aplicar directo la pasta de acabado y con ello reducir costos y tiempos adicionales de mano de obra.

Componentes

- Esquinero: de descimbre, pieza superior
- Frontera: para el perímetro de las losas
- Panel metálico
- Remates
- Pechos de paloma

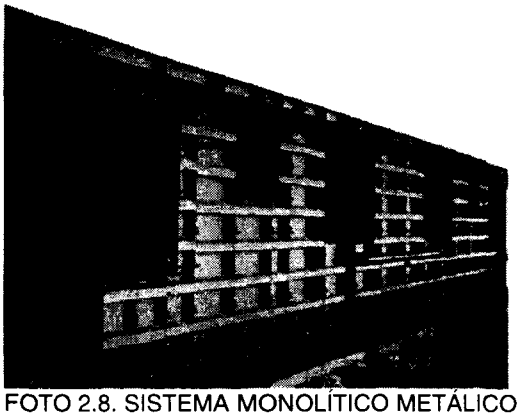
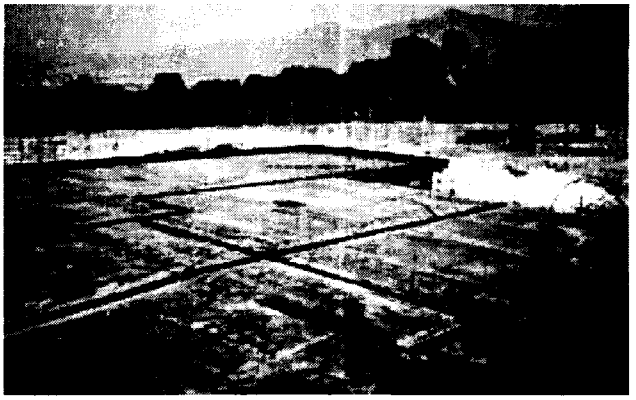



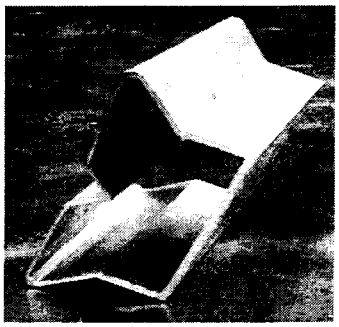
FOTO 2.8. SISTEMA MONOLÍTICO METÁLICO

Sistema monolítico de aluminio

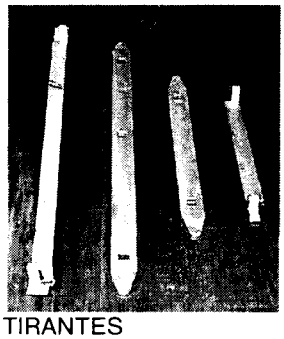
Este sistema es similar al metálico con la diferencia de que es más resistente y versátil.

Accesorios

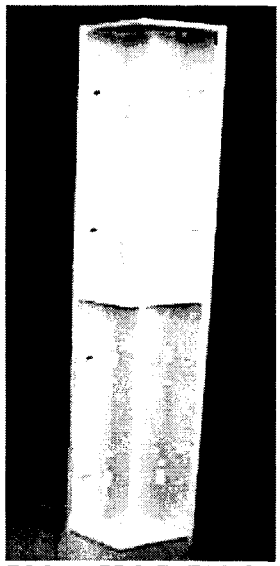
CERROJO DE SUJECIÓN

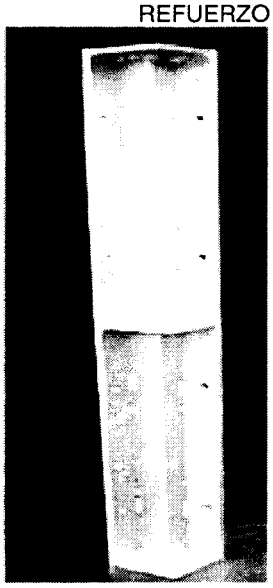


REFUERZO PARA PANEL

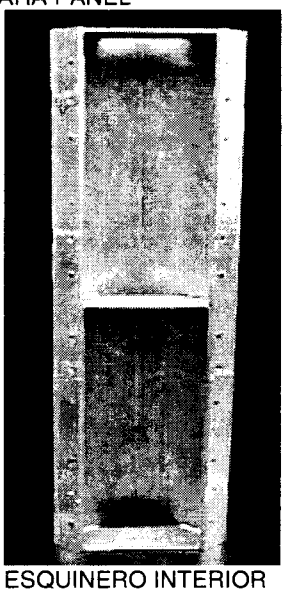


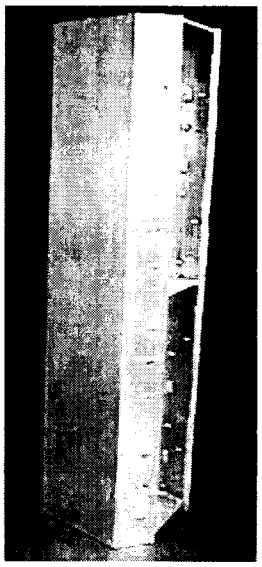
TIRANTES



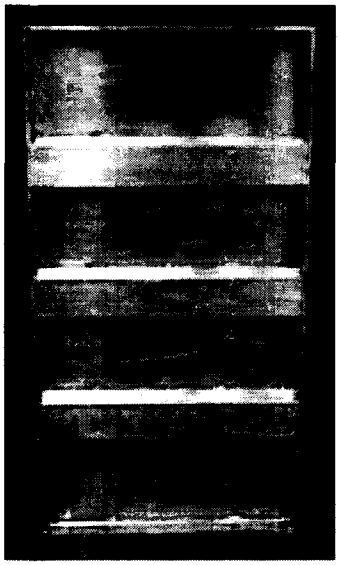


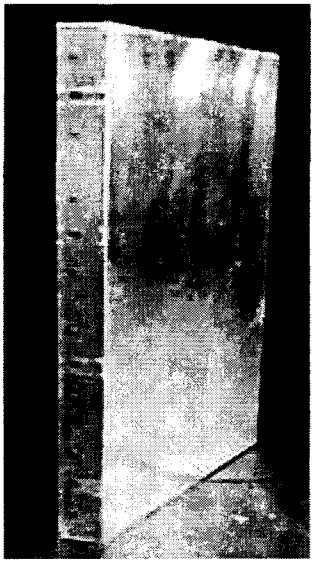
ESQUINERO EXTERIOR





ESQUINERO INTERIOR





PANEL DE ALUMINIO

FOTO 2.9. ACCESORIOS PARA PANELES CIMBRAMEX

2.2 CIMBRAS FORSA

Perfil de la empresa

Formaletas S.A. Forsa. Es una empresa colombiana con proyección internacional y basada en tecnología de punta, especializada en diseño y fabricación de cimbra de aluminio para la industria de la construcción. El sistema permite obtener un colado monolítico diario en casas, edificios y demás construcciones de concreto con una vida útil superior a 1,500 usos.

Dirección

Planta y oficinas: Parque Industrial y Comercial del Cauca Etapa 1, Municipio de Caloto, Cauca, Colombia. Tel. Indicativo internacional (5728) 284 427/32/33/34
Dirección electrónica: www.forsa.com.co

Productos

Bajo tecnología de punta, FORSA básicamente fabrica cimbras de una aleación de aluminio estructural 6,261, temple 6. Su estructura permite resistir las adversas condiciones que se presentan en los colados de concreto. Cada panel puede ser usado más de 1,500 veces con el mantenimiento adecuado.

Lo anterior sumado a los estándares de calidad, ofrecen una ventaja principal: la resistencia al pandeo, lo que garantiza un correcto acabado y el perfecto alineamiento vertical de las estructuras.

Medidas y pesos

Los productos ofrecen alta maniobrabilidad y bajo peso, dos ventajas primordiales al momento de construir.
Un panel de 2.10 mt de altura y 90 cm de ancho pesa aproximadamente 40 kg.
Los paneles pueden ser fabricados en centímetros o pulgadas a fin de poderse acoplar perfectamente a los demás sistemas existentes.

Modulación

Para obtener paneles estándar se recomienda modular los espacios interiores tanto muros como losas en múltiplos de 5 cm.

Las alturas de los paneles de muros estándar son de 2.10, 2.40 y 2.70 mt para que puedan ser usados por ambos lados en cualquier posición.

Definición del sistema

El sistema manoportable de aluminio permite construir monolíticamente los muros interiores, exteriores y la losa de cada unidad habitacional simultáneamente, con la consiguiente ventaja estructural y sismorresistente.

Posibilidades del sistema

- La cimbra se puede acoplar fácilmente a cualquier tipo de proyecto o diseño arquitectónico.
- Permite la construcción de todo tipo de espacios, muros diagonales, remates con tipo cornisa integrada a la estructura.
- El sistema permite variar los espesores de muro de acuerdo a la determinación de los cálculos estructurales.
- Es posible el uso de elementos curvos en fachadas.

Proceso constructivo

- Cimentación
- Instalación de mallas de muro
- Instalaciones eléctricas, sanitarias, hidráulicas y de gas
- Instalación de separadores
- Montaje de cimbra en muros
- Montaje de cimbra en losa
- Colocación de refuerzo en losa
- Colado de concreto
- Desmonte de cimbra

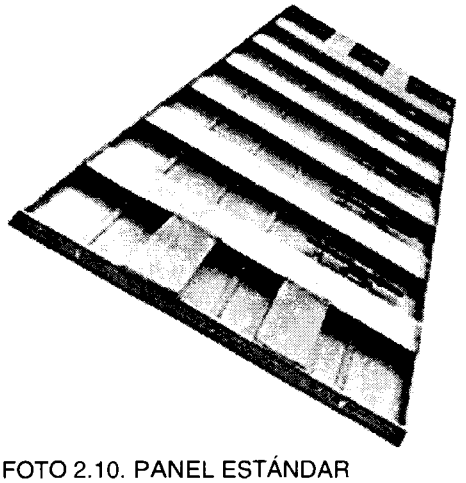


FOTO 2.10. PANEL ESTÁNDAR

Proceso de cimentación

El proceso de cimentación se realiza de manera similar a cualquier otro sistema constructivo, partiendo de la preparación del terreno, continuando con la excavación de la viga corrida que es el soporte de todos los muros portantes de carga de la estructura.

Posteriormente se coloca todo el acero de refuerzo tanto en las vigas como en la losa de cimentación.
Se debe tener en cuenta dejar instalado el acero de arranque para el traslape posterior con la malla de refuerzo del piso siguiente de la estructura.
El vaciado de la losa de cimentación se realiza mediante el uso de concreto premezclado o producido en sitio.

Montaje de cimbras en muro

I. Antes de comenzar a cimbrar se debe aplicar el desmoldante a los paneles para que el concreto no se adhiera
II. Se debe tener en cuenta haber realizado el correcto trazo de los muros, con el fin de definir el posicionamiento y espesor de los muros, que puede ser de 8,10,12,15 cms, etc. (dependiendo del calculo estructural).
III. Previa revisión de las mallas, el acero de refuerzo y las instalaciones, se prosigue al montaje de la cimbra de los muros.
IV. La unión entre paneles se realiza con pin, pin flecha y cuñas; en la medida en que se ensamblan las dos caras de cada muro.

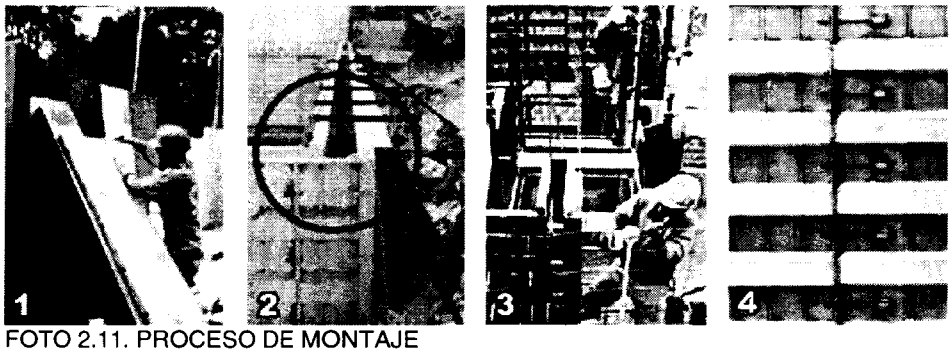


FOTO 2.11. PROCESO DE MONTAJE

El proceso de montaje de la cimbra de muro se inicia con la colocación de los tableros de los muros interiores y se continúa con el de los exteriores. El hacerlo así facilita y agiliza la maniobra.

Los baños para puertas y ventanas se definen directamente con el diseño de la cimbra, utilizando tapas de aluminio, cuando los marcos de puertas y ventanas sean en lámina de acero, estos pueden reemplazar los tapamuros y quedarán una vez instalados en el momento del colado.

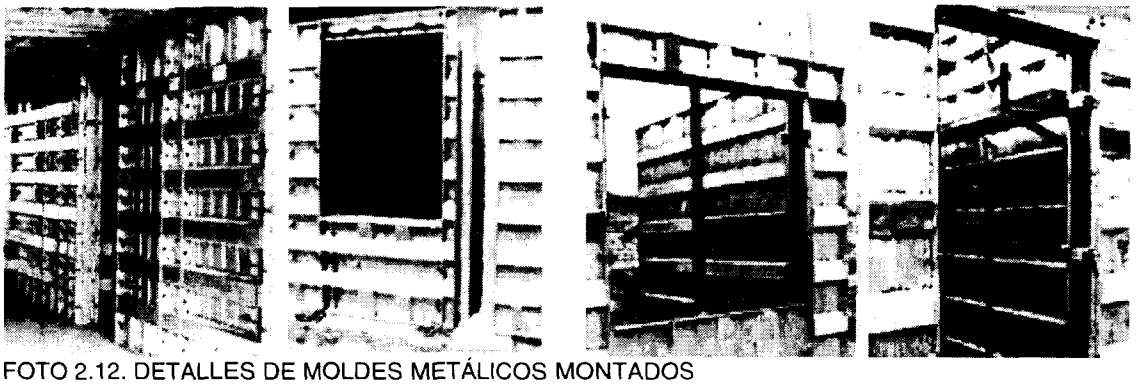


FOTO 2.12. DETALLES DE MOLDES METÁLICOS MONTADOS

Una vez terminado el ensamblaje de los paneles de los muros, se procede a colocar los tableros de la losa. Para esto existe un perfil conector, el cual tiene varias formas, permitiendo dar excelentes acabados.

El sistema permite dejar apuntalada la losa por medio del puntal nivelador, con el fin de poder reutilizar la cimbra al día siguiente después de fundida la losa.

Con el sistema de cimbras Forsa se puede fundir losas planas o losas inclinadas.

FOTO 2.13. COLOCACIÓN Y FIJACIÓN DE PANELES

Una vez terminada la labor de montaje de la cimbra de losa se procede a la instalación de las mallas de acero de refuerzo e igualmente las instalaciones eléctricas e hidráulicas y los separadores de malla.

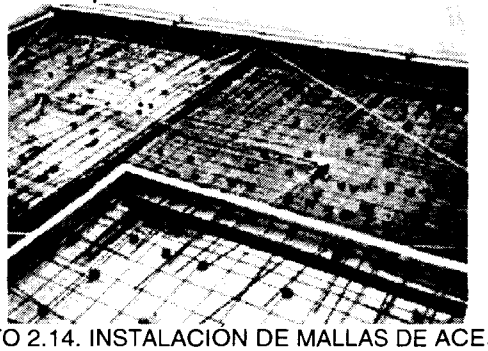


FOTO 2.14. INSTALACIÓN DE MALLAS DE ACERO

El vaciado del concreto premezclado se puede realizar con carretilla, bomba o grúa y se realiza monolíticamente (muros y losa). Debe utilizarse vibrador de aguja, así como golpear la cimbra con martillo o mazo de caucho con el fin de obtener una superficie de perfecto acabado.

Finalmente al día siguiente dependiendo del acelerante aplicado al concreto, puede iniciarse el proceso de desmonte de cimbra, las cuales serán montadas inmediatamente en la siguiente unidad de vivienda, de esta forma el proceso continúa.

Personal requerido para el manejo de la cimbra

Se toma un ejemplo de vivienda de 70 m^2 y se considera el colado premezclado

Actividad	Número de personas por juego	Tipo de personal
Armado de cimbra (Marcación, armado, desarmado, plomos, andamios, colado)	14	4 oficiales, 10 ayudantes
Refuerzo	6	2 oficiales, 4 ayudantes
Eléctrico	2	1 oficial, 1 ayudante
Hidrosanitario	2	1 oficial, 1 ayudante
Total	24	8 oficiales, 16 ayudantes

TABLA 2.1. PERSONAL REQUERIDO PARA MANEJO DE CIMBRA E INSTALACIONES

Ventajas del sistema

- Vaciado de concreto monolítico muro-losa (muros interiores y de fachada).
- Mejor comportamiento sismo resistente
- Se elimina el acabado liso
- Instalaciones hidrosanitarias, gas y eléctricas en el vaciado
- El muro en concreto atiende simultáneamente la función estructural y la función de cierre de los espacios. Esto implica menor consumo de materiales.
- Menos escombros: no hay pedazos de ladrillo o block, mezcla o tubería cortada. Esto implica mayor limpieza en obra.
- Menos errores humanos (sólo se controlan dos procesos: Acero y concreto), por lo tanto menor control en obra.
- No requiere M.O. calificada. Con 15 colados máximo el personal nuevo queda capacitado.
- Menores gastos generales y costos financieros, por disminución de tiempo de construcción
- Sistema ecológico porque no hay consumo de madera, tableros en aluminio, no existen casetones para aligerar la losa, ya que es maciza de bajo espesor.
- Mayores espacios interiores (3 a 5%)
- Mayor durabilidad de muros y losa (por ser de concreto), por tanto bajos costos en mantenimiento.
- Se requiere menos espacio para almacenamiento de materiales.

Aspectos técnicos

Impermeabilidad

- Las ranuras de las corbatas y las inducidas deben sellarse desde el exterior para evitar el ingreso de agua al muro.

Transferencia de calor

- Las medidas de temperaturas hechas al interior de viviendas construidas con el sistema muestran un incremento de 1.5 grados con respecto al sistema tradicional.
- Esta diferencia se amortigua mediante técnicas de aislante térmico como el concreto celular por mencionar un ejemplo.

Inducción de fisuras

- El sistema puede generar fisuras por cambios en rigidez en vanos de ventanas y por retracción de muros excesivamente largos (más de 5 metros), por tal motivo es necesario inducirlas creando ranuras en los sitios adecuados.

Limitantes del sistema

- Costo del sistema, requiere un número elevado de usos para que sea costeable la adquisición.
- No se pueden retirar muros porque todos tienen función de carga o sísmica.

2.3 CIMBRAS HIJANSA

Perfil de la empresa

Hijansa tiene una trayectoria de más de 40 años en la fabricación de maquinaria para la construcción y encofrado, siendo en la actualidad uno de los principales fabricantes europeos de estos productos.

En los últimos 20 años se han especializado en fabricación, venta y alquiler de todo tipo de encofrados que se utilizan en construcción, con el compromiso de conseguir sistemas de encofrado seguros, de gran calidad y a precios competitivos.

Dirección

Corona de Aragón 9, Cadrete-Zaragoza C.P. 50420, España
Tel 34 (976) 12-6009 E-mail: hijansa@hijansa.com
Dirección electrónica: www.hijansa.com

Productos

Pilares N-88

Sistema para cimbrar pilares de sección cuadrada o rectangular de una forma rápida, práctica y fácil. Con cuatro paneles estándar puede conseguirse el cimbrado para pilares con secciones de 45x45 a 25x25 cm moduladas de 5 en 5, sin la necesidad de ningún accesorio ya que las chavetas de cierre van incluidas en los paneles.

El sistema es combinable en altura y anchura, para poder realizar pilares de secciones o alturas mayores y también para la realización de muros a una o dos caras.

El sistema ofrece una gran ventaja sobre el resto, basándonos en que las celosías además de rigidizar un conjunto de paneles, coinciden con las perforaciones de éstos, de forma que todos los tirantes pasantes para muros, barras roscadas, espadas o latiguillos, que son los elementos que soportan la presión del concreto, transmiten el esfuerzo directamente a las celosías y no a los paneles.

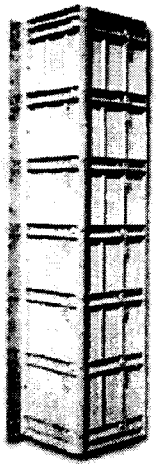


FOTO 2.15.PILAR N-88

Encofrado metálico para muro serie FH-1000 y MH-1000

Son sistemas ligeros, manejables y muy resistentes que satisfacen las necesidades de ejecución de obras de concreto tanto para edificación como obra civil.

Encofrado metálico serie FH-1000

El sistema de encofrado modular de muro FH-1000 está formado por un bastidor metálico y un tablero de madera fenólica como superficie encofrante, se ofrecen en medidas de 300x100 cms. generalmente con modulaciones entre paneles tanto vertical como horizontal, todas las fijaciones entre paneles y accesorios están unificadas a través de cuñas de acero forjado.

Encofrado MH-1000

Todos los paneles de la serie MH-1000 son compatibles con la serie FH-1000 con la única diferencia que la superficie encofrante de los MH es metálica. Todos los paneles, componentes y accesorios del FH y MH son coincidentes y compatibles en toda su extensión.

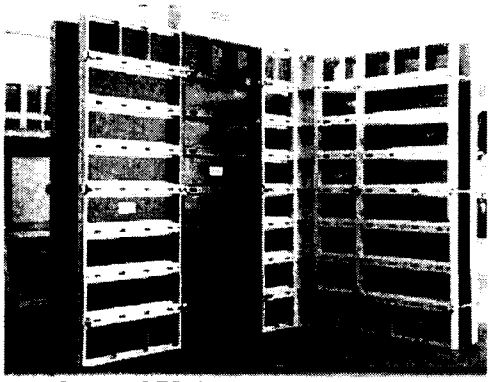


FOTO 2.16. SERIE FH-1000

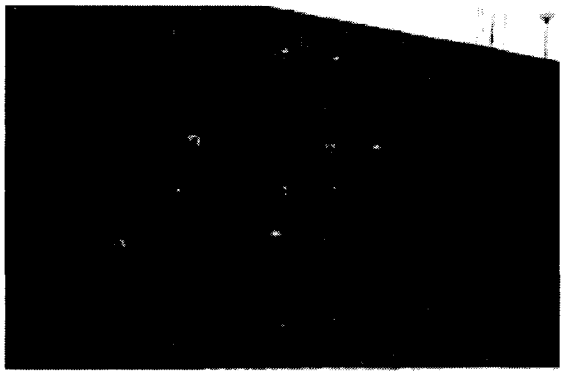


FOTO 2.17. SERIE MH-1000

Gracias a su modulabilidad y accesorios es posible adaptar el encofrado a cualquier superficie de muro en obra.

2.4 CONTEC MEXICANA

Perfil de la empresa

Contec es una sociedad formada por el Grupo Pulsar y Hebel AG que produce y comercializa el Sistema Constructivo Contec en México, los Estados Unidos y América Latina.

La planta de CONTEC Mexicana, en Monterrey, México cuenta con modernas instalaciones y la tecnología necesaria para la producción de Concreto Celular Autoclaveado (AAC, por sus siglas en inglés Autoclaved Aereated Concrete), un innovador y eficiente material que es la base del Sistema Constructivo Contec.

Dirección

Río Amacuzac 1201 Ote. Col. Valle Oriente, Garza García, N.L. México, Tel. (5281) 8399 – 2424 Dirección electrónica: www.contec.com.mx

Descripción de la tecnología

El Concreto Celular Autoclaveado (AAC) es un concreto ultra-ligero en cuya composición existen miles de celdas de aire esféricas, homogéneas y totalmente independientes, que proporcionan amplias ventajas como el aislamiento térmico y resistencia al fuego, propiedades que en los sistemas tradicionales sólo se pueden alcanzar con la combinación de diversos materiales. El AAC es un excelente componente para la construcción sometido a los más estrictos controles de calidad.

Proceso de producción

El AAC se elabora a partir de cinco materias primas: arena sílica, cal, cemento, yeso y agua combinadas con un agente expansor. El proceso de producción del AAC inicia con el molido de la arena sílica con el yeso, una vez molidos se mezclan primero con la cal y el cemento; posteriormente se mezclan con agua y el agente expansor. De aquí se vacía en moldes metálicos. El agente expansor reacciona con los elementos y se expande la mezcla formando miles de burbujas o celdas de aire independiente y distribuidas de manera uniforme en la masa.

El siguiente paso es el proceso de preusado donde el producto alcanza la consistencia necesaria para su manejo y corte, el cual se realiza en un proceso automático mediante hilos de acero.

La fase final del proceso de producción consiste en el curado del material realizado en autoclaves a condiciones controladas de temperatura, humedad y

presión. Tras 12 horas de curado, los elementos se empacan y transportan al almacén de producto terminado.

Ventajas del sistema

Aislamiento Térmico: Por sus celdas de aire y su masa térmica, el concreto celular Contec posee excelentes propiedades de aislamiento, tanto al calor como al frío, la presencia de estas características en todos los elementos CONTEC garantiza un ambiente confortable en el interior de la construcción sin requerir de aislamiento adicional.

Resistencia al fuego: el AAC es un material incombustible y resistente al fuego (hasta 4 horas de exposición directa), características fundamentales al pensar en la protección del patrimonio y seguridad de las personas, la temperatura de fusión del ACC es aproximadamente de 1600 °C.

Propiedades Acústicas: los elementos del sistema constructivo Contec poseen características de aislamiento acústico superiores a los materiales tradicionales de construcción que reducen la transmisión del sonido.

Resistencia a la humedad: Su estructura celular da a los productos Contec una gran resistencia a la humedad mayor que en los sistemas tradicionales de mampostería ya que la estructura del AAC no cuenta con vasos comunicantes entre sí.

Trabajabilidad: Los productos Contec se cortan, perforan y ranuran con facilidad utilizando herramientas manuales o eléctricas, proporcionando excelente productividad en instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.

Versatilidad: La gama de productos Contec cubre los requerimientos de una construcción: blocks para muros cargadores o no cargadores, dinteles para claros de puertas y ventanas, paneles para losa de azotea o entrepiso, paneles para muro morteros y acabados.

Precisión: El proceso de producción garantiza la exactitud dimensional de las piezas que componen el sistema constructivo CONTEC. Esta propiedad permite el lograr una gran calidad en la construcción de muros perfectamente lisos y plomeados, lo que resulta en ahorros de material y tiempo de ejecución de acabados. Adicionalmente, a precisión de las piezas permite un contacto perfecto entre estas. La tolerancia dimensional de los productos CONTEC es de +/- 1.5 mm.

Rapidez de construcción: Los elementos del sistema constructivo Contec son piezas prefabricadas, listas para ser utilizadas en la construcción. Esto, junto con los bajos requerimientos en mortero adhesivo, la facilidad de montaje y el menor peso del producto, resultan en menores tiempos de construcción y en una mejoría en la eficiencia y productividad.

Ligereza: El concreto celular CONTEC es hasta 4 veces más ligero que el concreto tradicional. Esta propiedad representa grandes ventajas en el transporte, en el manejo del material en obra, ahorro de estructura de soporte y cimentación y la rapidez en la construcción.

Durabilidad: Los productos CONTEC son durables y no se degradan bajo las condiciones climáticas. Poseen características de durabilidad superiores a las de otros materiales de construcción frente a la humedad, a ciclos de congelación o deshielo, ataques químicos y ambientes salinos.

Productos

LISTA DE PRODUCTOS CONTEC

CONCRETO CELULAR CONTEC	DENSIDAD NOMINAL Kg/m³	ESPESOR cm	PERALTE cm	LONGITUD cm
Block AAC 2.5/B Std.	400	10,12.5,15,17.5,20,25,30	20	62.5
Block AAC 2.5/B Mini-jumbo	400	10,12.5,15,17.5,20,25,30	40	62.5
Block AAC 5.0/B Std.	600	10,12.5,15,17.5,20,25,30	20	62.5
Block AAC 5.0/B Semi-jumbo	600	10,12.5,15,17.5,20,25,30	40	62.5
Block AAC 2.5/A Aligerante Losa	400	10,12.5,15,17.5,20,25,30	20	60.0
Placa Termoaislante	400	5	40	60.0
Panel AAC 5.0/P para Losa Ent. y Az.	600	10,12.5,15,17.5,20,25,30	62.5	hasta 600
Panel AAC 3.5 para Muro	500	15,17.5,20,25,30	62.5	hasta 600
Panel AAC 5.0/P para Muro	600	15,17.5,20,25,30	62.5	hasta 600
Panel AAC 3.5 para Muro Ranurado	500	15,17.5,20,25,30	62.5	hasta 600
Panel AAC 5.0/P para Muro Ranurado	600	15,17.5,20,25,30	62.5	hasta 600
Power Panel AAC 3.5 para Muro y/o Cubierta	500	7.5	62.5	hasta 300
Block "U"	400	15,17.5,20,25,30	20	62.5
Dintel Cargador	600	10,12.5,15,17.5,20,25,30	25,30	135,165,200
Peldaño para Escalera	600	17.5	30	hasta 150
Molduras *	400	5,7,10	10,15,20	60.0
Remate de Fachada	400	15,17.5,20	40	60.0

MORTEROS, SELLADORES Y ACABADOS CONTEC	BULTO	RENDIMIENTO	ESPESOR mm	OBSERVACIONES
Mortero Adhesivo Tipo 1	22 Kg.	Pega 1m³ de block	2	Boquilla de 2 mm.
Mortero Reparador Tipo 20	13 Kg.	24 ml	25 x 25	Dimen. de Ranura
Texturizado	40 Kg.	5 a 6 m²	5	Color Blanco
Zarpeo y Afine	40 Kg.	5 a 6 m²	5	Color Gris
Zarpeo Rústico	40 Kg.	2.5 m²	7	Color Gris
Sellador para Muros	1 Lto.	32 m²		Rel. Sell.-Agua 1:15

* Hay 10 tipos de molduras: Dórica, Toscana, Base Toscana, Cima Reversa, Corintia I, Corintia II, Facia, Torus, Astraga, Redonda y 9 remates de fachada.

TABLA 2.2. LISTA DE PRODUCTOS CONTEC

BLOCK

Por su resistencia, precisión dimensional, ligereza y facilidad de instalación, los blocks Contec le permitirán reducir los tiempos de construcción, con menor desperdicio y un mejor control de materiales.

	Clase		UNIDADES
	AAC 2.5	AAC 5.0	
Densidad Nominal	400	600	kg/m^3
Longitud	61.0	61.0	cm
Altura	20 y 40	20 y 40	cm
Espesor	5-30	5-30	cm

TABLA 2.3. TIPOS DE BLOCK CONTEC

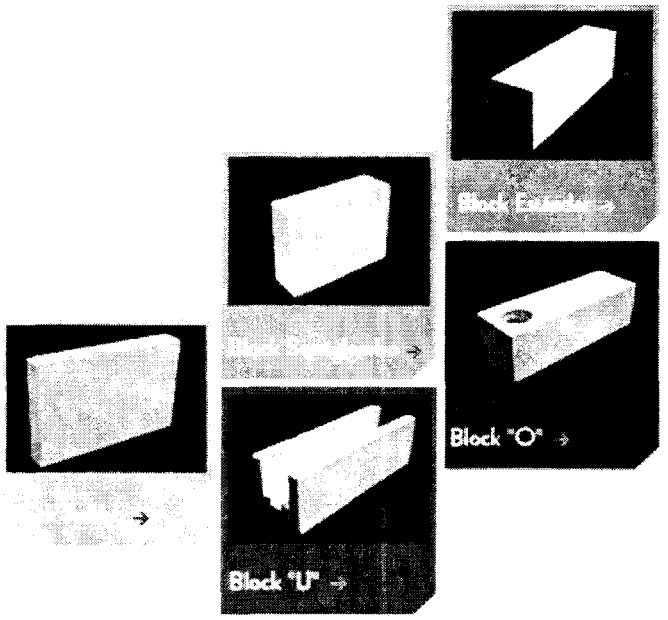


FOTO 2.18. TIPOS DE BLOCK CONTEC

PRODUCTOS REFORZADOS

CONTEC cuenta con una amplia gama de elementos prefabricados, por la capacidad aislante y ligereza del producto, se generan ahorros importantes en tiempo, estructura y consumo eléctrico.

Dimensiones de losa	
Longitudes	Hasta 6.0 mts.
Ancho	62.5 cm.
Espesores	10, 12.5, 15, 17.5, 20 y 30 cm.
Clase	AAC-3.3 y AAC-4

TABLA 2.4. DIMENSIONES DE LOSA CONTEC

características	clase	
	AAC-3.3	AAC-4
Densidad nominal (kg/m^3)	600	700
Resistencia a la compresión (kg/cm^2)	35	50
Peso de diseño (10 cm. de espesor) en (kg/m^2)	72	84

TABLA 2.5. CARACTERÍSTICAS DE LOSA CONTEC

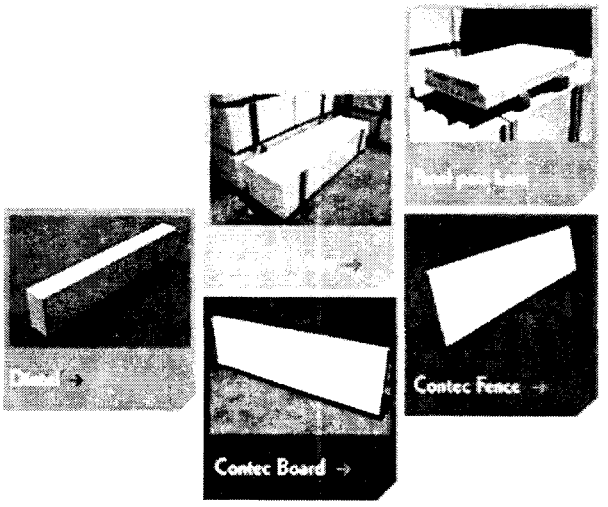


FOTO 2.19. TIPOS DE LOSA CONTEC

Panel para losa CONTEC

Los paneles CONTEC son elementos reforzados para construcción de losas de entrepiso y azotea que trabajan simplemente apoyados sobre muros de mampostería CONTEC, block o tabique tradicional. El acero de refuerzo interior tiene un fy = 5,000 kg/cm y cuenta con un tratamiento anticorrosivo.

Procedimiento constructivo muros

- Cimentación y/o superficie de desplante. La cimentación deberá estar adecuadamente construida para soportar las cargas que transmitirá el muro y en función del tipo de terreno donde se construya.
- Desplante de muros. Para garantizar un apoyo uniforme de los bloques CONTEC, se requiere corregir toda imperfección en la nivelación de la superficie de desplante, por lo cual la primera hilada de bloque CONTEC se asienta sobre una capa de mortero cemento-arena 1:4.
- Preparación del mortero adhesivo. En una cubeta se vacían 4 lts. de agua y posteriormente se agrega medio saco de mortero adhesivo en polvo (11 kg.), se agita hasta que se obtenga una mezcla trabajable y de consistencia adecuada.
- Construcción de muros. Todos los bloques deberán ser limpiados con un cepillo, el mortero adhesivo deberá ser aplicado con una cuchara dentada. El bloque CONTEC se coloca de manera tradicional, usando un mazo de goma para asentarlo correctamente y niveles para alinearlo.
- Uniones. La unión de muros CONTEC interiores o secundarios con los principales se debe realizar construyendo primero los muros principales y colocando láminas conectoras en posición perpendicular al muro, comenzando por la primera hilada y luego a cada dos hiladas.
- Instalaciones. Las instalaciones en muros para tuberías de diámetro pequeño se pueden efectuar mediante ranuras, siempre y cuando la profundidad de la ranura no exceda una tercera parte del espesor del muro.

Con el sistema CONTEC para muros se pueden obtener rendimientos de hasta 20 m^2/jor. con un oficial y un ayudante.

Procedimiento constructivo para losa CONTEC de 10 cm. de espesor

- Identificar el paquete de paneles a colocar de acuerdo al orden previamente establecido en logística.
- Marcar el centro de los paneles, limpiar los bordes macho y hembra de cada panel, se debe izar el panel con una grúa y será recibido por 2 personas que lo guiarán a su posición final sobre el muro cargador; una vez colocado el primer panel, se procede de la misma forma con los siguientes.
- Cuando se ha terminado el montaje se procede a colocar el armado de las juntas longitudinales y el armado y cimbra del anillo perimetral de acuerdo a diámetros y especificaciones.

2.5 DIETRICH METAL FRAMING

Perfil de la empresa

Dietrich metal framing con base en Pittsburg, PA, es el mas grande productor de marcos metálicos en el mundo. Como industria líder provee los mejores productos y sistemas constructivos industriales y residenciales a bajo costo y con un excelente medio de procuración y soluciones arquitectónicas.

Dirección

Oficinas corporativas: 500 Grand Street/Suite 2226, Pittsburg, PA 15219. tel. (412) 281 – 2805 e-mail: info@dietrichindustries.com
Dirección electrónica: www.dietrichindustries.com

Descripción del sistema

El Steel Framing es un sistema constructivo liviano, ya que no necesita equipos y maquinaria pesada para su uso, y abierto, dado que permite cualquier tipo de terminación exterior e interior.

Este sistema de última generación no es mas que la evolución del "ballon frame" americano que se utiliza con estructura de madera desde hace muchos años. La construcción industrializada liviana utiliza en su gran mayoría como material para la estructura resistente al acero, generalmente galvanizado por inmersión en caliente.

El creciente uso del acero como material de elección para estructura de viviendas se debe a:

1. La experiencia de otros países.- La experiencia mundial al respecto indica que el acero va reemplazando a otros materiales usados en la construcción de la estructura de viviendas.
2. Aspectos tecnológicos.- El acero liviano presenta grandes ventajas a la hora de decidir el material de la estructura.

FOTO 2.20. STEEL FRAME

3. Protección ambiental.- El acero galvanizado es completamente reciclable, permitiendo su reutilización cuando la vivienda deba ser demolida. Inclusive todo el material de desecho que aparece durante la conformación de los perfiles es completamente reciclable.
4. Disponibilidad.- El acero liviano galvanizado se encuentra disponible en todas las formas necesarias para materializar una estructura de vivienda: perfiles verticales, horizontales y vigas para entrepiso, estos perfiles son provistos en medidas estándar o dependiendo del pedido.
5. Economía.- Los precios del acero hacen de este material una opción muy conveniente para estructuras de viviendas industrializadas.

2.6 ECOBLOCK INTERNATIONAL

Perfil de la empresa

Empresa que se dedica a la producción, diseño y construcción de vivienda con adoblock. Tecnología de block de suelo de cemento estructural, altamente económica, acústica, térmica y ecológica.

Dirección

Av. Revolución 793 Col. Nonoalco C.P. 03700 México, D.F.
Tel: 52 (55) 5563 – 5200
Dirección electrónica: www.eco-block.com

Productos

SISTEMA ECO-BLOCK

Los paneles de concreto celular (PCC) representan uno de los más rápidos sectores en crecimiento dentro de la industria de la construcción, Los PCC son bloques o paneles huecos de poliestireno expandido que se utiliza para crear muros exteriores para vivienda. Adicionalmente se coloca acero de refuerzo y se rellena el hueco entre los dos paneles con concreto celular. Esta combinación de concreto, acero y espuma de poliestireno crea una estructura muy resistente y eficientiza el consumo de energía, una vez que el concreto ha endurecido, las placas o paneles de poliestireno se quedan en ese lugar y forman parte del muro exterior sobre el cual se colocarán los acabados.

FOTO 2.21. COLOCACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO

Beneficios del sistema

- Ecológico: La utilización de madera en la construcción se reduce significativamente.
- Ahorro de energía: Provee un aislamiento alto, reduciendo al mínimo el gasto en sistemas energéticos ya que crea una barrera al frío y al calor externo.
- Aislamiento acústico: Los espacios internos están protegidos contra los ruidos externos.

- Rapidez de ejecución: Una vivienda diaria con una cuadrilla de cuatro trabajadores.
- Alta resistencia: Los muros son construidos monolíticamente en sitio.
- Versátil: Se le puede dar cualquier acabado a muros internos y externos.
- Resistente a incendios: Es capaz de resistir más de 4 horas de fuego directo.

Tecnología de Eco-block

- Más económica: Reduce costos de moldes de poliestireno y manufactura.
- Más resistente: Alto nivel de soporte en periodos cruciales como lo es el colado de concreto.
- Más versátil: se maneja en paneles de 10, 15, 20, 25 cms o más anchos.
- Fácil de transportar: los componentes permiten que sea ensamblado en sitio.

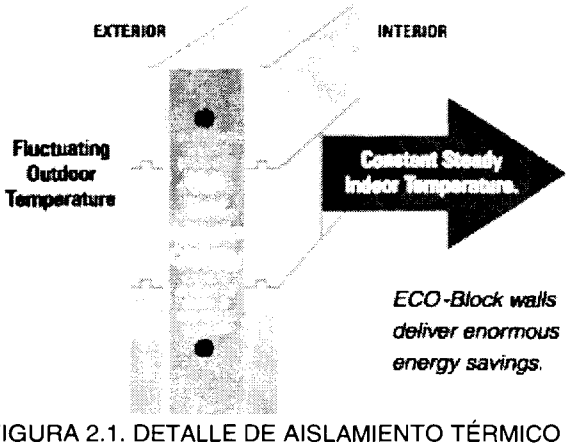


FIGURA 2.1. DETALLE DE AISLAMIENTO TÉRMICO

Procedimiento constructivo

El Eco-block está compuesto por tres componentes:

- Panel de poliestireno (sidepanel)
- Sujetador (web)
- Conectores de paneles (connector)

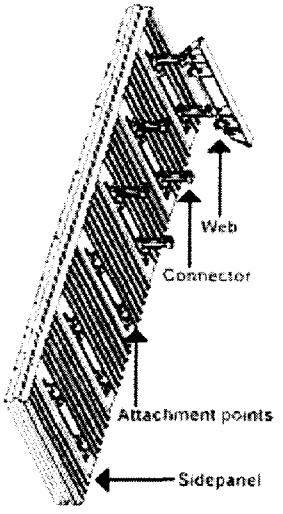


FIGURA 2.2 COMPONENTES DEL ECO-BLOCK

El sistema ecoblock consiste en dos tipos de espumas, el poliestireno expandido y un plástico de alta densidad, cada block tiene dos paneles con medidas estándar de 120 x 41 cm. con un ancho de 6.4 cm. a cada 20 cm. en el eje horizontal hay un sujetador de plástico de alta densidad que provee una superficie apta para la colocación de acabados.

El conector cruza la cavidad entre los dos paneles y los une para formar el eco-block, es fácil y rápido de ensamblar, la longitud del conector varia dependiendo del proyecto.

Una vez que a fraguado el concreto se procede a colocar las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, la espuma es cortada fácilmente para alojar los conductos, después de esto puede colocarse una capa exterior de repellado o estuco si así se desea.

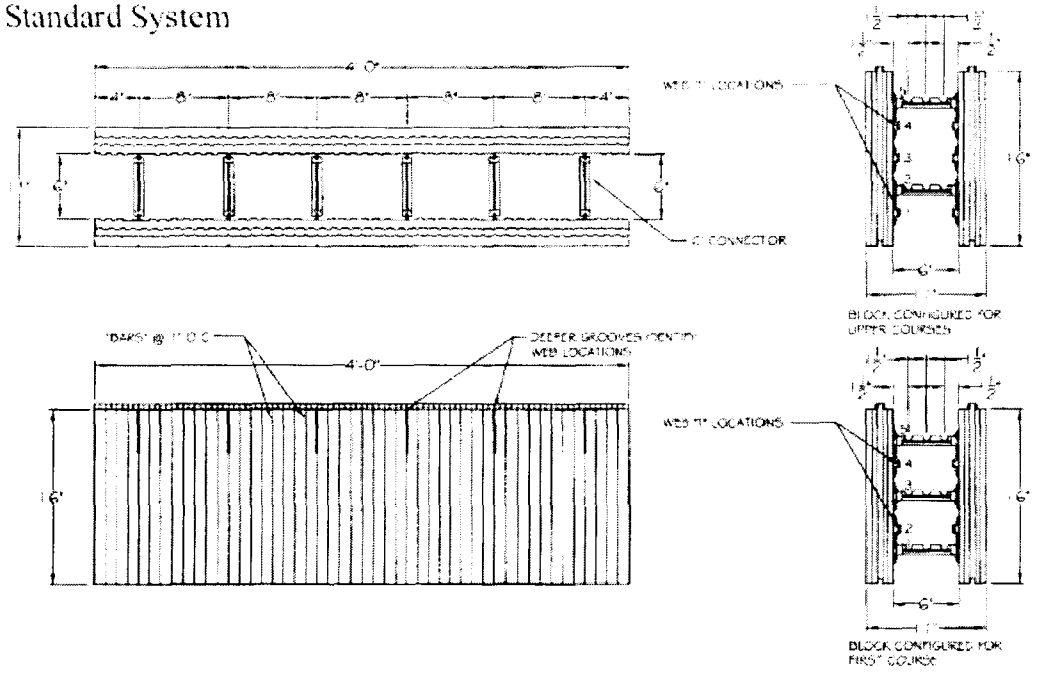


FIGURA 2.3. PANELES ECO-BLOCK

2.7 FANOSA

Perfil de la empresa

Fábricas del Noroeste, S.A. de C.V. (FANOSA), es fundada en la ciudad de Hermosillo, Sonora, en el año de 1968, convirtiéndose así en la primera industria dedicada a la fabricación de productos de poliestireno expandido en el Noroeste de México.

Rápidamente los productos Fanosa adquieren gran demanda, debido a su versatilidad en distintas aplicaciones, y gracias a su característica térmica – acústicas. Se convierte en el material ideal para el aislamiento térmico dado el clima extremoso.

Dirección

Víctor García Calderón de la Barca # 358, int. 302, C.P. 11550,
Tel: (55) 8589 9833 Dirección electrónica: www.fanosa.com

Productos

AISLAPANEL

El Aislapanel Fanosa es un panel constructivo modular formado por tiras de poliestireno expandido, armaduras y mallas de acero galvanizado.

Por su ligereza, resistencia térmica y estructural, es un elemento apropiado para las construcciones, remodelaciones y ampliaciones, es en sí un sistema constructivo de gran versatilidad, debido a la gran variedad de usos y los grados de confort ambiental que se logran a través del poliestireno expandido como aislante térmico. Se puede utilizar tanto en muros como en losas de azotea.

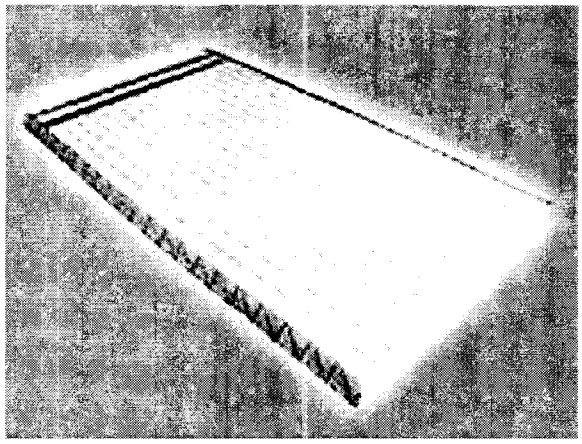


FOTO 2.22. AISLAPANEL

Cuando se instala como muro, ambas caras del panel se recubren con un aplanado de mortero cemento-arena 1:3 con f'c = 140 kg/cm^2 con un espesor mínimo de 2.5 cm. En el caso de losas, se maneja por el lecho inferior un aplanado similar al de muros, mientras que en el lecho superior se cuela una capa de compresión de 5 cm. con concreto f'c = 200 kg/cm^2.

Información técnica

En la tabla siguiente se presenta un comparativo de las ventajas térmicas del Aislapanel Fanosa con respecto a materiales comunes utilizados en construcción.

Comparativas de ahorros térmicos					
Materiales de construcción	Espesor (cm.)	Densidad (kg/m^3)	Resistencia térmica ($Hr\text{-}m^2\text{-}°c/kcal$)		Conclusiones
			Muros	Techos	
Aislapanel	15	713.30	2.4594	2.5087	Fanosa
Ladrillo común	14	1923.80	0.2542	--------	Aislapanel es 10 veces mejor
Block de concreto	15	1700.00	0.3515	--------	Aislapanel es 7 veces mejor
Losa de concreto	10	2100.00	--------	0.3074	Aislapanel es 8 veces mejor

TABLA 2.6. COMPARATIVA DE AHORRO TÉRMICO

Ventajas del sistema Aislapanel

- Reducción de cargas muertas del orden del 30% como losa y del 50% como muro, con respecto a los sistemas tradicionales.
- Capacidad para resistir acciones sísmicas.
- Alta resistencia térmica favoreciendo el ahorro de energía eléctrica.
- Permite autoconstruir con un mínimo de entrenamiento, con el uso de herramientas y equipo convencionales.
- Compatibilidad y adaptabilidad a otros materiales constructivos tradicionales.
- Facilidad para ocultar instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.
- Velocidad de construcción y mayores ventajas en las construcciones en serie.

BOVEDILLA

La bovedilla Fanosa es el elemento aligerante y de soporte en el sistema constructivo de vigueta y bovedilla; es un semibloque de poliestireno expandido cortado con forma y dimensiones para ser acoplado a la gran variedad de viguetas y semiviguetas en la construcción de losas que trabajan en un solo sentido, lográndose un sistema de excelentes propiedades estructurales, térmicas, acústicas y económicas.

Ventajas de la bovedilla

- Ligereza.
- Aislamiento térmico.
- Aislamiento acústico.
- Ahorro del tiempo de ejecución.
- Alta resistencia.
- Mínimo desperdicio de materiales.
- Ahorro de concreto.

Descripción del sistema

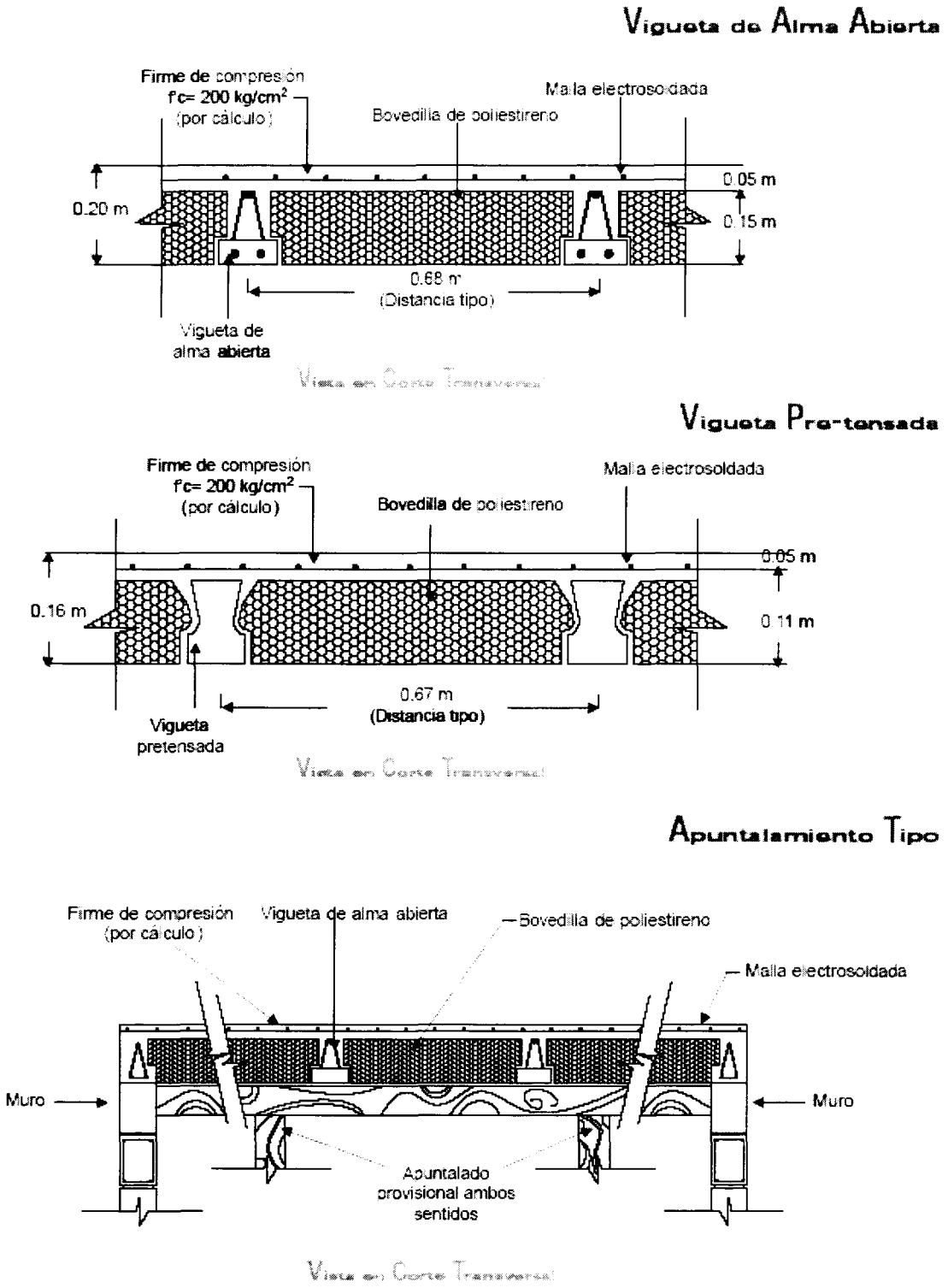


FIGURA 2.4. DETALLES DE VIGUETA

FOAMBLOCK

Es un bloque que trabaja como cimbra perdida, para construir un muro de concreto armado con aislamiento térmico integrado.

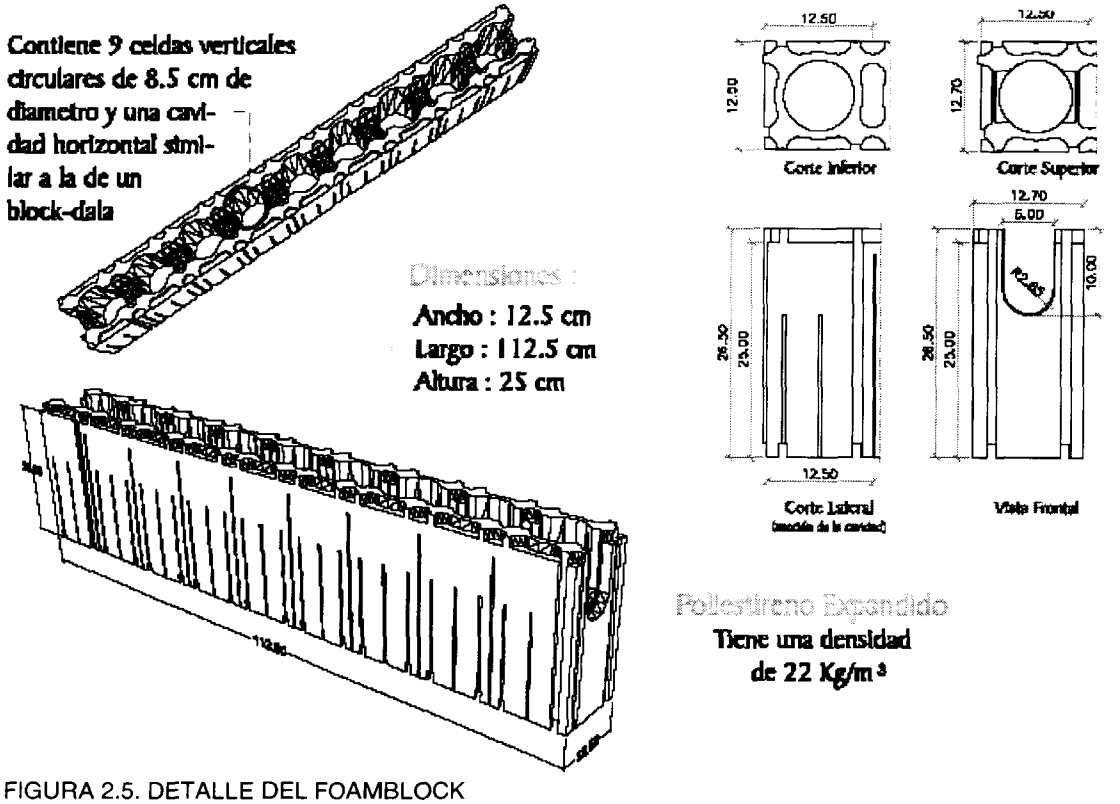


FIGURA 2.5. DETALLE DEL FOAMBLOCK

Propiedades del sistema

- Ligereza que facilita el manejo:
  Bultos con 24 piezas para 6.75 m^2, su peso aprox. = 11.64 kg.
  Cada pieza pesa 485 gr.
- Rapidez de colocación:
  Rendimiento = 34.96 m^2/jornada.
- Resistencia térmica.

Beneficios del Foamblock

- Aislamiento térmico con poliestireno Fanosa de alta densidad sin puentes térmicos, lo que representa un importante apoyo a los programas de energía por los bajos consumos para los propietarios.
- Flexibilidad en el manejo de alturas y diseños, con un mínimo de desperdicio, ya que el material no se rompe al caer y las secciones pueden ser reutilizadas.
- Resistencia a la humedad ya que es un material impermeable.
- Es un material seguro, pues contiene un aditivo retardante de flama.

- Ahorro en construcción, por su facilidad de instalación ya que no requiere de mano de obra ni herramienta especializada.
- Menos tiempo de construcción, por lo tanto ahorro en costos financieros.
- Rapidez en maniobras, ya que una persona puede cargar un bulto de 24 piezas.
- Mejor control por concepto de limpieza de obra y acarreo de escombro.
- Por su capacidad de carga permite cualquier tipo de cubierta y es posible lograr construcciones de varios niveles.

INSUPANEL PLUS

Es un panel bilaminado compuesto por un núcleo con placa de poliestireno expandido, recubierto por ambas caras con lámina de acero, diseñado para instalarse como:

- Techo.
- Muro exterior.
- Muro interior.
- Plafón.

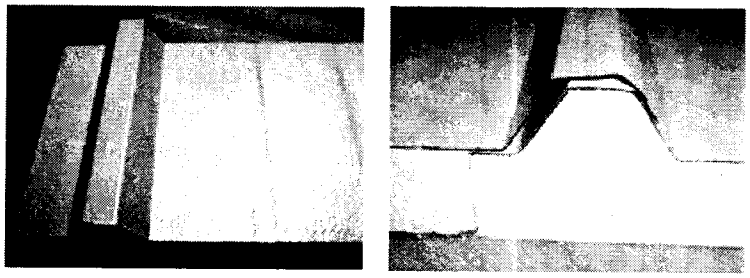


FOTO 2.23. INSUPANEL PLUS

Se combina fácilmente con otros materiales constructivos, por lo que se logra mayor flexibilidad desde el proyecto hasta su instalación. Fabricado mediante un proceso continuo, el panel se puede suministrar desde una longitud de 1.00 mt. hasta una longitud de 15.00 mts.

El sistema se complementa por una serie de accesorios que ofrecen una apariencia final de gran calidad estética.

Ventajas del sistema Insupanel plus

- Instalación rápida por la sencillez del sistema.
- Economía en el tiempo de construcción.
- Aislamiento térmico.
- Impermeabilidad.
- Esbeltez con excelente resistencia estructural.
- Estabilidad mecánica y resistencia al intemperismo.
- Acabados y colores diversos.
- Posibilidades de recuperación en caso de reubicación y/o ampliación.

2.8 LOSA RYD

Perfil de la empresa

Inicia operaciones en septiembre del 2000, como parte del grupo RYD con más de 10 años de experiencia en la fabricación de perfiles de acero y en la construcción de diversos proyectos habitacionales, cuenta con personal capacitado para asesorías técnicas acerca de modulación y cuantificación del sistema.

Dirección

Av. Once 714 – Bodegas 49 y 50. Col. San Juan Xalpa C.P. 09850 México, D.F.
Tel: 52 (55) 5426-6091 E-mail: ventas@losaryd.com
Dirección electrónica: www.losaryd.com

Sistema Losaryd

Es un sistema novedoso de sección mixta conformado por una vigueta de acero y bovedilla de poliestireno.

Los sistemas de losa tipo vigueta y bovedilla son formados por un elemento portante (vigueta) que junto con el concreto alojado en la capa de compresión y sobre el elemento portante, así como el acero de refuerzo (malla eletrosoldada en capa de compresión), forman una sección estructural mixta, en forma de arco de compresión entre vigueta y vigueta, utilizando para esto una cimbra muerta (bovedillas) que eliminan el uso de concreto y aligera el peso de la losa.

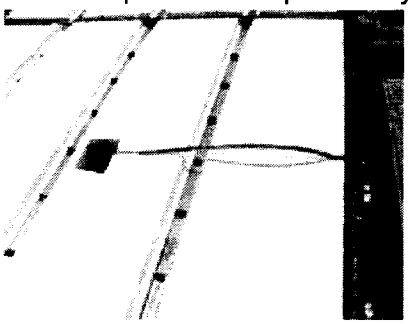


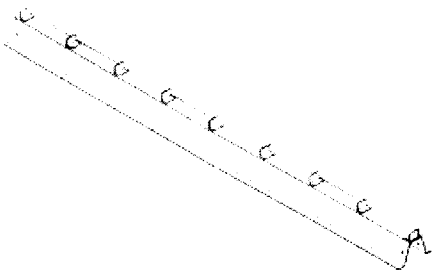
FOTO 2.24. SISTEMA LOSARYD

Componentes del sistema

VIGUETA DE ACERO LOSARYD

- La vigueta pesa sólo 4 kg/ml de peso lo que facilita su manejo.
- Está fabricada con lámina negra calibre 14, de calidad SAE 1008.
- Su geometría es única y le da la capacidad de ser autosustentable, soportando cargas propias de la construcción hasta que el concreto alcance el 80% de su resistencia.

FIGURA 2.6 VIGUETA DE ACERO



BOVEDILLA DE POLIESTIRENO

- Es un complemento indispensable y específico al diseño de la vigueta Losaryd.
- Con resistencia de 100 kg/huella pie.
- Estacionalidad de carga perfecta al asentamiento sobre la vigueta Ryd.
- Seguridad al caminar sobre ella.

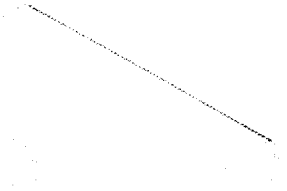


FIGURA 2.7. BOVEDILLA

Ventajas del sistema

- Ligero: Una sola persona carga y coloca una vigueta Losaryd de 6 metros lineales.
- Resistente: Soporta cargas vivas superiores a las solicitadas.
- Rápido y práctico: Disminución en la construcción de losas con un rendimiento de 100 m^2/jornada por pareja.
- Económico: Reduce el costo de mano de obra, menor utilización de concreto, eliminación de cimbra de contacto, ahorro en la estructura y cimentación.

Procedimiento constructivo

1. *Armado de trabes y cadenas de cerramiento*
   Para la construcción de una Losaryd, son básicos estos elementos, que son los que transmitirán el peso de la losa y sus cargas sobre la estructura de muros o columnas.
2. *Apuntalamiento*
   Debido a que Losaryd está formado por viguetas de acero que funcionan de manera estructural aún antes del colado, sólo se requiere de un apuntalamiento provisional al centro del claro en viguetas de 2.40 a 4.80 mts. para viguetas mayores se utilizarán dos apuntalamientos apoyados al tercio del claro.

FOTO 2.25. APUNTALAMIENTO

3. *Colocación de la vigueta*
   Es un procedimiento sencillo debido a que la vigueta de acero se fabrica tomando la medida a paños interiores, esto con el fin de empotrar cada extremo de la vigueta en las cadenas de cerramiento.
4. *Colocación de la Bovedilla*
   Una vez que han sido colocadas las viguetas se ponen las bovedillas entre ellas, de tal forma que al ir colocando cada bovedilla se vaya cubriendo el claro de losa y poder caminar sobre ellas para facilitar el trabajo.
5. *Colocación de instalaciones, malla y colado de concreto*

2.9 MECCANO DE MÉXICO

Perfil de la empresa

El sistema de moldes Meccano fue desarrollado en México en el año de 1982 y es uno de los pocos sistemas de encofrado en el mundo, con el cual se obtiene en una sola operación, una estructura monolítica de concreto que incluye los muros y el techo.

Inicialmente la idea surgió con el propósito de producir moldes propios, como constructores de casa habitación en serie. Con el tiempo, otros constructores se interesaron en el sistema, con lo que se empezó a producir moldes en plan masivo para satisfacer la demanda.

Actualmente los moldes mecanno se encuentran en operación en diversas partes del mundo, cuenta con técnicos expertos que viajan alrededor del mundo para capacitar y entrenar a los obreros para así lograr el uso eficiente y correcto del molde.

Dirección

Antonio Dueñes Orozco # 170, Cd. Industrial C.P. 27019, Torreón Coah. México.
Tel (01817) 750 6094/750 6472 E-mail: meccano1@meccano.com.mx
Dirección electrónica: www.meccano.com.mx

Productos

Meccano fabrica moldes a la medida de los diseños arquitectónicos y de sus necesidades; no hay por ello prototipos específicos, suno que cada molde que sale de la planta es acorde a las especificaciones de diseño establecidas por los clientes.

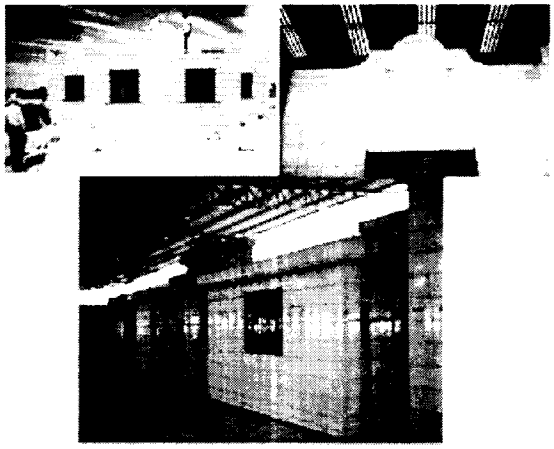
Los moldes Meccano están conformados por un sistema de paneles metálicos, así como de un conjunto de accesorios de sujeción, apuntalamiento y alineación, que encofran el 100% de cualquier proyecto arquitectónico. Su diseño permite armarlo, vaciarlo y desarmarlo en un periodo de 24 horas, siendo el único sistema constructivo a nivel internacional que produce una casa completa en un solo día, incluyendo muros, losa, escaleras, molduras, etc.

Además, esto se logra con un pequeño grupo de operarios no calificados, no requiere para su manejo de ningún tipo de maquinaria, su mantenimiento es económico y tiene el menor costo de adquisición con respecto a sus similares.

Los moldes Meccano se diseñan a la medida de los proyectos de cada cliente, a diferencia de otros sistemas de encofrado, Meccano se adapta inclusive a formas especiales permitiendo mejorar los proyectos arquitectónicos generando

un mejor producto para los constructores y un mejor hábitat para el consumidor final.

FOTO 2.26. MOLDES MECCANO



Mejoras al medio ambiente

La cimbra tradicional es de madera y se utiliza de cuatro a cinco veces. La cimbra metálica del molde Meccano, se emplea de 400 a 500 veces, además de ser reparable y transformable.

Desventajas de la construcción tradicional

1. Los costos finales, con frecuencia distintos y mayores a los presupuestados.
2. La dependencia de mano de obra calificada, su alto costo así como la escasez de ésta.
3. Variabilidad de la calidad de los materiales tradicionales y su dificultad de control.
4. La inestabilidad de los precios de los materiales y riesgos de desabasto.
5. La dificultad de oferta de financiamiento de proveedores.
6. El alto volumen de desperdicio de materiales.
7. Los intervalos de suspensión.
8. Los prolongados tiempos de ejecución.
9. La compleja infraestructura administrativa de supervisión y control de la obra.
10. Alto número de operaciones para construir una vivienda

Ventajas de usar un molde Meccano

1. El empleo de mano de obra no calificada, además esto se logra con un pequeño grupo de operarios no calificados.
2. La utilización de concreto y acero que asegura costos estables y disponibles en cualquier cantidad y lugar.
3. Apalancamiento con proveedores con capacidad de financiamiento.

4. Nulo desperdicio de materiales y horas hombre.
5. Presupuestos que coinciden con la operación real.
6. Ejecución ininterrumpida y rápida. Tan rápida que una casa se puede construir en siete días.
7. Facilidad y sencillez en la administración, supervisión y control de los recursos humanos y materiales.
8. Un producto final de alta calidad constante que no solo redunda en la economía del producto, sino en el bienestar y conveniencia de los compradores.
9. Equipo que no requiere para su manejo de ningún tipo de maquinaria, su mantenimiento es económico y tiene el menor costo de adquisición con respecto a sus similares.
10. Disminución y simplificación de las operaciones.

Comparativa Meccano vs. Tradicional

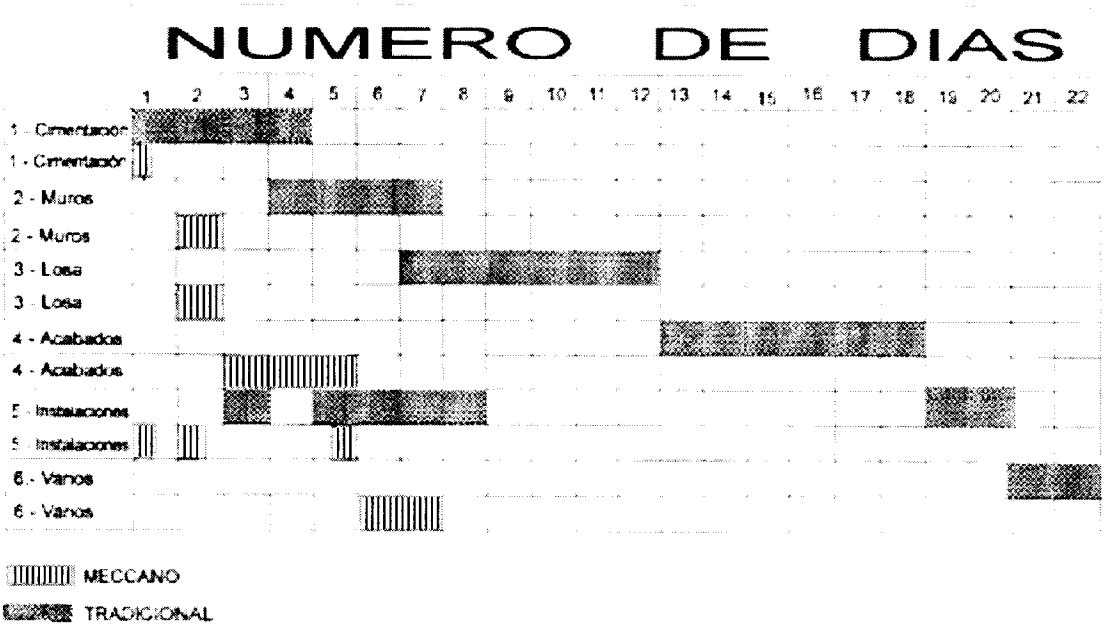


TABLA 2.7. COMPARATIVA MECCANO VS. TRADICIONAL

Procedimiento constructivo

Cimentación

Acorde a los estudios de mecánica de suelos del lugar y después de dar el tratamiento apropiado al terreno natural, se recomienda construir la casa Meccano, sobre una plataforma elevada y compactada de acuerdo al tipo de construcción deseada.

Plantilla y colado de losa de cimentación

El molde incluye entre sus accesorios un patrón denominado "plantilla de replanteo" que sirve para trazar en la plataforma los contornos de todos los muros que constituyen la vivienda. Este trazo es la guía para la excavación necesaria para la cimentación. El colado de la losa de cimentación se hace con concreto de tiro directo. El manejo del mismo se hace bajo procedimientos estándar.

FOTO 2.27. PLANTILLA Y LOSA DE CIMENTACIÓN

Muros y techo

Armado y preparación de la malla acerada, que se coloca en el interior de los moldes Meccano. Se incluyen los tubos para las instalaciones eléctricas y aquellos conducentes de agua, drenaje, gas, teléfono, TV, etc.

Montaje de molde

Una vez terminado de colocar la malla y todas las instalaciones, se procede a montar los diferentes tableros de cimbra metálica que conforman los muros del molde total y finalmente se colocan los tableros de cimbra metálica para sostener el techo de la vivienda en construcción. Con este proceso se "cierra" el molde y queda listo para recibir el concreto.

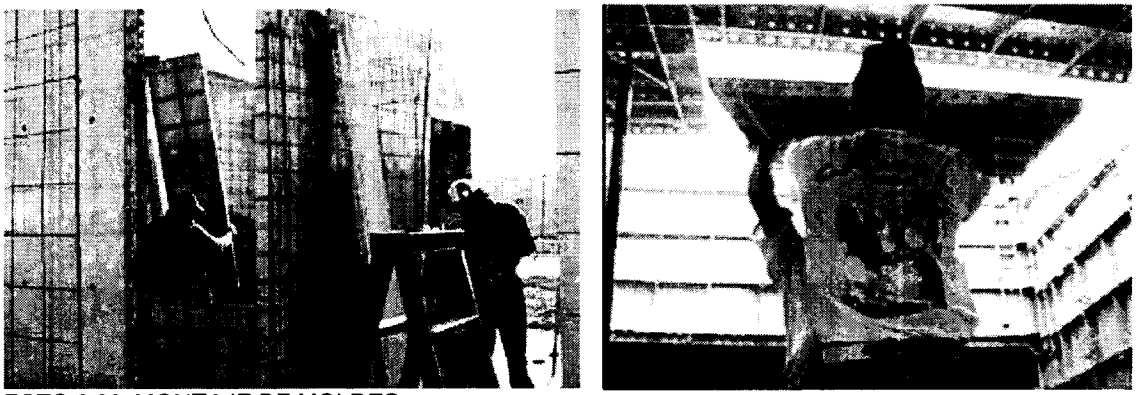


FOTO 2.28. MONTAJE DE MOLDES

El colado de concreto se hace mediante el bombeo del mismo. Se inicia permitiendo primero el llenado de los muros y finalmente la losa del techo. El equipo humano para este procedimiento es de cuatro a cinco personas. Deben estar presentes el electricista y en algunos casos el plomero. Durante el colado es muy importante utilizar un vibrador que ayude a la distribución homogénea del concreto en el interior del molde.

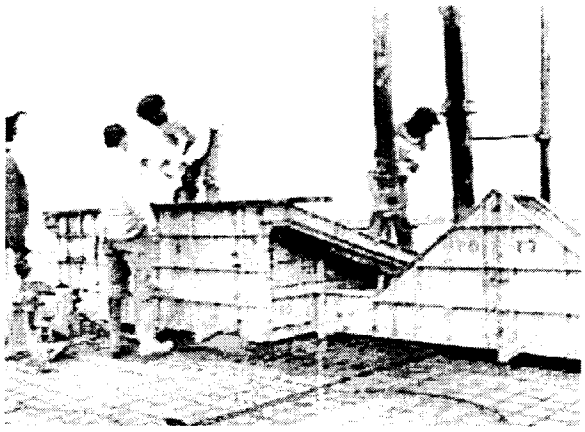


FOTO 2.29. COLADO DE CONCRETO

Descimbrado

El molde cuenta con piezas diseñadas y localizadas especialmente para que se inicie y facilite el proceso de descimbrado.

El desmontaje en una vivienda de una sola planta es un proceso que tarda de tres a cinco horas. Durante ese mismo tiempo, los tableros que se quitan de una casa pueden irse colocando en la siguiente para montar nuevamente el molde.

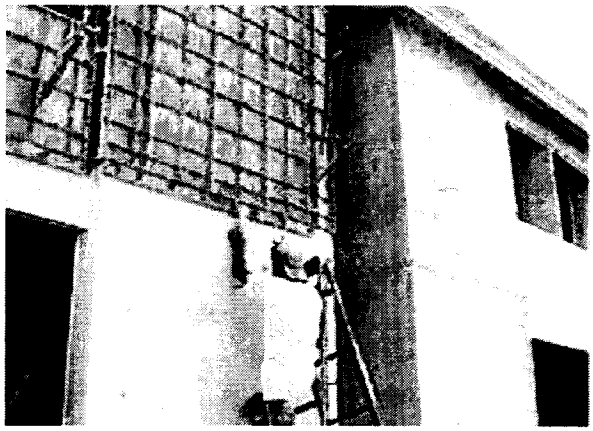


FOTO 2.30. DESCIMBRADO

Acabados

El acabado terso de la superficie de concreto facilita y redice los materiales de recubrimiento, generando menores costos y gran velocidad en los acabados.

Puede apreciarse también como el molde acentúa la nitidez de las líneas arquitectónicas de la vivienda terminada.

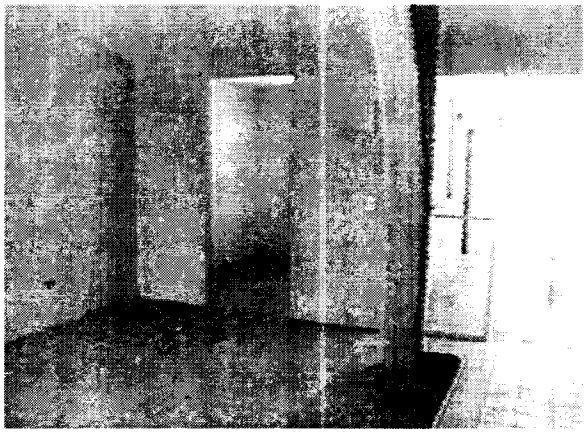


FOTO 2.31. ACABADOS

2.10 METECNO

Perfil de la empresa

En 1960 nace en Italia el grupo Metecno, implantando una tecnología novedosa y totalmente revolucionaria en el campo de la construcción, fabricando paneles inyectados con poliuretano de alta densidad y tecnología de punta, para utilizarse como cubiertas, fachadas, muros, etc.

Desde 1967, el Grupo Metecno ha vendido más de 200 millones de metros cuadrados de panel en sus diferentes productos, los cuales se han instalado en diversas partes del mundo y en diversas condiciones climáticas.

Dirección

Homero 418 – piso 5, Col. Polanco C.P. 11560 México, D.F.
Tel: 52 (55) 5254-4580 E-mail: ventas@metecnomexico.com
Dirección electrónica: www.metecnomexico.com

Productos

Los paneles Metecno garantizan mejores y más bajos costos a la hora de ensamblar, construir y durante la vida útil de la vivienda, lograr obtener un buen aislamiento térmico y acústico.

El sistema especial de fijación entre paneles permite su instalación en un tiempo muy corto. El panel puede llegar cortado a obra, con la medida exacta desde la fábrica, permitiendo ser ensamblado de una manera fácil y rápida, aun durante eventos climatológicos extremos.

Ventajas de los paneles Metecno en vivienda.

- Autoportante: El sistema en línea continua, de unión de las láminas de acero con el poliuretano, proveen una resistencia estructural monolítica en los paneles de pared y cubierta.
- Altamente aislante: Debido a su núcleo de poliuretano es ideal para zonas de altas o bajas temperaturas.
- Impermeable: El sistema de unión macho-hembra entre paneles de pared y traslape en paneles de cubierta garantiza la impermeabilidad.
- Durable y poco mantenimiento: Las características y proceso de pintado por inmersión en caliente, aseguran que soportan inclemencias atmosféricas y durabilidad en condiciones extremas.
- Ecológico: En el proceso de fabricación no utilizan materiales nocivos al medio ambiente.
- Práctico: Ofrece al constructor una adaptabilidad y flexibilidad en función del proyecto.

- Desmontable: Se puede montar y desmontar con facilidad en caso que se requiera reubicar la construcción.
- Modular: Se facilita la capacidad de ampliar de una manera sencilla y rápida en el momento que se requiera.
- Económico: No requiere de un acabado adicional.
- Ahorros: Por ser la construcción en paneles aislados, obtenemos ahorros significativos en equipos electromecánicos (aire acondicionado y calefacción) y consumos energéticos, brindando confort térmico.

Vivienda de interés social

Se diseñan prototipos de vivienda de interés social, que poseen óptimas cualidades y rendimientos en cuanto a tiempo de vida, resistencia a condiciones climáticas rigurosas y bajo costo de mantenimiento. Se aplica la tecnología de la construcción no tradicional con criterios bioclimáticos para la reducción del consumo energético y el incremento de las condiciones de habitabilidad y confort. Se introducen en el mercado de la construcción con menores costos de adquisición que las viviendas de tecnología tradicional.

Procedimiento constructivo para una vivienda tipo de 56 m^2

FOTO 2.32. VIVIENDA TIPO

DIA UNO

- Colado de la placa de concreto para cimentación con previa preparación de salida de las instalaciones eléctricas, hidráulicas, de gas, entre otras.
- Instalación del accesorio de remate en U, para el soporte de los paneles con la placa de base de concreto. Estos son fijados con pernos de expansión. Previo tendido de niveles y cimbras para su correcta instalación.
- Se debe tener precaución de dejar listas las salidas de las instalaciones en el momento de colocar el accesorio de remate en U, para el soporte de los paneles

DIA DOS

- Preparación de los paneles de fachada que llevan embebidas las instalaciones eléctricas, hidráulicas, entre otras.
- Se continúa con la instalación del accesorio de remate en U en ventanas y puertas. Previos cortes de los paneles donde van estas.

- Se instalan los accesorios de remate y paneles de fachada cuidando niveles y cimbras.

DIA TRES

- Se continua con el montaje de los paneles de fachada
- Se observa la instalación completa de los paneles de fachada con sus correspondientes accesorios de remate, esquineros, etc.

FOTO 2.33. MONTAJE DE PANELES

DIA CUATRO

- Se empieza con la instalación de los paneles de losa, previa alineación con sus correspondientes accesorios de remate y fijaciones.
- La vivienda va quedando casi terminada sin requerir de un acabado adicional, lista para habitar. En el interior se procede al montaje de accesorios, puertas y ventanas.

FOTO 2.34. MONTAJE DE ACCESORIOS Y VENTANAS

DIA CINCO

- Supervisión del montaje del sistema eléctrico en los paneles de fachada.
- Instalación de loseta cerámica sobre la placa de base de concreto.

DIA SEIS

- Resultado final

FOTO 2.35. FACHADA PRINCIPAL

FOTO 2.36. FACHADA POSTERIOR

FOTO 2.37. ENTRADA PRINCIPAL

2.11 MOLADI

Perfil de la empresa

Para incrementar el desarrollo económico, Moladi se fija para cambiar la industria de la construcción encuadernada de la tradición para tener en cuenta la participación de los contratistas y de empresarios para autorizar y desarrollar a comunidades sobre una base global.

Dirección

Oficina central P. O Box 13795, Humewood, 6013 Elizabeth Portuario, Sudáfrica, Móvil: 27 84 657 4028 E-mail: info@moladi.com
Dirección electrónica: www.moladi.co.za

Sistema Moladi

Es un sistema de encofrado plástico modular reutilizable, que se enclavija del encofrado para moldear estructuras complejas, los paneles Moladi son ligeros y muy robustos.

Es ideal especialmente para esquemas de repetición de viviendas, este sistema trata los cuatro desafíos dominantes incorporados a las escasez de vivienda de bajo costo que hacen frente a países en vías de desarrollo actualmente:

- Carencia de recursos
- Fondos escasos
- Escasez de mano de obra capacitada
- Tiempos de ejecución

Proceso Constructivo

DÍA UNO

Paso 1

- Encofrado de Moladi es entregado en el sitio.
- Área = 74 m^2.
- Masa = 550 kg.
- Volumen = 4 m^3.
- 11:00 am, comienza la colocación del panel Moladi con 3 trabajadores.

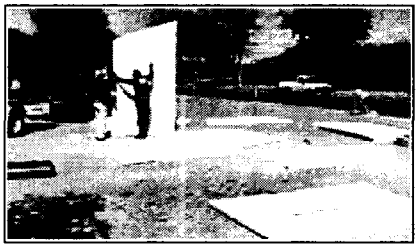


FOTO 2.38. COLOCACIÓN DE PANEL

Paso 2

Se erigen los paneles internos, se localizan y colocan los marcos de ventanas y puertas y comienzan a erigirse los paneles externos.

FOTO 2.39. COLOCACIÓN DE MARCOS

Paso 3

Se termina el proceso al colocar las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias que irán dentro del muro, todo esto se ha realizado en un lapso de 4 horas (3:00 pm).

FOTO 2.40. COLOCACIÓN DE INSTALACIONES

Paso 4

Se requiere de 6 trabajadores para realizar el colado de mortero aireado (3.4 m^3), este proceso se realiza aproximadamente en 2 horas.

FOTO 2.41. COLOCACIÓN DE MORTERO

DÍA DOS

Paso 1

7:00 am, se procede a retirar la cimbra Moladi, el panel que es removido puede re-erigirse inmediatamente en la siguiente vivienda, el proceso se completa en 2 horas.

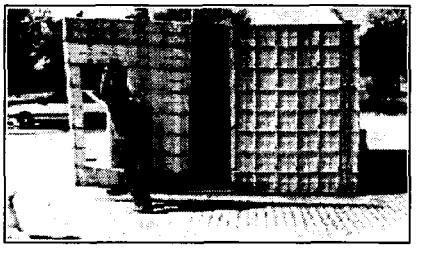


FOTO 2.42. DESCIMBRADO

Paso 2

Observe los alambres que sobresalen en la parte superior de la azotea, sirven para sujetar la losa, no hay necesidad de relleno o vigas de soporte.

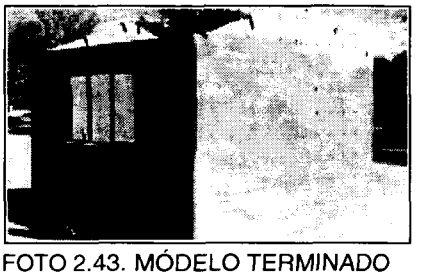


FOTO 2.43. MÓDELO TERMINADO

Paso 1

La estructura se puede afinar y pintar tan pronto como el encofrado es removido.

FOTO 2.44. PINTURA DEL MÓDULO

DÍA TRES: ACABADOS

Paso 2

Se coloca la losa de azotea. Para cuestiones de aislamiento térmico y dado que la losa es un sistema aparte de Moladi, es conveniente utilizar fibra de vidrio que es un aislamiento a base de una colchoneta, en diferentes espesores y medidas. Se colocan puertas, ventanas y vidriería.

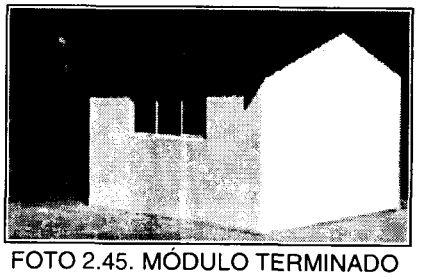


FOTO 2.45. MÓDULO TERMINADO

Es necesario mencionar que el caso utilizado es un ejemplo, el módulo de vivienda que se realizó es solo para mostrar las propiedades del sistema.

Ahorros y ventajas

- Casas de molde con encofrado plástico reutilizable.
- Vivienda resistente a sismos.
- Durable y fuerte.
- Buenas características de aislamiento térmico.
- Impermeable.
- Incombustible.
- Tiempo rápido de construcción.
- Alta capacidad de producción.
- Una casa en un día con un molde.
- Reducción de costos en construcción y transporte.
- Mínimo desperdicio.
- Flexibilidad en diseño.
- Poca capacitación de mano de obra

Ejemplos de vivienda de bajo costo

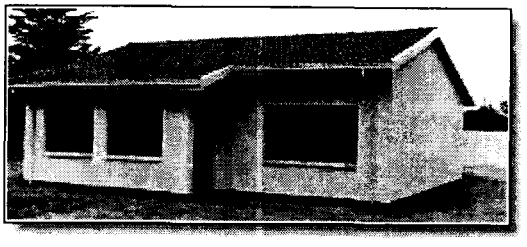


FOTO 2.46. VIVIENDA CON PANELES MOLADI DE 80 M^2

2.12 MULTYPANEL

Perfil de la empresa

Multypanel es una empresa de grupo IMSA, pionera y líder en el mercado de soluciones constructivas prefabricadas con plantas en Estados Unidos, México y Chile.

Dirección

Carretera Monterrey-Laredo km. 22.5 C.P. 65550 Ciénega de Flores, N.L.
Tel: 52 (81) 8305-9504 E-mail: multypanel@grupoimsa.com
Dirección electrónica: www.multypanel.com

Productos

El sistema constructivo Multypanel consta de paneles metálicos u otros acabados, con aislamiento térmico de espume rígida de poliuretano y/o polisocianurato para techos, muros, fachadas arquitectónicas, cámaras de refrigeración o congelación, placas aislantes y accesorios complementarios, todos ellos fabricados bajo las más reconocidas normas internacionales de calidad.

ARQUIPANEL

Arquipanel ofrece una libertad excepcional en el diseño de fachadas. Con este sistema se tiene durabilidad y resistencia, además de aislamiento térmico que proporciona la espuma rígida de poliuretano.

Especificaciones

- Anchos: 0.60. 0.80 y 0.90 mts.
- Espesores: 1", 1.5" y 2"
- Acabado liso
- Longitud máxima: 12 mts.
- Longitud mínima: 0.50 mts.
- Peso propio del arquipanel para espesores de:
  1" – ancho de 0.90 mts = 10.51 kg/ml
  1.5" – ancho de 0.90 mts = 10.96 kg/ml
  2" – ancho de 0.90 mts = 11.46 kg/ml
- Pintura KYNAR: El acabado Kynar presenta una relativa no-adherencia y una superficie inerte para la tierra conducida por el aire; sin embargo, si se necesita, existe una variedad de métodos para remover los depósitos de la superficie como la limpieza continua sin uso de solventes.

ECONOPANEL

Son paneles prefabricados en línea continua, compuestos por una cara exterior de lámina de acero galvanizado o prepintado y una cara interior de papel, de diversos acabados, unidas por un núcleo de espuma rígida de poliuretano, formando un elemento tipo sándwich.

Econotecho presenta un diseño de junta semiengargolada a tope, la configuración longitudinal de la cara exterior presenta crestas tipo clásico y liso por la cara interior. Además, complementa su exclusivo sistema de unión con la tapajunta, elemento que protege los accesorios de fijación, asegurando la impermeabilidad del techo.

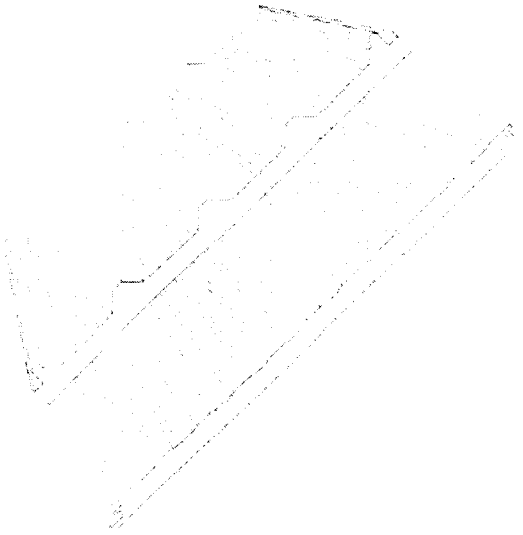


FIGURA 2.8. ECONOPANEL

Economuro presenta un diseño de junta machambrada, la configuración longitudinal de la cara exterior presenta ribs tipo mesa y liso por la cara interior.

Componentes:

- Lámina galvanizada calibre 26 recubierta de zinc aplicado por el proceso de inmersión en caliente con la finalidad de evitar la corrosión.
- Espuma rígida de poliuretano.
- Laminaciones de papel aplicado por la cara interior del panel tipo Compac vinilo VR-10

Manejo y almacenaje

Los paquetes de paneles se sujetan al camión mediante bandas de lona, asegurándolas para evitar que se muevan o aflojen dañando los paneles. La descarga se puede efectuar mecánicamente mediante grúas o de forma manual.

Sistema de instalación de econotecho y economuro

Antes de iniciar la instalación es necesario revisar la estructura de soporte, verificar que esté completamente instalada, alineada, plomeada y pintada, con el fin de asegurarse de que está en condiciones de recibir los paneles. La ijación de los paneles se hace mediante pijas autorroscantes galvanizadas de ¼" de diámetro por un largo igual al espesor del panel a fijar más 1". Para el caso de economuro, la longitud de la pija es igual al espesor del panel.

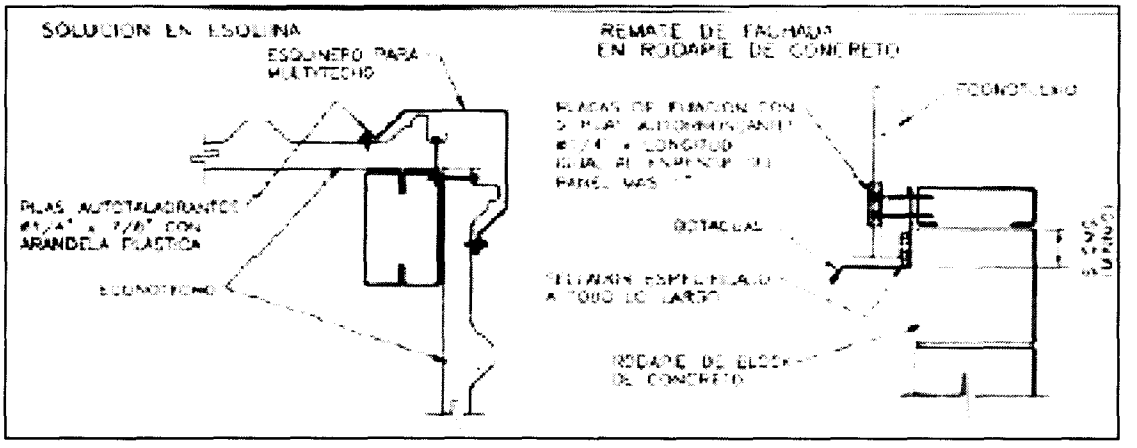


FIGURA 2.9. REMATES Y UNIONES DE PANELES

Accesorios

- Canal inferior exterior
- Canal inferior interior
- Esquinero exterior
- Esquinero interior
- Remates
- Tapagotero
- Pijas
- Placas de fijación

Propiedades

- Aislamiento térmico.
- Fijación oculta.
- Capacidad de carga.
- Diseño de alta tecnología.
- Paneles ligeros y resistentes.
- Ecológico por su exclusiva formulación de espuma con R-22.

Ventajas

- Ahorro en equipos de aire acondicionado y energía eléctrica.
- Estéticos y funcionales.
- Cobertura de grandes claros.
- Impermeable y resistente a vientos y sismos.
- Fácil y rápida instalación.
- No daña la capa de ozono.

2.13 OUTINORD

Perfil de la empresa

Por más de 50 años Outinord ha sido líder mundial en suministro de sistemas de cimbras de avanzada tecnología para obras de mediana y gran escala tanto en desarrollos residenciales como comerciales a través de todo el planeta.

La innovadora cimbra de acero Outinord, predeterminados y producidos en fábrica, respaldan al promotor/constructor en el control del costo, de la calidad, de la rapidez y precisión del proceso de construcción.

Dirección

Prolongación Américas 1600, 4°. Piso, Col. Country club, C.P. 44610 Guadalajara, Jal. México. Tel (52 33) 3678 9114 E-mail outimex@att.net.mx
Dirección electrónica: www.outinord-americas.com

Productos

Sistema túnel

El sistema túnel es capaz de fundir en un solo paso muros y placa. Para lograr una función monolítica se utilizan "eles" invertidas. El encofrado tiene la resistencia adecuada para no tener deformaciones en muros ni placa y dejar buenos acabados, listos para pintura.

El sistema túnel es un proceso industrializado, que utiliza actividades repetitivas, producción masiva y especialización de la mano de obra. La utilización de los encofrados permite la incorporación de cajas eléctricas, pasos de tubería perfectamente ubicados. El sistema tiene un ciclo diario, que se repite a lo largo de toda la obra. Empieza con el descimbrado, limpieza y aplicación de agente para descimbrar y finalmente el reposicionamiento. Las actividades de colocación de refuerzo y ubicación de las instalaciones eléctricas se realizan antes de la colocación de los encofrados. Una vez ubicada la cimbra se nivela y ajusta. Se mueven los andamios y pasarelas perimetrales. Finalmente se procede a la fundición de muros, placas e inicios de muro.

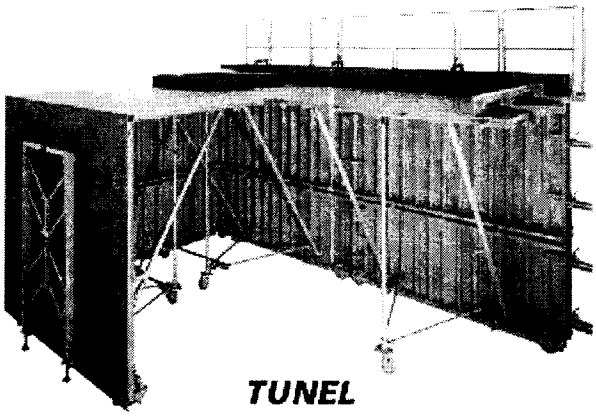


FOTO 2.47. SISTEMA TUNEL

Se mejoran los rendimientos en obra por las actividades repetitivas, se obtienen mejores terminados (ondulaciones en la cimbra de menos de 0.6 mm.) que los obtenidos por sistemas tradicionales de construcción, estas mejoras se reflejan en menores costos financieros e inversiones en reparaciones y resanes. Los ciclos de trabajo permiten realizar una planeación más certera.

El sistema túnel permite la construcción de muros en dos direcciones, mejorando su capacidad de resistencia ante carga sísmica y de viento. Sin embargo, la densidad de muros en direcciones perpendiculares es mayor en el sentido del túnel. Generalmente, necesita arriostramiento en el otro sentido.

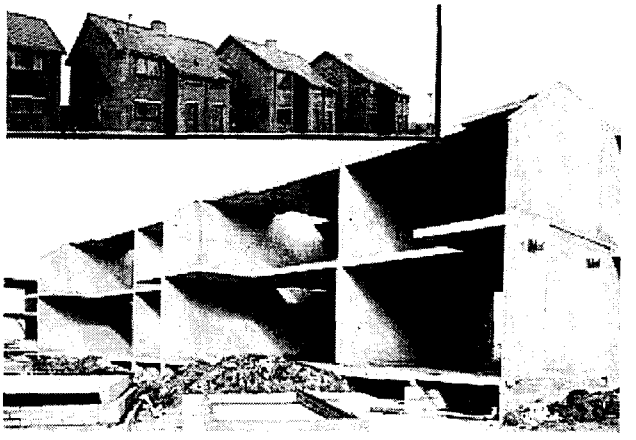


FOTO 2.48. MÓDULOS CONSTRUIDOS CON EL SISTEMA TÚNEL

Partes del sistema

Materiales

- Concreto: Se utiliza concreto de 21 MPa a los 28 días. El concreto debe asegurar el fraguado a las 14 horas para retirar la cimbra. El tamaño máximo del agregado es ¾ a 1.5". la compactación se realiza con vibradores de inmersión.
- Acero: Se utiliza acero de 420 MPa, en mallas electrosoldadas. Las mallas se arman en planta o en el sitio de trabajo.

Mano de obra

La mano de obra no requiere ser especializada, pero si es necesario dar un entrenamiento previo a la ejecución del ciclo de funcionamiento, que va desde 10 hasta 15 días. Para la construcción de una unidad de 90 m^2 se necesitan aproximadamente 20 personas, entre los que están el maestro mayor, personal de colocación de refuerzo y de instalaciones eléctricas. Outinord presta un servicio de adiestramiento por medio de técnicos, que se encargan de supervisar el entrenamiento de los obreros al comenzar la obra.

Otros materiales

Se utiliza un desmoldante para los encofrados. Este tiene la función de reaccionar con el concreto para evitar que se adhiera a la cimbra. En algunos casos se utiliza poliestireno expandido (icopor) por imprevistos en la obra o por arreglos fuera del conocimiento de Outinord.

Funcionalidad

El sistema túnel se conforma por dos medios túneles o coquillas. Están compuestas por paneles vertical y horizontal. Con ellos se conforma una "L". Uniendo distintos paneles, se obtienen longitudes de tunel. Generalmente se trabaja con dos paneles, esta configuración depende de la capacidad de la grúa.

Panel vertical

La altura del panel es de 2.43 mts., alcanzándose alturas de 2.50 mts. El sistema da la posibilidad de alcanzar otras alturas de piso desde 2.20 mts. hasta 3.00 mts., el largo de los paneles es de 1.25 y 2.50 mts.

Panel horizontal

Los paneles horizontales tienen anchos de 1.05 hasta 2.85 mts. cada 30 cms. pero pueden fabricarse como lo requiera el proyecto. El largo es compatible con el del panel vertical.

La cimbra es construida con acero de 3 mm. de espesor y reforzadas con perfiles en forma de omega. Esta configuración permite resistir una columna de 3 mts. de concreto fresco. El peso por metro cuadrado con accesorios es de 65 kgs por lo que puede llegar a pesar entre 700 y 2000 kgs.

Beneficios del sistema túnel

- Costo – eficiencia
- Fuerte, durable
- Fácil de mover, colocar y ensamblar
- El sistema permite ubicar fácilmente contramarcos para vanos de puertas y ventanas, instalaciones sanitarias y eléctricas y elementos empotrados
- Excelente acabado superficial del concreto
- Perfecta alineación de muros
- Precisión dimensional
- Fácil y rápida adaptación a planos existentes
- Favorece la inventiva del diseño arquitectónico

Accesorios

Los accesorios son los elementos necesarios para la correcta configuración de los túneles. Se utilizan ganchos de unión, tacos de posicionamiento, tuercas, tornillos y pasadores de rueda rápida con tuercas mariposa.

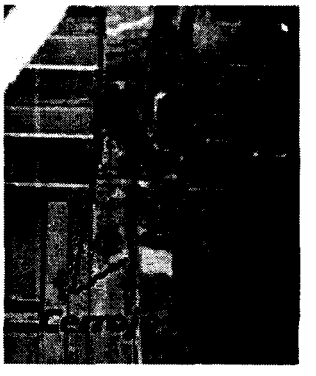


FOTO 2.49. CERROJOS

Para conformar un túnel se unen dos "L" mediante cerrojos. En la unión de paneles se utilizan ganchos de unión.

El sistema provee de pasarelas perimetrales y plataformas, que ayudan a configurar todo el piso como área de trabajo.

FOTO 2.50 PASARELAS Y TRIANGULOS PARA APOYO

Acabado superficial

Los acabados son lisos, pero se pueden obtener otras texturas con un incremento de costos. El acabado liso con planchas de acero permite un ahorro cercano al 90% en estucos y remates.

Texturas

La textura obtenida con el sistema túnel es lisa. Sin embargo, se pueden utilizar elementos plásticos que se adhieran al encofrado para obtener la textura deseada.

Confort ambiental

- Hidrotérmico: Se alcanza buen aislamiento colocando poliestireno expandido entre dos placas de bovedillas cerámicas.
- Acústico: El aislamiento acústico es deficiente por la rigidez del concreto y la continuidad de los muros y placa.
- Visual: con el uso de los negativos se permite colocar el número de ventanas y puertas necesario para lograr un ambiente agradable

Posibilidades arquitectónicas

El sistema de túneles ha permitido lograr distintas configuraciones, desde construcción de casas hasta edificios de altura considerable. Los túneles limitan las alturas de entrepiso. El sistema constructivo limita las luces entre muros. Para aumentar las luces es necesario el empleo de accesorios.

Para lograr ángulos distintos a 90° se adicionan secciones en diagonal. Las fachadas son ajenas a los túneles y pueden ser prefabricadas o en materiales como la mampostería, aluminio o vidrio.

Instalaciones

Las instalaciones van dentro del concreto, y se arman después de la colocación de la malla. Para lograr la equidistancia de la malla a las caras de la cimbra se utilizan pequeños elementos de concreto prefabricados. Se utilizan negativos metálicos en lugares donde sea necesario pasar tuberías eléctricas, hidráulicas, sanitarias o ventilaciones a través de muros o placas.
Reutilizaciones

Los encofrados se comportan adecuadamente (conservando su superficie plana) con 750 usos. En algunos lugares se han utilizado 850 veces y en Colombia algunos constructores han alcanzado 1500 usos. Al llegar a este número de usos, se incrementan los costos por resanes y arreglo de imperfecciones.

Las partes de los sistemas Outinord son intercambiables, por lo que piezas de proyectos anteriores son reutilizables.

Outinord diseña el equipo para cada proyecto, y envía a la constructora el cronograma de obra. La empresa se encarga de reutilizar la cimbra para otro proyecto.

Maquinaria necesaria

Es necesaria una torre grúa de 1 tonelada a 30 mts. Es posible encofrar 45 m^2 con un movimiento de grúa. Debido a la necesidad de la grúa para mover la cimbra. Esta debe ser usada para transporte de material horizontal y vertical. En viviendas pequeñas se puede utilizar una grúa pequeña apoyada sobre llantas.

Rendimientos

Un equipo de trabajo puede alcanzar los 120 m^2/día con dos juegos de encofrado, que equivalen a uno o dos apartamentos. Este rendimiento depende de la cantidad de cimbra que se tenga.

Desperdicio de concreto

El desperdicio es casi nulo, ya que el concreto sale de la mezcladora y llega directamente a los encofrados. Se puede considerar un desperdicio de 0.2% del volumen colocado.

Proceso constructivo

El proceso comienza con la cimentación, que puede ser realizada por cualquier sistema tradicional. En el primer piso se realiza la primera placa de donde sale el refuerzo para los muros. En esta placa comienza el sistema, con los inicios de muro.

El ciclo diario de trabajo comienza a las 7:00 am y termina entre las 5 y 6 pm. Se comienza con el proceso de pre-descimbrado, donde se retiran todos los elementos que pueden interferir en el proceso de retirar las formaletas, se retiran los bordes de losa, cierras de muro, tornillos de paneles verticales, pasadores, cierres de claves y las formaletas de culata. Después se retira medio túnel solamente.

Para el descimbrado, se levanta la rueda libre 3 cms. aproximadamente y se bajan los tornillos de nivelación hasta que el túnel se apoya en sus otras dos ruedas. Una vez terminada esta operación, se procede a empujar el túnel hasta que el agujero de agarre quede expuesto y se pueda amarrar a la grúa. La grúa transporta el túnel a un lugar donde puede ser aseado y se le agrega un desmoldante. Mientras, se taponan los huecos dejados por los conos pasadores con elementos prefabricados y se emboquilla alrededor.

Un equipo se encarga de marcar sobre los talones de muro la posición horizontal del túnel, esta es la línea base para la colocación de la cimbra. La torre grúa se encarga de mover el medio túnel hasta el lugar que le corresponde, buscando que quede lo más cercano al inicio de muro. Una vez colocado, se nivela con los tornillos destinados para ello. Se fija la contraflecha y se ploman los muros con el paral vertical. El paral vertical se deja libre al fundir. Se conectan y aprietan todas las claves, se conectan los negativos y se insertan los conos de separación. Los negativos de las puertas deben coincidir exactamente en los vanos que se dejan en los comienzos de muro para tal fin.

FOTO 2.51. UNION DEL SISTEMA TÚNEL

Las instalaciones se amarran a la malla y las cajas que se incrustan en los muros se rellenan para evitar que les entre concreto. En la placa, se colocan cruces prefabricadas para poder colocar la cimbra de inicio de muro. También se colocan las mallas de refuerzo para la placa. Cuando se necesitan hacer muros adicionales se colocan negativos para dejar paso a través de la placa y poder transportar el concreto a través de estos orificios.

Cuando se han finalizado todos los pasos se realiza el colado de concreto. Las escaleras pueden prefabricarse en obra por medio de un encofrado Outinord.

La empresa Outinord realiza un análisis sobre planos y suministra una programación de la disposición y colado de muros según el número de equipos comprados o disponibles. La empresa entrega todos los movimientos de túneles y los pasos que se deben seguir, incluso la programación de operación de la máquina.

Un ciclo propuesto por la empresa es el siguiente:

- Descimbrar: 7:00 a 9:00 am
- Traslado de túneles, hilado, plomado y atornillado: 8:00 a 10:00 am
- Instalaciones y colocación de refuerzo 10:00 a 12:00 am
- Colado de muros y losa: 1:00 a 5:00 pm

Ventajas de utilizar cimbra Outinord

Outinord ha sido el innovador y líder indiscutible en la concepción de nuevos métodos de construcción, de costos eficientes, que ayuden a resolver las necesidades mundiales de habitación.

A través de la introducción de una fabricación en línea automatizada, desarrollada expresamente para la industria de la construcción, Outinord ha creado un sistema que es superior en todos los aspectos a los métodos convencionales.

Su experiencia y la confiabilidad de sus productos lo hacen un interlocutor privilegiado de las empresas internacionales. Además de su rápida y predecible velocidad de construcción, los sistemas Outinord entregan una estructura de calidad superior. Esto combinado con los ahorros conjuntos por mayor eficiencia laboral, completo control logístico sobre las entregas de proveedores, la programación y seguimiento de las actividades secundarias y subcontratos, permite a las constructoras e inmobiliarias ahorros de 10% al 25 % en costos de construcción y capital.

Otra ventaja de Outinord, es la facilidad con que los trabajadores locales pueden ser capacitados para alcanzar el eficiente ritmo diario único de los sistemas Outinord, quien ha demostrado, tiempo a tiempo, país a país, que los trabajadores pueden alcanzar rápidamente el ciclo de producción requerido, aunque sean inexpertos o semi-capacitados.

Para Outinord cada encofrado es una "herramienta" cuyo objetivo es el de reducir los costos de producción, disminuir los plazos de ejecución y mejorar la calidad de las obras.

- La cimbra Outinord imponen un eficiente y predecible ciclo de construcción diario.
- Facilitan una organización y planificación rigurosas de las actividades en la obra.
- Mantienen a lo largo del proceso constructivo, una precisión dimensional milimétrica en muros y rasgos.
- Permiten realizar superficies de muros de alta calidad que requieren de un mínimo de reparaciones, y en muchos casos se puede pintar o colocar revestimientos directamente sobre la superficie del concreto.
- La cimbra Outinord aseguran el cumplimiento de los requerimientos de seguridad, tanto de las empresas como gubernamentales.
- De fabricación enteramente metálica, es común que pueda dársele entre 800 y 1000 reutilizaciones, perpetuando las condiciones de calidad con un buen mantenimiento.
- Outinord asegura la calidad de todos los encofrados despachados a las obras, a través de un procedimiento de control de calidad certificada con las normas ISO 9001.

2.14 PANEL REY

Perfil de la empresa

Empresa Mexicana que ofrece al constructor un sistema integral basado en una estructura de acero galvanizado cubierta de paneles de yeso. Los paneles de yeso Panel Rey exceden las normas ASTM, contribuyendo así a su posicionamiento como líder en el mercado nacional y a exportar con éxito a Estados Unidos, Canadá, Centro y Sudamérica.

Dirección

Serafín Peña 938 sur, Zona centro C.P. 64000 Monterrey, N.L.
Tel: 52 (81) 8345 0055 E-mail: jgarza@gpromax.com
Dirección electrónica: www.panelrey.com

Productos

PANEL DE YESO

El panel de yeso estándar consiste en un núcleo formulado con eso de alta calidad y agregados, procesado entre dos cartoncillos, uno de color café y otro de color manila en su cara principal. Para incrementar su resistencia a la flexión el panel de yeso estándar contiene, además de los cartoncillos en las dos caras, fibra de celulosa en su núcleo. Este panel es ideal para la construcción de muros divisorios, además es excelente para el desarrollo de plafones de suspensión oculta o visible.

PANEL RESISTENTE AL FUEGO

Su núcleo de yeso se encuentra reforzado con la integración de fibra de vidrio resistente a medios alcalinos, la cual le proporciona características de resistencia al fuego. El panel de yeso RF esta reconocido internacionalmente como uno de los materiales de construcción con más alto poder para resistir los efectos destructores del fuego, debido a las dos moléculas de agua con que cuenta. El cuerpo del panel trabaja como una barrera retardadora de propagación de fuego. El yeso contiene aproximadamente 21% de agua por lo que, al calentarse el panel, el agua contenida genera un proceso de evaporación, retardando con esto la transmisión de calor, a medida que avanza la liberación del agua en forma de vapor, el yeso tiende a contraerse lo que se evita mediante los agregados minerales que se expanden con el calor substituyendo así el volumen que se perdería en el proceso de deshidratación, brindando con esto, mayor tiempo de protección, con el panel de yeso RF se pueden lograr especificaciones de resistencia al fuego desde 45 minutos hasta 4 horas.

PANEL RESISTENTE A LA HUMEDAD

Su cuerpo está compuesto por yeso y materiales hidrofugantes, que lo hacen resistente a la humedad. En su cara principal lleva un cartoncillo encolado color verde, que le brinda una mayor protección contra la humedad; en su cara posterior lleva un cartoncillo color café. Además por su especial cartoncillo verde, permite la adherencia de azulejos o mármol laminado.

PANEL EXTERIOR

Especialmente diseñado para colocarse como revestimiento exterior de muros. Está formado por un núcleo de yeso reforzado con agentes hidrofugantes, que lo hacen resistente a la humedad. El panel de yeso tiene una absorción máxima de agua de un 10%.

Sistema constructivo

El sistema constructivo Panel Rey se conforma de una estructura de perfiles de acero galvanizado G-90 o g-60 rolados en frío, revestidos con panel de yeso y unidos entre sí por medio de tornillos. Con estos elementos se construyen componentes con los que se forman muros de carga exteriores e interiores, entrepisos, techumbres, muros fachada, muros divisorios, etc.

En el exterior puede utilizarse la más amplia gama de materiales de construcción tradicionales como mezclas de cemento, ladrillos, tabiques y elementos prefabricados de acuerdo al diseño.

ESTRUCTURAL

El sistema Panel Rey se puede utilizar como estructura para construir residencias y edificios de departamentos de hasta 4 niveles. El principio es la utilización de perfiles de calibre estructural que cumplan con las especificaciones del Instituto americano del hierro y el acero (AISI por sus siglas en inglés) que permiten elaborar el diseño para resistir cargas de compresión como es el caso de los postes de los muros cargadores y cargas de flexión como es el caso de las vigas que conforman las losas de entrepiso y de azotea y los dinteles de puertas y ventanas. Para soportar las cargas laterales como la acción del viento y del sismo se emplean contravientos de lámina de acero galvanizado.

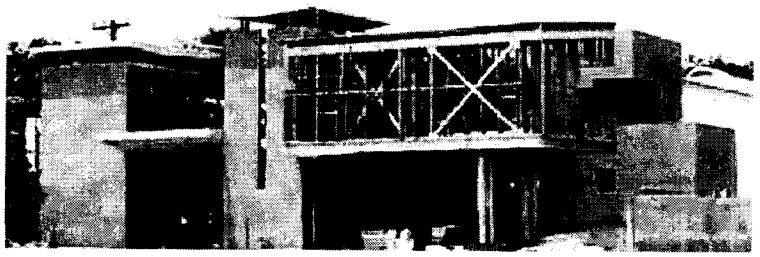


FOTO 2.52. COLOCACIÓN DE CALIBRES ESTRUCTURALES

Muro cargador

El muro que recibe directamente la carga de una azotea o un entrepiso o ambos se le llama muro cargador. La construcción de un muro cargador implica la utilización de calibres estructurales en los postes y canales de carga, asi como de anclajes de mayor resistencia y láminas de 6.35 cm. a todo lo largo del muro por ambos lados para evitar la rotación de los postes ante las cargas.

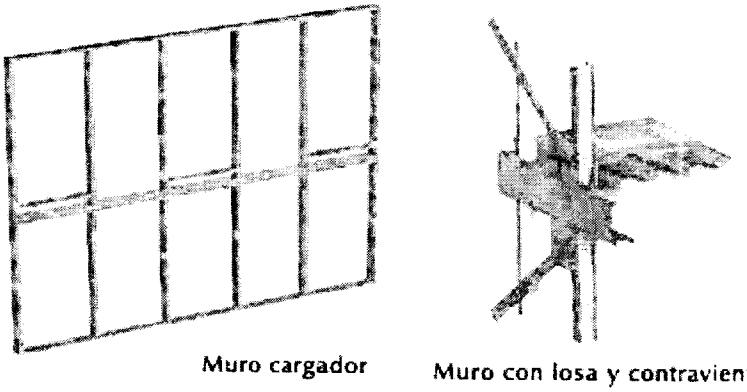


FIGURA 2.10. MURO CARGADOR Y MURO CON LOSA

Losa de entrepiso

Las losas de entrepiso se componen de: vigas cargadoras que se apoyan en los postes, una lámina acanalada como cimbra muerta, un colado de concreto con malla electrosoldada encima de la lámina acanalada, aislamiento debajo de la lámina acanalada entre las vigas y panel de yeso atornillado a la parte inferior de las vigas. Esta losa proporciona la superficie adecuada para recibir cualquier piso y por debajo se puede aplicar al panel de yeso cualquier acabado estético.

FOTO 2.53. COLOCACIÓN DE CALIBRES ESTRUCTURALES EN LOSA

Losa de azotea

La losa de azotea puede ser plana o inclinada, en caso de ser plana es igual a una losa de entrepiso. Cuado la losa es inclinada existen distintas combinaciones de materiales para dar el sistema de techumbre. La configuración típica de una losa de azotea es: vigas de acero galvanizado a cada 61 cm., por encima de las losas se atornilla un panel llamado O.S.B., luego por encima de este e coloca una capa de cartón asfaltado, y por último, encima del cartón asfaltado se clava la teja asfáltica al panel O.S.B. La teja asfáltica se puede sustituir por teja de barro para darle una vista más acorde a la región.

Muro para fachada

Es un muro utilizado en el exterior para proteger la parte interior de la edificación y dar apariencia hacia la parte exterior. Está diseñado para resistir la acción de viento y cumple con las características necesarias para proporcionar resistencia a los cambios de temperatura, resistencia a los efectos del medio ambiente y resistencia térmica para ser considerado como un aislante térmico. Además debe ser capaz de recibir todo tipo de acabado. Un muro fachada se compone de perfiles de acero galvanizado de calibre estructural diseñados según la carga de viento del lugar a realizar.

1. Panel resistente a exteriores
2. Panel para interiores
3. Poste de acero galvanizado
4. Canal de carga
5. Anclaje mecánico
6. Tornillo para fijar estructura
7. Tornillo para unir panel a estructura
8. Cinta de fibra de vidrio para tratamiento de juntas
9. Recubrimiento base
10. Malla de fibra de vidrio
11. Aislamiento de fibra de vidrio
12. Calafateo de estructura y panel

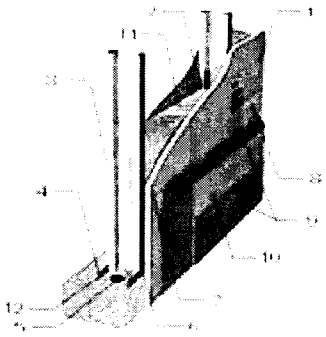


FIGURA 2.11 COMPONENTES DEL SISTEMA

2.15 PERI

Perfil de la empresa

Empresa alemana con ingresos de 540 millones de euros para el 2003, Peri es la industria mas grande del mundo en proveer sistemas de cimbra y andamios para construcción. Adicionalmente a sus innovadores sistemas, Peri también ofrece ingeniería, planeación, software especial y servicio de soporte y logística, con numerosas innovaciones durante los últimos 35 años, Peri ha sido capaz de mostrar un grado considerable de crecimiento en el área de cimbra y andamios.

Dirección

Cerrada de Tejocotes, Lote 4 Mod. A, San Martín Obispo, C.P. 54763, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México. Tel: (55) 5887 7230 E-mail: info@peri.com.mx Dirección electrónica: www.peri.com.mx

Productos

Peri multiflex

El sistema de cimbra para losas flexibles, apto para cualquier altura y trazado.

La viga reticulada GT-24, universal y de gran resistencia, tiene una larga vida útil y puede ser empleada en grandes vanos, reduciendo de esta forma el número de componentes para el montaje y el descimbrado. La viga VT 20 K de alma llena, es la solución más económica para losas de pequeño espesor

Cimbra modular

Peri Trío

Sistema de encofrado por paneles de uso tanto en cimentaciones como en muros de gran altura. Disponibles en módulos de hasta 3.30 mts. de altura.

Peri Trío tiene muy pocos componentes, lo que asegura un alto nivel de utilización. Su resistencia a la torsión particularmente alta y su sección estable permiten altos ritmos de colado de concreto.

Los paneles de mayor dimensión permiten ser rotados, ofreciendo así dos alturas o anchos diferentes.

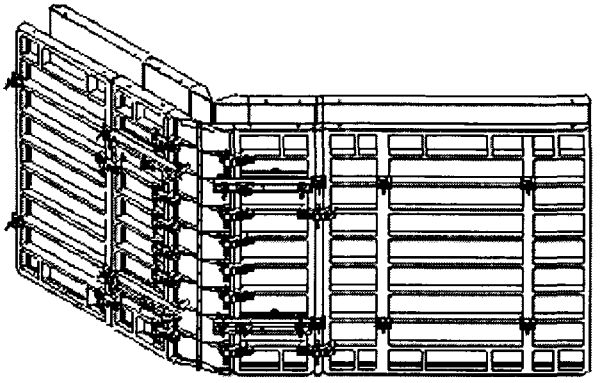


FIGURA 2.12. SISTEMA PERI TRÍO

Sistema BFD

Tan solo un cerrojo de alineación para cada unión, este sistema es único ya que permita fijar, alinear y proporcionar estabilidad a los paneles en una sola operación.

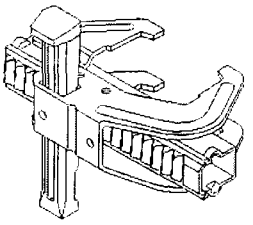


FIGURA 2.13. CERROJO DE ALINEACIÓN

Peri Domino

Peri domino es el encofrado ligero para edificación y obra civil, con solo 4 anchos de panel, ofrece las soluciones más variadas. Peri domino presenta ventajas al encofrar sin grúa gracias a sus elementos ligeros y a las asas incorporadas en sus perfiles. Ideal para cimentaciones al permitir el anclaje independiente fuera del panel.

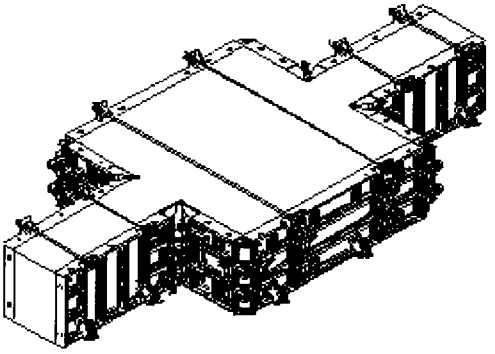


FIGURA 2.14. SISTEMA PERI DOMINO

Peri Handset

Este sistema de paneles, dotado de un clip de acción rápida, puede ser manejado por tan solo una persona. Handset es el encofrado ligero que rompe con los altos costos de los trabajos con madera y terciado.

El reducido número de paneles tipo asegura un alto nivel de utilización. Completamente independiente de la grúa. Tan solo requiere un tipo de conexión entre paneles. Ajuste continuo de la unión entre paneles en sentido vertical y longitudinal.

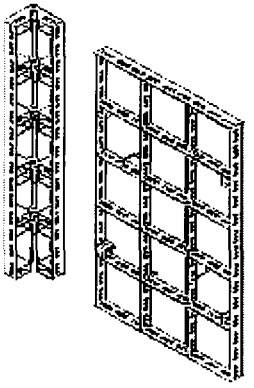


FIGURA 2.15. SISTEMA PERI HANDSET

Encofrado de muros

Encofrado modular

- Peri Trío
- Peri Domino
- Peri handset

Encofrado de vigas para losas

- Peri Vario

Encofrado a una cara

- Peri SB, A0, A, B, C
- Peri SB 1,2
- Peri SKS

Encofrado trepante

- Peri KG/KGF
- Peri CB

Encofrado de losas

- Peri multiflex
- Peri ST 100

Ventajas del sistema

- La rapidez de instalación de los sistemas Peri ahorran mano de obra y permite acortar plazos constructivos.
- Es un sistema de alta tecnología con muy pocas piezas y muy resistentes. Reduce costos en terminaciones, obteniendo acabados de gran calidad.
- Es eficiente en cuestiones de manufactura y proveedores.
- La empresa también es reconocida como un proveedor de servicios para la planeación y consultoría, cuenta con un departamento de planeación de software, servicios de contrataciones y logística.
- La empresa cuenta con un departamento de especialistas en servicios de cimbras, una asamblea con servicios realizados, servicio de limpieza, reparación y capacitación.

2.16 PILOSIO

Perfil de la empresa

Establecida en 1961, Pilosio S.P.A. dispone de una red de venta capilar, en Italia como en el extranjero. A la producción se une la alta calidad del servicio para que el cliente pueda disfrutar de un continuo soporte técnico y comercial. La empresa está estructurada para proveer toda la documentación y asistencia necesaria al encaminamiento de la obra y técnicos calificados están a disposición del cliente para suministrar presupuestos detallados, planos ejecutivos, planos de seguridad y asistencia en línea.

Dirección

PILOSIO spa v.E.Fermi, 45, CP 33010 Feletto Humberto –Udine –Italia
Tel: +39 0432 435311 E-mail: pilosio@pilosio.com
Dirección electrónica: www.pilosio.com

Productos

Sistema Minimag

El sistema Minimag está compuesto por un panel base de 60/75x300 cms., o bien de 60/75x150 cms., y por pocos y simples accesorios en dotación.

El panel pesa 32 kg/m^2 para permitir un manejo manual a garantía de la máxima posibilidad de empleo, también sin medios de elevación.

Los paneles, ligeros y modulares, exaltan las características de este sistema, creado para ser:

- Simple
- Rápido en la utilización
- Versátil en las aplicaciones de empleo.

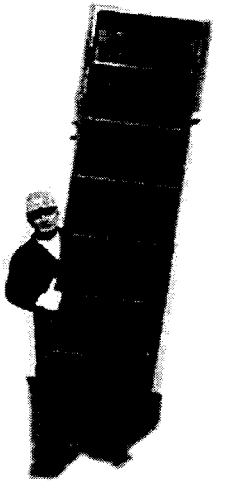


FOTO 2.54. PANEL ESTÁNDAR MINIMAG

Ancho	Alto	
	300 cms.	150 cms.
75 cms.	72.0 kgs.	38.7 kgs.
60 cms.	62.8 kgs.	33.7 kgs.
50 cms.	56.8 kgs.	30.3 kgs.
40 cms.	50.8 kgs.	27.0 kgs.
30 cms.	44.8 kgs.	23.7 kgs.

TABLA 2.8. MODULACIÓN DE PANELES MINIMAG

Paneles de madera multilaminada

- Bordes laterales protegidos por medio de barniz
- Absorción de la humedad con panel protegido: nulo
- Desarmantes: indispensables
- Reparaciones: por medio de estuco

	Panel 75x300	Panel 60x300
Superficie armada m^2	2.25	1.8
Accesorios de conexión	2 cerrojos MINIMAG	2 cerrojos MINIMAG
Tirantes fileteados	2	2
Incidencia al m^2	1.125	0.9
Características madera multilaminada	15mm 11 capas– 167gr.film/m^2	15mm 11 capas– 167gr.film/m^2
Utilizaciones por cada lado	100	100
Carga encofrado	6000 Kg/m^2	6000 Kg/m^2
Peso elemento Kg	72	62.8
Incidencia Kg/m^2	32	34.8
Desplazamiento manual	SI	SI
Panel especial para pilares	SI	SI
Tapones en PVC	4	4
Distanciadores en PVC	2	2
Conos distanciadores en PVC	4	4

TABLA 2.9. CARACTERÍSTICAS DEL PANEL MINIMAG

El marco está perfilado en acero de alta resistencia. Para garantizar la calidad del barnizado, los artículos se someten a procedimientos de desengrase y fosfatización para la remoción de los residuos superficiales y mejorar así la adhesión del barniz.

Accesorios para encofrados

- Vigas de contraste
- Ménsulas de sustentamiento y trepado
- Plataformas móviles
- Ménsulas de sustentamiento y contraste

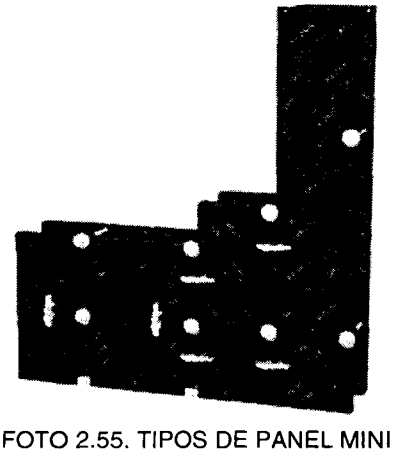


FOTO 2.55. TIPOS DE PANEL MINIMAG

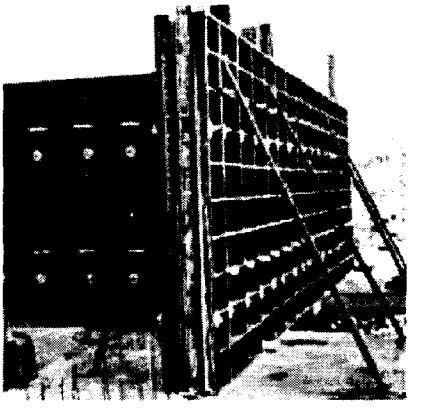


FOTO 2.56. ARMADO CON PANEL MINIMAG

2.17 QUALYPANEL

Perfil de la empresa

Qualypanel es una empresa fundada con la misión de desarrollar sistemas constructivos que aporten ventajas como alta calidad, rapidez, resistencia, facilidad, durabilidad, versatilidad y confort para el usuario, mejorando de esta manera eficiencias, tiempos y costos de construcción.

Qualypanel S.A. de C.V. produce en Lerma Edo. De México la línea más completa de paneles, los cuales están destinados a todo tipo de obras y aplicaciones en toda la República Mexicana, Centroamérica y el Caribe.

Dirección

Monte Everest #635, México D.F. C.P. 11,000 tel: 55 20 52 35
E-mail: qualypanel@covintec.com Dirección electrónica: www.covintec.com

Productos

Panel Covintec

- Usos: estructural (muros de carga, fachadas, bardas, etc.)
- Características:
  Medidas 1.22 mt x 2.44 mt x 7.5 cm.
  Peso panel: 10 kg/m^2
  Calibre de acero: 14
  Resistencia a la compresión del mortero: 100 kg/cm^2
  Estructurado a cada 5 x 5 cm.

Qualypanel

Se presenta con un ancho de muro de 10 cm. y un peso de panel de 9 kg/m^2, acero calibre 14 estructurado a cada 6.8 x 6.8 cm.

Qualylosa

- Usos: Losa de entrepiso y losa de azotea
- Características:
  Medidas: 1.22 x 5.00 mts. x 10 cm.
  Peso panel: 35.3 kg/m^2
  Calibre de acero: 6 y 14
  Resistencia a la compresión del mortero: 200 kg/cm^2
  Malla electrosoldada a cada 6.8 x 6.8 cm.

Herramienta necesaria

- Sierras circulares o similar: Corte de panel y mallas de unión.
- Engrapadora neumática o manual: Unión de paneles.
- Máquinas lanzadoras de mortero.

Sistema Qualypanel

Es un sistema de construcción a base de paneles de acero y poliestireno, que al recubrirse en obra con mortero, brinda una construcción de alta calidad, durable, rápida, sencilla, térmica y a un menor costo.

Ventajas del sistema

1. Resistencia: Las construcciones hechas con el sistema Qualypanel resisten más porque cuentan con una estructura tridimensional de acero de alta resistencia hecha a base de triángulos, la cual queda ahogada en concreto sólido, lo que garantiza su resistencia y duración.
2. Menor costo: las construcciones hechas con el sistema Qualypanel cuestan 46% menos que las hechas con sistemas tradicionales de block y tabique.
3. Fácil y versátil: No requiere mano de obra especializada; muros, losas, escaleras y un sin fin de detalles; simplifica la planeación de materiales; no requiere herramientas especiales.
4. Más confortable: Las construcciones hechas con el sistema Qualypanel son más confortables que los sistemas tradicionales porque cuentan con un alma de espuma de poliestireno sólido que se comporta como un excelente aislante de temperatura, humedad y ruido. Es 18 veces mejor aislante térmico y 33% mejor aislante acústico que el tabique.
5. Vanguardia en Paneles.

FOTO 2.57. ARMADO CON EL SISTEMA QUALYPANEL

Proceso constructivo

1. Anclaje a cimentación: Se deben colar varillas de 3/8" de 40 cm. de altura ahogadas en la cimentación que recibirá los muros del panel.
2. Montaje: Amarrar el panel a las varillas por afuera de la malla con alambre recocido.
3. Uniones: Todas las uniones entre dos paneles en muros o losas, podrán hacerse con el sistema autoensamble exclusivo de Qualypanel, el cual sin la necesidad de mallas, brinda uniones fáciles, rápidas y muy resistentes.
4. Puertas y ventanas: Estas se hacen marcando y recortando el panel y reforzando el contorno por ambos lados con malla zig-zag, es recomendable remover una franja de poliestireno alrededor de las mismas y colar.
5. Instalaciones: Las instalaciones eléctricas o hidrosanitarias se deslizan por el centro del panel antes de aplicar el mortero, derritiendo el poliestireno con calor o removiéndolo con un cuchillo, si por alguna razón se necesita cortar la malla del panel para introducir instalaciones, se debe restituir la parte seccionada con malla autoensamble.
6. Plomeo y alineación: Para asegurar la cuadratura de la construcción y tener aplanados uniformes, se recomienda antes de comenzar con la aplicación de mortero, plomear y alinear muros y losas utilizando tensores y puntales.
7. Aplanados en muros y losas: El recubrimiento de muros y superficie inferior de losas se aplica manualmente o con lanzadoras de mortero, utilizando mezcla de mortero cemento-arena en proporción 1:3, se realiza en dos aplicaciones: una primera de 1 cm. hasta la malla y al secar esta se aplica una segunda capa para alcanzar un espesor de 2.5 cm. para obtener la mayor resistencia es indispensable mantener la superficie húmeda durante el periodo de curado.
8. Madrinas y contraflechas: las Qualylosas en azoteas y entrepisos se arman sobre madrinas de polines separadas 90 cm. entre sí, dejando contraflechas.
9. Armado de Qualylosas: El lado más largo de la Qualylosa, que es en el sentido que corre el zig-zag de esta, debe ir en el claro corto de la losa (perpendicular a las madrinas).
10. Colado de concreto en Qualylosas: No será necesario utilizar acero de refuerzo en losas para casa habitación de entrepiso con claros de hasta 5 mts. sólo se requiere colar una capa de concreto f'c = 200 kg/cm^2 de 5 cm. de espesor.

2.18 ROYAL BUILDING SYSTEM

Perfil de la empresa

Royal Building Technologies es una empresa manufacturera internacional con sede en Woodbridge, Ontario. La empresa es una división del Royal Group Technologies, el más grande productor de edificios de PVC en Norteamérica y líder en innovación tecnológica en la industria.

Dirección

Oficinas corporativas: Royal building technologies, 1 Royal Gate Blvd. woodbridge Ontario. Canadá L4L 8Z7. Tel. gratuito 1-877-747-WALL (9255)
E-mail: info@rbsdirect.com Dirección electrónica: www.rbsdirect.com

Sistema constructivo

Es un sistema basado en tecnología canadiense reconocida mundialmente. Se caracteriza por brindar rapidez y ahorro durante el tiempo de construcción y los acabados pueden ser a elección.

Es un sistema integral conformado por perfiles de PVC rígidos los cuales se ensamblan entre sí creando muros, techos y paredes; los perfiles se llenan de concreto, creando una estructura monolítica muy resistente, cumpliendo con las normas de construcciones sismorresistentes.

Alternativa para la construcción portátil o fija de varios pisos creando una estructura monolítica muy resistente y antisísmica, ya que adicionalmente estos se refuerzan con varillas de acero horizontales y verticales de acuerdo con el cálculo estructural siendo rápida, económica y segura.

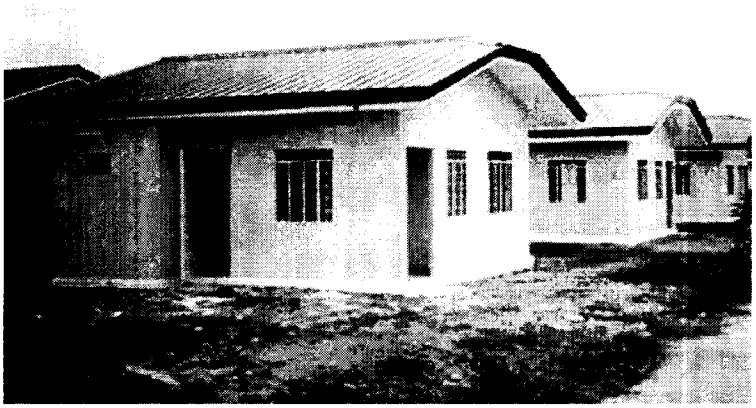


FOTO 2.58. VIVIENDA CON EL SISTEMA RBS

Materiales

El sistema RBS utiliza un polímero rígido extruido que sirve como cimbra que queda fija para muros de concreto, los componentes extruidos se interconectan de modo que su estructura queda como parte del muro una vez que se ha colado el concreto.

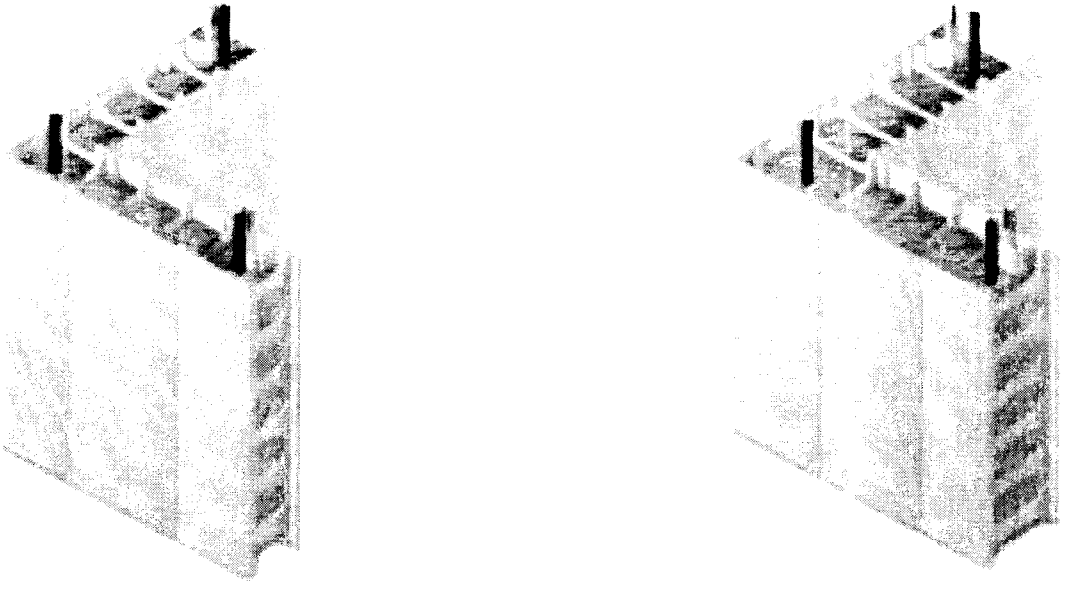


FIGURA 2.16. SISTEMA RBS

Sistema plástico para construcción de viviendas

El sistema de vivienda plástico Royal es un acercamiento hacía la innovación para la construcción de viviendas. El sistema emplea componentes a base de cloruro de polivinilo. Estos elementos extruidos se conectan para formar los muros externos e internos, así como la losa de la vivienda. Los muros pueden tener espesores de 10 a 15 cm, pueden ser rellenados con concreto u otro material y reforzados con acero en caso de ser necesario.

Se han realizados pruebas de laboratorio sobre la utilización de este sistema, los materiales, elementos, conexiones y uniones han sido probadas sistemáticamente contra vientos extremos, sismos, aislamiento térmico y acústico.

Ventajas del sistema

Construcciones rápidas, sencillas, ordenadas y limpias. En solo 4 días trabajadores sin experiencia previa pueden lograr un rendimiento de 60 mt^2 de construcción. Alta rotación de recursos, sencillo de diseñar pues su sistema modular facilita su aplicación en diferentes tipos de diseño arquitectónico.

- Aislante térmico, eléctrico y acústico.
- No se oxida corroe o enmohece, es resistente a la acción de hongos, bacterias, insectos y roedores.
- Incombustible, no genera gases tóxicos.
- Liviano (8 kg/m^2).
- Flexibilidad en estructura y diseño.
- Sismorresistente.
- Ecológico.
- No necesita ser pintado, los componentes del sistema vienen con colores de fábrica que no se alteran con el tiempo.
- Resistente a la mayoría de reactivos químicos.
- Sólido y resistente a impactos y choques.
- Bajo costo de mantenimiento (solo agua y jabón).
- Durable y resistente a rayos UV.
- No le afecta la humedad, salinidad ni brisa marina
- Impermeable, hermético y liviano (1.4g/cm^3)
- Ensamble sencillo y rápido 100% recuperable.
- Sencillo de proyectar y compatible con todo tipo de acabados.
- Puede ser ejecutado por personas sin experiencia previa en el uso del sistema, con una mínima asesoría técnica brindada por módulos.
- Garantía de 20 años mínimo de durabilidad del material.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

- Inicialmente deben limpiarse tanto las piezas como la cimentación donde se desplantarán los muros.
- Los muros RBS se instalan con personal capacitado o supervisado por un especialista.
- Se coloca el acero de refuerzo de forma vertical y horizontal como se requiera según sea el caso y para las instalaciones pueden hacerse las perforaciones que sean necesarias en el panel siempre y cuando no excedan diámetros mayores a 22.5 cm.
- El colado de concreto se realiza por las aberturas superiores y debe vibrarse para un correcto acomodo de la mezcla, debe haber una adecuada planeación para realizar el colado en una sola vez.

2.19 SISTEMA CONSTRUCTIVO DRYWALL

Perfil de la empresa

Adiela de Lombana Ltda., con sede principal en Cali, es la empresa pionera del suroccidente colombiano en la comercialización e instalación de productos para construcción liviana o Sistema Drywall, al igual que de productos del área de decoración y acabados arquitectónicos. Fue fundada en 1986 y a través de 14 años se ha consolidado como una de las empresas más reconocidas en el sector de la construcción comercial y residencial.

Dirección

Avenida 6AN #20N-13, Cali, Colombia, tel. 668 6800 – 668 6866.
Dirección electrónica: www.adieladelombana.com.co

Criterios para el diseño y construcción de edificaciones con el sistema Dry Wall.

Este sistema se crea con la finalidad de contribuir a la difusión de conceptos en ingeniería que nos sean útiles para minimizar los costos y aumentar la productividad.

Diseñar y construir en acero es un arte de detalle más que un trabajo de simple construcción ya que se pueden y deben de utilizar los perfiles de acuerdo a su forma y posición para poder lograr su máxima eficiencia. Con este análisis se pretende fomentar la tendencia de la construcción en seco y de estructuras prefabricadas y desmontables.

En el presente trabajo se exponen los criterios para la ejecución del proyecto y obra completa de un módulo de dos viviendas unifamiliares siguiendo los estándares del sistema Dry Wall. Que podemos describir como la construcción de muros formados por perfiles de acero galvanizado o zimcalum que se disponen de manera equidistante y se unen mediante tornillos, para luego ser recubiertos con planchas de yeso o similar. El espacio que estos perfiles dejan se puede aprovechar eficientemente para tender las diversas instalaciones y/o para colocar materiales aislantes como por ejemplo la lana de vidrio.

Se presentarán las ventajas de este sistema sobre los sistemas convencionales de muro húmedo, así como también la versatilidad de utilizar los perfiles estándar de forma adecuada y eficiente.

Además se muestra la manera de aprovechar la resistencia a la tracción de acero para aumentar la rigidez lateral de los muros sin necesidad de aumentar el espesor de este. La facilidad y versatilidad para ejecutar las instalaciones sanitarias, eléctricas y mecánicas de manera sencilla.

También se muestra que el ahorro en tiempo de ejecución es importante en los casos de construcción en serie, donde existen procesos constructivos que nos definen una ruta crítica y que en estos casos será la más eficiente. Por todas estas razones se presenta este análisis para difundir el empleo en la construcción de los sistemas secos y prefabricados.

Descripción del sistema

El sistema estructural que se emplea para el diseño de las viviendas consta de columnas tubulares que forman pórticos en ambos sentidos y que estarán convenientemente arriostrados con los muros que están formados por dos rieles, uno inferior y otro superior y por parantes verticales los cuales se fijan entre sí por tornillos.

El sistema de entrepiso consta de una parrilla de viguetas sobre las cuales descansa una plancha fijada por medio de tornillos, encima de esta plancha se vacía un mortero de nivelación con una malla para la contracción del fraguado, sobre este nivel se procede a colocar un acabado de piso.

El sistema de falso cielo formado por un sistema liviano suspendido o plafón es necesario ya que tiene doble función, aísla y oculta las instalaciones electromecánicas de entrepisos y también sirve de base a cualquier tipo de aislamiento que pueda ser necesario para mantener la temperatura interior o aislar los ruidos de un piso a otro.

Las instalaciones eléctricas y sanitarias van a estar ocultas dentro del espesor hueco de los muros Dry Wall que varía entre 39 y 153 mm, espacio suficiente para dar paso a las tuberías de instalaciones; el sistema de interruptores y tomacorrientes es el convencional empotrado.

Descripción del módulo a diseñar

Para explicar los diferentes aspectos en la construcción del sistema Dry Wall, se tomará como ejemplo un módulo para dos viviendas unifamiliares de dos pisos, para las cuales se dimensionarán las estructuras de acero.

Especificaciones de los materiales a emplear por el sistema Dry Wall

Para la construcción en el sistema de muro seco y de perfiles de acero se utilizarán las siguientes especificaciones en cuanto a los diferentes materiales involucrados.

- Perfiles para estructura principal.- Acero estructural de Gr. 36 según la norma ASTM A36.
- Perfiles para viguetas de techo y viga maestra.- Acero estructural de Gr. 36 de espesor delgado según la norma ASTM A570.

- Perfiles para estructura de muros Dry Wall.- Acero galvanizado de espesor delgado Rollforming, según la norma ASTM A792 y ASTM A563 ambos en Gr. 33.

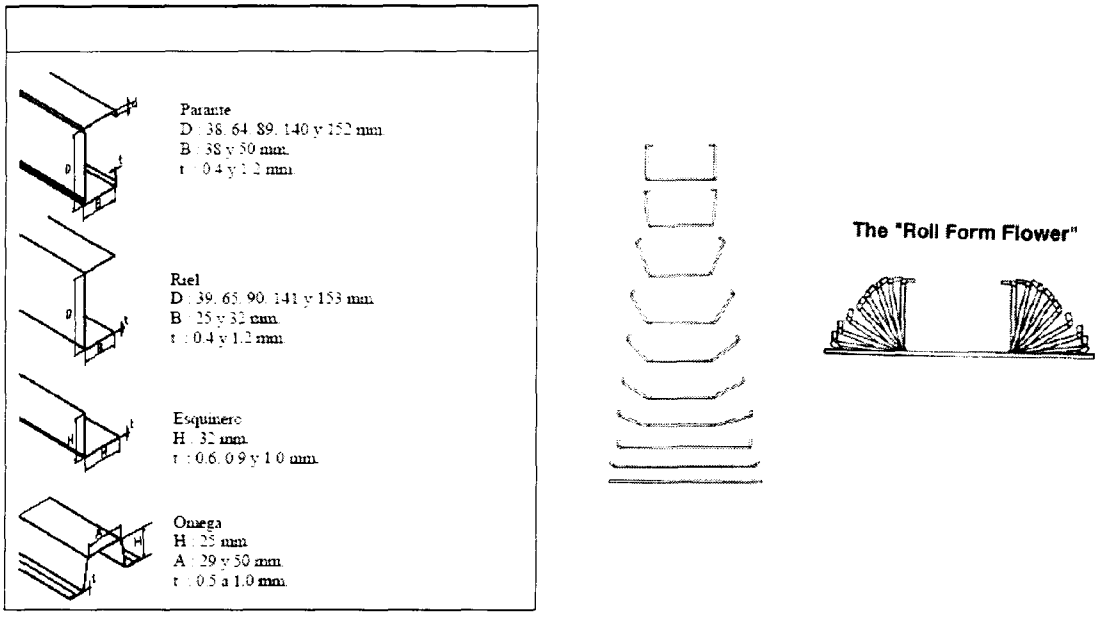


Figura 2.17. PERFILES DE ACERO GALVANIZADO

- Clavos y fulminante.- se usan para la fijación de los perfiles tipo riel a la losa de piso
- Tornillos.- Existe una gran variedad de tornillos para cada uso específico, por lo que se tienen los siguientes: Tornillos tipo Wafer o pan, para la fijación entre los perfiles y Tornillos Drywall 1 5/8" ó 1 ¼" para fijación de la placa de yeso a la estructura, tienen la cabeza en forma de trompeta para enrasarse a la superficie de la plancha sin dejarse notar.
- Planchas de revestimiento.- Es común utilizar dos tipos de placas para los revestimientos según sea el uso y el acabado deseado:

  Plancha de yeso.- Formada por un núcleo de roca de yeso bihidratado revestida por un papel de celulosa especial de alta resistencia, se utilizan para revestir muros de tabique o en aquellos exteriores en los cuales no habrá severa exposición climática, en espesores de 3/8", ½", 5/8" y en dimensiones de 1.20 mt x 2.40 mt, tiene un peso promedio de 11 kg/m^2

  Plancha de fibrocemento.- Formada por una mezcla de cemento-cal se utiliza en fachadas, entrepisos o lugares donde sea necesario tener mayor resistencia de la pared, en espesores de 14, 17 y 20 mm y en dimensiones de 1.20 x 2.40 mt, tiene un peso promedio de 15 kg/m^2.

- Falsos plafones.- Están suspendidos en el fondo de las viguetas de techo, por encima de el se ocultarán las instalaciones eléctricas y sanitarias, así como sistemas de calefacción o aire acondicionado.
- Sistemas de Aislamiento.- En estos tipos de construcción es importante contar con un adecuado sistema de aislamiento acústico y de ser necesario térmico. Existen diversos procedimientos para conseguir un adecuado aislamiento, por ejemplo se puede utilizar el principio de debilitar las ondas sonoras, que consiste en colocar obstáculos en su paso aprovechando que el muro es hueco pueden colocarse diversos materiales para aislar el sonido como son: el poliuretano, el poliestireno, la lana de vidrio, que nos permiten aislar tanto acústica como térmicamente.

Detalles constructivos

A continuación se muestran algunos de los detalles constructivos típicos en la construcción con el sistema Dry wall.

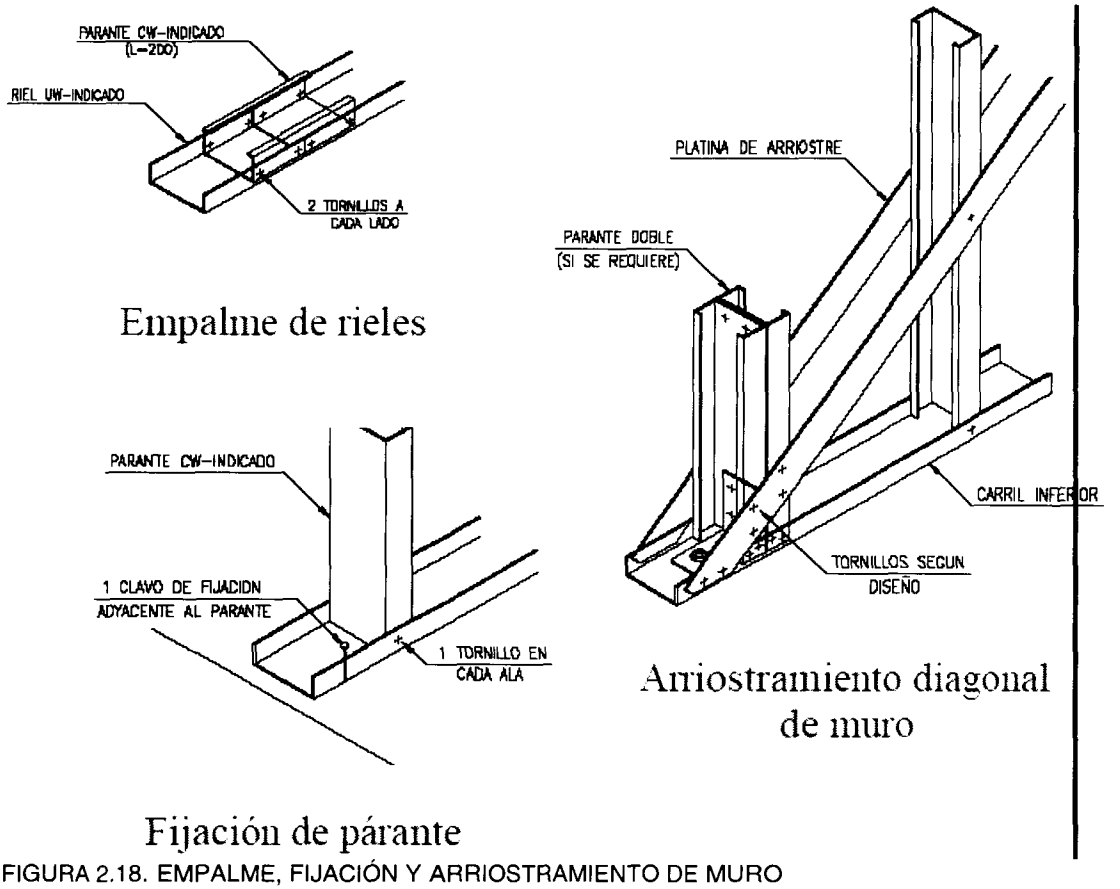
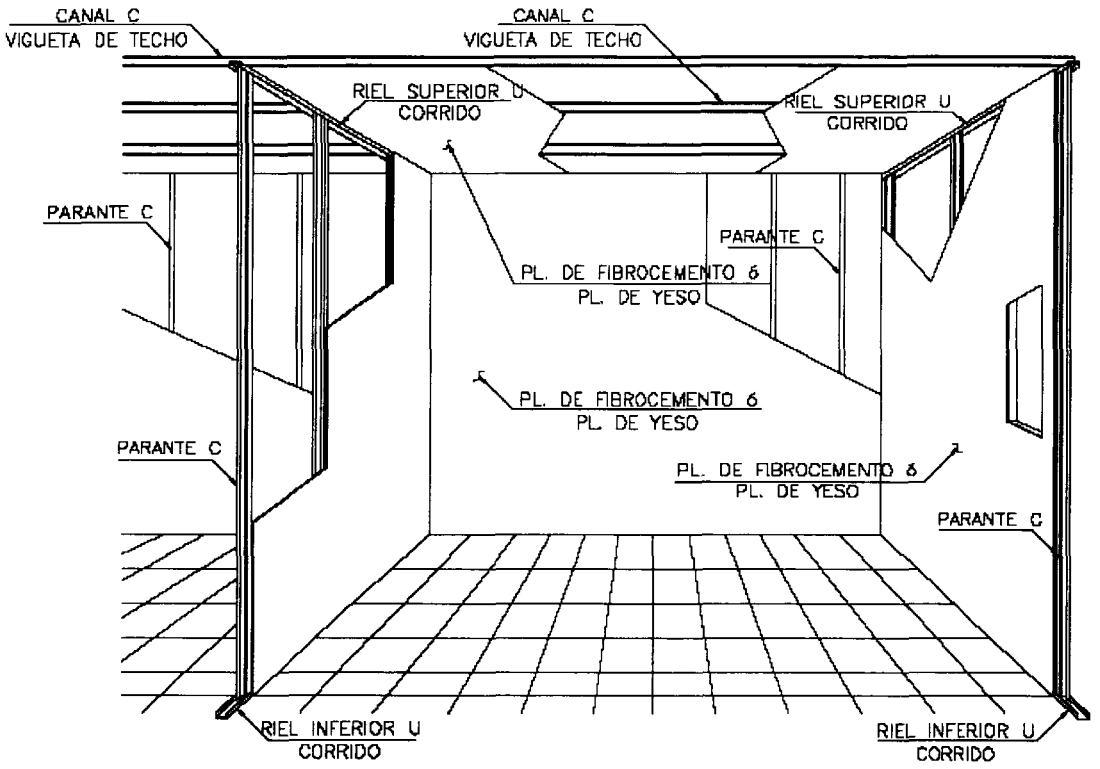


FIGURA 2.18. EMPALME, FIJACIÓN Y ARRIOSTRAMIENTO DE MURO



APLICACIÓN
DEL SISTEMA DRY-WALL

FIGURA 2.19. DETALLE DEL SISTEMA DRY-WALL

Conclusiones del sistema Dry Wall

- Se compararon en primer lugar los tiempos de ejecución de los trabajos
- Proyecto de vivienda con perfiles de acero y muros Dry Wall = 90 días
- Proyecto de vivienda con sistemas tradicionales de albañilería = 30 días
- Se demuestra esto realizando una programación de la obra, siendo este ahorro de tiempo favorable para la construcción en serie.
- Se encuentra la ventaja de la construcción en seco que es poder recuperar los materiales empleados íntegramente.
- Se pueden desmontar los muros y/o cambiarlos de posición.
- Se estima un ahorro en el tiempo de ejecución de las instalaciones eléctricas hasta de 20%.
- Facilidad para poder modificar o reparar las instalaciones electromecánicas y sanitarias con mayor facilidad y a menor costo
- Se pueden evitar las cimentaciones profundas, ahorrando así un considerable volumen de movimientos de tierra.
- Se logran mejores acabados arquitectónicos, empleando materiales versátiles y de ligero peso.
- De los diseños efectuados podemos extraer los siguientes valores notables:

  Peso de perfiles Dry Wall $6kg/m^2$

2.20 SISTEMA CONSTRUCTIVO MODULAR CASSINA

Sistema industrializado de construcción en seco

Este sistema constructivo es apto para la edificación de vivienda en serie. La empresa opera bajo la modalidad de planta "llave en mano", contando con un servicio de asesoramiento para montaje.

El sistema está basado en paneles de concreto armado con un alto grado de aislamiento termoacústica en paredes y techo, y un acelerado plazo de ejecución, consecuencia de una óptima racionalización de materiales y recursos en todas las etapas de la obra. Las dimensiones oscilan entre los 3 m^2 y los 10 m^2 por panel y un peso de 120 kg/m^2.

Al ser abierto y flexible, el sistema permite libertad en el diseño y elección de los materiales, logrando distintos grados de terminación y distribución, sin provocar variaciones en la calidad estructural del sistema.

Dirección

Oficina de asesoramiento y ventas. Maipú # 474 5° piso C.P. 1006 – Capital Federal – Argentina. Tel. 054-011-4394-8152
E-mail: cassina@dataco10.com.ar Dirección electrónica: www.cassina.com.ar

Descripción del sistema constructivo modular

1. Descripción y composición: Sistema constructivo para la construcción de viviendas en serie, compuesto por elementos prefabricados semipesados que parten de un módulo básico de 1.15 mts. de ancho constituido por paneles portantes de concreto armado para muros interiores y exteriores, columnas y vigas. La instalación eléctrica se realiza conectando la tubería embebida en los paneles premoldeados diseñados para tal efecto. La instalación sanitaria se realiza en forma tradicional. El montaje de los elementos es manual y en seco. El módulo adoptado como ancho de los paneles permite una gran flexibilidad para adaptarse a cualquier diseño sea cual fuere su superficie total.
2. Columnas: Constituyen el elemento de vinculación y articulación entre paneles y rigidizan el sistema fijándolo al suelo a través de pequeñas zapatas cuadradas. Las columnas son prefabricadas de concreto armado tradicional de 10x10 cm. de sección, con armaduras de 6 mm. de acero y estribos de 4.2 mm cada 15 cm.
3. Paneles exteriores e interiores: Son paneles de concreto armado aligerados con arcilla expandida, doble mala de acero y con un alma de poliestireno expandido de 5 cm. que actúa como aislante térmico.
4. Revestimiento: en paredes exteriores e interiores se pede aplicar un revestimiento plástico o cemento texturizado salpicado o liso.

Procedimiento constructivo

- Preparación del terreno (preliminares), armado y colado de zapatas (dependiendo del proyecto), así como instalaciones sanitarias.
- Colocación de columnas prefabricadas a una distancia no mayor de 3 paneles (3.45 mts.).
- Se comienza el montaje de paneles a medida que se van completando, las paredes se van alineando y aplomando.
- Se realiza el colado en juntas entre paneles y se continua con el montaje de paneles de cerramiento superior.
- Montaje de la estructura de cubierta, al ser un sistema abierto permite cualquier opción.
- Ejecución del revestimiento sobre muros exteriores e interiores.
- Ejecución de instalación eléctrica, de gas y sanitaria
- Acabados finales, ventanas y puertas, pintura, piso y retoques.

2.21 SISTEMA CONSTRUCTIVO MONOLITE

Introducción al sistema

El sistema constructivo Monolite, es ideal para cualquier tipo de construcción ya sea de interés social, residencial, industrial o comercial, con el confort que ofrece un aislamiento térmico y acústico integrado y una alta resistencia que garantiza el buen resguardo de su inversión. La versatilidad del panel Monolito lo hacen ser el elemento ideal para la construcción de fachadas, ampliaciones o detalles arquitectónicos de una manera rápida, fácil y limpia, disminuyendo en mas de un 30% las cargas con respecto a los sistemas constructivos tradicionales.

Dirección

Oficina México. Eje central Lázaro Cárdenas No. 215 Col. Portales, México, D.F. C.P. 03300 Tel. (55) 5539-6860 E-mail: ingenieria@monolite.com.mx
Dirección electrónica: www.monolite.com.mx

Productos

Los paneles del sistema constructivo Monolite están compuestos de un alma de poliestireno expandido auto-extinguible de densidad variable, y una doble malla de acero trefilado electrosoldadas y unidas entre si por medio de conectores del mismo material. El acero de alta resistencia se ofrece en dos presentaciones, pulido o galvanizado, para satisfacer la demanda de las diferentes condiciones de trabajo y bioclimáticas. Las materias primas son de la mas alta calidad y cumplen con las normas oficiales. El panel constructivo Monolita está acreditado para uso estructural en muros, techos y entrepisos, lo que permite que sea un producto aceptado por organismos tales como INFONAVIT, FOVI, Banco de México, etc.

Presentaciones

PANEL MONOLITE ONDULADO

Este panel se emplea en muros divisorios y portantes, así como en losas. Se fabrican como estándar en 2,3 y 4 pulgadas de espesor y 8,9 y 10 pies de largo con un ancho estándar de 1.125 mts. El corte ondulado de poliestireno permite tener el recubrimiento apropiado de mortero para desarrollar la capacidad estructural máxima del producto.

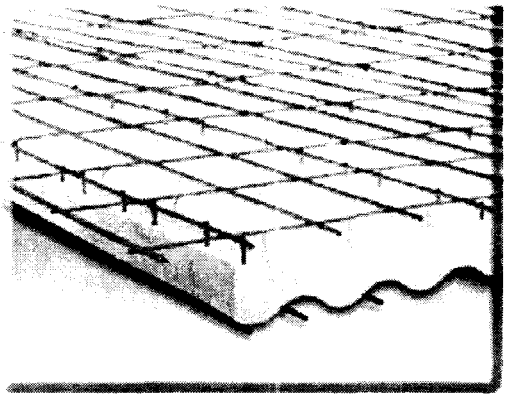
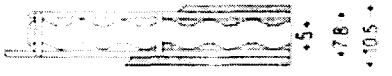


FOTO 2.59. PANEL MONOLITE ONDULADO

Datos técnicos

Características	PM02"	PM03"	PM04"
Carga axial	10,270 kg/ml.	14,025 kg/ml.	16,130 kg/ml.
Flexión	383 kg/ml.	480 kg/ml.	635 kg/ml.
Carga lateral	4,000 kg/ml.	5,000 kg/ml.	6,000 kg/ml.
Aislamiento térmico	4.06	6.81	9.45
Aislamiento acústico	46 dB	46 dB	46 dB
Resistencia al fuego	150 °C – 60 min	150 °C – 60 min	150 °C – 60 min

TABLA 2.10. DATOS TÉCNICOS DEL PANEL MONOLITE



P.M.O. 2

P.M.O. 3

P.M.O. 4

FIGURA 2.20. TIPOS DE PANEL MONOLITE

PANEL MONOLITE HUECO

Este panel se utiliza solo cuando las condiciones de carga sobrepasan la capacidad estructural del panel ondulado. Los huecos interiores se rellenan con concreto lo que incrementa la capacidad de carga de los mismos. El espesor del panel es de 16.3 cm. y longitud variable desde 8 hasta 20 pies.

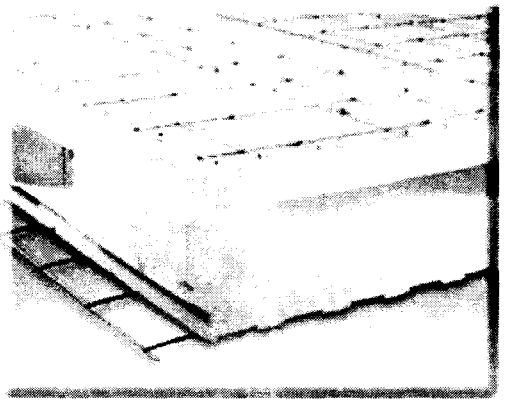


FOTO 2.60. PANEL MONOLITE HUECO

PANEL MONOLITE DOBLE

Está compuesto por un par de paneles unidos entre si por conectores de acero, teniendo un espacio libre entre ellos. Al vaciarse de concreto el núcleo interior y contar con malla de acero de alta resistencia en ambos lados, se genera un elemento con una gran capacidad estructural y aislante.

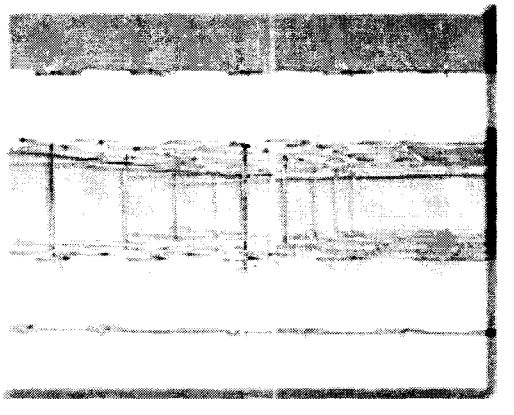


FOTO 2.61. PANEL MONOLITE DOBLE

PANEL MONOLITE BOVEDILLA

Este panel se emplea en losas de azotea y entrepiso. Su diseño moldea un par de ranuras a lo largo del panel en donde se refuerza con acero estructural para conformar una serie de secciones tipo "T", lo cual representa una excelente solución estructural para cubrir claros hasta de 9 mts.

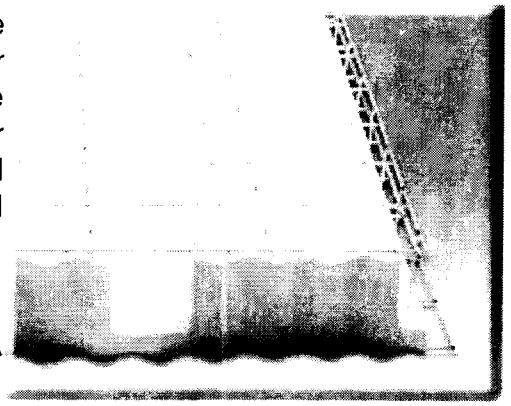
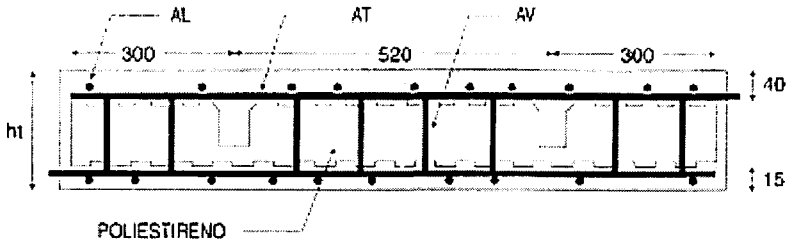
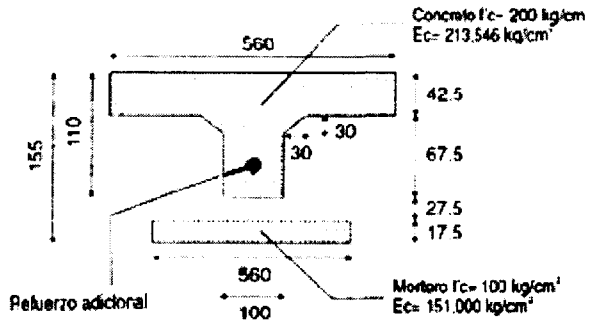


FOTO 2.62. PANEL MONOLITE BOVEDILLA

PANEL MONOLITE BOVEDILLA 1
ht = 155 mm.





AL = Alambre Longitudinal Cal. 10
AT = Alambre Transversal Cal. 11
AV = Alambre Vertical Cal. 11

ESFUERZO DE FLUENCIA EN:
Alambre del panel Fy = 5,000 kg/cm²
Refuerzo adicional Fy = 4,200 kg/cm²

NOTA: Acotaciones en mm.

FIGURA 2.21. ARMADO DE PANEL MONOLITE BOVEDILLA

PANEL MONOLITE ACÚSTICO

En este panel se conjugan la capacidad estructural de un panel de carga y el aislamiento acústico, además de las propiedades térmicas propias del sistema Monolito. Se fabrican sobre pedido en dimensiones estándar en ancho, espesor y longitudes variables.

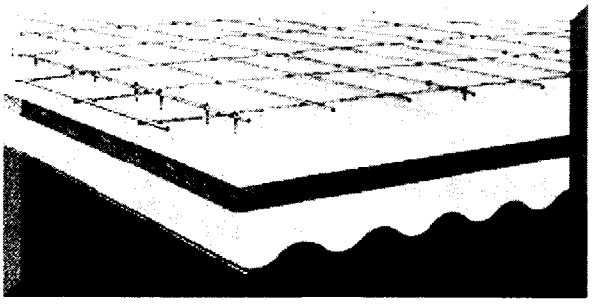


FOTO 2.63. PANEL MONOLITE ACÚSTICO

ESCALERA MONOLITE

Es la solución ideal para la construcción de escaleras en el mínimo tiempo posible, contando con excelente capacidad estructural.

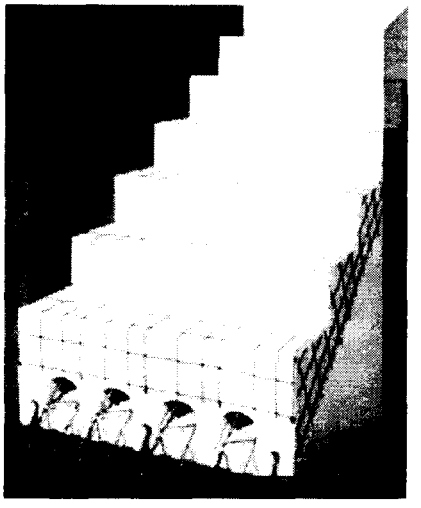


FOTO 2.64. ESCALERA MONOLITE

Procedimiento constructivo

El procedimiento para la construcción de edificaciones con el sistema constructivo Monolite lleva una secuencia lógica, en la cual son indispensables las labores básicas de la construcción, como lo son el correcto alineamiento, plomeo y anclaje de los muros y la nivelación y correcto soporte de la losa sobre sus apoyos. Lo que garantizará un producto terminado de alta calidad con las ventajas propias del sistema en cuanto al aislamiento térmico y acústico y la gran capacidad resistente del mismo, añadiendo a esto la rapidez de construcción que abate tiempos de ejecución hasta en un 30%.

1. Cimentación: Para sujetar el panel a la cimentación, es necesario colocar varilla de 3/8 con una separación de 40 cm. entre ellas. Las varillas serán de 50 cm. de alto.
2. Montaje: Los paneles se colocan deslizándolos entre las varillas previamente colocadas y amarrándolos después con alambre recocido.
3. Uniones: Una vez colocados los paneles de los muros, se unen con la malla unión que los mismos paneles tienen integradas, amarrándolos con alambre o con grapas. Para la unión en esquinas se utiliza la malla escuadra.
4. Puertas y ventanas: Para aberturas en puertas y ventanas, primero se decide el lugar de colocación, se marca y se recorta la malla con pinzas.

5. Malla de refuerzo: en los vanos de puertas y ventanas se colocan mallas de refuerzo tipo "u" así como refuerzos de malla plana en las esquinas. Se debe dejar la preparación para fijación posterior de marcos.
6. Instalaciones: Para introducir las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias es necesario marcar los lugares y utilizar una pistola de aire caliente o cualquier fuente de calor para derretir un poco de poliestireno.
7. Zarpeo: después que los paneles han sido unidos, alineados y plomeados se procede directamente a la proyección del mortero. El zarpeo aplicado a los paneles de las paredes se realizará con una lanzadora neumática o en forma manual.
8. Panel en losas: Se apuntala antes del colado y de la colocación del cablaeado y cajas en el techo. Las madrinas serán perpendiculares al sentido largo de los paneles y estarán espaciadas cada 0.60 mts. y los puntales a 1.20 mts. Se recomienda un zarpeo inicial en la parte inferior de la losa para un mejor trabajo antes del colado de la capa superior de compresión.

Ventajas del sistema constructivo Monolito

- Aislante térmico-acústico
- Ideal para zonas sísmicas
- Económico y rápido de instalación

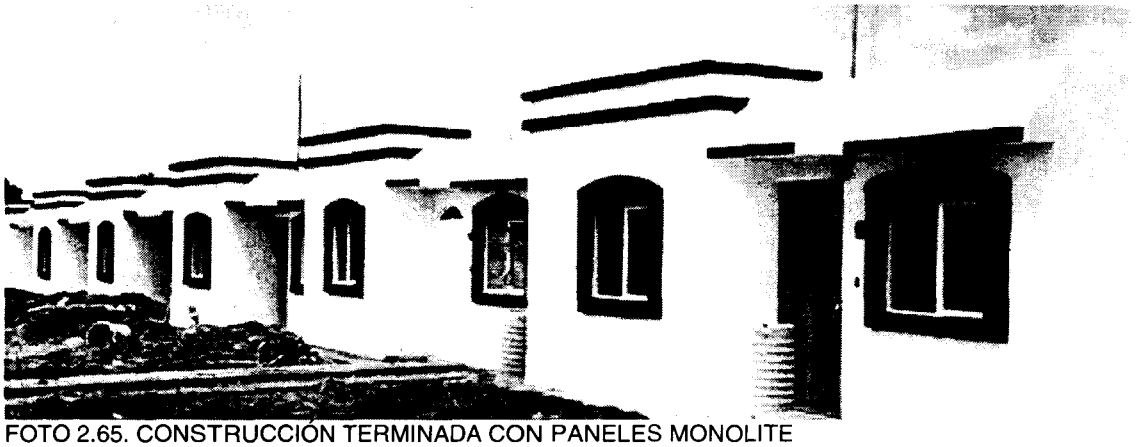


FOTO 2.65. CONSTRUCCIÓN TERMINADA CON PANELES MONOLITE

2.22 SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL

Para efectos de estudio, el sistema tradicional se ha considerado como una tecnología constituida por muros de block de concreto y losa maciza de concreto f'c = 250 kg/cm^2. a continuación se detallarán los componentes básicos de este sistema, así como sus características y desventajas.

Productos

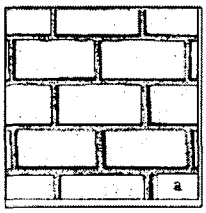
BLOCK

El block de concreto es elaborado a partir de 3 materiales: agregado grueso, cemento Pórtland y agua. Es una unidad hueca de albañilería constituida por pretiles que encierran dos celdas o alvéolos que tienen la función de paso de instalaciones eléctricas, sanitarias o refuerzos de acero. De esta forma los bloques de concreto sirven de encofrado permanente convirtiéndose en elementos estructurales y sismo-resistentes. Las proporciones de los materiales varían de acuerdo a la resistencia de la unidad que se fabrique.

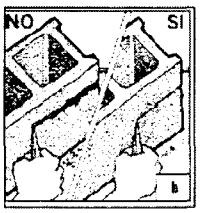
La finalidad de la producción de block consiste en obtener una resistencia adecuada con la mínima densidad y el mínimo contenido de cemento (Peso específico de < a 1.9 ton/m^3 y f'c = 140 kg/cm^2) reduciendo al mínimo el costo de los materiales y el riesgo de producir unidades con excesiva contracción de fraguado (Santillán, 2002).

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL BLOCK

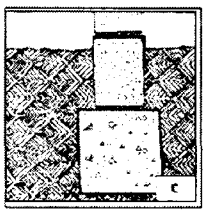
La industria del block de concreto abarca una serie de etapas y procesos, como son: la adecuada selección de materiales, la resistencia estructural del concreto, la excelencia en las propiedades del block (dimensión, acabados, textura, aislamiento térmico, absorción del sonido, resistencia mecánica, etc.)



a.-Uniformidad. en su apariencia y calidad



b.-Resistencia adecuada. la cual indica la calidad del bloque.



c.-Baja absorcion de humedad. muy utilizados para Sobrecimientos.

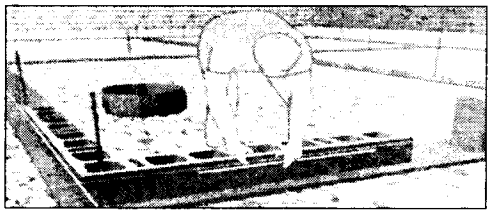
FIGURA 2.22. CARACTERÍSTICAS DEL BLOCK

TIPOS DE BLOCK

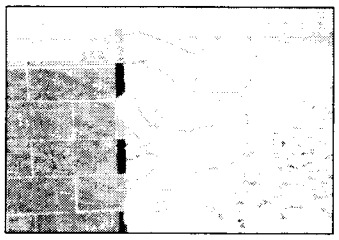
Las medidas del block de concreto varían en el siguiente orden: ancho, alto, largo; usualmente se fabrican con diferentes anchos (10, 12, 15 ó 20 cm.), altos (20 ó 25 cm.) y de largo constante (40 cm.).

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MUROS

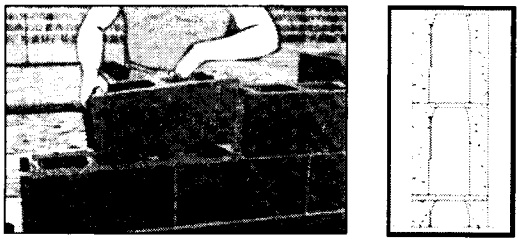
El block de concreto como toda unidad de albañilería debe seguir una serie de pasos, recomendaciones y especificaciones.



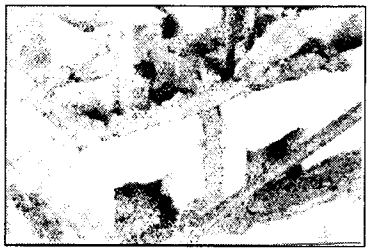
A.-Emplantillado y asentado de la primera hilada



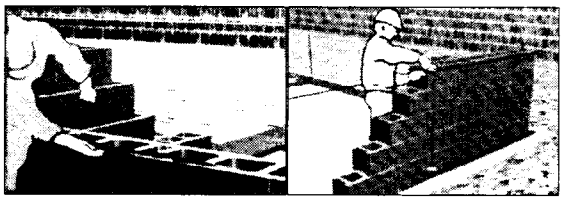
B.-Control de las juntas con el uso del escantillón



C.-Asentado de los bloques, solo en los bordes del bloque



D.- Aberturas de limpieza



E.- Comprobación del Alineado y horizontalidad de los muros

FIGURA 2.23. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MUROS

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LOSA

- Cimbrado. Se colocan puntales, los cuales reciben a las vigas madrinas y éstas a su vez a los polines que van colocados en forma transversa, para después clavar tablas de ¾" sobre estos. Los puntales van apoyados sobre un arrastre para que quede firme.
  Para evitar que el concreto se pegue a la cimbra, es necesario con anterioridad bañar la cimbra con aceite quemado. La unión de las tablas debe quedar a tope para evitar que el concreto escurra.

La cimbra se debe quitar a los 15 días después de haber vaciado el concreto; o en caso de que se use aditivo acelerante, se puede retirar la cimbra en un tiempo más corto; es conveniente dejar puntales al centro del claro.

- Armado. El armado de una losa se realiza con varilla corrugada, la cual debe ser con un fy = 4200 kg/cm^2, formando una retícula en ambas direcciones. El diámetro y separación de las varillas dependerá del cálculo previamente hecho.
- Colado y curado. El colado puede hacerse mediante el acarreo de concreto en botes o por bombeo. El concreto debe tener la plasticidad necesaria para hacer manejable la mezcla (Flores, 2003).

2.23 SYMONS CORP. TECNOLOGÍA EN CIMBRAS

Perfil de la empresa

La corporación Symons es líder en la manufactura de cimbras para concreto. Ofrece la línea más completa de sistemas para cimbras de concreto y productos especiales para mejorar procedimientos constructivos. Esto ha ayudado a contratistas de todo el mundo a realizar sus trabajos más fácilmente, rápido, de una forma segura y con mayores ahorros.

Dirección

Symons corporation, 200 East Touhy Avenue, Des Plaines, Illinois 60018, USA.
Tel : 47-298-3200 E-mail : info@symons.com Dir. Elect: www.symons.com

Productos

- *Resi-ply*

Es un sistema económico de contrachapado que se utiliza como alternativa para trabajos típicos de cimbrado en muros.

El sistema de hojas de cimbra de 1-1/8" está diseñado especialmente para viviendas y muros pequeños de concreto.

Esta cimbra se coloca tanto en el interior como en el exterior y se posiciona con corbatas una vez que ha sido alineada. Su simple diseño asegura rapidez y eficiencia.

FOTO 2.66. SISTEMA RESI-PLY DE SYMONS

El sistema Resi-ply consiste en más de 150 paneles estándar de diversos tamaños que al combinarlos de acuerdo al proyecto de cada cliente es posible cimbrar una vivienda en un solo día.

- *Symons Silver*

El sistema Symons Sylver para encofrar es un diseño técnicamente preadaptado, reutilizable y construido en fábrica. El sistema ahorra tiempo ya que es muy fácil de armar y desarmar. No se necesita medir, aserrar taladrar ni clavar. Sólo es necesario un mínimo aprendizaje para que el obrero trabaje con la máxima eficacia

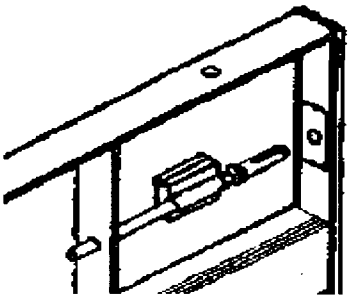
El sistema de cimbra Symons Silver presenta una cara de contacto de 0.125" con protección en las esquinas para mayor durabilidad. Este sistema se

compone de más de 200 tamaños de paneles y esto conjuntamente con los accesorios hacen de la cimbra Symons Silver un sistema completamente integral para la construcción de vivienda.

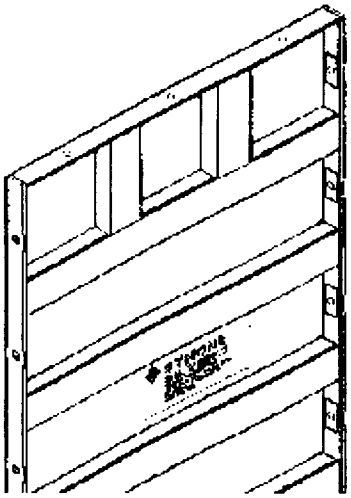
Características de la cimbra Symons Silver

- La cimbra tiene una sola cara de aluminio muy densa, esta hoja de contacto hace que haya menos pandeo.
- Hay cimbra con hoja de contacto texturizada en forma de ladrillo o piedra.
- Symons Silver se presenta en tamaños estándar de 30 cms. a 270 cms. con incrementos de 30 cms. y anchos disponibles desde 10 cms. hasta 90 cms. las barras de refuerzo vienen desde 2.50 hasta 5 cms.
- Todos los paneles son compatibles, los accesorios son patentados y estándar, además pueden usarse con otros sistemas de aluminio.
- Con un buen mantenimiento y cuidado puede esperarse una eficiencia hasta de 2000 usos.
- Un panel común que mide 90x240 cms pesa 38 kgs. La cimbra de menores dimensiones también presenta una hoja de contacto más delgada.
- Todos los componentes de aluminio son probados completamente para soportar un esfuerzo de 4,882 kg/m^2.
- Cojinetes de acero de alta resistencia protegen las barandillas laterales y facilitan la alineación precisa además de alargar la vida del producto.

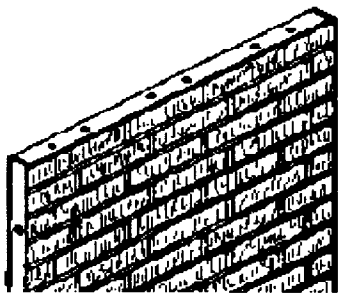
Diseño de los paneles



Opción de herraje acoplado



Sistema de 6-12



Textura de ladrillo

FIGURA 2.24. DISEÑO DE LOS PANELES SYMONS

- *Steel-ply*

Este es el sistema de cimbras más popular, reusable, diseñado para máxima eficiencia que es producido por Symons.

FOTO 2.67. SISTEMA STEEL-PLY

Steel-ply está creado para máxima versatilidad, puede ser utilizado para cualquier tipo de construcción sin ningún problema y puede alcanzar las dimensiones que sean necesarias combinando paneles.

El sistema Steel-ply combina barras de acero de refuerzo de alta resistencia con una hoja de madera especial que soporta cargas de 1000 psf. Este nivel de carga presenta las siguientes ventajas:

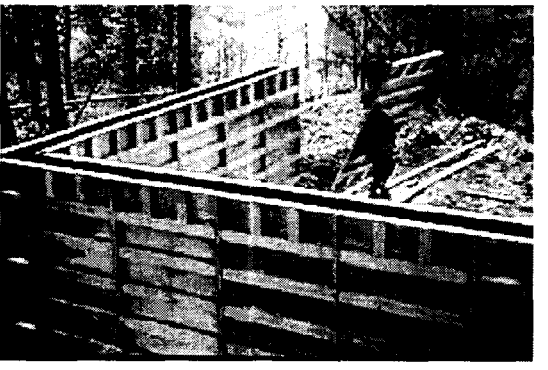


FOTO 2.68. ARMADO CON EL SISTEMA STEEL-PLY

- Reduce la utilización de accesorios en comparación con sistemas de aluminio.
- Incrementa la productividad.
- También está la opción del panel con hoja de madera y una superficie de acero de contacto de 12 mm. de ancho entre la hoja de madera y la de acero.
- Costo mas bajo en comparación con otros sistemas de cimbras.
- Los trabajadores manejan menos peso cuando utilizan los paneles steel-ply, esto se traduce en menor tiempo para la colocación de cimbra, para el descimbrado y para el traslado a otra vivienda.
- No se requieren herramientas especiales, con un martillo ordinario puede colocarse la cimbra sin problemas.

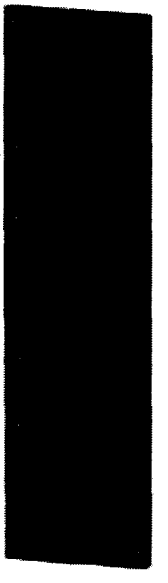


FOTO 2.69. PANEL STEEL-PLY

2.24 UNISPAN

Perfil de la empresa

Opera en Latinoamérica desde 1994 producto de la asociación con Uni-Span Sudáfrica, que es el que fabrica y provee el equipo. Uni-Span vende y arrienda moldes metálicos para la construcción de toda obra que implique estructuras de concreto, ya sea edificación de viviendas, edificios, departamentos u obras civiles.

Dirección

Heliodoro Yañez 1761 – Providencia – F: (56-2) 3738599. Santiago – Chile.
E-mail: ventas@uni-span.com Dirección electrónica: www.uni-span.com

Productos

Muros

- El sistema de moldes de muro es básicamente un conjunto de elementos metálicos que conforman un mecano.
- Su elemento principal lo constituye el panel metálico E/F (Economy Form).
- Se encuentra en varias medidas, siendo el principal de 2.4 x 0.6 mts., lo que permite que el sistema sea muy versátil.
- El sistema de moldes para muros es empleado en las más variadas estructuras, como la edificación de viviendas.

Elementos del sistema

- Paneles Uni-span: Por su peso liviano, los paneles E/F son muy apropiados para el uso manual. Sus dimensiones resultan ser muy prácticas en todo tipo de obra. El panel se puede usar en posición vertical y/o horizontal, empleando los juegos de cuñas para llegar a cualquier altura o longitud.

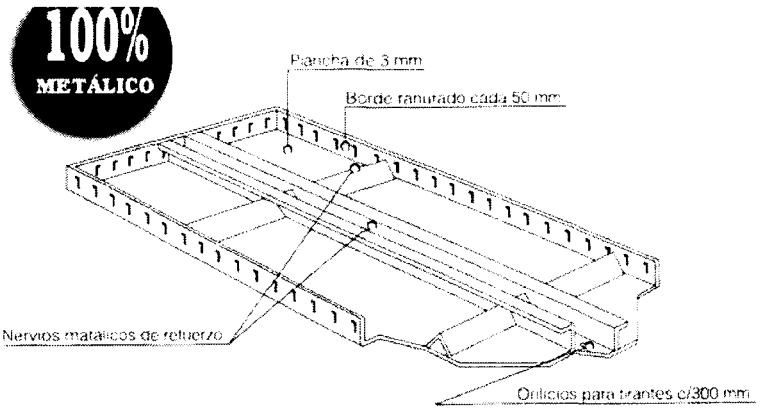


FIGURA 2.25. PANEL UNISPAN

- Esquinero Uni-span: el esquinero interior se usa en los encuentros de muro, encuentro de muro y losa y en vigas normales y losa, el exterior es para unir los vértices externos de los muros.
- Cuñas: Los juegos de cuñas conectan un panel con otro, se usan aprox. 4 cuñas x m^2.
- Alineadores y grapas: El tubo alineador se utiliza para alinear muros, se usan 0.14 unidades por m^2 de molde, el canal alineador es de 10 x 5 cm. La grapa B conecta el tubo alineador al panel y la grapa C conecta el canal alineador al panel.

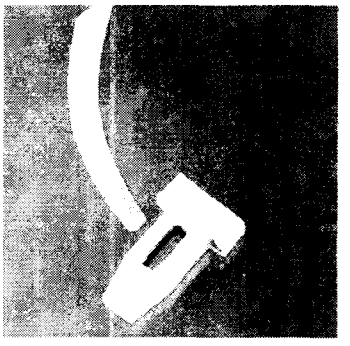


FOTO 2.70. ALINEADORES Y GRAPAS

- Alzaprima push-pull: Su función es aplomar el moldaje. Actúa en ambos sentidos es decir, tira y empuja, por lo que su uso es por una sola cara del molde.
- Tirantes Uni-Span: están formados por una barra de hilo de paso largo autolimpiante, dos tuercas, dos golillas, dos conos plásticos recuperables y un trozo de PVC que actúa como separador y camisa para recuperar la barra de hilo.

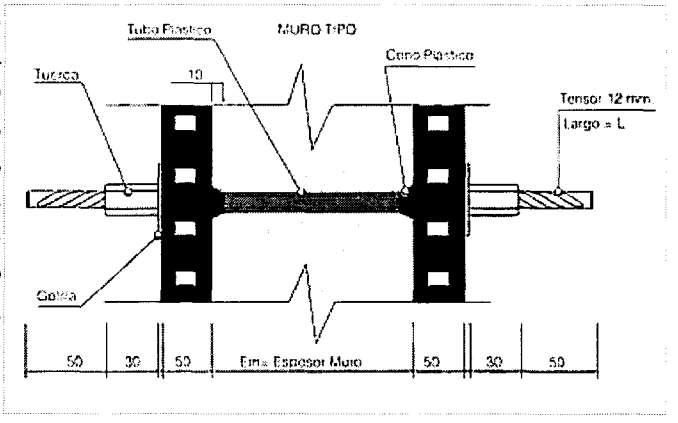


FIGURA 2.26. TIRANTES UNISPAN

Losas

Es un sistema de componentes compactos y modulares, fácil de almacenar y transportar, que requiere una mínima y fácil mantenimiento. Al ser modular, es fácil de armar y desarmar, no requiere mano de obra especializada. Su descimbre rápido permite el retiro a los 3 ó 4 días de todo el sistema de moldes.

Elementos del sistema

Posee seis componentes 100% metálicos que le otorgan gran durabilidad (mínimo 300 usos) que son:

- Gata Base: Elemento inferior regulable, donde descansa el puntal Uni. Puede ser reemplazado por una placa base cuando las condiciones del terreno así lo permitan.
- Puntal Uni: Elemento vertical que junto a los travesaños conforman el catre que soporta el molde. Cada unidad soporta una carga de hasta 4000 kg. y

puede disponerse en claros de 2.5 mts. en sentido longitudinal y a 1.3 mts. en sentido transversal.

- Travesaños Uni: Son elementos de arriostramiento horizontal. Se usan sólo en esa posición, ubicando dos travesaños por puntal. Poseen una cuña cautiva que se une al puntal para evitar posibles extravíos.
- Gata Doble Cabeza: Elemento superior regulable que soporta las vigas Kwikstrip y que en conjunto con este elemento permiten el descimbre rápido.

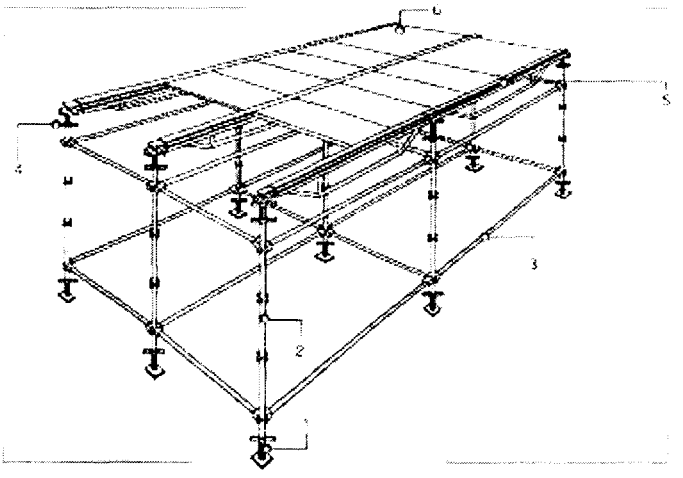


FIGURA 2.27. SISTEMA DE CIMBRADO PARA LOSA UNISPAN

Ventajas de utilizar el sistema Uni-span

- Rápida ejecución.
- Calidad en terminaciones y precisión en la obra.
- No requiere mano de obra especializada, sistema sencillo de reducida cantidad de piezas.
- Se consigue una alta productividad.
- Superficie lisa y homogénea.
- Equipo muy durable (más de 300 usos) lo que se traduce en un menor valor del metro cuadrado a moldear.
- Sistema muy versátil por la capacidad de adaptarse a diferentes diseños.
- Ahorro directo por menor gasto en tiempo, mano de obra y terminaciones que puede llegar hasta un 70%.
- Permite trabajar con mayores claros y cargas de concreto.
- Tiene incorporado elementos de seguridad y andamios.
- Obras limpias, ordenadas y seguras.

2.25 USG MÉXICO

Perfil de la empresa

USG México, S.A. de C.V. se fundó en México el 5 de noviembre de 1969 como una empresa subsidiaria de USG. Con el tiempo se consolidó como la empresa líder en tecnología y con mayor participación de mercado en el ámbito de la construcción de la República Mexicana.

Dirección

Carretera a Monclava km. 1.5 Camino a la Laguna km 2.5 El carmen, Nuevo León.
Tel: 01 81 8158 7003 E-mail: ptamonterrey@usg.com.mx
Dirección electrónica: www.usg.com.mx

Productos

Soluciones tablaroca

Tableros de yeso para muros divisorios y falsos plafones. La evolución del sistema constructivo por sus nobles características: construcción en seco, rapidez de instalación, decoración rápida, estabilidad dimensional, resistencia al fuego y al agrietamiento.

Componentes

- Tableros de yeso: tableros con núcleo de yeso encapsulado en grueso papel reciclado en la cara aparente y un papel duro reciclado para el recubrimiento en la parte posterior. El papel en la cara aparente va doblado sobre los bordes para reforzar y proteger el núcleo. Están fabricados en 9.6 y 12.7 mms. de espesor. Cuentan con bordes longitudinales rebajados en la cara aparente. Ancho 1.22 mts. largo 2.44 y 3.05 mts; también se manejan longitudes diferentes a las anteriormente mencionadas sobre pedido especial. Se manejan diversos tipos de Tablaroca, las hay normales, resistentes al fuego, resistente a la humedad y con capa de base tablacemento que se utiliza en recubrimientos exteriores.
- Perfiles metálicos: Elementos metálicos en lámina galvanizada en calibre 26 y 28 para el armado de bastidores.
- Tornillos y fijadores: Especialmente diseñados para la fijación de los tableros de yeso a los perfiles metálicos
- Adhesivos y tratamientos de juntas: Línea de productos creados para el tratamiento de juntas en tableros de yeso y dejar lista la superficie para recibir acabados.
- Productos Perfatrim: Productos para proteger las esquinas y aristas en superficies de tableros de yeso. Rápido, fácil de colocar y con una gran variedad de diseños.

Soluciones Durock

Tableros de cemento para construcción exterior: fachadas, plafones, muros en zonas húmedas y detalles decorativos que pueden ser construidos en seco, rápida y limpiamente, agregando un peso mínimo a la estructura y cimentación.

Componentes

- Tableros de cemento: Placas rectangulares con espesor de 13 mms., fabricadas con cemento Pórtland y aditivos especiales, reforzadas con malla de fibra de vidrio integrada dentro de la placa en sus caras exterior e interior; los extremos son cuadrados y los bordes longitudinales son boleados y lisos, formados para recibir un tratamiento de juntas a base de cementos especiales y cinta de fibra de vidrio a manera de cubrir totalmente las juntas entre placas y dejar una superficie lisa preparada para recibir recubrimientos tales como pasta, pintura, acabados cerámicos y pétreos. El tablero de cemento marca Durock es resistente a la intemperie, soporta altas temperaturas, no es inflamable, no contiene asbesto y no sufre ningún deterioro ante una exposición prolongada a la humedad.
- Componentes plásticos: Necesarios para juntas, control de escurrimientos y definición de aristas.
- Adhesivos y tratamientos de juntas.
- Tornillos fijadores.
- Perfiles estructurales: Componentes necesarios para la fijación de los tableros.
- Accesorios para muros exteriores: Cintas adhesivas y membrana plástica repelente al agua.

2.26 WALL TIES

Perfil de la empresa

Wall-ties & Forms, Inc. (WTF) es una de las más importantes productoras de cimbras de aluminio para concreto en el mundo, y al mismo tiempo, la principal compañía diseñadora de sistemas de cimbras. Hace más de 25 años, WTF, se inició con la producción de miles de separadores (ties). Hoy produce y embarca más de 30 millones de ellos y más de 100,000 paneles de cimbras de aluminio por año.

Dirección

Wall-ties & Forms, Inc. 4000 Bonner Industrial Drive, Shawnee, KS 66226
Tel: 1-800-444-9692 E-mail: ask@wallties.com
Dirección electrónica: www.wallties.com

Productos

- Cimbra 8-8/8-24

Esta cimbra es ideal para construir muros de concreto; las especificaciones son las siguientes:

- Anchos de 1" a 36"
- Alturas hasta 120"
- Lámina de contacto estándar de 0.115" a 0.125"
- El refuerzo es un travesaño de 1x2"
- Una cimbra de 36x96" con una lámina de contacto de 0.125" pesa 38 kgs.

El marco metálico previene daños en las esquinas de la cimbra e incrementa la resistencia y vida del panel.

Las barras o perfiles de refuerzo son de sección cerrada, evitando así que el concreto se pueda filtrar y acumular dentro de los mismos.

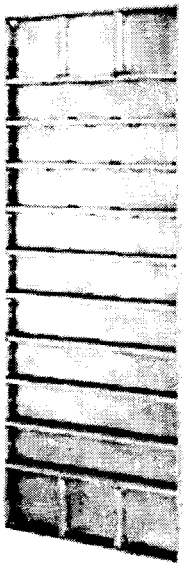


FOTO 2.71. PANEL ESTÁNDAR WALL-TIES

- Cimbra 6-12
- Cimbra 6-12 con Doble Refuerzo
- Modelo Súper Ligero
- Modelo Comercial
- Ladrillos
- Paneles Grandes

Accesorios

- Pasadores y cuñas

El pasador de sección circular y forma de cono truncado trae una ranura fabricada para recibir la cuña que ajusta y sujeta las piezas. Su base más gruesa está diseñada para calzar y mantenerse perfectamente en las perforaciones facilitando el proceso de montaje y desmontaje; son fabricados con acero templado para garantizar su resistencia y durabilidad. Las cuñas son utilizadas para ajustar la unión de dos piezas de moldes, asegurando la posición correcta de separadores y paneles de cimbras.

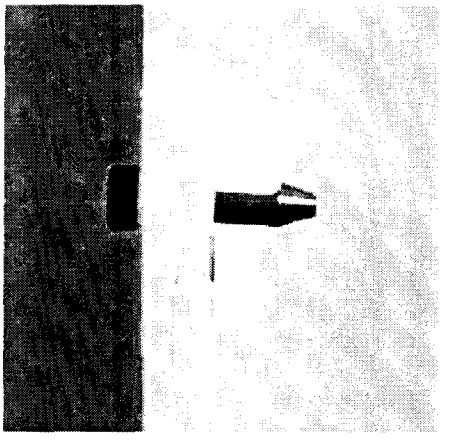


FOTO 2.72. PASADOR Y CUÑA WALL-TIES

- Sujetadores o separadores para vivienda de concreto

Separador interior de vivienda: Este separador tiene una porción rompible de 5/16" a ambos lados. Sirve para sujetar las cimbras a ambos lados, una vez que se ha realizado el colado se rompen las puntas con una herramienta especial de modo que pueda realizarse la colocación de capas de acabados sin interrupciones.

Características generales de los modelos de cimbra metálica de WTF

Lámina de contacto insertada

Protege los bordes de la lámina contra daños y desgastes. La ubicación de una línea continua de soldadura muy cerca del borde de la lámina permite obtener una penetración estructural superior.

Incrementa la resistencia y la vida útil de las cimbras sin dejar marcas. Las esquinas son reforzadas con platinas especiales soldadas.

Barras de refuerzos

Las barras de refuerzo van soldadas en los costados y en los extremos agregando resistencia estructural y sellando posibles puntos de filtrados. Las barras traen un aserrado de rugosidad que permite un mejor manejo y operación sin acumular concreto.

Perfil lateral

Es un perfil extruído de aluminio de alta resistencia que asegura una larga vida útil al panel. Una doble línea de contacto en los perfiles facilita la alineación de los paneles. Líneas de rebaje para insertar la lámina al perfil aumentan la resistencia del panel.

Casquillo protector

Los casquillos son de acero sólido templado con tratamiento anticorrosivo y van fijados a los perfiles con remaches de alta resistencia de acero sólido tratado de ¼".

Los casquillos de WTF incrementan la resistencia de los perfiles laterales en lugar de debilitarlos como en otros casos. Los remaches son allanados, nivelados al perfil para reducir la acumulación de concreto y facilitar la limpieza.

Textura de ladrillo

Las cimbras con textura de ladrillo de WTF dejan una apariencia natural y duradera. Su aplicación es por lo general residencial y deja una superficie texturizada que puede recibir directamente un ligero acabado y pintura. Los paneles texturizados son compatibles con los lisos y se pueden colar un lado liso y el otro texturizado.

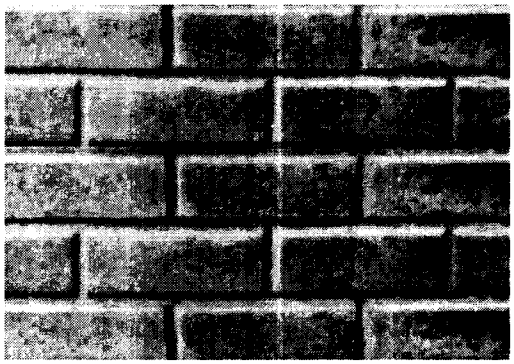


FOTO 2.73. PANEL TEXTURIZADO WALL-TIES

Todas las cimbras texturizadas dejan un diseño profundo y bien marcado con un acabado de apariencia muy semejante al ladrillo real.

- Ancho desde 0.025 mts. hasta 90 mts.
- Alturas hasta 2.70 mts.
- Disponible en cualquier patrón de montaje.
- La cimbra de textura vertical está disponible en medidas métricas.

Vivienda de interés social

Como respuesta a la gran demanda de construcción masiva y eficiente de viviendas de interés social, el sistema de viviendas WTF ofrece:

- Menor costo de material y mano de obra
- Mayor velocidad de construcción
- Aumento de la productividad

- Mayores beneficios
- Facilidad de uso y aplicación
- Simplicidad de montaje
- Cimbras resistentes y durables
- Calidad superior de acabados

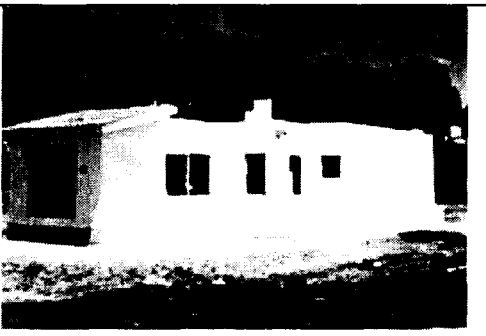


FOTO 2.74. VIVIENDA CON SISTEMA WALL-TIES

El sistema WTF de cimbras de aluminio para viviendas permite reducir los costos de construcción aumentando la velocidad en unidades de interés social.

- La construcción con cimbras de aluminio y concreto es muy económica y eficiente, sobre todo en lugares donde la madera es escasa.
- Los elementos necesarios para el concreto (cemento, arena, grava y agua) son de origen local y de fácil acceso en todo el mundo.
- La construcción de concreto colado en sitio es más resistente y de mejor calidad que la construcción con ladrillo o block. Las estructuras de concreto coladas con cimbra de aluminio son de calidad superior comparadas a otras alternativas.
- Las cimbras de aluminio son de gran durabilidad. Con uso y mantenimiento apropiado duran fácilmente 10 años o más.
- Una cuadrilla de 10 a 12, produce una unidad de 60 m^2 monolítica por día por juego de cimbra.
- Las cimbras de aluminio son ligeras y fáciles de manejar, la pieza más grande puede ser transportada por una sola persona.
- Con una capacitación rápida y simple, sus obreros no calificados, se transforman en mano de obra eficiente y productiva.
- El sistema WTF internacional permite alta flexibilidad de diseño y facilidad de ajuste.

Ventajas de utilizar cimbra WTF

- Aluminio ligero: Las cimbras están fabricadas con aluminio ligero lo cual permite que componentes de gran tamaño sean manejables.
- Simplicidad: un sistema simple de pasadores, cuñas y separadores es utilizado para montar las cimbras. Esto permite que mano de obra no especializada pueda ser capacitada rápidamente en el uso de estos equipos.
- Velocidad: El sistema es rápido. Comúnmente, los contratistas doblan o triplican la productividad de sus cuadrillas cuando se convierten del sistema de cimbras de madera al sistema de aluminio de WTF.
- Mantenimiento mínimo: Es usual que un contratista logre 1000, 2000 y hasta 3000 usos con las cimbras de aluminio WTF.

2.27 WALLTECH MEXICO

Perfil de la empresa

El principal objetivo del sistema de paneles tipo Walltech es el de garantizar que las viviendas construidas con estos elementos puedan soportar las fuerzas que actúen en su plano ya sea por cargas verticales o por las fuerzas laterales de un sismo

Dirección

Km. 2.9 entronque Carretera federal México – Puebla – Aeropuerto, Parque Industrial Ciudad Textil, Mza. 7 Lote 2 C.P. 74160 Huejotzingo, Puebla.
Tel: 52 (227) 276-1414 E-mail: walltech@paneleswalltech.com
Dirección electrónica: www.walltech.com.mx

Definición del sistema

El sistema estructural consiste en paneles tipo Walltech que se conectan entre sí para formar las paredes o particiones de viviendas, los cuales son fabricados de forma modular para coordinar eficientemente la ubicación de las aberturas correspondientes a las paredes y ventanas.

Consiste básicamente en una estructura metálica modular de dos capas que es recubierta por mortero simple de cemento en cada capa por el lado exterior, existiendo un espacio o un vacío entre las dos capas; los paneles son conectados entre sí por medio de conectores verticales que transmiten los esfuerzos normales y cortantes, garantizando de esta manera la continuidad de los paneles y permitiendo que la estructura se comporte en forma monolítica.

El sistema Walltech consiste en paneles estructurales modulares. Sus principales beneficios son:

- Gran capacidad estructural.
- Evidencia de un gran ahorro en cimentación respecto a sistemas tradicionales.
- Los rangos de resistencia al fuego son muy elevados.
- Se combina con los sistemas tradicionales de forma satisfactoria.
- Las uniones de los paneles son monolíticas.
- El aislamiento termoacústico es muy elevado.
- El producto no sufre alteraciones cuando se expone a la intemperie.
- El panel es apto para la aplicación de mortero proyectado.
- Es de gran durabilidad.
- Las instalaciones eléctricas y sanitarias son fáciles y rápidas.
- Los acabados de una obra construida con Walltech son los mismos que en el sistema tradicional.

- El sistema Walltech presenta varias ventajas como precio más bajo, rapidez en la construcción, mejor calidad, un ambiente de trabajo más limpio y menor cantidad de materiales por los cuales preocuparse así como menos trabajadores en obra.
- Al no tener columnas con este sistema, el diseño arquitectónico se encuentra completamente libre de obstáculos.

Producto

El sistema Walltech consiste en paneles estructurales modulares. Esta compuesto por un esqueleto de varillas de 4 mms. de diámetro, sobre este se coloca una malla metálica tipo expandida en ambas caras las cuales recibirán el mortero de cemento-arena con una proporción de 1:3, el recubrimiento que se les da a los paneles es de 2.5 cm. por cada lado de las caras, 0.5 cm. se introduce dentro de la malla en ambas caras, conformando de esta manera un vacío en el centro que sirve como aislante térmico y acústico. Las uniones entre paneles se realizan con conectores en forma de "U" del mismo hierro de 4 mms. y traslapando las mallas expandidas.

FOTO 2.75. INSTALACIÓN DE PANEL WALLTECH

El espesor del panel estándar es de 7.8 cms. incluida la malla metálica expandida y con los 2 cms. de cada lado de recubrimiento (no se toma en cuenta los 0.50 cms. que están dentro de la malla) nos dará una pared de 11.80 cms.

En casos de que se desee una pared de espesor mayor, se indicará al fabricante para que elabore los paneles de mayor espesor, ya que el sistema está previsto para que se adapte a cualquier diseño arquitectónico dado.

El sistema Walltech está diseñado para solucionar necesidades de proyecto arquitectónico de hasta 3 niveles de construcción.

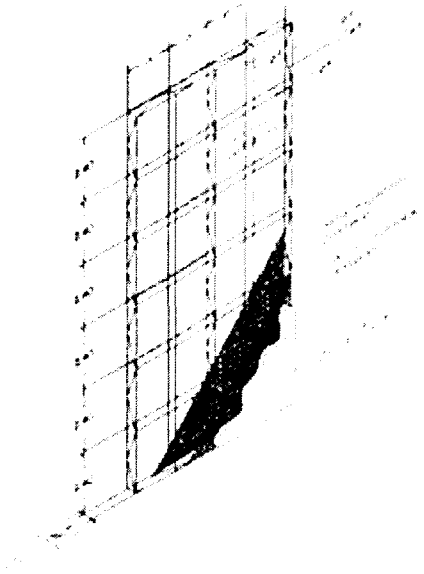


FIGURA 2.28. CARACTERÍSTICAS DEL PANEL WALLTECH

Características técnicas

Especificaciones del panel Walltech estándar

Dimensiones del panel estándar de acero	240 x 120 x 7.8 cms.
Peso del panel de acero sin mortero	4 kg/m^2
Dimensiones exteriores del panel estándar con el aplanado de mortero	240 x 120 x 11.8 cms.
Peso del panel con aplanado de mortero	95.18 kg/m^2
Diámetro de varilla	4 mms.
Resistencia del acero	F'y = 5,000 kg/cm^2
Resistencia de la malla	F'y = 2,400 kg/cm^2
Proporción de mortero/cemento-arena	1:3
Resistencia del mortero	F'c = 200 kg/cm^2

TABLA 2.11. ESPECIFICACIONES DEL PANEL WALLTECH

Procedimiento constructivo

Cimentación: La cimentación del sistema es una zapata de 0.40 x 0.15 mts. a todo lo largo de las paredes, el hierro de la misma es de diámetro de 6 mms. cada 0.20 mts. en ambos sentidos de f'y = 5000 kg/cm^2 y el concreto utilizado es de un f'c = 200 kg/cm^2. el firme se realiza con concreto simple de f'c = 150 kg/cm^2, no se necesita acero en el mismo como para ser considerado una losa de cimentación ya que los paneles Walltech tienen poco peso y la zapata diseñada es suficiente para tal efecto, en este firme se colocarán las tuberías necesarias para acometidas y todo tipo de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.

Armado de muros: Los paneles Walltech se fabrican de acuerdo a la modulación de los planos arquitectónicos y llevarán las tuberías eléctricas e hidrosanitarias que se necesiten según las especifiaciones. Los paneles al venir modulados con respecto al diseño, estarán listos para ser ubicados en sitio, conectados y aplanados. Cuando el diseño de la vivienda sea de más de un piso, el armado de los paneles de estos se harán después de cada fundición o colado de las losas respectivas, dejando los hierros pasantes respectivos para conexión de losas y paneles siguientes.

FOTO 2.76 COLOCACIÓN DE PANELES PARA MURO

Aplicación de mortero: Una vez que los paneles han sido fijados, se procede a colocar la primera capa de aplanado en ambos lados del panel que es alrededor de 1 cm. de los cuales 0.50 cm. pasan al interior de la malla, al siguiente día se coloca una segunda capa de mortero de 1.5 cm. de espesor dando un total de 2.5 cm. de cada lado. De la misma manera se cuadran puertas y ventanas.

FOTO 2.77. APLICACIÓN DE MORTERO

Puertas y ventanas: Los paneles vienen modulados para formar los vanos de puertas o ventanas, según diseño. En cada vértice se dejará un refuerzo de varilla diagonal. El material de las puertas puede ser tanto madera como metal, siguiendo en cada caso el sistema tradicional de colocación empotrado en el caso de puertas con marcos metálicos.

Armado de losa: El acero de la losa sugerido por el sistema Walltech viene armado de fábrica. Esta consiste en una losa de compresión de 5 cm., nervaduras de 10 x 10 cm. @ 50 o 60 cm. a ejes y perimetral sobre los muros de los paneles, con un armado de acero de distintos diámetros dependiendo de las distancias entre paredes. El encofrado o cimbra se realiza con casetones metálicos y su apuntalamiento es con viguetas y puntales igualmente metálicos. Luego de realizar el encofrado o cimbra se procederá a colocar la malla y las tuberías de instalaciones. Sin embargo con el sistema Walltech se puede usar cualquier tipo de losa: maciza, nervurada, de vigas prefabricadas, etc.

Concreto en losa: El suministro del concreto puede ser realizado en obra o premezclado con una resistencia de 200 kg/cm^2.

Comparativa entre el sistema Walltech y el sistema tradicional

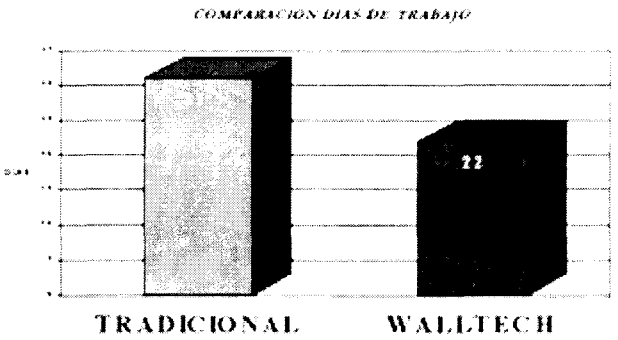


FIGURA 2.29. COMPARACIÓN DÍAS DE TRABAJO POR VIVIENDA

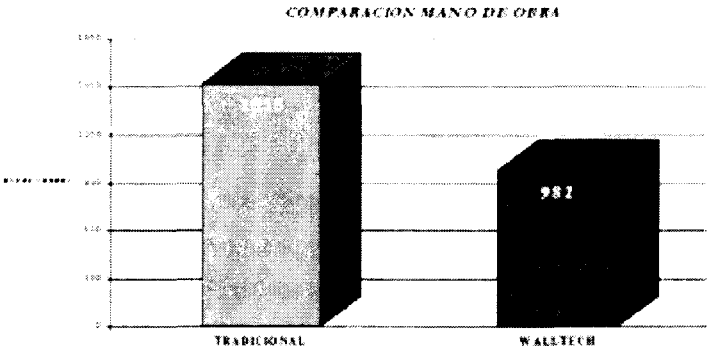


FIGURA 2.30. COMPARACIÓN MANO DE OBRA EN UNIDAD HORAS/OBRERO/VIVIENDA

2.28 WESTERN FORMS INTERNATIONAL

Perfil de la empresa

Western Forms es una empresa líder en la producción de sistemas de cimbras de aluminio en los Estados Unidos. Actualmente entrega la más alta calidad y estándares en cuanto a paneles para cimbra, equipo, herramientas y accesorios. Con una innovación tecnológica única Western Forms continúa mejorando su posición como líder en mente de los expertos de la industria y clientes que han utilizado sus productos alrededor del mundo.

Dirección

Western Forms 6200 Equitable Rd. Kansas City, MO 64120 – USA
Tel: 816-241-0477 E-mail: info@westernforms.com
Dirección electrónica: www.westernforms.com

Productos

Sistema para muros

El sistema de cimbras de aluminio Western Forms es lo suficientemente flexible para adaptarse a los diferentes diseños arquitectónicos. Esta flexibilidad permite que los vanos de puertas, los esquineros de 45 grados y con curvaturas sean fáciles de manejar.

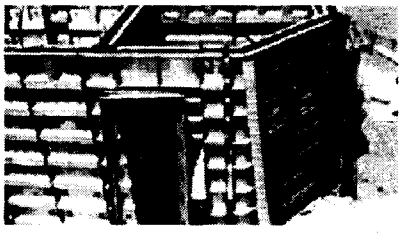


FOTO 2.78. SISTEMA PARA MUROS WESTERN FORMS

Sistema de cimbras Flagship

Todas de aluminio, ligeras y durables. La cimbra flagship de Western Forms pesan de un 15% a 25% menos que otros sistemas de aluminio, cuentan con travesaños de refuerzo superiores y están soldadas en todo el perímetro, este sistema ahorra tiempo, dinero y trabajo.

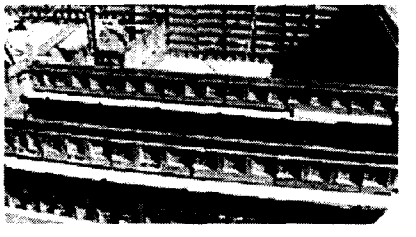


FOTO 2.79. SISTEMA FLAGSHIP DE WESTERN FORMS

Sistema de cimbras flagship Vertex

Es un sistema que tiene un acabado texturizado, similar al anterior y fácil de desmontar. Es el sistema más efectivo para la construcción de viviendas con un acabado con apariencia de ladrillo.

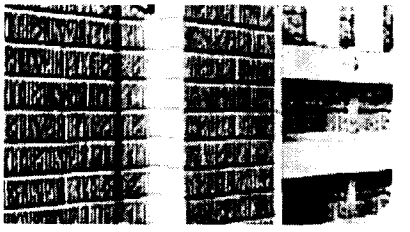


FOTO 2.80. SISTEMA VERTEX WESTERN FORMS

Herraje fijo pinlock para cimbras

El mejor sistema patentado de herraje fijo que elimina el problema de pernos y cuñas sueltos que fácilmente se pierden.

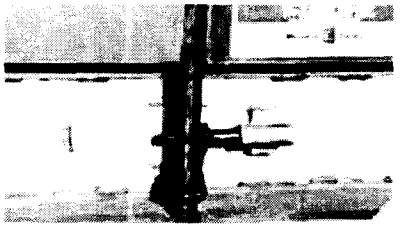


FOTO 2.81. HERRAJE FIJO WESTERN FORMS

Sistema para ventanas

Western Forms ofrece una completa flexibilidad de diseño tanto en el tipo de ventana como en la ubicación. El sistema de moldes para ventana se acomoda a cualquier estilo incluyendo madera, aluminio, acero o vinyl. Los marcos para ventana también pueden ser colados en sitio.

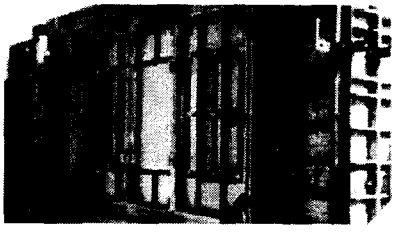


FOTO 2.82. SISTEMA PARA VENTANAS WESTERN FORMS

Sistema para losas

La cimbra de aluminio para losa es ligera, fácil de montar y durable. Los beneficios adicionales son: paneles que una sola persona puede montar y remover; la cara del aluminio produce un terminado liso y nítido; es compatible con el herraje pinlock; presenta la opción de colar losa y muros monolíticamente o por separado.

FOTO 2.83. SISTEMA PARA LOSAS WESTERN FORMS

Sistemas de moldes para puertas

Los moldes para puertas Western Forms proveen la abertura de la puerta con el marco de concreto, lo cual elimina los marcos convencionales de madera o metal. El molde para puerta moldea el concreto para los marcos de madera o metal y es colado monolíticamente con el muro.

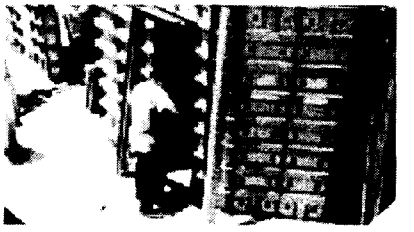


FOTO 2.84. SISTEMA PARA PUERTAS

Sistema de cimbras con inclinación

Además de la cimbra estándar disponible en medidas métricas, WF también ofrece los sistemas de cimbras especiales de borde de losa y con inclinación. Estas cimbras pueden fabricarse de acuerdo a cualquier requerimiento especial en la altura del muro.

Cimbras especiales

Vanos arqueados, arcos para puertas y molduras decorativas, en el interior se pueden colar monolíticamente junto con los muros y la losa, hermosos vanos arqueados, arcos para puertas y molduras decorativas.

Ventajas del sistema WTF

- Diseños flexibles
- Múltiples opciones de exteriores
- Reducción en tiempos de construcción
- Ahorro en energía
- Mejoramiento de seguridad
- Eficiencia en costos de construcción
- Construcción en sitio
- Menor tiempo de mano de obra
- Menor desperdicio de materiales
- Mayor control en abastecimiento de materiales
- Fácil armado de cimbra

Ventajas de construir una vivienda de concreto

- Estabilidad
- Resistente al fuego
- Propiedades acústicas
- Más segura en sismos
- Bajos costos de mantenimiento
- Eliminación de goteras y fugas
- Propiedades térmicas

2.29 W PANEL

Perfil de la empresa

Con presencia en el mercado desde 1975, es una empresa líder del ramo en América Latina; cuenta con más de 1,100 puntos de venta en la República Mexicana y Centroamérica, W cuenta en su fábrica con maquinaria y equipo altamente automatizado, lo que garantiza que cada W Panel que se entrega cumpla con las más estrictas normas de calidad.

Dirección

Mar Báltico 2237-3 Col. Country club, C.P. 44610 Guadalajara, Jal.
Tel: (33) 3648 4646 E-mail: ventas@panelw.com
Dirección electrónica: www.panelw.com.mx

Productos

W Panel estructural

Es el elemento base de un versátil sistema constructivo que utiliza paneles modulares, para realizar todo tipo de elementos estructurales como muros, losas de entrepiso, azotea, trabes, fachadas, marquesinas, etc.

Está formado por una estructura tridimensional electrosoldada de alambre de acero pulido o galvanizado de alta resistencia, que lleva al centro un alma de espuma de poliuretano o poliestireno expandido.

Los elementos construidos con W Panel estructural soportan esfuerzos de compresión, flexión, cortante, flexocompresión y torsión, derivados de cargas tanto de gravedad (muerta y viva), como accidentales (viento y sismo).

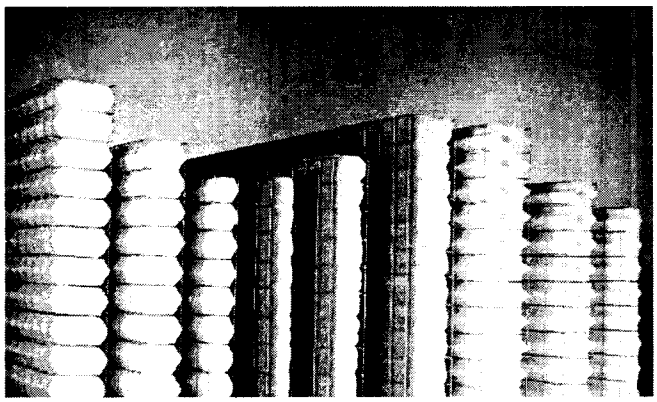


FOTO 2.85. TIPOS DE PANEL W

Los paneles, una vez instalados en la obra se recubren por ambas caras con mortero de cemento-arena, hasta lograr el espesor requerido.

W Panel maneja las siguientes presentaciones de Paneles estructurales:

- PS-4000: El W panel PS-4000 (poliestireno, 4 ¼ ") está formado por una estructura tridimensional de alambre de acero pulido o galvanizado, de alta resistencia, con límite de fluencia fy= 5,000 kg/cm^2, que lleva al centro un alma de barras poligonales de poliestireno expandido. En ambos lados del panel queda un espacio libre entre el poliestireno y la malla, que permite la aplicación del mortero.

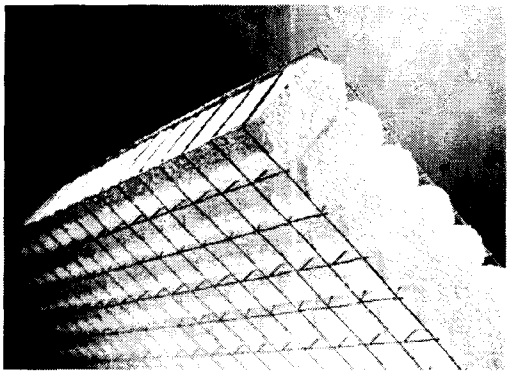


FOTO 2.86. PANEL W TIPO PS-4000

- PS-3000: Poliestireno de 3"
- PS-2000: Poliestireno de 2"
- PS-4100: Poliestireno de 4 ¼" con huecos en el centro del mismo a lo largo de todo el panel.
- PS-3100: Poliestireno de 3" con las mismas propiedades del anterior
- PS-2100: Poliestireno de 2"
- PU-4000: Panel de poliuretano 4 ¼"
- PU-3000: Panel de poliuretano 3"
- PU-2000: Panel de poliuretano 2"

Accesorios

- Zig-zag: Es una malla de alambre cal. 14 con formato de zig-zag y sirve para unir dos módulos de W Panel estructural.
- Malla plana: Malla de alambre con formato de rombos, sirve para unir dos módulos de W panel.
- Malla L: Malla de alambre doblada en escuadra con formato de rombos, sirve para unir dos módulos de W panel colocados en escuadra o en T.
- Ancla W: Elemento de sujeción que sirve para anclar mecánicamente el W panel a la estructura portante, está fabricado con lámina galvanizada cal. 16.

Usos

Con W se puede construir desde casas de un piso, hasta edificios de 3 y 4 niveles. Se pueda utilizar en:

- Muros de carga
- Muros divisorios
- Losas de entrepiso
- Losas de azotea
- Fachadas
- Escaleras

Ventajas de W Panel

Al construir con W Panel se obtienen beneficios económicos y ventajas para el constructor en la adquisición, transporte, manejo, instalación y acabado de los paneles, para el inversionista en la rentabilidad y financiamiento de la edificación y para el usuario en la calidad, duración y confort de la construcción.

- Versatilidad: Es adaptable a los requerimientos de obra, ya sea grande o pequeña, pues puede instalarse con un procedimiento totalmente manual o mecanizarlo tanto como la obra lo requiera
- Facilidad de ejecución: Por ser el W Panel modular y con muy pocos elementos accesorios se puede instalar con personal que tenga poca capacitación, la cual es posible impartirla directamente en la obra.
- Rapidez: El W Panel está diseñado para brindar una alta velocidad de ejecución de obra. Al aprovechar el empleo de herramientas y equipo como engrapadoras, pistolas fijadoras, cortadoras, etc. Se logran rendimientos de ejecución de más de 100 m^2 por pareja de instaladores en una jornada.
- Capacidad estructural: Al ser el W panel una estructura tridimensional de acero de alta resistencia recubierta con mortero, se logran muros de una sección muy ligera y compacta, con una capacidad de carga similar ó, en algunos casos, superior a la obtenida con ladrillo o block.

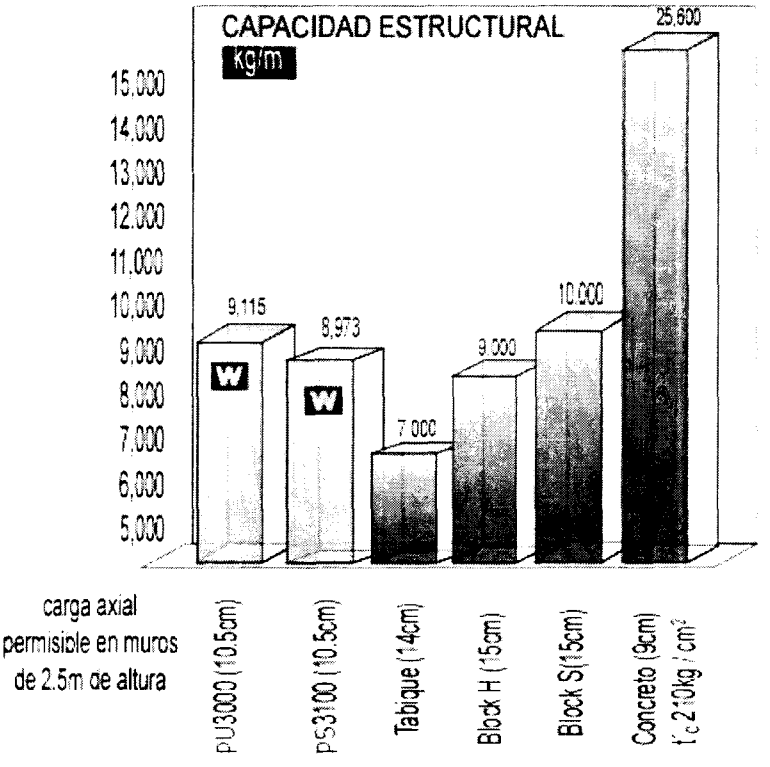


FIGURA 2.31. GRÁFICA DE CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE LOS PANELES W PU3000 Y PS3100

- Poco peso: Al tener el W panel un centro de una espuma plástica de baja densidad, se logra que el conjunto tenga un peso volumétrico mucho menor que los materiales tradicionalmente usados, reduciendo consecuentemente el peso muerto total de la construcción. Haciendo una comparación en muro, el PS-3000 tiene un peso de 120 kg/m^2 contra 250 kg/m^2 del block.
- Modulación: Por sus dimensiones, el W Panel puede integrarse fácilmente a cualquier proyecto reduciendo al máximo el desperdicio.
- Seguridad: Su comportamiento ante sismos es excelente ya que las fuerzas de inercia son proporcionales a la masa y, en consecuencia, al peso de la construcción. La ligereza de W Panel lo hace una excelente alternativa para construir estructuras óptimas y seguras con una gran capacidad para disipar energía. El cortante resistido por el W panel es muy superior al del tabique.
- Confortabilidad: El tener espuma rígida de poliuretano o poliestireno expandido dentro de un sándwich de mortero hace que las construcciones hechas con W Panel tengan una resistencia mayor al paso del calor y un mejor comportamiento acústico que la mayoría de los materiales de construcción convencionales.
- Economía: El costo de la mano de obra se reduce considerablemente al tener rendimientos de ejecución altos. Por su bajo peso, la cimentación y la estructura portante en caso que exista, son mucho más ligeras y por consecuencia menos costosas. Por sus características propias de un concreto armado, los muros no requieren de castillos y trabes. No requiere de cimbra para adoptar formas curvas. Las losas de W Panel no requieren cimbra, solamente un apuntalamiento temporal.
- Espaciamiento: Al tener un menor espesor los muros hechos con W Panel, aumenta la cantidad de metros cuadrados útiles para la misma área construida.
- Control de obra: Con base a un plano ejecutivo es factible saber con exactitud en forma anticipada cuantas piezas de W Panel se requerirán para cada parte de la obra además de otros materiales.

Procedimiento constructivo

Una de las mayores ventajas del W Panel es que permite adaptar el procedimiento constructivo al tipo de obra a ejecutar. En obras de gran tamaño se utiliza un procedimiento mecanizado para sacar ventaja de su velocidad de ejecución, así como de su notable reducción de mano de obra. Esto requiere herramienta especializada y personal calificado.

1. Planeación: Deberá modularse en lo posible el proyecto a ejecutar con las dimensiones del W Panel, para minimizar cortes y desperdicios. Se realizará una cuantificación del número de paneles y accesorios que va a necesitar así como las cantidades de material requeridas.

2. Herramientas: El W Panel no requiere de herramientas especializadas para su instalación, son suficientes las utilizadas en forma común en las obras ejecutadas con materiales tradicionales.
3. Corte: El corte del W Panel se efectúa con pinzas cortapernos o cizallas. Es importante cuidar que al efectuar un corte se quite la punta sobrante del alambre. No deben dejarse para el último los cortes de los vanos de puertas y ventanas pues dejan de aprovecharse estos recortes.
4. Unión: Dentro del proceso de instalación del W Panel son de primordial importancia las uniones entre paneles. Para ello se han desarrollado los accesorios Zig-zag, malla plana y malla L. El zig-zag, accesorio exclusivo del W Panel, proporciona un anclaje mecánico sin igual entre los paneles a unir. Esto se logra doblando las puntas con el gancho de arriba hacia abajo en un lado y de abajo hacia arriba en el otro.
5. Instalaciones: Todas las instalaciones, tanto eléctricas, hidráulicas y sanitarias, como de teléfono, televisión, gas, etc. deben colocarse antes de aplicar el recubrimiento. Esta labor se facilita si se realiza antes de colocar los módulos previamente unidos en su lugar, pues permite introducir los tubos o mangueras deslizándolos dentro de la estructura en lugar de cortarla.
6. Puertas y ventanas: Para el caso de que éstas sean de herrería tubular deberán instalarse antes de aplicar el recubrimiento una vez que los módulos de panel han sido colocados en su lugar, amarrándolas firmemente a ellos con alambre recocido.
7. Cimentación y anclajes: En todos los casos el W Panel va sujeto a la cimentación, cualquiera que sea su tipo, mediante anclajes consistentes en una horquilla o U de varilla de 3/8" de diámetro. La separación de los anclajes no deberá exceder los 60 cm. y la longitud de ellos no será menor de 30 cm. desde el nivel de desplante. La profundidad a la que se ahoga depende del f'c del concreto, siendo generalmente no mayor de 30 cm. ni menor de 15 cm.
8. Muros: Los módulos previamente habilitados compuestos de hasta 4 piezas de W Panel se colocan en su lugar, empezando siempre por una esquina, cuidando que las varillas de los anclajes queden por dentro de la estructura del panel. Los módulos se sujetan a las anclas mediante amarres con alambre recocido, debe verificarse la correcta posición de las instalaciones así como el plomeo del muro, una vez hecho esto se procede a la colocación del mortero que tendrá el ancho y la proporción según las especificaciones del proyecto.
9. Losas: En la construcción de losas de W Panel no se requiere de cimbra, únicamente de un apuntalamiento temporal. Primero se colocan las madrinas cuidando que queden paralelas al claro largo. Enseguida se tiende sobre las madrinas en forma perpendicular a ellas el acero de refuerzo adicional (varilla # 3) distribuyéndolo de acuerdo a especificaciones del proyecto. Deben colocarse las instalaciones eléctricas e hidráulicas necesarias. A continuación se une la losa a los muros colocando malla L en ambos lados de la unión e insertando a cada 60 cm. a lo largo de ella varilla de 3/8" en forma de U.

10. Aplicación del recubrimiento de los muros: Los muros deberán recubrirse con un mortero cemento-arena f'c = 100 kg/cm^2. La aplicación deberá hacerse en dos partes, la primera o zarpeo que llegará al ras de la estructura del W Panel y la segunda o aplanado que dará el espesor final al recubrimiento; esta segunda aplicación se hará entre 3 y 12 horas posteriores a la primera, para dar oportunidad a que inicie el fraguado.
11. Aplicación del recubrimiento en la losa: Previo al inicio de la aplicación del recubrimiento de la losa, los muros deberán estar recubiertos por ambas caras. El proceso de recubrimiento de la losa se inicia dando la primera aplicación al lecho inferior de ella (plafón) con un mortero cemento-arena y debe dejarse fraguar antes de iniciar con la aplicación del recubrimiento en la parte superior que se realiza con un concreto de 150 kg/cm^2.

CAPITULO III

PROPUESTA PARA LA ELECCIÓN DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se propone una estructura metodológica para elaborar documentación de información que oriente las decisiones tecnológicas del dueño de la empresa quien es el principal protagonista en la construcción de vivienda de interés social.

Se presenta una propuesta que ofrece la aplicación de una herramienta de calidad (QFD) que mostrará mediante una matriz de correlación o carta de calidad los aspectos cualitativos más relevantes que puede considerar el constructor cuando elige un sistema constructivo así como una tabla de datos ponderados, diseñadas con el objetivo de registrar en cada situación los elementos técnicos, económicos, culturales, ambientales y sociales más importantes para el constructor y que sistema constructivo analizado es más factible; todo a partir de consultas a empresas mediante encuestas.

La sistematización de las encuestas permite obtener datos de los aspectos antes mencionados, sobre los cuales se ordena la información para facilitar su comprensión.

Iniciar el desafío de tomar las decisiones tecnológicas propias de la vivienda siempre implica tomar un camino vinculado directamente al sistema social, político y económico; realizar este análisis muestra un reto importante para ajustar riesgos e imprevistos y la satisfacción de alcanzar en los tiempos previstos, con los recursos programados, la mejor calidad de espacio interior y de configuración urbana.

A su vez, desde el conocimiento de la investigación y la experiencia del constructor, se deberá incorporar al estudio una ponderación de variables, aportando al diseño de la información una clara orientación al mismo.

3.2 SELECCIÓN DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO

El principal objetivo de esta propuesta consiste en comprender las necesidades acerca de cómo debe tomarse una decisión para adoptar una nueva tecnología, así como también cuales son los factores que afectan tales decisiones, y como las mismas condiciones de la industria inhiben tal innovación.

En esta primera parte de la etapa se mostrará un estudio enfocado a los métodos para la adquisición de nuevas tecnologías constructivas como componentes. Para la realización del estudio fue necesario basarse en dos premisas: la primera consiste en como una empresa adopta una nueva tecnología así como el criterio que debe usarse para la toma de decisiones y segunda, identificar las condiciones actuales de la industria que inhiben la adopción de nuevas tecnologías.

3.3 CONSIDERACIONES PARA EL PROCESO DE DECISIÓN

En el estudio se identificaron cuatro tendencias que están vinculadas al proceso de decisión para elegir una nueva tecnología:

- Requerimientos externos, tales como presiones de dueños, diseñadores, competencia, los cuales conducen a la elección de la tecnología.
- Los problemas con el proceso constructivo actual conducen a la adquisición de nuevas tecnologías cuando los métodos existentes no cumplen con los requerimientos planeados.
- Ventajas de competitividad y oportunidad tecnológica para impulsar la eficiencia son las otras dos tendencias que apoyan la adopción de una nueva tecnología.

Los factores relacionados al mercado, organizaciones y proyectos influyen en la decisión para adoptar nuevas tecnologías, los factores de proyectos incluyen los riesgos que implican la adopción de la innovación.

Consideraciones respecto a la industria

Esta parte concierne a las condiciones que existen en la industria las cuales inhiben el rango de innovación tecnológica. Es necesario identificar las razones que causan estas condiciones, las más importantes son: la poca presión de dueños, diseñadores y la carencia de capacitación a las empresas para adoptar nuevas tecnologías.

La poca presión de dueños está indicada por los siguientes hechos:

- Los dueños no especifican que es lo que necesitan en sus procesos constructivos y permanecen cautivos a la tecnología tradicional
- Los dueños no utilizan las capacidades tecnológicas de un nuevo sistema como criterio para adquirirlas y no analizan los beneficios que dichos sistemas otorgan
- Finalmente, no aceptan riesgos y costos que puede implicar el uso inadecuado de la tecnología

El estudio identifica los siguientes puntos como las razones principales de indisposición para adquirir nuevas tecnologías:

- Aversión al riesgo
- Costo de inversión y presiones de tiempo
- Ventaja competitiva incierta por usar nuevas tecnologías
- Carencia de una estructura colectiva dentro de la empresa que apoye a la tecnología
- Carencia de información de diseñadores acerca de los beneficios de la tecnología

3.4 RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL PROCESO DE ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

Dentro del análisis realizado es posible identificar los siguientes cambios como esenciales para incrementar la innovación tecnológica: incremento en la demanda de empresas que soliciten nuevas tecnologías, aumento de incentivos a diseñadores de tecnologías, incremento en la capacitación de personal tanto de empresas como de contratistas.

El incremento en la demanda puede crear un mercado suficiente para que se dé capacitación al personal y para la utilización de estas tecnologías que optimizarán resultados en obra, para lograr este incremento primeramente se debe aumentar el conocimiento de los beneficios que traen consigo las nuevas tecnologías y la oportunidad de ahorro en costos que se obtienen con ellas.

La primera acción que debe tomarse por parte de los diseñadores es promover y garantizar la tecnología de modo que las empresas puedan seleccionarla con un criterio más amplio basado en la experiencia y métodos que utiliza el diseñador para implementar su sistema.

3.5 TOMA DE DECISIONES PARA LA ADOPCIÓN DE UNA TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA

Cuando se habla de adopción de una tecnología o sistema constructivo debe analizarse la magnitud del cambio relacionada con la inversión inicial de dicho sistema, en este punto se ha optado por dejar de manera mas clara cuales son los factores que influyen para la adquisición de un nuevo enfoque constructivo.

Cabe mencionar algunas claves que deben tomarse en consideración cuando se busca elegir un sistema constructivo:

- Existen diversos sistemas y materiales, cada uno tiene sus características, usos y limitaciones particulares
- No existen materiales ni soluciones constructivas que sirvan en toda situación
- La clave está en elegir el sistema adecuado a las condiciones de la obra en particular, su ubicación, el personal, equipos y recursos económicos disponibles.
- Se deben considerar cuidadosamente los pormenores y costos de funcionamiento y mantenimiento; de ello depende la durabilidad y la verdadera economía en la vivienda.
- Hay que estar seguro que la empresa dispone de personal capacitado, equipos y experiencia en el sistema y materiales elegidos.
- Es importante pedir información y asesorías a los vendedores acerca del sistema constructivo.

3.6 MÉTODO PARA LA SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA

Decisión del alcance

En todos los casos la gerencia debe estar enfocada en la utilidad de la tecnología y debe enfocarse en la identificación de las alternativas más apropiadas para alcanzar las metas más importantes de la organización y así obtener ventaja competitiva.

Especificaciones

La empresa debe verificar cuidadosamente las características de la tecnología basada en las necesidades y situación económica de la misma, estas características son el principal criterio para su adquisición.

Búsqueda de alternativas

La búsqueda de alternativas es extensa, debe recolectarse toda la información de vendedores de modo que pueda crearse un amplio criterio en el momento de la elección, así como todas las consideraciones del desempeño de la tecnología y los problemas que pueda tener su implementación.

Análisis de tecnologías

En este proceso la empresa analiza el desempeño de las tecnologías que más se acercan a sus necesidades basándose en la información del vendedor, costo, ventajas constructivas (tiempo de ejecución, ahorro en desperdicios, capacitación de mano de obra, costo final de la vivienda, etc.), así como un estudio de implementaciones anteriores. Para lo anterior puede utilizarse una matriz multicriterio con factores como: tipo de material, costo por metro cuadrado, usos (en caso de moldes metálicos), accesorios y equipo adicional, fletes, asesoría y capacitación, respaldo técnico y aceptación en el mercado, etc. que pueden ayudar al constructor a tomar una decisión.

Justificación del costo

La fase de justificación del costo se basa en la maximización de los beneficios de la tecnología, se pueden tomar dos alternativas:

1. Cuantificación de los beneficios contra el costo de la tecnología
2. Identificación de los costos de la tecnología sin un análisis previo

Implementación

En la implementación se deben de tomar decisiones con base a dos estrategias básicas:

1. Acciones para limitar el riesgo (en términos de consecuencias de falla)
2. Acciones para incrementar la probabilidad de éxito

3.7 APLICACIÓN DE QFD PARA LA ELECCIÓN DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

3.7.1 DEFINICIÓN DE QFD

El despliegue de la función de calidad (QFD por sus siglas en ingles Quality Function Deployment) fue creado para presentar una interfase entre el sistema manufacturero y el de negocios. En la sociedad industrial actual, donde el crecimiento distante entre los productores y el cliente se ha vuelto un tema de preocupación, QFD une las necesidades del cliente final con el diseño, desarrollo, ingeniería, proceso constructivo y funciones de servicio. También ayuda a las organizaciones a poner más atención en las necesidades del cliente que se presentan y en las posibles que puedan existir, para trasladarlas a acciones y para enfocarse en funciones de negocios dirigidas al logro de la meta en común. El sistema QFD faculta a las organizaciones a exceder las expectaciones normales y provee un nivel anticipado para dar solución a problemas que genera un valor agregado.

El sistema QFD se define como sigue:

1. Entendimiento de los requerimientos del cliente.
2. Pensamiento en sistemas de calidad + psicología + conocimiento.
3. Maximización de calidad positiva que genera valor.
4. Sistema de calidad comprensivo para la satisfacción del cliente.
5. Estrategia para mantenerse siempre adelante a las expectativas.

3.7.2 CARACTERÍSTICAS DEL QFD COMO UN SISTEMA DE CALIDAD

- QFD es un sistema de calidad que implementa elementos de sistemas de pensamiento (punto de vista del desarrollo de un proceso como un sistema) y de la psicología (entendimiento de las necesidades del cliente, que significa valor y como los clientes o usuarios finales pueden mostrar interés, elección y satisfacción).
- QFD es un método de calidad sobre el buen conocimiento o epistemología (¿como hacer para conocer las necesidades del cliente?, ¿como decidir que elementos deben ser incluidos para tal fin? y ¿a que nivel de funcionalidad?
- QFD es un sistema de calidad para competitividad estratégica, maximiza la calidad y genera valor; busca las necesidades del cliente, las traslada a requerimientos técnicos, les da prioridad y los optimiza para traer consigo la más alta ventaja competitiva.
- QFD es el único sistema de calidad dirigido específicamente a la satisfacción del cliente a través del proceso de desarrollo y negocios.

3.7.3 INTRODUCCIÓN AL QFD

Un aspecto que la industria de la construcción puede mejorar, es la habilidad para determinar de una manera acertada los requerimientos de los clientes y transformar exitosamente estos requerimientos a planes y especificaciones para la construcción.

La mejor característica del QFD es el enfoque a la voz del cliente y la provisión de formas de pensar sistemáticas de aseguramiento que el cliente o mercado demandan para conseguir requerimientos técnicos exactos y acciones a través de cada nivel de desarrollo del producto, la herramienta utilizada es una matriz de correlación conocida también como *carta de calidad* (Akao, 1990).

3.7.4 QFD: ACERCAMIENTO DE DISEÑO VS. ACERCAMIENTO ANALÍTICO

El método tradicional para controlar la calidad y satisfacer los requerimientos del cliente busca observar las causas de los problemas y después intenta prevenir la recurrencia. Este método es conocido como un acercamiento analítico ya que busca las causas de los problemas e inicia una vez que el producto ha sido terminado para llegar finalmente al proceso de producción y buscar factores que contribuyen a crear problemas. Este es el sistema básico usado en el control de calidad (CC). El acercamiento analítico es efectivo para deshacerse de problemas por falta de conformidad de la actual línea de producción para mejorar el proceso.

Con el surgimiento de nuevas teorías se pretende que el acercamiento se realice de manera inversa, empezando en la etapa de diseño para visualizar problemas, mejorar el proceso y obtener un mejor producto terminado con la calidad que el cliente demanda. A este método se le llama acercamiento de diseño y la herramienta QFD es un sistema de este tipo (Akao, 1990).

Este método requiere que las empresas trabajen específicamente en los objetivos y principalmente en la forma de lograrlos. El cliente demanda requerimientos que también deben ser considerados como objetivos y deben ser incorporados al plan de calidad y al diseño de calidad, entonces deben ser desplegados sistemáticamente desde la concepción hasta que se tiene el producto terminado.

QFD emplea un análisis matemático usando una serie de matrices que dependen de relaciones funcionales que van ligadas a los más altos niveles de calidad para desarrollar un producto. Realizando un análisis de la variedad de relaciones funcionales es posible cuantificar la calidad y establecer prioridades. Una de las premisas básicas detrás de la filosofía de QFD es: la calidad tiene gran influencia en un proyecto si es implementada en las fases iniciales, es más sencillo definirla en estas etapas.

A continuación se pretende establecer una aplicación de QFD en la industria de la construcción con un enfoque a la vivienda de interés social. Se ha

realizado un cuestionario con la finalidad de identificar problemas asociados con este tipo de vivienda en cuanto a la implementación de tecnologías constructivas y se pretende traducir las necesidades del cliente a una carta de calidad de QFD.

3.7.5 OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN PARA DETERMINAR FACTORES IMPORTANTES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO

Este análisis utiliza la aplicación del método QFD en vivienda de interés social para determinar los criterios esenciales en la búsqueda de aplicar un nuevo sistema constructivo que optimice el proceso desde su concepción hasta el final. Los objetivos principales son:

- Familiarización con el concepto y técnica del despliegue de la función de calidad.
- Análisis de los problemas en la construcción de vivienda de interés social con un enfoque en los aspectos de confiabilidad, costo y tiempo de ejecución del proceso.
- Desarrollo de una carta de calidad basada en las demandas del cliente.
- Importancia del QFD en el desarrollo de criterios para seleccionar una tecnología constructiva para vivienda de interés social.

3.8 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La primera parte de esta investigación se enfoca en el concepto y técnicas del QFD, la naturaleza de la industria de la construcción y su facilidad para adoptar acercamientos al QFD.

Después se procedió a elegir tres sistemas constructivos para vivienda de bajo costo, la fuente de información de estos sistemas ha sido citada anteriormente en el trabajo y mediante una matriz de ponderación se busca encontrar el sistema constructivo idóneo con base a los aspectos técnicos, económicos, ambientales, culturales y sociales.

Se han elaborado un cuestionario para obtener el punto de vista del constructor acerca de la técnica de QFD aplicada a vivienda de interés social, así como para determinar los criterios de selección de uno u otro sistema constructivo, los requerimientos del cliente y las necesidades concernientes a la calidad de sus viviendas.

Las entrevistas fueron realizadas en empresas de la Ciudad de Durango y Monterrey relacionadas con la construcción de vivienda de interés social para obtener datos de relevancia en esta investigación.

3.8.1 CUESTIONARIO APLICADO AL CONSTRUCTOR

Objetivos

Obtener de primera mano información del constructor acerca de las condiciones actuales de vivienda de interés social. Precisamente la esencia del QFD reside en la retroalimentación obtenida directamente del constructor basada en la experiencia y requerimientos descritos por él.

Medir el nivel de conocimiento que presentan los desarrolladores de vivienda especialmente en el renglón de calidad en sus productos, cuanta consideración otorgan a los requerimientos del cliente, los problemas que surgen cuando se establecen las demandas de calidad y la aceptación del QFD para mejorar el proceso.

Establecer un parámetro de selección para la toma de decisiones sobre un sistema constructivo basándonos en dos aspectos: que es lo más importante para el constructor en el momento de elegir un sistema constructivo y cuales son los aspectos más fuertes de las tecnologías analizadas.

Determinar que sistema constructivo dadas sus características tecnológicas, económicas, sociales, culturales, ambientales y la opinión del constructor es más recomendable elegir.

Selección de muestra

Como esta encuesta fue dirigida al sector inmobiliario constructor de vivienda de interés social, se eligieron dos escenarios (Durango y Monterrey). Los cuestionarios se realizaron tanto presencialmente así como mediante el procedimiento de dejarlas y regresar por ellas después; se aplicaron 30 encuestas, los resultados arrojados se muestran en la parte de anexos I.

Periodo de trabajo

Los cuestionarios para el constructor se realizaron en el periodo septiembre – octubre del 2004. Se otorgaron dos meses para realizar las encuestas.

3.8.2 ESTRUCTURA DEL CUESTIONARIO

La encuesta está dividida en dos partes. La primera parte está relacionada con la importancia y el grado de satisfacción que el constructor otorga a los factores más importantes y la segunda parte está dividida en cuatro secciones, la sección I provee información tecnológica del sistema constructivo (estabilidad y seguridad, mantenimiento, condiciones internas, elementos estructurales, tipo de material y propiedades, etc.). La sección II muestra información económica del sistema constructivo (costo por metro cuadrado, costo de herramienta adicional, costo de mano de obra, costo de capacitación, etc.). La sección III proporciona

datos culturales y sociales acerca de las implicaciones de utilizar un sistema constructivo innovador desde el punto de vista del usuario y por último la sección IV que presenta los criterios ambientales considerados por cada sistema constructivo para la conservación del medio ambiente, el formato de la encuesta se muestra en la parte de anexos II.

3.9 PRIMERA PARTE DE LA PROPUESTA

Los factores elegidos nos muestran un panorama que sirve para formar un criterio acerca de la implementación de nuevas tecnologías constructivas. Se ha utilizado una escala de 1 a 5 basada en el grado de importancia de cada uno de estos aspectos, esto facilita la respuesta del usuario y hace que no haya tanta variación en ella. La escala quedó como sigue:

1 = No es importante
2 = Poco importante
3 = Importante
4 = Muy importante
5 = Lo más importante

También el usuario proporcionó un nivel de satisfacción acerca de las condiciones existentes basadas también en los factores descritos en cada sección. Se utilizó una escala de 1 a 5 como se menciona a continuación:

1 = Nada satisfactorio
2 = Muy poco satisfactorio
3 = Regularmente satisfactorio
4 = Satisfactorio
5 = Muy satisfactorio

Se realizó un análisis previo cuyo propósito es probar la efectividad de cada pregunta hecha en la encuesta de modo que las respuestas dadas proveyeran de la información y datos requeridos para realizar los objetivos del estudio, el análisis consistió en consultar Ingenieros en el medio con el fin de que dieran opiniones acerca de la efectividad y de las debilidades de la encuesta, su opinión contribuyó con el aporte de ideas acerca de cómo las preguntas debían de ser reestructuradas para lograr mejores resultados.

Grado de importancia

El grado de importancia de cada factor se presenta en orden descendiente en la tabla 1 basado en la escala dada de 1 a 5, el promedio obtenido de las respuestas que dio cada empresa se encuentra tabulado y se obtuvo de la siguiente fórmula:

$$promedio\ para\ el\ grado\ de\ impor\tan cia = \frac{suma\ de\ las\ escalas\ dadas}{número\ de\ encuestas\ aplicadas}$$

los resultados de las encuestas se muestran en la tabla 3.1

No.	Factores considerados para la producción de una vivienda	Grado de importancia, escala de 1 a 5
1	Estructuración (cimiento, cadenamiento, muros y losa)	4.50
2	Materiales utilizados y sistemas constructivos	4.13
3	Infraestructura urbana (Agua potable, drenaje, alumbrado, escuelas, mercados, parques, etc.)	3.80
4	Diseño de la distribución interna (espaciamiento, ventilación, luz, temperatura, etc.)	3.50
5	Calidad de la mano de obra en instalaciones y acabados	3.43
6	Localización del desarrollo	3.23
7	Servicio posventa	3.13
8	Entorno del desarrollo (calidad del aire, ruido, tráfico, temperatura, diseño arquitectónico)	2.47
9	Resistencia de la vivienda contra factores climáticos	2.40

Tabla 3.1. Factores considerados para la producción de una vivienda

Nivel de satisfacción

La forma de tabulación para el promedio del nivel de satisfacción es similar a la del grado de importancia, la operación es la siguiente:

$$nivel\ de\ satisfacción = \frac{suma\ de\ las\ escalas\ dadas}{número\ de\ encuestas\ aplicadas}$$

Los resultados de las encuestas se muestran en la tabla 3.2

No.	Factores considerados para la adquisición de una vivienda	Nivel de satisfacción, escala de 1 a 5
1	Localización del desarrollo	4.63
2	Infraestructura urbana (Agua potable, drenaje, alumbrado, escuelas, mercados, parques, etc.)	4.30
3	Servicio posventa	4.13
4	Diseño de la distribución interna (espaciamiento, ventilación, temperatura, luz, etc.)	4.03
5	Entorno del desarrollo (calidad del aire, ruido, tráfico, temperatura, diseño arquitectónico)	3.97
6	Estructuración (cimiento, cadenamiento, muros y losa)	3.00
7	Resistencia de la vivienda contra factores climáticos	2.74
8	Calidad de la mano de obra en instalaciones y acabados	2.67
9	Materiales utilizados (sistemas constructivos)	2.60

Tabla 3.2. Factores considerados para la adquisición de una vivienda

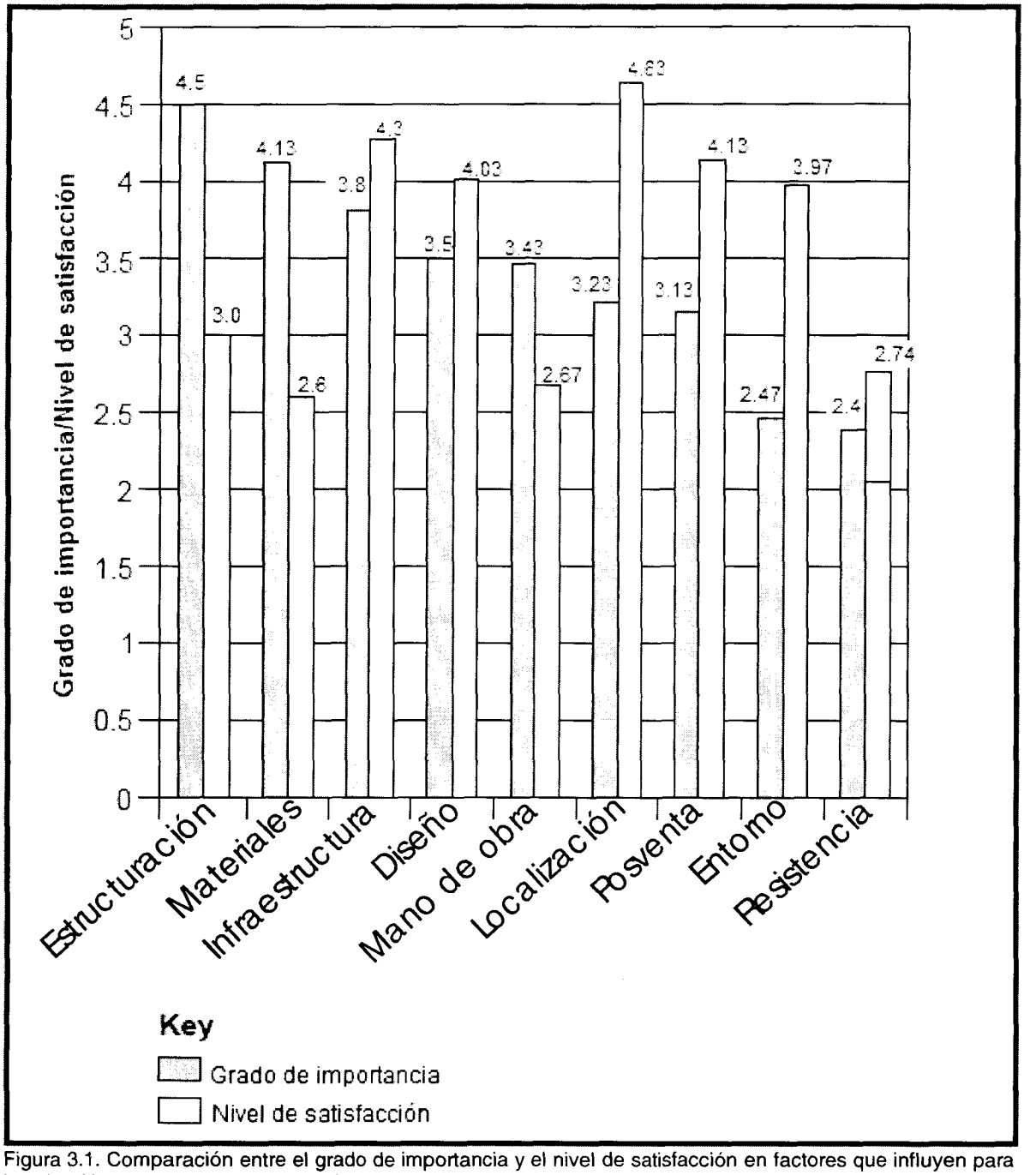


Figura 3.1. Comparación entre el grado de importancia y el nivel de satisfacción en factores que influyen para la selección de un sistema constructivo.

3.9.1 CARTA DE CALIDAD

Para el análisis de la primera parte de la encuesta aplicada al constructor es necesario desarrollar una carta de calidad para demostrar la técnica del QFD en la selección de un sistema constructivo para vivienda de interés social. La tabla 3.3 muestra la carta que fue hecha tomando en cuenta los datos obtenidos de las encuestas.

La carta muestra la relación entre la importancia que da el constructor a la tecnología constructiva y los elementos cualitativos de la vivienda (importancia/elementos cualitativos). La columna izquierda de la tabla se refiere a la importancia demandada por el constructor, se realizó un arreglo de palabras para identificar detalles importantes mencionados por el constructor cuando fue realizada la encuesta, es por esto que se muestran 3 niveles para mostrar las ideas del constructor mas allá del factor analizado, eso se ejemplifica en la carta con más detalle, los grados de importancia están basados en el promedio obtenido de cada factor aplicado. La fila superior de la tabla muestra el desglose de los elementos cualitativos.

Finalmente en la parte inferior de la tabla se muestra un grado absoluto de importancia y un grado relativo de importancia para cada elemento cualitativo. La formulas para obtener estos valores son las siguientes:

$$\text{Im}\,por\tan cia\ \ absoluta = \sum(grado\,de\,impor\tan cia\,x\ factor\,de\,correlación)$$

$$\text{Im}\,por\tan cia\,relativa\ (\%) = \frac{\sum(grado\,de\,impor\tan cia\,x\ factor\,de\,correlación)x100}{\sum(impor\tan cia\,absoluta)}$$

King (1989) definió los tres niveles de correlación posibles como:

(1) Correlación fuerte – a la que se le asigna un valor de 5
(2) Correlación media – a la que se le asigna un valor de 3
(3) Correlación posible – a la que se le asigna un valor de 1

El grado de importancia se convierte en el grado de importancia del elemento cualitativo por un método independiente (Akao, 1990). Por ejemplo "la localización" tiene una importancia de 3.23, pueden observarse en el tercer nivel que se divide en "traslados" y "cercanía de lugares" cuando cruza con un elemento cualitativo, como puede ser "transporte" se tiene un nivel de correlación de 5, estos valores se multiplican 3.23x5 y se obtiene un resultado igual a 16. Para las demás intersecciones que se presenten se realiza la misma operación y la sumatoria de esta columna nos dará la importancia absoluta.

Tabla 3.3. Carta de calidad que muestra los factores de decisión para seleccionar un sistema constructivo

Elementos cualitativos / Grado de importancia				CALIDAD DE VIDA													DISEÑO DE LA VIVIENDA						SISTEMA CONSTRUCTIVO			
				Ambiente interno					Ambiente externo			Facilidades del desarrollo					Arquitectónico			Ingeniería			Control y aplicación			
1er nivel	2do nivel	3er nivel	IMPORTANCIA	Luz	Ventilación	Aislamiento térmico	Aislamiento acústico	Confort	Temperatura ext.	Contaminación	Nivel de ruido	Transporte	Compras	Servicios administrativos	Escuelas, hospitales	Parques	Distribución	Innovación	Estética	Estructura	Método constructivo	Supervisión	Requerimientos	Seguimiento estricto	Especificaciones	Calidad de contratistas
Estructuración	Defectos estructurales	Goteras	4.50																1	5	5	5	3	3	1	5
		Crujido de muros	4.50																1	5	5	5	3	3	5	5
		Mala nivelación	4.50																5	3	5	5	3	5	1	5
Sistema constructivo	Materiales constructivos	Durabilidad	4.13																	5	3	5	5	3	5	5
		Confort	4.13			5	5	5			3							1	3		1	5	5	3	5	5
Resistencia contra factores climáticos	Lluvia	Humedad	2.40					5												5	3	5	5	3	5	5
	Viento	Resistencia	2.40					5												3		1	5	3	5	5
	Nieve	Seguridad	2.40			5		5	3											5		3	5	3	5	5
Mano de obra	Efectividad	Calidad	3.43																5	5	3	5	3	5	3	5
		Buen trabajo	3.43																5	5	3	5	3	5	3	5
Entorno del desarrollo	Calidad del aire	Polvo	2.47		1			1		5																
	Sónidos	Ruido	2.47				3	1		5	5												5	1	3	
	Tráfico	Mucho tráfico	2.47				3	1		5	5															
	Temperatura	Caluroso y muy frio	2.47			3			5														5	1	3	
Distribución interna	Ventilación	Circulación de aire	3.50		5	5		5									3	3	1				3			
	Luz	Muy oscuro	3.50	5				3									3	3	1				3			
	Espaciamiento	Comodidad	3.50					5									5	3	5				3			
Infraestructura urbana	Servicios	Alumbrado	3.80													1										
	Diversión	Agua potable	3.80													1										
		Parques	3.80													5										
Servicio posventa	Mantenimiento	Reparaciones	3.13																3	3			3	5	5	5
		Limpieza general	3.13																				5	3	3	1
Localización del desarrollo	Conveniencia	Traslados	3.23									5	5	3	5	1										
		Cercanía de lugares	3.23									5	5	5	5	3										
	IMPORTANCIA ABSOLUTA			18	20	58	35	110	20	37	37	32	32	26	32	40	39	36	112	154	112	165	220	160	169	198
	IMPORTANCIA RELATIVA			0.9	1.1	3.1	1.9	5.9	1.1	2.0	2.0	1.7	1.7	1.4	1.7	2.1	2.1	1.9	6.0	8.3	6.0	8.9	11.8	8.6	9.1	10.6

3.9.2 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CARTA DE CALIDAD

Requerimientos para adquirir un sistema constructivo

El primer paso fue enlistar las necesidades del constructor. Estas necesidades fueron evaluadas después por su importancia para el constructor y por la satisfacción obtenida por el cliente tomada en cuenta desde el punto de vista del constructor. En la tabla 3.1 se muestran factores generales que deben considerarse en la selección de un sistema constructivo, estos han sido colocados por su grado de importancia

Situación de la vivienda desde el punto de vista del usuario

Se pidió al constructor que evaluara la situación desde el punto de vista del usuario, utilizando también la escala de 1 – 5, el propósito consistió en evaluar que tan cerca de lo óptimo (muy satisfactorio) se encontraba la vivienda tradicional comparada con las necesidades del usuario. Basándose en la encuesta pudo definirse que lo más importante para el usuario era la localización del desarrollo.

Plan de selección

Después de haber identificado los requerimientos del constructor y del usuario y de evaluar la situación actual en cuanto a la importancia y satisfacción de factores determinantes para seleccionar una tecnología constructiva, el plan para seleccionar puede ser decidido. El siguiente paso en el proceso del QFD consiste en determinar de que manera las necesidades del constructor pueden ser cumplidas. Los métodos para llevar a cabo las necesidades del cliente deben mantenerse tan simples y directos como sea posible y se les llama elementos cualitativos, estos elementos se introducen a la carta de calidad para evaluar la correlación posible entre lo más importante para el constructor y la forma para medir sus necesidades (Tabla 3.3).

Utilización de la carta de calidad para establecer prioridades

En la carta de calidad, al correlacionarse los factores más importantes para el constructor con los elementos cualitativos se obtiene un grado de importancia absoluta y un grado de importancia relativa. El grado de importancia relativa se ha tabulado para una más fácil comparación en un gráfico de pastel el cual se muestra en la figura 3.2.

En este gráfico puede observarse que el apartado correspondiente al sistema constructivo tiene el mayor grado de importancia (40.1%).

Puede finalmente concluirse para esta primera etapa de la propuesta que debe darse un mayor énfasis al análisis del sistema constructivo que debe emplearse y sobre todo a las etapas que abarca: requerimientos, especificaciones, seguimiento y control de la calidad en la mano de obra.

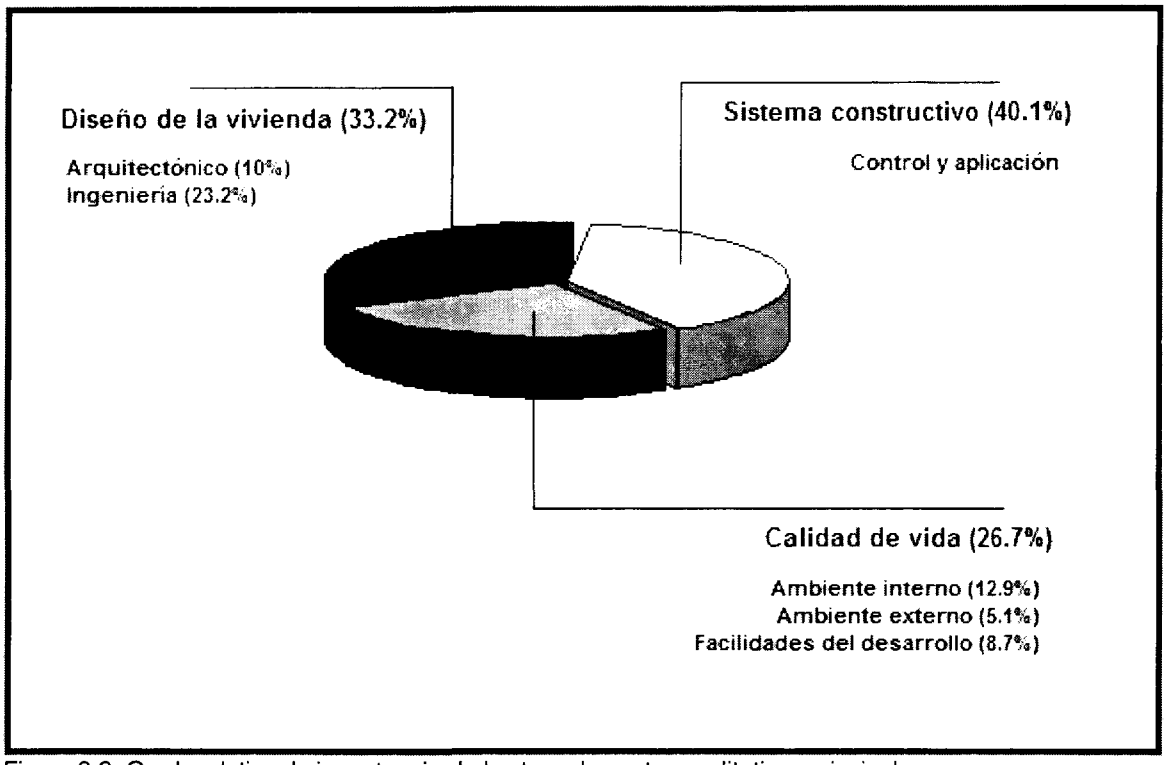


Figura 3.2. Grado relativo de importancia de los tres elementos cualitativos principales

3.10 SEGUNDA PARTE DE LA PROPUESTA

La finalidad de está encuesta es desarrollar un panorama acerca de la factibilidad para construir vivienda de interés social con un sistema constructivo que provea mejoras en los aspectos tecnológicos, económicos, sociales, culturales y ambientales.

Para esto se ha elaborado una encuesta que pretende unificar criterios sobre que factores son más importantes para el constructor en el momento de elegir un sistema constructivo y se ha dividido en cuatro secciones que se presentan a continuación, los factores han sido colocados de manera ascendente y cuentan con un puntaje que ha sido obtenido del análisis de los resultados provistos por la encuesta, el promedio de resultados se muestran en los anexos I.

Para contestar esta encuesta se pidió al constructor que calificara en orden dando 1 punto al factor que le parezca más importante y así sucesivamente hasta llegar al último punto.

Aspectos	Importancia
Económico	1.43
Tecnológico	1.93
Social y cultural	3.07
Ambiental	3.57

Sección I

Factores técnicos del sistema constructivo	Importancia
Rapidez de ejecución	2.00
Tipo de material del sistema	2.90
Estructura resistente	3.83
Modulación del sistema constructivo	4.90
Impermeabilidad	5.20
Compatibilidad con otros sistemas	5.93
Aislamiento térmico	6.87
Acabados de muros y losa con el sistema constructivo	6.97
Cuidados a la vivienda una vez terminada	8.63
Aislamiento acústico	9.03
Resistencia al fuego	9.73

Sección II

Factores económicos del sistema constructivo	Importancia
Costo por metro cuadrado del sistema	1.00
Costo de capacitación	3.23
Costo de financiamiento	3.50
Costo de mano de obra	3.63
Costo de mantenimiento	4.33
Costo de equipo adicional	5.87
Costo de herramienta adicional	6.43

Sección III

Factores sociales y culturales del sistema constructivo	Importancia
Calidad de vida	1.93
Aceptación rápida por el usuario	2.03
Sentido de pertenencia y seguridad del usuario	3.67
Parecido a las viviendas de los alrededores	3.87
Confort térmico	4.27
Textura, color y forma de la vivienda	5.23

Sección IV

Factores ambientales del sistema constructivo	Importancia
Reducción de desperdicios	1.57
Ahorro energético para el usuario	2.13
Protección al medio ambiente	2.30

TABLA 3.4. CALIFICACIÓN A ASPECTOS TECNOLÓGICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES, CULTURALES Y AMBIENTALES PROPORCIONADOS POR EL CONSTRUCTOR

3.10.1 MATRIZ DE PONDERACIÓN

Con esta matriz se busca identificar los factores más importantes relacionando los puntos fuertes de cada tecnología con la opinión otorgada por el sector encuestado de modo que sea posible obtener un criterio válido acerca de que sistema es más conveniente aplicar en la construcción de vivienda de interés social.

Aspectos	Importancia
Tecnológico	3.07
Económico	3.57
Social y cultural	1.93
Ambiental	1.43

Tabla de evaluación	Peso	Block prefabricado Hebel			Panel de poliestireno			Molde metálico			Tecnología tradicional		
1. Tecnológico	**3.07**	Puntos	Calif	Final	Puntos	Calif	Final	Puntos	Calif	Final	Puntos	Calif	Final
Estructura resistente	8.17	3	24.51	75.2457	3	24.51	75.2457	5	40.85	125.41	3	24.51	75.2457
Resistencia al fuego	2.27	5	11.35	34.8445	2	4.54	13.9378	4	9.08	27.8756	4	9.08	27.8756
Aislamiento térmico	5.13	5	25.65	78.7455	5	25.65	78.7455	2	10.26	31.4982	2	10.26	31.4982
Aislamiento acústico	2.97	4	11.88	36.4716	5	14.85	45.5895	3	8.91	27.3537	2	5.94	18.2358
Cuidados a la vivienda una vez terminada	3.37	5	16.85	51.7295	5	16.85	51.7295	5	16.85	51.7295	3	10.11	31.0377
Impermeabilidad	6.8	5	34.00	104.38	5	34	104.38	5	34	104.38	3	20.4	62.628
Modulación del sistema constructivo	7.1	5	35.50	108.985	5	35.5	108.985	5	35.5	108.985	1	7.1	21.797
Compatibilidad con otros sistemas	6.07	5	30.35	93.1745	3	18.21	55.9047	2	12.14	37.2698	4	24.28	74.5396
Rapidez de ejecución	10	4	40.00	122.8	4	40	122.8	5	50	153.5	1	10	30.7
Acabados de muros y losa con el sistema constructivo	5.03	4	20.12	61.7684	3	15.09	46.3263	5	25.15	77.2105	2	10.06	30.8842
Tipo de material del sistema	9.1	3	27.30	83.811	2	18.2	55.874	5	45.5	139.685	4	36.4	111.748
				852			760			885			516
2. Económico	**3.57**	Puntos	Calif	Final	Puntos	Calif	Final	Puntos	Calif	Final	Puntos	Calif	Final
Costo por metro cuadrado del sistema	7	4	28	99.96	4	28	99.96	1	7	24.99	5	35	124.95
Costo de herramienta adicional	1.57	5	7.85	28.0245	5	7.85	28.0245	5	7.85	28.0245	5	7.85	28.0245
Costo de equipo adicional	2.13	5	10.65	38.0205	5	10.65	38.0205	5	10.65	38.0205	5	10.65	38.0205
Costo de mano de obra	4.37	3	13.11	46.8027	3	13.11	46.8027	3	13.11	46.8027	5	21.85	78.0045
Costo de capacitación	4.77	5	23.85	85.1445	3	14.31	51.0867	3	14.31	51.0867	5	23.85	85.1445
Costo de mantenimiento	3.67	5	18.35	65.5095	3	11.01	39.3057	5	18.35	65.5095	3	11.01	39.3057
Costo de financiamiento	4.5	5	22.5	80.325	5	22.5	80.325	1	4.5	16.065	5	22.5	80.325
				444			384			270			474

3. Social y cult.	1.93	Puntos	Calif	Final	Puntos	Calif	Final	Puntos	Calif	Final	Puntos	Calif	Final
Sentido de pertenencia y seguridad del usuario	3.33	4	13.32	25.7076	3	9.99	19.2807	5	16.65	32.1345	4	13.32	25.7076
Calidad de vida	5.07	5	25.35	48.9255	5	25.35	48.9255	4	20.28	39.1404	4	20.28	39.1404
Aceptación rápida por el usuario	4.97	5	24.85	47.9605	3	14.91	28.7763	4	19.88	38.3684	5	24.85	47.9605
Parecido a las viviendas de los alrededores	3.13	5	15.65	30.2045	5	15.65	30.2045	5	15.65	30.2045	5	15.65	30.2045
Confort termico	2.73	3	8.19	15.8067	5	13.65	26.3445	2	5.46	10.5378	2	5.46	10.5378
Textura, color y forma de la vivienda	1.77	4	7.08	13.6644	4	7.08	13.6644	3	5.31	10.2483	3	5.31	10.2483
				182			167			161			164

4. Ambiental	1.43	Puntos	Calif	Final	Puntos	Calif	Final	Puntos	Calif	Final	Puntos	Calif	Final
Reducción de desperdicios	2.43	4	9.72	13.8956	4	9.72	13.8956	5	12.15	17.3705	1	2.43	3.4749
Protección al medio ambiente	1.7	4	6.8	9.724	4	6.8	9.724	5	8.5	12.155	2	3.4	4.862
Ahorro energético para el usuario	1.87	4	7.48	10.6964	5	9.35	13.3705	3	5.61	8.0223	2	3.74	5.3482
				34.3			37			37.6			13.7

SUMA DE TOTALES			1512			1347			1354			1167

TABLA 3.5. MATRIZ DE PONDERACIÓN

Explicación de la matriz de ponderación.

- Inicialmente como efecto de análisis fue necesario invertir los valores, de modo que el factor más importante tuviera el valor más alto dentro de la escala de cada sección, el proceso se justifica empleando la siguiente fórmula:

$$Valor\ \mathrm{mod}ificado = \#mayor\ de\ la\ escala - (valor\ actual - 1)$$

Por ejemplo para el caso de calidad de vida:

$$Valor\ \mathrm{mod}ificado = 6 - (1.93 - 1) = 5.07$$

- La columna de peso muestra el promedio de la calificación que el constructor otorgó a cada factor según la secuencia de la segunda parte de la encuesta, modificada con el ajuste anterior.
- La columna de puntos indica la calificación que se ha otorgado a cada uno de los factores dependiendo de los aspectos más importantes de cada uno de los sistemas constructivos, tales criterios se muestran en los anexos III.
- La columna de calificación resulta de multiplicar los puntos por el peso dado por el constructor en cada criterio, por ejemplo en el caso de la rapidez de ejecución, se dieron 4 puntos a la tecnología de bloques prefabricados de concreto celular, este valor se multiplica por el peso del criterio otorgado por

el constructor que para este caso vale 10 y se obtiene una calificación de 40.

- En la tercer columna el valor de la calificación se multiplica por la ponderación, por ejemplo para el mismo concepto, la calificación de 40 se multiplica por el % ponderado correspondiente al aspecto tecnológico que vale 3.07 y se obtienen 122.8 puntos que corresponden a la columna final de ese factor.
- Se obtiene por último la sumatoria de cada columna para la calificación final, que está en letras blancas.
- Finalmente se suman los totales.

3.10.2 INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE PONDERACIÓN

La matriz puede interpretarse de dos formas, dependiendo de las necesidades del constructor, una de ellas consiste en analizar cada sección separadamente y obtener conclusiones de cada una de ellas y la otra en analizar desde un punto de vista global todos los aspectos y determinar que es lo más conveniente.

Para este caso particular puede observarse que la tecnología con bloques prefabricados de concreto celular es la que obtuvo mayor puntaje, basándonos en la idea original de la propuesta podemos concluir que este sistema es el más factible a implementar por parte del constructor, sin embargo, no deja de ser una propuesta y los datos proporcionados aquí pueden ser cuestionables.

Acerca de este método puede resumirse que mas allá de los valores obtenidos pretende mostrarse una herramienta válida y aplicable a cualquier empresa que desee implementar un sistema constructivo nuevo.

La sistematización de los aspectos más importantes mencionados anteriormente por el constructor es la estructura que permite definir qué información puede orientar a la toma de decisiones.

Con esta estructura se muestra información de orientación para las decisiones que implican una opción tecnológica para la construcción de vivienda de interés social. Se elaboró esta síntesis de información básica, ponderando los aspectos ordenados según la consulta de opinión y se seleccionaron 4 alternativas que puedan satisfacer correctamente los factores más críticos e importantes por parte del dueño.

3.11. ESTUDIOS POSTERIORES Y APLICACIÓN

El proceso detallado en el capítulo III tiene una finalidad, se ha observado a lo largo del trabajo que la búsqueda del mismo consiste en la implementación del sistema constructivo, para esto es necesario aplicar correctamente el método descrito en el punto 3.6 de este capítulo, con este trabajo se pretende aplicar las herramientas propuestas (carta de calidad y matriz de ponderación) a lo largo de las etapas para la selección del sistema.

A lo largo del trabajo han ido surgiendo preguntas acerca de: ¿Cómo se puede implementar un sistema constructivo en una empresa?, ¿Qué datos requiere el constructor para tomar una decisión?, ¿Es aplicable a cualquier empresa?, ¿Los valores obtenidos muestran un panorama exacto acerca de las necesidades del constructor?, ¿Se ha justificado detalladamente las ventajas y desventajas de cada sistema constructivo analizado?

Es bien sabido que no existe una fórmula exacta para llegar a la solución de todas las preguntas y que debido a la particularidad de cada empresa, de sus necesidades y capital económico siempre existirán variantes de criterios. Durante el trabajo se ha podido responder a las preguntas de manera aproximada, para implementar un sistema constructivo se requiere de una metodología bien planeada, cuando el constructor no tiene conocimiento acerca de esto es conveniente que se asesore, en ocasiones es posible que el constructor no desee hacer un cambio tan drástico como lo es un sistema constructivo nuevo, en estos casos quizá se deban realizar cambios de manera parcial, en el medio se tienen sistemas constructivos abiertos que permiten adaptar tecnologías con sistemas tradicionales y no representan gastos fuertes inmediatos.

Lo referente a la información que requiere el constructor para tomar una decisión es muy variable, una vez más depende de los requerimientos y de la capacidad económica de la empresa, puede emplearse una matriz multicriterio, mencionada en el punto 3.6. *Análisis de tecnologías* donde se definan los aspectos más importantes para el constructor y se cotejen los resultados de las tecnologías que considere en la búsqueda de alternativas.

En cuanto a la aplicabilidad, primeramente es necesario saber cuales son las necesidades de la empresa, cual es su visión a futuro, si se quiere hacer un cambio debido a la competencia, debido a competitividad y por consiguiente a la mejora en la productividad o por fallas con su sistema constructivo actual, las herramientas desarrolladas en este trabajo aplican a este tipo de empresas siempre y cuando exista un seguimiento de las mismas y una correcta metodología.

Los valores obtenidos identifican una tendencia hacia el estudio de los requerimientos de la empresa, las características del sistema constructivo, métodos de aplicación y de control de la aplicabilidad del sistema, así como la factibilidad en la utilización del sistema de bloques de concreto celular (Contec-

Hebel), sin embargo como se menciona acerca de la aplicabilidad, es conveniente utilizar las herramientas para cada empresa en particular y asignar valores según las necesidades específicas que cada una de ellas tenga, ya que los datos presentados en este trabajo muestran una forma subjetiva aplicada a la empresa constructora de vivienda de interés social, más no a un caso en específico.

Finalmente, las ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas se han detallado lo más posible, se aclara que para información exacta acerca de los sistemas es necesario ponerse en contacto con el proveedor. Lo que se pretendió en el trabajo es generar un panorama amplio, donde pudieran verse las características más importantes y sentar bases para la comparación que se realiza en la matriz de ponderación, por lo que pueden ser considerados como criterios reales y bien definidos.

En el capítulo I se muestra en la tabla 1.1 un cuadro de ventajas en ahorro de tiempo, energía y costos con la construcción industrializada

BASE Y SUSTENTO DE LA CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA		
Plazos de ejecución	Ahorro de energía	Ahorro de costos
Para una vivienda de interés social de 90 m^2 hay un ahorro de tiempo de un	Según estudios realizados en distintas obras se logra un ahorro del	Cuyo promedio se sitúa en un
40 - 60%	30 - 50%	25 - 35%

Para realizar un análisis que relacione estos valores con valores reales de industrialización, sería necesario adentrarse en la cuantificación del costo del sistema constructivo de bloques de concreto celular, el presente estudio hasta donde abarca muestra una reducción en el tiempo de construcción de más de 28 días para las etapas de muro y losa tradicional a 10 días máximo con el proceso constructivo Contec considerando el repello en muros, lo cual aplica en el apartado de plazo de ejecución, aunque es necesario aclarar que en la tabla 1.1 el plazo se refiere a vivienda terminada y no solo a muros y losa como lo que se analizó en este trabajo. Para el caso de ahorro de energía es necesario estudiar factores enfocados al servicio posterior a la construcción, estos factores tienen que ver básicamente con ahorros en sistemas de aire acondicionado, ventilación y calefacción; por último, el ahorro en costos se refleja en un análisis de factibilidad financiera el cual puede realizarse en dos etapas, la primera consiste en el uso de un sistema de precios unitarios que muestre una comparación entre los sistemas que se deseen seleccionar tanto en costo como en tiempo (gráfica de Gantt o CPM), se puede ejemplificar con la siguiente tabla:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD			
CONCEPTOS	Sistema tradicional	Sistema CONTEC	Otro sistema
Cimentación			
Albañilería			
Acabados			
Obra exterior			
Equipamiento			
Limpieza			
Equipo			
Admón. de campo			
TOTAL			

Tabla 3.6 Estudio de factibilidad GARCÍA, 2004

Para la segunda etapa es necesario justificar beneficios a largo plazo, como lo es el caso del sistema de moldes metálicos, donde la construcción de una sola vivienda queda injustificada debido al alto costo del sistema, es aquí donde puede aplicarse un estudio de factibilidad financiera para vivienda en serie, esta parte tiene que ver directamente la necesidad de la empresa y su capacidad de construcción, ya que en el caso de moldes metálicos su utilización queda justificada cuando se da el número de usos especificado del sistema, se muestra un ejemplo a continuación considerando el sistema de moldes metálicos el cual puede ajustarse dependiendo de las necesidades de cada empresa.

Estudio de factibilidad financiera para construcción de vivienda en serie				
	Tradicional	Moldes	Otro sistema	Beneficio
Costo total de la vivienda (tabla 3.6)				
Ahorros por desperdicios				
Velocidad de construcción. Beneficio por la opción de poder construir un mayor número de viviendas en el mismo tiempo que con el sistema tradicional, obteniendo más utilidades				
Economía de escala. Optimización de gastos de administración por vivienda considerando que puede construirse un mayor número de vivienda en el mismo tiempo, con el mismo personal, espacio y equipo de oficina.				
TOTAL DE BENEFICIOS				

Tabla 3.7. Estudio de factibilidad financiera para construcción de vivienda en serie GARCÍA, 2004

El empleo de estas tablas ayuda a identificar de una forma mas clara los ahorros en tiempo y costos, así como el beneficio en utilidades por vivienda, en caso de que se quisiera invertir el ahorro en tiempo y dinero en la construcción de más unidades.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO I

Es importante hacer notar que el déficit de vivienda en México es considerable y para dar solución a este problema se requiere primeramente de un plan de acción por parte del gobierno que garantice el cubrimiento de las necesidades y requerimientos de las familias y personas más necesitadas, para esto se debe generar un sistema en donde se pueda suministrar viviendas rápidamente y sin incurrir en costos mayores, es aquí donde entran los procesos de industrialización de vivienda y prefabricación.

Debe realizarse un control en cuanto a la producción e implementación de estos procesos, puesto que existen en el mercado gran cantidad de sistemas que no han sido analizados y que no tienen difusión en la industria de la construcción en México; todo esto es para evitar caer en el error de implementar sistemas constructivos sin conocimiento de los requerimientos de vivienda que se tienen en determinada región al igual que el desconocimiento de las especificaciones técnicas.

Lo anterior nos lleva a mencionar que dentro de lo posible hay que evitar lo que se viene dando en la industria en México desde hace tiempo: competir por el precio más bajo sin tener en cuenta la calidad de los materiales y por lo mismo la omisión del proceso de evaluación técnica y el comportamiento estructural del sistema ante cualquier evento que se presente.

Es importante tener en cuenta que la industrialización y la prefabricación para ser utilizada en la vivienda de interés social genera muchos beneficios, tales como: disminución en los costos de la estructura, rapidez de ejecución, calidad en los productos, disminución de desperdicios, entre otros; todo esto indica que con un adecuado proceso de innovación y en especial de transferencia de dicha innovación pueden generarse programas exitosos que ayuden a solucionar el problema de vivienda que existe en nuestro país.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO II

Las tecnologías constructivas constituyen, sin duda, opciones viables para la solución del problema de vivienda de interés social en muchas regiones del país, pero para esto se requieren programas de capacitación y difusión de tecnologías adecuadas alternativas para la construcción, durante todo el proceso de investigación puede observarse la gran cantidad de sistemas constructivos que ofrece el mercado, sin embargo no todas hablan de los detalles que se analizaron en la etapa de la propuesta, esto deja huecos y falta de conocimiento de detalles específicos que son importantes para el constructor cuando elige un sistema constructivo.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO III

Los resultados de la propuesta proporcionaron dos esquemas, el primero muestra mediante una herramienta de calidad, como lo es el QFD, la importancia que tiene sobre los aspectos de calidad de vida y diseño el punto referente al sistema constructivo, al estudio de requerimientos necesarios en el lugar del desarrollo, al análisis de las especificaciones del sistema y a la planeación y control para la implementación del mismo. El segundo esquema nos detalla de una manera más sencilla una herramienta donde se relacionan los factores más importantes para el constructor dentro de lo tecnológico, económico, social, cultural y ambiental, con los factores más relevantes de cuatro sistemas constructivos, entre ellos el tradicional, de este modo se ligan ambas partes de la propuesta y dentro de los resultados arrojados puede observarse que el constructor debe dar un enfoque especial primeramente a los sistemas constructivos y dentro del análisis de sistemas que la tecnología a base de block prefabricado es la más factible de aplicar desde el punto de vista global o que también puede determinarse que tecnología es más viable basándose en cada aspecto de una manera individual.

Finalmente, es necesario aclarar que las herramientas aquí utilizadas se enfocan a cuatro sistemas que fueron propuestos por facilidad de estudio pero la intención de la propuesta no fue descubrir cual de estos sistemas es el mejor, sino la aplicación de ambas herramientas que pueden ser usadas para un caso específico y muy particular por cualquier empresa que desee implementar una nueva tecnología y que no tenga los recursos necesarios para determinar cual es la más conveniente.

Si bien, la investigación presentada alcanza sólo el nivel de propuesta y aplicación a un caso específico, tanto la respuesta que otorgó el constructor como los sistemas constructivos, satisfacen las necesidades del proyecto y pueden tomarse consideraciones serias acerca de ella.

Siempre desde el punto de vista de la aproximación al tema estudiado en este trabajo, se puede afirmar que la construcción con bloques prefabricados de concreto celular es válida y merece encontrar su lugar en el mercado de vivienda ya que con las características especificadas y con los resultados obtenidos se justifica definitivamente su implementación en la construcción de vivienda de interés social.

Por último, la manera mas apropiada de aplicar los conocimientos aprendidos consisten en utilizar las herramientas en una empresa y adaptarlas a las necesidades y requerimientos de esta, finalmente ese es el objetivo principal posterior al trabajo y para validarlo habría que ofrecer la idea en las empresas.

RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos de la investigación identifican que un cambio analizado y estudiado hacia la innovación tecnológica es esencial en el sentido de incremento de la productividad primordialmente en vivienda de interés social, lo que puede dar entrada a investigaciones posteriores y de este elemento se desprenden aspectos importantes tales como rapidez de ejecución y mayor control que conlleva finalmente a lo que se pretendió desde un principio con este proyecto: motivar al constructor al cambio y proveerlo de las herramientas necesarias para hacerlo.

Si se crea un pensamiento de cambio en el constructor, la demanda de tecnologías en nuestro país que propiciará, dará entrada a diseñadores a nuestro mercado que promuevan y apoyen a la innovación en la construcción.

Por último, como recomendación a este trabajo solo queda mencionar que puede servir como base para estudios posteriores de investigación y que la línea aun no ha terminado, pueden aun probarse más tecnologías y considerar las oportunidades tecnológicas que se presenten como parte de la planeación de vivienda y seguir estableciendo mecanismos que recolecten y provean información dentro de la industria de la construcción.

BIBLIOGRAFÍA

Akao, Y. (1990). Despliegue de la función de calidad: Integrando los requerimientos del cliente en el diseño del producto. Cambridge, MA.

Chain, Silvio (2004). Construcción industrializada. Obtenido el día 15 de marzo de 2004 de la World Wide Web: http://www.construir.com/Econsult/Construr/document/in_tema.htm

Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda. (2003). Obtenido el día 17 de septiembre de 2003, Programa Sectorial, Casa y hogar para cada quien: una tarea contigo de la World Wide Web: http://www.conafovi.gob.mx/secciones/banner/programa%20sectorial/index.htm

De Pablo, Luis. (2003). Vivienda social, necesidad inaplazable y palanca para el desarrollo. Obtenido el 21 de agosto de 2003 de la World Wide Web: http://www.pri.org.mx/publicaciones/examen/numeros/2000/124/p48n1.htm.

Flores, Paulo. (2003). Estado del arte de la construcción con bloques de concreto. Capítulo de Ingeniería Civil del consejo departamental de Loreto del Colegio de Ingenieros del Perú. CISMID – UNI.

García, Salvador. (1999). Cátedra de Tecnologías de Edificación. Departamento de Ingeniería Civil. ITESM.

García, Salvador. (2003). Tecnologías de la Edificación para Vivienda. ITESM.

Gutiérrez, Carlos. (2001). La innovación en prefabricación de la vivienda de interés social. Registro bibliográfico: BIB 236072

Instituto de la Construcción y Gerencia. (2004). Obtenido el 25 de junio de 2004 de la World Wide Web: http://www.construccion.org.pe.

Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto. (2004). México y la construcción industrializada. Revista. Obtenido el 19 de mayo de 2004 de la World Wide Web: www.imcyc.com/revista/1998/junio/constru.htm

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2003). Fomento de la vivienda progresiva en México. Obtenido el 28 de agosto de 2003 de la World Wide Web: http://www.inegi.gob.mx.

King, R. (1989). Mejores diseños en la mitad de tiempo, 3ra. Edición, GOAL/QPC, Methuen, London.

Mac Donnell, Horacio. (2004). Manual de construcción de viviendas industrializadas. Revista disponible en CECOVI.

Montoya, Eliud. (2001). Modelo para crear innovación en la industria de la construcción. Tesis de Maestría. ITESM.

Santillán, Erik. (2002). Comparativa Técnico-económica de las tecnologías actuales empleadas en la construcción de viviendas. Tesis de Maestría. ITESM.

SITIOS

www.canadevi.org.mx
www.cimbramex.com
www.conapo.com.mx
www.contec.com.mx
www.covintec.com
www.dietrichindustries.com
www.eco-block.com
www.fanosa.com
www.forsa.com.co
www.hijansa.com
www.infonavit.gob.mx
www.losaryd.com
www.meccano.com.mx
www.metecnomexico.com
www.moladi.co.za
www.monolite.com.mx
www.multypanel.com
www.outinord-americas.com
www.panelrey.com
www.panelw.com.mx
www.peri.com.mx
www.pilosio.com
www.rbsdirect.com
www.symons.com
www.uni-span.com
www.usg.com.mx
www.walltech.com.mx
www.wallties.com
www.westernforms.com

REFERENCIAS

Manual técnico. CONTEC MEXICANA. 2004
Instructivo para construcción de muros TABLAROCA y DUROCK. USG. 2004
Guía técnica. ROYAL BUILDING SYSTEMS. 2004
Catálogo de cimbras para concreto. WALL-TIES. 2004
Catálogo de productos. PANEL REY. 2004

GLOSARIO

Material: Materia prima amorfa a la que se le aplica algún tratamiento

Elementos: pueden ser:

- Simples.- cuando se le ha dado al material una forma para cumplir una determinada función (perfiles, placas bloques, etc.)
- Compuestos (También llamados componentes).- Además de tener una forma cumplen una o más funciones en la obra o se combinan con otros elementos (estructuras, carpinterías, paneles, etc.)

Componente: Es un producto diseñado y fabricado para uno o varios usos en la construcción.

Prefabricación: Es la fabricación fuera de la obra de partes de la construcción aptas para ser utilizadas mediante distintas acciones de montaje.

Racionalización: Es el conjunto de estudios de métodos de producción, incluidos aquí los de gestión y los tecnológicos, conducentes a mejorar la productividad y la rentabilidad.

Sistema constructivo: Es un conjunto de espacios físicos estructuralmente relacionados entre sí, que por sus fines específicos (servicios, redes de infraestructura, espacios libres, etc.) constituyen el conjunto residencial, organismo habitable, alojamiento, etc.

Sistema tradicional: Es el de uso más difundido en cada País con Reglamentos y Normas que regulan su empleo.

Sistema no tradicional: Es el que se diferencia por sus materiales novedosos o técnicas poco conocidas.

Industrialización en la construcción: es la relación que se da entre el recurso utilizado en fábrica y el utilizado en obra (materiales, mano de obra, tiempo, etc.), tiene que ver con la manufactura de los materiales y productos usados en la construcción.

In-situ: término utilizado en el medio constructivo para referirse al lugar propio de la obra.

Monolítico: de un solo cuerpo, de una sola pieza.

Mampara: Panel o tabique de vidrio, madera u otro material, generalmente móvil, que sirve para dividir o aislar un espacio.

ANEXOS I

# DE ENCUESTAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	PROMEDIO
importancia																															
estructuración	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	**4.50**
sistema constructivo	5	3	5	3	5	4	3	5	3	5	5	4	3	5	4	5	4	3	4	3	4	5	4	4	5	5	4	5	3	4	**4.13**
resistencia contra factores climáticos	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	2	1	4	3	4	2	3	**2.40**
mano de obra	3	3	3	2	4	3	2	3	2	4	3	4	3	4	3	5	4	5	2	3	4	4	4	5	3	4	2	5	3	4	**3.43**
entorno del desarrollo	2	1	2	3	2	1	2	3	2	3	3	4	2	3	1	2	3	2	2	3	4	2	1	4	3	3	2	4	2	3	**2.47**
distribución interna	5	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3	3	4	2	3	3	5	3	4	3	3	4	4	4	3	2	5	2	5	2	**3.50**
infraestructura urbana	3	3	4	5	4	3	3	4	4	4	3	3	5	4	5	3	4	3	4	4	4	5	5	4	3	3	5	2	4	4	**3.80**
servicio posventa	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	2	4	4	3	2	2	3	3	4	3	3	2	3	4	2	3	3	3	3	**3.13**
localizacion del desarrollo	4	3	3	4	3	3	2	4	4	2	4	4	2	3	4	3	2	3	3	4	4	3	2	5	4	3	2	3	4	3	**3.23**
satisfacción																															
localización del desarrollo	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	**4.63**
infraestructura urbana	4	3	4	5	4	4	3	5	4	4	5	5	3	5	4	5	5	4	5	3	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	**4.30**
resistencia contra factores climáticos	2	3	3	3	2	3	2	2	3	2	4	3	3	2	3	2	2	4	3	3	5	3	4	2	2	4	3	2	2	1	**2.74**
sistema constructivo	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	4	3	2	3	3	1	2	3	2	2	3	3	4	4	2	3	3	2	4	2	**2.60**
mano de obra	3	3	2	3	1	2	2	3	3	2	3	3	4	2	2	1	4	3	3	3	2	4	2	3	2	4	3	3	2	3	**2.67**
distribución interna	4	4	4	3	4	5	4	3	4	4	4	4	5	5	4	4	3	3	4	5	3	3	4	4	5	5	5	5	3	4	**4.03**
estructuración	3	3	3	4	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	4	4	3	3	2	3	3	3	4	4	2	3	3	4	**3.00**
entorno del desarrollo	4	4	3	3	5	4	3	4	4	3	4	5	4	4	4	4	3	5	4	5	5	3	3	4	4	4	3	5	4	5	**3.97**
servicio posventa	5	5	5	4	3	4	5	5	3	4	4	5	4	5	5	4	5	5	3	4	2	5	4	3	4	3	3	4	5	4	**4.13**
aspectos																															
tecnológico	1	2	2	3	3	3	2	3	1	2	1	3	1	1	3	2	2	3	1	3	2	1	3	1	2	1	1	1	3	1	**1.93**
económico	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2	**1.43**
social y cultural	4	3	3	2	1	2	4	2	4	3	4	2	4	3	2	4	4	2	4	2	4	3	2	3	3	4	4	4	2	4	**3.07**
ambiental	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	**3.57**
sección I																															
Estructura resistente	2	1	6	4	5	4	2	6	3	9	8	5	6	6	3	5	1	2	2	4	6	3	1	4	2	1	3	5	2	4	**3.83**
Resistencia al fuego	11	11	11	7	11	9	10	10	11	10	10	11	10	10	8	11	10	8	11	9	7	9	10	10	11	6	8	11	10	11	**9.73**
Aislamiento térmico	8	7	10	5	4	6	9	8	7	6	9	4	5	11	7	6	7	6	8	2	8	8	9	7	6	5	6	9	8	5	**6.87**
Aislamiento acústico	10	8	9	6	10	11	11	7	8	11	11	10	9	9	11	9	9	7	10	10	9	7	8	11	9	8	10	10	7	6	**9.03**
Cuidados a la vivienda una vez terminada	9	10	7	11	8	10	6	9	9	7	7	9	8	7	9	8	11	9	9	11	5	10	11	8	7	7	11	8	9	9	**8.63**
Impermeabilidad	3	2	8	8	6	8	7	2	5	3	6	3	4	8	4	4	6	5	7	3	4	5	6	9	4	4	5	4	6	7	**5.20**
Modulación del sistema constructivo	7	5	1	9	2	7	3	1	1	2	2	2	3	4	6	7	5	4	6	5	10	4	7	5	8	9	7	2	5	8	**4.90**
Compatibilidad con otros sistemas	6	3	3	10	7	5	4	4	2	5	4	7	7	3	5	2	4	10	4	7	11	11	4	6	10	10	4	6	11	3	**5.93**
Rapidez de ejecución	4	6	2	1	1	3	1	3	4	4	1	1	2	1	1	3	2	1	3	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	**2.00**
Acabados de muros y losa con el sistema	5	9	5	2	9	2	8	11	10	8	5	8	11	5	10	10	8	11	5	8	2	6	3	3	5	11	9	7	3	10	**6.97**
Tipo de material del sistema	1	4	4	3	3	1	5	5	6	1	3	6	1	2	2	1	3	3	1	6	3	2	5	1	3	3	1	3	4	1	**2.90**
sección II																															
Costo por metro cuadrado del sistema	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1.00**
Costo de herramienta adicional	7	7	7	4	7	6	7	6	7	7	4	7	6	7	6	6	6	7	7	7	7	6	7	7	6	6	6	7	7	6	**6.43**
Costo de equipo adicional	6	6	6	3	6	7	4	7	6	6	5	6	7	6	7	7	7	6	6	4	6	7	6	3	7	5	7	6	4	7	**5.87**
Costo de mano de obra	2	5	2	2	2	3	2	4	3	5	3	5	2	5	5	2	4	5	3	6	2	2	5	2	3	7	5	5	6	2	**3.63**
Costo de capacitación	3	3	4	5	3	4	3	5	4	2	6	3	4	3	3	3	2	2	2	3	5	3	2	4	2	2	3	2	2	5	**3.23**
Costo de mantenimiento	4	4	5	6	5	5	6	2	5	4	7	4	5	4	2	4	5	3	5	5	3	4	4	6	5	3	4	4	3	4	**4.33**
Costo de financiamiento	5	2	3	7	4	2	5	3	2	3	2	2	3	2	4	5	3	4	4	2	4	5	3	5	4	4	2	3	5	3	**3.50**
sección III																															
Sentido de pertenencia y seguridad del	6	6	6	2	6	5	4	4	5	3	4	4	1	3	4	1	5	3	2	1	2	5	4	4	5	1	5	3	5	1	**3.67**
Calidad de vida	4	2	2	3	1	2	2	3	1	1	3	1	4	1	2	4	1	1	3	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2	**1.93**
Aceptacion rápida por el usuario	1	1	1	1	2	3	1	1	2	2	1	2	5	2	1	2	2	2	1	4	4	1	2	1	4	3	3	2	1	3	**2.03**
Parecido a las viviendas de los alred.	2	5	3	6	3	1	3	5	3	4	5	3	3	4	3	3	6	6	4	3	6	4	3	6	3	6	2	4	3	4	**3.87**
Confort térmico	3	3	4	4	5	4	6	2	4	5	2	6	2	5	5	5	3	4	6	6	5	3	5	3	2	4	4	6	6	6	**4.27**
Textura, color y forma de la vivienda	5	4	5	5	4	6	5	6	6	6	6	5	6	6	6	6	4	5	5	5	3	6	6	5	6	5	6	5	4	5	**5.23**
sección IV																															
Reducción de desperdicios	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	3	2	3	1	3	2	2	**1.57**
Protección al medio ambiente	3	3	2	2	2	3	1	3	2	2	3	3	3	2	3	2	1	1	2	3	2	3	3	2	3	1	3	2	1	3	**2.30**
Ahorro energético para el usuario	2	2	3	1	3	2	3	2	3	3	2	1	2	3	1	3	3	3	3	2	3	2	1	1	1	2	2	1	3	1	**2.13**

ANEXOS II

PROPUESTA PARA ELECCIÓN DE SISTEMA CONSTRUCTIVO EN VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

La finalidad de está encuesta es desarrollar un panorama acerca de la factibilidad para construir vivienda de interés social con un sistema constructivo que provea mejoras en los aspectos tecnológicos, económicos, sociales, culturales y ambientales.

Para esto se ha elaborado una encuesta que pretende unificar criterios sobre que factores son más importantes para el constructor en el momento de elegir un sistema constructivo.

Por cuestiones de análisis la encuesta se ha dividido en dos secciones, en la primera se busca determinar que grado de importancia da el constructor a algunos factores determinantes en la producción de vivienda, así como el grado de satisfacción que crea que pueda interesar más al usuario en el momento de decidirse por una vivienda. Finalmente se graficarán los resultados

La segunda parte muestra cinco aspectos (tecnológico, económico, social, cultural y ambiental) que influyen en el constructor cuando va a seleccionar un sistema constructivo. Con los datos proporcionados se elaborará una matriz de correlación que consiste en ver los puntos fuertes del sistema constructivo y los puntos más importantes de cada aspecto, de esta forma se obtendrá una puntuación que permitirá crear un criterio para la elección de un sistema constructivo

Los sistemas constructivos a evaluar son los siguientes:

- *Sistema constructivo a base de bloques prefabricados de concreto celular.*
- *Sistema constructivo a base de paneles modulares con alma de poliestireno y malla electrosoldada de acero.*
- *Sistema constructivo a base de moldes de acero con los cuales se obtiene una estructura monolítica de concreto que incluye muros y techos.*
- *Sistema constructivo tradicional a base de block de concreto y losa maciza de concreto.*

PRIMERA PARTE

Para la encuesta relacionada con el grado de importancia se pide que se responda con la siguiente escala:

1 = No es importante
2 = Poco importante
3 = Importante
4 = Muy importante
5 = Lo más importante

No.	Factores considerados para la producción de una vivienda	Grado de importancia, escala de 1 a 5
1	Estructuración (cimiento, cadenamiento, muros y losa)	
2	Materiales utilizados y sistemas constructivos	
3	Resistencia de la vivienda contra factores climáticos	
4	Calidad de la mano de obra en instalaciones y acabados	
5	Entorno del desarrollo (calidad del aire, ruido, tráfico, temperatura, diseño arquitectónico)	

6	Diseño de la distribución interna (espaciamiento, ventilación, luz, temperatura, etc.)	
7	Infraestructura urbana (Agua potable, drenaje, alumbrado, escuelas, mercados, parques, etc.)	
8	Servicio posventa	
9	Localización del desarrollo	

Para la encuesta relacionada con el nivel de satisfacción se pide que se responda con la siguiente escala:

1 = Nada satisfactorio
2 = Muy poco satisfactorio
3 = Regularmente satisfactorio
4 = Satisfactorio
5 = Muy satisfactorio

No.	Factores considerados para la adquisición de una vivienda	Nivel de satisfacción, escala de 1 a 5
1	Localización del desarrollo	
2	Infraestructura urbana (Agua potable, drenaje, alumbrado, escuelas, mercados, parques, etc.)	
3	Resistencia de la vivienda contra factores climáticos	
4	Materiales utilizados (sistemas constructivos)	
5	Calidad de la mano de obra en instalaciones y acabados	
6	Diseño de la distribución interna (espaciamiento, ventilación, temperatura, luz, etc.)	
7	Estructuración (cimiento, cadenamiento, muros y losa)	
8	Entorno del desarrollo (calidad del aire, ruido, tráfico, temperatura, diseño arquitectónico)	
9	Servicio posventa	

SEGUNDA PARTE

Esta parte de la encuesta está dividida por secciones, se pide que las respuestas vayan en orden dando 1 al factor que le parezca más importante en cada sección y así sucesivamente hasta llegar al último punto.

En el momento de elegir algún sistema constructivo para la ejecución de muros y losas en vivienda de interés social, ¿Qué aspectos le parecen más importantes?

Aspectos	**Importancia**
Tecnológico	
Económico	
Social y cultural	
Ambiental	

Sección I

¿Qué factores técnicos le parecen más importantes?

Factores Tecnológicos del sistema constructivo	**Importancia**
Estructura resistente	
Resistencia al fuego	
Aislamiento térmico	
Aislamiento acústico	
Cuidados a la vivienda una vez terminada	
Impermeabilidad	
Modulación del sistema constructivo	
Compatibilidad con otros sistemas	
Rapidez de ejecución	
Acabados de muros y losa con el sistema constructivo	
Tipo de material del sistema	

Sección II

¿Qué factores económicos le parecen más importantes?

Factores económicos del sistema constructivo	**Importancia**
Costo por metro cuadrado del sistema	
Costo de herramienta adicional	
Costo de equipo adicional	
Costo de mano de obra	
Costo de capacitación	
Costo de mantenimiento	
Costo de financiamiento	

Sección III

¿Qué factores sociales y culturales le parecen más importantes?

Factores sociales y culturales del sistema constructivo	**Importancia**
Sentido de pertenencia y seguridad del usuario	
Calidad de vida	
Aceptación rápida por el usuario	
Parecido a las viviendas de los alrededores	
Confort térmico	
Textura, color y forma de la vivienda	

Sección IV

¿Qué factores ambientales le parecen más importantes?

Factores ambientales del sistema constructivo	**Importancia**
Reducción de desperdicios	
Protección al medio ambiente	
Ahorro energético para el usuario	

ANEXOS III

FACTORES	Puntos a otorgar				
1. Tecnológico	5	4	3	2	1
Estructura resistente	>15000	12 - 15	9 - 12	6 - 9	
Resistencia al fuego	4 hrs	3 hrs	2 hrs	1 hr	
Aislamiento térmico	>2	1-2	0 5-1	0 25-0.5	
Aislamiento acústico	muy alto	alto	medio	bajo	muy bajo
Cuidados a la vivienda una vez terminada	0-5%	5-10%	10-15%	15-20%	> 20%
Impermeabilidad	fuerte		media		débil
Modulación del sistema constructivo	alta		media		baja
Compatibilidad con otros sistemas	100%	75%	50%	25%	0%
Rapidez de ejecución	1 - 7	8 - 13	14 - 20	21 - 27	28 - 34
Acabados de muros y losa con el sistema constructivo	liso	semi-liso	rugoso	malo	
Tipo de material del sistema	concreto	block	aligerado	otro	
2. Económico	5	4	3	2	1
Costo por metro cuadrado del sistema	0-200	200-500	500-1000	1000-2000	>2000
Costo de herramienta adicional	bajo		medio		alto
Costo de equipo adicional	bajo		medio		alto
Costo de mano de obra	bajo		medio		alto
Costo de capacitación	bajo		medio		alto
Costo de mantenimiento	bajo		medio		alto
Costo de financiamiento	bajo		medio		alto
3. Social y cult.	5	4	3	2	1
Sentido de pertenencia y seguridad del usuario	muy alto	alto	medio	bajo	muy bajo
Calidad de vida	muy alto	alto	medio	bajo	muy bajo
Aceptación rápida por el usuario	muy alto	alto	medio	bajo	muy bajo
Parecido a las viviendas de los alrededores	muy alto	alto	medio	bajo	muy bajo
Confort térmico	muy alto	alto	medio	bajo	muy bajo
Textura, color y forma de la vivienda	muy alto	alto	medio	bajo	muy bajo
4. Ambiental	5	4	3	2	1
Reducción de desperdicios	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 25	25 - 30
Protección al medio ambiente	muy alta	alta	media	baja	muy baja
Ahorro energético para el usuario	40 - 30	30 - 20	20 - 10	10 - 0	

FACTORES TECNOLÓGICOS

Estructura resistente: Los valores de la tabla están dados por la capacidad estructural de cada elemento en kg-mt, los valores están dados en miles a excepción del que tiene puntaje igual a cinco.

Resistencia al fuego: los valores en horas indican la capacidad que los elementos resisten una exposición directa en ese tiempo.

Aislamiento térmico: Se refiere a la capacidad de aislar el calor o frío presente en el exterior y mantener un ambiente confortable dentro de la vivienda, el puntaje está dado en función del factor R en Hr-m^2-°c/kcal.

Aislamiento acústico: Se refiere a la protección de los espacios internos contra ruidos externos.

Cuidados a la vivienda una vez terminada: el % está dado por los gastos que se hacen a lo largo de la vida de la vivienda en comparación al costo de adquisición.

Impermeabilidad: Es la capacidad del sistema para prevenir infiltraciones de agua.

Modulación del sistema constructivo: Es la facilidad del sistema de adaptarse a las necesidades del diseño evitando al máximo el desperdicio y ajustando de manera exacta los elementos.

Compatibilidad con otros sistemas: Tiene que ver con las características de los sistemas abiertos, entre ellas flexibilidad para adaptarse con otros sistemas sin que implique costos adicionales, en la tabla viene dado en % de adaptación.

Rapidez de ejecución: Está dado por el tiempo en días que toma la construcción de muros y losa así como el recubrimiento de los mismos.

Acabados de muros y losa con el sistema constructivo: Se refiere al acabado que queda una vez colocados los elementos.

Tipo de material del sistema: Se refiere al material con que se construyen los elementos.

FACTORES ECONÓMICOS

Costo por metro cuadrado del sistema: Se refiere al costo del sistema por metro cuadrado.

Costo de herramienta adicional: Depende del sistema y colocación, es cuando se requiere herramienta especial para la misma.

Costo de mano de obra: Depende de la capacitación y especialización que necesita tener la mano de obra para la realización del trabajo.

Costo de capacitación: Está ligado con el concepto anterior y tiene que ver con el gasto que debe hacerse para capacitar a la mano de obra.

Costo de mantenimiento: Este costo trata acerca del gasto adicional que debe hacerse a la vivienda una vez terminada, considerando fallos en el sistema.

Costo de financiamiento: Es la capacidad que existe para llegar a un acuerdo con la empresa proveedora del sistema para completar un proyecto.

ASPECTO SOCIAL Y CULTURAL

Sentido de pertenencia y seguridad: Se refiere a la identificación del usuario con la vivienda, a sentirla segura y estable.

Calidad de vida: Tiene que ver con aspectos más psicológicos, a sentirse bien con la vivienda y desarrollarse armoniosamente.

Adaptación rápida por el usuario: Como se han analizado sistemas no tradicionales, existe la posibilidad de que el usuario no se adapte tan fácilmente a nuevos sistemas, este punto se refiere a la facilidad que tiene para acoplarse a una vivienda nueva.

Parecido a las viviendas de los alrededores: Este punto es completamente psicológico, tiene que ver con que el usuario está familiarizado con las viviendas tradicionales, por lo que buscan viviendas similares a las tradicionales.

Confort térmico: Este concepto va ligado con el aislamiento térmico, una vivienda con un buen aislamiento térmico proporcionará un mejor confort.

Textura, color y forma de la vivienda: Está relacionado con la distribución, espaciamiento, tipo de acabado, sonido en muros, etc.

ASPECTO AMBIENTAL

Reducción de desperdicios: los valores están dados en porcentaje y muestran los desperdicios que ocurren en el proceso constructivo referente a muros y losas.

Prctección al medio ambiente: Está ligado con el punto anterior, a menor producción de desperdicio habrá mayor protección al ambiente.

Ahorro energético para el usuario: Este concepto está relacionado con el confort térmico, a mayor confort, será menor el gasto en equipo de ventilación y calefacción.