



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**

FACULTAD DE ARQUITECTURA



Tesis

**“Análisis de las Propiedades del Sistema
Constructivo a Base de Placas
Poliméricas y su Aplicación en la
Vivienda Modular.”**

Autor:

Claudia Merin Segura

Para Obtener el Título de:

Arquitecto

Asesor: **Dr. A y H. Gerardo Sixtos López**

Morelia, Michoacán

Octubre 2015

“No hay razón para no probar algo nuevo solo porque nadie lo haya intentado antes.”

Antoni Gaudí.

“La arquitectura es la voluntad de la época traducida a espacio.”

Ludwig Mies Van der Rohe.

“La arquitectura moderna no significa el uso de nuevos materiales, sino utilizar los materiales existentes de una forma más humana.”

Alvar Aalto.

DEDICATORIA.

Dedico esta tesis a mi abuelo, el **Ing. Alejandro Merin Winnitzky** que con su cariño y sin saberlo me inspiró y puso la idea materializada en mis manos para la realización de este trabajo.

A mis padres, **Ma. Alejandra Patricia Segura Torres** y **Alejandro Merin Juliá**, por su apoyo a lo largo de todo este camino de mi formación tanto personal como académica.

A mis hermanos, **Alejandro** y **Rodolfo Daniel**, que entre juegos y tareas juntos, llegamos a metas y realizaciones.

Atentamente:

Claudia Merin Segura.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco la participación de todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis, con sus ideas, comentarios, sugerencias y hasta críticas, ¿Por qué no?, que al fin y al cabo son valiosas aportaciones.

Primeramente a la **Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**, en especial a la **Facultad de Arquitectura** por brindarme la formación y conocimientos que he adquirido durante estos 5 años, así como al **Laboratorio de materiales de la Facultad**.

A mis asesores el **Doctor Gerardo Sixtos López**, la **Doctora Elia Mercedes Alonso Guzmán**, y el **Doctor Juan Alberto Bedolla Arroyo**, por la confianza que me brindaron y sobre todo su respaldo y apoyo en esta ardua tarea.

Al **Ingeniero Isaías Trujillo Calderón** por su asesoramiento y apoyo así como al personal del personal del **Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH**, por no solo facilitarme el equipo y su ayuda en la realización de las pruebas del material, sino por sus valiosas aportaciones y permitirme ampliar mi conocimiento.

A mi familia, que en las buenas, las malas y en las peores siempre me apoyo y sé que lo seguirá haciendo, porque aún queda un largo camino por recorrer. A mis amigos y compañeros en general, porque me ayudaron a crecer profesionalmente, pero sobre todo personalmente.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron y facilitaron el camino en mi formación tanto académica como personal y para la realización de este trabajo.

...a todos ustedes ¡¡¡Muchas Gracias!!!

Atentamente:

Claudia Merin Segura.

CONTENIDO.

Resumen.....	x
Abstract.....	xi
1. Introducción.	1
1.1 Antecedentes.	2
2. Protocolo.	3
2.1 Identificación del Problema.	3
2.2 Justificación.	4
2.3 Objetivos.	4
General.	4
Particulares.	4
2.4 Hipótesis.	5
Capítulo I. Propiedades del material.	6
1.1 Propiedades Físicas.	6
1.2 Propiedades Químicas.	8
1.3 Propiedades Mecánicas.	10
Capítulo II. Pruebas Físico-Mecánicas y Normativa.	11
2.1 Fundamentos Teóricos.	12
2.2 Prueba de Módulo de Ruptura.	13
2.3 Prueba de Absorción.	18
2.4 Prueba de Flexión.	20
2.5 Prueba de Densidad o Gravedad Específica.	23
2.6 Prueba de Termofluencia.	26
2.7 Prueba de Ignición.	28
2.8 Comparación con Otros Productos.	34
Capítulo III. Sistema Constructivo.	38
3.1 Comparación de sistemas constructivos.	38

3. 1. 1	Conceptos de sistemas constructivos.	38
3. 1. 2	Sistema de construcción tradicional.	39
3. 1. 3	Sistema de construcción tradicional mampostería.	39
3. 1. 4	Sistema de construcción prefabricado.	40
3. 1. 5	Sistema de construcción industrializado en serie “formaleta”.	42
3. 1. 6	Comparación de los diferentes sistemas constructivos existentes.	42
3. 2	Sistema constructivo propuesto: Steel Framing.	44
3. 3	Elementos del Sistema Constructivo.	45
3. 4	Propuesta de Estructura.	46
3. 3. 1	Cimentación.	46
3. 3. 2	Estructura.	48
3. 3. 3	Losas y Cubiertas.	59
	59
Capítulo IV.	Proyecto Arquitectónico.	62
4. 1	Idea Compositiva.	62
4. 1. 1	Escala.	63
4. 1. 2	Lumínica.	63
4. 1. 3	Confort Térmico.	64
4. 2	Planos.	65
3.	Conclusiones.	81
3.1	Conclusión Final.	81
3.2	Conclusión Personal.	82
3.3	Trabajos Futuros.	83
4.	Bibliografía.	84
5.	Anexos.	85

LISTA DE FIGURAS.

<i>Figura 1. Clasificación de los paneles de acuerdo con su composición química.</i>	9
<i>Figura 2. Dispositivo de aplicación de carga del laboratorio de materiales de la UMSNH.</i>	13
<i>Figura 3. Placas sometidas a la prueba de módulo de ruptura.</i>	14
<i>Figura 4. Colocación de los apoyos a cada 2.5 cm y la carga puntual al centro.</i>	15
<i>Figura 5. Deformación presentada en el panel No. 8.</i>	15
<i>Figura 6. Fractura presentada en el panel No. 3.</i>	16
<i>Figura 7. Clasificación de las placas.</i>	18
<i>Figura 8. Colocación de las placas en los apoyos.</i>	21
<i>Figura 9. Micrómetro en cero al iniciar cada prueba.</i>	21
<i>Figura 10. Placa No. 11 con carga aplicada de 8 kg.</i>	22
<i>Figura 11. Placa con carga de 5 kg uniformemente distribuidos.</i>	22
<i>Figura 12. Placas trituradas y separadas en 200 grs.</i>	24
<i>Figura 13. Imagen que muestra la marca del llenado en el picnómetro.</i>	25
<i>Figura 14. Picnómetro arrojando agua en la probeta.</i>	25
<i>Figura 15. Horno donde se realizó la prueba de termofluencia a 100°C.</i>	27
<i>Figura 16. Deformaciones sufridas como consecuencia de someter las placas a temperatura durante un periodo prolongado.</i>	27
<i>Figura 17. Cambio de color en las placas.</i>	28
<i>Figura 18. Imagen en donde se muestra la ebullición del plástico.</i>	28
<i>Figura 19. Imagen en donde se muestra la curvatura adquirida por las placas.</i>	28
<i>Figura 20. Colocación de las placas poliméricas con estopa y gasolina.</i>	30
<i>Figura 21. Daño ocasionado en la primer placa sometida a ignición. (Placa No. 15 de la Tabla 2)</i>	31
<i>Figura 22. Placa No. 9 con acabado liso en contacto directo con el fuego.</i>	31
<i>Figura 23. Imagen que muestra los cambios en la coloración de la placa polimérica.</i>	32
<i>Figura 24. Placa No. 6 con acabado rugoso en contacto directo con el fuego.</i>	32
<i>Figura 25. Apariencia de la placa No. 11.</i>	33
<i>Figura 26. Placa No.16 en contacto con el fuego.</i>	33
<i>Figura 27. Placa limpia después de estar en contacto con el fuego durante 6 minutos aprox.</i>	34
<i>Figura 28. Proceso constructivo.</i>	41

LISTA DE ESQUEMAS.

<i>Esquema 1. Despiece de los elementos que conforman la estructura.</i>	45
<i>Esquema 2. Detalle esquemático de la cimentación.</i>	46
<i>Esquema 3. Anclaje químico con varilla roscada.</i>	47
<i>Esquema 4. Distribución de cargas.</i>	49
<i>Esquema 5. Muestra la estructura típica de un panel con sistema constructivo Steel Framing.</i>	50
<i>Esquema 6. Unión de los perfiles C.</i>	50
<i>Esquema 7. Cinta metálica para la rigidización del panel.</i>	52
<i>Esquema 8. Esquema de rigidización horizontal del panel con bloqueadores.</i>	53
<i>Esquema 9. Colocación de las placas estructurales.</i>	54
<i>Esquema 10. Encuentro de las placas estructurales en relación a los paneles.</i>	54
<i>Esquema 11. Esquema de fijación de bloqueadores mediante piezas en ángulo o perfiles L.</i>	55
<i>Esquema 12. Unión de dos paneles en esquina. Unión de dos montantes (planta).</i>	55
<i>Esquema 13. Unión de dos montantes por el alma (perspectiva).</i>	56
<i>Esquema 14. Unión de tres montantes por el alma; a) planta y b) perspectiva.</i>	56
<i>Esquema 15. Fijación de paneles en esquina.</i>	57
<i>Esquema 16. Diseño esquemático del panel no estructural con abertura.</i>	58
<i>Esquema 17. Losa de entrepiso en Steel Framing.</i>	59
<i>Esquema 18. Cubierta plana en Steel Framing.</i>	60
<i>Esquema 19. Algunos tipos de vigas metálicas planas para Steel Framing.</i>	61
<i>Esquema 20. Ensamblaje Modular.</i>	62
<i>Esquema 21. Criterios de iluminación.</i>	63
<i>Esquema 22. Criterios de ventilación.</i>	64

LISTA DE PLANOS.

Plano 1. Clave MOD-01. Plano de modulación.

Plano 2. Clave ARQ-01. Plantas Arquitectónicas de vivienda modular fase 1.

Plano 3. Clave INST-01. Instalación Hidráulica de la vivienda modular fase 1.

Plano 4. Clave INST-02. Instalación Sanitaria de la vivienda modular fase 1.

Plano 5. Clave INST-03. Instalación Eléctrica de la vivienda modular fase 1.

Plano 6. Clave ARQ-01. Plantas Arquitectónicas de vivienda modular fase 2.

Plano 7. Clave INST-04. Instalación Hidráulica de la vivienda modular fase 2.

Plano 8. Clave INST-05. Instalación Sanitaria de la vivienda modular fase 2.

Plano 9. Clave INST-06. Instalación Eléctrica de la vivienda modular fase 2.

Plano 10. Clave ARQ-01. Plantas Arquitectónicas de vivienda modular fase 3.

Plano 11. Clave INST-08. Instalación Hidráulica de la vivienda modular fase 3.

Plano 12. Clave INST-09. Instalación Sanitaria de la vivienda modular fase 3.

Plano 13. Clave INST-10. Instalación Eléctrica de la vivienda modular fase 3.

Plano 14. Clave ACAB-01. Imágenes de acabados.

Plano 15. Clave ACAB-02. Imágenes de acabados.

LISTA DE TABLAS.

<i>Tabla 1. Dimensiones de las placas propuestas.</i>	2
<i>Tabla 2. Dimensiones y peso de la placas a estudiar.</i>	7
<i>Tabla 3. Tabla de composición química.</i>	9
<i>Tabla 4. Carga, deformación en milímetros y tipo de falla.</i>	16
<i>Tabla 5. Comparación de la masa de las placas antes (en seco) y después de estar sumergidas en agua durante 24 horas.</i>	19
<i>Tabla 6. Comparación de la masa de las placas en seco y después de estar sumergidas durante el segundo periodo de 24 horas.</i>	19
<i>Tabla 7. Resultados de la prueba de flexión.</i>	23
<i>Tabla 8. Densidad de las tres muestras tomadas.</i>	26
<i>Tabla 9. Comparativa de los distintos sistemas constructivos.</i>	43

RESUMEN.

El presente documento tiene como objetivo el estudio teórico y experimental de las características y propiedades de placas poliméricas fabricadas con materiales reciclados para su uso en un sistema constructivo de vivienda modular.

En el Capítulo I, se describen de manera detallada las propiedades físicas, mecánicas y químicas del material a analizar.

En el Capítulo II, se presentan las pruebas realizadas al material examinado en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil, asimismo se da a conocer la normativa en la que se basaron dichas pruebas y los resultados obtenidos en cada caso.

En el Capítulo III, se propone un sistema constructivo de cimentación, estructura y cubiertas; además de incluir la descripción del ensamblaje que se requiere para su implementación.

Por último en el Capítulo IV, se presenta la propuesta del proyecto arquitectónico de una vivienda modular hecha a base de placas poliméricas, respetando las dimensiones de cada módulo.

- *Análisis*
- *Paneles Poliméricos*
- *Aplicación*
- *Vivienda*
- *Modular*

ABSTRACT.

The propose of this document is the theoretical and experimental analysis of a polymeric panels' characteristics and proprieties made of recycled materials for its use in a modular housing construction system.

In Chapter I, the physical, mechanical and chemical properties of the material analyzed are described in detail.

Chapter II, presents the material tests done in the laboratory of materials of the Faculty of Civil Engineering, it also discloses the regulations on which this test are based and the results obtained in each case.

In Chapter III, foundations, structure and covers of a construction system are proposed; furthermore it shows the required assembly description for the implementation of this construction system.

Finally in Chapter IV, the architectonic project of a modular housing made from polymer panels is presented, considering the dimensions of each module.

1. INTRODUCCIÓN.

De acuerdo al aumento poblacional y a los cambios surgidos en las diferentes formaciones económicas y sociales, es de conocimiento general que el desarrollo de las naciones es medida en gran parte por sus infraestructuras. “Las condiciones habitacionales determinan en gran parte el nivel de la calidad de vida de la población”. De esta premisa nace la inquietud de buscar formas constructivas que sean de factible aplicación para dicha necesidad.

En la construcción, se ha tratado de optimizar cuestiones de tiempo y economía, por lo que no es de extrañarse que la industria de los prefabricados se haya convertido en una opción muy atractiva en las fechas actuales.

Por consiguiente, en este trabajo de tesis se pretende realizar un estudio sobre las características y propiedades de un nuevo material que pueda ser utilizado en un sistema constructivo modular, con la intención, no solo de proporcionar sino de ampliar el conocimiento de las diversas opciones existentes en nuestro medio, a manera que sirva como guía de posibles soluciones arquitectónicas y estructurales.

Los sistemas constructivos industrializados tienen la potencialidad de operar con niveles inferiores de costos, si las escalas de producción fueran sensiblemente mayores, caso que actualmente no caracteriza la producción de edificaciones en los países en desarrollo.

La prefabricación es el único modo industrial de acelerar masivamente la construcción de edificaciones, para poder resolver un problema acumulado desde hace algunos años, pero la producción de materiales alternativos y sistemas de bajo costo, son una opción en nuestras construcciones, para el incremento del fondo de edificaciones destinadas a viviendas y oficinas en países en desarrollo.

En países en desarrollo, como lo es México, se requiere con urgencia identificar tecnologías para construcciones de vivienda social que sean compatibles con las necesidades habitacionales de la población, sus expectativas y sus condiciones socioeconómicas.

1.1 ANTECEDENTES.

La importancia de desarrollar nuevos materiales para la construcción que sean ecológicos y que contribuyan con el reciclaje, ha dado pie a que Química Wimer S.A. de C.V., una empresa 100% mexicana, dedicada al tratamiento de residuos peligrosos haya desarrollado el material propuesto para la construcción de viviendas sustentables. Esta empresa es la principal interesada en que se realice este proyecto, por lo que se ha comprometido a aportar la información y recursos necesarios durante su desarrollo.

El material desarrollado es una placa hecha a base de residuos de plástico, cartón, aluminio y vidrio compactados con una capa de concreto polimérico para dar la resistencia requerida.

Las dimensiones de las placas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Dimensiones de las placas propuestas.

Ancho	Alto	Espesor
0.80 m	2.44 m	0.008 m

Con el objetivo de obtener un acabado único a cada casa, se detallaran las placas con mármol en polvo que le dará el color y textura que el cliente prefiera. A fin de formar los muros se utilizaran dos placas que den el espesor, mientras que para el relleno se empleará PET comprimido; el cual sirve para tener confort térmico y sonoro al interior de la vivienda. Asimismo construir con dichos materiales ayudará a reducir el índice de contaminación producida por PET.

Las placas propuestas en este trabajo, fueron pensadas y desarrolladas por el Ing. Alejandro Merin Winnitzky director general de la empresa Química Wimer S.A. de C.V. en el año 2012, con la idea de que fuese un material que pueda ser utilizado para la construcción de vivienda de fácil alcance para la población de escasos recursos, que ayude a reducir los índices de contaminación del planeta mediante el reciclaje y que además optimice los tiempos de construcción.

2. PROTOCOLO.

2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

En los últimos años el planeta se ha visto inmerso en los efectos adversos de la contaminación, como lo son el calentamiento global, el deshielo de las zonas árticas, cambios climáticos extremos, inundaciones, proliferación de enfermedades, etc. Esta situación ha obligado al ser humano a buscar estrategias correctivas, que influyan en aspectos que abarquen desde lo más básico, como lo es la manera de pensar de la población; hasta procesos más complejos, como lo es la construcción.

El ámbito de la construcción es uno de los principales responsables de la contaminación del planeta, ya que una gran cantidad de sus procesos generan un gran impacto negativo en el medio ambiente. Se sabe de (1), que el sector de la construcción es responsable de consumir el 50% de los recursos naturales disponibles, el 40% de la energía eléctrica producida y de generar el 50% del total de los residuos.

Por otro lado, el diseño arquitectónico y los sistemas constructivos que actualmente son utilizados en nuestro país no aportan soluciones a favor de la naturaleza, y los tiempos de construcción que manejan no son los óptimos. Lo anterior se debe principalmente al bajo desarrollo que tiene el sector de la construcción del país; sin embargo este panorama puede cambiar si se logra introducir nuevas tecnologías que renueven dicho sector, reduzcan su impacto en el medio ambiente y aumenten la eficiencia de los procesos involucrados.

2.2 JUSTIFICACIÓN.

Actualmente la vivienda representa una parte esencial en la vida de los seres humanos, esto se debe a la necesidad que existe de contar con un espacio donde los individuos puedan resguardarse de las inclemencias de la naturaleza; sin embargo, en la realidad se tiene que un gran porcentaje de la población no cuenta con una vivienda digna. Es por esto que es necesario intervenir con soluciones como lo es el diseño de una vivienda modular, que permita un desarrollo óptimo y favorable de sus usuarios.

De igual manera, como se menciona en la sección anterior, la contaminación es un tema de gran impacto en la sociedad. Esto se debe principalmente a las notorias consecuencias presentadas en los últimos años y se deben tomar acciones preventivas y/o correctivas al respecto. Es por esto que empresas como la mexicana Química Wimer S.A. de C.V., preocupadas por los problemas presentados, ha desarrollado un material de construcción basado en el reciclaje de residuos, que pretende reducir en gran medida el impacto ambiental, así como los costos de construcción.

2.3 OBJETIVOS.

GENERAL.

- Determinar si un material constructivo innovador es apto para ser implementado en un sistema constructivo de vivienda modular que reduzca los costos y tiempos de construcción, y que además contribuya en la reducción de la contaminación presente en los procesos constructivos.

PARTICULARES.

- Conocer los ensayos y normas técnicas necesarias en un material de construcción para poder ser utilizado con garantía cumpliendo las exigencias del control y calidad para su correcta puesta en obra.
- Utilizar el concepto de vivienda modular que permita optimizar los tiempos de construcción.

- Conocer y comprender el comportamiento físico, mecánico y químico del material de construcción propuesto.
- Comparar el material de estudio con otros paneles existentes en el mercado, para dar a conocer sus ventajas y desventajas sobre estos.

2.4 HIPÓTESIS.

El uso del material innovador desarrollado por la empresa mexicana Química Wimer S.A. de C.V. para diseño de vivienda modular, representa una opción viable para optimizar los sistemas constructivos convencionales que actualmente son usados en México, de tal manera que presenta una reducción en el tiempo de construcción y a su vez contribuye a reducir el impacto ambiental; teniendo como resultado casas con una vida útil promedio de 100 años o más.

CAPÍTULO I. PROPIEDADES DEL MATERIAL.

Se definen como materiales de construcción a todos los elementos o cuerpos que integran las obras de construcción, cualquiera que sea su naturaleza, composición y forma, de tal manera que cumplan con los requisitos mínimos para tal fin; es decir, que cumplan con las propiedades técnicas, como resistencia mecánica, desgaste, absorción, y resistencia a la compresión. La mayoría de los materiales de construcción se elaboran a partir de materiales de gran disponibilidad como arena, arcilla o piedra.

En el presente capítulo se describen las propiedades básicas del material, con el objetivo de obtener una primera impresión del mismo y clasificarlo para someterlo posteriormente a las pruebas pertinentes.

1.1 PROPIEDADES FÍSICAS.

Las propiedades físicas son aquellas cualidades que pueden ser medidas en un sistema físico. Dichas mediciones se reflejan a través de valores, que pueden compararse con un cierto patrón. Puede decirse, por lo tanto, que las propiedades físicas son magnitudes de volumen, área, longitud, etc.

Para iniciar con las pruebas de las placas poliméricas en el laboratorio, primero se realizó un análisis de las propiedades físicas de las 18 piezas totales sometidas a estudio, el cual consistió en su medición y clasificación. El resultado de dicho análisis se presenta a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Dimensiones y peso de la placas a estudiar.

No. De placa	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	Espesor (mm)	Masa (kg)
1	20	20	20	30	30	30	9	0.926
2	20.6	20.6	20.6	31	31	31	8	1.420
3	20	20	20	30	30	30	9	0.906
4	20.6	20.6	20.6	31	31	31	8	0.960
5	20	20	20	30	30	30	8	0.815
6	20	20	20	30	30	30	8	0.843
7	20	20	20	30	30	30	8	0.781
8	20	20	20	30	30	30	8	0.925
9	20	20	20	30	30	30	8	0.805
10	20	20	20	30	30	30	9	1.019
11	20	20	20	30	30	30	8	0.983
12	20	20	20	30	30	30	10	0.890
13	20	20	20	30	30	30	9	1.148
14	20	20	20	30	30	30	8	0.797
15	20	20	20	30	30	30	8	0.885
16	20.5	20.5	20.5	30.7	30.7	30.7	8.5	0.980
17	20.5	20.5	20.5	30.7	30.7	30.7	8	0.886
18	20.5	20.5	20.5	30.7	30.7	30.7	8.5	0.886

*Promedio de base (B): 20.15 cm

*Promedio de altura (H): 30.22 cm

*Promedio de Espesor: 8.4 mm

De la Tabla 2, se observa que prácticamente todas las placas tienen las mismas dimensiones; sin embargo las placas presentan pesos distintos que varían en el rango de 781 a 1.420 kilogramos. Estas diferencias presentadas no representan un mayor problema para las pruebas que se requieren realizar ya que no se estará utilizando el panel de tamaño real.

1.2 PROPIEDADES QUÍMICAS

Una propiedad química es cualquier propiedad en que la materia cambia de composición. Cuando se enfrenta una sustancia química a distintos reactivos o condiciones experimentales puede o no reaccionar con ellos. Las propiedades químicas se determinan por ensayos químicos y están relacionadas con la reactividad de las sustancias químicas. Si no experimentan reacciones de descomposición, son elementos químicos y si lo hacen son compuestos químicos.

De lo anterior se sabe que la apariencia física de los paneles, es resultado de su composición química; es decir, su apariencia depende en gran medida de la proporción de cada uno de los materiales que lo componen, siendo estos aluminio, vidrio, plástico, cartón y finalmente una capa de concreto polimérico, el cual sirve para compactar y dar rigidez.

Debido al proceso que conlleva fabricar estos paneles, no se sabe con exactitud la proporción de los materiales que los componen. Dicho proceso consiste en recolectar medicamentos caducos para su posterior uso como materia prima. En el proceso de reutilización, se trituran juntos el cartón de las cajas, los blisters de aluminio con el medicamento, el plástico de los envases y el vidrio de las botellas, sin hacer ningún tipo de distinción entre ellos. Con esto se reduce la cantidad de basura generada por el ser humano y además contribuye en la solución del problema del manejo de este tipo de residuos.

Para conocer las propiedades mecánicas de las placas se realizó una clasificación basada en las diferentes características del material. Dicha clasificación consistió en cinco grupos y se muestra más a detalle en la Tabla 2, donde se encuentra la descripción de cada uno de los grupos de acuerdo a los componentes que conforman cada placa, cuales predominan y grado de molido. Esta clasificación se puede observar en la Figura 1.

Tabla 3. Tabla de composición química.

Tabla de Composición Química		
No. de Placas	Grupo	Descripción
1, 2, 3, 4, 5, 6	A	Ningún componente predominante sobre otro. Fibras grandes. Baja concentración de concreto polimérico.
7, 8, 9, 10	B	Concentración predominante de aluminio, cartón y vidrio. Fibras pequeñas. Alta concentración de concreto polimérico.
11, 12, 13	C	Componentes totalmente molidos. Fibras imperceptibles a la vista. Alta concentración de concreto polimérico.
14, 15	D	Concentración predominante de aluminio y vidrio. Fibras grandes. Alta concentración de concreto polimérico.
16, 17, 18	E	Componentes molidos. Fibras apenas visibles. Alta concentración de concreto polimérico. *Presentan una flecha de 3mm.

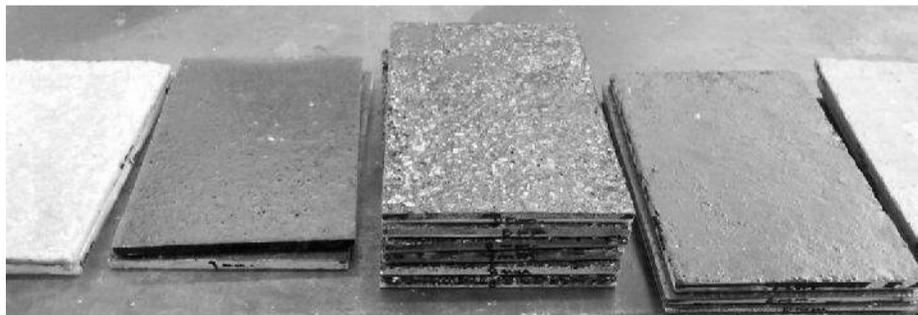


Figura 1. Clasificación de los paneles de acuerdo con su composición química.

1.3 PROPIEDADES MECÁNICAS.

Las propiedades mecánicas pueden definirse como aquellas que tienen que ver con el comportamiento de un material bajo fuerzas aplicadas. Las propiedades mecánicas se expresan en términos de cantidades que son funciones del esfuerzo, de la deformación o de ambas simultáneamente.

Las propiedades mecánicas fundamentales de un material son: la resistencia, la rigidez, la elasticidad, la plasticidad y la capacidad energética; las cuales son descritas a continuación:

- **La resistencia** de un material se mide por el esfuerzo según el cual desarrolla alguna condición limitativa específica. Las principales condiciones limitativas o criterios de falla son la terminación de la acción elástica y la ruptura.
- **La dureza**, usualmente indicada por la resistencia a la penetración o la abrasión en la superficie de un material, puede considerarse como un tipo o una medida particular de la resistencia.
- **La rigidez** tiene que ver con la magnitud de la deformación que ocurre bajo la carga dentro del rango del comportamiento elástico. La rigidez se mide por el módulo de elasticidad.
- **La elasticidad** se refiere a la capacidad de un material para recuperar su forma original después de retirar el esfuerzo que lo deforma.
- El término **plasticidad** se usa para indicar la capacidad de deformación en el rango elástico o plástico sin que ocurra ruptura.
- La capacidad de un material para **absorber energía elástica** depende de la resistencia y la rigidez; por ejemplo, la capacidad energética en el rango de acción elástica se denomina resiliencia. La energía requerida para romper un material se denomina tenacidad.

CAPÍTULO II. PRUEBAS FÍSICO-MECÁNICAS Y NORMATIVA.

Las pruebas en los materiales se emplean para su mejora, detección y evaluación de defectos, análisis de fallas, y en la mayoría de los casos para verificar las propiedades de los materiales. Existe un amplio rango de métodos para realizar pruebas a materiales de construcción, sin embargo todos tienen la finalidad de garantizar la fiabilidad y la seguridad de los mismos así como el cumplimiento de normativas y reglamentaciones.

Las pruebas mostradas y descritas a lo largo de este trabajo de tesis, fueron realizadas de acuerdo con la Norma Mexicana *NMX, NMX - C - 405 - 1997 - ONNCCE "Industria de la construcción – paneles para uso estructural en muros, techos y entresijos."*, la cual es mostrada en la sección de anexos. De esta norma se sabe que estas placas tienen que ser consideradas como paneles estructurales Tipo I; debido a la distribución de sus medidas (ancho, alto y espesor), y pueden ser utilizados como una unidad compuesta para integrar un elemento constructivo.

Según esta norma, este tipo de materiales deben ser sometidos a las siguientes pruebas:

- Resistencia a la compresión simple.
- Resistencia bajo carga lateral en el plano del muro.
- Resistencia al fuego.
- Resistencia al impacto.
- Resistencia a carga uniformemente repartida actuando perpendicular al plano.

Y de manera complementaria, los paneles serán sometidos a las pruebas siguientes:

- Módulo de ruptura.
- Absorción.
- Densidad.
- Ignición.
- Prueba de compresión.
- Termofluencia.

2. 1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

En ingeniería se necesita saber cómo responden los materiales a fuerzas externas como la tensión, la compresión, la torsión, la flexión, etc. Los materiales responden a dichas fuerzas con una deformación elástica, una deformación permanente o una fractura.

Bajo tensión, un material suele estirarse y recuperar su longitud original si la fuerza no supera el límite elástico del material. Bajo tensiones mayores, el material no vuelve completamente a su situación original, y cuando la fuerza es aún mayor, se produce la ruptura del material.

Cuando una fuerza externa actúa sobre un material causa un esfuerzo o tensión en el interior del material que provoca la deformación del mismo. En muchos materiales, entre ellos los metales y los minerales, la deformación es directamente proporcional al esfuerzo. Esta relación se conoce como Ley de Hooke, llamada así en honor del físico británico Robert Hooke, que fue el primero en expresarla. No obstante, si la fuerza externa supera un determinado valor, el material puede quedar deformado permanentemente, y la Ley de Hooke deja de ser válida. El máximo esfuerzo que un material puede soportar antes de quedar permanentemente deformado se denomina límite de elasticidad.

La relación entre el esfuerzo y la deformación, denominada módulo de elasticidad, así como el límite de elasticidad, están determinados por la estructura molecular del material. La distancia entre las moléculas de un material no sometido a esfuerzo depende de un equilibrio entre las fuerzas moleculares de atracción y repulsión. Cuando se aplica una fuerza externa que crea una tensión en el interior del material, las distancias moleculares cambian y el material se deforma. Si las moléculas están firmemente unidas entre sí, la deformación no será muy grande incluso con un esfuerzo elevado. En cambio, si las moléculas están poco unidas, una tensión relativamente pequeña causará una deformación grande. Por debajo del límite de elasticidad, cuando se deja de aplicar la fuerza, las moléculas vuelven a su posición de equilibrio y el material elástico recupera su forma original. Más allá del límite de elasticidad, la fuerza aplicada separa tanto las moléculas que no pueden volver a su posición de partida, y el material queda permanentemente deformado o se rompe. (3)

2. 2 PRUEBA DE MÓDULO DE RUPTURA.

DEFINICIÓN: Resistencia máxima de un material determinado en un ensayo de flexión o torsión.

En un ensayo de flexión, el módulo de ruptura es el esfuerzo máximo que puede soportar un material antes de producirse el fallo.

En un ensayo de torsión, el módulo de ruptura es el esfuerzo de cizalladura máximo de un miembro cuando se produce el fallo.

MÁQUINA DE PRUEBA: Máquina universal de pruebas TiniusOlsen con cuchillas de carga y apoyos. La máquina de prueba debe cumplir con lo establecido en la norma *NMX-C-0-83-ONNCCE* (revisar anexos).

DISPOSITIVO DE APLICACIÓN DE CARGA: Se debe utilizar un dispositivo capaz de aplicar cargas en los tercios del claro de prueba de tal modo que las fuerzas sean perpendiculares a las caras horizontales de la placa y se distribuyan y apliquen uniformemente en todo lo ancho del material.



Figura 2. Dispositivo de aplicación de carga del laboratorio de materiales de la UMSNH.

Este dispositivo debe ser capaz de mantener fija la distancia entre los puntos de carga y los puntos de apoyo del espécimen con una tolerancia de ± 2 mm; además, las reacciones deben ser paralelas a la dirección de las fuerzas aplicadas durante el tiempo que dure la prueba. La relación de la distancia del punto de

aplicación de cada una de las cargas a la reacción más cercana dividida entre la altura de la viga, no debe ser menor de uno. En la Figura 2 se muestra el dispositivo utilizado para realizar la prueba de ruptura.

LUGAR Y FECHA DE REALIZACIÓN DE LA PRUEBA: La prueba de módulo de ruptura de las placas poliméricas fue realizada en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH el día 5 de Mayo del 2015.

PROCEDIMIENTO:

1. Se enumeran y se toman las dimensiones reales de cada una de las muestras.
2. Se marca en lugar donde irán los apoyos a 2.5 cm de los extremos de la muestra.
3. Se marca el centro de la muestra donde se aplicara la carga.
4. Se ajusta y nivela la maquina universal y se verifica que coincidan las marcas con los apoyos metálicos.
5. Se aplica la carga en forma lenta y continua hasta la falla de la muestra.

DESCRIPCIÓN: Como se muestra en la Tabla 2, se cuenta con placas de diferentes composiciones químicas; es decir, cada una de estas cuenta con una cantidad y concentración distinta de los elementos que las componen, y pueden contener una mayor concentración de aluminio, plástico, cartón, vidrio o incluso concreto polimérico. Lo anterior es la razón por la cual se seleccionaron para esta prueba las placas 2, 3 y 8 (de la Tabla 2) mostradas en la Figura 3.



Figura 3. Placas sometidas a la prueba de módulo de ruptura.



Figura 4. Colocación de los apoyos a cada 2.5 cm y la carga puntual al centro.

Se colocó cada una de las placas seleccionadas sobre dos apoyos simples, asimismo se dejó una pulgada (2.5 cm) en cada extremo y se colocó el acabado liso con dirección hacia abajo para aplicar una carga puntual en el centro del panel, como se observa en la Figura 4.

RESULTADOS: De los resultados obtenidos en la prueba, se tiene que el panel No. 8 presentó la menor deformación, siendo esta de 5 mm y además, soportó la menor carga, la cual fue únicamente de 26 kgf. Dicho panel no presentó fractura, sin embargo se agrietó en forma discontinua, por lo que se considera que presenta falla frágil. La deformación presentada en el panel No. 8 se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Deformación presentada en el panel No. 8.

Por otro lado, el panel No. 2 presentó una deformación de 5.2 mm, es decir 0.2 mm más que el panel No. 8, así mismo soportó la mayor carga, la cual fue de 81 kgf.

El panel No. 2, al igual que el panel No. 8 no presentó fractura, no obstante debido al tamaño de las fibras que componen al material, el panel se agrietó de manera continua.

Por último se verificó el módulo de ruptura del panel No. 3, el cual presentó la mayor deformación, la cual fue de 6.06 mm, y además soportó la mayor carga, la cual fue de 123.5 kgf. Sin embargo, este panel si presentó fractura y colapsó en dos partes desiguales, misma que se observa en la Figura 6.

Los resultados obtenidos durante la prueba de módulo de ruptura se resumen en la Tabla 4, la cual indica la carga que soportó cada placa probada, su deformación en milímetros y si presentó fractura o únicamente agrietamiento.



Figura 6. Fractura presentada en el panel No. 3.

Tabla 4. Carga, deformación en milímetros y tipo de falla.

No. de Placa	Carga (kgf)	Deformación (mm)	Grieta	Fractura	Valor de Módulo de Ruptura (kgf/cm ²)	Valor de Esfuerzo Cortante (σ)
2	81	5.2	x		0.10	0.243
3	123.5	6.06		x	0.16	0.370
8	26	5	x		0.03	0.078

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

El módulo de ruptura se calcula con la siguiente expresión:

$$MR = \frac{3wL}{2Bd^2} \quad (1)$$

Y se calcula el esfuerzo cortante obtenido con la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{3}{2A} = \frac{3w}{2BD} \quad (2)$$

Dónde:

W= carga máxima.

L= longitud entre apoyos.

A= área de la sección.

B= ancho de la muestra.

D= peralte de la muestra.

Si la fractura se presenta en el tercio medio del claro el módulo de ruptura se calcula como lo siguiente:

$$R = \frac{PxL}{bd^2} \quad (3)$$

Dónde:

R = Es el módulo de ruptura, en kPa o kgf/cm².

P = Es la carga máxima aplicada, en N o kgf.

L = Es la distancia entre apoyos, en cm.

B = Es el ancho promedio del espécimen, en cm.

D = Es al espesor promedio de las placas, en cm.

CONCLUSIÓN: De las pruebas realizadas a los tres diferentes tipos de placas, se logró determinar la distancia a la que deben ir colocados los apoyos de la estructura metálica en cada sección del módulo la cual será a cada 40 cm. En el caso de los paneles poliméricos será de dos apoyos metálicos en los extremos y uno al centro, esto determina como debe ir formada la estructura metálica que da forma y soporte a la vivienda.

2.3 PRUEBA DE ABSORCIÓN.

DEFINICIÓN: Es la capacidad que tienen las placas de apropiarse de determinada sustancia líquida dependiendo de la porosidad que estas posean.

LUGAR Y FECHA DE REALIZACIÓN DE LA PRUEBA: La prueba de absorción de las placas poliméricas fue realizada en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH del 6 al 11 de Mayo del 2015.

DESCRIPCIÓN: Para realizar esta prueba se reutilizaron las piezas sobrantes de las placas 2, 3 y 8 de la prueba anterior, con lo cual se obtuvieron seis nuevas secciones que se clasificaron como A, B, C, D, E y F (Figura 7).



Figura 7. Clasificación de las placas.

Estas placas fueron sumergidas en agua durante un periodo de 48 horas aproximadamente; se registró su peso en seco y el que resultó después de estar sumergidas durante 24 horas. Este proceso se repitió nuevamente para comprobar si las placas habían alcanzado su saturación total.

RESULTADOS: Los resultados de esta primera fase de la prueba se presentan en la siguiente tabla comparativa (Tabla 5):

Tabla 5. Comparación de la masa de las placas antes (en seco) y después de estar sumergidas en agua durante 24 horas.

Sección	Masa Seca (grs.)	Masa 24 hrs. Sumergida (grs.)	Resultado (grs.)	Porcentaje (%) de Absorción
A	444	445	1	0.22
B	470	478.5	8.5	1.80
C	470	478.5	8.5	1.80
D	431	448	17.5	4.06
E	436	441	5	1.14
F	590	606	16	2.71

El resultado que se obtiene es el porcentaje (%) de la absorción, que se calcula con la diferencia de masas, el resultado (de la Tabla 5), entre la masa seca por 100. Por ejemplo para la muestra **B** sería $(8.5/470)*100= 1.80$.

De la segunda fase al someter las placas al mismo procedimiento, es decir, sumergirlas en agua otras 24 horas y registrar su peso tanto en seco como después de sacarlas del agua, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Comparación de la masa de las placas en seco y después de estar sumergidas durante el segundo periodo de 24 horas.

Sección	Masa Seca (grs.)	Masa 48 hrs. Sumergida (grs.)	Resultado (grs.)	Porcentaje (%) de Absorción
A	445	445	0	0
B	445	483	5	1.12
C	445	481	3	0.67
D	445	448	0	0
E	445	442	1	0.22
F	445	608	2	0.44

2. 4 PRUEBA DE FLEXIÓN.

DEFINICIÓN: Determina las propiedades de los materiales frágiles en tensión. Se pueden observar un módulo de elasticidad y una resistencia a la flexión. Se basa en la aplicación de una fuerza al centro de una barra soportada simplemente en cada extremo para determinar la resistencia del material hacia una carga estática o aplicada lentamente.

LUGAR Y FECHA DE REALIZACIÓN DE LA PRUEBA: La prueba de flexión de las placas poliméricas fue realizada en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH del día 12 al 19 de Mayo del 2015.

DESCRIPCIÓN: Para la prueba de flexión realizada se utilizaron placas de dimensiones de 30 cm de alto por 20 cm de ancho por 0.8 cm de espesor. Al ser diferentes a las reales fue necesario realizar un cálculo apegado a la Norma Mexicana *NMX NMX-(-405-1997-ONNCCE) "Industria de la Construcción-paneles para uso estructural en muros, pisos y entrepisos"* (revisar anexos), para conocer la carga que se le debe aplicar en relación al área de las placas. Como resultado se obtuvo que para un área de 500 cm² se tiene que aplicar una carga aproximada de 25 kg, y que la flecha máxima que las placas pueden presentar después de 24 horas con dicha carga aplicada no es mayor a 0.72 mm.

Para esta prueba se emplearon las placas 6, 17,14, 16 y 11, buscando la que presentará mejores características después de ser sometida a flexión, de acuerdo a las diferentes composiciones de estas placas.

Esta prueba de flexión se realizó durante un periodo de 48 horas por cada placa. En las primeras 24 horas, se dejó la placa apoyada a una pulgada de los extremos, un micrómetro en la parte inferior de la placa y al centro del área en donde se aplica la carga. Este proceso se ilustra más claramente en la Figura 8 y Figura 9.



Figura 8. Colocación de las placas en los apoyos.



Figura 9. Micrómetro en cero al iniciar cada prueba.

RESULTADOS: La primer placa probada en flexión fue la No. 11 (de la Tabla 2), al aplicársele una carga de 8 kg durante 24 horas, se obtuvo como resultado una deformación de 1.84 cm, siendo esta mayor a la deformación permitida por la Norma Mexicana *NMX NMX-(-405-1997-ONNCCE)* “*Industria de la Construcción- paneles para uso estructural en muros, pisos y entrepisos.*” (Revisar anexos) y además no se notó una recuperación de la placa después de haber retirado la carga. La aplicación del peso a la placa No. 11 se presenta en la Figura 10.



Figura 10. Placa No. 11 con carga aplicada de 8 kg.

De la experiencia obtenida en la primera prueba de flexión, se determinó usar una carga menor a las siguientes placas, siendo esta de 5 kg uniformemente distribuidos sobre la superficie de la placa (500 cm²). La Figura 11 muestra cómo se distribuyó el peso en las siguientes placas.



Figura 11. Placa con carga de 5 kg uniformemente distribuidos.

La placa No. 14 (de la Tabla 2) fue la siguiente probada en flexión, con carga de 5 kg durante un periodo de 24 horas, dando como resultado una deformación de 0.35 mm, posteriormente se retiró la carga y se dejó en la misma posición para comprobar si regresaba a su forma original. Por otro lado, la placa No. 6 presentó una deformación de 0.72 mm y la placa No. 16 una deformación de 1.25 mm, resultados que no cumplieron el requerimiento de la norma; sin embargo la placa No. 17 presentó una deformación de 0.40 mm con una carga aplicada de 5 kg durante 24 horas y regresó a su forma original a los 5 minutos de haber retirado la carga. Los resultados obtenidos se presentas en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados de la prueba de flexión.

No. de Placa	Carga (kg)	Período con carga	Deformación (mm)	Cumple
11	8	24 hrs.	1.84	No
14	5	24 hrs.	0.35	Si
6	5	24 hrs.	0.72	Si
16	5	24 hrs.	1.25	No
17	5	24 hrs.	0.4	Si

CONCLUSIÓN: Como se observa de la Tabla 7, únicamente la placa 14 que pertenece al grupo D, la placa 6 del grupo A y la placa 17 del grupo E, superaron la prueba de flexión, mientras que la placa 11 del grupo C y la placa 16 del grupo E, no cumplieron los requerimientos. Lo anterior se debe principalmente a la composición de cada placa y a las características que distinguen a cada grupo.

En general de las pruebas de flexión realizadas, se puede clasificar a este material como plástico debido a sus niveles de deformación y a la poca capacidad que este presentó para regresar a su forma original; esto representa una ventaja y a su vez una desventaja sobre otro tipo de materiales, ya que puede recibir cargas accidentales sin presentar fracturas, pero con la probabilidad de deformarse permanentemente. Debido a lo anterior los paneles poliméricos son aptos para ser usados en muros, pisos y superficies de cocina y baños.

2. 5 PRUEBA DE DENSIDAD O GRAVEDAD ESPECÍFICA.

OJETIVO: Obtener la densidad relativa de una muestra representativa de las placas poliméricas.

EQUIPO:

- Tres muestras representativas de las placas o placas poliméricas.
- Una balanza con aproximación al décimo de gramo.
- Una canastilla metálica.
- Un recipiente con agua.
- Un horno para el secado de las muestras.
- Un lienzo o franela.

DEFINICIÓN: Una de las propiedades de los sólidos, así como de los líquidos e incluso de los gases es la medida del grado de compactación de un material; es decir su densidad. La densidad es una medida de cuánto material se encuentra comprimido en un espacio determinado; es la cantidad de masa por unidad de volumen.

LUGAR Y FECHA DE REALIZACIÓN DE LA PRUEBA: La prueba de densidad de las placas poliméricas fue realizada en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH el día 20 de Mayo del 2015.

PROCEDIMIENTO:

1. Se enumeran y se secan las muestras en el horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.
2. Se dejan enfriar a temperatura ambiente y se determina su masa seca con la ayuda de la balanza (A) (M= masa seca).
3. Se ponen a saturar en un recipiente con agua durante 24 horas, posteriormente se secan superficialmente con la franela y se determina su masa superficial seca (B) (Mss= masa superficialmente seca).
4. Se adapta la canastilla a la balanza y se sumerge en agua para determinar su masa (D).
5. Se coloca la muestra dentro de la canastilla sumergida para determinar su masa sumergida más la canastilla (E).
6. Se determina la masa sumergida de la roca (C= E-D) (Ms= masa sumergida).

DESCRIPCIÓN: Para determinar la densidad de las placas poliméricas, fue necesario tomar tres tipos de placas diferentes de acuerdo a su composición química y sus características físicas, estas fueron trituradas, se pesaron y se tomó 200 gramos de cada una, proceso que se muestra en la Figura 12.



Figura 12. Placas trituradas y separadas en 200 grs.

Posteriormente, como se muestra en la Figura 13 y Figura 14, en un picnómetro lleno de agua hasta la marca, se colocan los pedazos del material, se va subiendo el volumen del agua y se deja gotear el agua en una probeta hasta que pare.



Figura 13. Imagen que muestra la marca del llenado en el picnómetro.



Figura 14. Picnómetro arrojando agua en la probeta.

Finalmente, se divide la masa del material previamente obtenida entre el volumen de agua arrojado para encontrar así la densidad del material en gr/cm^3 .

$$\frac{m}{v} = d \quad (2)$$

Dónde:

m = masa en grs.

v = volumen en cm³.

d = densidad en grs/cm³.

RESULTADOS: Los resultados obtenidos en este ensayo se resumen en la Tabla 8:

Tabla 8. Densidad de las tres muestras tomadas.

	Masa de las muestras (grs)	Líquido Arrojado (ml)	Densidad (grs/cm ³)
Muestra 1	200	142	1.41
Muestra 2	200	152	1.31
Muestra 3	200	134	1.49

De la tabla anterior se tiene que todas las muestras presentan una densidad aproximadamente igual, la cual se encuentra en el rango de 1.31 a 1.49 gr/cm³.

2. 6 PRUEBA DE TERMOFLUENCIA

DEFINICIÓN: Es la deformación de tipo plástico que puede sufrir un material cuando se somete a temperatura elevada, y durante largos periodos, aun cuando la tensión o esfuerzo aplicado sea menor que su coeficiente de resistencia a la fluencia. La termofluencia es causada por el movimiento de las dislocaciones, las cuales ascienden en la temperatura cristalina a causa de la difusión.

LUGAR Y FECHA DE REALIZACIÓN DE LA PRUEBA: La prueba de termofluencia de las placas poliméricas fue realizada en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH del día 20 al 30 de Mayo del 2015.

DESCRIPCIÓN: Con el objetivo de demostrar cual es la capacidad del material para resistir la temperatura, se colocaron placas de concreto polimérico en un horno a una temperatura de 100 °C (Figura 15). Se sometió al material a esfuerzos axiales a una temperatura específica, se midió la deformación y los cambios de longitud que se van provocando en el espécimen.



Figura 15. Horno donde se realizó la prueba de termofluencia a 100°C.

Con el ensayo de termofluencia se producen curvas que muestran las etapas primarias, secundarias y terciarias. La evaluación finalmente termina cuando el material entra en deformación plástica y posteriormente llega a la fractura.



Figura 16. Deformaciones sufridas como consecuencia de someter las placas a temperatura durante un periodo prolongado.

RESULTADOS: Como resultado de esta prueba, se observaron cambios en las placas; como una curvatura, cambio de color y se notó ebullición en las partes que contienen plástico expuesto. Lo anterior se demuestra en la Figura 17, Figura 18 y Figura 19.

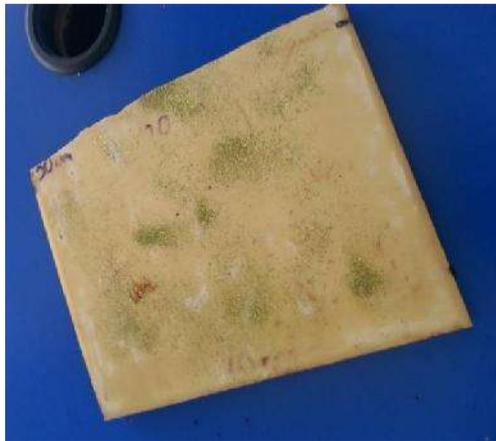


Figura 17. Cambio de color en las placas.



Figura 18. Imagen en donde se muestra la ebullición del plástico.



Figura 19. Imagen en donde se muestra la curvatura adquirida por las placas.

CONCLUSIÓN. De la prueba de termofluencia se tiene que estas placas a temperaturas menores a 100 °C solamente presentan manchas amarillentas que pueden ser fácilmente limpiadas con un trapo húmedo, por lo que pueden ser aplicadas en superficies de cocinas.

2. 7 PRUEBA DE IGNICIÓN

DEFINICIÓN: Se denomina punto de ignición o punto de inflamación de una materia combustible al conjunto de condiciones físicas (presión, temperatura) necesarias para que la sustancia empiece a arder y se mantenga la llama sin necesidad de añadir calor exterior.

Cuando una sustancia combustible se calienta mediante una fuente de calor externa, comienza a oxidarse; la reacción de oxidación es exotérmica, luego añade calor al de la fuente externa; conforme aumenta la temperatura se oxida más rápidamente, hasta que en cierto punto, el calor desprendido por la oxidación es suficiente para mantener la ignición sin ayuda de la fuente exterior. Las condiciones alcanzadas en ese momento, determinan el punto de ignición o punto de inflamación.

LUGAR Y FECHA DE REALIZACIÓN DE LA PRUEBA: La prueba de termofluencia de las placas poliméricas fue realizada en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH los días 24 y 25 de Septiembre del 2015.

PROCEDIMIENTO:

La prueba de ignición se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Se coloca una muestra del material en un área segura en donde se pueda realizar dicha prueba.
2. Empapar estopa con 50 ml de gasolina aproximadamente y colocarla sobre el acabado liso del material.
3. Con un cerillo encender la gasolina en la estopa y esperar a que esta se consuma totalmente.
4. Se toma nota del tiempo que le lleva a la estopa con gasolina consumirse totalmente.

DESCRIPCIÓN: Con el objetivo de demostrar cual es la capacidad de las placas poliméricas para resistir a la combustión, se probaron 5 placas de concreto polimérico tomando una muestra de cada uno de los 5 grupos en los que se clasificaron las placas de acuerdo a su composición química y así mismo a su apariencia física; los especímenes sometidos a dicha prueba fueron la placa número 6, 9, 11, 15 y 16 de la Tabla 2.

En el área exterior del Laboratorio, primeramente se colocó la placa polimérica No. 15 (de la Tabla 2) con el acabado liso hacia arriba sobre son apoyos y se colocó estopa empapada en gasolina sobre el espécimen a probar, como se muestra en la



Figura 20 para así proceder a encenderla y esperar a que esta se consuma totalmente.



Figura 20. Colocación de las placas poliméricas con estopa y gasolina.

Esta primer placa sometida a la prueba de ignición se mantuvo la flama encendida durante 6 minutos aproximadamente, hasta que esta se consumió sin presentar falla en la placa, se pudo observar que las placas poliméricas no son un material flamable ya que no se generó incendio en la placa, ocasionando daño solamente alrededor de la estopa encendida como se muestra en la Figura 21, y al no existir presencia de humo. De igual manera se notó que no es un material conductor de calor ya que únicamente se registró alta temperatura en la zona que tuvo contacto con la flama (en el centro) y los extremos del espécimen se mantuvieron a la misma temperatura que tenían al iniciar la prueba.



Figura 21. Daño ocasionado en la primer placa sometida a ignición. (Placa No. 15 de la Tabla 2)

La segunda placa probada a ignición, fue la placa No. 9 (de la Tabla 2); en este caso la placa fue colocada con el acabado liso hacia abajo para que este tuviera contacto directo con la flama, esto se muestra en la Figura 22.



Figura 22. Placa No. 9 con acabado liso en contacto directo con el fuego.

Este espécimen, se mantuvo aproximadamente 5 minutos sin que fallara hasta que el fuego se consumió completamente, se notó que tampoco fue flamable ya que no se incendió ni emitió humo, en esta placa el único daño que presentó fue que al estar en contacto directo con el fuego adquirió cambios en la coloración las cuales se desvanecían hacia los extremos como se observa en la Figura 23, lo cual nos indica que tampoco fue conductora del calor.



Figura 23. Imagen que muestra los cambios en la coloración de la placa polimérica.

La tercera probada, fue la No. 6 (de la Tabla 2); esta fue colocada durante 6 minutos aproximadamente con el acabado rugoso en contacto directo con el fuego como se observa en la Figura 24.



Figura 24. Placa No. 6 con acabado rugoso en contacto directo con el fuego.

En este caso se observó que debido a la menor concentración de recubrimiento de concreto polimérico que tienen las placas en el acabado rugoso, si se percibe cierta emisión de humo, ya que todos los componentes químicos si son flamables, por lo que al calentarse el espécimen sufrió cierta deformación que sin embargo al esta enfriarse regresa a su forma original. Esto no representa mayor problema ya que las placas siempre estarán colocadas de manera que en caso de incendio la parte que tendrá contacto con el fuego será el acabado liso.

La cuarta placa polimérica probada fue la No. 11 (de la Tabla 2), la cual se compone únicamente por vidrio comprimido con concreto polimérico como se observa en la Figura 25.



Figura 25. Apariencia de la placa No. 11.

Esta placa fue colocada con el acabado liso en contacto con la flama durante 1 minuto aproximadamente hasta que esta falló.

Por último fue probada la placa la No. 16 (de la Tabla 2) la cual fue colocada durante 6 minutos aproximadamente, con el acabado liso en contacto directo al fuego al igual que la placa No. 15 como se muestra en la Figura 26.

La placa No. 16 no presentó falla, sin embargo previamente se observó que tenía una flecha de 2 mm.



Figura 26. Placa No.16 en contacto con el fuego.

Dicha placa se mantuvo en el fuego hasta que este se consumió, igualmente no fue fisible, ni conductora de calor y no emitió humo; únicamente se observó manchada por el hollín que generó al estar en contacto directo con la flama el cual pudo retirarse con tan solo limpiarla como se muestra en la Figura 27.



Figura 27. Placa limpia después de estar en contacto con el fuego durante 6 minutos aprox.

2.8 COMPARACIÓN CON OTROS PRODUCTOS.

Después de los análisis y estudios realizados al panel polimérico podemos compararlo con otros materiales, presentado las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

PANEL POLIMÉRICO.

Es un panel aislante compuesto por un núcleo de PET compactado, enchapado con dos láminas de dicho panel polimérico.

Ventajas:

- **Reducción de Gastos:**

Las propiedades aislantes de este panel polimérico minimiza el uso de climatización, se puede complementar con paneles traslúcidos hacen que se reduzca al mínimo la utilización de energía para iluminación, el mantenimiento es mínimo y es un producto 100% recuperable.

- **Flexibilidad y sencillez:**

Permite las ampliaciones futuras, se puede añadir o quitar módulos dependiendo de las necesidades del usuario.

- **Rapidez de Instalación:**

Al ser un sistema modular y ligero se instala rápidamente de una manera limpia y estética; todo el sistema es habilitado en planta lo que ahorra tiempos de ejecución en obra.

- **Material no inflamable.**

- Material reciclable.
- Reutilizable al 100%.
- Resistencia a la humedad y hongos.
- Resistencia a la transmisión del sonido.
- Estabilidad dimensional.
- Construcción en seco.
- Atractivo visualmente.

Desventajas:

- Posee menor capacidad de carga, por lo que al instalarse hay que hacer retículas más cortas, lo que incrementa costos en estructura.
- Es fácilmente atacable por la radiación ultravioleta, por lo cual se debe proteger de la luz del sol.

En la actualidad existen diferentes tipos de paneles prefabricados ya comercializados, cada uno tiene características y propiedades diferentes, entre los que se encuentran:

PANEL DE YESO.

Es un panel hecho de un núcleo incombustible especialmente tratado para ser resistente a la absorción de agua, re cubierto en ambas caras por una superficie de fibra de vidrio con recubrimiento color azul que es resistente.

Ventajas:

- Construcción en seco.
- Rapidez de instalación.
- Estabilidad dimensional.
- Resistencia a la humedad y hongos.
- Resistencia contra fuego.
- Resistencia al agrietamiento.
- Resistencia a la transmisión del sonido.

Desventajas:

- Debe almacenarse exclusivamente en un área que lo proteja de las inclemencias del clima para mantenerlo seco, ya que es un material que no debe mojarse.
- Hay que aplicar un acabado final.
- Material no recuperable.
- Necesita de múltiples productos complementarios.

PANEL DE POLIESTIRENO.

Es un panel aislante compuesto por un núcleo inyectado de espuma de poliestireno, enchapado con dos láminas, material derivado del petróleo y del gas natural de los que se obtiene el polímero plástico estireno en forma de gránulos.

Ventajas:

- Reutilizable al 100%.
- Posee una alta resistencia a la absorción de agua.
- Resistente a la humedad.
- Bajo costo.

Desventajas:

- Es fácilmente atacable por la radiación ultravioleta, por lo cual se debe proteger de la luz del sol.
- Al quemarse o calentarse se sublima, por lo que pierde rigidez y flexibilidad.
- Posee menor capacidad de carga, por lo que al instalarse hay que hacer retículas más cortas, lo que incrementa costos en estructura.

PANEL DE POLIETILENO.

Es un panel aislante compuesto por un núcleo de espuma de polietileno formando un bloque.

Ventajas:

- Material económico.

- Fácil de colocar.
- Instalación sencilla.
- Material no inflamable.
- Material reciclable.
- Es un material hidrófugo.

Desventajas:

- Su rendimiento térmico es de carácter medio.
- Se utiliza muy poco en construcción.
- Se utiliza habitualmente para equipos de aire acondicionado.
- Es muy utilizado como material de embalaje.

CAPÍTULO III. SISTEMA CONSTRUCTIVO.

Un sistema constructivo es un conjunto de elementos, materiales, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos, que son característicos para un tipo de edificación en particular. En el sistema de módulos tridimensionales, se construyen módulos prefabricados en forma seriada y secuencial, formados por paredes, piso y techo que contienen carpinterías, aislaciones, instalaciones, solados, revestimientos y todas las terminaciones necesarias. Se utilizan siempre en dimensiones que sean transportables por camión u otros medios y se montan en su lugar definitivo. (4)

De acuerdo con las características de los paneles, se requieren de una estructura a base de un marco rígido conformado por postes metálicos a los cuales se fijaran los paneles; para esto se propone el sistema constructivo llamado “Steel Framing”.

3. 1 COMPARACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.

3. 1. 1 CONCEPTOS DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.

El objeto de esta apartado es el de comparar los sistemas construcción. Para esto se inicia con una serie de comentarios conceptuales referente a los sistemas constructivos y estructurales de toda índole. Para este análisis se tomó como base tres conceptos:

1. VIABILIDAD:

- FIN: Diagnostico de costos y producción a corto, mediano o largo plazo.
- MEDIOS: Optimización y eficiencia de los procesos productivos (fabricación, transporte y montaje).

2. ESTRUCTURA:

- FIN: Sostener cargas (Fuerzas horizontales y verticales).
- MEDIOS: Sistema estructural (pórtico, muros de carga, dual etc. y su material).

3. SISTEMA CONSTRUCTIVO:

- FIN: Dinamismo del sistema.
- MEDIOS: Innovación productiva de cada uno de los procesos.

3. 1. 2 SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL.

Es el sistema de construcción más difundido y el más antiguo. Basa su éxito en la solidez, la nobleza y la durabilidad (dependiendo del material). Constituido por estructura de paredes portantes (ladrillos, piedra, o bloques etc.); o concreto. Paredes de mampostería: ladrillos, bloques, piedra, o ladrillo portante, etc., instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y techo de tejas cerámicas, mínimo a dos o más aguas, o losa plana.

Es un sistema de “**obra humedad**”. La producción se realiza con equipos simples (herramientas de mano) y mano de obra simple, es decir mayor hora/hombre en la producción de sus ítems constructivos la construcción húmeda es lenta, pesada y por consiguiente cara. Obliga a realizar marcha y contramarcha en los trabajos. (Ej. Se construye la pared y luego se rompe para pasar los caños).

CONSTRUCCION TRADICIONAL RACIONALIZADA: Es una variante del sistema tradicional que utiliza algunos de los elementos o procedimientos de los sistemas racionalizados. Combina estructura (concreto armado), e independiente con mampostería; utiliza sistemas racionalizados en la realización de las instalaciones.

3. 1. 3 SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL MAMPOSTERÍA.

La mampostería es la unión de bloques o ladrillos de arcilla o de concreto con un mortero para conformar sistemas monolíticos tipo muro, que pueden resistir acciones producidas por las cargas de gravedad o las acciones de sismo o viento.

Modernamente, se aprovechan los ladrillos de arcilla y los bloques de concreto de gran resistencia, unidos mediante morteros de cemento. El muro así ensamblado se considera un elemento monolítico, siempre y cuando las uniones de las juntas puedan garantizar la transmisión de esfuerzos entre las piezas individuales, sin fallas o deformaciones considerables.

Modernamente, se aprovechan los ladrillos de arcilla y los bloques de concreto de gran resistencia, unidos mediante morteros de cemento. El muro así ensamblado se considera un elemento monolítico, siempre y cuando las uniones de las juntas puedan garantizar la transmisión de esfuerzos entre las piezas individuales, sin fallas o deformaciones considerables.

MAMPOSTERÍA REFORZADA: Es la construcción con base en piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero (tipo M o N), reforzada internamente con barras de acero y rellenas con concreto, también tienen refuerzo vertical en cada cierto número de hiladas.

MAMPOSTERÍA CONFINADA: Es la construcción con base en piezas de mampostería de perforación vertical o horizontal, unidas por medio de mortero (tipo M o N), reforzada de manera principal con elementos de concreto reforzado construido alrededor del muro confinándolo, vaciados o fundidos posteriormente a la ejecución del muro y que actué monolíticamente con este. La construcción en mampostería es un sistema húmedo, es lenta, pesada y por consiguiente cara. Obliga a realizar marcha y contramarcha en los trabajos. (Ej. Se construye la pared y luego se rompe para pasar las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias).

3. 1. 4 SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN PREFABRICADO.

Se conoce como prefabricación al sistema constructivo basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie en una fábrica fuera de su ubicación final y que en su posición definitiva, tras una fase de montaje simple, preciso y no laborioso, conforman el todo o una parte de un edificio o construcción. Tal es así que, cuando un edificio es prefabricado, las operaciones en el terreno son esencialmente de montaje, y no de elaboración. Una buena referencia para conocer el grado de prefabricación de un edificio es la de valorar la cantidad de residuos generados en la obra; cuanta mayor cantidad de escombros y suciedad, menos índice de prefabricación presenta el inmueble.

En este sistema industrializado, en el que todos los sub-sistemas y componentes se han integrado en un proceso global de fabricación y montaje, pueden ser de tres tipos:

SISTEMA DE PANELES: Son producidos según diseño, en fábrica y su montaje es en obra, son unidireccionales y bidireccionales. Con esto se entiende que pueden ser lineales (esqueleto), planos (placas). Son de concreto armado. El sistema de prefabricación a base de paneles de concreto, se utiliza en la construcción de edificios de poca altura, ha tenido mucho auge en zonas residenciales con gran crecimiento y acceso limitado, ya que los periodos de construcción son cortos, hay poca necesidad de mano de obra tradicional calificada, y el transporte de material es mínimo, el transporte del panel requiere mucho cuidado.

SISTEMA DE CAJÓN: Son producidos según diseño, en fábrica y su montaje es en obra, son tridireccionales. Con esto se entiende que pueden ser volumétricos. Son de concreto armado. En este sistema el único trabajo en obra que queda es anclar en el suelo (cimentación) o encima de otra caja. Sin embargo la caja puede ser un elemento de diseño limitado. Las dimensiones de la caja son a veces limitadas por el transporte y la red vial. Las variaciones de diseño son restringidas debido a las pocas combinaciones en planta de las cajas. En este sistema, las instalaciones, los acabados se hacen en fábrica con el propósito de abarcar la producción de principio a fin.

La Figura 28 muestra el proceso constructivo de dicho sistema.



Figura 28. Proceso constructivo.

SISTEMA DE PREFABRICADO ESTRUCTURAL: Son producidos según diseño, en fábrica y su montaje es en obra, son bidireccionales (columnas y vigas), tridireccionales (esqueleto con losa).

Con esto se entiende que pueden ser volumétricos. Son de concreto armado. Sus empalmes son ejecutados en obra y consiste en soldadura y concreto sin retracción.

Con el sistema hay mayor flexibilidad de diseño y mayor libertad de espacio interior; la mezcla de elementos prefabricados como paneles, losa y dobles T permite obtener rendimientos y alturas que permiten a los diseñadores maximizar la funcionalidad de los edificios. Los muros interiores suelen ser flexibles o rígidos.

3. 1. 5 SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADO EN SERIE "FORMALETA".

Sistema constructivo industrializado denominado estructuralmente muros de carga, en concreto armado, fundidos en sitio, a base de encofrados de aluminio altamente versátil y adaptable, el cual permite fundir muros, losas y culatas en forma simultánea, (no prefabricado): no es vulnerable a fenómenos de la naturaleza, sismos, huracanes, tifones, tornados.

Esta forma de construir es mucho más eficiente que la de los sistemas tradicionales y conlleva una serie de ventajas que permiten construcciones rápidas y seguras, con mayor calidad y más económicas. En este sistema hay que destacar que en la división de trabajo su producción es a base de "cronometro", con el objeto de eliminar ese "tiempo inútil" o desperdicio en el proceso constructivo, por esta razón sus cronogramas son por horas.

Es proceso constructivo revolucionario, cuya base es la cadena de ejecución y su objetivo se basa en una forma de organización de la producción que delega a cada trabajador una función específica y especializada. Se puede hacer una unidad diaria por equipo.

3. 1. 6 COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EXISTENTES.

En la siguiente Tabla se muestra la comparativa de los diversos sistemas constructivos anteriormente mencionados.

Tabla 9. Comparativa de los distintos sistemas constructivos.

FACTORES	SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA DE PREFABRICADOS	SISTEMA DE CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA EN FORMALETA
ILUSTRACION GRAFICA DE CADA SISTEMA			
CONCEPTO	Sistema constructivo tradicional o artesanal, Mampostería etimológicamente significa "puesto con la mano", y precisamente en eso consiste la esencia de este sistema, los ladrillos o bloques son la base de la construcción.	Sistema de construcción cuyo diseño de fabricación es mecanizado, en el que todos los subsistemas y componentes se han integrado "en un proceso global de fabricación, montaje y ejecución" para acelerar su proceso.	Sistema de construcción industrializado de producción en serie, de muros en concreto fundidos en sitio, donde todos subsistemas y componentes, "se han integrado en una forma de organización y producción muy especializada" basado en la cadena de montaje.
METODO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Artesanal. ▪ No es monolítico, limitada altura. ▪ Diversidad de materiales. ▪ Complejidad administrativa y logística. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Industrializado, producido en fabrica y ensamblado en obra. ▪ Uniformidad de materiales. ▪ Dependencia del fabricante. ▪ Fácil administración y complejidad en obra. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Industrializado, todo producido en obra. ▪ Monolítico. ▪ Uniformidad de materiales. ▪ Fácil administración y control de obra.

FACTORES	SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA DE PREFABRICADOS	SISTEMA DE CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA EN FORMALETA
EQUIPOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relación directa: maquinaria de producción, de acuerdo a la complejidad del proyecto, no depende de terceros. ▪ Relación indirecta: depende del fabricante, constructor debe hacer control de calidad. ▪ En obra: equipo básico y menor ▪ Costos: baja inversión para cualquier tipo de construcción, por ser artesanal. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fabrica: grandes complejos industriales con maquinaria y equipos pesados, altos costos de mantenimientos . ▪ Relación directa: complejidad logística y de transporte del prefabricado a obra. ▪ En obra: equipo pesado para movilización y montaje. ▪ Costos: alta inversión , para proyectos grandes y a largo plazo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relación directa: 3000 usos básicos por equipo, bajo costo de mantenimiento. ▪ Relación indirecta: compra de formaleta a fabricante sobre punto de equilibrio del proyecto. ▪ En obra: equipo básico y menor ▪ Costos: baja o alta inversión para cualquier tipo de construcción, amortización de equipo en el proyecto.
MANO DE OBRA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mano de obra total 1800 obreros ▪ Mano de obra especializada 75% (1350) ▪ Mayor cantidad y menor rendimiento, ▪ Mayor riesgo laboral, por permanencia y tiempo de obra. 	<p>Rompe el proceso en dos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma directa: en obra, alrededor de 600 obreros, especializados 50% (225). ▪ Forma indirecta: en fabrica, no se contempla el numero de operarios. Puede paralizar el avance de obra por inconvenientes. ▪ Mayor y mas riesgo laboral, por movimiento y anclaje de elementos pesados. 	<p>Unifica el proceso de fabricación y montaje en uno solo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mano de obra total 795 obreros ▪ Mano de obra especializada 32% (255). ▪ Optimización y menor mano de obra, se elimina el "tiempo inútil". ▪ Menor riesgo laboral por poca permanencia y tiempo en obra; fluctuación del personal por actividades.

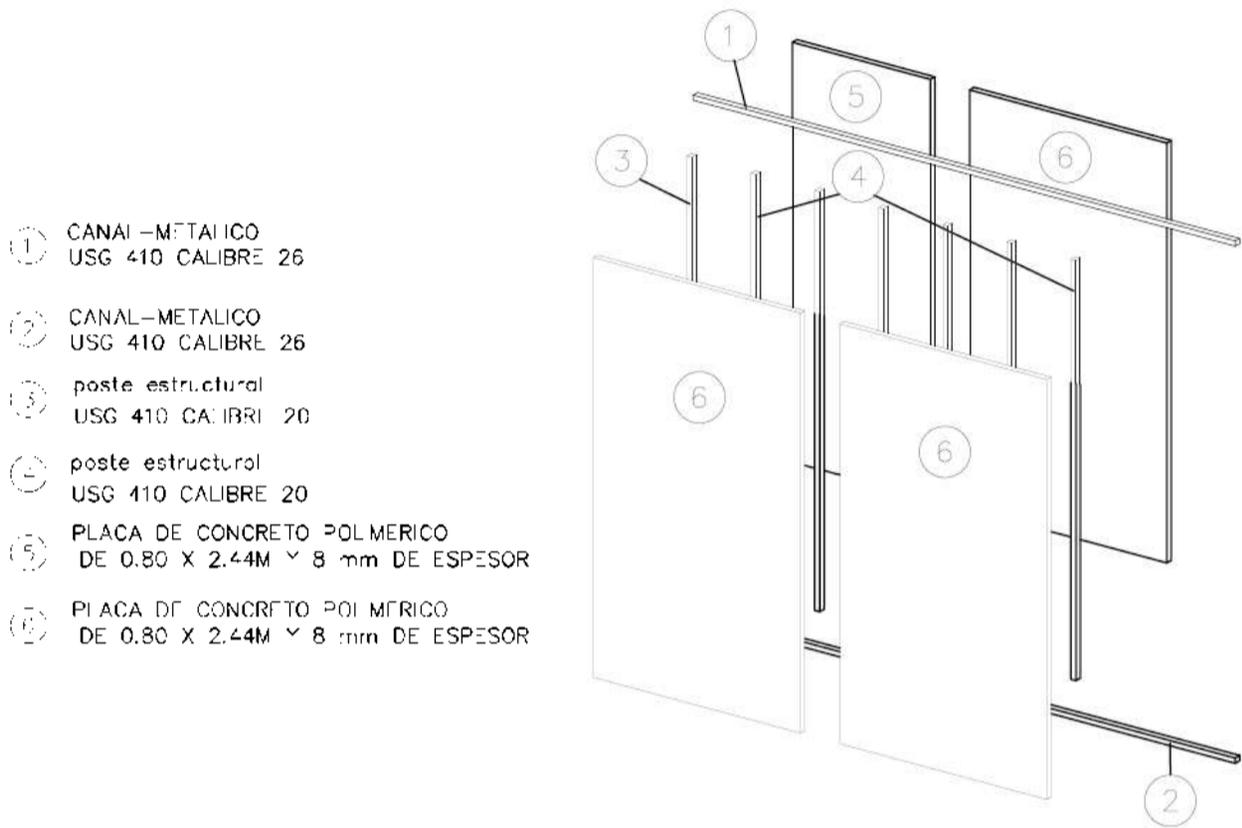
FACTORES		SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA DE PREFABRICADOS	SISTEMA DE CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA EN FORMALETA
TIEMPO	250 m2 2000 ud vivienda	<ul style="list-style-type: none"> Aproximadamente 48 meses (4 años), de acuerdo a la experiencia del constructor. Armado del sistema por etapas ya que son consecutivas. Rendimiento de una cuadrilla (2 operarios) al día, 12m2 de mampostería. La diversificación de material y su movilización al punto de trabajo, genera tiempos y personal adicionales. Tiempo de construcción de una vivienda en obra gris, 30 días, con buen rendimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Aproximadamente 36 meses (3 años), mayor velocidad en tiempo en construcción vertical (edificio) que horizontal (casas). Directo: rendimiento de una cuadrilla (3 operarios) al día, 90m2 de montaje. Indirecto: movilización del elemento constructivo al punto de trabajo 4 operarios. Tiempo de construcción de una vivienda en obra gris, 5 días, con buen rendimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Aproximadamente 21 meses, incluyendo 90 días de la fabricación de la formaleta. Unidad diaria por equipo. Rendimiento de una cuadrilla (10 operarios) 250m2 con todos subsistemas. Tiempo de construcción de una vivienda en obra gris, un día (normal). En el mismo tiempo, mayor flexibilidad e infinidad de diseños en los detalles arquitectónicos.
		PRODUCTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> La productividad se refleja en el avance de cada ítem de la construcción la construcción es lenta, pesada, obliga a realizar marcha y contramarcha en los trabajos. (ej. se construye la pared y luego se rompe para pasar las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias. Inversión alta y retorno lento por avance de obra. 	<ul style="list-style-type: none"> El proceso requiere de maquinaria especializada por unidad de vivienda. Los paneles requieren fabricación especial según el diseño arquitectónico y estructural. El proceso de fabricación de cada panel requiere por lo menos de 20 días previos antes de la movilización y montaje Inversión alta y retorno rápido supeditado a la producción en fabrica.

3.2 SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUUESTO: STEEL FRAMING.

El Steel Framing es un sistema constructivo cuya principal característica es una estructura constituida por perfiles de acero galvanizado de bajo espesor, la cual está formada por elementos individuales unidos entre sí con el objetivo de resistir las cargas y darle forma a la estructura. Entre sus ventajas, se encuentra la rapidez de montaje, la reducción en los costos, la buena calidad de aislamiento térmico y sobre todo la versatilidad que presentan estas disposiciones. Este sistema constructivo es utilizado para la composición de paneles estructurales y no estructurales, vigas secundarias, vigas de piso, cabios de techo y demás componentes. Es un sistema constructivo ligero y seco.

La idea principal de este tipo de secciones es conseguir capacidad portante a través de la forma de la sección en lugar de aumentar el grosor del elemento y dada la relativa facilidad de conformar el acero en frío se puede producir una gran cantidad de secciones para ajustarse a las necesidades del diseño.

3.3 ELEMENTOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO.



Esquema 1. Despiece de los elementos que conforman la estructura.

Dentro de los elementos que componen al sistema constructivo propuesto están: canales metálicos USG 410 de calibre 26; como elementos horizontales de cerramiento de la estructura, poste estructural USG 410 calibre 20; como elementos verticales que formaran el marco rígido, así como PTR como columnas que le den mayor rigidez y resistencia a la estructura metálica y placas de concreto polimérico de 0.80 m de ancho por 2.44 m de alto por 0.008 m de espesor. Elementos que se muestran a detalle en el diagrama del Esquema 1.

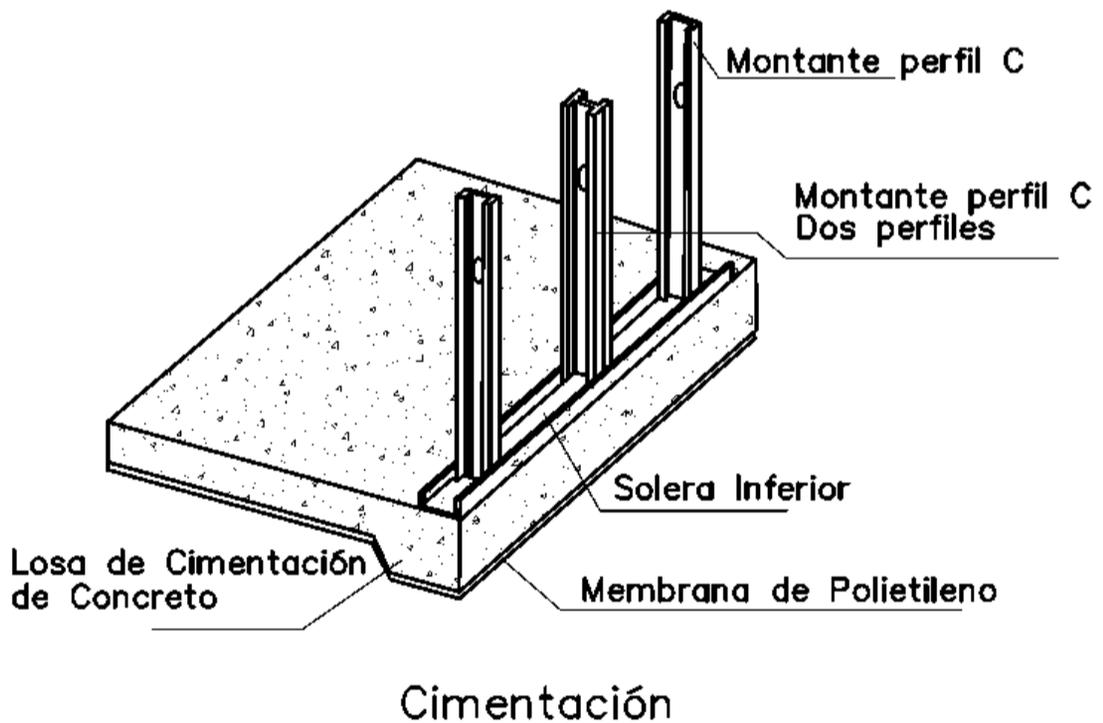
3. 4 PROPUESTA DE ESTRUCTURA.

3. 3. 1 CIMENTACIÓN.

LOSA DE CIMENTACIÓN.

Es el tipo de cimentación superficial que funciona como una losa y transmite las cargas de la estructura al terreno y es indicada para construcciones con paredes portantes a base de paneles para viviendas con el sistema constructivo Steel Framing. Los componentes estructurales fundamentales de una losa de cimentación son la losa continua de concreto con $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y las vigas en el perímetro de la losa y bajo las columnas, donde es más necesario tener mayor rigidez en plano de la cimentación.

El contrapiso de la planta baja para este tipo de cimentación puede ser de concreto o construido con perfiles galvanizados que apoyados en la cimentación constituyen una estructura de soporte de los materiales que forman la superficie del contrapiso. El Esquema 2 muestra el detalle de este tipo de cimentación.

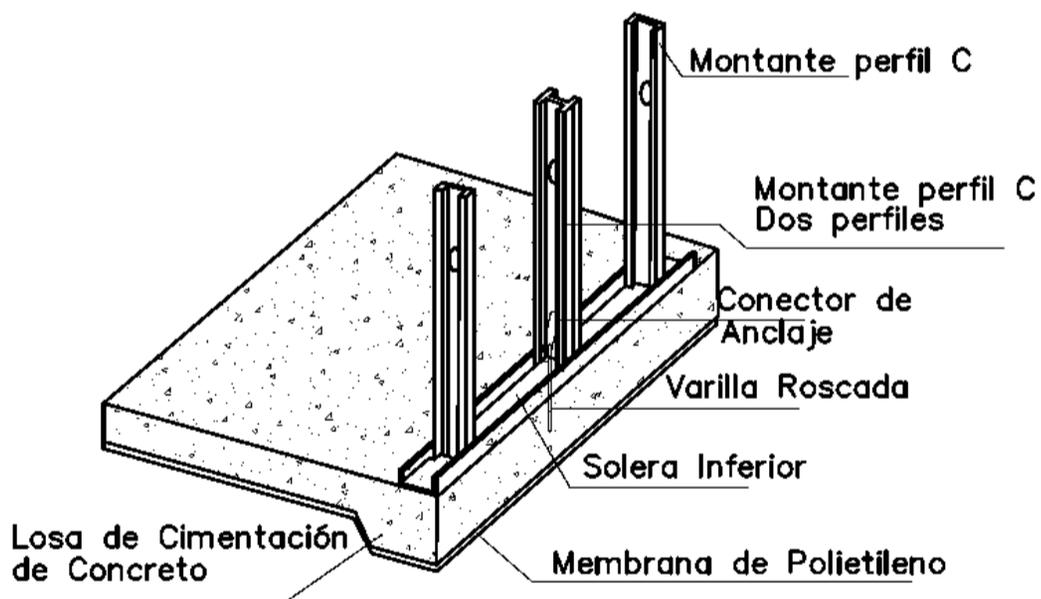


Esquema 2. Detalle esquemático de la cimentación.

FIJACION DE LOS PANELES.

Para evitar el movimiento del edificio debido a la presión del viento, la superestructura debe estar firmemente anclada a la cimentación. La selección del anclaje más eficiente depende del tipo de cimentación y de las solicitaciones a la que está sometida la estructura debido a las cargas, condiciones climáticas y ocurrencias de movimientos sísmicos. El tipo de anclaje, sus dimensiones y su separación, se definen mediante cálculo estructural. Los tipos más utilizados de anclaje son: el químico con varilla roscada y bulbones de expansión.

ANCLAJE QUÍMICO CON VARILLA ROSCADA. El anclaje químico con varilla roscada se coloca después del colado de la cimentación. Consiste en una varilla roscada con rondana y tuerca, que se fija en el concreto por medio de perforación llenada con resina química para formar una interfaz resistente con el concreto. La fijación a la estructura se logra por medio de una pieza de acero que va conectada a la varilla roscada y a la solera inferior y atornillada al montaje generalmente doble; este proceso es mostrado en el Esquema 3.



Anclaje con varilla

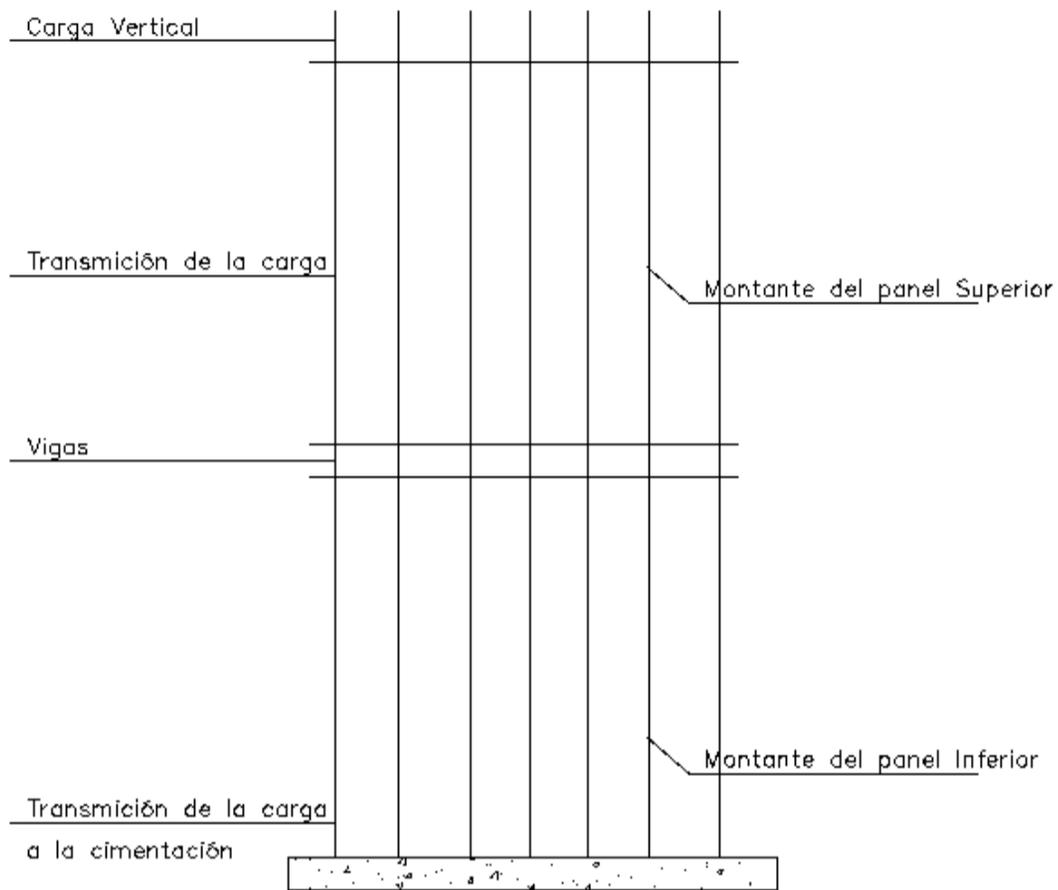
Esquema 3. Anclaje químico con varilla roscada.

3. 3. 2 ESTRUCTURA.

Los paneles poliméricos asociados a elementos de separación ejercen la misma función que las paredes de las construcciones convencionales.

Los paneles estructurales o portantes cuando forman la estructura que soporta las cargas de la edificación; pueden ser internos o externos. Son no estructurales cuando funcionan solo como cerramiento externo o división interna, o sea, cuando no ejercen una función estructural.

Los paneles estructurales están sujetos a cargas horizontales de viento y movimientos sísmicos, así como a las cargas verticales de entre pisos u otros paneles. Estas cargas verticales las origina el propio peso de la estructura y sus componentes constructivos, y la sobrecarga por el mismo uso que se le da a la estructura (personas, muebles, maquinas, agua de lluvia, etc.). Por lo tanto, la función de los paneles consiste en resistir estos esfuerzos y transmitirlos a la cimentación. Los paneles poliméricos están soportados por una determinada cantidad de elementos verticales de perfil C llamados montantes y elementos horizontales transversales tipo U denominados soleras.

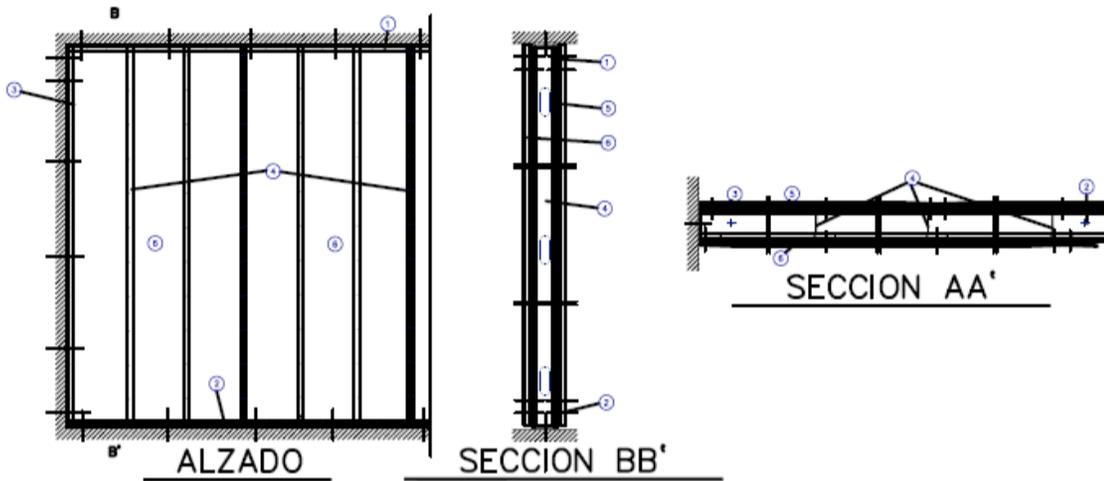


Esquema 4. Distribución de cargas.

El Esquema 4 ilustra la distribución de la carga y el detalle del alineamiento entre los elementos que componen el panel. Las vigas de entrecimpo también deben estar alineadas con los montantes. En caso de no poder lograr este alineamiento, deberá colocarse debajo del panel una viga capaz de distribuir uniformemente las cargas excéntricas.

La distancia entre los montantes o modulación, generalmente de 400 o 600 mm, la determinan las solicitaciones a que cada perfil es sometido. Cuando mayor sea la separación entre los montantes menor será la cantidad de los mismos y, por consiguiente, mayor será la carga que cada uno deberá absorber.

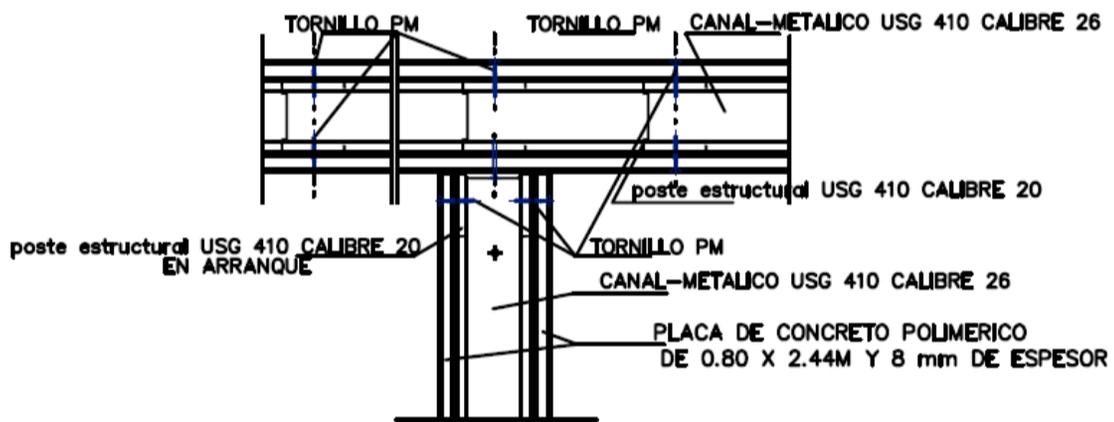
Los montantes van unidos en sus extremos inferiores y superiores por las soleras (perfil de sección transversal U simple). Su función consiste en fijar los montantes a fin de construir un entramado estructural. El largo de las soleras define el ancho del panel y el largo de los montantes. Los paneles poliméricos estructurales deben descargar directamente sobre las fundaciones, otros paneles estructurales o sobre una viga principal.



¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Esquema 5. Muestra la estructura típica de un panel con sistema constructivo Steel Framing.

Para unir los perfiles que componen la estructura se usan tornillos galvanizados del tipo auto perforantes, tal como se ilustra en el Esquema 6.



Esquema 6. Unión de los perfiles C.

ESTABILIZACION DE LA ESTRUCTURA.

Los montantes aislados no son capaces de resistir los esfuerzos horizontales que la estructura solicita, como acontece en el caso del viento. Estos esfuerzos pueden provocar una pérdida de estabilidad de la estructura causando deformaciones, que pueden terminar colapsando la estructura.

Para evitar lo anterior se debe proporcionar a la estructura uniones rígidas o elementos capaces de transferir esos esfuerzos a las fundaciones. Las soluciones más comunes para resistir a los esfuerzos horizontales en las estructuras que se construyen según el sistema Light Steel Framing son las siguientes:

- Uso de arriostamientos en los paneles, combinando con un diafragma rígido a nivel del piso que actúa transmitiendo a los esfuerzos a los paneles arriostamientos.
- Revestimiento de la estructura con placas que funcionen como diafragmas rígidos en el plano vertical (paneles).

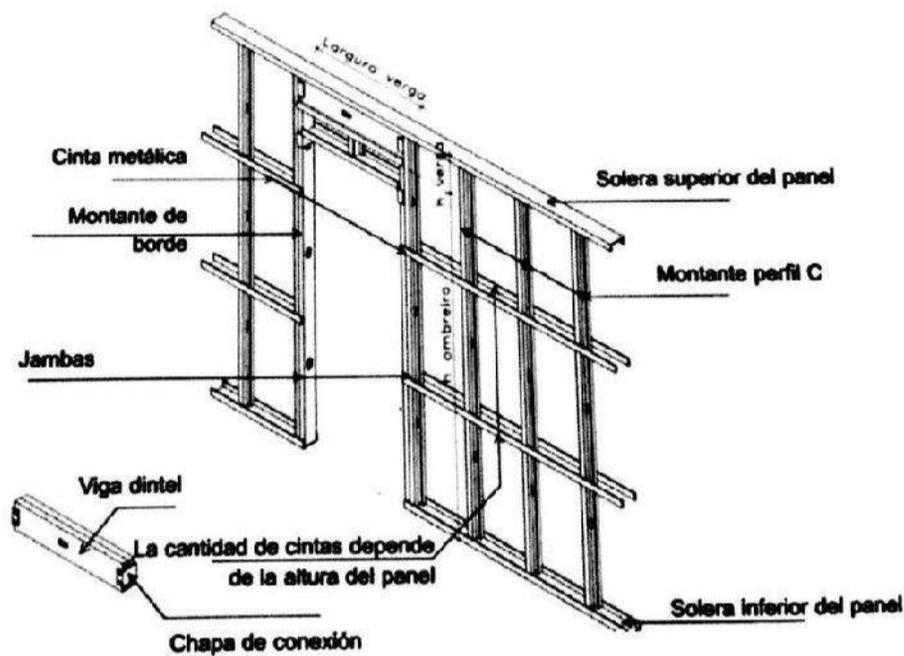
ARRIOSTRAMIENTOS. El método más común de estabilización de la estructura en Steel Framing es el arriostamiento en "X" (Cruz de San Andrés), que consiste en utilizar cintas de acero galvanizado fijados sobre la superficie exterior de un panel, cuyo ancho, espesor y localización se determinan en el proyecto estructural.

La aplicación de la diagonal al panel se logra con una placa de acero galvanizado, que se atornilla en montantes dobles y el anclaje del panel debe coincidir con estas a fin de absorber los esfuerzos transmitidos por él arriostamiento, como se muestra en el Esquema 7.

El anclaje en los paneles superiores también se hace en los montantes, para que reciba en la diagonal los esfuerzos y estos sean transmitidos al panel inmediatamente inferior que igualmente debe estar debidamente anclado y arriostrado.

DIAFRAGMA DE RIGIDIZACIÓN.

Los materiales de cerramiento externo de los paneles estructurales pueden ser utilizados como pared diafragma de rigidización, estos materiales son placas poliméricas que se absorben a las cargas laterales a las que puede estar expuesta a la estructura, tales como las fuerzas del viento, los movimientos sísmicos, y que a su vez son transmitidas a la cimentación.



Esquema 7. Cinta metálica para la rigidización del panel.

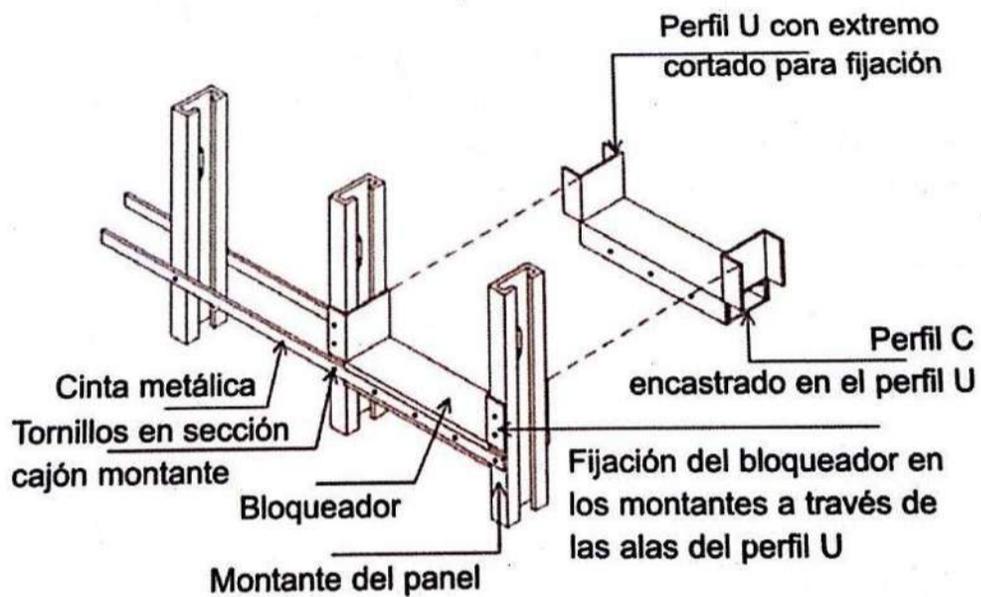
Para que las placas estructurales de OSB funcionen como diafragma de rigidización, han de tomarse algunas medidas en la instalación:

- En los bordes de los paneles el ancho mínimo de la placa estructural debe ser de 0.80 m a fin de mantener la resistencia de la placa.
- No debe haber unión de placas consecutivas en coincidencia con los vértices de una abertura. En este caso, a las placas deben cortarse en forma de "C".

El Esquema 8, muestra la manera en que debe ser colocada la cinta metálica para lograr rigidizar el panel estructural.

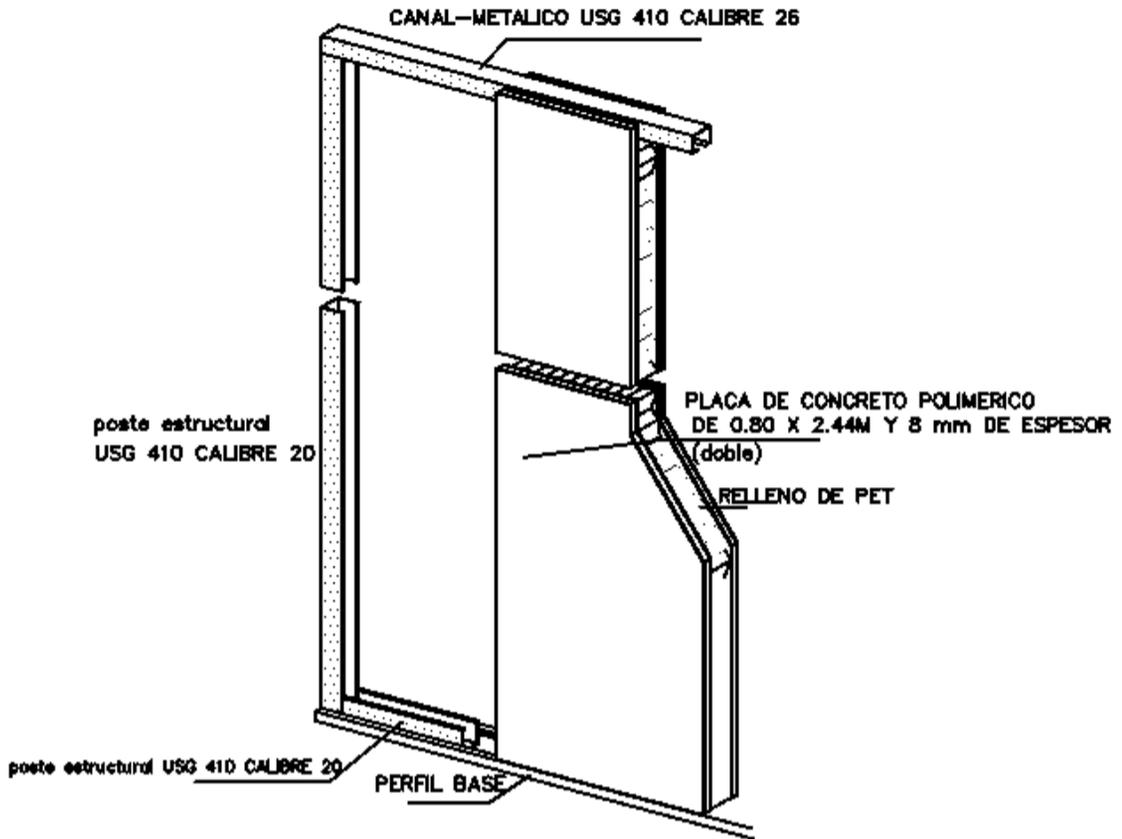
La función de los bloqueadores consiste en rigidizar el panel estructural. Son piezas formadas por perfiles C y U colocadas entre los montantes. Un perfil, (solera) es cortado 20 cm más largo que el vano, se le practica un corte en las alas a 10 cm de cada extremidad y enseguida se doblan los seguimientos en 90° para servir de conexión a los montantes.

RIGIDIZACION HORIZONTAL: A fin de aumentar la resistencia del panel estructural, se aplican cintas de acero galvanizado y los llamados bloqueadores compuestos a partir de perfiles C y U que son conectados a los montantes formados un sistema de rigidización horizontal. Dicho proceso se muestra en el Esquema 8.

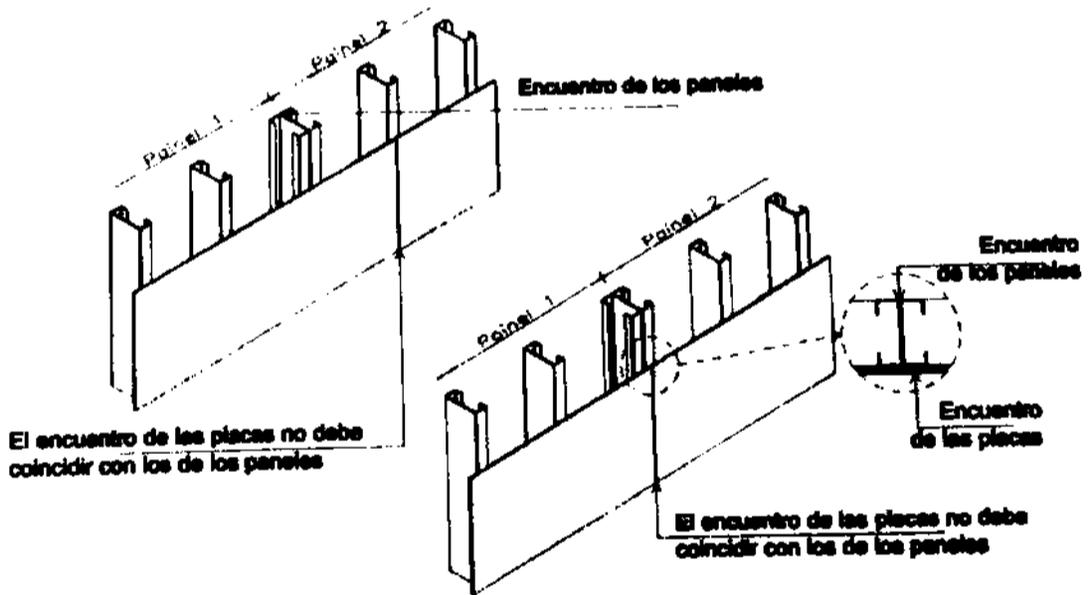


Esquema 8. Esquema de rigidez horizontal del panel con bloqueadores.

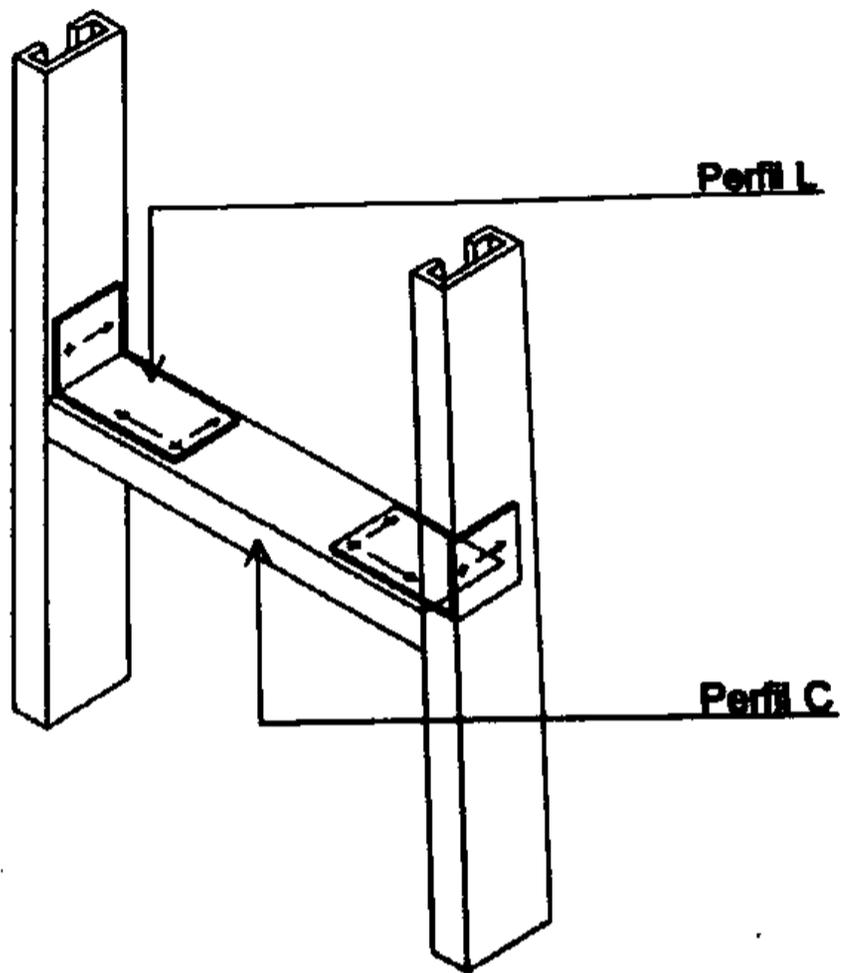
La cinta metálica evita la rotación de los montantes cuando están sujetos a las cargas normales de compresión, además de disminuir el largo del pandeo de los mismos. La cinta metálica debe ser de acero galvanizado y tener por lo menos 38 mm de ancho por 0.84 mm de espesor. Debe ser instalada en la horizontal a lo largo del panel y sus extremos deben estar sujetos a las piezas tales como los montantes dobles o triples usados en el encuentro de los paneles. Las cintas se atornillan en todos los montantes mediante un tornillo, y se fijan en los ambos lados del panel, a excepción de los paneles que en la cara externa llevan placas de diafragma rígido.



Esquema 9. Colocación de las placas estructurales.



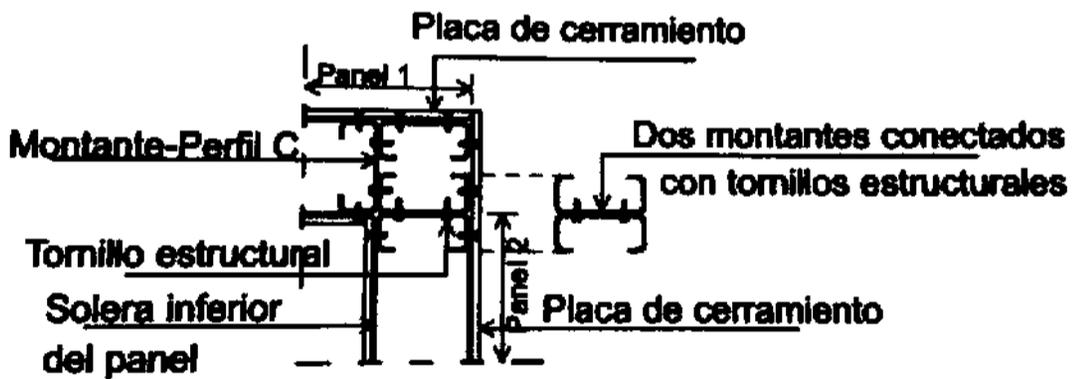
Esquema 10. Encuentro de las placas estructurales en relación a los paneles.



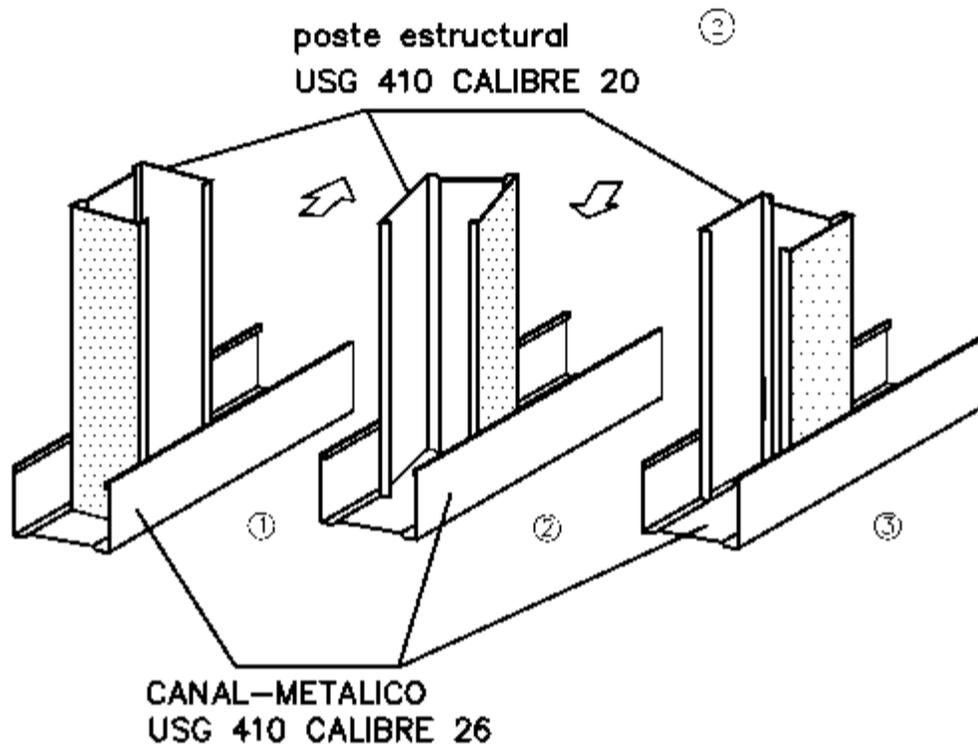
Esquema 11. Esquema de fijación de bloqueadores mediante piezas en ángulo o perfiles L.

Otra forma de fijar el bloqueador a los Montantes consiste en utilizar el perfil C (Esquema 12) a lo ancho del vano y conectarlos a los montantes por medio del perfil "L" (pieza en ángulo) atornillando ambas piezas.

ENCUENTRO DE PANELES.

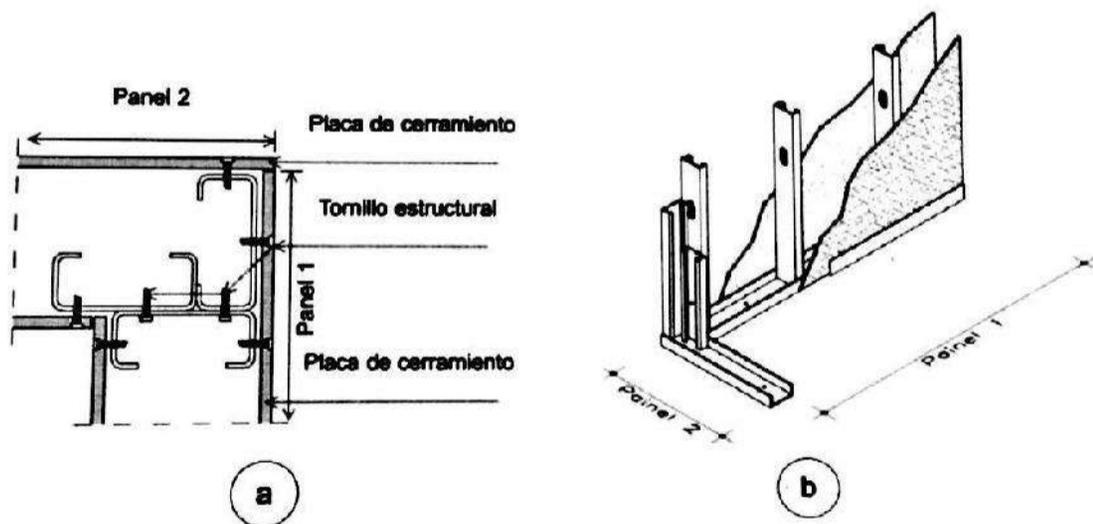


Esquema 12. Unión de dos paneles en esquina. Unión de dos montantes (planta).



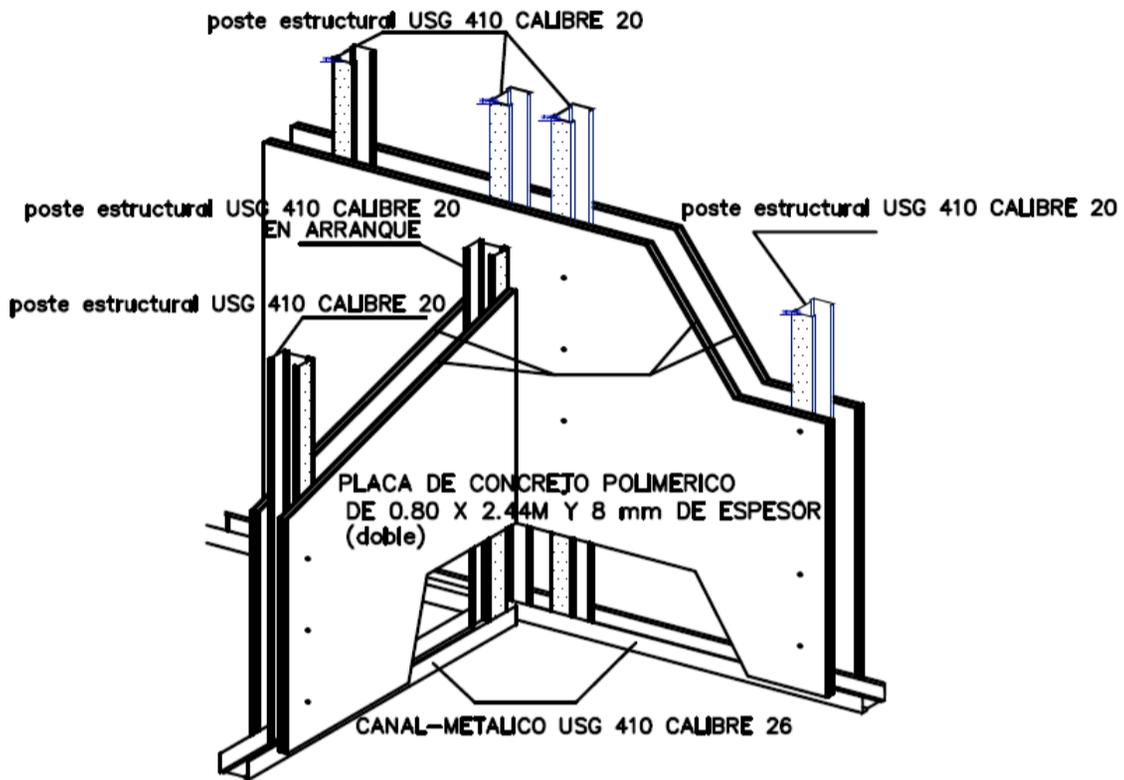
Esquema 13. Unión de dos montantes por el alma (perspectiva).

Para el encuentro de paneles poliméricos estructurales existen varias soluciones constructivas, que varían según el número de paneles que se unen y del ángulo entre estos. Siempre es importante garantizar la rigidez del sistema, la resistencia de los esfuerzos, y proveer una superficie para la fijación de las placas de cerramiento interno o externo. Por otro lado el Esquema 14 muestra cómo debe ir colocada la unión de dos montantes.



Esquema 14. Unión de tres montantes por el alma; a) planta y b) perspectiva.

El Esquema 15 muestra cómo debe ir colocada la unión de tres montantes.



Esquema 15. Fijación de paneles en esquina.

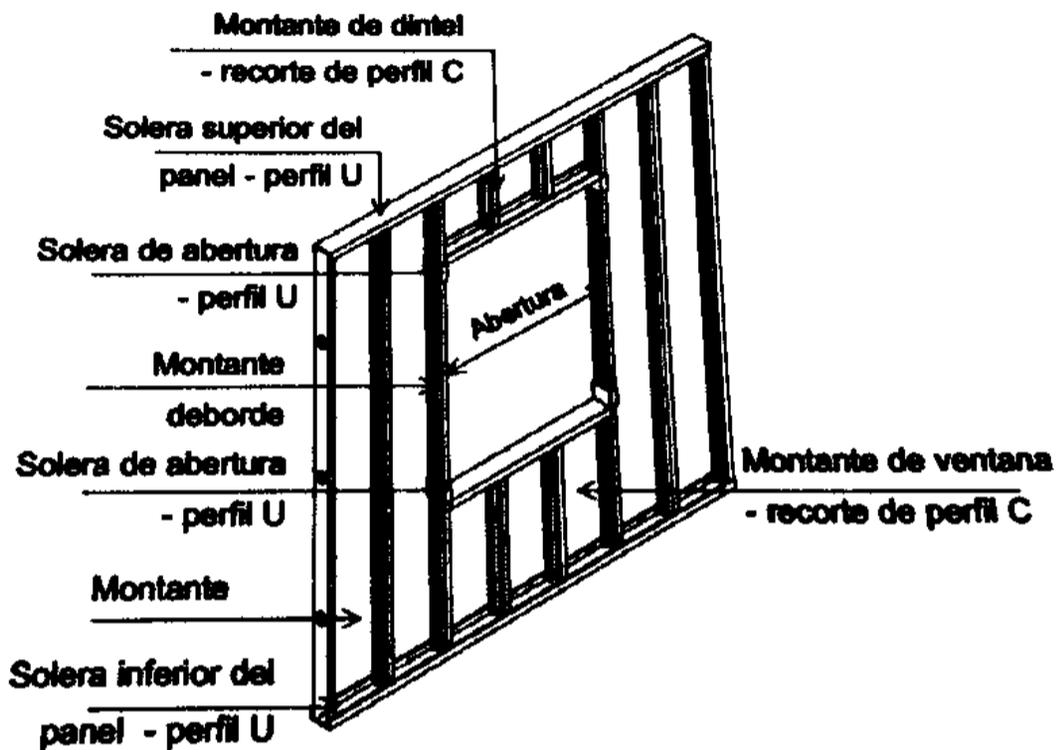
El Esquema 15 muestra la colocación de los montantes cuando se fijan paneles en esquina.

PANELES NO ESTRUCTURALES.

Paneles poliméricos no estructurales son aquellos que no soportan cargas, sino sólo el propio peso de sus componentes. Tienen la función de cerramiento externo o de división interna en los edificios.

Cuando se trata de paneles divisorios interno puede aplicarse el sistema de yeso-cartón, en que las secciones de los perfiles montantes y soleras tiene un espesor y dimensiones menores. Pero en el caso de los paneles divisorios externos y debido al peso de los componentes del cerramiento y revestimiento es recomendable utilizar los mismos perfiles que constituyen los paneles estructurales.

El acabado superior e inferior de las aberturas se definen en forma similar a las de los paneles estructurales, utilizando la solera de las aberturas. Esquema 16 presenta la conformación de un panel no estructural.



Esquema 16. Diseño esquemático del panel no estructural con abertura.

Ventajas:

- El acero es un metal de comprobada resistencia y el alto control de calidad desde la producción de las materias primas hasta sus productos, lo que redunda en una mayor precisión dimensional y un mejor desempeño de la estructura.
- Facilidad de suministro de los perfiles conformados en frío, que sean de producción estándar por la industria local.
- Durabilidad y mayor vida útil de la estructura, gracias al proceso de galvanización de las chapas a partir de las que se obtienen los perfiles.
- Facilidad de montaje, manejo y transporte gracias al bajo peso de los elementos. Construcción en seco, lo que minimiza el uso de recursos naturales y de desperdicios.
- Los perfiles perforados previamente y la utilización de los paneles de yeso-cartón facilitan las instalaciones eléctricas e hidráulicas.
- Se logran mejores niveles de desempeño termo-acústico mediante la combinación de materiales de cerramiento y aislamiento.
- Facilidad de ejecución de las uniones.

- Rapidez de construcción, ya que el terreno se transforma en el sitio de montaje.
- El acero es un metal incombustible.
- El acero puede ser reciclado muchas veces sin perder sus propiedades.
- Gran flexibilidad en el proyecto arquitectónico, sin limitar la creatividad del arquitecto.

MÉTODOS DE CONSTRUCCION.

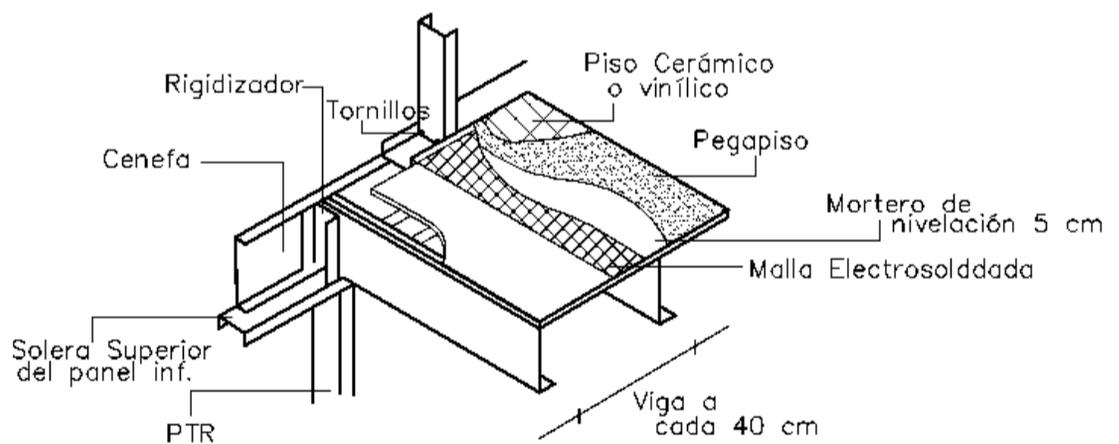
Método "Fabricación de Obra". En este método de construcción los perfiles son cortados en el sitio de la obra, y los paneles, losas, columnas, arriostramiento y cabriadas de techos son montados en la obra misma.

Método por paneles prefabricados. Los paneles estructurales o no estructurales, arriostramientos, entresijos y cabriadas de techo pueden ser prefabricados fuera de la obra y montarlos en el sitio de construcción.

CONSTRUCCION DE MÓDULOS.

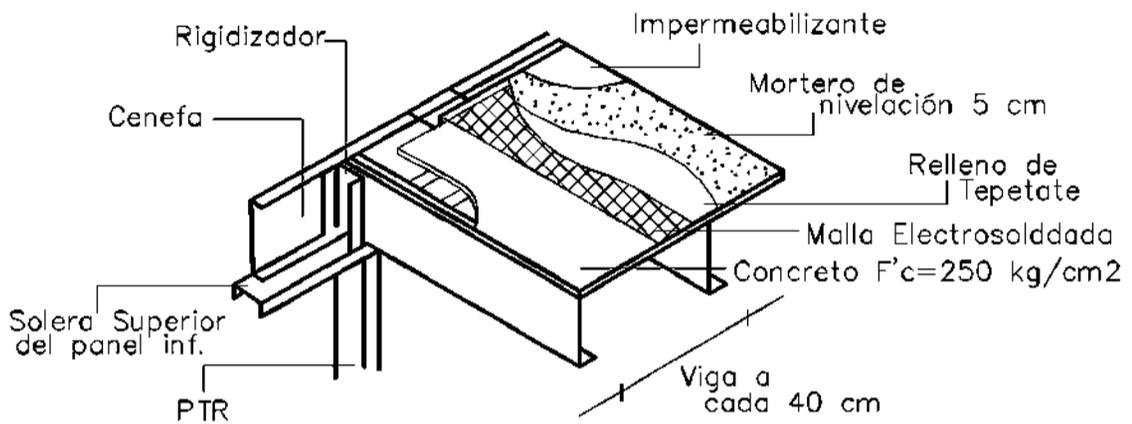
Las unidades modulares son completamente prefabricadas para la entrega en el sitio de la obra con todos los acabados internos, tales como revestimientos y artefactos sanitarios, mobiliario fijo, metales, instalaciones eléctricas, etc.

3. 3. 3 LOSAS Y CUBIERTAS.



Losas de Entrepiso

Esquema 17. Losa de entrepiso en Steel Framing.

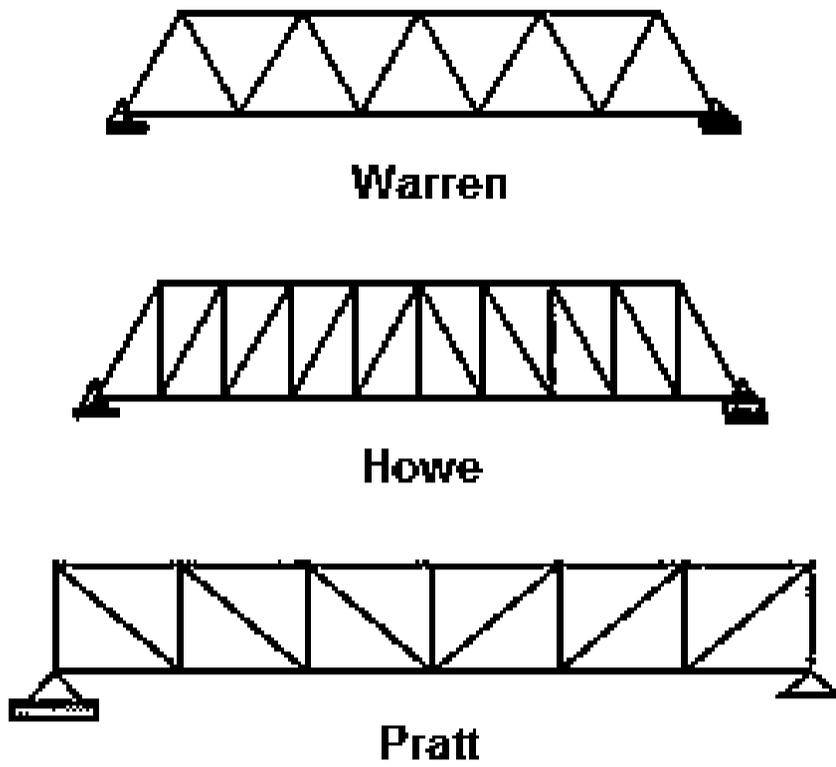


Losa de Azotea

Esquema 18. Cubierta plana en Steel Framing.

LOSA PLANA.

A pesar de ser menos comunes, las cubiertas planas en Steel Framing han sido resueltas en la mayoría de los casos como una losa húmeda en que la inclinación para la caída del agua se logra variando el espesor del contra piso de concreto. En el Esquema 19 se muestra cómo va anclada la losa sobre los apoyos de viga Solera del panel portante.



Esquema 19. Algunos tipos de vigas metálicas planas para Steel Framing.

En caso de vanos mayores sin apoyos intermedios pueden usarse vigas de celosía planas. También pueden usarse las vigas de celosía planas para la estructura de entrepisos que demandan cargas y vanos grandes.

CAPÍTULO IV. PROYECTO ARQUITECTÓNICO.

En arquitectura, un proyecto arquitectónico es el conjunto de planos, dibujos, esquemas y textos explicativos utilizados para plasmar (en papel, digitalmente, en maqueta o por otros medios de representación) el diseño de una edificación, antes de ser construida. En un concepto más amplio, el proyecto arquitectónico completo comprende el desarrollo del diseño de una edificación, la distribución de usos y espacios, la manera de utilizar los materiales y tecnologías, y la elaboración del conjunto de planos, con detalles y perspectivas. (5)

4. 1 IDEA COMPOSITIVA.

Después de realizar las pruebas mostradas en el capítulo 2, y de proponer un sistema constructivo adecuado según las características que presentan los paneles poliméricos en el capítulo 3, se presenta su aplicación en un proyecto arquitectónico que consiste en el diseño basado en la modulación reticular de espacios que permitan optimizar el tiempo de construcción y debido a que son transportables, desarmables y reorganizables, puedan impulsar múltiples funcionalidades, además de poder ser reutilizados para generar un uso diferente del que fueron fabricados en principio.



Esquema 20. Ensamblaje Modular.

Otro de los grandes beneficios que presenta la modularidad, es la sencillez con la que pueden ser adicionados nuevos módulos al sistema original a manera de solución ante desperfectos o surgimiento de nuevas necesidades. Esto se puede observar más claramente en el Esquema 20.

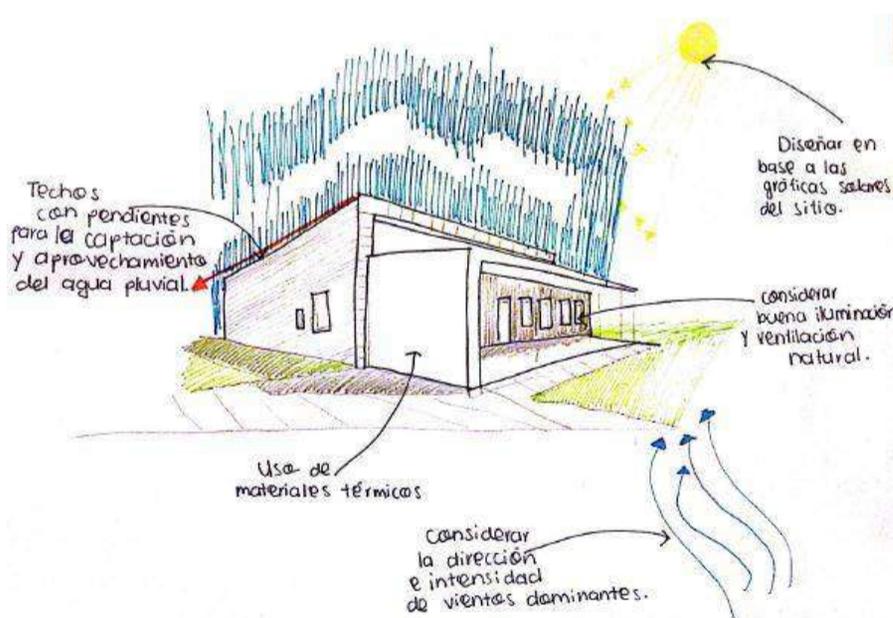
4. 1. 1 ESCALA.

La escala de las viviendas será de acuerdo a estudios de antropometría, es decir tomando en cuenta que los espacios, puertas, pasillos, alturas, etc., estén diseñados de una manera adecuada para la comodidad del usuario.

La escala también será basada en un módulo el cual se obtendrá de acuerdo a la medida de los paneles que se utilizaran para los muros tanto de carga como divisorios.

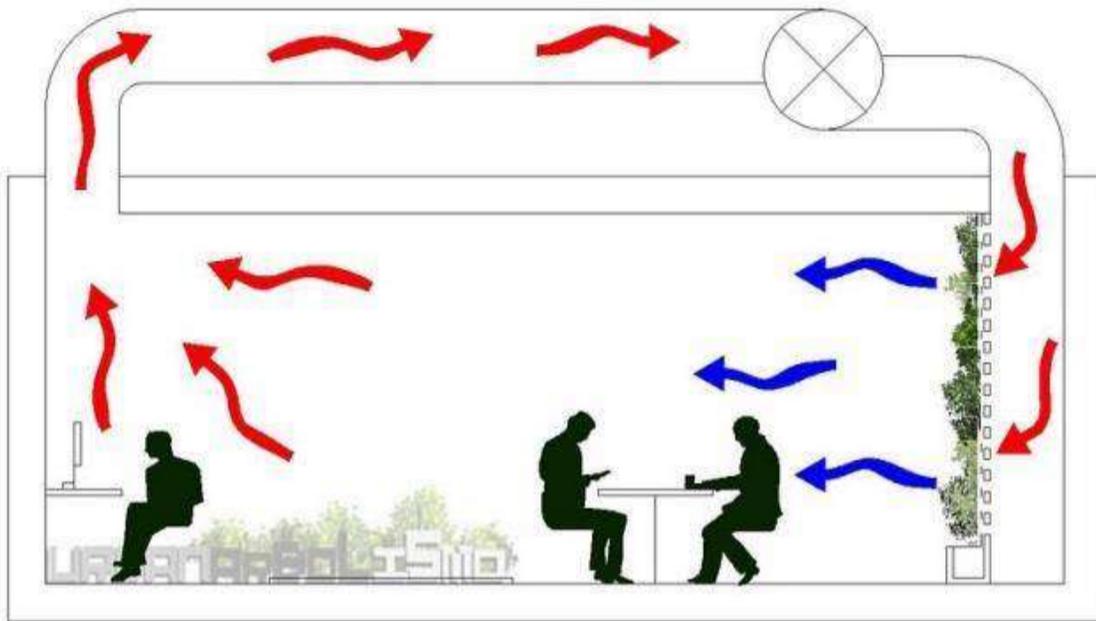
4. 1. 2 LUMÍNICA.

Considerando un diseño bioclimático para la vivienda modular se propone colocar vanos al exterior que permita una mejor iluminación natural, además de tomar en cuenta la trayectoria solar dependiendo de la ubicación de cada vivienda para así orientar las viviendas de manera que la luz natural provea a las casas con una buena iluminación dentro de sus espacios; todo lo anterior con el objetivo de reducir al máximo el uso de iluminación artificial. Lo anterior se muestra en el Esquema 21.



Esquema 21. Criterios de iluminación.

4. 1. 3 *CONFORT TÉRMICO.*



Esquema 22. Criterios de ventilación.

El uso de las placas poliméricas propuestas como material constructivo permite tener confort térmico gracias al núcleo de plástico PET que se colocará en medio de las dos placas, funcionando como aislante tanto térmico como acústico. También es necesario tomar en cuenta las ventilaciones y entradas del flujo de aire frío y caliente.

La implementación de muros verdes como los mostrados en el Esquema 22, filtrarán la entrada de viento caliente, transformándolo a un viento cálido que generará un ambiente agradable dentro del espacio.

4. 2 PLANOS.

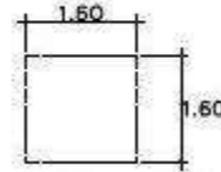
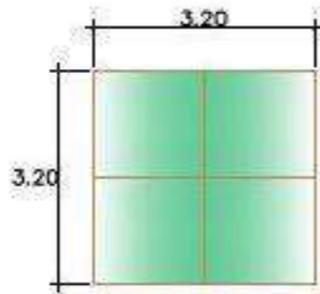
El primer plano con clave: MOD-01 muestra cómo se realizó la modulación; en la cual primero se tomó una unidad básica modular de acuerdo con las dimensiones del panel polimérico, siendo así la unidad básica dos módulos de 0.80 m dando como resultado un módulo de 1.60 m. Para el diseño se toma esta unidad básica repitiéndola cuantas veces sea necesario para proyectar unidades modulares de la vivienda.

El segundo plano con clave: ARQ-01 se muestra el diseño de la vivienda modular en la primera fase, con dimensiones que respeten el tamaño dado por los paneles de manera que no se tengan que realizar cortes evitando así los desperdicios y optimizando el tiempo de construcción, así como facilitando el crecimiento futuro de la vivienda; en los planos ARQ-02 y ARQ-03 se muestra la propuesta del posible crecimiento que esta puede tener.

En los planos del 5 al 13 con claves: INST- respectivamente, se muestra la propuesta de las tres instalaciones básicas en la vivienda modular en cada una de sus fases, como lo son Hidráulica, Sanitarias y la Eléctrica.

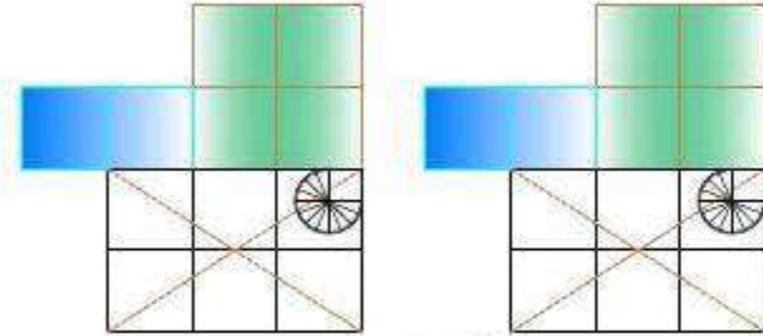
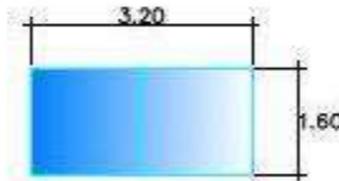
Por último en los planos 14 y 15 con claves: ACAB-01 y ACAB-02, se muestran las propuestas de acabados que pueden tener las placas poliméricas que serán utilizadas para la construcción de la vivienda modular.

MÓDULO

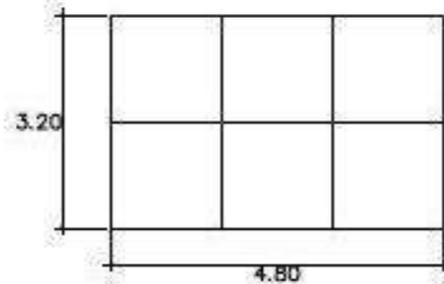


UNIDAD BÁSICA MODULAR

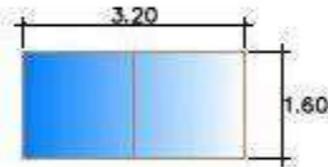
DORMITORIO



MODULACIÓN

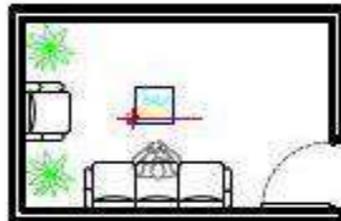


BAÑO

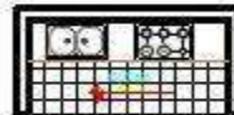


► En este plano se muestra cómo se realizó la modulación; en la cual primero se tomó una unidad básica modular de acuerdo con las dimensiones del panel polimérico, siendo así la unidad básica dos módulos de 0.80 m dando como resultado un módulo de 1.60 m. Para el diseño se toma esta unidad básica repitiéndola cuantas veces sea necesario para proyectar unidades modulares de la vivienda.

SALA



COCINA



UNIDADES MODULARES

P.C.

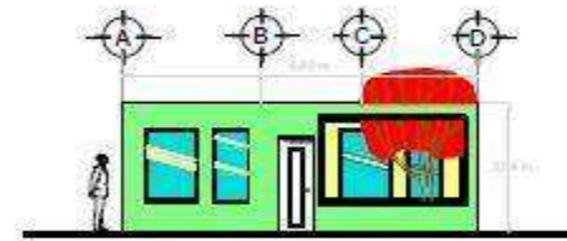
1/78

Claudia Merín Segura VIVIENDA MODULAR	
"Análisis de las Propiedades del Sistema Constructivo a base de Placas Poliméricas y su Aplicación en la Vivienda Modular."	
Autor: C. Mercedes Talla López	
Título:	
Año:	
MOD-01	

FASE I



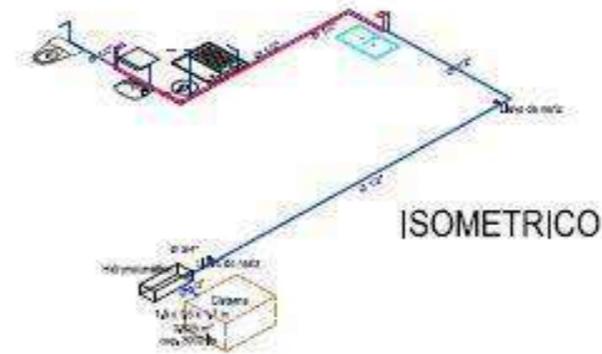
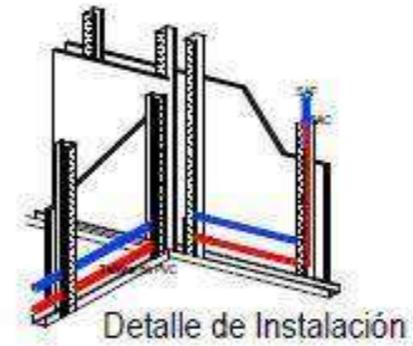
PLANTA ARQUITECTÓNICA



FACHADA

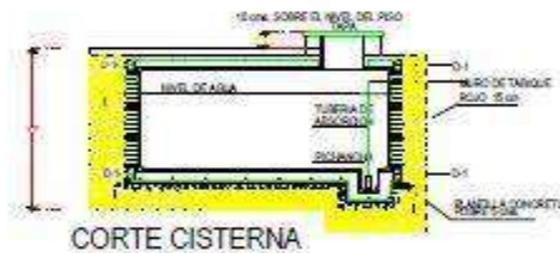
► Esta primer fase es una propuesta de la vivienda modular en lo mas básico, la cual es de un solo nivel y cuenta con unicamente una recamara, baño completo, sala, comedor y cocina. Todas las medidas de esta propuesta se apegan y respentan las dimensiones de los paneles poliméricos. Se tiene contemplado el crecimiento de la vivienda por lo que las instalaciones se dejan preparadas para añadir hasta un nivel mas.



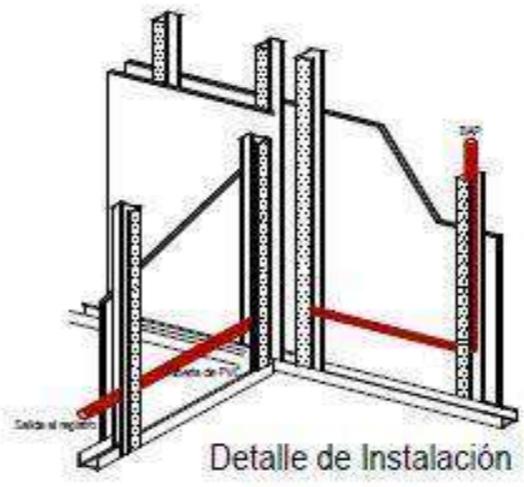
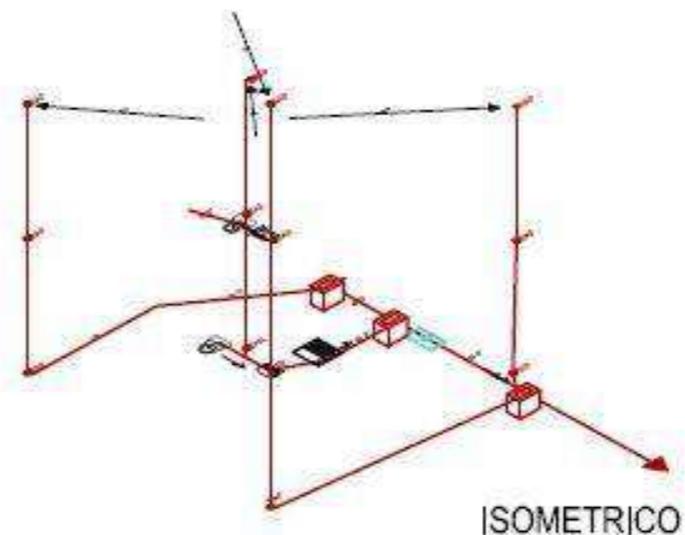


SIMBOLOGIA:	
SAC ●	Subida de agua caliente
SAF ●	Subida de agua fría
—	Tubería de agua fría
—	Tubería de agua caliente
⊕	Llave de nariz
□	Hidroneumático

ESPECIFICACIONES:	
1.	Tuberías de CPVC de 1/2" de diametro.
2.	Sistema de concreto armado con capacidad de 3.000 lts.
3.	Hidroneumático de 24 lts 1/2 hp.
4.	Calentador de Paso Chisa GDP-09 7,5 litros x minuto.
5.	Suministro de servicio de red municipal.

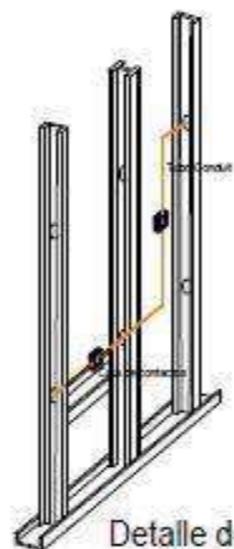
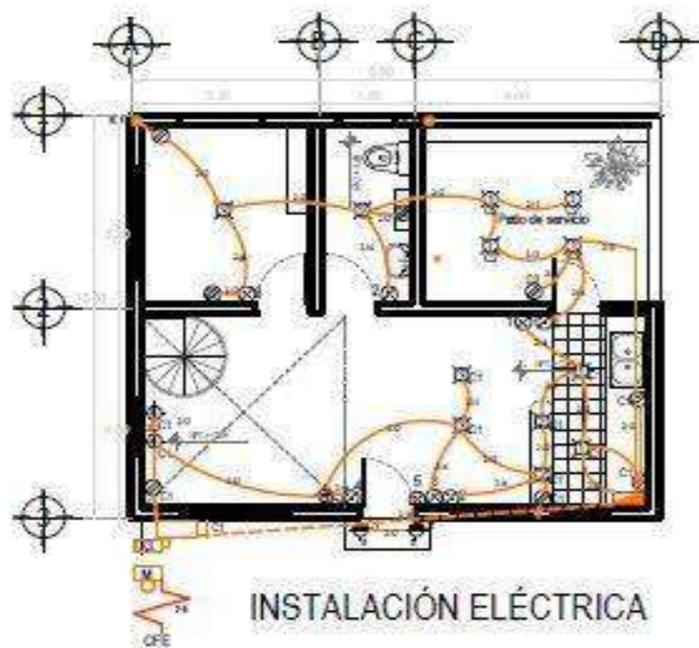


Claudia Merin Segura.
VIVIENDA MODULAR
 "Análisis de las Propiedades del Sistema Constructivo a base de Placas Poliméricas y su Aplicación en la Vivienda Modular."
 Autor: Dr. Claudio Tobo López
 Año: 2009
 Edición: 1ª
 INSTITUCIÓN: INST-03
 TÍTULO: INSTALACIÓN HIDRAULICA



- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - DESAGÜE**
1. Las tuberías y accesorios de desagüe y ventilación serán de PVC tipo rígido de unión a simple presión.
 2. Las cajas de registro serán de concreto pre-fabricado con marco y tapa de fierro fundido.
 3. Los registros serán de bronce con tapa roscada.
 4. Los terminales de tuberías de ventilación se prolongarán como mínimo 0.30 m sobre el nivel del techo terminado.
 5. Antes de cubrirse las cubiertas de desagüe, se someterán a las siguientes pruebas: Se taponan las salidas bajas y se llenan las tuberías con agua, debiendo permanecer así durante 24 horas sin presentar fugas, presentar fugas.


 Claudia Merin Segura.
VIVIENDA MODULAR
 "Análisis de las Propiedades del Sistema Constructivo a base de Placas Poliméricas y su Aplicación en la Vivienda Modular."
 Autor: Cl. Merin Segura
 Título: **INST-06**
 Asignatura: **INSTALACIÓN SANITARIA**



SIMBOLOGIA

- SALIDA DE CENTRO
- ARBOTANTE INTERIOR
- ARBOTANTE EXTERIOR
- APAGADOR SENCILLO
- APAGADOR DE TRES VIAS O DE ESCALERA
- CONTACTO SENCILLO
- TABLERO DE DISTRIBUCION
- INTERRUPTOR GENERAL
- MEDIDOR
- LINEA POR PISO
- LINEA POR MUROS Y LOGIA
- ACOMETIDA DE C.F.E.
- S.E. SUBE TUBERIA
- HIDRONEUMÁTICO
- PULSADOR DE TIMBRE $\approx 1400\text{mm}$
- LAMPARA DE PISO

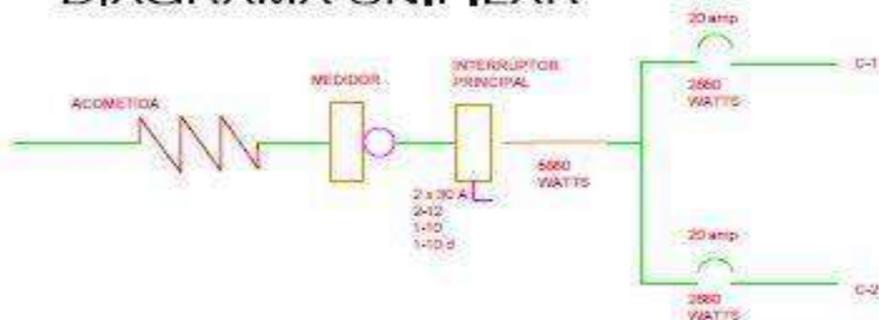
CUADRO DE CARGAS

Nº C.F.D.							TOTAL WATTS	TOTAL Amp.
C-1	8	3	2	8	4	1	2680	20
C-2	13				8		3000	20
SUMATORIA								
PIEZAS	19	3	2	8	12	1	5680 w	40 amp

FACTOR DE PUNTA

Para una corriente de 30 Amp. en cualquier condición de carga con aislamiento tipo TmI categoría 10 que transporta hasta 30 Amp. en condiciones normales, en virtud de que la NORMA OFICIAL MEXICANA, incluye salidas transitorios de 10 para instalaciones generales.

DIAGRAMA UNIFILAR



Claudia Merin Segura.
VIVIENDA MODULAR
 "Análisis de las Propiedades del Sistema Constructivo a base de Placas Poliméricas y su Aplicación en la Vivienda Modular."
 Asesor: Dr. Gerardo Salas López
 INSTIT-09
 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

FASE 2



► En la segunda fase de la propuesta de la vivienda modular se añade un nivel mas con una recamara y una sala de estar; el primer nivel cuenta con un baño completo, sala, comedor y cocina añadiendo a este un jardín posterior y un área de asador. Todas las medidas de esta propuesta se apegan y respentan las dimensiones de los paneles poliméricos. Se tiene contemplado el crecimiento de la vivienda por lo que las instalaciones se dejan preparadas para su crecimiento.



 Claudia Merin Segura.

 VIVIENDA MODULAR

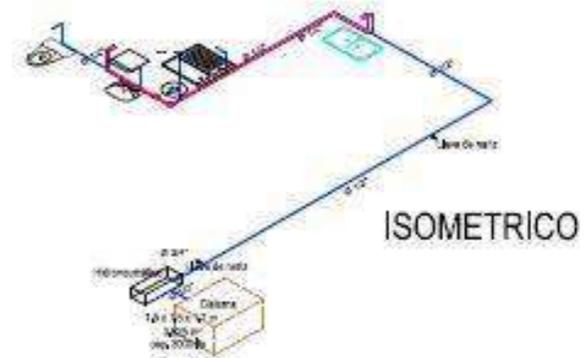
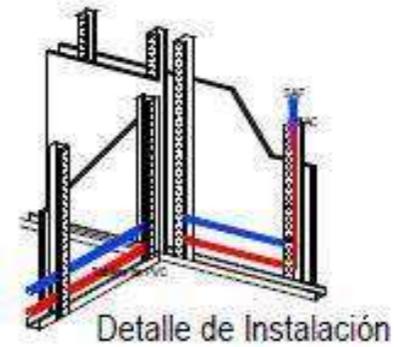
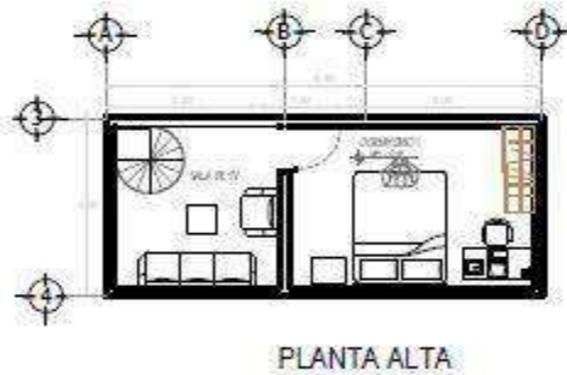
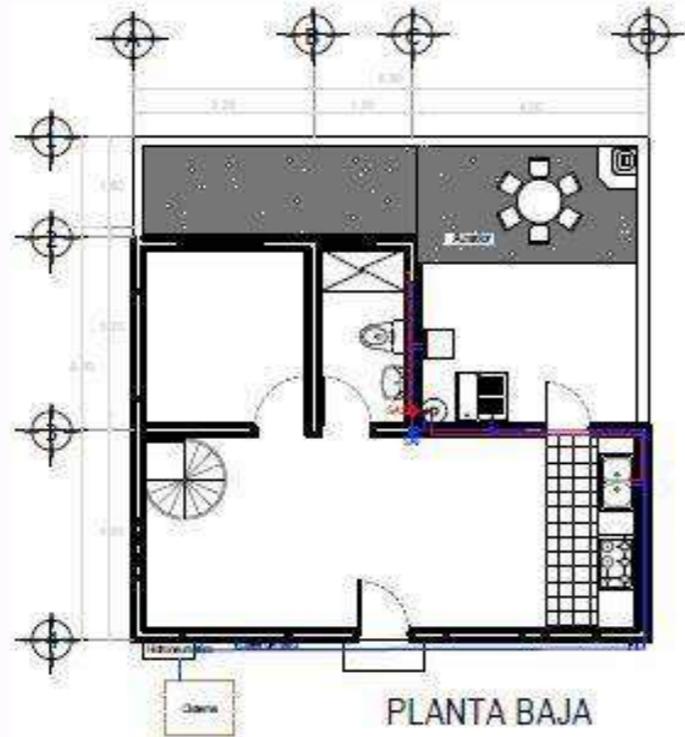
 "Análisis de las Propiedades del Sistema Constructivo a base de Placas Poliméricas y su Aplicación en la Vivienda Modular."

 Autora: Dra. Claudia Merin Segura

 Fecha:

 Lugar:

 ARQ-02



SIMBOLOGÍA	
SAC ●	Subida de agua caliente
SAF ●	Subida de agua fría
—	Tubería de agua fría
—	Tubería de agua caliente
⊕	Llave de nariz
□	Hidroneumático

ESPECIFICACIONES:	
1.	Tuberías de CPVC de 1/2" de diámetro.
2.	Cisterna de concreto armado con capacidad de 3,000 lts.
3.	Hidroneumático de 24 lts 1/2 hp.
4.	Calentador de Paso Cinsa COP-09 7,5 litros x minuto.
5.	Suministro de servicio de red municipal.





Claudia Merin Segura.

VIVIENDA MODULAR

 "Análisis de las Propiedades del Sistema Constructivo a base de Placas Poliméricas y su Aplicación en la Vivienda Modular."

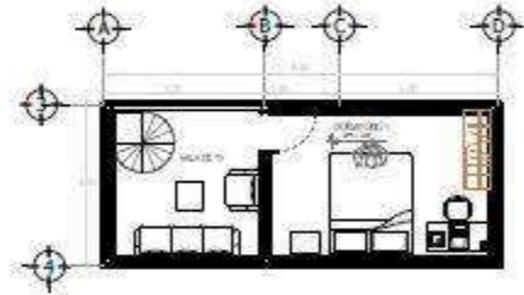
Autor: C. Claudia Merin Segura

 Título: INST-02

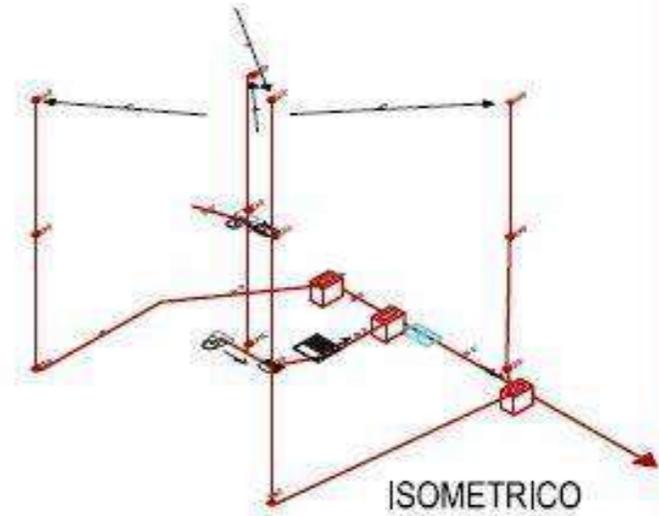
 Materia: INSTALACIÓN HIDRÁULICA



PLANTA BAJA

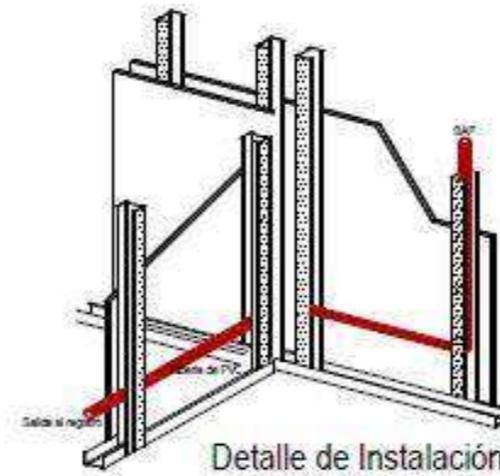


PLANTA ALTA



ISOMETRICO

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - DESAGÜE**
1. Las tuberías y accesorios de desagüe y ventilación serán de PVC tipo rígida de unión a simple presión.
 2. Las cajas de registro serán de concreto pre-fabricado con marco y tapa de fierro fundido.
 3. Los registros serán de bronce con tapa roscada.
 4. Las terminales de tuberías de ventilación se prolongarán como mínimo 0.30 m sobre el nivel del techo terminado.
 5. Antes de cubrir las tuberías de desagüe, se someterán a las siguientes pruebas: Se taparan las salidas bajas y se llenan las tuberías con agua, debiendo permanecer así durante 24 horas sin presentar fugas, presentar fugas.



Detalle de Instalación

faff

Claudia Merin Segura.

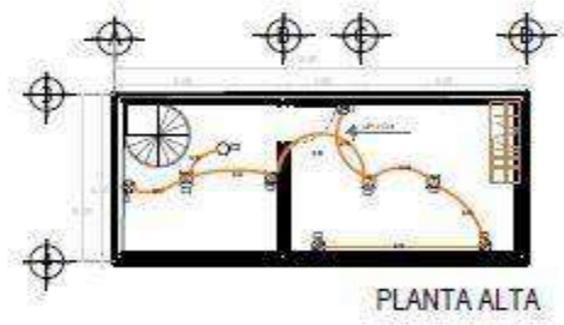
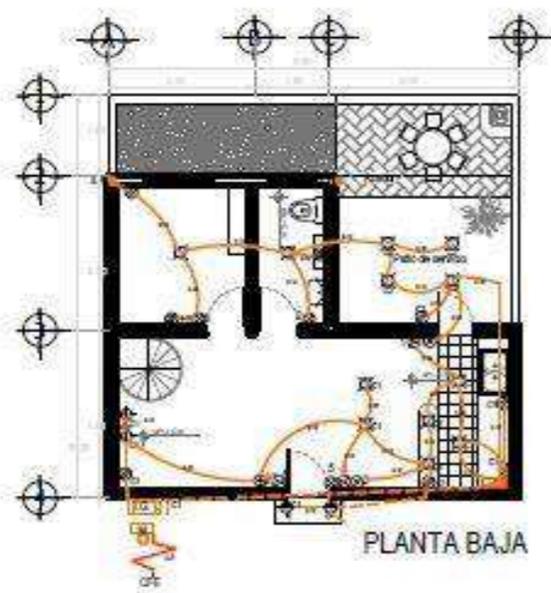
VIVIENDA MODULAR

"Análisis de las Propiedades del Sistema Constructivo a base de Placas Poliméricas y su Aplicación en la Vivienda Modular."

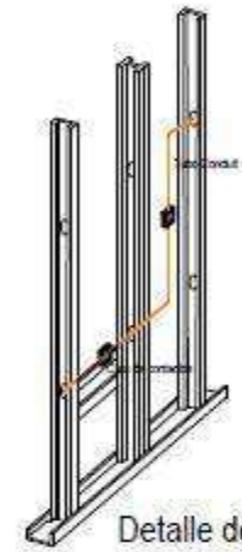
Asesor Dr. Gerardo Salas López

INSTR-05

INSTRUMENTACIÓN



- ### SIMBOLOGIA
- SALIDA DE CENTRO
 - ARBOTANTE INTERIOR
 - ARBOTANTE EXTERIOR
 - APAGADOR SENCILLO
 - APAGADOR DE TRES VIAS O DE ESCALERA
 - CONTACTO SENCILLO
 - TABLERO DE DISTRIBUCION
 - INTERRUPTOR GENERAL
 - MEDIDOR
 - LINEA POR PISO
 - LINEA POR MUROS Y LOSA
 - ACOMETIDA DE C.F.E.
 - S.E. SUBE TUBERIA
 - HIDRONEUMATICO
 - PULSADOR DE TIMBRE h=1400mm
 - LAMPARA DE PISO

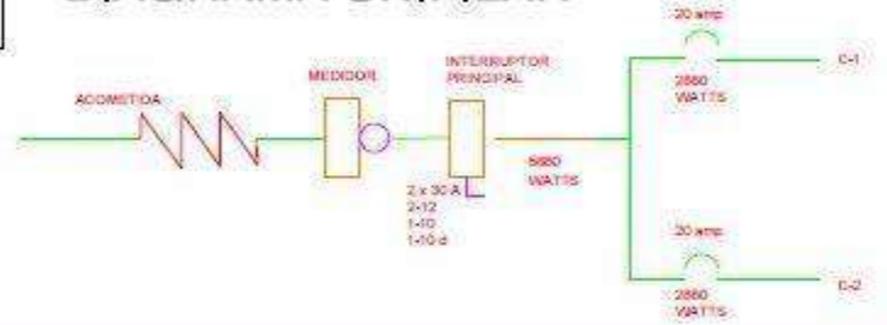


CUADRO DE CARGAS

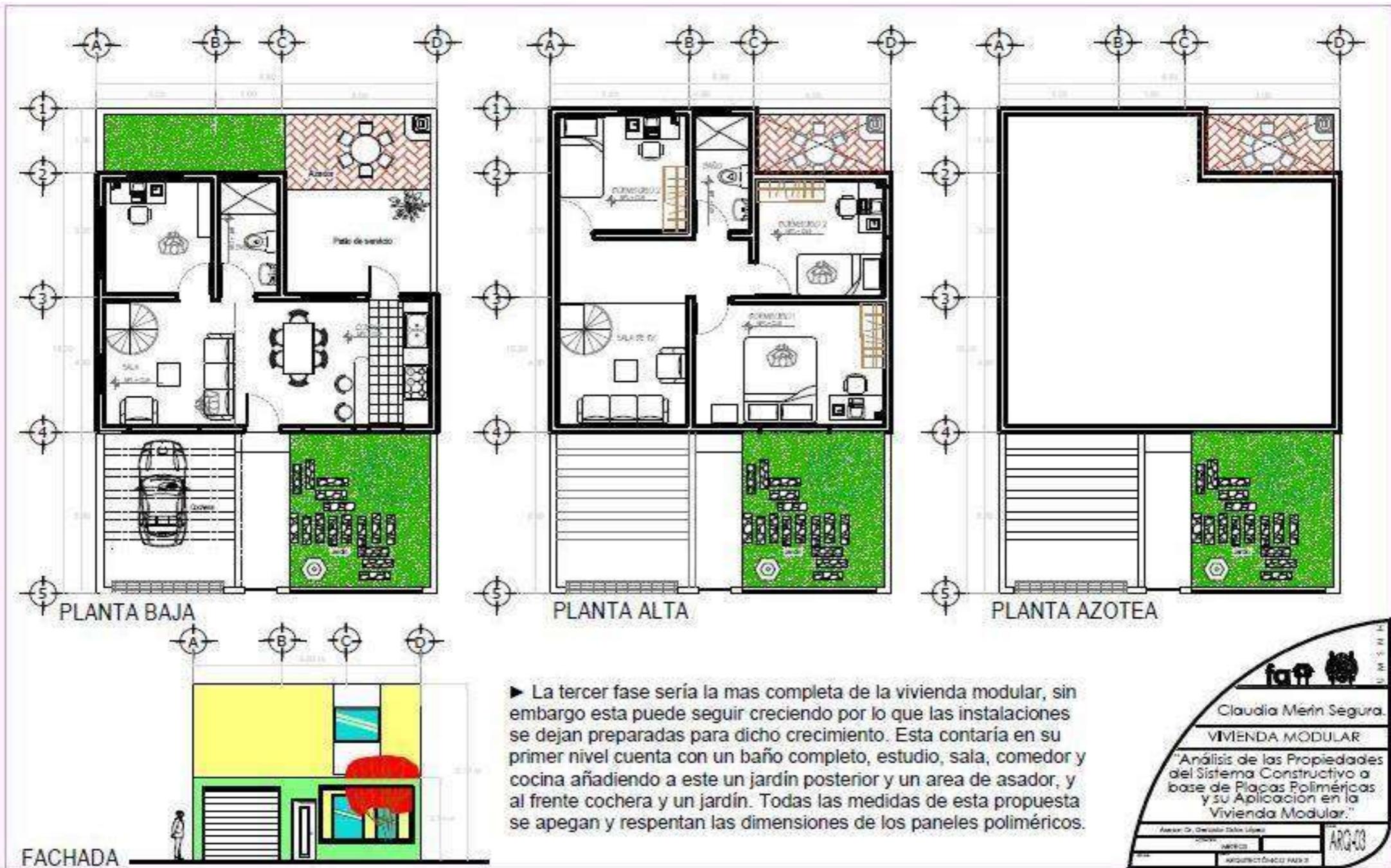
Nº CTO.						TOTAL WATTS	TOTAL Amp.
C-1	6	3	2	8	4	2880	20
C-2	13				6	3000	20
SUMATORIA						CARGA TOTAL	
PIEZAS	19	3	2	8	10	5880 w	40 amp

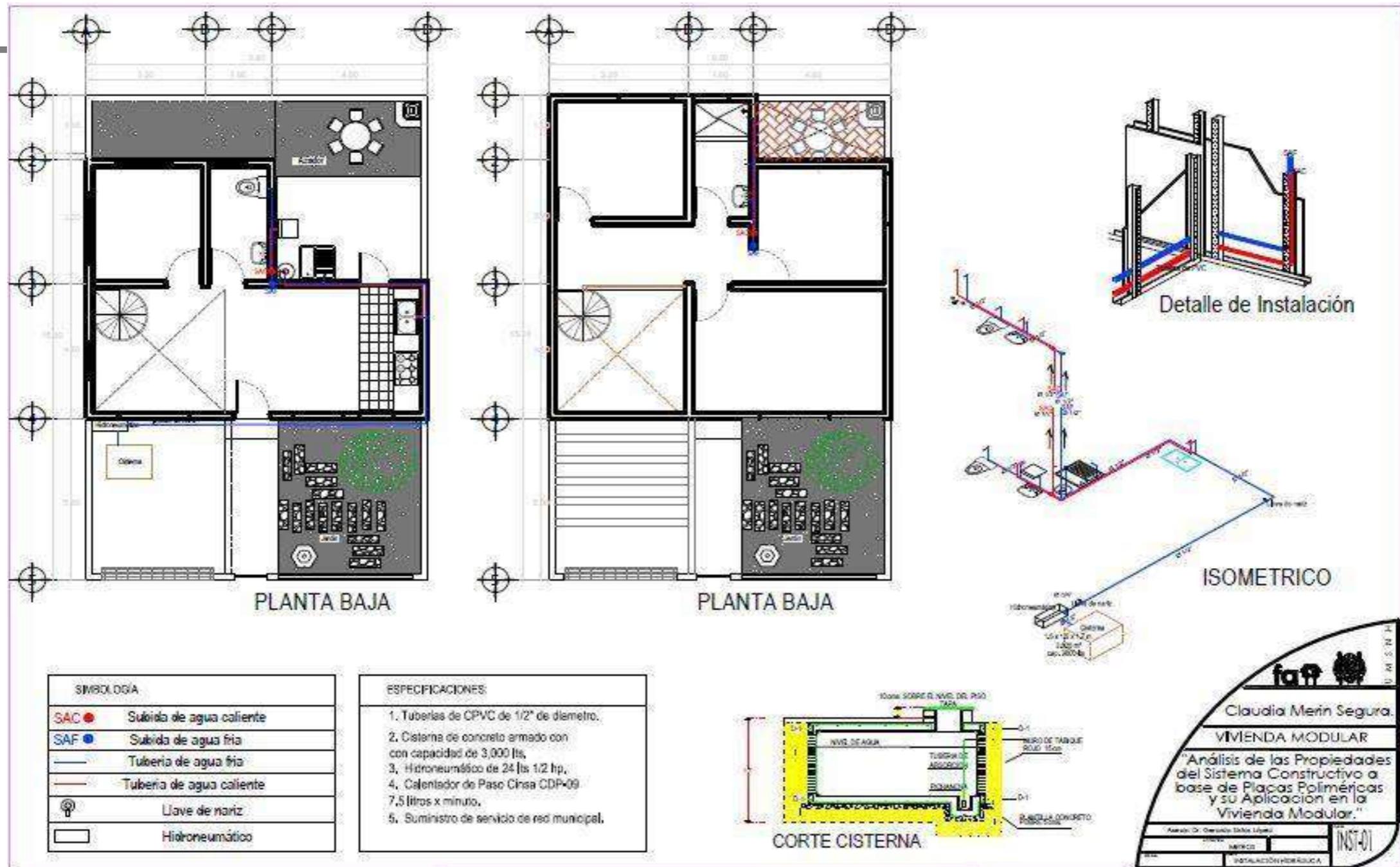
FACTOR DE CORRECCION
 Para una corriente de 20 AMP. se necesitan conductores eléctricos calibre 12. Por lo tanto si se que se necesitan cable de 20 AMP. en condiciones normales. En virtud de que la NORMA COCUNA, MEXICANA indica calibre 12 para 20 AMP. para el sistema de protección general.

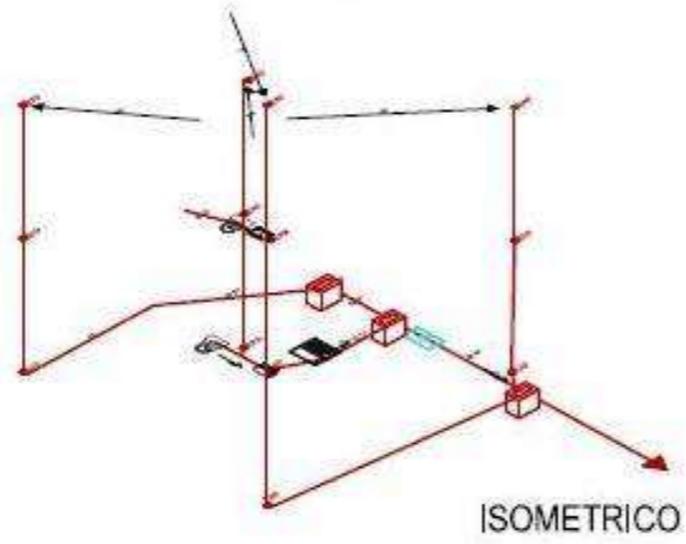
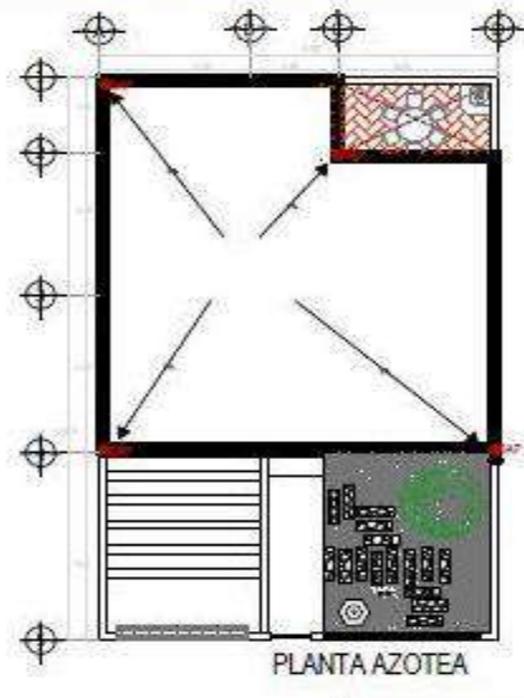
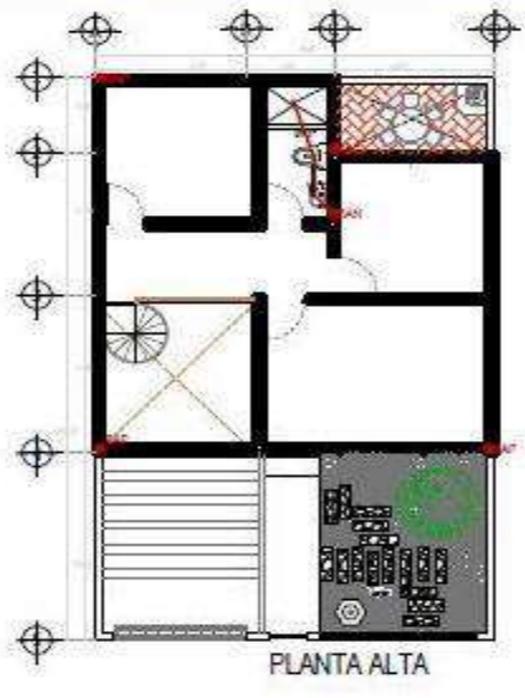
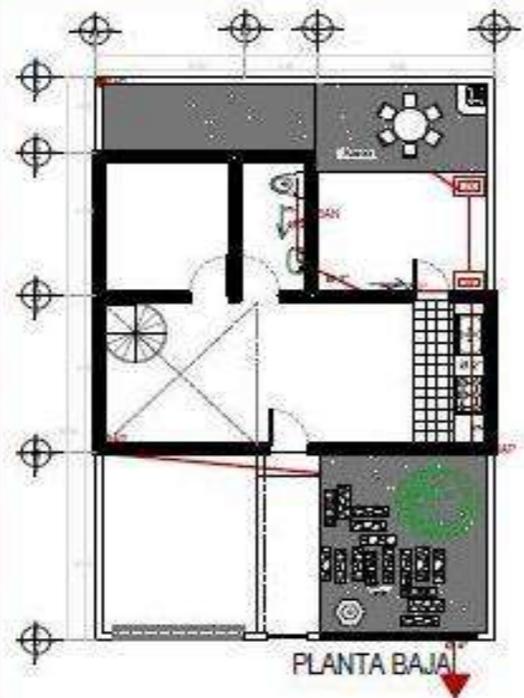
DIAGRAMA UNIFILAR



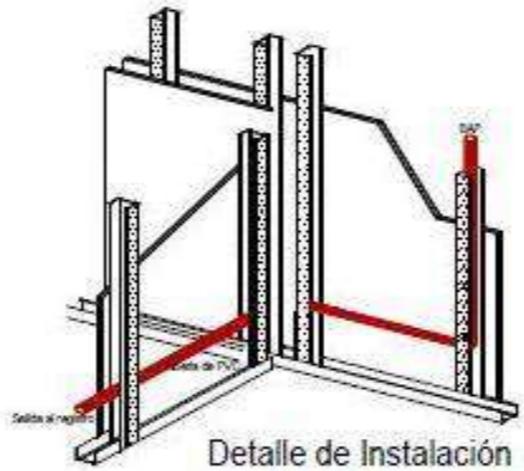
Claudia Merin Segura.
VIVIENDA MODULAR
 "Análisis de las Propiedades del Sistema Constructivo a base de Placas Poliméricas y su Aplicación en la Vivienda Modular."
 Avellan D. Gerardo Dávalos López
 2008
 INSTITUCIÓN TECNOLÓGICA







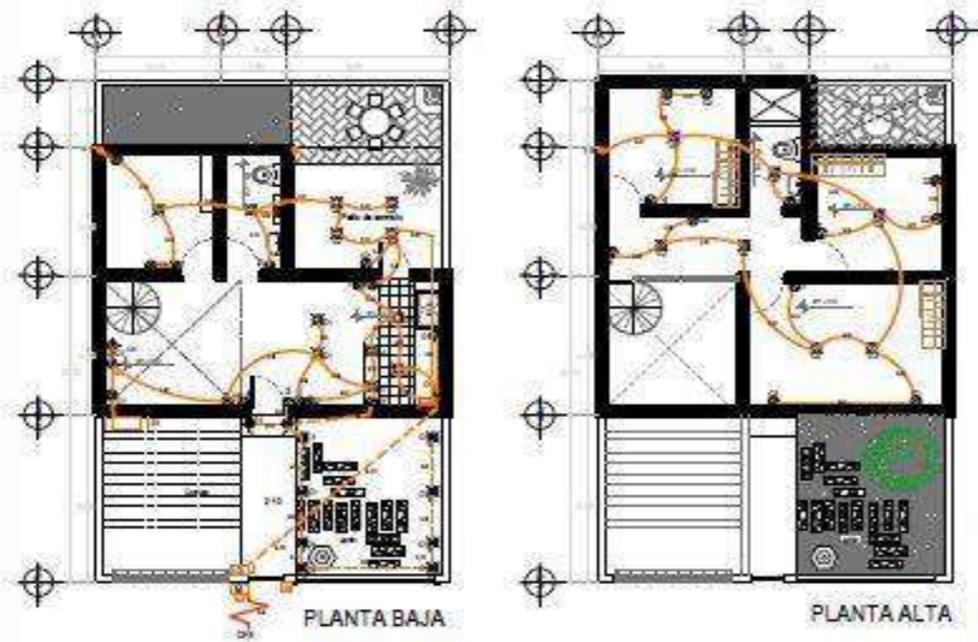
ISOMETRICO



Detalle de Instalación

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - DESAGÜE**
1. Las tuberías y accesorios de desague y ventilación serán de PVC tipo rígido de unión a simple presión.
 2. Las cajas de registro serán de concreto pre-fabricado con marco y tapa de fierro fundido.
 3. Los registros serán de bronce con tapa roscada.
 4. Las terminales de tuberías de ventilación se prolongarán como mínimo 0.30 m sobre el nivel del techo terminado.
 5. Antes de cubrirse las tuberías de desague, se someterán a las siguientes pruebas: Se taponan las salidas bajas y se llenan las tuberías con agua, debiendo permanecer así durante 24 horas sin presentar fugas, presentar fugas.


 Claudia Merin Segura,
 VIVIENDA MODULAR
 "Análisis de las Propiedades del Sistema Constructivo a base de Placas Poliméricas y su Aplicación en la Vivienda Modular."
 Área de Investigación en Ingeniería
 INST-04
 INSTITUCIÓN TECNOLÓGICA DE CALABAZA DE LA GUAYANA



CUADRO DE CARGAS

# C/O.	120v	120v	120v	120v	120v	120v	TOTAL WATTS	TOTAL Amp
C-1	6	3	2	8	4	1	2580	20
C-2	13				8		3000	20
SUMATORIA								
PIEZAS	19	3	2	8	12	1	5580 w	40 amp

FACTOR DEMANDA
 Para una corriente de 25 Amp de abonado con lámparas incandescentes con alumbrado tipo T10 (lámparas de 10 w) que se abastecen desde 20 x 40 v. en condiciones normales de trabajo de que se requiere 0,75. Aplicando un factor de demanda de 0,75 para abastecimientos generales.

SIMBOLOGIA

- ⊠ SALIDA DE CENTRO
- ⊕ ARBOTANTE INTERIOR
- ⊖ ARBOTANTE EXTERIOR
- ⊙ APAGADOR SENCILLO
- ⊗ APAGADOR DE TRES VIAS O DE ESCALERA
- ⊙ CONTACTO SENCILLO
- ▭ TABLERO DE DISTRIBUCION
- ▭ INTERRUPTOR GENERAL
- ▭ MEDIDOR
- LINEA POR PISO
- LINEA POR MUROS Y LOSA
- ⚡ ACOMETIDA DE C.F.E.
- S.E. ● SUBE TUBERIA
- ▭ HIDRONEUMATICO
- ⊙ PULSADOR DE TIMBRE h=1400mm.
- ⊙ LAMPARA DE PISO

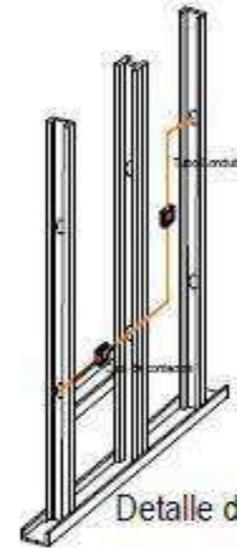
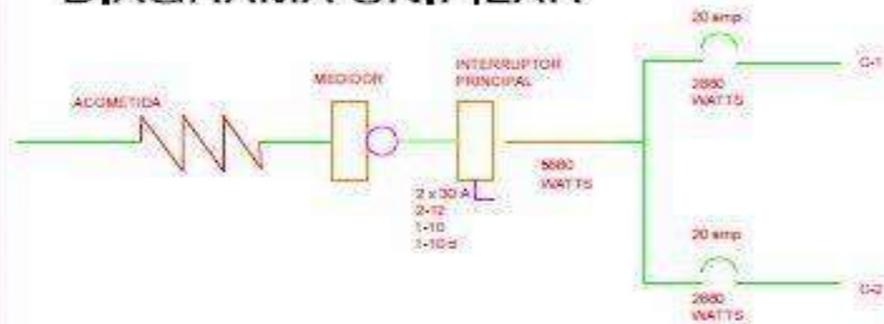


DIAGRAMA UNIFILAR



fa

Claudia Merin Segura.

VIVIENDA MODULAR

"Análisis de las Propiedades del Sistema Constructivo a base de Placas Poliméricas y su Aplicación en la Vivienda Modular."

Asesor Dr. Gerardo Salas López

INSTR-07

INSTALACION ELECTRICA





 Claudia Merin Segura.

VIVIENDA MODULAR

"Análisis de las Propiedades del Sistema Constructivo a base de Placas Poliméricas y su Aplicación en la Vivienda Modular."

Autor: D. Claudia Merin Segura

<small> TÍTULO </small>	<small> VIVIENDA MODULAR </small>
<small> MATERIA </small>	<small> ACABADOS </small>



► Diseños y acabados de acuerdo al gusto del usuario.

► Combinación en los acabados de muros.



► Su aplicación en cubiertas de cocinas.



► Gracias a que las placas poliméricas pueden tener el acabado que sea de preferencia del cliente, ya sea acabado mate o brillante, liso o rugoso, de cualquier color o incluso algún acabado artesanal, las placas poliméricas permiten tener diseños versátiles y hacer diferentes combinaciones en los muros, así como pueden ser utilizadas en superficies y cubiertas para baños y cocinas.



3. CONCLUSIONES.

3.1 CONCLUSIÓN FINAL.

Del trabajo realizado y los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

Se llevó a cabo un estudio sobre los diferentes tipos de paneles estructurales existentes y sus aplicaciones. De los análisis y pruebas realizadas a las placas poliméricas se determinó que es un material óptimo y aplicable para la construcción de vivienda modular; sus características y propiedades hacen de estos paneles un material constructivo de fácil ensamblaje y montaje, lo que favorece a su utilización en diseños versátiles capaces de ser modificados según las necesidades de cada usuario, optimizando los tiempos y costos en la construcción.

En un balance global de las ventajas y desventajas que representa la implementación de paneles prefabricados como una alternativa para la construcción, se puede decir que, por sus grandes alcances y aprovechamiento de residuos, son una excelente solución como alternativa a los sistemas constructivos de este tipo, y que a futuro se podrían convertir en una opción viable para la construcción de edificaciones de carácter ecológico y minimizar la crisis ambiental de la cual hoy somos partícipes.

Con respecto a la viabilidad de este proyecto, se tiene que tomar en cuenta diversos factores. En primer lugar, partiendo de la situación en la que las construcciones de carácter ecológico se están abriendo camino y emergiendo como una gran opción para contribuir en la reducción del índice de contaminación que el sector de la construcción representa actualmente, es fácil ver que el estudio y desarrollo de nuevos materiales constructivos que sean amables con el medio ambiente está avalado y por lo tanto tiene mucho sentido el plantearse su investigación.

Podemos entonces, aventurarnos a decir que un proyecto de estas características tiene aceptación por parte de la sociedad en todos sus ámbitos, es decir, podemos considerarlo viable desde el punto de vista del entorno y de las circunstancias que hoy en día nos avalan, en especial el tema del medio ambiente.

Si bien el objetivo principal de este trabajo no se ha alcanzado en su totalidad por cuestiones de tiempo, no se debe demeritar el progreso y avance del mismo. Desde un principio se planteó una meta muy ambiciosa, como lo es dar pauta a la solución de la crisis económica-ambiental que la construcción representa, por lo que resta seguir trabajando en el mismo y seguir expandiendo los horizontes de nuestro conocimiento para así alcanzar lo propuesto desde un inicio.

3.2 CONCLUSIÓN PERSONAL.

Durante la elaboración del presente trabajo se adquirieron nuevos conocimientos, desde la realización de las pruebas al material hasta cuestiones administrativas como lo es el proceso de producción de las placas poliméricas estudiadas. Cabe destacar de igual manera, las habilidades adquiridas en el área de experimentación como es el análisis y la interpretación de resultados.

En conjunto, todos y cada uno de los diferentes aspectos abarcados durante la elaboración de esta tesis constituyen una piedra angular en el enriquecimiento del conocimiento y de las habilidades para la aplicación de la arquitectura en la investigación.

En lo personal el desarrollo de este trabajo fue muy enriquecedor ya que trajo consigo un gran número de experiencias que sirvieron para reafirmar los conocimientos adquiridos durante mi formación profesional, así como la obtención de nuevos conocimientos muy útiles durante mi estancia en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil; el cual, cabe decirse es un espacio de trabajo magnifico para desarrollar las pruebas pertinentes a los materiales en fase de desarrollo y cuenta con personal altamente calificado que me apoyó durante la realización de esta fase, que fue definitiva en la concreción del presente trabajo.

Por otro lado resaltar la importancia de conocer las normas técnicas existentes que rigen las propiedades y características que debe tener todo material para poder ser utilizado en la construcción; estas normatividad resultó de gran utilidad al momento de realizar las pruebas dictadas en esta para lograr descifrar los resultados obtenidos y así poder determinar si es un material óptimo y aplicable en la construcción.

3.3 TRABAJOS FUTUROS.

Una vez determinando que efectivamente este material cumple con los requisitos planteados al inicio del trabajo, se pretende continuar con un análisis más completo, realizando así las pruebas que sean necesarias para certificar el material con el objetivo de comenzar a comercializarlo.

Al ser un material que está hecho a base de residuos reciclados, se piensa en las placas poliméricas como un material ecológico, y se pretende que sea utilizado tanto en la construcción de vivienda modular como en conjuntos habitacionales en donde se implemente el uso de energías renovables y diseño bioclimático dando pie a fomentar la cultura de las construcciones ecológicas.

Cierto es, queda un amplio camino por recorrer, pero también es cierto que ya se ha llevado a cabo un estudio de las propiedades físico-mecánicas del material propuesto en este trabajo y se han detallado los factores a tener en cuenta para el diseño de vivienda modular, por lo que con éxito se puede decir que se han establecido los parámetros y la metodología necesaria para el diseño y construcción de dicha vivienda.

4. BIBLIOGRAFÍA.

REFERENCIAS.

1. Escalona, Iván; Monografias.com (2010)
2. HRG, Cesar; Arquitectura México (2011)
3. Neufert, Ernest; Arte de Proyectar en Arquitectura (1995)
4. SHF, CIDOC; SHF (2010)
5. Tapia, Yamil; BlogSpot (2012)

LIBROS.

6. Hibbeler R, Mecánica de Materiales. Tercera Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana SA. México D.F., 856 páginas
7. Riley W, Mecánica de Materiales. Primera Edición. Limusa Wiley. México D. F. 708 paginas
8. Mott R. Resistencia de Materiales Aplicada. Tercera Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana SA. México D.F., 640 páginas.
9. Norton R, Diseño de Máquinas. Primera Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A México D.F., 1048 páginas.
10. BEER, Ferdinand. Mecánica de materiales. McGraw-Hill. Colombia. 2001
11. GERE, James. Mecánica de materiales. México. 1998.

WEB.

12. <http://www.instron.com.ar/wa/glossary/Modulus-of-Rupture.aspx>
13. <http://www.revistacyt.com.mx/images/problemas/2008/pdf/DICIEMBRE.pdf>
14. <http://steel framing.com.uy/tecnica-steel-framing>
15. <http://192.168.1.254/login.html>
16. <http://es.slideshare.net/agos1585/propiedades-de-los-materiales-de-construccion>
17. <http://www.ennaranja.com/para-ahorradores/la-orientacion-de-tu-casa-y-el-ahorro-energetico/>
18. <http://ideasyplanos.blogspot.mx/2012/02/arquitectura-bioclimatica.html>
19. <http://desarrollosverdes.blogspot.mx/>

5. ANEXOS.

NORMA MEXICANA NMX

NMX - C - 405 - 1997 - ONNCCE

“INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION – PANELES PARA USO ESTRUCTURAL
EN MUROS, TECHOS Y ENTREPISOS”

“BUILDING INDUSTRY – PANELS FOR STRUCTURAL USE IN WALL, FLOOR
AND ROOF CONSTRUCTION”