

38
24.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

'97 ABR 11 AM 9 09

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS PROFESIONALES Y POSTGRADUADOS

APLICACION DEL SISTEMA FERROCRET EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
HUGO ORTEGA RIVAS

ASESOR: ING. VICTOR PERUSOUA MONTOYA



ACATLAN, EDO. DE MEXICO

1997

TESIS CON FAILA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLÁN"
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

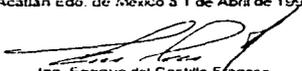
SR. HUGO ORTEGA RIVAS
ALUMNO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PRESENTE.

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 31 de Octubre de 1994, me complace notificarle que esta Jefatura de Programa tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis titulado "APLICACION DEL SISTEMA FIERROCRET EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES", el cual se desarrollará como sigue:

- I. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS
- II. GENERALIDADES DEL SISTEMA FIERROCRET
- III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
- IV. ANALISIS COMPARATIVO COSTO-TIEMPO ENTRE EL SISTEMA FIERROCRET Y LOS SISTEMAS TRADICIONAL Y PANEL W

Así mismo fue designado como asesor de tesis al ING. VICTOR PERUSQUIA MONTOYA Ruedo a quien, tomar nota en cumplimiento de lo especificado en la ley de profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses, como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Acatlán Edo. de México a 1 de Abril de 1997


Ing. Enrique del Castillo Fragoso
Jefe del Programa de Ingeniería Civil



ENEP-ACATLÁN
JEFATURA DEL
PROGRAMA DE INGENIERÍA

¡ A Mis Padres !

César Ortega y Ma. Del Carmen Rivas, porque gracias a su apoyo y consejos que me han brindado desde niño, he podido seguir adelante con mis estudios, alcanzando varias metas, como la realización de la presente tesis de la licenciatura.

También, dedico esta tesis, a mis hermanos: César, Carmelita, Alvaro y Reymundo, por el apoyo que me han brindado.

Le agradezco también a mi asesor, el ing. Víctor Ferrusquís Montoya, por el tiempo que me dedicó en la realización de esta tesis.

Finalmente, les doy gracias a los ingenieros: Héctor Arce, Fernando Rivas, Jesús Luis Sánchez y José Carmen Centeno, quienes fungieron como mis sinodales.

Es mejor ser osadamente decidido y correr el riesgo de equivocarse, que sopesar mil veces las cosas y tomar la mejor decisión demasiado tarde.

- Marilyn Moats Kennedy -

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	I
C A P I T U L O 1	
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	
1.1 Definición	1
1.2 Clasificación	5
1.2.1 Sistemas Preindustrializados	18
1.2.2 Sistemas Industrializados	35
C A P I T U L O 2	
GENERALIDADES DEL SISTEMA FIERROCRET	
2.1 ¿Qué es el Sistema Fierrocret ?	41
2.2 Componentes Estructurales y Elementos Complementarios	44
2.3 Relevancias	62
2.4 Cualidades	67
2.5 Aplicaciones Generales	73
2.6 Especificaciones de la Cimbra Metálica Autoportante	78
2.7 Especificaciones de los Elementos Estructurales de Acero	83
2.7.1 Columnas	89
2.7.2 Trabes	91
2.7.3 Corramientos	97
C A P I T U L O 3	
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR	
3.1 Diseño	103
3.2 Cimentación	113
3.3 Estructura de Acero	121
3.3.1 Columnas	121
3.3.2 Trabes	123

3.3.3 Cerramientos	124
3.4 Muros	126
3.5 Losas	136
3.6 Instalaciones	142
3.7 Acabados	146

C A P I T U L O 4

ANALISIS COMPARATIVO COSTO - TIEMPO ENTRE EL SISTEMA FIERROCRET Y LOS SISTEMAS TRADICIONAL Y PANEL W	
4.1 Presupuesto de una Vivienda Construida con el Sistema Fierrocret	155
4.2 Presupuesto de una Vivienda Construida con el Sistema Tradicional	159
4.3 Presupuesto de una Vivienda Construida con el Sistema Panel W	161
4.4 Analisis Comparativo	163
CONCLUSIONES	170
APENDICES	177
BIBLIOGRAFIA	197
GLOSARIO DE TERMINOS	199

I N T R O D U C C I O N

Uno de los problemas más notables que está viviendo la gran mayoría de los países del continente, entre ellos México, es sin duda, el de la escasez de viviendas.

El problema habitacional en México tiene diversas causas; siendo las principales, la gran velocidad con la que está creciendo la población, y la concentración de ésta en un área urbana pequeña, lo cual contribuye a aumentar alarmantemente el déficit habitacional.

La realidad que vive la población mexicana es la de que una importante proporción de vivienda debe clasificarse de precaria, como reflejo del desempleo y marginalidad. Recordemos que la vivienda es expresión natural de la estructura socio - económica de un país.

Los aspectos sociales, económicos y administrativos son, en orden de importancia, las variables que determinan las carencias y propician la marginación. La migración desmedida hacia los centros de población no solo agrava la situación imperante, sino que además complica más aún los programas institucionales referidos a la vivienda.

Los altos costos del terreno, así como la escasez de éstos en el área urbana, hacen que los "paracaidistas" se propaguen, y que proliferen los cinturones de miseria. La especulación con la tierra no sólo es problema del presente, ya que casi en toda la historia de México ha existido. Así que lo concerniente a la vivienda y todo lo que lo rodea ha sido, es y será por largo tiempo, uno de los problemas más agobiantes de la sociedad mexicana y que se tiene que solucionar, entre otras medidas, con el apoyo de técnicas apropiadas y a bajo costo, orientando al

mismo tiempo al autoconstructor, el cual representa el 60% de la población total, con acciones que generen vivienda nueva y, lo más importante, mejoren la precaria.

En las megalópolis se viven situaciones de todo tipo, siendo la más importante la incesante migración de agricultores que, además de abandonar el campo con las consecuencias que origina este fenómeno, hace que la balanza económica se incline desfavorablemente al tener que gastar grandes cantidades de divisas en la importación de alimentos básicos.

Prueba de ello es que, según el censo de población, en 1980 se contaba con 67.5 millones de habitantes; en 1990 había ya 80.1 millones, y para el año 2000, se estima que seremos 105.8 millones de habitantes. La población, por su elevado índice de crecimiento demográfico (2.9%), no solo hace imposible abatir el déficit real de viviendas, sino que también podrá aumentar la carencia de nuevos hogares que se reclaman a diario.

Sin embargo, el deterioro también es significativo, ya que en 1990 la situación de 6.2 millones de casas habitación era grave, y estas representaban el 34.4% de la vivienda total existente.

La calidad de la vivienda se ha venido modificando en los últimos 30 años. De los poco más de 6 millones de casas que había en 1960, casi el 42% estaba construido con adobe, el 14% con tabique, y el resto se construyó usando materiales poco resistentes, tales como: la madera, carrizo y lámina de cartón. Pero para 1990, el total de construcciones en todo el país fue de 14.2 millones, de los cuales el 56.2% eran de tabique y el 21.7% de adobe. Este decremento se debió fundamentalmente al costo y a la resistencia proporcionada por el primer tipo de material.

De lo anterior se desprende que el reto tecnológico es pues, producir nuevos materiales y/o métodos de construcción, a costos accesibles, y lograr que faciliten una rápida construcción para aprovechar el tiempo disponible.

La solución mexicana a la vivienda tiene un enfoque que puede parecer paradójico: es una industrialización de insumos que propicia un uso intenso de mano de obra y que está enfocada a apoyar el proceso de autoconstrucción; es una solución nuestra a un problema nuestro.

Por ello, es inútil buscar apoyarse en experiencias ajenas, en vez de crear arquitectura mexicana con manos mexicanas del presente, no del ayer. Este objetivo supone aumentar al máximo la capacidad constructiva del país.

El diseño ya no debe partir de la supuesta habilidad para lograr que quepan mayor número de personas en un espacio, pues no se trata de empacarlas, sino de que vivan con dignidad.

El grave problema del déficit de viviendas que se está viviendo en nuestro país y en varios más, ha permitido que la industria de la construcción vaya alcanzando un desarrollo importante en lo que se refiere a la creación de nuevas técnicas y materiales de construcción. Este ha permitido que los demandantes de viviendas, estén cada vez más en condiciones de elegir el tipo de casa habitación que necesitan, de acuerdo con su situación económica.

Cabe mencionar que dentro de todas estas nuevas tecnologías, no todas son importadas; sino que existen varias de ellas que fueron creadas en nuestro país. Con esto se demuestra que ya no somos una nación 100% dependiente, sino que podemos solucionar nuestros problemas con los medios con que disponemos, y no con los ajenos.

Un aspecto importante que vale la pena tomar en cuenta, es que no basta únicamente con crear nuevos sistemas constructivos y materiales de construcción, y con dárselos a conocer a los constructores para que los lleven a la práctica; sino que es indispensable que se cuente con información disponible, para que toda persona, independientemente de su profesión, pueda tener acceso a ella. Esto permitirá, que se cuente con los elementos necesarios para que se pueda evaluar ya sea a un sistema constructivo o algún tipo de material, para finalmente determinar cuál de ellos es el que proporciona una mayor rentabilidad, ya sea en cuanto a economía, rapidez, seguridad, confort, etc.

La necesidad de contar con información disponible, que permitiera conocer la rentabilidad de algunas de las muchas técnicas constructivas que existen actualmente en la industria de la construcción, especialmente en nuestro país, es lo que influyó de manera importante, para que se llevara a cabo la elaboración del presente trabajo de investigación. De ahí que se optó por elegir al tema:

"Aplicación del Sistema Fierrocret en la Construcción de Viviendas Unifamiliares"

por las múltiples ventajas que, supuestamente nos proporcionaba.

Según los inventores de este sistema, la rentabilidad de éste se reflejaba principalmente en el costo y tiempo de construcción de una vivienda; independientemente de si ésta era unifamiliar o multifamiliar. Y dado que para satisfacer el déficit de viviendas existente, precisamente se requiere de métodos de construcción económicos y de rápida ejecución, me pareció importante estudiar al sistema Fierrocret, para establecer si realmente era o no tan rentable como lo establecían.

Pero para verificar dicha rentabilidad, era obvio que se tenía que comparar con algún otro método constructivo existente; de ahí que se optó por elegir a otros dos sistemas constructivos que tuvieran diferentes técnicas de construcción. El primero de ellos fue el sistema Tradicional, y el segundo el sistema Panel W. Se eligió al primero por ser el más usado en el país, debido a las ventajas que proporciona; mientras que al segundo, por ser un método nuevo que apenas estaba en proceso de aplicación.

Una vez mencionado el porque de el tema de la presente tesis, a continuación se mencionará cuáles son los puntos de estudio que serán tratados en la misma. Pero antes de entrar en los detalles referentes al contenido temático de esta tesis, cabe mencionar que la hipótesis que se plantea para comprobar durante el desarrollo del presente tema, es que: tal vez resulta más económico construir una vivienda unifamiliar con el empleo del sistema constructivo Fierrocet, debido a que las diversas técnicas, tipos de materiales y demás dispositivos que se utilizan, son más prácticas, y por consecuencia, más económicos; esto comparados con los que se emplean con los sistemas Tradicional y Panel W.

Ahora sí, haciendo referencia al contenido temático de la presente tesis, primeramente se dirá que el objetivo general que persigue esta tesis es: realizar una comparación costo - tiempo, entre el sistema constructivo Fierrocet y los sistemas Tradicional y Panel W, para establecer si se justifica o no el empleo del primero para la construcción de viviendas unifamiliares. Y para ello, se describirá al sistema Fierrocet, y se realizará un presupuesto de una vivienda de tipo unifamiliar con cada uno de los tres sistemas establecidos, con los que finalmente, se efectuara dicha comparación.

Para su estudio, a la presente Tesis se le decidió dividir en cuatro capítulos básicos.

En el primero de ellos, el cual lleva por título: **"Sistemas Constructivos"**, se hace referencia básicamente, a las principales características de los sistemas constructivos; y para ello, se mencionan varios aspectos, tales como: definiciones, clasificaciones, etc. El objetivo que se plantea en este capítulo es, mencionar todas las características principales de los sistemas constructivos, para que se pueda tener una mejor visión comparativa de la importancia que representan éstos dentro de la industria de la construcción; ya que esto permitirá comprender de una mejor manera al resto de los siguientes capítulos.

El capítulo segundo, el cual lleva por título: **"Generalidades del Sistema Fierrocrot"**, es uno de los de mayor importancia dentro de esta tesis. En él se hace referencia básicamente, a todas las principales características del sistema Fierrocrot, tales como: su definición, composición, especificaciones, ventajas, desventajas, etc. El objetivo de este capítulo es describir al sistema Fierrocrot, para que se pueda tener un conocimiento pleno de todo lo que encierra esta nueva técnica constructiva. Y para que esto sea posible, se anexarán algunas ilustraciones para tener una mejor comprensión.

En el capítulo tercero se analiza el tema: **"Procedimiento Constructivo de una Vivienda Unifamiliar"**, de una manera detallada. En este capítulo, se describe el procedimiento constructivo de una vivienda unifamiliar propuesta, abarcando para ello varios puntos importantes, tales como: el diseño, la construcción de la cimentación, muros, losa, cimbrados, acabados, etc. El objetivo que se persigue con la elaboración de este capítulo es, llevar a la práctica toda la información mencionada en el segundo capítulo, para que se pueda tener conocimiento de como se puede llevar a cabo la construcción de viviendas unifamiliares, mediante la aplicación del sistema constructivo Fierrocrot. Y para tal efecto, se incluirán algunas ilustraciones que ayudarán a comprender mejor este proceso, así como algunas

definiciones relacionadas con cada una de las operaciones que forman parte de dicho proceso constructivo.

Finalmente, en el cuarto y último capítulo, y además en el más importante de todos, se trata el tema: "Análisis Comparativo Costo - Tiempo Entre el Sistema Fierrocret y los Sistemas Tradicional y Panel W". En este capítulo, como su nombre lo indica, se realiza una comparación costo - tiempo entre los tres sistemas establecidos, para determinar si realmente el sistema Fierrocret es rentable, en cuanto al costo y tiempo de construcción de una vivienda unifamiliar, como lo planteaban las personas que lo introdujeron al mercado.

Para tal fin, se realizaron algunas operaciones previas a dicha comparación, tales como: el presupuesto de la vivienda propuesta, con cada uno de los tres métodos constructivos establecidos, es decir con el sistema Fierrocret, Tradicional y Panel W. Una vez enunciadas dichas operaciones, se procederá a realizar la comparación costo - tiempo entre este grupo de técnicas constructivas, mediante la utilización de cuadros y gráficas comparativas. Y con esta última información, se estará concluyendo con el desarrollo del tema de esta tesis.

Como parte última de esta tesis, se incluye al final de ésta, a lo que son las conclusiones, apéndice y bibliografía. En las conclusiones se manifiesta, cual fue el resultado al que se llegó después de haber realizado el análisis comparativo que se planteó en el objetivo general de esta tesis, entre otras cosas. Mientras que en el apéndice, se incluye a una serie de información, que de alguna u otra manera, refuerza lo que se mencionó durante el desarrollo de la tesis, tales como : dibujos, datos, etc. Y finalmente, se incluye a la bibliografía que se empleó en la investigación del contenido temático de la presente tesis.

Antes de terminar con la redacción de esta introducción, y de proseguir con el estudio de esta tesis, no quisiera dejar pasar la oportunidad de agradecer de una forma muy humilde, a la **Universidad Nacional Autónoma de México**, por todo lo que hizo por mí persona, al permitir que pudiera forjar mi propio destino, para que en un futuro no muy lejano, pudiera contribuir con mi granito de arena en beneficio del país y del mio mismo. Quiero hacer notar que cuando hago referencia a la **UNAM**, la estoy haciendo también a todos los profesores, alumnos y demás personal de cada una de las muchas instituciones que la integran, y en los que de una u otra manera encuentre en ellos una mano amiga.

C A P I T U L O I

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

1.1 DEFINICION

"En la búsqueda de un techo y de un hogar, el ser humano ejerce uno de sus primeros derechos naturales".¹

A través del transcurso del tiempo, el hombre ha tratado siempre de adaptar su forma de vida en base al medio que le rodea. Y para ello, siempre ha estado en contacto con la naturaleza, para conocer cuáles son las materias primas que ésta le puede aportar y de las que él se puede servir para satisfacer principalmente una de las muchas necesidades básicas que él tiene: la de tipo habitacional.

La vivienda representa uno de los satisfactores del hombre más importantes. No se puede entender cabalmente el concepto de vivienda, casa o habitat, si no lo referimos al ámbito del centro de población, de la ciudad, y del mes cercano que es el vecindario. Dificilmente puede afirmarse que ésta exista sin el suelo urbano necesario para que se asiente; mientras que sin agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, etc., no es posible concebir la morada del hombre como un verdadero satisfactor.

Sin la vinculación con la calle, los espacios verdes comunes y los servicios comunitarios, se estará hablando de zonas marginadas o asentamientos deprimidos.

Sabemos que debido al notable incremento de la población, que día con día crece de una manera acelerada, existe hoy en día una escasez muy notable de viviendas. Se sabe que este problema

es de gran magnitud, y solamente se podrá resolver con: plantear la realidad, ya que es un requisito que habrá de permitirnos analizar las alternativas, jerarquizar prioridades y programar soluciones.

La solución a esta problemática no es responsabilidad exclusiva del Estado, si no que nos atañe a todos. Es precisamente por su complejidad, que debe analizarse en su totalidad.

Uno de los propósitos prioritarios para mejorar las condiciones habitacionales de los estratos mayoritarios de la población, en particular los de menores ingresos, debe de ser el apoyar la autoconstrucción que ponga a disposición de la población las tecnologías propias y los materiales adecuados a cada región, para que construya y mejore su vivienda.

El reto tecnológico es pues, producir nuevos materiales y/o sistemas constructivos, a costos accesibles, y lograr que faciliten una rápida construcción, para aprovechar el tiempo disponible.

Actualmente, gracias al avance tecnológico que ha alcanzado la industria de la construcción, ha sido posible crear una gran variedad de materiales y métodos constructivos; los cuales, dependiendo de su naturaleza y fin al que están enfocados, pueden aplicarse en cualquiera de los dos tipos principales de construcción que existen; es decir, tanto en la construcción urbana o edificación, como en la construcción pesada.

Es importante tener en cuenta que la vivienda debe de estar en armonía con el ambiente natural y social de cada región; ser reflejo de los recursos materiales y técnicos disponibles y accesibles para la mayoría. Además, debe de cumplir con los

diversos tipos de reglamentos existentes, tales como los de: construcción, ecológicos, etc.

Es por ello, que en la creación de cada uno de los nuevos sistemas constructivos que van surgiendo, se toman en cuenta diversos tipos de factores; destacándose principalmente los:

- a) Físicos,
- b) Económicos,
- c) Políticos, y
- d) Sociales.

Durante los últimos años, se han venido creando una gran diversidad de sistemas constructivos, algunos mucho más rentables que los tradicionales, los cuales están enfocados principalmente a usos habitacionales. Ejemplo de esto, es el hecho de que actualmente existen sistemas constructivos que están enfocados a la construcción de viviendas ya sean unifamiliares o plurifamiliares; a centros de servicio social, tales como: escuelas, hospitales, centros recreativos, etc.

Todos estos sistemas constructivos son creados con el principal objetivo de proporcionarle a la población una vivienda digna, segura, eficiente y sobre todo económica. Estos objetivos son los principales factores que influyen en la investigación para la creación de un sistema constructivo; ya que el cumplimiento de ellos permite que las familias estén en condiciones de adquirir una vivienda tomando en cuenta las condiciones en que éstas se encuentran.

Además, es necesario que las viviendas sean dignas, ya que ello permitirá que los ocupantes puedan habitar en ellas de una manera cómoda, sin estar propensos a algún accidente o enfermedad que les impida desempeñar sus actividades diarias y con más productividad.

Es importante mencionar el estricto control de calidad que se tiene en la fabricación de materiales. Ya que antes de utilizarse, son sometidos a una rigurosa variedad de pruebas de laboratorios, para conocer cuales son sus características físicas, químicas, mecánicas, etc., para garantizar un buen comportamiento de estos una vez empleados en la edificación.

Referente a los métodos de construcción, estos buscan cada vez más poder realizar las operaciones a un menor costo; es decir, disminuyendo los tiempos de ejecución, el empleo de mano de obra y los precios de los materiales.

Es por eso, que para alcanzar estas finalidades, cada vez se consigue producir materiales que resultan más resistentes, ligeros, seguros y económicos; y con ello, se logra construir viviendas de mejor calidad y a bajos costos.

A los sistemas constructivos se los clasifica en diversos tipos en cuanto a su naturaleza; de lo cual se hablará en el subtema siguiente. Pero considerando que todos tienen un mismo fin: satisfacer necesidades habitacionales, se puede definir en forma general a un sistema constructivo como:

Un método de construcción que puede o no estar al margen de patentes, el cual contiene y comprende la ejecución ordenada de varios elementos estructurales, pudiendo o no contener instalaciones y/o acabados; el cual tiene como principal objetivo satisfacer necesidades habitacionales individuales o colectivas.

Los elementos estructurales que pueden estar incluidos en un sistema constructivo, pueden ser entre otros: la cimentación, muros, trabes, losas, etc.; y todos ellos en conjunto son necesarios para construir una edificación, siendo por ejemplo una vivienda unifamiliar, plurifamiliar, etc.; y por lo tanto,

constituyen el alma de tal edificación, porque de ellos depende la estabilidad de la obra.

Un sistema constructivo no necesariamente debe de incluir las instalaciones y/o los acabados; ya que se pueden combinar con los que ya existen, si es que estos no están contemplados por éste. Por lo tanto, el proyecto de una obra se puede ajustar a las necesidades de los propietarios.

También se dice que están al margen de patentes, porque generalmente los sistemas constructivos son inventados por una o varias personas particulares, las cuales a través de investigaciones y experiencias laborales, logran crear un nuevo método de construcción, el cual generalmente, está orientado a satisfacer y mejorar cada vez más las necesidades habitacionales ya sean individuales o colectivas; por lo que el invento del sistema se le atribuye a sus creadores y por eso se dice que están al margen de patentes.

1.2 CLASIFICACION

Los países en vías de desarrollo necesitan encontrar en la arquitectura como en la ingeniería, y en muchos otros campos de actividad vital para la nación, una tecnología propia, que corresponda a su realidad político - económico - social y que defina en una forma clara su actual momento histórico. Ya no es posible continuar importando tecnologías de países altamente industrializados, aplicables a países en vías de desarrollo puesto que su adaptación es demasiado costosa y requiere una organización diferente. La autentica independencia tecnológica depende, fundamentalmente, de la independencia tecnológica; esto quiere decir, que si un país quiere dejar de ser dependiente, lo primero que tiene que hacer es conocer cuáles son las necesidades principales que tiene dicha nación, y buscar crear una tecnología que se adapte lo mas posible a dichas necesidades; porque

solamente así, es como se dejará de estar dependiendo de una tecnología extranjera que no se adapta del todo a las necesidades reales de un país.

Lo expuesto en el anterior párrafo, resultó de experiencias tendientes a encontrar y descubrir nuevos procedimientos, sistemas, y técnicas para edificar con calidad y a bajo costo.

Vivimos dentro de la industria de la construcción, una época de "desmaterialización". Es decir, una disminución notable de la masa de los elementos constructivos, sin que pierdan estos su aptitud resistente, ni su función fundamental. No se olvida tampoco, la notable disminución de mano de obra y de material para lograr la mayor rapidez en las construcciones modernas. Esto es muy importante, porque los países que sufren un gran porcentaje de inflación anual pueden construir sus edificios y combatir parte de este fenómeno, abatiendo su efecto, mediante eficiencia en todos los niveles de productividad.

Estas nuevas exigencias de tipo tecnológico obligan también a las plantas siderúrgicas y a las otras industrias proveedoras de la construcción, a mejorar la resistencia de sus productos para propiciar el ahorro en el material, y en los costos de transporte.

Las nuevas tecnologías de los sistemas de construcción ponen realmente en crisis el trabajo de la mano de obra tradicional. Esta se ve cada vez más afectada a medida que el trabajo se traslada de la obra a la fábrica.

Esto implica, por parte del obrero, el empleo de nuevos materiales, nuevas herramientas, nuevas técnicas y nuevos planteos. La mano de obra necesaria para producir un determinado módulo de construcción es cada vez menor, debido a la naturaleza del sistema. Según un reciente estudio, la utilización de

sistemas de construcción, ha reducido a la mitad el número de horas - hombre empleado por los constructores europeos para producir un determinado módulo de vivienda. Investigaciones realizadas en los Estados Unidos muestran que el nivel necesario de especialización de los obreros que trabajan en sistemas de construcción es inferior al de aquellos empleados en la construcción tradicional; donde antes era preciso emplear "artesanos", ahora es posible emplear mano de obra especializada.

Es por eso que surgen las presiones de los trabajadores, solicitando mejores condiciones de trabajo, promesas de más días de actividad al año, aumento de salarios en función de la productividad y mejores condiciones de seguridad son factores que atraen tanto al trabajador individual como a las uniones industriales.

Los nuevos componentes se salen de los límites de las industrias tradicionales y amenazan las agrupaciones de trabajadores. Es obvio que no puede llevarse a cabo el enorme programa de construcción capaz de satisfacer las necesidades mundiales mediante técnicas tradicionales. No obstante, incluso en el caso en que el proceso de preindustrialización fuese más efectivo, continuaría existiendo trabajo más eficiente para la mano de obra especializada.

No ha pasado mucho tiempo de que el costo de la edificación se debía esencialmente a la cantidad y calidad de materia prima utilizada en la construcción, más que a la energía humana empleada en su transformación y ordenación. Hoy, el mismo empleo de mano de obra y materia prima, supone la necesidad de efectuar un balance distinto de sus componentes internos. A un nuevo acrecentamiento del precio de los materiales, corresponde a un fuerte incremento en el costo horario de la energía humana, aumento que acompaña el mejoramiento del nivel de vida de la población.

También se espera con buen fundamento, poder reducir los costos al abandonar paulatinamente los métodos de construcción tradicionales y reemplazarlos por nuevos sistemas constructivos.

Esto se debe de llevar a cabo, para colocar a la industria de la construcción al día de acuerdo con el grado tecnológico alcanzado, en términos del costo de producción o medio de valor adquisitivo.

Se dice, que el proyecto arquitectónico determina el efecto estético de la obra, la distribución de la superficie y del espacio. La construcción se realiza según el fin de su utilización. Ha de cumplir, en primer lugar, la función exigida por el propietario. Ha de ofrecer al usuario una protección suficiente contra ruido, calor e inclemencias de clima. Otros factores como por ejemplo la estabilidad, la seguridad frente a incendios y otros que influyen igualmente sobre la utilización.

La arquitectura del edificio no puede desarrollarse de todos modos de forma absolutamente libre. Depende de las condiciones del terreno, de su situación y de los alrededores del mismo.

Además deberá de respetar el proyectista las normas y reglamentos de construcción, urbanismo y ambiente (espacio). La construcción en sí se subdivide en obra negra (bruta), acabado e instalaciones (equipamiento), llamadas también estructuras primarias, secundarias y terciarias, correspondiendo con el orden de la realización.

Es importante también la relación de las distintas estructuras entre sí; el acabado y las instalaciones originan, respectivamente, un 30% de los costos y la obra negra un 40% de los costos. De esto se deduce, que la edificación se queda a la mitad del camino cuando no se incluyen en ella los acabados y las instalaciones. Como una referencia, en la figura 1.2.1 se muestra

en forma esquemática, las relaciones mutuas que hay entre los distintos componentes y equipos de una edificación.

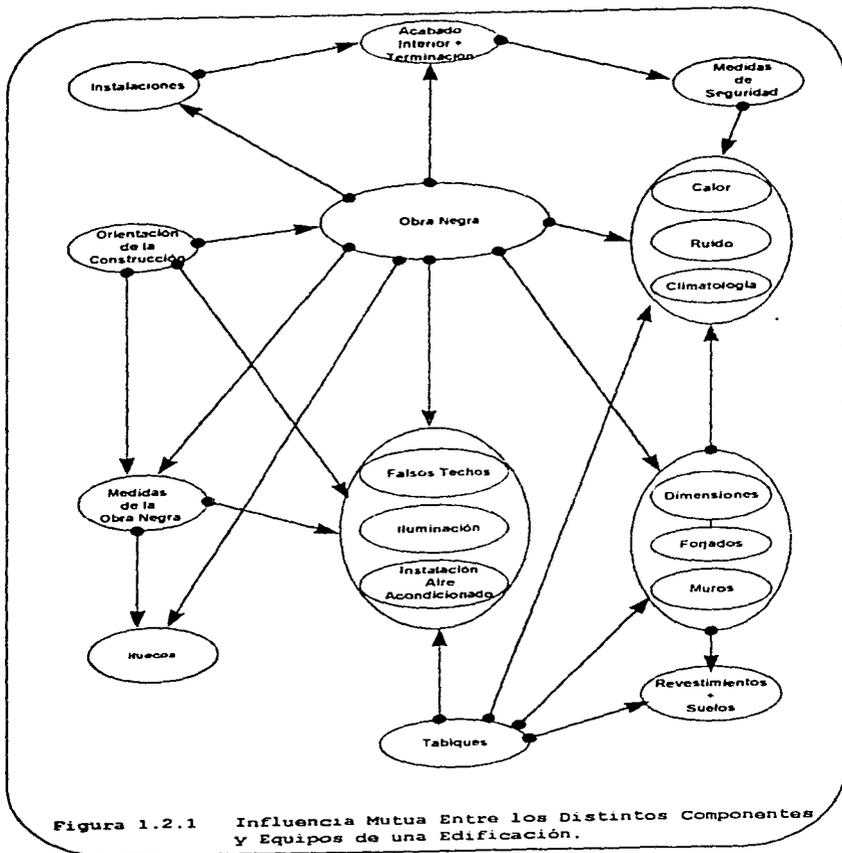
En la figura se aprecia que la obra bruta (también llamada obra negra), adopta cada vez más una posición central, una función clave; ya que determina una parte muy importante de la obra. Y los acabados y las instalaciones dependen de ella.

Las instalaciones o su conducción, dependen de la construcción de la obra negra, como la dirección de las vigas, altura del forjado y entalladuras. La necesaria protección acústica, térmica y contra incendios influye de nuevo en la construcción de la obra negra, tal como grueso de forjados, revestimientos, etc. Las losas y su conformación dependen también de la disposición de los muros.

El tipo de los falsos techos suspendidos en las construcciones de oficinas, la iluminación y las instalaciones de clima influyen en los elementos con los que se fijarán, conducirán, etc., en sus dimensiones y en los obligados huecos y entalladuras.

Aunque la estructura constituye solamente uno de los muchos subsistemas que componen a las edificaciones, y por ser la más importante en cuanto a su costo y complejidad, la naturaleza de nuestra industria de la construcción ha convertido a la estructura en el centro de cualquier sistema constructivo.

La estructura da la pauta del edificio, ya sea cerrándolo y soportándolo, o sirviendo de apoyo para las instalaciones, cerramientos, acabados, mobiliario, etc.



Del mismo modo que el carpintero tiende a asumir el papel de contratista en la construcción de pequeñas viviendas unifamiliares, y el supervisor de obras lo hace en construcciones de gran relevancia, el concepto estructural es el que establece el modelo para el constructor de sistemas. Razón por la que resulta de gran utilidad la clasificación de los sistemas constructivos según sus características particulares.

¿ Cómo surge un sistema constructivo ?

Un sistema constructivo surgirá del análisis de la situación del mercado. Por esto es raro que exista un sistema universal, ya que la situación del mercado no es la misma para los distintos tipos de edificios. Otra cuestión será ver quién deberá de desarrollar un sistema. Esto dependerá de saber si el sistema lo integra todo, obra negra, acabado e instalaciones, o si es un sistema parcial para la obra negra, el acabado o las instalaciones. En un sistema integrado deberán formar un equipo todos los especialistas, y esto sólo podrá partir de una empresa constructora general, porque ésta tendrá el interés y el mercado para el desarrollo del sistema.

En el desarrollo de un sistema constructivo hay que formular primero la tarea hipotética, de llegar a un anteproyecto que permita ciertas posibilidades también en el futuro.

La aprovechabilidad del proyecto depende de la correcta comprensión de los distintos parámetros, los cuales deben ser optimizados por pasos - variaciones. Tras el anteproyecto se construye, si es posible, un prototipo, el cual se comprueba y corrige, y que por el reflejo de las experiencias recogidas lleva finalmente al producto. Entre los distintos parámetros hay relaciones mutuas que originan una influencia entre ellos. Esto se puede ver en forma esquemática en la figura 1.2.2.

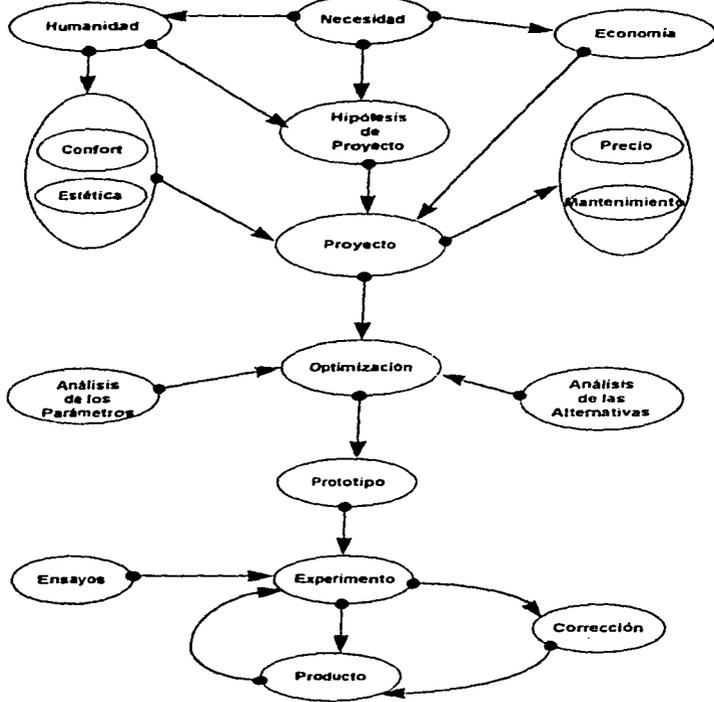


Figura 1.2.2 Proceso de Desarrollo de los Sistemas Constructivos.

Por la complejidad de la construcción, la valoración de las relaciones mutuas de los parámetros es una tarea más bien difícil. El hecho de que la construcción no sea sólo un producto económico, sino que deba considerar también otras influencias, como la estética, bienestar y otras, dificulta la valoración.

Si se parte de factores puramente técnicos, entonces se podrá elaborar un sistema de valoración que incluya todos los factores técnicos.

Clasificación de los Sistemas Constructivos

Actualmente, los sistemas constructivos se clasifican en base a la naturaleza del mismo; es decir, de acuerdo a la manera en que se lleva a cabo la construcción de las edificaciones para las que están destinados en el lugar de la obra. Se puede pues clasificar a los sistemas constructivos en dos tipos fundamentales:

- 1) Sistemas Constructivos Preindustrializados (o prefabricados).
- 2) Sistemas Constructivos Industrializados.

Es obvio que existen diferencias marcadas entre estos dos tipos de sistemas constructivos. Pero una confusión sobre los significados conceptuales de prefabricación e industrialización se ha venido creando en la mente de quienes, directa o indirectamente, están relacionados con este problema.

Su amplitud de criterio es suficiente para fundamentar la necesidad de una definición precisa que exprese con rigor el límite de separación entre los dos métodos de "concebir" y de "hacer" la construcción.

Por eso, es importante mencionar cuáles son las diferencias marcadas que existen entre estos dos tipos de métodos de

construcción; y para ello, en el subtema siguiente, se enunciarán sus respectivas características.

Cabe mencionar que también existen sistemas denominados "subsistemas constructivos"; estos son métodos que no incluyen a todos los elementos que incluyen los sistemas constructivos completos, sino que únicamente consideran pocos elementos, por lo que suelen ser combinados con algún otro método constructivo existente.

Construcción Mediante Sistemas Abiertos y Sistemas Cerrados

Como ya se mencionó anteriormente, la construcción mediante sistemas no implica necesariamente industrialización. Un sistema de construcción supone coordinación según un plan de los distintos componentes del edificio bajo la consideración de todos los problemas de acabados e instalaciones. Además, un sistema constructivo no tiene porque integrar necesariamente instalaciones y acabados, sino que puede simplemente tenerlos en cuenta. Ha de decidirse la rentabilidad de la construcción bajo la consideración de todos los factores, debiendo también de considerarse un periodo de tiempo después de la realización, o sea, costos de mantenimiento y funcionamiento (los cuales se suelen olvidar tranquilamente), y los costos de preparación, así como la infraestructura conjunta necesaria.

El sistema constructivo puede ser una prescripción para la clasificación de los componentes introducidos en el mercado, y adquiribles en distintas empresas; entonces, es cuando se habla de sistemas abiertos.

El sistema constructivo puede ser también cerrado cuando se emplean elementos no introducidos en el mercado pero que siguen un conjunto de prescripciones de características especiales para el sistema.

El uso de las palabras "abierto" o "Cerrado" es claro e intencionado. La definición del significado de estas palabras es característica para el sistema. Se podría decir también que en los sistemas abiertos el producto industrializado es el componente, y en los cerrados el producto es el edificio terminado.

La característica de abierto o cerrado de un sistema no influye en la utilización de los edificios levantados con los sistemas. La posibilidad de transformación de un edificio puede encontrarse en:

- a) La conformación
- b) La disposición, o
- c) La determinación del fin.

Como en los sistemas abiertos el punto de partida es el elemento, han de conservarse las reglas de la coordinación cuando los elementos puedan referirse también a los distintos fabricantes. La primera exigencia en ello es la coordinación dimensional del edificio; ya que con ésta se consigue que los elementos puedan tener en distintas firmas las mismas dimensiones.

La posible utilización polivalente de estos elementos permite una determinación de formas básicas. Por ejemplo, estos son los perfiles en las construcciones de acero y elementos en las de concreto armado.

El proceso de esta determinación se llama tipificación de elementos. Ya que éstos, en si ha de ser sumables, intercambiables y variables si se han de utilizar para construcciones de distintos fines. La formación del sistema con los elementos tipificados se compone de la prescripción de uniones entre elementos y de la clasificación de los componentes.

Esto comprende una prescripción que incluye por ejemplo, cómo se han de colocar los refuerzos, qué posibilidades de combinación existen, etc.

Un sistema constructivo cerrado no tiene porque tener en consideración la coordinación dimensional o la modulación. Cuando se haga esto, será por el propio interés, ya que los sistemas cerrados trabajan también con elementos que se han de unir entre sí.

Un sistema cerrado está a menudo unido a un fin, ya que es difícil tener a la vista las varias utilizaciones por las distintas exigencias de las instalaciones, acabados y disposición. Ejemplos típicos de sistemas cerrados son los edificios de viviendas con plantas tipificadas, pero también construcciones especiales como, por ejemplo, centrales de comunicaciones o similares. Estas construcciones han de cumplir tareas específicas y son cerradas en sí mismas. En la figura 1.2.3, se muestran cuales son las principales características de los sistemas cerrados y abiertos.

En general, se podrán construir con los mismos sistemas algunos tipos de edificios, desarrollándose para otros casos, sistemas especiales, esto es, que la construcción de escuelas, por ejemplo, tendrá un sistema especial que no servirá para viviendas. Un sistema universal será necesariamente más caro, porque tendrá que cumplir con muchas exigencias, las cuales serán sólo parcialmente utilizadas en un caso concreto.

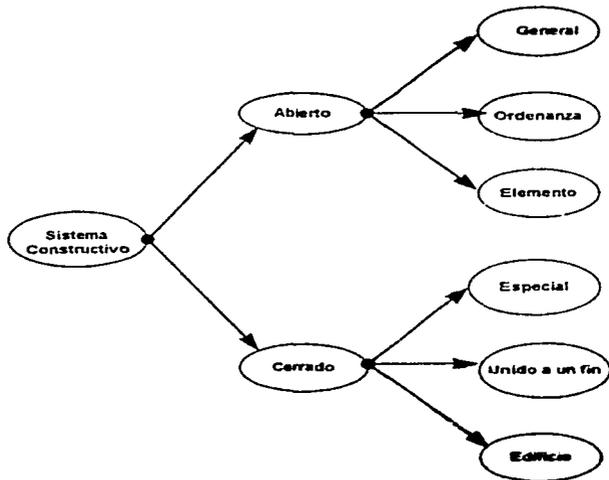


Figura 1.2.3 . Características de los Sistemas Constructivos Abiertos y Cerrados.

1.2.1 SISTEMAS PREINDUSTRIALIZADOS

Los procedimientos tradicionales se han racionalizado al sustituir paulatinamente los elementos clásicos: ladrillos, madera y piedra labrada, etc., por los elementos elaborados en fábrica.

La evolución de este procedimiento racionalizado ha sido debida, tanto a la prefabricación de elementos ligeros, tales como: bloques huecos, bovedillas, vigas, placas, tejas y conductos de humos, entre otros, como al desarrollo paralelo de los dispositivos destinados al manejo de materiales, al presentar mejor capacidad de transporte y elevación en peso, así como un mayor radio de acción.

De esta forma el tamaño de los elementos ha ido en aumento, aunque también su peso, apareciendo así los pórticos prefabricados, los paneles de pared, y los tabiques al tamaño de habitación. Esto ha originado una división entre las formas de ser de la construcción: construcción preindustrializada o prefabricada y construcción industrializada.

Entre las dos formas de ser de la construcción, es decir, la preindustrializada y la industrializada, la cual está lista para generar confusiones y discusiones, se debe decir que la preindustrialización (también llamada prefabricación) es utilizada por ambos e identificada por algunos con la industrialización. En cambio, se le adjudica la posibilidad de poder ser una faceta de esta, aunque no necesariamente. Para poder comprender más acerca de lo que es un sistema constructivo preindustrializado o prefabricado, es preciso mencionar cuál es la diferencia que existe entre prefabricación e industrialización.

La prefabricación es anterior a la industrialización y tan antigua como el mundo; el primer elemento de la construcción que ha sido prefabricado, tal vez es el ladrillo, producido fuera de la obra mediante sistemas cuyo uso se ha prolongado a través del tiempo hasta nuestros días.

Recordemos la leyenda: "cuando los hombres se reunieron en la llanura de Mesopotamia para levantar la Torre de Babel, decidieron proceder a la prefabricación de ladrillos cocidos en el fuego para adaptarlos como elementos constructivos de la grandiosa obra".²

Además, encontramos tentativas de prefabricación en todas las épocas históricas; los bloques de piedra con que fueron construidas las pirámides egipcias llegaban terminados desde distintos lugares para que, una vez transportados por ejércitos de esclavos, ser "montados" según su programa prefijado, en la posición en la cual hoy los encontramos.

En Grecia, los bloques de piedra de las columnas templarias eran también preparados fuera de la obra y sucesivamente montados en el orden y en la posición prevista.

Un ejemplo de prefabricación de construcciones de madera, nos lo brinda en la segunda mitad de 1800, en los Estados Unidos, la famosa casa de estructura tipo "Ballon - Flame", que ha proporcionado una característica determinante para la edificación de ese país.

Oficialmente, la prefabricación ha sido definida por la Asociación Italiana de Prefabricación como:

"Fabricación industrial fuera de la obra, inmutablemente, en gran parte del globo, hasta de partes de la construcción, aptas para ser utilizadas mediante distintas acciones de montaje".³

Características de la Prefabricación

La prefabricación cuenta con una cantidad considerable de características; pero a continuación podemos distinguir y enumerar cuales son sus características principales:

1. Las economías generales de mano de obra, especialmente en lo que se refiere a los trabajos "artesanos".
2. La transposición en fábrica de gran cantidad de trabajos ejecutados en obra, con lo que se elimina la acción de la intemperie y los efectos climáticos de la misma, se perfeccionan las condiciones laborales y se gana en rapidez y calidad de la construcción.
3. El empleo de elementos compuestos estudiados y realizados de tal forma que en cada uno de ellos se encuentren elementos simples.
4. Empleo intensivo de las máquinas, lo cual presupone evidentemente un desarrollo de la fabricación en serie.
5. La precisión dimensional, a fin de conseguir un montaje y ensamble fácil con la consiguiente reducción de mano de obra y de tiempo.
6. Una calidad de los elementos prefabricados de la construcción, tanto en solidez y en duración, como en la protección contra el frío, calor, lluvia, ruido, etc.
7. Ha de excluirse totalmente la improvisación.
8. Una agradable estética como condición indispensable.

Sistemas Constructivos Prefabricados

Teniendo en cuenta el concepto de construcción prefabricada mencionada en líneas anteriores, ha de entenderse que, cualquiera que sea el sistema de prefabricación, pueden o no entrar en juego los encofrados, andamios, unidades de fachadas, etc.

Los son las direcciones que se diferencian en la construcción con prefabricados de concreto armado o pretensado. De un lado, está la construcción por paneles, tan solo aplicada en la edificación de viviendas; de otro, se encuentra la construcción de la estructura o esqueleto en consonancia con la construcción del tipo de naves, dentro del sector industrial.

La construcción de la estructura está esencialmente integrada por columnas, cerchas y cerchas, elemento de concreto armado o pretensado fabricados industrialmente, no considerándose como integrantes de esta construcción, las paredes.

El acuciante problema de la falta de viviendas ha conducido a la ejecución de bloques uniformes, cuya unidad de vivienda se repite varias veces. Tal reiteración permite descomponer la vivienda en cierto número de piezas básicas repetitivas, que pueden construirse en fábrica o a pie de obra, de tamaño compatible con la composición arquitectónica de la edificación y en consonancia con la facilidad de moldeo, la posibilidad de transporte y los dispositivos de elevación.

Con este bosquejo mencionado, se está en condiciones de hablar de los sistemas constructivos prefabricados. La opinión más difundida es que estos sistemas consisten en un método de construcción que consta de varios elementos estructurales, pudiendo o no tener instalaciones y/o acabados, en la cual todos los procesos relativos a la fabricación de los elementos constructivos se efectúa fuera de la obra; y solamente el

ensamblaje de los componentes se lleva a cabo dentro de la obra. Además, como se mencionó anteriormente, estos métodos de construcción pueden o no estar al margen de patentes.

En términos generales, podemos definir a un sistema constructivo prefabricado como:

"un método industrial de construcción que consta de elementos fabricados en grandes series por los métodos de producción en masa, los cuales son montados en las obras mediante aparatos y dispositivos elevadores".⁴

Es decir, que un sistema constructivo prefabricado es el que está compuesto por elementos que son previamente elaborados en fábricas en grandes cantidades, los cuales facilitan su colocación en el lugar de la obra, gracias a los dispositivos ("uniones"), que se les hacen en las fábricas.

En realidad, el objetivo verdadero de estos sistemas está centrado en la extensión de los métodos industriales a la construcción residencial.

Este fin se alcanza creando una organización interna del sistema (que se identifica con el sistema mismo), la cual tiene que ser capaz de:

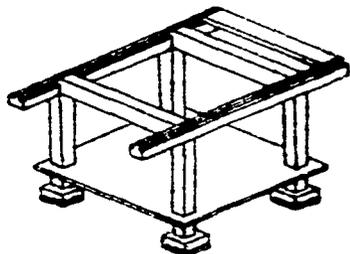
- a) Programar el ciclo productivo en todos sus aspectos (técnico, financiero, temporal, etc.).
- b) Proyectar íntegramente la edificación en todas sus partes, según un método que prevea la descomposición en elementos geométricos repetibles en serie analógica diferenciada sólo por funcionales. Por ejemplo, en general, en el caso de

- métodos que prevén el montaje de paneles. Éstos coinciden con una de los lados de un vano.
- c) Producir industrialmente los distintos componentes en cantidad y en calidad previstas, limitando al máximo las operaciones de montajes, sellado de juntas, terminación y, en forma general, toda operación que utilice mano de obra.
 - d) La cuarta de estas operaciones, que se refiere al montaje, sirve para reconocer en el interior de este tipo de sistema, los tres tipos fundamentales de elementos prefabricados que se emplean en cualquier tipo de sistema constructivo prefabricado; estos son:
1. Elementos Constructivos Prefabricados Lineales
 2. Elementos Constructivos Prefabricados Planos
 3. Elementos Constructivos Prefabricados Tridimensionales.

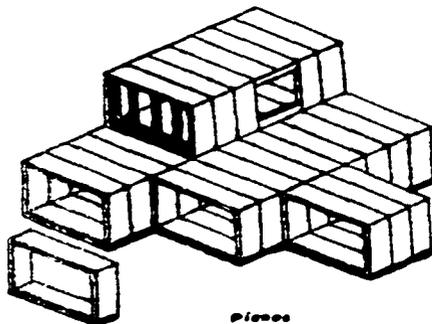
A estos tres tipos de elementos también se les conoce como elementos unidireccionales, bidireccionales y tridireccionales. Pero en un lenguaje más familiar, se les suele llamar esqueletos, placas y cajas.

Actualmente, gracias al notable desarrollo alcanzado en los medios de producción, se han construido un sinnúmero de elementos prefabricados, cada uno de ellos con su forma respectiva (pertenecientes a alguno de los tres tipos mencionados existentes). Como un ejemplo de esto, en las figuras 1.2.4 y 1.2.5, se detallan algunas de las configuraciones típicas de sistemas constructivos en los que se emplean elementos ya sean esqueletos, placas y cajas, y que en la actualidad pueden encontrarse en gran número de materiales de construcción, tales como madera, concreto, metal, plástico, etc.

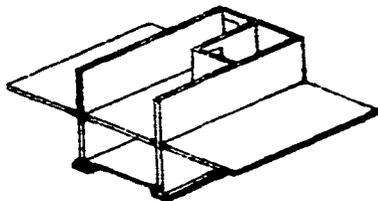
Los distintos conceptos de sistemas constructivos no pueden ser clasificados en una escala de calidad ni divididos en mejores y peores. No obstante, las especiales características de cada uno



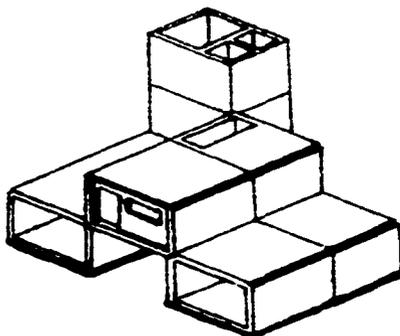
Lineales



Planos

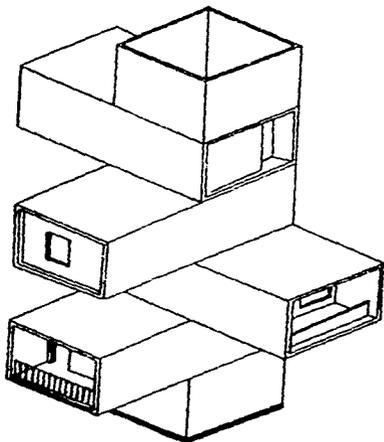


Planos



Tridimensionales

Figura 1.2.4 Configuración de los Sistemas Lineales, Planos y Tridimensionales.



Nota. Las piezas incluyen a todos los dispositivos que son necesarios para realizar su conexión.

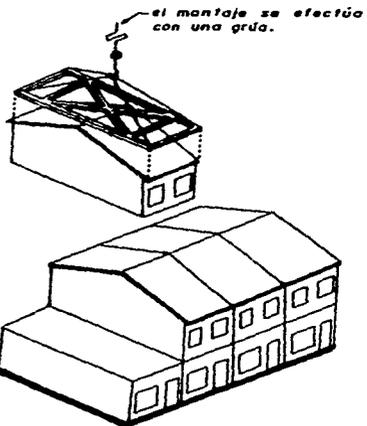


Figura 1.2.5 Configuración de un Módulo de Caja Grande y un Sistema Total.

de ellos los hace más o menos adecuados para determinadas situaciones.

A medida que vamos pasando de sistemas con elementos esqueleto a sistemas con elementos caja, disminuye la flexibilidad en favor de las ventajas inherentes al aumento de la producción en fábrica.

A continuación se enuncian de una manera breve, cuáles son principales características de los elementos lineales, planos y tridimensionales prefabricados, para conocer más acerca de los sistemas constructivos prefabricados que emplean esta clase de elementos.

Sistemas Constructivos Prefabricados con Elementos Lineales

Entre estos tipos de métodos constructivos están incluidos los sistemas constructivos que prevén el montaje de elementos en los que una de sus dimensiones es mucho mayor comparada con las otras dos.

En un caso extremo estos elementos pueden ser columnas que dan origen a estructuras espaciales que conocemos desde los tiempos de Paxton y Eiffel. Pero el empleo más universal de éstos, es el de los andamios tubulares de los que todos conocemos la vasta gama de aplicaciones.

Los sistemas que emplean elementos lineales son los que permiten una mayor libertad de diseños y de aporte individual, pero en el que esto se realiza a expensas de las economías del montaje en fábrica. Pero hasta la fecha, la libertad que proporciona la utilización de un elemento lineal no ha sido suficiente para que éstos se situaran a la cabeza de la construcción.

Sistemas Constructivos Prefabricados con Elementos Planos

Los métodos constructivos que prevén el montaje de elementos planos (también llamados planos), son los más difundidos y los que han corrido la mejor suerte. Esta clase de sistema contempla el empleo de elementos cuyas dimensiones se conservan variables en decir, la longitud es más grande que el ancho, pero el espesor de estos es mucho menor que estas dos dimensiones.

Un ejemplo práctico de este tipo de sistema es el que consta básicamente de paneles, de los cuales existen actualmente diversas clases; y además, de los que puede encontrar actualmente constituidos con diversos tipos de materiales, los cuales integran el alma de dicho panel. Estos materiales pueden ser entre otros espuma de poliestireno, de poliuretano, madera, concreto, lamina, etc.

Este tipo de método de prefabricación a base de paneles, ha proporcionado un nuevo grupo de innovaciones de mercado en cuanto a distribución, exenciones, publicidad y la aparición del arquitecto - ingeniero - consultor; y presenta grandes ventajas frente a la construcción tradicional, ya que el propietario puede proyectar su propia vivienda según una trama modular y seleccionar componentes y acabados en un catálogo asesorado por profesionales del diseño. El contratista puede valorar el "package" (paquete), y proporcionar una estimación real de los costos de la operación.

El montaje es rápido y fácil, con las ventajas que proporciona un sistema de cimientos simplificado, la producción en serie, el montaje mediante la mano de obra local no especializada, y la utilización de herramientas y técnicas familiares. Todas estas ventajas, y en especial el ahorro de tiempo y dinero en el proceso de proyecto - presupuesto -

contrato, han favorecido la aparición de otros sistemas constructivos.

Este tipo de sistemas tiene especial éxito en las zonas de residencia secundarias, zonas que han tenido un crecimiento vertiginoso en los climas extremos o en aquellas zonas de limitada accesibilidad. Ventajas tales como cortos periodos de construcción, demanda limitada de mano de obra constructora y materiales locales, coordinación y transportes mínimos y el incentivo de "tenerlo acabado para esta temporada", hacen que estos sistemas de construcción sean cada vez más atractivos. En la figura 1.2.6, se muestra un ejemplo de este tipo de sistemas de paneles.

Los sistemas de paneles, de mayor costo, pero capaces de proporcionar una mayor variedad espacial, pueden competir en el mercado de la vivienda de elevada densidad en la que se valoran los frutos consecuencia de una técnica más cara, tales como: resistencia, estabilidad lateral, aislamiento y protección contra incendios.

Sistemas Constructivos Prefabricados con Elementos Tridimensionales

Este tipo de sistema está constituido por elementos de los cuales, una vez acoplados en las fábricas, encierran dentro de sí un volumen; de ahí que se les conoce también como módulos o volumétricos.

Además, debido a la reducción de costos que permiten, han irrumpido con fuerza en las zonas residenciales con viviendas de poca altura. Y dentro de algunas de las ventajas que presentan es el ahorro de tiempo y economía.

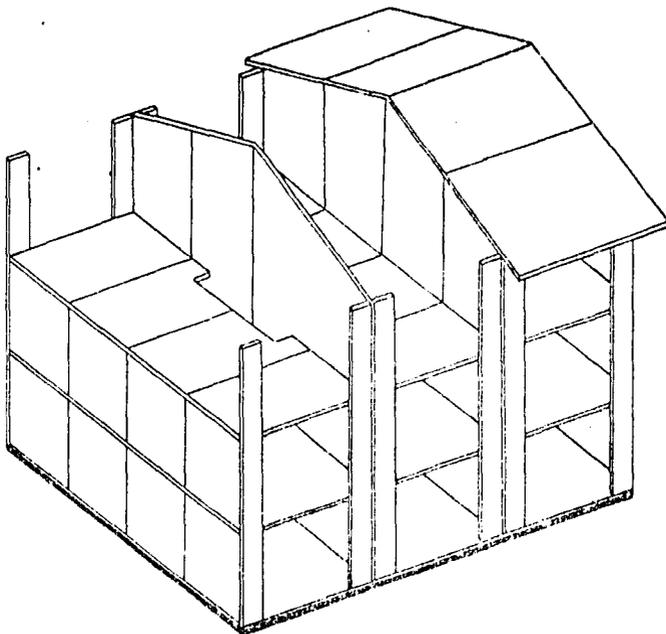


Figura 1.2.6 Configuración de un Sistema Constructivo a Base de Paneles

Quando un módulo o elemento "caja" llega a la obra, el único trabajo que queda por hacer es anclarlo en el suelo. Con ello se saca partido de la ventaja económica de la producción en serie. Pero la "caja" es un elemento de diseño muy limitado; los transportistas fijan las dimensiones según sus necesidades y las variaciones en planta proceden de las combinaciones de unos pocos tipos de cajas.

Tanto los acabados como los detalles se realizan en la fábrica, con el objeto de abarcar la producción desde el principio al fin.

La elección del sistema se realiza pues, teniendo en cuenta cuál es el tipo de edificio⁵, el tipo de programa⁶ y las necesidades del usuario.

Hasta aquí se ha mencionado en qué consiste la prefabricación y las diversas clases de elementos prefabricados que existen; pero vale la pena mencionar cuáles son los métodos de prefabricación que existen. Y de ello, se hablará a continuación.

Métodos de Prefabricación.

De acuerdo con el tamaño de los elementos fabricados en serie, a continuación se indican las técnicas de la prefabricación que se han arraigado en los dominios de la construcción:

- a) Prefabricación pesada.
- b) Prefabricación ligera.
- c) Prefabricación parcial.

A continuación se explica brevemente en qué consisten cada uno de ellos.

a) Prefabricación Pesada.

Es en este sector de la prefabricación donde más palpablemente se ha manifestado la prefabricación y hacia la que se tiende, como mejor solución, para hacer frente a la crisis de la vivienda.

La prefabricación pesada es utilizada bajo la forma de grandes paneles, cubriendo vertical y horizontalmente la superficie con una o varias piezas.

Cuando exista la garantía de que el mercado tendrá la suficiente capacidad como para absorber toda la producción, tanto en número como en continuidad, este sistema es el que se impondrá sobre los demás, adoptando la solución de fábrica fija. Normalmente este tipo de fábricas solo es adecuado en regiones donde las necesidades son grandes, con lo que queda asegurada la prefabricación en serie.

Este sistema posee muchas ventajas, permitiendo obtener rendimientos satisfactorios.

b) Prefabricación Ligera.

Con este procedimiento, que como el anterior constituye una de las expresiones de la prefabricación total, se lleva a cabo la prefabricación en fábrica de elementos de construcción que pueden ser empleados en obra utilizando los medios usuales para su transporte y elevación, sin la necesidad de recurrir a dispositivos potentes y costosos, como ocurre en la prefabricación pesada.

Como diferencias más sobresalientes al compararlo con el sistema de prefabricación pesada, caben destacarse dos:

1. Por una parte, el radio de acción de la fábrica podrá aumentar considerablemente y,
2. Por otra parte, si además de elementos ligeros intervienen elementos pesados, como escaleras, paneles, etc., estos pueden ser ejecutados *in situ*.

c) Prefabricación Parcial.

Mediante este procedimiento los elementos prefabricados pasan a ser utilizados en una construcción tradicional evolucionada.

Dichos elementos podrán ser de dos tipos: unos son pocos manufacturados, sin necesidad de máquinas complejas ni excesivos cuidados, para cuya fabricación las instalaciones foráneas ofrecen mayor productividad y rentabilidad; otros, por el contrario, son complejos y, en general, ligeros, necesitando una esmerada precisión así como el uso de máquinas especiales.

Se sabe pues que existen tres principales métodos de prefabricación; más es importante conocer también el tipo de fábricas o talleres en los que se lleva a cabo la fabricación de los elementos prefabricados. Para ello, en seguida se mencionarán y describirán a los principales tipos de talleres existentes.

Talleres Para la Construcción de Elementos Prefabricados

Todos los talleres o fábricas se componen de los sectores de acopio de las materias primas, naves auxiliares y parques de acopio de piezas terminadas.

El área de prefabricación está concebida y dimensionada según el número de viviendas a realizar por día y según la superficie de piezas a fabricar. Atendiendo al grado de

importancia de la mecanización, así como a la extensión y magnitud de las instalaciones, se distinguen las siguientes modalidades de fábricas o factorías:

a) Fábricas Móviles a Pie de Obra.

Este tipo de fábricas o talleres posee un carácter circunstancial; debido a esta faceta, no interesa efectuar inversiones de mucha importancia, sino limitarias a las mínimas necesidades. Siguiendo esta técnica, para su emplazamiento se recurre a una explanación del terreno que en unos casos queda expuesta a cielo abierto y en otros se recurre a cobertizos provisionales.

Se adapta este tipo de fábrica para pequeños volúmenes de producción.

Los elementos producidos en una prefabricación a pie de obra, deben de resultar de igual o mejor calidad que los producidos en un taller tipo con instalaciones permanentes. Así pues, es necesario que la explanada de prefabricación esté protegida contra las inclemencias del tiempo y que las mesas y moldes estén con la debida solidez y resistencia; ya que su sólida construcción y un trabajo cuidadoso dan entonces a las piezas prefabricadas la calidad necesaria.

b) Fábricas Semipermanentes.

Esta modalidad de fábricas posee ya cierto radio de acción. Aunque en ellas las edificaciones se reducen a cobertizos desmontables con carácter provisional, absorben un mayor volumen de inversiones, pudiendo ser alquilado el terreno sobre el que se extiende su área de trabajo.

En este caso, el local de la prefabricación queda separado de la obra. Es decir, la prefabricación se realiza entonces en forma semiestacionaria.

Desde el punto de vista de la economía de fabricación, surgen ahora nuevos problemas:

1. La instalación de grúas en la fábrica para el transporte hasta el secador o lugar de almacenado.
2. La adquisición de vehículos especiales apropiados para el transporte de los elementos desde el lugar de almacenado hasta pie de obra, entre otros.

c) Fábricas Permanentes.

Quando un procedimiento de fabricación posea muchas y amplias posibilidades, es decir, cuando los elementos a fabricar sean realmente en gran cantidad; cuando ha de asegurarse su continuidad y flexibilidad; cuando se precisa el empleo de instalaciones consideradas, como cámaras de curado, además del uso de máquinas pesadas y complejas; cuando se desea un trabajo en cadena bien ordenado y planificado, con alta productividad, así como una eficiente manutención de las máquinas, la solución total y satisfactoria consiste en adoptar el tipo de fábrica fija.

Los motivos que abogan por la elección de cadenas de prefabricación y por la transportación de los elementos durante el proceso de fabricación son los siguientes:

- a) Economía de mano de obra.
- b) Descenso del costo de los transportes interiores.

- c) Mejor aprovechamiento del espacio. Es decir, los procesos de trabajo son localizados siempre en los mismos sitios, y el almacenaje concentrado de las piezas complementarias, y
- d) Posibilidad de establecimiento de ritmos fijos de trabajo.

1.2.2 SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS

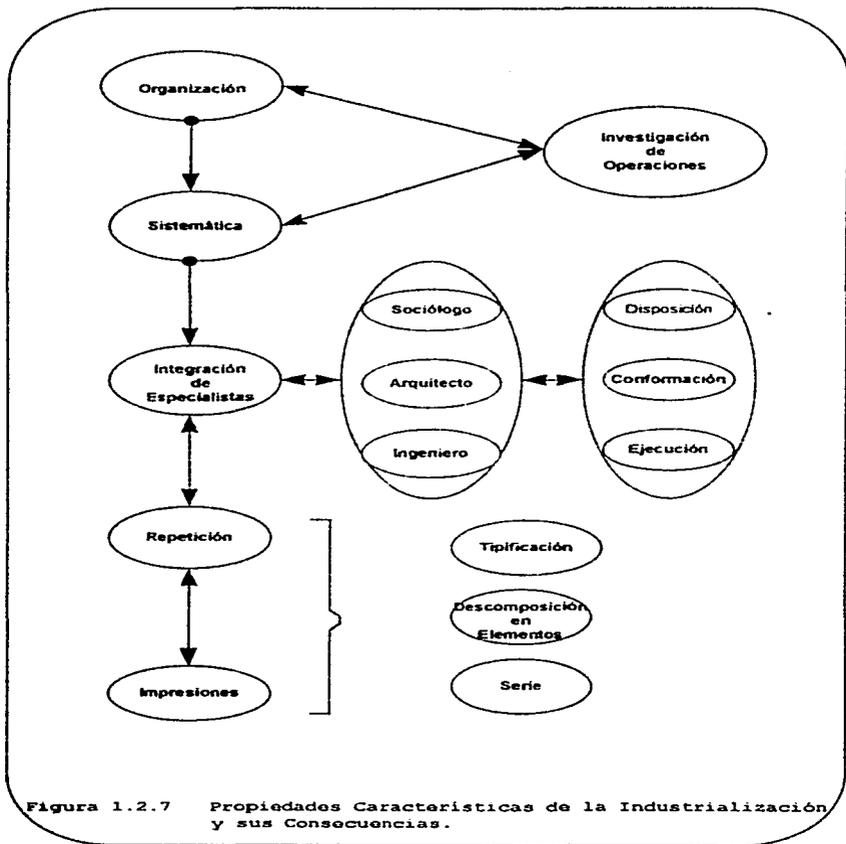
El otro tipo de sistemas constructivos que existen principalmente son los industrializados. Se les llama así, porque todos sus elementos constitutivos son construidos directamente en el lugar de la obra. Por ello, solamente es necesario contar con los materiales adecuados para llevar a cabo su ejecución.

La característica principal de la industrialización es la organización sistemática del proyecto y la realización. En cada fase de realización de un proyecto, empezando por el análisis de mercado hasta la desvalorización de la obra, tiene que procederse planificadamente.

Estos métodos de trabajo se denominan hoy "operations research" (investigación de operaciones); los cuales están representados esquemáticamente en la figura 1.2.7.

Dentro de esta organización está el ingeniero trabajando con otros especialistas. Sus compañeros son, por ejemplo, el sociólogo, vendedores, economistas, publicistas, entre otros; los cuales influyen también en la construcción industrializada, pero no están integrados en la ejecución.

En la fase de ejecución intervienen los especialistas técnicos, como los calculistas, ingenieros, instaladores y los técnicos de procesos de la empresa constructora, formando juntos



un equipo en el cual el ingeniero^o o el arquitecto pueden tener su papel como conformador o coordinador. Es típica en este trabajo en equipo la integración del proyectista y del realizador. Sólo así puede funcionar la organización.

Otra característica de la industrialización es la repetición de los procesos y los elementos. La consecuencia de una producción en fábrica es la inversión, el transporte y el montaje, por el hecho de ocurrir producción y utilización en lugares distintos. La repetición de los elementos sólo es posible cuando se puedan emplear para edificios de distintos tamaños o utilidades. Una producción en serie será posible cuando los elementos tengan una forma predeterminada. A esta predeterminación de las formas se le llama tipificación. La descomposición del edificio en estos elementos tipificados se le llama elementización.

La utilización de elementos producidos en serie es otra característica principal de la construcción industrializada. Hay que dejar claro que no existe un sistema constructivo que se pueda aplicar para todos los tipos de edificios, a pesar de que se sigan presentando nuevos métodos patentados con esta idea. El camino es al revés: ha de haber una serie de elementos con los que se puedan componer los edificios más variados.

Factores que Influyen en la Industrialización.

Los principales factores influyentes en una industrialización urbana son los siguientes:

- a) Disposición del proyecto.
- b) Conformación de la obra.
- c) Técnica de realización.
- d) Contratación.

Así como existen reglas para la construcción manual y para la mecanizada, también existen reglas para la industrialización. Hay que conocerlas con claridad y mantenerlas firmemente, para que en manos del ingeniero sirvan como auténtica herramienta.

Así como la industrialización no funciona sin ingenieros, mucho menos funcionará sin el arquitecto, proyectista o conformador.

La disposición del proyecto viene determinada por los elementos existentes, las luces posibles, las alturas constructivas, etc., además de por los valores igualmente determinantes para la construcción tradicional.

Un camino para la competencia es naturalmente la contratación funcional, en la cual sólo se determinan las características más importantes de la construcción, quedando libre, sin embargo, el tipo de realización. Esto posibilita, naturalmente, la competencia entre los distintos sistemas no sólo hasta la obra bruta, sino hasta su completo acabado. De ahí, que las empresas constructoras pongan interés en tener su propio sistema constructivo.

El inconveniente de este tipo de contratación es que sólo funciona, cuando de hecho existen sistemas capaces de realizar la obra hasta su terminación, planeados y valorados en todos sus detalles. Si no, un tipo de contratación como esta origina mucho trabajo para las firmas oferentes, que por motivos de costos no puede justificarse.

Como referencia acerca de los sistemas constructivos, en el Apéndice A, correspondiente al Capítulo 1, se incluye una lista de los sistemas y subsistemas constructivos para la construcción de viviendas, que se encuentran registrados en el mercado

mexicano, esto como un ejemplo de la gran variedad de métodos constructivos que existen actualmente.

Además se incluye el Apéndice B, correspondiente también a este Capítulo 1, en el cual aparece una descripción del Sistema Constructivo Panel W; ya que gracias a ella, se tendrán los conocimientos necesarios para poder elaborar posteriormente el presupuesto de una casa unifamiliar, para posteriormente realizar el análisis comparativo que se planteó en el objetivo del presente trabajo.

N O T A S

C A P I T U L O 1

- 1 Arturo Combe Ayala, "Manual Básico del Autoconstructor", p. 9.
- 2 Mario G. Oliveri, "Prefabricación o Metaproyecto Constructivo", p. 1.
- 3 Ibid., p. 12.
- 4 Tihamer Koncz, "Manual de la Construcción Prefabricada", Tomo 1, p. 12.
- 5 Por ejemplo, resulta más fácil utilizar un sistema que tenga módulos en forma de caja en la construcción de un hotel, que en la construcción de un bloque de apartamentos.
- 6 Los programas de vivienda de bajo costo se verán favorecidas por la libertad que ofrece un sistema con elementos lineales; mientras que las viviendas de lujo podrán soportar las limitaciones de los sistemas con elementos volumétricos.

C A P I T U L O 2

GENERALIDADES DEL SISTEMA FIERROCRET

2.1 ¿ QUE ES EL SISTEMA FIERROCRET ?

En el primer capítulo se mencionó una descripción generalizada de todos los sistemas. En ella se pudo ver entre otras cosas, la forma en la que se clasifican los sistemas constructivos; así como algunos de los diversos tipos de métodos que existen y algunas de sus principales características. Ahora, una vez que se tiene un mejor conocimiento de lo que es un método constructivo, a continuación se tratará todo lo concerniente al sistema constructivo FIERROCRET, que es el tema del presente trabajo.

En términos generales, se puede definir al sistema constructivo FIERROCRET como:

"Un sistema constructivo industrializado que está constituido básicamente por estructuras prefabricadas con lámina de acero, que integran un sistema de encofrado o cimbra; y consiste en reforzar con concreto a las estructuras de acero, de la misma manera que se refuerzan de acero a las estructuras de concreto".

Es un método industrializado, porque a pesar de que contiene estructuras de lámina de acero que son prefabricadas, (de las cuales se hablará en páginas posteriores), la mayoría de las operaciones que comprende el proceso constructivo se llevan a cabo *in situ*.

El sistema consiste en rellenar con concreto las estructuras prefabricadas de acero, y de la misma manera, se refuerzan con

acero las estructuras de concreto; de tal forma que se hace trabajar combinadamente a estos dos tipos de materiales. Es por ello, que a este sistema se le denomina "FIERROCRET": ("fierro"= acero; "cret"= concreto).

Lo que se busca con la aplicación del Fierrocret, es aprovechar al máximo los beneficios que brindan el acero y el concreto. Del acero se aprovecha la resistencia que proporciona a esfuerzos de tensión, así como su ligereza que tiene para transportar y montar los elementos estructurales prefabricados fácilmente en el lugar de la obra. Y del concreto se aprovecha al máximo su resistencia que presenta a esfuerzos de compresión, así como su carácter de durabilidad.

La necesidad de crear nuevos métodos de construcción para el mejoramiento de la vivienda unifamiliar y/o plurifamiliar, capaces de competir cada vez más con mayor calidad, precio y rapidez con los sistemas tradicionales, fue lo que llevó a la creación del Fierrocret.

Es por eso que este sistema ya ha sido introducido al mercado de la construcción, porque proporciona una mayor rentabilidad tanto a los constructores como a los demandantes de viviendas.

Sabemos, que la rentabilidad se alcanza principalmente cuando se abaten en lo más posible los costos que tienen más peso en la edificación; es decir, bajando principalmente los costos directos, los cuales están determinados por los costos de los materiales, mano de obra, herramienta y equipo.

En términos generales se puede decir que el sistema Fierrocret permite:

1. Abatir el tiempo de ejecución de una vivienda.

2. Aumentar la calidad controlada de la producción.
3. Disminuir los costos de las obras, y
4. Combatir la creciente inflación.

Cabe mencionar que el sistema Fierrocret fue inventado por el arquitecto - ingeniero Francisco Carbajal de la Cruz, quién es presidente de la Cia. Arquitectura Industrial Mexicana S.A. de C.V. (A.I.M.S.A.)², ubicada en México, D.F. Según relata él, esta creación fue posible gracias a las experiencias profesionales y laborales adquiridas a través del tiempo por él y el personal que labora en dicha compañía.

Como agradecimiento por las facilidades prestadas para la elaboración de presente trabajo, vale la pena mencionar los siguientes aspectos técnicos relacionados con la creación de este método constructivo:

- a) Derechos de autor: "Sistema de Encofrado Autoportante" No. 2544.
- b) Derechos de autor: "Cimbra Metálica Autoportante" No. 73199.
- c) Patente mexicana de invención No. 120404.
- d) Marca registrada: "FIERROCRET" No. 194569.
- e) Registro No. 3782/77 "Aula Fierrocret de Usos Múltiples".

En el resto de los subtemas de este capítulo 2, se describen de forma más detallada, las principales características del Fierrocret; y para ello se incluyen algunas figuras que ayudarán a tener una mejor visión de todos los elementos y componentes que forman parte del sistema mencionado.

2.2 COMPONENTES ESTRUCTURALES Y ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Al igual que todos los sistemas constructivos existentes, el sistema Fierrocrcet contempla dentro de su proceso constructivo, la ejecución completa de todas las actividades que formarán parte de una edificación; en este caso, a las actividades que se tienen que llevar a cabo para construir a una casa habitación. Por lo cual se consideran desde la construcción de los cimientos, hasta las instalaciones y acabados.

Tomando en cuenta las funciones que desempeñan cada uno de los elementos que forman parte del sistema Fierrocrcet, así como la importancia que tienen dentro de una edificación, a estos se les clasifica en dos grupos principales:

- 1) Componentes estructurales, y
- 2) Elementos complementarios.

A continuación se describirá a cada uno de estos dos grupos, para conocer como están integrados y cuál es la función que desempeña en la edificación cada uno de ellos.

1) Componentes Estructurales.

Este grupo está integrado básicamente por seis estructuras metálicas, con las cuales se lleva a cabo la construcción de la estructura principal que forma parte de una edificación. Esas estructuras son:

- 1) Columnas.
- 2) Trabes.
- 3) Cerramientos.
- 4) Fronteras.
- 5) Largueros.
- 6) Cumbresas.

Estos seis elementos, que se conciben dentro del sistema como estructuras, son fabricadas con lamina de acero super ligera de alta resistencia, doblada en Irie en diversos calibres. Siendo la mas usual la lámina de calibre 14.

Además, estan modulados de acuerdo con las medidas estandar de los fabricantes de acero, por lo que se elimina así 100% el desperdicio.

Como se mencionó en líneas anteriores, la cualidad que presentan estas seis estructuras metalicas, es que se pueden rellenar de concreto ya sea simple o reforzado, según convenga al proyecto: esto, gracias a la geometria que presentan estas estructuras en forma de "Canal", la cual las hace funcionar como cimbras.

Basicamente, las estructuras se producen a base de un procedimiento modulado, que permite a las construcciones crecer por etapas, ya sea de manera longitudinal, lateral y verticalmente, en unidades de 3.00 y 3.60 m de distancia entre ejes.

En subtemas posteriores se mencionaran las respectivas características de las estructuras de acero: trabes, columnas, cerramientos y fronteras; ya que son las que se tienen que emplear sin omitir alguna de ellas, para la construcción de viviendas, especialmente en las unifamiliares.

En cuanto a los largueros y cumbreras, estos no se describirán detalladamente, ya que su uso generalmente se limita a la construcción de locales cuyas cargas vivas y muertas no son tan considerables, como puede suceder por ejemplo, en el caso de las casas habitacion, en donde las cargas de diseño si son importantes. Esto se debe a que el presente trabajo está enfocado a la construcción de viviendas unifamiliares, por lo que no se

emplearán largueros y cumbreras por las causas ya mencionadas. Pero como forman parte del sistema Ferrocet, se pueden enunciar a continuación algunas de sus características principales.

Los largueros y las cumbreras son estructuras fabricadas con lámina de acero, y generalmente se emplean para salvar claros pequeños cuyas cargas vivas y muertas no son tan grandes. Estos se usan básicamente para la construcción de losas de azotea que van a ser construidas con algún tipo de panel ligero, tales como lámina galvanizada, negra, de asbesto, etc.; o algún otro material ligero como la madera, plástico, paja, palma, etc.

Estas dos estructuras pueden emplearse tanto en losas de azotea para locales de un nivel, como en las de dos o más niveles; pero nunca en la losa de entrepiso, ya que se pondría en riesgo la seguridad de los usuarios y la estabilidad de la construcción.

Existen dos casos que nos indican cuando se pueden emplear a los largueros y/o a las cumbreras en una edificación; los cuales tienen que ver con la presencia o ausencia de pendiente en una losa de azotea.

Primer caso. Cuando se trata de losas de azotea sin pendientes, se emplean únicamente a los largueros, los cuales se colocan en todo lo largo del claro, a una separación predeterminada.

Segundo caso. Cuando las losas de azotea tienen pendientes, ya sea en uno o en ambos sentidos, (es decir, de una o dos aguas), se utilizan tanto a los largueros como a las cumbreras. Si es este el caso, el proceso constructivo consiste en colocar a los largueros de la misma manera que cuando se trata de losas sin pendiente, excepto en el punto más alto de la losa; ya que en

lugar de colocar un larguero, se coloca una cumbrera, la cual queda instalada en el punto más alto de la losa.

La forma de colocar los largueros y las cumbreras consiste en fijarlas con las trabes metálicas, mediante el empleo generalmente de tornillos de alta resistencia de cuerda estándar.

Para ello, los largueros y las cumbreras tienen en ambos extremos una placa fabricada del mismo material con el cual están hechos éstos. En ésta, se le hacen en fábrica o en obra, unas perforaciones que sirven para poder fijar ya sea a los largueros o cumbreras con las trabes principales, mediante el empleo de estos tornillos.

Una vez montada toda la estructura, que está compuesta por: columnas, trabes, cerramientos, fronteras, largueros y/o cumbreras metálicas, se procede al colado de estas, mediante el empleo de concreto simple o reforzado. Y posteriormente, se procede a la construcción de la losa de azotea; que como se vio anteriormente, puede ser a base de paneles de cualquier tipo de material. (Ver figura 2.2.4).

Como ejemplo del empleo de los largueros y las cumbreras, en el Apéndice C, correspondiente a este Capítulo 2, se incluyen unas figuras que muestran a un local correspondiente a aulas escolares de un nivel, como un ejemplo de los múltiples usos que se les puede dar a los largueros y cumbreras, al combinarlas con el resto de las otras estructuras.

2) Elementos Complementarios.

Con los elementos estructurales, que forman parte del primer grupo, se puede llevar a cabo la construcción de la estructura principal de una edificación, pero todavía no se está en condiciones de poder darle un uso adecuado. Por lo que el paso

siguiente es realizar todas las actividades que permitan delimitar los espacios para poder darles así, su uso correspondiente.

Este segundo grupo está compuesto por varios elementos que nos van a servir para llevar a cabo la ejecución de las actividades restantes, como pueden ser: el apuntalamiento de las trabes principales, el cimbrado y colado de muros y losas, la colocación de las instalaciones, de los acabados finales, etc.

Los elementos complementarios que están considerados por el sistema Fierrocrcet para la construcción de cualquier tipo de edificación son:

- a) Cimbra metálica autoportante para el colado de losas,
- b) Cimbra metálica sencilla para el colado de muros,
- c) Losas aligeradas,
- d) Paneles para techos,
- e) Paneles para muros,
- f) Paneles para muros divisorios,
- g) Postes telescópicos sencillos,
- h) Postes telescópicos gemelos, y
- i) Escalera.

Para conocer cuál es la función que desempeñan cada uno de estos elementos, en las líneas siguientes se mencionarán algunas de las características fundamentales de cada uno de ellos.

a) Cimbra Metálica Autoportante para el Colado de Losas.

Aunque existe un subtema especial en el que se tratará todo lo concerniente a este tipo de cimbra, se puede decir que, el empleo de esta clase de cimbra cubre perfectamente los objetivos fundamentales que persiguen las nuevas tecnologías como son

mejorar la calidad, abatir el tiempo de las operaciones y disminuir los costos.

En la figura 2.2.1 se muestra la cimbra metálica autoportante, así como algunas otras características que presenta. En esta se puede ver el sistema autoportante, que como se verá más adelante, es la relevancia de esta clase de cimbra, ya que permite realizar las actividades de cimbrado y colado en un menor tiempo que en el que se emplea con los sistemas tradicionales. Además se puede observar que existe cimbra tanto para el colado de la losa plana, como para las nervaduras (si es que se requieren en el proyecto).

b) Cimbra Metálica para el Colado de Muros de Concreto.

Este tipo de cimbra busca también cubrir las exigencias que se presentan al usar la cimbra metálica autoportante. Su principal ventaja es la rapidez con la que se lleva a cabo el cimbrado de los muros; ya que al no pesar tanto, esto permite un cimbrado más rápido, además de que la mano de obra se requiere para colocarla no es mucha, ni tiene que ser especializada.

También, otra de sus ventajas es el acabado aparente que se puede obtener; y gracias a ello, se pueden reducir significativamente los costos de los acabados. En la figura 2.2.2 se muestran las características de este tipo de cimbra.

c) Losas Aligeradas.

Si la naturaleza de la obra lo permite, se puede emplear este tipo de losa aligerada que se muestra en la figura 2.2.3; la cual tiene un procedimiento constructivo rápido, y permite utilizar a cualquier tipo de obrero, puesto que la fabricación y

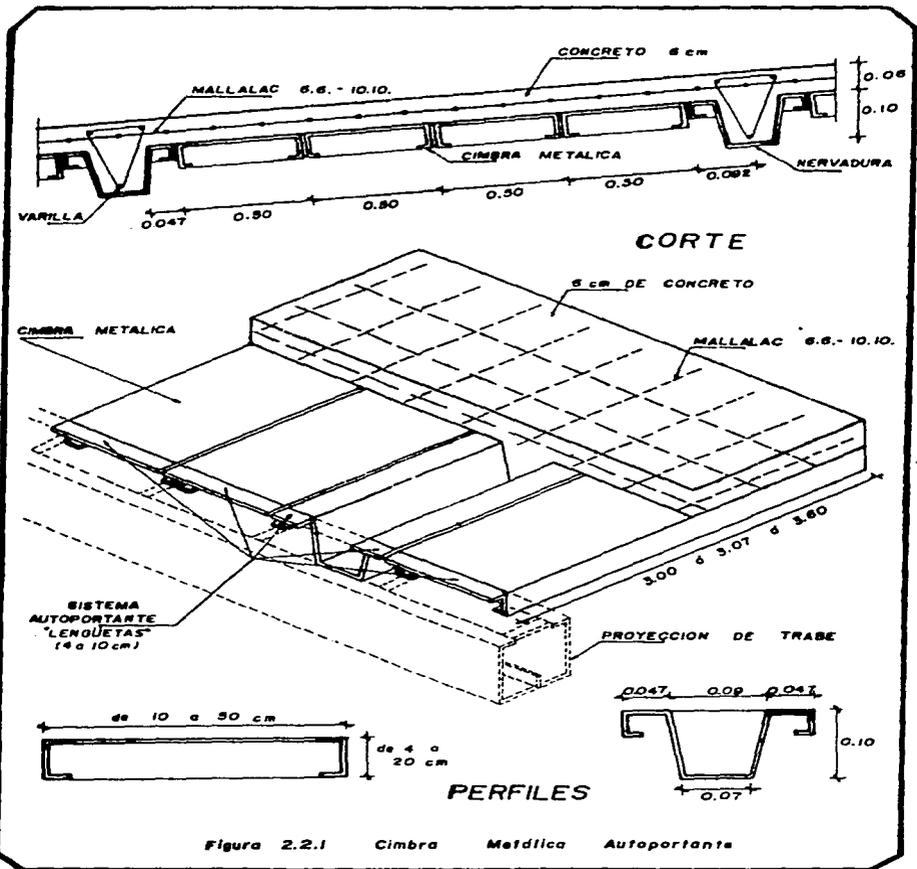
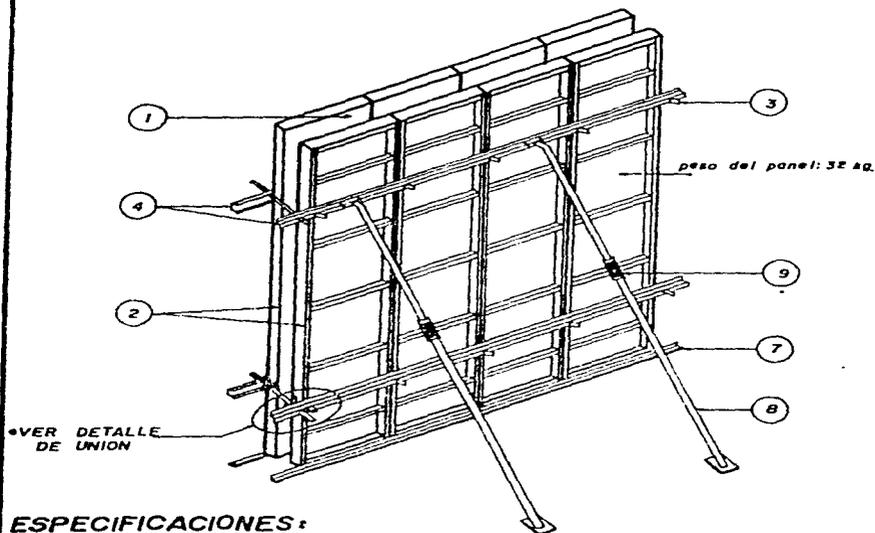


Figura 2.2.1 Cimbra Metálica Autoportante



ESPECIFICACIONES:

- (1) ESPESOR DE MURO
- (2) PANELES DE CIMBRA
- (3) CORBATA
- (4) ALINEADOR
- (5) CUÑA
- (6) CLAVIJA
- (7) ANGULO SUJETADOR (Alineador)
- (8) POSTE PLOMEADOR
- (9) TEMPLADOR (Incluido en poste plomeador)

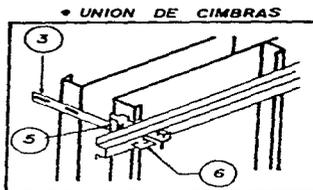
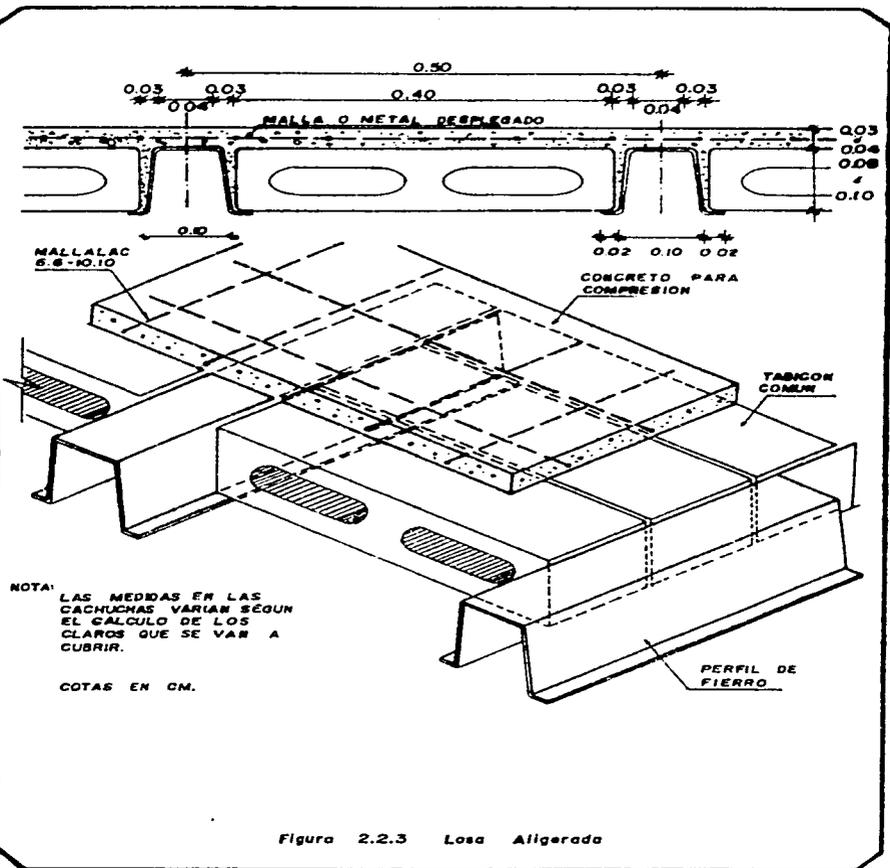


Figura 2.2.2 Cimbra Metálica Para Muros



colocación de los bloques en el perfil de acero, (que pueden ser largueros invertidos), es muy sencilla.

Además, se puede aprovechar la gran resistencia y ligereza que tienen este tipo de bloque y el acero que se emplean en la construcción de los perfiles.

d) Paneles para Techos.

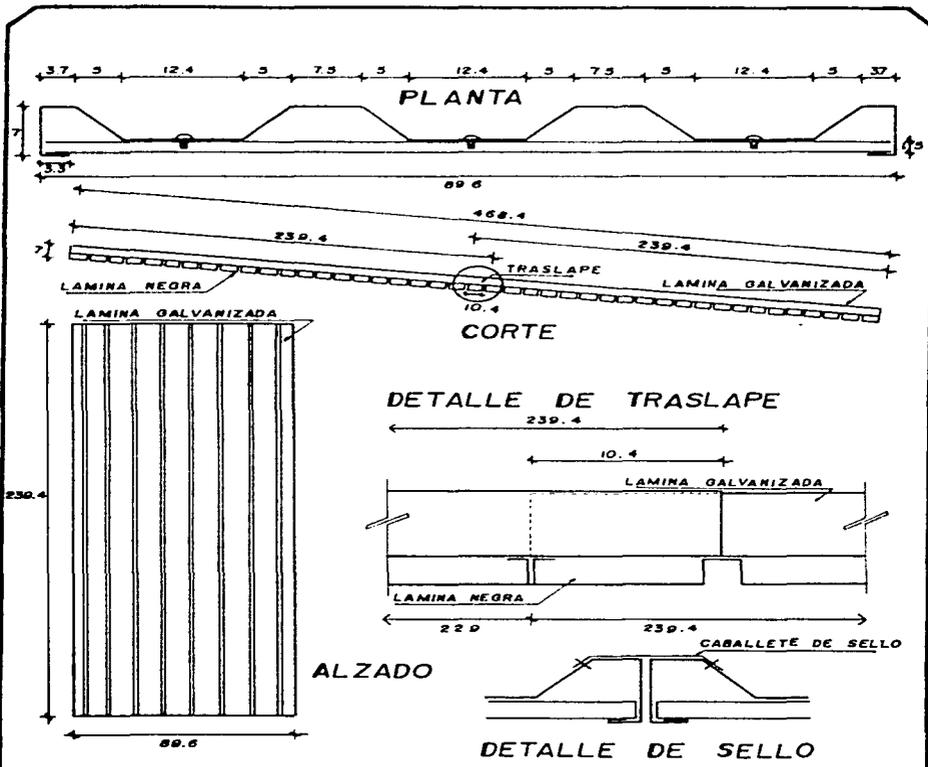
Este tipo de panel se usa principalmente, para la construcción de techos de azoteas cuyas cargas son casi mínimas; por lo que se combinan junto con los largueros y las cumbreras.

Pero también se les puede dar algunos otros usos como puede ser por ejemplo, en la construcción de falsos plafones, ya que si la leca de azotea se construye a base de algún tipo de lámina, este tipo de panel se puede emplear para ocultar las instalaciones, para darle así un aspecto más estético a la edificación.

En la figura 2.2.4, se muestra en detalle este tipo de panel. En ella se puede observar que éste está construido a base de lámina galvanizada cubierta por una lámina negra. Así también, como el detalle de los traslapes y la unión de las juntas.

e) Paneles para Muros.

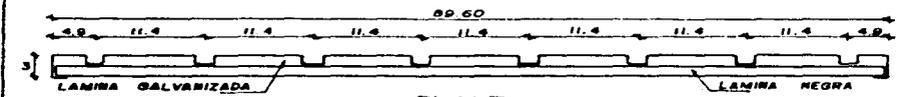
En la figura 2.2.5, se muestra este tipo de panel, que al igual que el de techos, está formado a base de lámina galvanizada y lámina negra, pero de menor espesor. Este tipo de panel se usa principalmente para construir muros exteriores que están expuestos a las inclemencias atmosféricas, o a algún otro factor que pudiera afectar al muro. De ahí que esté fabricado a base de un material resistente.



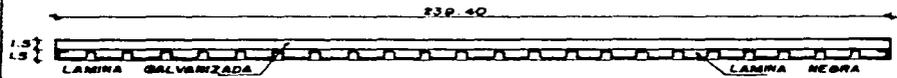
NOTA:

COTAS EN CENTIMETROS

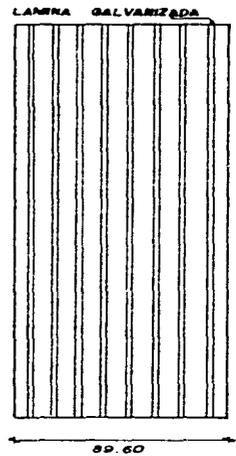
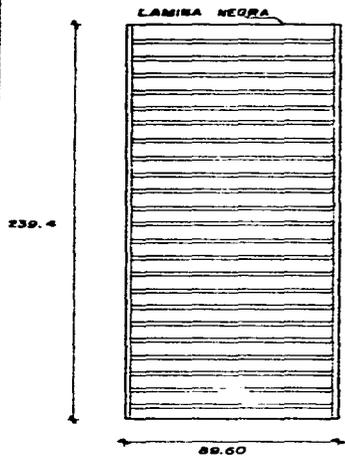
Figura 2.2.4 Panel Para Techos



PLANTA



CORTE



ALZADOS

NOTA:
COTAS EN CM.

Figura 2.2.5 Panel Para Muros

f) Panel para Muros Divisorios.

El sistema Fierrocret permite hacer las divisiones interiores de las habitaciones con una gran variedad de materiales. Por ejemplo, en la figura 2.2.6 se muestra un ejemplo de un panel para muros divisorios, el cual está fabricado a base de madera. La cual se usa como material decorativo; o también puede ser a base de lámina. El interior del panel se rellena con un material conocido como poliestireno, el cual se emplea para hacer térmico al muro.

g) y h) Postes Telescópicos Sencillos y Gemelos.

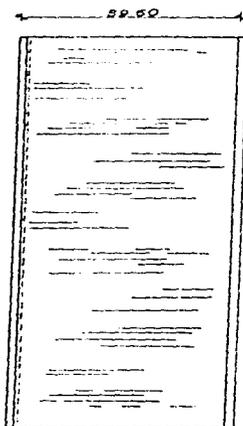
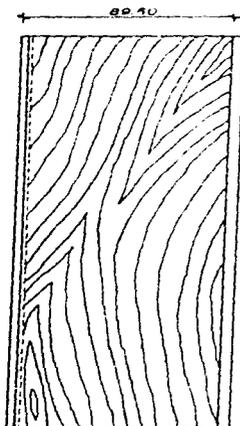
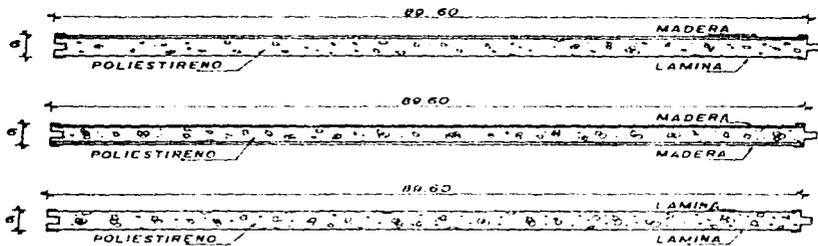
Uno de los dispositivos más importantes del Fierrocret lo constituyen los postes telescópicos, que pueden ser sencillos o gemelos. Ver figuras 2.2.7 y 2.2.8.

En estas figuras se muestran todos los elementos que integran a este tipo de postes, tales como el cople, niple, perno, cadena, etc., que son los mecanismos que sirven para adaptar a los postes en las obras.

El proceso de uso de los postes consiste en graduarlos centimétricamente y de esta manera, se ajustan a las diferentes alturas que se requieran en la obra. Además se utilizan para apuntalar ciertas zonas de la estructura, tal es el caso de las trabes metálicas, que necesitan apuntalamiento como un nivel mayor de seguridad. Otro de sus múltiples usos, es que se emplean para apoyar las tijeras para el contraventeo.

Más adelante, cuando se haga referencia al proceso constructivo de una vivienda, se mencionará como deben de colocarse los postes telescópicos por ejemplo, en la construcción de muros, o para apuntalar las trabes principales.

PLANTAS



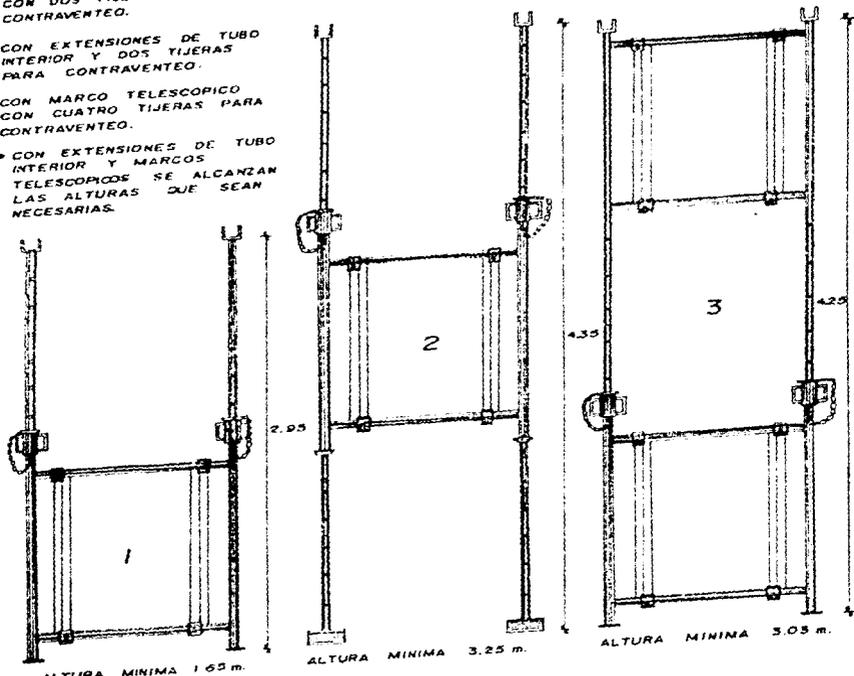
NOTA:
COTAS EN CM.

ALZADOS

Figura 2.2.6 Panel Para Muros Divisorios

ESPECIFICACIONES:

1. CON DOS TIJERAS PARA CONTRAVIENTO.
2. CON EXTENSIONES DE TUBO INTERIOR Y DOS TIJERAS PARA CONTRAVIENTO.
3. CON MARCO TELESCÓPICO CON CUATRO TIJERAS PARA CONTRAVIENTO.
- CON EXTENSIONES DE TUBO INTERIOR Y MARCOS TELESCÓPICOS SE ALCANZAN LAS ALTURAS QUE SEAN NECESARIAS.



NOTA:
COTAS EN M.

Figura 2.2.8 Poste Telescópico Gemelo

1) Escalera

La racionalización de la arquitectura se debe hacer en todos los aspectos, tanto en los sistemas constructivos, como en los elementos auxiliares. Un ejemplo de esto es el último elemento que integra el Ferrocuret, es decir la escalera metálica (ver figura 2.2.9), la cual es totalmente desarmable y está fabricada con lámina de acero de 1.5 mm de espesor y elementos de fierro de la mejor calidad.

Un aspecto importante es que la escalera puede ajustarse a todas las necesidades, dependiendo de las alturas que se tengan en las habitaciones.

Una vez enunciados los elementos que integran al sistema constructivo Ferrocuret, se está en condiciones de mencionar cuáles son los elementos estructurales, instalaciones y acabados, que se pueden construir mediante el empleo de algunos de los elementos estructurales y complementarios. Y para ello, en el cuadro 2.2.1 se hace un listado y una descripción de los elementos que forman parte del proceso constructivo de una vivienda unifamiliar.

Cabe hacer notar, que de acuerdo con el cuadro mencionado, no es necesario utilizar a todos los elementos estructurales o complementarios que integran al sistema Ferrocuret para construir una casa unifamiliar, ya que dependiendo del tipo de edificación que se va a construir, es como se sabrá que elementos que se van a necesitar. Sin embargo, también podría darse el caso de que se decidiera combinar a los elementos de este sistema, con los de algunos otros sistemas constructivos.

Pero lo que sí es importante, es que para que se esté aplicando al sistema Ferrocuret, basta con que se usen en la construcción de una edificación, a los elementos estructurales

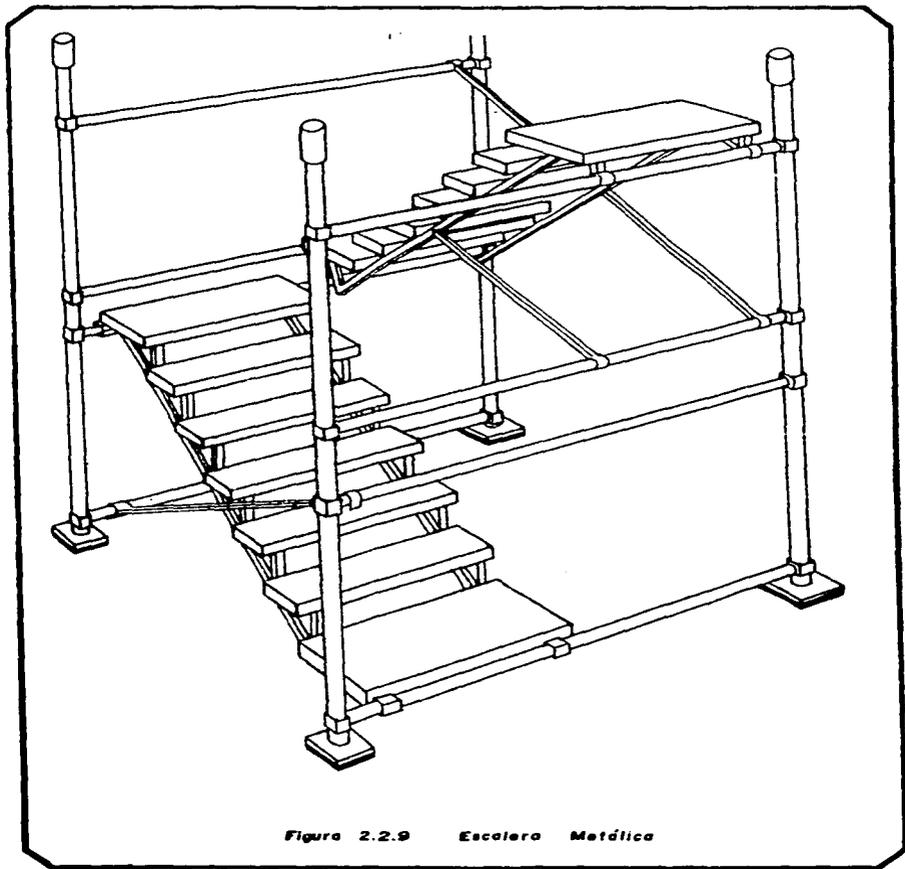


Figura 2.2.9 Escalera Metálica

como: columnas, traveses y cerramientos metálicos, y a la cimbra metálica autoportante para el colado de losas

Si se determina combinar a estos elementos mencionados con algún otro método constructivo, podría decirse que se estará aplicando al Fierrocrcet.

Un ejemplo de esto, es decir, que se optase por combinar elementos del sistema, sería que en lugar de construir muros de concreto, se optase por utilizar algún tipo de tabique para la construcción de estos. Así también podría ocurrir el caso de que en lugar de una losa nervada, se construyera una losa plana, porque lo permiten los datos. Y así sucesivamente, podría ocurrir con el resto de los elementos complementarios.

Con estos ejemplos mencionados, se puede dar idea de la versatilidad que tiene el sistema constructivo Fierrocrcet al ser combinado con otros métodos constructivos.

2.3 RELEVANCIAS

La importancia del Fierrocrcet se puede resumir básicamente en las siguientes dos relevancias que presenta este método de construcción; y las cuales son las que lo hacen trascender en comparación con los otros sistemas.

La primera de ellas, es el empleo de la estructura de acero formada básicamente por: columnas, traveses y cerramientos; los cuales se rellenan con concreto, lo que las hace resaltar respecto al resto de los sistemas constructivos.

Cuadro 2.2.1

Descripción de los Elementos que Forman Parte del Procedimiento Constructivo de una Vivienda Unifamiliar, Construida con el Empleo del Sistema Fierrocrot.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Estructura Metálica	<ul style="list-style-type: none"> • 8 columnas, 4 trabes de sección variable, 4 cerramientos y tronteras. • Las estructuras incluyen todos los dispositivos necesarios para realizar las conexiones entre ellas.
Cimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Zapatas ancladas de concreto reforzado, con refuerzo para columna. • Si el terreno es resistente, basta con construir una plataforma de cimentación con guarnición perimetral.
Muros	<ul style="list-style-type: none"> • Son de concreto de luz de espesor, armados con mallas de #4/16-18, mezclados con 3% de tezontle para hacerlos térmicos (Termocret). • En lugares en donde no exista tezontle, se le puede poner en las superficies expuestas, placas de poliestireno de 2cm de espesor, terminados a base de un repellado de mezcla y acabado en tirol. • En lugares donde abunda arena sílica, se le puede hacer a los muros un aplastado de yeso con 4% de este tipo de arena para acabados interiores.

Muros de Relleno	<ul style="list-style-type: none"> • Son opcionales y se construyen de cualquier tipo de material como los paneles ya mencionados.
Entrepiso	<ul style="list-style-type: none"> • Losa nervada de concreto de 6cm de espesor, reforzada con malla electrosoldada #6/10-10. • Las nervaduras se colocan en el sentido perpendicular a las trabes portantes, a cada 40, 90 o 100cm, dependiendo del los claros del proyecto.
Losa de Azotea	<ul style="list-style-type: none"> • Similar a la de entrepiso.
Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Integradas a los muros y losas • Tambien pueden ser prefabricadas.
Acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Integrados al descimbrar mediante una operacion sencilla denominada "floteado".
Mano de Obra	<ul style="list-style-type: none"> • No especializada. • Capacitacion a corto plazo de los trabajadores del ramo de la construccion.
Equipo y Herramienta	<ul style="list-style-type: none"> • Herramienta manual. No se requiere de grúas o de maquinaria especializada. • El ensamblaje se realiza mediante cuñas, pijas, etc.
Escalera	<ul style="list-style-type: none"> • Lámina de acero de 1.6mm de espesor, doblada en frio.
Tiempo de Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> • Una casa por día por frente de trabajo, pudiéndose establecerse en varios conjuntos, entre 40 y 50 frentes.

Transporte	• No requiere de uno en especial.
Rigidez Sísmica	• De 1.00; óptima, por tener menos peso y masa.
Módulo de diseño	• Panel básico de 50 x 240cm. • El sistema permite paneles de otras dimensiones para medidas complementarias en caso necesario.
Norma Mexicana	• Cumple con el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

Estas estructuras desarrollan básicamente tres funciones al mismo tiempo. La primera de ellas es que sirven para satisfacer las necesidades que comúnmente cubren las estructuras de concreto que conocemos; es decir, sirven para salvar claros, soportar cargas para transmitir las al sistema de suelo, soportar esfuerzos de tensión, compresión, etc. La segunda función, es que se pueden emplear como cimbras; por lo que se ahorra dinero en la colocación del cimbrado, que comúnmente se hace en las obras a base de madera.

Por último, la tercera función, y quizá la más importante, es que sirven para apoyar en ellas, a la cimbra metálica autoportante que sirve para el colado de las losas, ahorrando de esta forma costo y tiempo.

Se ahorra costo y tiempo, porque en lo referente a las estructuras, su montaje es rápido, y no requiere de mucho personal, herramienta y equipo, para su colocación. Ahora, en lo referente a otros factores que influyen en el costo de las obras, se ahorra costo y tiempo porque no requiere de algún tipo de cimbrado en especial, como sucede en el caso de las obras en las que se emplea madera para realizar esta actividad.

La segunda y última relevancia importante, es el uso de una revolucionaria cimbra metálica autoportante; la cual se coloca sobre las trabes principales, y por lo tanto no necesita para su fijación el uso de puntales, andamios, cargadores, vigas, maderas, clavos y alambres; ya que sus apoyos son por gravedad.

Sobre los elementos constructivos de mayor capacidad de carga, la cimbra metálica autoportante se instala con mucha rapidez, y en pocas horas ya se tiene una cubierta, la cual no solamente sirve para proteger a los materiales en la obra, sino que también para mejorar substancialmente las condiciones humanas y de trabajo de los obreros; permitiendo de esa forma un aumento notable en la productividad, especialmente en climas calurosos.

Además, al no estorbar el espacio interior el cimbrado, se pueden llevar a cabo otros trabajos simultáneos tales como: construcción de muros, armado y colado de la losa, la construcción de pisos, colocación de instalaciones, cancelería, etc.

Esta notable aportación técnica a la industria de la construcción, es la que abate los costos; porque no solamente economiza tiempo, indirectos y de supervisión de personal; sino que ahorra substanciales intereses bancarios, cuando se trata de la realización de conjuntos habitacionales.

Ese ahorro se refleja principalmente en la facilidad que se tiene para colocar la cimbra: ya que con sólo dos cuadrillas de obreros no especializados se tiene un rendimiento de cimbrado de 384 m² de losa por día. Además, una vez instalada, proporciona el andamiaje necesario para realizar algunas operaciones necesarias en el exterior de la edificación.

Otra de sus ventajas es que permite el descimbrado a las ocho horas de haber vaciado el concreto, logrando así, una mayor

velocidad de construcción y una disminución de los costos de construcción.

2.4 CUALIDADES

Además de las relevancias que presenta el sistema Ferrocrcet, también se pueden mencionar varias cualidades o ventajas que tiene este método de construcción; las cuales son las que lo hacen trascender en comparación con algunos otros sistemas constructivos existentes.

A las cualidades que proporciona el sistema Ferrocrcet se les puede agrupar dentro de los siguientes términos:

- a) Economía,
- b) Rapidez,
- c) Seguridad,
- d) Transportabilidad,
- e) Práctico,
- f) Ligero,
- g) Resistencia y durabilidad,
- h) Térmico y acústico,
- i) Versatilidad,
- j) Calidad
- k) Garantías técnicas,
- l) Antisísmico, y
- m) Reconocimientos.

A continuación se hace la descripción de todas estas ventajas, para conocer más la importancia que representan cada una de ellas.

a) Economía.

Con el sistema fierrocero se disminuye en una cantidad considerable el tiempo de ejecución de las obras. Este ahorro es muy significativo con respecto a la construcción tradicional.

Al terminarse en un menor tiempo la construcción de una obra, la inversión de la misma se empezará a recuperar más rápido; además de que como se menciona anteriormente, se ahorra una importante cantidad de intereses bancarios.

Es también económico porque se emplea un porcentaje menor de materiales en obra y por la notable simplificación de la obra falsa. Un ejemplo de ello, se refleja en la construcción de la cimentación; ya que la ligereza del sistema permite un ahorro considerable en el costo de la cimentación. Así como una mayor rapidez en su erección, dando una buena calidad en el acabado interior.

Las ventajas económicas que presenta este sistema se pueden resumir de la siguiente manera:

- Menos empleo de materiales de construcción.
- Menos mano de obra.
- Menos herramienta y equipo.
- Menos obra falsa.
- Menos tiempo de ejecución de las obras.

Esto se refleja en:

- Menos intereses bancarios.
- Recuperación más rápida de la inversión.

Lo que da como resultado:

- Menores costos directos.
- Menores costos indirectos.

Que se traduce como:

- MENOR COSTO DE CONSTRUCCION.

b) Rapidez.

En el sistema constructivo fierrocrcet, los elementos estructurales se montan en unas horas, y no son necesarios ni maquinaria ni mano de obra especializada.

Además de que permite tener más actividades simultáneas que en una obra construida con sistemas tradicionales, tales como: colocar puertas y ventanas desde el colado de los muros, aplicar los aplanados inmediatamente después de descimbrar (si es que se desea, ya que la cimbra metálica deja un acabado aparente), siguiendo una operación de "floreado" ² y logrando así una mejor integración de los muros a las losas.

Por otro lado, un profundo análisis derivado de las pruebas de laboratorio, refirió que se puede descimbrar el 50% del encofrado a las 24 horas del colado, y el otro 50% a las 48 horas; dejando apuntalado con la misma cimbra metálica autoportante que trabaja como postes telescópicos horizontales, hasta que se garantice el 35% del valor del f'c de proyecto y la adherencia entre el acero y el concreto.

La rapidez con la que se lleva a cabo la construcción de una edificación, se debe a la sencillez que se tiene para colocar las conexiones, ya que esto ha permitido abatir los tiempos de construcción; y a la vez racionalizar el uso de la mano de obra.

c) Seguridad.

En la fabricación de los elementos estructurales como lo son las columnas, trabes y cerramientos, y en las piezas que sirven para realizar las conexiones, se utilizan materiales que tienen un alto control de calidad; apoyados en cálculos estructurales y

pruebas de laboratorio muy estrictas, además de que se proporcionan garantías.

d) Transportabilidad.

Los elementos estructurales del sistema, independientemente de su ligereza, son modulares, y no exceden de los 6 metros de largo, esto para la construcción de casas habitacionales, ya que si se desea, se puede exceder de 6 m. cuando se trate de otro tipo de locales, como por ejemplo para aulas escolares, donde pueden llegar hasta los ocho metros únicamente las trabes, (Ver Apéndice C, figura 2.2). De esta manera, se transportan fácilmente, sin necesidad de ocupar gran espacio, por lo que no requieren un transporte específico.

Una vez que se tienen estos elementos en el lugar de la obra, para su almacenamiento no se requieren de grandes espacios.

e) Práctico.

Una vez que la estructura metálica se rellena de concreto, hace las funciones de una cimbra; al fraguar el concreto trabaja estructuralmente, lo cual reduce los pasos en la construcción y da como resultado una mejor calidad de la obra y una disminución de tiempos y de mano de obra.

Es así, como la estructura metálica asegura por su forma el trabajo combinado entre el acero y el concreto. Ya que así como hay estructuras de concreto que se rellenan de acero, también hay estructuras de acero que se rellenan de concreto.

f) Ligereza.

Los elementos estructurales se fabrican con láminas de calibre delgado, por lo que resultan piezas muy manejables y ligeras; y gracias a ello, para el montaje y transporte no es necesario el uso de algún tipo de grúas, y con sólo cuatro obreros se pueden ejecutar fácilmente estos trabajos.

g) Resistencia y durabilidad.

El sistema contempla el aprovechamiento de las cualidades del acero y del concreto al máximo.

Del acero se aprovecha su ⁵ligereza y su alta capacidad que tiene para soportar esfuerzos de tensión. Y del concreto, se aprovecha su durabilidad y la gran resistencia que tiene cuando se le somete a esfuerzos de compresión.

h) Térmico y Acústico.

Aquí se aprovecha la ventaja que se tiene de construir los muros con materiales propios de la región para de esta forma hacerlos térmicos; tal es el caso de los muros de concreto, ya que se construyen con 30 de espesor por cada m² de muro, para hacerlos térmicos. A este tipo de muro se le denomina "Termocret".

El concreto es el que proporciona las propiedades térmicas y acústicas en función de sus componentes y del espesor del muro.

i) Versatilidad.

La versatilidad del sistema es múltiple en cuanto a su uso; porque se puede emplear en todo género de edificaciones.

Además, tiene varios usos en cuanto a sus espacios interiores; ya que con los claros que se ofrecen, existe una gran flexibilidad para divisiones y distribuciones. Es por ello, que el sistema se produce a base de un procedimiento modulado, que como se mencionó, permite a la construcción crecer por etapas, ya sea longitudinal, lateral y verticalmente, en unidades de 3.00m y 3.60m de entre ejes.

Una de sus ventajas más importantes, es que el sistema Fierrocret es ideal para la construcción de edificación progresiva y de autoconstrucción; ya que las losas se pueden

construir antes o después de construir los muros, según se aplique la disponibilidad de recursos económicos, de materiales o de mano de obra.

Por otra parte, los muros exteriores y las divisiones internas pueden ser de cualquier otro tipo de material como: tablaroca, madera, lámina metálica, asbesto, tabique, tabicón, o de cualquier otro material regional que haya disponible en plaza.

j) Calidad.

La apariencia de las edificaciones realizadas con este sistema constructivo, especialmente la del acero, es muy buena; porque basta con aplicarle únicamente pintura a las columnas, trabes y cerramientos, para darles un aspecto más atractivo.

k) Garantías técnicas.

Para garantizar el buen comportamiento de los elementos estructurales, a estos se les somete a ensayos (pruebas de laboratorio), a escala natural en el mismo lugar donde se fabrican.

Por lo que son laboratorios especializados los que se encargan de realizar las pruebas para comprobar las características mecánicas y estructurales de dichos elementos. Por ejemplo, una de las pruebas consiste en medir las flechas de las estructuras mediante micrómetros, cuando se les somete a éstas a la acción de cargas.

Además, cuando se hace algún pedido de algunas estructuras o cimbras a la CIA. A.I.M.S.A., se proporcionan garantías.

l) Antisísmico.

La disposición de los muros en el proyecto arquitectónico hace que la edificación tenga una rigidez óptima de 1.00 en sus ejes principales; esto, por tener menos peso y masa, condición

que permite una mayor resistencia contra las fuerzas horizontales.

m) Reconocimientos.

Gracias a la creación del sistema constructivo Fierrocuret, la CIA. A.I.M.S.A., se ha hecho acreedora a varios reconocimientos, tanto nacionales como extranjeros; esto debido a la trascendencia del sistema.

Recientemente, en 1993, con su sistema Fierrocuret, obtuvo el segundo lugar del Primer Concurso Nacional de Tecnologías para la Vivienda de Interés Social, en la categoría de industrializados, que fue organizado por SEDEGOL; haciéndose acreedora a un reconocimiento por su aportación técnica.

También, ha recibido reconocimientos por la construcción de unidades habitacionales en países del extranjero. Entre ellos se encuentra el Premio Nacional de Diseño IMCE (Instituto Mexicano de Comercio Exterior) para la Exportación.

2.5 APLICACIONES GENERALES

Actualmente, todas las naciones atraviesan por un problema muy grave, que es el de la vivienda. Ya que debido al cada vez más crecimiento desmedido de la población, la demanda de vivienda es muy alta. Por lo que este problema requiere para su solución, del esfuerzo conjunto de quienes participan en la labor de la edificación; ya que tanto por el déficit de los espacios de este tipo, como por el incremento de la población, este problema requiere de una mayor atención.

Tomando como base este problema, el sistema Fierrocuret está enfocado primordialmente a la construcción de espacios

habitacionales de tipo popular; ya sea a la edificación de viviendas unifamiliares o multifamiliares.

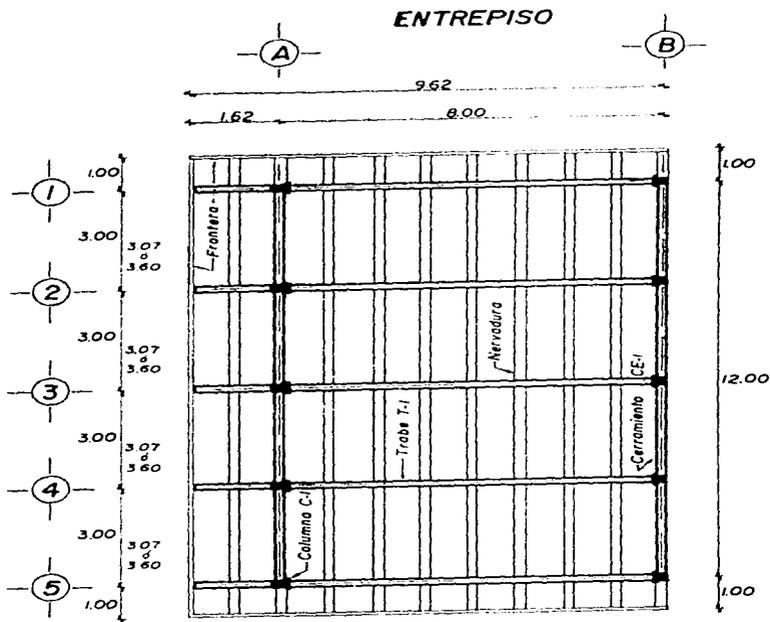
Las edificaciones construidas con el sistema fierrocret se pueden adecuar en función y forma a cualquier necesidad, ya que es flexible y se adapta a cualquier proyecto arquitectónico.

El sistema es múltiple en cuanto a su uso, porque es ideal para utilizarlo con todo éxito en todo género de edificaciones como:

- Viviendas progresivas de casas de un piso.
- Viviendas progresivas en edificios de hasta 5 niveles. ³
- Escuelas.
- Clínicas.
- Oficinas.
- Talleres.
- Comedores.
- Industrias.
- Bodegas.
- Almacenes.
- Comercios.
- Mercados.
- Centros recreativos, etc.

Además, la construcción de una vivienda se puede adaptar a cualquier clima; por lo que para la construcción de losas, muros de carga y divisorios, se pueden emplear materiales de la región.

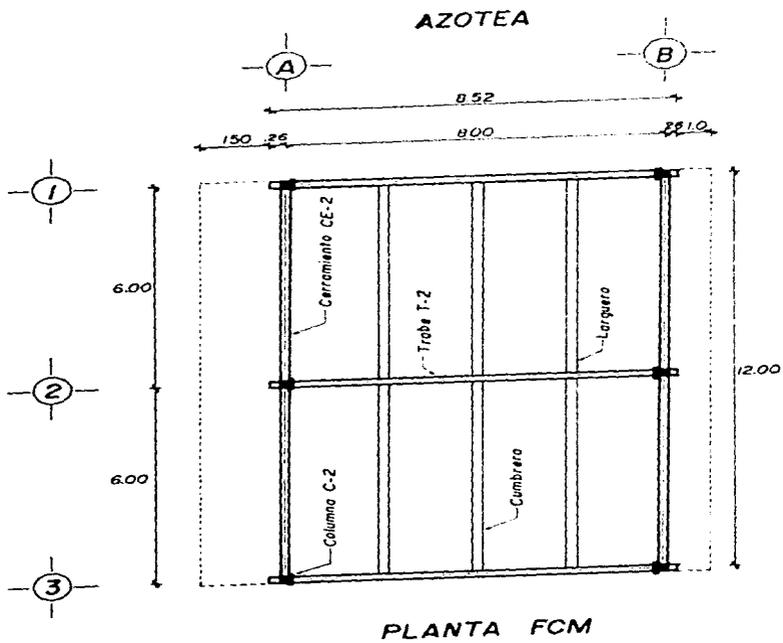
Como ejemplo de las múltiples aplicaciones del Fierrocret, en la figura 2.6.1 a, b y c, se muestra un ejemplo de un prototipo correspondiente a una aula de dos niveles, aunque también se le puede dar algún otro uso, dependiendo de la magnitud de las cargas a soportar.



FCC (FIERROCRET CONCRETO).

ESCALA: 1:100
 ACOTACION: m.
 AREA: 115.44 m²

Figura 2.6.1 (a) Prototipo Mixto FCC-FCM 2N.



FCM (FIERROCRET MULTIPLE).

ESCALA: 1:100
ACOTACION: m
AREA: 95.00m²

Figura 2.6.1 (b) Prototipo Mixta FCC-FCM 2N.

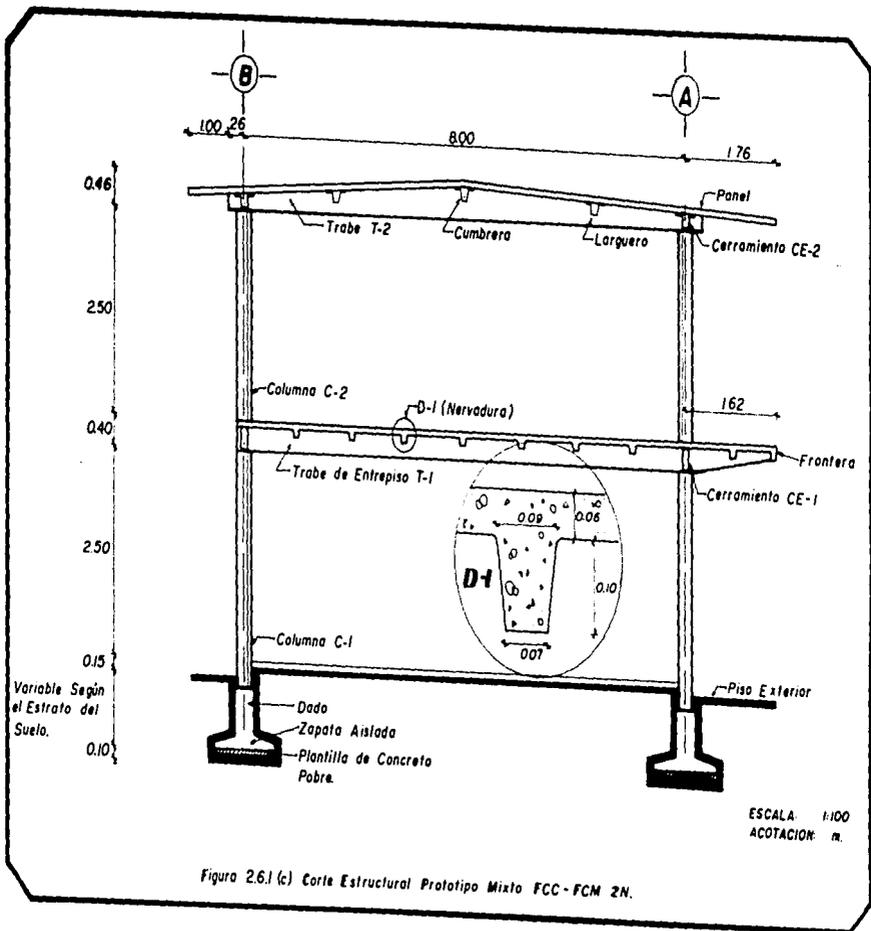


Figura 2.6.1 (c) Corte Estructural Prototipo Mixto FCC-FCM 2N.

Gracias a esta figura se puede observar a algunos de los elementos y ventajas que proporciona el Ferrocret; tal es el caso de la versatilidad, ya que como se puede ver, se puede construir esa edificación mediante el empleo de un método mixto, es decir, el primer nivel a base de elementos de concreto (FCC), y el segundo nivel a base de largueros, cumbreras, paneles, etc., (FCM). Además, se pueden observar algunos de los perfiles correspondientes a cada uno de los niveles, así como sus respectivas dimensiones.

Con este y otros prototipos que han sido creados, no se pretende haber encontrado una solución ideal para los problemas habitacionales. Sin embargo, se considera que las soluciones encontradas, resultan de interés y son factibles de realizarse como participación en la solución de espacios populares de todo tipo.

2.6 ESPECIFICACIONES DE LA CIMBRA METALICA AUTOPORTANTE

Desde su punto de vista técnico, para hacer construcción masiva económica, este sistema utiliza dos elementos fundamentales de concreto bien resueltos: un muro y una losa; los cuales son construidos cada uno, a base de una cimbra metálica autoportante y una cimbra sencilla racionalizada. Las características y ventajas que proporcionan estas dos clases de cimbras, principalmente la autoportante son:

a) Control.

Debido a los problemas que se presentan en las obras cuando se utiliza cimbra de madera, tales como mermas, dificultad de almacenaje y la imposibilidad de mantener la limpieza necesaria para trabajar con rapidez y eficiencia; con la utilización de la cimbra metálica se ha tratado de resolverlos, realizando diversas

pruebas hasta llegar a obtener una cimbra metálica modulada y estandarizada.

La cimbra metálica esta formada por tablonces laminados, de dimensiones adaptables a casi todos los elementos estructurales de concreto. Su peso es de 32 kg/m² de superficie de contacto.

Con estas características, el almacenaje de la cimbra metálica resulta fácilmente controlable. Ya que los tablonces metálicos pueden acomodarse en poco espacio. Y para su mantenimiento, basta aplicarle, antes de cada uso, diesel o aceite quemado, para que se aumente aun más su duración.

b) Economía.

Con el empleo de esta cimbra, se abaten los costos de construcción. Esto es posible gracias a que:

1. Se pueden efectuar 2000 colados como mínimo con la misma cimbra; por lo que su amortización es más rápida, obteniéndose construcciones más económicas.
2. Además de que los proceso de cimbrado, colado y descimbrado se pueden efectuar en la mitad del tiempo que se emplea ahora.
3. No se requiere mano de obra especializada para realizar el colado.
4. Para fijar los tablonces metálicos a los polines (por que si se desea se pueden usar para el colado de muros), basta clavar alternativamente, uno si y dos no. Una caja de clavo estándar de 76 mm es suficiente para 23 m² de superficie de contacto.
5. La cimbra metálica es ligera y fácil de acomodar; por lo que las maniobras de carga y descarga son más rápidas.
6. La cimbra metálica se alquila o se vende. Si se alquila, los costos de renta son bajos. Si se compra, y posteriormente se quiere vender, se recupera aproximadamente del 18% al 23% de la inversión.

c) Calidad

Esta cimbra asegura que la calidad del concreto empleado proporciona acabados aparentes inmejorables. Además, se sabe de la importancia que tiene mantener la relación agua - cemento; cuando se usa madera como cimbra, esta absorbe una cantidad de agua, mientras que la cimbra metálica no lo hace.

La calidad que tienen las cimbras se refleja en el tipo de materiales que se usa. Las laminas que se usan para la fabricación de éstas son producidas por Altos Hornos de México, S.A., y de las mejores siderurgias del país.

d) Resistencia.

La cimbra esta probada en laboratorios de prestigio; la capacidad de carga de la cimbra para muros es de 3 000 kg/m², y para losas de 500 kg/m², 150% mas resistente que la madera. Esto con los apoyos separados a 1.5 m.

Las flechas producidas en estas condiciones, nunca son mayores de 1.5 mm. Ya que los tablonces metalicos trabajan en conjunto, formando viguetas atornilladas tipo "T". Con esto, la cimbra adquiere una notable rigidez, y como resultado, las cargas se reparten más uniformemente.

Todas estas características, hacen que este material empleado, sea el mas indicado para lograr una buena superficie de contacto.

Este tipo de cimbra contempla la sustitución de la madera de los apoyos por postes telescópicos. Con ello, se logra obtener un ahorro adicional en lo referente a la obra falsa. Además de que se trabaja en condiciones óptimas de limpieza y seguridad.

Para la realización de los cimbrados, se tienen disponibles un sistema integral de soportería metálica aplicable a diferentes alturas y diversas condiciones de carga.

e) Versatilidad.

La misma cimbra metálica que se emplea para el colado de losas planas, sirven también para colar: contratrabes de cimentación, columnas, castillos, trabes, dadas y guarniciones de banquetas. Así mismo, puede usarse en la construcción de muros de contención.

Además, teniendo la cimbra en el lugar de la obra, ésta puede usarse también para andamios.

Esta cimbra metálica se ha usado en la construcción masiva de vivienda por varios institutos como: INFONAVIT, D.D.F., PEMEX, FIDIVESU, FOVISSSTE y por numerables empresas más.

f) Modular.

El proyecto arquitectónico se modula en unidades de 0.80, 0.90 y 1.00 m.

Los módulos de la cimbra del muro son: 0.15, 0.20, 0.40, 0.45 y 0.50 m.

g) Flexibilidad.

El sistema permite crecimientos progresivos verticales.

h) Técnico.

El método de edificación es manual y no requiere de mano de obra especializada.

La cimbra de los muros ya tiene solucionado todos sus accesorios complementarios, para construir con rapidez.

i) Creativo

La cimbra metálica autoportante no requiere para su colocación andamios, puntales, madera, clavos o alambres; ya que se sujetan por gravedad. Esto es una innovación a nivel mundial.

j) Fácil

Con sólo dos cuadrillas de obreros no especializados (integradas cada una por dos personas), se cimbran 384 m² de losa por día.

k) Rápido.

Con el sistema Fierrocuret, se logra una velocidad de cimbrado de aproximadamente 50 m²/hr., con solamente tres operarios no especializados, por lo cual, da un ahorro en mano de obra de 87% con respecto a los sistemas tradicionales de construcción.

El empleo de la cimbra metálica autoportante sobre apoyos longitudinales, la eliminación del cimbrado de vigas, armaduras, postes verticales, o cualquier otro tipo de sustentación que se relacione con el piso, permite realizar simultáneamente en una construcción otro tipo de trabajo.

Por lo general, la cimbra de madera obstruye tanto que no es posible realizar al mismo tiempo otras actividades.

Mientras que con el empleo de la cimbra metálica autoportante, se pueden efectuar otras actividades como: muros divisorios, puertas, ventanas, pisos e instalaciones eléctricas. Si estos se hacen a la vez que el proceso de cimbrado y colado, permitirán un ahorro de tiempo considerable.

Además, se utiliza junto con la cimbra metálica autoportante otros procedimientos para construir losas en obras, como el bombeado de concreto y el vapor, se puede realizar colados de

concreto en ciclos de 72 horas que comprendan las siguientes operaciones:

- 1.- Cimbrado;
- 2.- Colocación de las instalaciones eléctricas;
- 3.- Instalación del concreto; y
- 4.- Descimbrado.

Con este tiempo tan reducido, en el ciclo de un colado se tiene margen de seguridad de 1 a 2 días para absorber los eventuales tiempos perdidos que suelen manifestarse en esta operación: días de fiesta, lluvias, esperas imprevistas, errores y algunos casos fortuitos o de fuerza mayor.

Simultáneamente con la cimbra metálica autoportante, se proporciona al empresario de la construcción toda clase de asesoría técnica y planos, tan detallados como los utilizados en la fabricación de estructuras o en las instalaciones eléctricas.

2.7 ESPECIFICACIONES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ACERO

Actualmente las estructuras desempeñan un papel muy importante dentro de la industria de la construcción. Ya no es raro ver que en las edificaciones se tenga una tendencia marcada al empleo de elementos estructurales como las columnas, vigas y losas aligeradas, como principales elementos de sustentación y los únicos integrantes de la obra negra. Esto se debe básicamente a que como actualmente se vive un notable crecimiento en lo referente a la elaboración de acabados arquitectónicos, basta con tener construidas a estos tipos de estructuras, para que únicamente se fijen en ellas toda esta vasta gama de acabados que existen.

Una estructura puede concebirse como un sistema, es decir, como un conjunto de partes o componentes que se combinan en forma ordenada para cumplir una función dada. Esta función puede ser entre otras: encerrar un espacio, como sucede en los diversos tipos de edificaciones; salvar un claro, como puede ser para un puente, o para contener empujes, como es el caso de los muros de contención, tanques, diques, etc.

Cualquier tipo de estructura debe cubrir la función a la que esta destinada, con un grado razonable de seguridad y de manera que tenga un comportamiento adecuado en las condiciones normales de servicio.

Además, estas tienen que satisfacer otros requisitos tales como: mantener el costo dentro de los límites económicos y satisfacer determinadas exigencias estéticas. Le ahí que la elección del tipo de estructuras que se suministraran a una edificación es uno de los factores que mas influyen en el costo de un proyecto.

La elección de una estructura también trae consigo, la elección del tipo de material con el que se piensa construir ésta. Y al hacer esta elección, el proyectista debe de tener en cuenta las características de la mano de obra y el equipo necesario; así como también el procedimiento constructivo más adecuado para el caso tratado.

Después de determinar el tipo de estructura que formará parte de una edificación, el siguiente paso es realizar una idealización (o análisis estructural) de estas, para estudiar los efectos de las acciones o solicitaciones a las que van a estar sometidas.

Una vez realizado el análisis estructural, la siguiente fase a realizar es el diseño estructural, el cual tiene por objeto, la optimización del sistema estructural; es decir, obtener la mejor

de todas las soluciones posibles, ya que como se sabe, no existen soluciones únicas, sino solamente razonables.

Puede ser útil optimizar de acuerdo con determinados criterios tales como: con el peso de las estructuras, lo cual implica la determinación de las dimensiones de la pieza, otro podría ser con los costos mínimos, etc.

Después de haber realizado el diseño estructural, la siguiente fase a realizar es comunicar los resultados obtenidos de este proceso a las personas que van a ejecutar la obra. Y esta comunicación de datos necesarios se hace mediante el empleo de planos y especificaciones técnicas escritas u orales.

Este aspecto final no debe descuidarse, ya que el disponer de planos claros y sencillos, y de especificaciones claras y concretas, evita errores y confusiones a los constructores.

Se debe de tener en cuenta que una estructura es uno de los muchos subsistemas de un sistema más complejo. Por ejemplo, el sistema podría ser un edificio, y algunos de los subsistemas serían: las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, elevadores, acabados, etc.

Es por ello que en el diseño de un subsistema estructural deben considerarse no solamente los aspectos de eficiencia estructural, sino también las relaciones de la estructura con los demás subsistemas existentes. Así por ejemplo, un muro de carga puede ser también un elemento arquitectónico de fachada y servir de elemento rigidizante al mismo tiempo.

Para determinar la relación que existen entre la estructura principal de una edificación y el resto de los subsistemas que la integran, se puede hacer uso de la técnica americana, la cual se

emplea para calcular presupuestos aproximados, ya sean referentes a viviendas unifamiliares o multifamiliares, según sea el caso.

La técnica americana se basa en utilizar medidas de volumen y no de superficie, ya que se considera que es lo más cercano a la realidad, en comparación con el metro cuadrado de superficie cubierta que también suele utilizarse. Y como ejemplo de lo que plantea esta técnica, en el cuadro 2.7.1 se muestra la relación que existe entre cada uno de los diversos subsistemas que integran a una edificación, en este caso, a una vivienda unifamiliar, en donde dicha comparación se mide en porcentaje.

En esta tabla se observa que el costo total de las estructuras es el más considerable, comparado con el resto de las partidas consideradas; pero esto no quiere decir que sea el más importante, de ahí que en muchas ocasiones no se justifican refinamientos excesivos en el cálculo estructural.

Gracias al avance tecnológico que ha alcanzado la industria de la construcción, actualmente es posible construir ya no únicamente estructuras como se hacían anteriormente a base de materiales como piedra, madera, etc.; sino que gracias a ese avance, hoy en día se pueden construir estructuras con materiales mucho más resistentes, económicos y durables como: el concreto simple o reforzado, acero, etc., hasta de acero rellenas de concreto.

Este último caso es el que presenta el sistema constructivo Fierrocrcet, del cual ya se han mencionado sus respectivas características. Pero para conocer más acerca de las estructuras que se rellenan de concreto, en los subtemas siguientes, se mencionarán las respectivas características de cada una de ellas, como lo son las columnas, trabes y cerramientos.

Cuadro 2.7.1**Distribución Aproximada del Costo de las Partidas que Integran a una Vivienda Unifamiliar. 4**

CONCEPTO	PORCENTAJE
Cimentación	19.00
Trenajes	2.00
Estructura	15.00
Muros	11.00
Flejes	6.00
Afletes	7.00
Aplanchado	7.00
Rebordes, molduras	4.00
Instalación sanitaria	5.00
Muebles de baño	5.00
Instalación eléctrica	5.00
Rejería	2.00
Carpintería	6.00
Cerrajería	1.00
Vidriería	1.00
Yesería	3.00
Pintura	4.00
Limpieza y varios	5.00
Total	100

Antes de comenzar a mencionar las respectivas características de los elementos estructurales: columnas, travesaños, cerramientos y fronteras metálicas, es importante mencionar las siguientes consideraciones.

Si se desea construir una edificación mediante el empleo del sistema constructivo Ferrocet, basta con llevar a cabo la realización del proyecto arquitectónico, en base a las dimensiones de entre ejes que establece para tal fin el sistema; para que una vez efectuado éste, se le proporcione a la Cia. A.I.M.S.A., junto con algunas otras especificaciones, para que ésta lleve a cabo el cálculo de las estructuras de acero que requiera el proyecto; así como el de todos los dispositivos necesarios que se requieran para poder efectuar el montaje de éstas en el lugar de la obra.

Los datos o especificaciones más importantes que deben de acompañar al proyecto arquitectónico que se le tiene que entregar a la Cia. A.I.M.S.A., son básicamente los siguientes:

- a) La resistencia del suelo de cimentación; esto para determinar las dimensiones de las zapatas aisladas, así como las dimensiones de los dispositivos de anclaje para fijar las columnas en las zapatas.
- b) El tipo de muro que se va a construir, así como su respectiva carga de diseño por metro lineal de muro. En el primer caso, es importante conocer el tipo de muro que se va a construir para la edificación junto con sus dimensiones, para determinar el tipo de traveses y cerramientos que se van a emplear, de los cuales se hará mención en el subtema siguiente. Así mismo, es importante mencionar la carga de diseño por metro lineal de muro, esto para que se puedan dimensionar las zapatas y los correspondientes dispositivos de anclaje.
- c) El tipo de losa que se va a construir, con las respectivas dimensiones de todos los elementos que la integran y la carga de diseño por metro cuadrado de losa. Este punto es importante, ya que de él dependerán las dimensiones de las zapatas, columnas, traveses y cerramientos metálicos; así como las

operaciones para realizar el anclaje de la losa con las trabes metálicas.

Una última consideración que vale la pena mencionar, antes de comenzar a enunciar las respectivas especificaciones de los elementos estructurales de acero, es que debido a que el presente trabajo únicamente contempla el estudio de la aplicación del sistema constructivo Fierrocret en la construcción de viviendas unifamiliares, no se hará mención de algunos aspectos técnicos como podrían ser lo referente al análisis estructural de las estructuras, su diseño estructural, etc.; pero se espera que con la información mencionada de cada una de dichas estructuras, se logre presentar un panorama lo más completo y claro posible, el cual permita tener una mejor visión del sistema Fierrocret.

2.7.1 COLUMNAS

Las columnas metálicas, como ya se ha mencionado anteriormente, son fabricadas con lamina de acero de alta resistencia doblada en frío; usándose más comúnmente la lámina de calibre 14. Y podría decirse que en términos generales, el procedimiento que se sigue para el dimensionamiento de este tipo de columna es similar al que se sigue para el dimensionamiento de las columnas de concreto.

Dependiendo de la magnitud de una edificación, las columnas metálicas pueden tener básicamente dos tipos de perfiles principales (ver figura 2.7.1.1 a y b).

En la figura "a" aparece un perfil correspondiente a una vivienda que puede ser de un nivel o de dos niveles, pero el perfil corresponde al segundo nivel. Y en la figura "b", se

muestra un perfil correspondiente al primer nivel de una casa de dos o más niveles.

Básicamente, estos son los dos tipos de perfiles de columnas que existen. El primero (a), es para viviendas cuyas cargas de las losas, ya sea de azotea o entrepiso, no son tan considerables. Mientras que en el caso del perfil (b), se presentan cargas considerables, como pueden ser las que provocan los elementos que integran al segundo nivel de una vivienda.

Para realizar el montaje de las columnas en la obra se incluyen cuatro refuerzos para columna, los cuales se ahogan en la zapata aislada mediante unas anclas que se le hacen en la parte inferior, y sirven para fijar a la columna con la zapata para rigidizarla.

Los refuerzos para columna traen en su parte superior cuerda (como si fueran tornillos), y una tuerca, la cual sirve para fijar fuertemente columna y zapata.

Por su parte, las columnas traen en su parte inferior una placa de acero con cuatro orificios, los cuales sirven para introducir los refuerzos de columna y fijar así la columna con la zapata mediante el empleo de la tuerca mencionada.

Así también, las columnas traen hechos de fábrica en la parte superior otra placa de acero con otros cuatro orificios, por medio de los cuales se fija a la trabe metálica con la columna, mediante el empleo de tornillos de cuerda estándar de alta resistencia, de 1/2" de diámetro.

También, las columnas tienen en su parte interior unos separadores de acero, los cuales corren a todo largo de la columna, y sirven para mantener constante el ancho de la sección; y de esta manera se evita que varíe el ancho de la columna, por

las maniobras ocasionadas por las operaciones de transporte, montaje en la obra, etc. Para tener una mejor visión de una columna en forma general, ver figura 2.7.1.2.

2.7.2 TRABES

Al igual que como sucede con las trabes de concreto simple o reforzado, las trabes metálicas se dimensionan en forma casi similar a éstas; empleándose para su fabricación lámina de acero de alta resistencia de calibre 14, doblada en frío y algunas otras herramientas comunes.

Las trabes metálicas pueden ser, en cuanto a su geometría, de dos tipos principales:

1. De sección longitudinal constante, y
2. De sección longitudinal variable.

Las trabes de sección constante, como su nombre lo indica, mantienen la magnitud del peralte y del espesor sin variar, a lo largo de todo su eje. El uso de este tipo de trabe, generalmente está destinado a edificaciones en cuyas losas de entrepiso o azotea, no presentan pendiente en cualquier sentido de la misma.

En cuanto a las trabes de sección variable, estas son utilizadas básicamente en edificaciones cuyas losas de azotea tienen cualquier tipo de pendiente; ya que la misma sección no permite utilizarlas en losas de entrepiso sin pendiente, esto por factores técnicos y económicos básicamente. Además, una ventaja que permiten este tipo de trabes, es que facilita la corriente de las aguas pluviales, además del buen aspecto que dan.

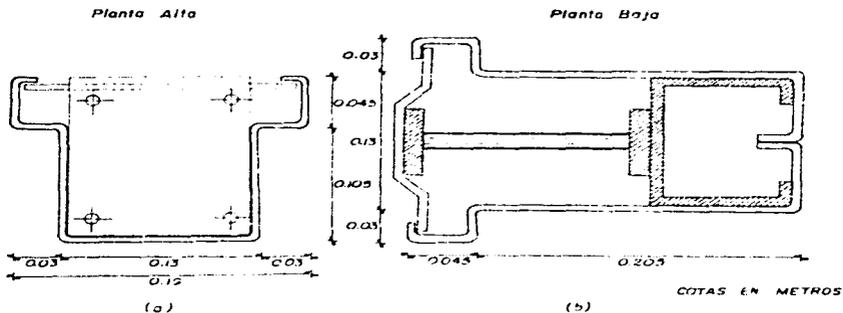


Figura 2.7.1 Perfiles Principales de las Columnas Metálicas

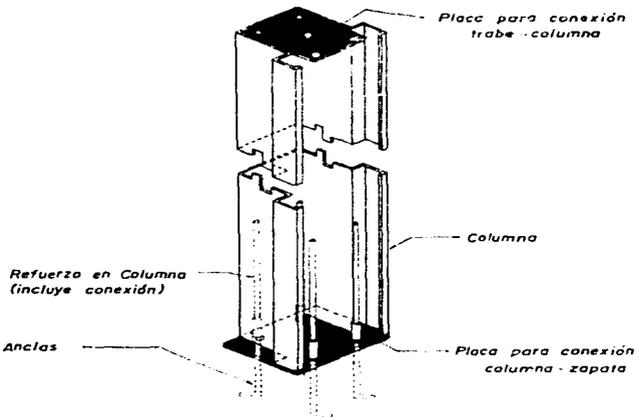


Figura 2.7.1.2 Detalle de los Elementos Integrantes de una Columna

Haciendo referencia a las trabes metálicas, en el lugar en donde va una columna de un proyecto, todas las trabes tienen en su parte inferior cuatro orificios que están hechos en la misma lámina; los cuales sirven para insertar en ellos tornillos de cuerda estandar de alta resistencia de 1/2" de diámetro, para fijar a la trabe con la columna, con el auxilio de determinadas tuercas.

Así también, las trabes tienen hechos en la cara de los extremos de ésta, cuatro orificios, los cuales sirven para fijar a los cerramientos metálicos con las trabes, con el auxilio del mismo dispositivo mencionado anteriormente.

Es importante mencionar que las trabes pueden o no tener hechos los orificios para conectar los cerramientos en ambas caras de los extremos, ya que ello dependerá del tipo de proyecto.

Además, en las esquinas de las trabes (respecto al eje longitudinal), éstas tienen colocada una placa de acero que tiene dos orificios, los cuales sirven para fijar a las fronteras metálicas con la trabe, con el mismo tipo de tornillos que se emplean en las demás conexiones. Vale la pena mencionar que un proyecto puede o no contener fronteras metálicas en alguno de los dos extremos de la trabe o en ninguno de ellos.

Una característica importante, y quizá la más visible, es el hecho de que en la parte superior de las trabes, éstas presentan un mecanismo que consiste en un doblez de la lámina hacia el interior de ella a lo largo de todo su eje, el cual sirve para apoyar las lenguetas de la cimbra metálica autoportante para el colado de la losa. Este doblez tiene entre 3 y 5 cm aproximadamente.

También se incluye en toda trabe, unos separadores de lámina de acero, los cuales están colocados en la parte superior de la trabe; y estos sirven para mantener constante el ancho de la trabe a lo largo de toda su longitud.

En cuanto a la fabricación de las trabes, éstas pueden estar fabricadas de una sola pieza o de dos piezas, dependiendo de la naturaleza de las cargas que esta vaya a soportar.

Cuando estas son de una pieza, tienen forma de "U"; y cuando son de dos piezas, se trata de dos "L" unidas entre sí.

Otra característica importante que tienen las trabes metálicas, es que se pueden adaptar a el tipo de muro que se va a construir para una edificación. De ahí, que se tengan dos tipos de trabes con sección inferior diferentes:

1. De sección inferior cerrada, y
2. De sección inferior abierta.

Las trabes de sección inferior cerrada, son las que tienen forma de "U" o de dos "L" unidas. Y estas se emplean en edificaciones que se construirán con muros de cualquier tipo de tabique o panel prefabricado, actuando como muro de carga; es por ello que su sección inferior está cerrada, ya que no existe ningún problema para poder construir los muros de éstos tipos.

Las trabes de sección inferior abierta están formadas por dos secciones en forma de "I", las cuales están unidas entre sí por medio de separadores superiores e inferiores. Este tipo de trabe se emplea, principalmente, en edificaciones cuyos muros van a ser construidos a base de concreto (como los propone el sistema constructivo Ferrocement).

La sección de estas trabes es abierta, ya que de esa forma, es posible llevar a cabo el colado de los muros de concreto sin que se presente algún problema.

En este caso, este tipo de trabe se apoya sobre los muros, y no funciona como muro de carga como sucede con el caso anterior.

Para tener una mejor visión de las trabes de sección inferior cerrada y abierta, se muestra en la figura 2.7.2.1 "a" y "b", un dibujo de cada una de ellas.

Una última característica que presentan las trabes metálicas, es el hecho de que cuando un proyecto contempla la construcción de losas nervadas (como lo propone el sistema Fierrocuret), en cada una de las trabes se le practican unas perforaciones en la parte superior de las caras de ésta, de acuerdo con la separación que vaya a haber entre nervadura y nervadura; esto se hace con la finalidad de introducir en cada una de dichas perforaciones, el acero de refuerzo de cada una de las nervaduras, para que ésta quede perfectamente apoyada sobre la trabe metálica y desempeñe así correctamente sus funciones.

Para conocer en forma general a los dispositivos para anclaje que se le practican a las trabes, como por ejemplo las placas que traen el los extremos para conectar fronteras, columnas, cerramientos, etc., se menciona en la figura 2.7.2.2 un dibujo de una trabe metálica de sección cerrada, en la cual se representan a cada uno de los dispositivos mencionados.



a) Sección Inferior Cerrada



b) Sección Inferior Abierta

Figura 2.7.2.1 Principales Tipos de Traveses Según su Sección Inferior

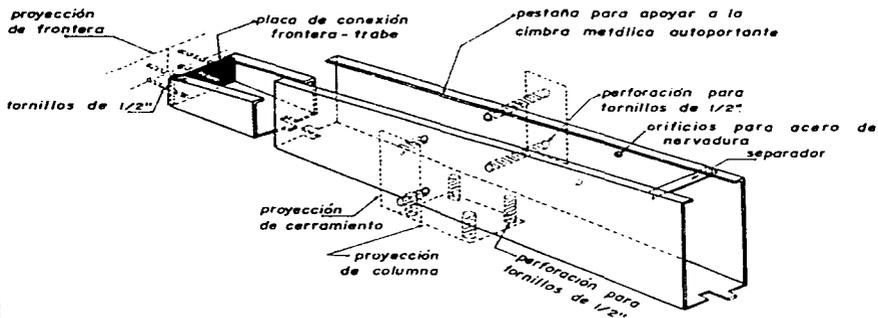


Figura 2.7.2.2 Detalle de los Elementos Integrantes de una Trabe

2.7.3 CERRAMIENTOS

Los cerramientos metálicos sirven para desempeñar básicamente las mismas funciones que los cerramientos comunes de concreto armado. La única diferencia que es más visible en comparación con los otros, es que su sección es menor comparada con la que tienen los de concreto armado. Pero para conocer más acerca de la importancia que tienen, se mencionan a continuación sus características más importantes.

Al igual que como sucede con las columnas y trabes, este tipo de cerramiento se fabrica con lamina de acero de alta resistencia de calibre 14, soldada en frío.

Los cerramientos metálicos, al igual que las trabes, pueden ser de dos clases dependiendo del tipo de sección inferior que tengan:

1. Cerramiento de sección inferior cerrada.
2. Cerramientos de sección inferior abierta.

Los cerramientos de sección cerrada tienen forma de "U", y se fabrican de una sola pieza. Se usan en la construcción de edificaciones en cuyos muros de concreto se construirán con cualquier tipo de pieza prefabricada, como pueden ser tabiques, paneles, etc.

En este caso, los muros se levantan hasta pegar con el cerramiento, actuando como muros de relleno.

* Este tipo de cerramiento tiene en uno o en ambos extremos (dependiendo del proyecto), una placa de lamina de acero con cuatro orificios, la cual sirve para conectar al cerramiento con las trabes metálicas, mediante la utilización de tornillos de 1/2" de diámetro con tuercas establecidas.

Así también, en la parte superior de estos cerramientos, aparece un doblez de la misma lámina, en la cual están colocados unos separadores de lámina de acero, los cuales permiten mantener constante la sección interior del cerramiento, (ver figura 2.7.3.1).

En cuanto a los cerramientos de sección inferior abierta, estos se fabrican a partir de la unión de dos piezas que tienen forma de "I", mediante unos separadores que se le colocan en la parte interior del mismo, esto tanto en la sección superior, como en la inferior.

Este tipo de cerramientos se emplean principalmente en edificaciones en cuyos muros se construyen a base de concreto. De esta forma permiten que el colado de los mismos se pueda llevar a cabo con facilidad. En este caso, dichos muros se construyen hasta topar con el cerramiento.

Al igual que los cerramientos de sección inferior cerrada, este tipo de cerramiento tiene en uno o en ambos de sus extremos (según proyecto), una placa de acero con cuatro orificios, con la cual se fija al cerramiento con la trabe, mediante el empleo de los tornillos y tuercas ya mencionados; (ver figura 2.7.3.2).

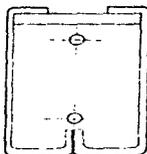
Es conveniente mencionar que un proyecto puede o no tener contemplado el empleo de fronteras metálicas, de ahí que no exista un subtema especial para hablar de ellas. Pero como forman parte del sistema Fierrocrcet, y como se emplearan para describir el procedimiento constructivo de una vivienda unifamiliar y para realizar así mismo su presupuesto, en las líneas siguientes se mencionaran sus características principales.

Las fronteras metálicas tienen forma de "J", y se fabrican del mismo tipo de lamina y son de una sola pieza; es decir, no son unidas varias.

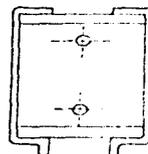
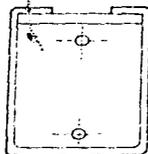
Todas las fronteras traen en una o las dos caras de sus extremos dos orificios, con los se fija con las trabes, mediante el empleo de tornillos de 1/2" de diametro.

Su uso generalmente se debe a aspectos estéticos; aunque al mismo tiempo sirve para cimbrar la losa perteneciente a los bolados y como gotero de la misma, (ver figura 2.7.3.3).

Con la mención de éste último elemento que forma parte de las estructuras de acero, se da por concluido este capítulo 2.



a) Sección Interior Cerrada



b) Sección Interior Abierta

Figura 2.7.3.1 Principales Tipos de Cerramientos Según su Sección Interior

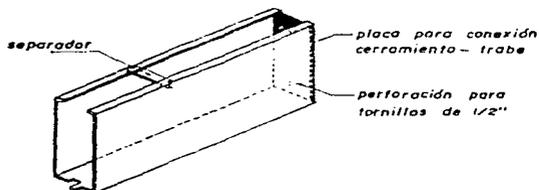
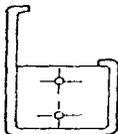
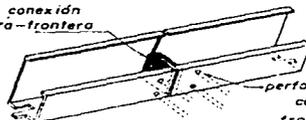


Figura 2.7.3.2 Detalle de los Elementos Integrantes de un Cerramiento



a) Perfil

placa conexión
frontera-frontera



perforación para
conexión
frontera-trabe

b) Detalle de su integración

Figura 2.7.3.3 Características de las Fronteras

N O T A S

C A P I T U L O 2

- 1 **Arquitectura Industrial Mexicana S.A. de C.V., es una empresa cuyos objetivos son la investigación tecnológica, el diseño de estructuras y elementos metálicos para la construcción a base de perfiles doblados en frío. También fabrica equipos de andamios y cimbra metálica para rentar. Para tal fin, cuenta con 11 000 m² de planta industrial, un grupo técnico en diseño y organización de obras masivas y de interés social, con una experiencia de más de 20 años en la participación y ejecución de más de 12 000 obras del sector público y privado.**

- 2 **El floteo es una operación sencilla que consiste en realizar el acabado arquitectónico de los muros de concreto inmediatamente después de haber realizado el descimbrado de los mismos. Esta operación se lleva a cabo mediante el empleo de un rallador, con el cual se realizan una serie de líneas paralelas, ya sean horizontales, verticales, inclinadas, etc., según se desee. De esta forma, se logra obtener acabados de calidad, ahorradores así, el empleo de otro tipo de material que pudiera elevar el costo de la obra.**

- 3 **Es importante saber que cuando se construye algún tipo de edificio de hasta cinco niveles, únicamente se hace uso de las cimbras metálicas autoportantes para el colado de las**

losas de concreto y de la cimbra metálica sencilla para el colado de los muros de concreto; por lo que no se utilizan a ningún tipo de estructura metálicas como: columnas, traveses y cerramientos (excepto si éstas se emplean en el último nivel). En este caso específico, se estaría combinando al sistema Fierrocet con algún otro método constructivo.

4 Carlos Suárez Salazar, "Costo y tiempo en Edificación", p. 268.

C A P I T U L O 3

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

3.1 DISEÑO

Antes de llevar a cabo la construcción de una vivienda es necesario tomar en cuenta una serie de previsiones tendientes a lograr la mejores condiciones de comodidad y economía, ya que posteriormente no se podrán considerar durante la construcción de la obra. De ahí que uno de los aspectos más importantes en la edificación de una vivienda este constituido por la etapa de su diseño o planeamiento inicial.

Una vivienda siempre debe de estar en relación con las características de sus habitantes, tanto en lo que se refiere al número de miembros de la familia, como a sus hábitos y gustos. Son estos los requerimientos a los que es necesario adaptar una construcción, tanto en el momento de construir, como dentro de un futuro previsible.

Esto quiere decir, que al edificar una vivienda es necesario tomar en cuenta las necesidades cambiantes de la familia a lo largo del tiempo que se piensa usar la vivienda, fundamentalmente en lo que respecta a crecimiento o disminución del número de miembros de la familia, por nacimientos o matrimonios.

Si por una parte el número de habitaciones es determinante principal del tamaño de una casa, por otra, los recursos económicos son limitantes en lo que respecta al tamaño y a la calidad de los materiales de la misma.

De acuerdo con esto, la vivienda ideal es aquella que resuelve en forma equilibrada las necesidades con los recursos económicos disponibles.

Este principio tan simple, con mucha frecuencia es pasado por alto, con resultados tan desafortunados para las familias que tardan muchos años en construir o que sencillamente no pueden concluirlo debido a la falta de dinero.

Elementos de una Vivienda y sus Dimensiones Mínimas

En términos generales, los elementos mínimos recomendables para la construcción de una casa habitación son los siguientes:

- a) Una recámara principal para los padres,
- b) Una recámara para los hijos,
- c) Una recámara para las hijas,
- d) Una cocina independiente (con estufa y fregadero),
- e) Un baño (con excusado y regadera), y
- f) Un patio de servicios.

Además de estos locales, es recomendable la existencia de un lugar de reunión (sala o estancia), que en ciertos casos, mediante el empleo de sofás - camas, puede funcionar como recámara adicional durante la noche y como sala durante el día.

De acuerdo con el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, estos locales requieren como mínimo las siguientes dimensiones mostradas en el Cuadro 3.1.1.

¿ Cómo hacer un proyecto ?

Una vez de haber considerado los locales que son indispensables para que pueda vivir una familia, se busca la forma de distribuirlos con objeto de evitar espacios

desperdiciados o innecesarios, tales como pasillos excesivos que encarecen el costo de una construcción.

Cuadro 3.1.1

Dimensiones Mínimas de los Locales Según el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

LOCAL	DIMENSIONES AREA (m ²)	LIBRES LADOS (m)	ALTURA MINIMA (m)
Recámara principal	7.00	2.30	2.30
Recámara adicional	6.00	2.00	2.30
Estancia	7.30	2.60	2.30
Comedor	6.30	2.40	2.30
Cocina	3.60	1.50	2.30
Baños	2.50	1.00	2.10
Patio de Servicios	6.25	2.50	Variable

Aquí es conveniente repetir que es posible lograr economías en la construcción mediante la realización de un buen proyecto; o por el contrario, provocar gastos excesivos a un proyecto mal realizado.

De acuerdo con el R.C.D.F., a continuación se mencionan algunas consideraciones importantes que hay que tomar en cuenta para la realización de un proyecto, las cuales algunas veces suelen pasarse por alto.

a) Delimitación del Terreno.

Es de suma importancia tener en cuenta que cuando se va a llevar a cabo la construcción de cualquier tipo de vivienda, no se debe de construir en toda la superficie del predio, ya que de acuerdo con el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (R.C.D.F.), se debe de dejar sin construir por lo menos el 20% de la superficie total del terreno, ya que dicho porcentaje será destinado a la construcción de áreas verdes, y al mismo tiempo permitirá la recarga de los mantos acuíferos.

b) Localización Geográfica por Clima y Viento.

A lo largo y ancho de nuestro país se dan casi todas las clase de climas posibles en el mundo, que van desde el extremo hasta el caliente, pasando por el frío y el templado.

En función de esta variedad, se requiere el empleo adecuado de un sistema constructivo que permita un buen confort a todos los ocupantes de una edificación durante todas las estaciones de año.

c) Iluminación y Ventilación Natural.

Es indispensable tomar en cuenta que absolutamente todas las habitaciones cuenten con iluminación y ventilación natural, es decir, que todas ellas den al exterior (si esto es posible), y cuenten con ventanas que den a la calle, a patios o a espacios abiertos. Con esto se logrará evitar malos olores, así como la proliferación de plagas.

El tamaño de las ventanas así mismo es importante, ya que no deben de ser demasiado pequeñas porque sus efectos serían nulos. El tamaño mínimo recomendable para una vivienda es de aproximadamente la quinta parte de la superficie del piso de la edificación.

Es también recomendable que cuando menos la tercera parte del área de la ventana se pueda abrir con objeto de lograr una ventilación adecuada. Como caso especial, es aceptable ventilar los baños por la azotea mediante linternillas u otras formas de ventilación.

Estas tres recomendaciones mencionadas, son básicamente las que no se deben de pasar por alto en la realización de un buen proyecto.

Una vez que han sido mencionadas las principales características del sistema constructivo Fierrocrcet, y tomando en cuenta todas las disposiciones que plantea el R.C.D.F., a continuación se procede a realizar un diseño de una casa habitación unifamiliar, el cual será de utilidad para describir el procedimiento constructivo de una vivienda unifamiliar como lo plantea el presente capítulo. Y para realizar dicho diseño, se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1) La vivienda unifamiliar a construir será de tipo residencial media baja (o interés social); es decir, la vivienda que tiene como característica la reducción de espacios.
- 2) El terreno disponible es un lote tipo cuya superficie de moda es de 7×21 ; es decir, de 7m de frente x 14m de profundidad, lo que equivale a: $(7 \times 14) = 98 \text{ m}^2$ de superficie.
- 3) La superficie correspondiente al 20% del terreno que se dejará sin construir es de: $(0.20 \times 98.00) = 19.60 \text{ m}^2$.
- 4) La superficie disponible para la construcción de la vivienda es de: $(98 \text{ m}^2 - 19.60 \text{ m}^2) = 78.40 \text{ m}^2$.
- 5) De acuerdo con lo que plantea el sistema Fierrocrcet, permite que una construcción crezca por etapas en forma horizontal y vertical en unidades de 3.00 m y 3.60 m de

distancia entre ejes. Por lo tanto, para este caso particular, se dejará una distancia de 3.00m entre ejes verticales y 3.00m entre los ejes horizontales.

- 6) Los espacios necesarios que se tomarán en cuenta para realizar el diseño de la vivienda son:

- Una recámara principal.
- Una recámara adicional.
- Una sala.
- Un comedor.
- Una cocina, y
- Un patio de servicios.

Una vez mencionadas estas especificaciones y como resultado de las mismas, en la figura 3.1.1 se muestra la planta arquitectónica de una vivienda unifamiliar, la cual será útil para describir su procedimiento constructivo en los subtemas posteriores. En dicha figura se observa que la vivienda ocupa una superficie de: $(6.00 \text{ m} \times 10.92 \text{ m}) = 65.52 \text{ m}^2$; por lo que la superficie que se dejará sin construir será de: $(98.00 \text{ m}^2 - 65.52 \text{ m}^2) = 32.48 \text{ m}^2$; por lo que cumple con el R.C.D.F. Cabe mencionar que el lote tipo no será bardado, por lo que la vivienda se construirá con cimientos intermedios y no de lindero.

Así mismo, en la figura 3.1.2 a y b se muestra la planta estructural de la misma vivienda, en la cual se pueden observar entre otras características: las dimensiones de las zapatas aisladas, de las columnas metálicas, trabes, cerramientos, fronteras, etc.

Además se incluye también la figura 3.1.3 que corresponde a la fachada principal de dicha vivienda, así como algunas otras características constructivas.

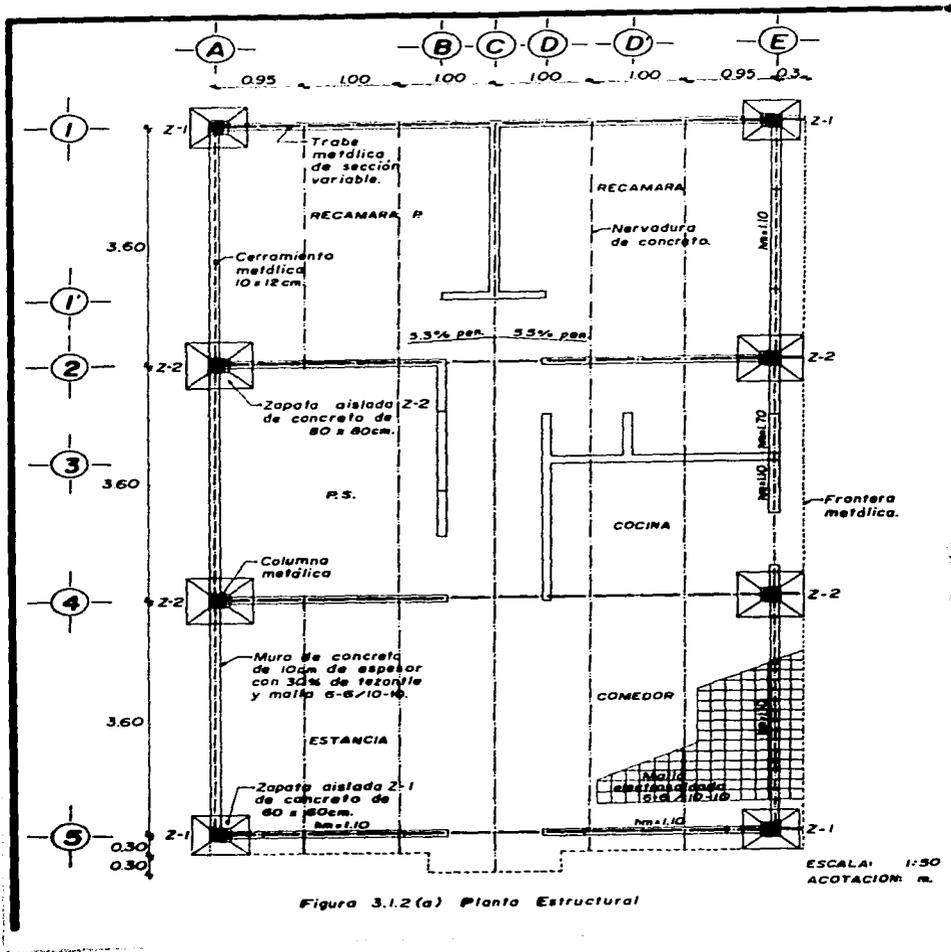
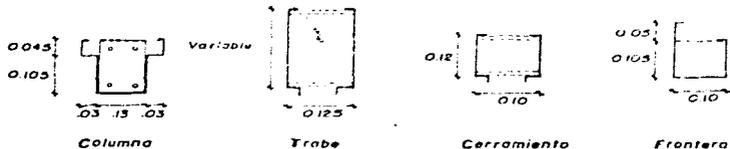
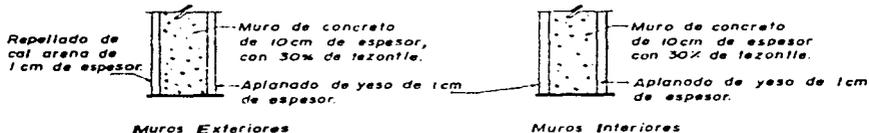


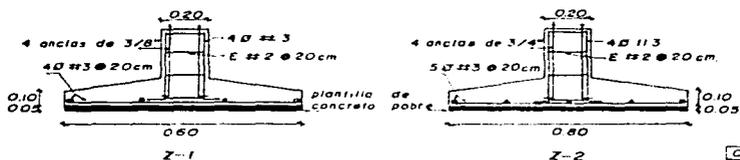
Figura 3.1.2(a) Planta Estructural



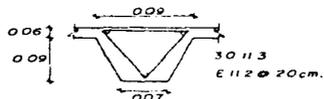
Perfiles Estructurales Calculados



Características de los Muros

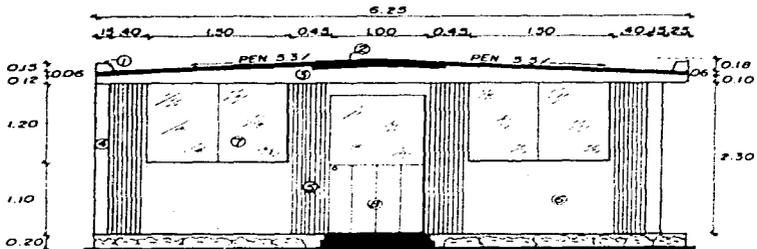


Características de las Zapatas Aisladas



Características de las Nervaduras

Figura 3.1.2(b) Especificaciones Constructivas



ESCALA: 1:50
ACOTACION: m.

ESPECIFICACIONES:

- 1) Chafalán de concreto de 15x15 cm.
- 2) Losa de concreto.
- 3) Trabe metálica.
- 4) Columna metálica.
- 5) Acabado aparente floteado.
- 6) Aplanado de mezcla serrateado.
- 7) Ventana de aluminio.
- 8) Puerta de aluminio.

Figura 3.1.3 Especificaciones de la Fachada Principal

3.2 CIMENTACION

Trabajos Preliminares.

Para iniciar la construcción de una vivienda es necesario una vez localizado el terreno efectuar previamente una serie de trabajos preliminares, comenzando con la realización de un croquis con la medidas de los límites del mismo, de los accesos y colindancias, para realizar un proyecto que cumpla con las condiciones físicas del lote.

Trazo y Nivelación.

Antes de hacer el trazo donde irá la cimentación se procede a la limpieza del terreno, es decir, quitar todo aquel material orgánico que estorbe, como pudiera ser plantas o hierbas, y rellenos que no ofrezcan seguridad por su composición.

El terreno debe emparejarse hasta que quede lo mas plano posible. Los rellenos deben de apisonarse muy bien, mojando y compactando con un pisón u otra herramienta disponible.

Todo aquel terreno que se rellena de manera manual disminuye considerablemente su resistencia. De allí que hay que evitar construir directamente en él; o bien, tomar las medidas de seguridad necesarias como bajar los cimientos al terreno firme con el consiguiente costo por la altura de los mismos.

Una vez que se limpió el terreno, la siguiente actividad a realizar es el trazo de la cimentación, en este caso de las zapatas aisladas. Para ello, se clavan una estacas y se tienden unos hilos en los ejes de proyecto, los cuales servirán para dibujar la casa a escala natural en el terreno.

Una vez que se han tendido los hilos de los ejes, se procede a marcar el ancho de la zanja que se va a excavar para la cimentación; dicha zanja tendrá aproximadamente 10 cm de más a cada lado con respecto al ancho de la base de la zapata, para que se pueda desarrollar más cómodamente la construcción de dicha zapata. Posteriormente, se marcan las líneas de los hilos con cal; y al quitar los hilos se debe evitar mover las estacas, ya que éstas servirán posteriormente para efectuar el trazo de los ejes de los muros.

Desde el trazado de la obra es conveniente tener en cuenta a que altura va a quedar el piso interior de la construcción con relación al nivel del terreno y de la banqueteta. Es necesario que éste quede más alto que el nivel del terreno, ya que así se podrá evitar que se meta el agua de lluvia o que se tengan humedades en los muros. Es por esto que el nivel del piso interior debe quedar aproximadamente unos 20 ó 30 cm por arriba del terreno, y cuando menos 15 cm arriba de nivel de la banqueteta. Para el caso específico de la vivienda propuesta el nivel del piso interior quedará a 20 cm respecto del patio exterior.

Excavación para Cimientos.

Las cepas o zanjas son excavaciones dentro de las cuales se construye la cimentación de una edificación. El ancho y profundidad de dicha excavación debe de ser de un tamaño adecuado a las dimensiones de los cimientos que se van a construir; de lo contrario, no cabrá el cimiento, si es que ésta está muy angosta o se desperdiciara trabajo y dinero si se hace más ancha y/o profunda.

Para hacer una excavación podría utilizarse desde una simple pala, como hasta explosivos. Para el caso particular de esta vivienda únicamente se requiere del empleo de pala y zapapico, ya que se trata de un terreno arenoso compacto, cuya capacidad de

carga es de 8 Ton/m². Cuando es necesario acarrear el producto de la excavación, se puede hacer por medio de una carretilla, botes de lamina, etc.

Para construir una cimentación es necesario eliminar la capa de tierra vegetal superficial ya que esta es la menos resistente, y cuyo espesor puede ser muy variable.

Es sumamente importante determinar de acuerdo con el esfuerzo necesario para hacer la excavación, cual es el tipo de terreno donde se va a construir, ya que de esto dependerá el ancho de la cimentación que se construya, ya que la profundidad y ancho del cimiento dependen de la calidad del suelo.

La excavación se hará respetando las líneas marcadas con cal que indican el ancho de la cimentación; pero no es necesario hacer la cepa más ancha de lo que se especifica.

La tierra producto de la excavación se dejará junto a las cepas, ya que volverá a necesitarse para rellenar las mismas una vez que han sido construida dicha cimentación. La tierra sobrante se empleará para rellenar el interior de la edificación con objeto de levantar el piso al nivel deseado sobre el terreno. El fondo de la excavación deberá quedar perfectamente nivelado.

Es muy importante que la profundidad de la excavación incluya el espesor de la plantilla, ya sea de concreto o de pedacera de tabique. Para este caso, se trata de una plantilla de concreto pobre de 5 cm de espesor.

Trazo del Drenaje

Antes de empezar a construir los cimientos de la vivienda, es necesario hacer los trazos de las líneas por donde van a pasar

los tubos del drenaje, es decir, que se dejarán los huecos o pasos para el drenaje y la tubería.

El trazo del drenaje debe hacerse desde el baño, cocina y registros, hasta el lugar por donde saldrá el drenaje a la calle. Existen algunas recomendaciones necesarias para realizar esta operación las cuales son:

- La línea del drenaje debe trazarse lo más recta posible.
- El drenaje debe situarse en un patio o pasillo exterior.
- En el caso en que no haya espacio suficiente, es mejor que el drenaje este en un lugar de fácil acceso y que no estorbe el uso de las habitaciones.
- La línea de drenaje mas cercana a un muro no debe pasar a menos de un metro de distancia de éste.
- Hay que marcar los sitios donde van a estar los registros; así como tomar en cuenta que debe de haber una distancia de 10 m como máximo entre ellos, y señalar también aquellos puntos donde haya un cambio de dirección del drenaje.
- Es necesario ubicar también un registro a un metro de distancia entre el límite del terreno y la calle.

Una vez hecho el trazo del drenaje, se hace la excavación que debe tener la amplitud suficiente para que se pueda trabajar dentro de ella.

El fondo de la zanja debe tener una pendiente mínima del 2% por cada metro que se avance.

Cuando se haya terminado la excavación, se apisona el fondo y se rectifica la pendiente para hacer los ajustes que sean necesarios.

El diámetro de los tubos de drenaje de concreto es de 15 a 10 cm. Conviene utilizar los de 15 cm en todo el ramal principal

que va de registro a registro; y en la conexión de los muebles del baño se recomienda usar el tubo de 19 cm.

Estos tubos se pegan con una mezcla de arena fina y cemento; y ésta se coloca en la punta de cada tubo, pero nunca en la campana.

Construcción de los Cimientos

Los cimientos son los apoyos de una construcción, y sirven para cargar el peso de toda una edificación, repartiéndolo uniformemente sobre el terreno en el que se encuentra desplantado.

Para la cimentación de una vivienda se debe tomar en cuenta el tipo de suelo y la altura de la casa. Por lo tanto el ancho de un cimiento depende de la carga concentrada en cada zapata y de la calidad del suelo.

Es recomendable que antes de empezar a construir la cimentación, en este caso las zapatas aisladas, se haga una plantilla de concreto pobre de f'c: 100 kg/cm², de 5 o 7 cm de espesor, la cual permite que la zapata transmita las cargas uniformemente al suelo.

Para efectos del proyecto propuesto, se consideran únicamente zapatas aisladas exteriores de concreto armado, a las cuales se les puede dividir para su construcción en dos partes:

- 1) La base o zapata, y
- 2) El dado que está en contacto con la columna.

La construcción de este tipo de cimientos requiere de la realización de tres pasos principales:

1) Armado del cimiento.

Primero se lleva a cabo el armado de la zapata fuera de la excavación, y de acuerdo con la planta estructural mostrada en la figura 3.1.2 el armado de la zapata Z-1, la cual tiene como dimensiones 60 x 60 cm por 10 cm de peralte, se hace con 4 varillas del #3, colocadas a cada 20 centímetros en ambos sentidos, amarrándose con alambre recocado. (Ver figura 3.1.2 b).

Por lo que se refiere al armado de la zapata Z-2, éste es similar al de la zapata Z-1, excepto en que sus dimensiones son de 80 x 80 cm, con los mismos 10 cm de peralte, y el armado de la parrilla se realiza con 5 varillas del #3 en ambos sentidos. (Ver figura 3.1.2 b).

Es importante que a cada varilla de cada una de las parrillas se le hagan en ambas orillas unos ganchos de por lo menos 12 diámetros, para que exista un mejor anclaje entre el acero y el concreto.

Después de haberse llevado el armado de las zapatas aisladas, se realiza el armado de cada uno de los dados. Para dicho armado se emplean 4 varillas del #3 y estribos del #2 a cada 20 cm. Es importante que en la parte inferior de cada una de las varillas que integran el dado se le hagan unas anclas para que exista una mayor adherencia entre la zapata y el dado. Y la longitud de dichas anclas es especificada por el fabricante de los elementos metálicos.

También se tiene que colocar el refuerzo para columna que proporciona el fabricante para recibir a la columna. En este caso dicho refuerzo se amarra con las varillas del dado. (Véase la figura 3.2.1 a).

2) Cimbrado

Para el cimbrado de la zapata y el dado se hace uso de la cimbra metálica sencilla o de la autoportante (la cual es rentada por el fabricante), y se fija bien mediante el empleo de algunos dispositivos como estacas, tabiques, etc.

3) Colado

Una vez realizado el armado y cimbrado de la zapata y del dado, se procede a realizar el colado de éstos, pudiéndose colar primero la zapata y después que se seque un poco se procede a colar el dado. Y para la elaboración del concreto, se pueden emplear ya sea medios manuales o medios mecánicos (lo cual es más recomendable).

A la hora de vaciar el concreto, se debe picar muy bien a éste mediante el empleo de una varilla u otro dispositivo para que se llene bien el molde y evitar así vicios ocultos.

Después del colado de la cimentación, ésta se puede descimbrar al día siguiente, pero procurando no someterla a esfuerzos grandes. Una vez que haya fraguado esta se procede a rellenar el resto de la cepa con el material sobrante producto de la excavación, procurando humedecerlo y apisonarlo bien, para que la zapata quede protegida. El aspecto final que presenta la cimentación se puede observar en la figura 3.2.1 b.

En el capítulo anterior se mencionó también que si el terreno era resistente se podría construir en lugar de zapatas aisladas, una plataforma con guarnición perimetral con dobleces, como la mostrada en la figura 3.2.2.

El proceso constructivo de dicha plataforma consiste en realizar un firme de concreto de con $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ o mayor; o



Figura 3.2.1 Proceso Constructivo de las Zapatas Aisladas

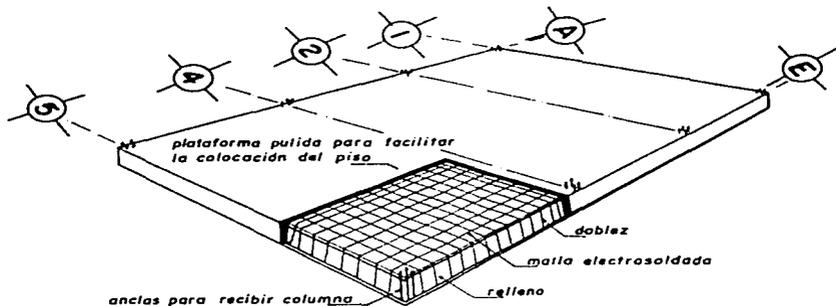


Figura 3.2.2 Plataforma con Guarnición Perimetral

construir un relleno del mismo material del terreno el cual tiene que ser compactado muy bien.

En la parte superior del firme o relleno se coloca una malla electrosoldada, a la cual se le tiene que hacer unos dobleces hacia la parte interior, los cuales van a cubrir el espesor del firme. A demas se tiene que dejar ahogadas las anclas para recibir a las columnas segun el sitio donde vayan a estar colocadas.

3.3 ESTRUCTURA DE ACERO

De acuerdo con la figura 3.1.2, se observa que para la vivienda propuesta se utilizaran un total de 8 columnas, 4 trabes de seccion variable, 6 cerramientos y 6 fronteras metálicas.

En general, los procedimientos que se siguen para montar a cada una de las estructuras metálicas de la vivienda es casi similar, ya que unicamente varia la forma de conectar a un elemento con otro.

A continuacion en los siguientes subtemas se describirá el procedimiento constructivo que se sigue para realizar la operaciones de montaje de cada una de las estructuras en el lugar de la obra.

3.3.1 COLUMNAS

La primera operacion a desarrollar una vez que se construyeron las zapatas aisladas, es fijar a cada una de las columnas metálicas en dichas zapatas; y para efectos del proyecto

propuesto se tiene que cada una de las columnas tiene como dimensiones 19 cm x 15 cm, como se pudo observar en la figura 3.1.2 a y b.

Antes de fijar a las columnas metálicas, se tienen que aflojar a las tuercas que están colocadas en la parte superior de las anclas, las cuales están aboquadas en la zapata y en el dado. Esto se puede apreciar en la figura 3.2.1, en la cual se muestra a las cuatro tuercas, una por cada ancla.

Una vez que se retiraron éstas, se procede a levantar a las columnas; y para ello, se les guía a éstas, hasta que coincidan perfectamente los orificios que están en la placa de su extremo inferior, con los de las anclas que se encuentran en la parte superior del dado.

Ya cuando se realizó esta operación, se procede a colocar a cada una de las tuercas en cada ancla, y se empiezan a enroscar hasta que éstas queden perfectamente apretadas.

Es muy importante que a las columnas se les coloque según indican los planos estructurales, ya que de ello depende la estabilidad de la estructura y por supuesto la de la edificación.

Una vez que se han fijado todas las columnas, se puede llevar a cabo la colocación del refuerzo para columna o bien, éste se puede colocar hasta que haya sido montada toda la estructura.

El refuerzo para columna, es un dispositivo que está integrado por dos elementos principales, los cuales están unidos entre sí.

El primer elemento integrante de dicho refuerzo, es un dispositivo de anclaje que está ubicado en el extremo inferior; y

consiste en una especie de "unión" con cuerda, la cual se utiliza para fijar a la parte con cuerda de la ancla con el refuerzo de la columna. Y el segundo dispositivo, es una varilla corrugada, la cual está soldada en la parte superior de la conexión y tiene una longitud de desarrollo predeterminada, la cual sirve para proporcionarle más estabilidad a la columna.

Entonces, para fijar al refuerzo para columna con las anclas, se procede a enroscar dicho dispositivo, hasta que éste quede apretado lo más posible. Y así sucesivamente, se sigue este mismo procedimiento con cada una de las columnas.

Una recomendación importante para garantizar el buen funcionamiento de una edificación y la seguridad de sus ocupantes es que se tienen que revisar los plomos y niveles con todo cuidado de todas las columnas; y se permite una tolerancia máxima de 1/300 de la altura de la edificación, es decir, suponiendo que la altura h de una edificación es igual a $h = 2.50$ m, no se admiten desplomes ni desniveles mayores de 3 mm.

Además es muy importante verificar que cuando las columnas se estén colando junto con los muros, tengan los refuerzos de columna perfectamente atornillados.

3.3.2 TRABES

La siguiente operación a realizar una vez que se han fijado todas las columnas, es proceder a montar la traves metálicas y fijarlas con las columnas.

Lo primero que se tiene que hacer es levantar las traves; y para ello se puede hacer uso de los postes telescópicos sencillos o gemelos (según convenga), o de algún otro tipo de dispositivo.

Y para poder levantar a las trabes, a los postes telescópicos se les conecta en su parte superior un dispositivo en forma de "U", la cual está hecha a base de lámina, y sirve para apoyar mejor a las trabes y facilitar así la operación de fijado. Para la realización de esta operación no se requiere de la utilización de más de tres peones por trabe.

Una vez que se levanta la trabe, esta se coloca en la parte superior de las columnas según su colocación, guiándola hasta que los orificios que tiene en los extremos en su parte inferior coincidan con los que aparecen en la placa de la columna.

Cuando coinciden éstos, se procede a colocar los tornillos de 1/2" de diámetro, introduciéndolos de arriba hacia abajo; y en seguida, se colocan a las tuercas enroscándolas hasta que éstas queden bien fijas. De esta manera es como quedan instaladas las trabes con las columnas metálicas.

Es importante que antes de colocar las trabes, se estudien los planos estructurales, para evitar que se coloquen mal las trabes y luego no coincidan el resto de las estructuras, especialmente las fronteras metálicas.

3.3.3 CERRAMIENTOS

El procedimiento que se sigue para fijar a los cerramientos y fronteras es muy similar al que se utiliza con las trabes metálicas.

Lo primero que se tiene que hacer es levantar a los cerramientos mediante el empleo de los mismos postes telescópicos y el dispositivo que se les coloca en la parte superior.

Ya que han sido levantados, el siguiente paso es ponerlos entre trabe y trabe e irlos guiando hasta que los orificios que presentan en ambos extremos en la placa, coincidan con los que están hechos en las esquinas de la cara vertical de las trabes.

Una vez que estos coinciden, se procede a fijar a los cerramientos con las trabes; y para ello se hace uso de los tornillos de 1/2", los cuales se tienen que introducir a partir de la trabe hacia el cerramiento. Y en seguida se introducen las tuercas hasta que queden perfectamente apretadas.

La última operación que se tiene que efectuar para dar como terminado el montaje de la estructura metálica es, llevar a cabo la colocación de las fronteras metálicas. Para ello, se comienza por levantar a cada una de ellas auxiliándose de los mismos postes telescópicos; y una vez que están arriba, se tienen que quitar hasta que dos de los cuatro orificios verticales que tienen en ambas esquinas coincidan con los que aparecen en la placa que tiene la trabe.

A continuación se fijan a las fronteras con las trabes mediante el empleo de los tornillos de 1/2", los cuales tienen que tener dirección trabe - frontera, auxiliándose de las tuercas. Este mismo procedimiento se tiene que realizar con todas las fronteras que llevará la vivienda.

Posteriormente, se procede a fijar frontera con frontera, mediante el mismo tipo de tornillos.

Es importante mencionar que en los extremos de la casa, en lo que se refiere al acceso principal, se fijan primero unos tramos de frontera, respecto a los ejes verticales, los cuales tiene como longitud la que presenta el volado de la marquesina; y después se fijan al resto de las fronteras del acceso principal con los tramos anteriores.

Para tener una mejor visión de las operaciones de unión: columna-zapata, trabe-columna, cerramiento-trabe, frontera-trabe y frontera-frontera, se incluye la figura 3.3.1.

Con la colocación de las fronteras metálicas, que es el último elemento, se concluye con el montaje total de la estructura metálica. Y para observar cuál es el aspecto que presenta ésta en conjunto, se menciona la figura 3.3.2.

3.4 MUROS

Los muros son los elementos que cargan la techumbre de una vivienda, por lo que debe cuidarse su proceso de construcción con objeto de garantizar su resistencia.

Como se mencionó en el Capítulo 2, el sistema constructivo Fierrocrcet contempla la construcción del muro Termocrcet; es decir, la construcción de muros de concreto armados con malla electrosoldada 6-6 /10-10 de 10 cm de espesor, mezclando 30% de tezontle por cada metro cuadrado de muro para hacerlos térmicos.

El sistema Fierrocrcet no considera la inclusión de muros de carga, sino únicamente muros de "relleno", ya que los muros al ser de 10 cm de espesor, se apoyan en las zapatas aisladas o se anclan en las columnas, excepto los muros divisorios como los que dividen a la cocina y baño.

Dado que las trabes y los cerramientos metálicos son de sección inferior abierta, los muros se deben de construir antes de llevar a cabo el colado de la losa, ya que de otra forma estos no se podrían construir.

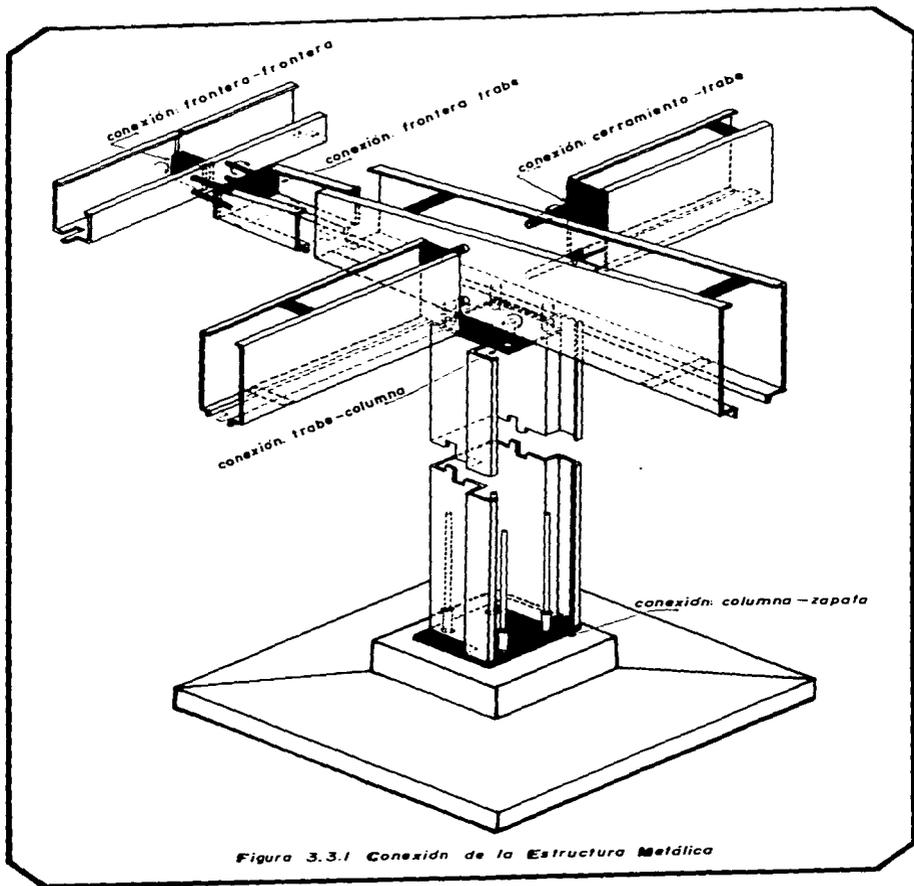


Figura 3.3.1 Conexión de la Estructura Metálica

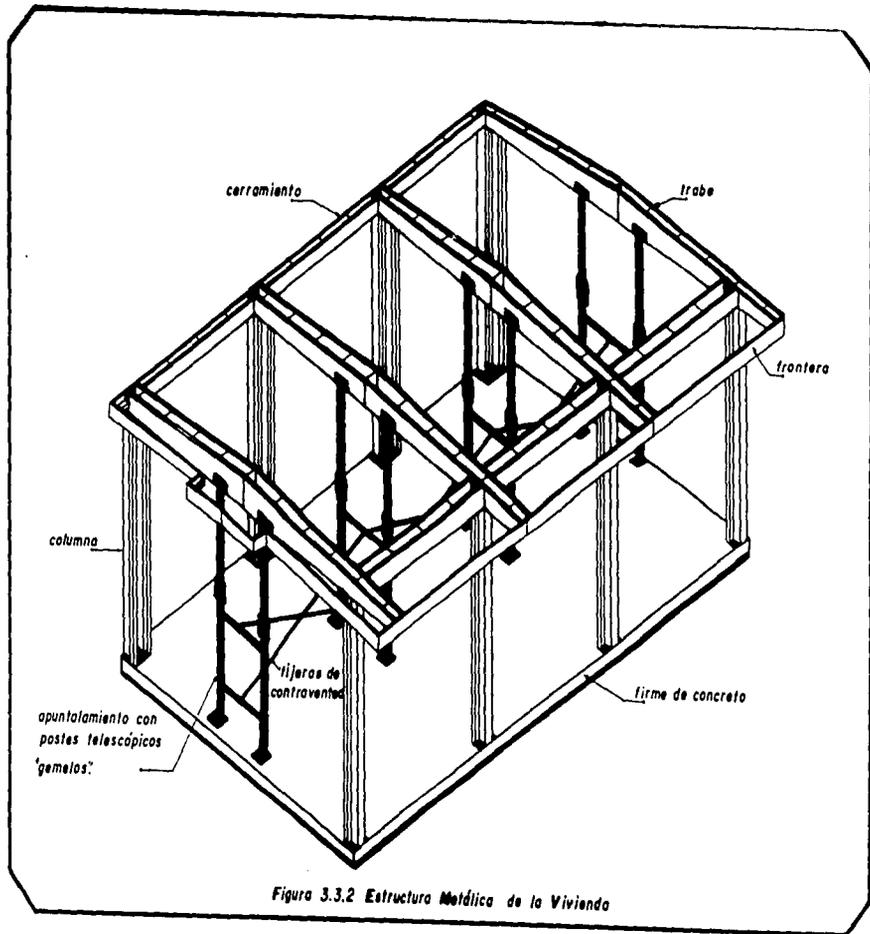


Figura 3.3.2 Estructura Modular de la Vivienda

La construcción de los muros de concreto se puede llevar a cabo mediante la ejecución de las siguientes actividades.

a) Firme de Concreto.

Se denomina firme, a la base de concreto sobre la cual se va a pegar el piso terminado del interior de la vivienda. El firme tiene por objeto darle resistencia al piso, evitando hundimientos en el mismo; y este se debe de construir en toda la superficie del interior de la construcción.

Es necesario que el firme quede perfectamente horizontal, con objeto de evitar desniveles o inclinaciones en el piso terminado. Esto se logra mediante la colocación de "maestras", las cuales se nivelan con el nivel de manquera antes de colocarse.

Antes de desplantar el firme, debe de procederse al relleno del interior de la construcción para que puedan asentarse los firmes sobre una base sólida. Para esto, y con la tierra sobrante de la excavación, debe procederse a rellenarse las ranjas del interior de la construcción a base de capas de tierra con un pisón de mano. Antes de consolidar el terreno, se debe de humedecer cada capa, haciendo un riego superficial de agua.

El espesor del firme se recomienda que sea de unos 8 cm, por lo que los rellenos de tierra deben dejar precisamente este espesor con relación a la cara inferior de la columna metálica, con las que se va a enrasar la terminación del firme.

Para la fabricación de la mezcla se recomienda emplear una proporción de agregados que permitan obtener un firme de un f'c = 150 kg/cm². La mezcla se lleva a cabo agregándole agua hasta que quede maleable, transportándose en botes o carretillas y enrasándose con las "maestras" para este fin colocadas. Es

conveniente apisonar el firme en cuanto el concreto empieza a tener resistencia suficiente como para permitirlo.

Firmes en baño y cocina.

Es muy importante dejar sin colar los firmes del baño y la cocina, ya que primero deben hacerse todas las instalaciones y drenajes del mismo. El firme no se cuele hasta que se tienen éstas terminadas, mas adelante en el proceso de construcción de la obra.

b) Impermeabilización de Muros.

El material con el que se construyen los muros generalmente es de tipo poroso, por lo cual con gran facilidad absorbe la humedad del terreno, lo que da como resultado la aparición de salitre en las paredes. Para evitar esto, es necesario cortar el paso de la humedad mediante una impermeabilización en el desplante de los muros; es decir, en el firme de concreto.

La impermeabilización se hace sobre la parte superior del firme de concreto, la cual resulta económica. Para llevar a cabo dicha impermeabilización, se puede usar un impermeabilizante líquido y una capa de fieltro o cartón impregnado de asfalto. El impermeabilizante líquido puede ser chapopote derretido en caliente o asfalto emulsionado diluible con agua que se aplica en frío. El chapopote se vende en trozo, o por kilo al menudeo; para derretirse se emplea petróleo y se calienta en botes. Mientras que el asfalto emulsionado se vende en latas de 12 litros.

El procedimiento para impermeabilizar los muros es el siguiente: el fieltro o el cartón a colocar puede tener 18 cm de ancho, es decir, 8 correspondientes al espesor del firme y los otros 10 al espesor del muro, por lo que dicho fieltro o cartón se dobla hacia abajo, hasta cubrir al firme. Una vez que se ha

cortado el fieltro o cartón, se procede de la siguiente manera: en primer término es necesario pasar una mano gruesa de asfalto o chapopote con escoba o brocha de fibra sobre el firme; después, aún estando fresca, se procede a pegar la tira de fieltro o cartón. Posteriormente, se procede a aplicar una nueva mano de chapopote o asfalto cubriendo toda la superficie del fieltro o cartón; y por último, estando aun fresca esta última mano, se procede a espolvorear una capa de arena fina sin polvo, hasta que el grano de ésta cubra uniformemente la impermeabilización produciendo una superficie aspera.

c) Construcción de los muros de concreto.

El proceso de construcción de los muros de concreto se puede desarrollar siguiendo las siguientes actividades:

1) Trabajos Preliminares.

Puesto que los muros de concreto se construirán con tezontle, es importante que antes de llevar a cabo la construcción de éstos, se ponga a remojar el tezontle hasta saturarlo de agua, esto con objeto de evitar que este agregado absorba el agua de la mezcla e influya en el proceso de hidratación del muro.

Otra actividad previa que se tiene que efectuar es realizar el trazo del muro es decir, tender unos hilos en la parte inferior y superior del eje, con una abertura de 10 cm, la cual será el espesor que tendrá el muro. Esto se puede efectuar tomando como referencia el espesor del perfil de la columna, el cual es de 10.50 cm; y para hacer el tendido de los hilos primeramente se coloca un hilo que este en contacto con la sección más amplia de la columna (la cual es de 19 cm), y después medir los 10 cm hacia afuera del perfil de la columna, tendiendo así el segundo hilo. Es importante hacer notar que de acuerdo con

este procedimiento, la parte exterior de la columna quedará descubierta 1/2 cm, el cual será ocupado posteriormente por el aplanado del muro.

2) Cimbrado y Armado del Muro.

La primera actividad previa al colado del muro, es llevar a cabo la colocación del armado que tendrá este, es decir, colocar la malla electrosoldada 6-6/10-10 y fijarla previamente.

Para ello, se tiene que habilitar la malla, realizando las operaciones necesarias para que esta quede perfectamente instalada en el sitio donde ira el muro. En seguida, se procede a colocar la malla electrosoldada, la cual quedara instalada en la mitad de los dos hilos tendidos previamente. Es importante hacer notar que a la malla se le puede proyectar hasta por encima de la trabe o cerramiento segun sea el caso; esto para lograr darle al muro una mayor rigidez y evitar así posibles problemas como por ejemplo, el volteo del muro.

Con forme se va colocando a la malla, se tiene que ir fijando, ya sea con la trabe, cerramiento o columna (según sea el caso), auxiliándose para ello de cualquier material o medio disponible, como alambre, madera, etc.

Si se desea, se puede fijar primero toda la malla y después realizar el cimbrado correspondiente, o conforme se va fijando la malla ir realizando el cimbrado del muro.

Una vez que se ha fijado la malla, se procede a realizar el cimbrado de los muros; auxiliándose para ello de la cimbra metálica sencilla para el colado de muros, a la cual se tiene que impregnar previamente con aceite o diesel quemado, para evitar que ésta se quede pegada con el concreto.

El proceso de cimbrado consiste en ir colocando panel por panel de la cimbra, e irlos fijando mediante el empleo de todos los dispositivos que para tal fin traen, tales como: ángulos sujetadores, alineadores, postes plomeadores, templadores, corbatas, etc.

Cabe mencionar que cuando se hace un pedido ya sea para rentar o comprar la cimbra metálica sencilla, el fabricante proporciona los planos correspondientes de la edificación, en los que se muestra la manera como se puede llevar a cabo el cimbrado de los muros.

El rendimiento que se tiene para el cimbrado de los muros es de 130 m²/jornada, empleando únicamente dos parejas de peones.

3) Instalaciones.

Previo a la realización del cimbrado, se deben revisar perfectamente los planos de las instalaciones eléctrica y la hidráulica, para conocer en que sitios se han de colocar los dispositivos que se requieren para realizar dichas instalaciones, y queden éstas de una vez ahogadas en los muros.

Ejemplo de ello podrían ser por ejemplo: los ductos de metal o plástico que se utilizan para introducir posteriormente el cableado, las salidas para contactos, apagadores, tubería de cobre para la instalación hidráulica de los baños, etc.

4) Fabricación del Concreto y Colado de los Muros.

El concreto para los muros se realiza con un proporcionamiento de agregados que garantice un f'c= 120 kg/cm², mezclando para ello un 30% de tezontle por cada m² de muro. Se recomienda emplear grava de 1 1/2" y un revenimiento de 8 a 10cm;

asi también, se puede emplear cemento tipo 1 o de fraguado rápido según se desee.

Al realizar el proporcionamiento del concreto y determinar la cantidad de grava que éste necesitara, se le debe disminuir el 30% de la cantidad de esta, la cual será reemplazada por el 30% de tezontle. Debido a que el peso volumetrico y la resistencia de la grava y el tezontle son casi similares, la resistencia f'c= 120 kg/cm² del muro no se vera muy afectada.

El mezclado debe hacerse en un lugar seco y limpio, ya que si la mezcla se revuelve con tierra, pierde resistencia.

Para realizar el mezclado, primero se tiene que mezclar a la grava con el tezontle hasta que esta quede lo más homogénea posible; posteriormente, se mezcla a la arena con el cemento como ya es conocido. Y posteriormente, para realizar la mezcla de todos los agregados, esta se puede hacer mediante el empleo de medios manuales o mecanicos. Este ultimo es el caso de la vivienda propuesta; ya que para realizar dicho mezclado, se consideró la aplicacion de una revolvedora de un saco, tanto para el colado de los muros como de la losa.

Es necesario tomar en cuenta que todo el trabajo del colado de los muros de la vivienda o de un cuarto deben hacerse en forma continua durante un solo día; por lo que debe evitarse hacer demasiada revoltura si se cuenta con poca gente para el colado, ya que ésta se endurece y pierde resistencia al fraguar antes del vaciado en la cimbra. Asi mismo, la revoltura no debe estar fuera de la cimbra más de 45 minutos, y hay que moverla constantemente para que ésta no se endurezca.

Antes de iniciar el vaciado del concreto es necesario revisar la posición de la malla, para que ésta no se haya movido y quede perfectamente colocada. Y al vaciar la revoltura debe

cuidarse que ésta penetre hasta la parte inferior de la cimbra, por lo cual conviene picarla ya sea con una varilla o con un vibrador.

Cuando se ésta efectuando el colado es importante tener control del espesor del muro. Para esto, se tiene que cuidar que la cimbra metálica no se abra ni se cierre, según sea el caso; para ello, la persona (as) que se encuentran picando y asentando el vaciado del concreto tienen que ir cuidando el espesor del muro, y así mismo, ir cuidando que el concreto cubra toda la cimbra para que una vez descimbrado no queden vicios ocultos.

Cabe mencionar que cuando se está realizando el colado de los muros, de manera automática se está realizando el colado de las columnas metálicas, debido a que los muros están conectados con la sección abierta de cada una de las columnas.

5) Descimbrado de los Muros.

El descimbrado de los muros se puede llevar a cabo al siguiente día del colado de los mismos; para ello, se tienen que ir retirando todos los dispositivos que se emplearon para fijar la cimbra metálica, para posteriormente retirar a cada panel.

Si por algún motivo aparecen defectos en los muros, éstos se pueden corregir mediante la aplicación de una mezcla de cemento arena, por medio de la cual se emparejan los muros.

6) Curado de los Muros.

Es importante que una vez de haber efectuado el descimbrado de los muros, se realice el curado de los mismos, para evitar la aparición de grietas y en consecuencia, la disminución de la resistencia de los muros. Este curado se puede efectuar mediante

la aplicación de agua durante tres veces al día, durante 3 ó 5 días.

También, es importante realizar el acabado de los muros mediante la operación denominada "floteo", en los muros que lo requieran. Por ejemplo, los muros que lo requieren son los de la entrada principal de la vivienda.

Para mostrar una mejor visión de todo lo concerniente a la construcción de los muros, se anexa la figura 3.5.1 en la siguiente página.

3.5 LOSAS

Las losas de concreto constituyen la parte más laboriosa y complicada del proceso constructivo de una vivienda, por lo que se deben de realizar lo más cuidadoso posible, con objeto de evitar posibles accidentes motivados por los defectos de construcción.

Una vez que se ha llevado a cabo la construcción de los muros, se procede a llevar a cabo la construcción de la losa nervada de concreto. Y para ello, dicho procedimiento se puede llevar a cabo mediante la ejecución de las siguientes actividades:

a) Determinación del Armado y Espesor de la Losa.

El primer paso para construir una losa, es llevar a cabo el dimensionamiento de la misma; y para ello, se determina tanto su espesor, como el armado que tendrá dicha losa. En lo que se refiere al proyecto propuesto, las especificaciones de la losa se muestran en las figuras 3.1.2 a y b, mostradas en el subtema 3.1.

Y en ellas se especifican tanto la dimensión y armado de la losa, como las dimensiones y armado de las nervaduras.

Una vez que se cuenta con el dimensionamiento de la losa, se prosigue con la siguiente actividad.

b) Cimbrado de la Losa.

En esta actividad se construye el cimbrado que habrá de soportar a la losa durante el colado y fraguado del concreto. Dicho procedimiento se puede llevar a cabo mediante la ejecución de dos actividades principales:

1). Primero se tiene que apuntalar a las trabes metálicas, mediante la utilización de los postes telescópicos y los contraventeos (Ver figura 3.5.1), como medida de seguridad.

El procedimiento para apuntalar las trabes consiste en colocar a los dispositivos mencionados en el centro de cada una de las trabes, en donde la sección de éstas es mayor (de 28 cm).

Por ejemplo, de acuerdo con la figura 3.1.1, se tienen que apuntalar las trabes en los ejes 2, 3 y 4., esto es posible gracias a los claros que existen ya sea para las puerta o para los pasillos. Es importante que se evite mover lo más posible a los muros, ya que éstos todavía están algo frescos.

2). En segundo lugar, se construye la plataforma sobre la cual se va a vaciar el concreto, por medio de la utilización de la cimbra metálica autoportante, tanto para el colado de la losa, como para las nervaduras.

Para realizar esta operación, se coloca a cada cimbra autoportante en su lugar correspondiente, tanto en la losa que cubrirá a las habitaciones, como en la losa que formará al volado

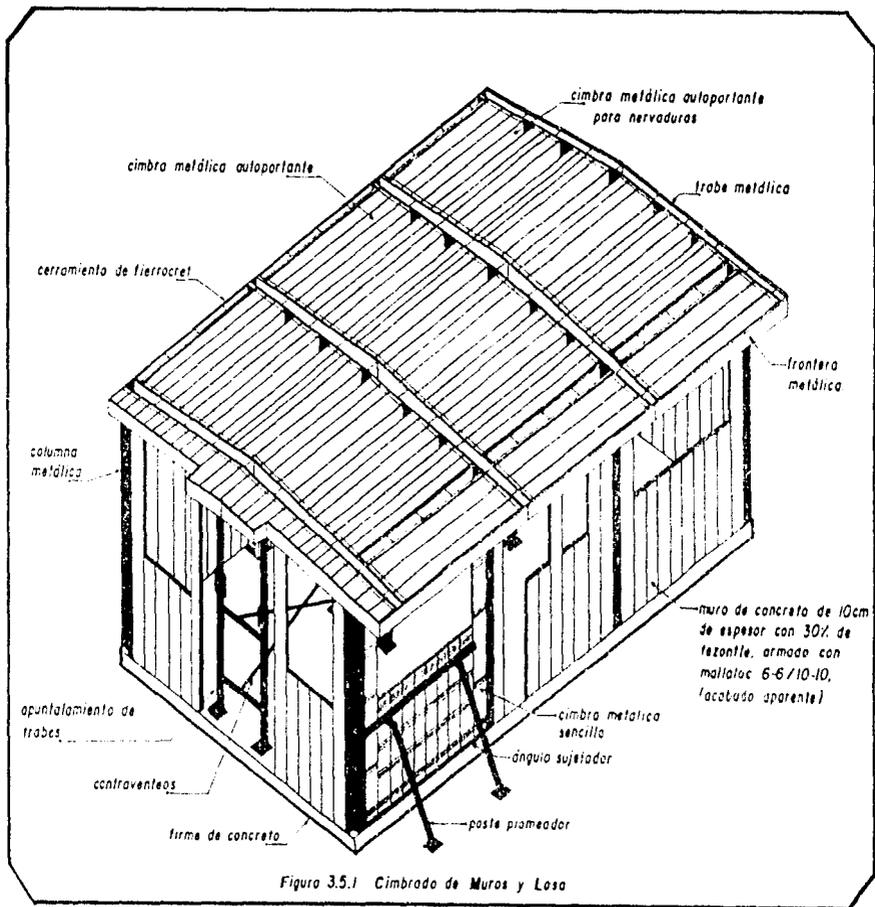


Figura 3.5.1 Cimbrado de Muros y Losa

de la marquesina, pero cuidando de impregnar previamente a la cimbra con aceite o diesel quemado.

Para tal fin, a la cimbra metálica se le apoya en las trabes o en las fronteras metálicas, según sea el caso, mediante las lenguetas que para tal fin traen dichas cimbres. El rendimiento que se tiene en el cimbrado de la losa es de 50 m²/hora.

c) Armado de la losa.

Por separado se prepara a las varillas que habrán de servir para el armado de las nervaduras, cortándolas y doblándolas de acuerdo con lo especificado en los planos. Esta operación se realiza en el terreno, y conforme se van preparando a las varillas, se va realizando el armado de las nervaduras, mediante el empleo de los estribos y del alambre recocido.

Para el armado de las nervaduras, es importante que la varilla inferior del armado, la cual va sola, tenga la longitud adecuada para realizar el anclaje de la misma con la otra de su misma condición; la cual primeramente tiene que ser introducida en los orificios que para tal fin están practicados en las trabes metálicas. Se recomiendan como mínimo 400 para el realizar el traslape.

La función que tiene la varilla de refuerzo que va colocada en el inferior de la nervadura y que pasa a través del orificio de la trabe, es proporcionarle rigidez a la nervadura y por consiguiente a la losa, una vez que esta ha sido construida.

Una vez que se coloca el armado de las nervaduras, se procede a colocar a la malla electrosoldada, en donde dicha operación se puede realizar arriba de la pátatorma de cimbrado. Para ello, se coloca cada sección, hasta cubrir perfectamente a

toda la losa, realizando para ello todas las operaciones de traslapes y amarres posibles.

Es importante que una vez que se ha colocado la malla y el armado de las nervaduras, se le calce a ésta, mediante el empleo de grava, pedazos de madera, o de cualquier otro medio posible; esto se realiza con la finalidad de separar al armado de la cimbra, para que el concreto penetre adecuadamente.

d) Preparación para la Instalación Eléctrica.

Debido a que generalmente se desea tener salidas para la luz eléctrica al centro de las habitaciones, es necesario prever el paso de los tubos por los cuales se han de introducir los cables de la luz. Esta operación se realiza una vez que se ha tendido el fierro del armado de la losa, para que por medio de ésta, se fijen a los tubos y a las cajas de salida.

Por lo que respecta a la tubería, hay que llegar con esta hasta el muro por donde han de bajar los cables para los apagadores, contactos, etc., los cuales ya han quedado ahogados en los muros.

e) Fabricación del Concreto y Colado de la Losa.

El concreto para el colado de la losa nervada de azotea, se hace a base de una mezcla de agregados que garantice un $f'_{c} = 200$ kg/cm², elaborando ésta, ya sea mediante el empleo de cemento normal tipo I o de cemento de fraguado rápido.

El mezclado debe hacerse en un lugar seco y limpio, ya que si la mezcla se revuelve con tierra, podría perder resistencia. Y como se mencionó anteriormente, para fabricar el concreto se recomienda hacer uso de una revoladora.

Es necesario tomar en cuenta que todo el trabajo del colado de la losa o de una habitación debe hacerse continuo durante un sólo día; así mismo debe evitarse elaborar demasiada revoltura si se cuenta con poca gente para el colado, ya que ésta se endurece y pierde su resistencia al fraguar antes del vaciado en la cimbra. De la misma forma, la revoltura no debe de estar afuera de la cimbra por más de 45 minutos; y hay que moverla constantemente para evitar que se endurezca.

El colado de la losa se puede realizar mediante el empleo de los métodos tradicionales o métodos de bombeo. Al vaciar la revoltura debe cuidarse que ésta penetre debajo de la malla y del armado de las nervaduras, por lo cual conviene picarla con la cuchara de albañil o cualquier otro medio disponible. La forma más adecuada para poder llevar a cabo el colado es de la siguiente manera: Unas personas atienden a la fabricación de la mezcla, otro grupo al ser dedicadas al transporte de la misma, y una o dos personas pican y asientan el concreto en el lugar en donde se está vaciando.

Al efectuar el colado es necesario tener control del espesor de la losa; para esto se puede utilizar cualquier instrumento que permita conocer si el espesor de la losa es o no el correcto, como por ejemplo el "escantillon".

f) Curado de la Losa.

Una vez que se ha realizado el colado de la losa, debe procederse a realizar la operación del "curado", humedeciendo a toda la superficie de una a dos veces al día durante un periodo tres a cinco días.

g) Descimbrado de la Losa.

Para descimbrar la losa se deben de aflojar los pasadores de la cimbra metálica autoportante (lenguetas), a las 10 horas de haber realizado el colado de la losa, y se tienen que volver a colocar en su lugar, ya que por medio de esta operación se logra facilitar el descimbrado, ya que de otra forma, la cimbra quedaría atorada entre la traves y la losa, o la frontera y la losa, según sea el caso. (Ver figura 3.5.2).

Se puede retirar el 50% de la cimbra a las 24 horas de haber realizado el colado, y el otro 50% cuando se garantice la adherencia entre el acero y el concreto, y cuando el concreto alcance el 30% del f'c calculado; pero se tienen que dejar apuntaladas las traves metálicas durante tres días, como medida de seguridad.

Recomendaciones para la Construcción de Losas.

- Es importante que el colado de la losa se haga con un concreto de bajo revenamiento.
- El concreto empleado en la construcción de la losa debe de tener como mínimo un f'c de 140 kg/cm², para que el acabado del plafón tenga una mejor apariencia.
- El curado se puede hacer por cualquiera de los métodos tradicionales.

3.6 INSTALACIONES

Una vez que se cuenta en su totalidad con la construcción de la obra negra de la vivienda, el siguiente paso a efectuar es la realización de todas las instalaciones necesarias para conseguir

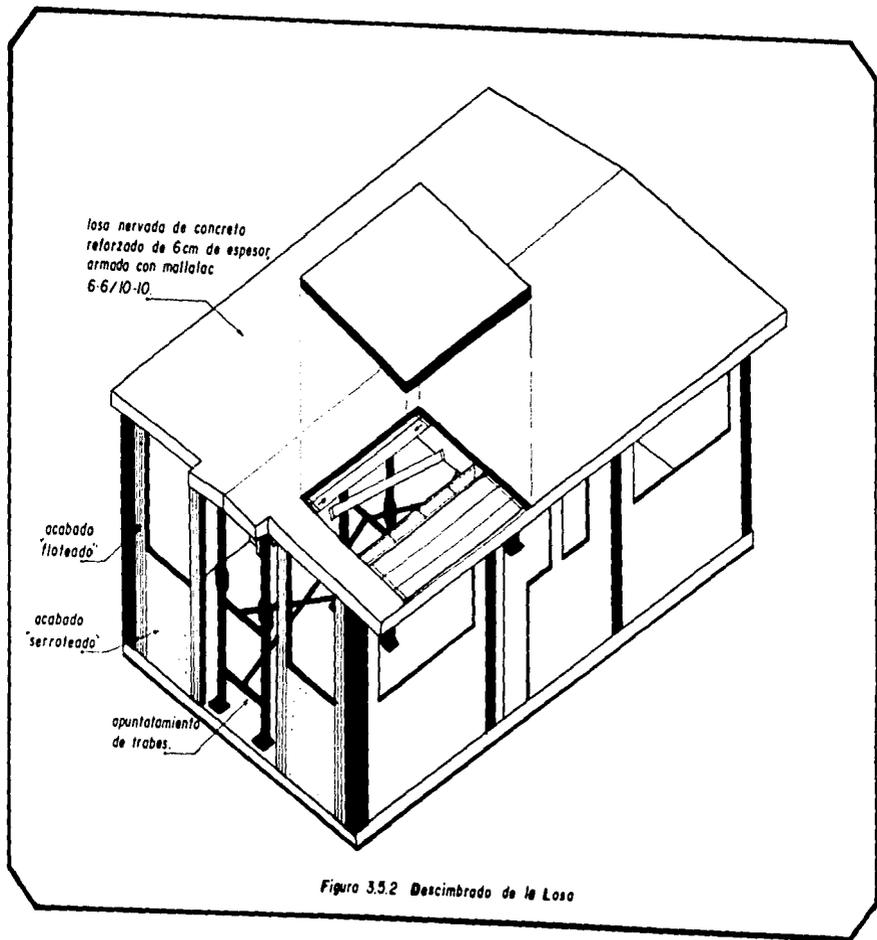


Figura 3.5.2 Descimbrado de la Losa

un buen funcionamiento de la vivienda y por consiguiente, el buen confort de sus ocupantes.

Para efectos de estudio, se pueden clasificar a las instalaciones en tres tipos principales:

- 1) Instalación eléctrica,
- 2) Instalación sanitaria, e
- 3) Instalación hidráulica.

1) Instalación Eléctrica.

La instalación eléctrica, es la red que suministra la energía eléctrica en forma adecuada y segura a una vivienda; dicha instalación está formada por elementos fundamentales como: el interruptor general, alambres o conductores, tubos conductores, apagadores, salidas para contactos, lámparas, etc.

La realización de la instalación eléctrica se lleva a cabo mediante la ejecución de dos actividades principales, las cuales se pueden dividir en:

- a) Actividades preliminares, y
- b) Actividades complementarias.

Las actividades preliminares son las que se realizan previo a la construcción de los muros y losas; y consisten en colocar a todos los dispositivos necesarios tales como: tubos conductores, chالupas, cajas, etc., para que estos queden ahogados a la hora del colado.

Dentro de los dispositivos, se recomienda dejar ahogadas en los muros chالupas de 1/2" (para un circuito), o cajas rectangulares de 3/4" (para dos circuitos).

En las losas se recomienda dejar aboquadas ya sean cajas cuadradas u octagonales de 1/2". Así también se recomienda utilizar para la canalización de los cables tubo conduit de PVC flexible (por ser mas económico), ya sea de 3/4" para los circuitos principales, o de 1/2" para los circuitos secundarios, tanto en las losas como en muros.

Respecto a las actividades secundarias, en éstas se lleva a cabo la terminación de la instalación eléctrica, una vez que se cuenta con la obra negra terminada y los acabados, según sea el caso. Dentro de las actividades que se realizan se encuentran la colocación de: el cableado, chulupas, cajas, contactos, apagadores, interruptor, lámparas, etc.

Dentro de las recomendaciones que existen, se propone que se emplee alambre conductor tipo TW para aislamiento de 600 volts, del cual se emplean tres medidas: calibre 12 y 14 para las alimentaciones secundarias, y calibre 10 para la alimentación principal. Y respecto a los demás dispositivos, se recomienda utilizar los que se deseen, pero que sean seguros.

2) Instalación Sanitaria.

A través de la instalación sanitaria se eliminan el agua utilizada y los desechos de la casa hasta el drenaje, mediante el empleo de los albañales.

La realización de la instalación sanitaria consiste en colocar todos los dispositivos necesarios para poder desalojar las aguas negras, ya sean del baño o cocina. Dentro de esos dispositivos figuran algunos como: tubos, registros, coladeras, céspoles, etc.

Para la realización de la instalación sanitaria, la tubería que se utiliza puede ser ya sea de concreto (para el drenaje), o

de plástico rígido PVC, hierro galvanizado o hierro fundido (para los desagües del fregadero, lavadero, lavabo, etc.). Pero la tubería de plástico rígido ofrece la ventaja de que todas las conexiones necesarias se pegan con el auxilio de adhesivo especial.

Se pueden dar algunas recomendaciones que existen para la realización de la instalación sanitaria, esto en cuanto al tipo de tubo que se puede emplear según el tipo de mueble. (Ver cuadro 3.6.1).

3) Instalación Hidráulica.

La instalación hidráulica de una vivienda, es la tubería que conduce el agua potable desde la toma domiciliaria, hasta los muebles de la cocina, baño y lavadero.

Dicha instalación se puede realizar con tubería de cobre, o con tubo de hierro galvanizado, (aunque actualmente casi ya no se usa). La tubería de cobre se coloca con soldadura, mientras que la de hierro galvanizado se atornilla únicamente; siendo más económica la de hierro, pero más durable la de cobre. Se recomienda emplear la tubería de 13 mm desde la toma domiciliaria hasta las conexiones del baño, cocina y lavadero; mientras que para la tubería de salida del tinaco la de 19 mm, ya que proporciona un mayor gasto.

3.7 ACABADOS

La realización de los acabados es la última actividad que debe de llevarse a cabo, para dar como terminada la construcción de una vivienda unifamiliar.

Cuadro 3.6.1.

Recomendación de los Diámetros de Tubos más Empleados en la Realización de la Instalación Sanitaria.

Mueble	Diámetro del Tubo mm	Materia
Lavabo	50	Hierro galvanizado o plástico rígido PVC
Lavadero	50	Hierro galvanizado o plástico rígido PVC
Escudera	50	Hierro galvanizado o plástico rígido PVC
Excusador	100	Concreto o hierro fundido
Fregadero	50	Hierro galvanizado o plástico rígido PVC
Tubería de aguas negras	100	Hierro fundido
Tubería de aguas fluviales	100	Lamina de hierro galvanizado o plástico rígido PVC
Tubo ventilador	100	Hierro galvanizado o plástico rígido PVC
Trenado	150 y 100	Concreto

Para la realización de los acabados, se los puede clasificar en los siguientes términos:

a) Pisos.

Se denominan pisos, al material con el que se recubren las losas y los firmes interiores de una construcción, o sea, la

terminación que se le da a los mismos. Los materiales más económicos para terminar el interior de una vivienda son: el cemento (con o sin color), y el mosaico, el cual puede ser ya sea de acabado liso, marmoleado, grabado o de granito; siendo el liso el más económico.

Por lo que respecta a las dimensiones, los mosaicos tienen diversos tamaños de fabricación; los más usuales son de 20 x 20cm y de 30 x 30cm. Los hay de mayores dimensiones, sin embargo, el costo de éstos es considerablemente mayor a los primeros.

Para hacer un piso de cemento se requiere de cemento normal, arena y agua como ingredientes básicos, en una proporción recomendada de 1:6, y de 3 cm de espesor. El piso puede terminarse al color natural de los ingredientes, lo que produce un acabado gris, o también puede aplicarse algún color mineral para cemento, en la cantidad necesaria para lograr el color deseado.

Para hacer un piso de mosaico se requiere de este material, el cual se pega con una mezcla de cemento - arena, en una proporción recomendada de 1:4, de 2 a 2.50 cm de espesor; y la terminación en sus juntas se hace con una lechada de cemento blanco.

b) Terminación de la azotea.

Una vez que se ha construido la losa de azotea es necesario sellarla, para evitar filtraciones del agua de lluvia.

Cuando la losa de la azotea es horizontal, es necesario darle una inclinación que provoque el escurrimiento del agua de lluvia, concentrándola en un tubo de bajada que la conduzca hasta uno de los registros del drenaje. Esta inclinación se hace por medio de un relleno.

En el caso en que la losa de azotea tenga inclinación (como es el caso del proyecto propuesto), ya no es necesario darle a la losa por medio de rellenos dicha pendiente para escurrimiento.

Pero independientemente de que la losa tenga una inclinación o no, es necesario sellarla con objeto de evitar infiltraciones de agua en la azotea, ya que el concreto no es impermeable.

Para el proceso de la terminación de las losas, en el caso de azoteas planas se requiere del hechura de pretiles, relleno de azotea, enladrillado y sellado.

En el caso de azoteas inclinadas, no se hacen pretiles ni tampoco rellenos, reduciéndose el trabajo unicamente al enladrillado y sellado de la losa.

El material necesario para los pretiles, es el mismo que se requiere para la construcción de los muros (según sean de concreto o tabiques).

El relleno de la losa se puede llevar a cabo ya sea con tepetate ligero o con tezontle, de los cuales se recomienda el tepetate, debido a sus características de estabilidad y maleabilidad. Con cualquiera de los dos materiales, se provoca un desnivel con una pendiente del 2 al 3%, para dar escurrimiento al agua de lluvias.

Una vez que se ha tendido, nivelado y compactado el relleno, se coloca sobre éste una capa de revoltura, mejor conocida como "entortado", compuesta de cemento, cal y arena, en proporción 1:2:6, de 3 cm de espesor.

Cuando se desea tener mayor seguridad para evitar el paso del agua en una azotea, se procede a su impermeabilización, a base de capas sucesivas de fieltro o cartón asfáltico y emulsion

asfáltico o chapopote. Los materiales necesarios y la forma de aplicación ya han sido descritos cuando se habló de la construcción de los muros de concreto, variando tan sólo, en que se aplica a todo lo ancho del rollo.

Una vez que se ha aplicado la impermeabilización, se procede a realizar el enladrillado en forma de petatillo, el cual se pega con una mezcla de cemento - cal - arena, en proporción 1:1:10. Y después de colocado el enladrillado, se extiende una lechada de cemento en proporción 1:3 sobre el enladrillado, para tapar los poros del ladrillo impidiendo así el paso del agua a través de los mismos.

Finalmente, para terminar la azotea, se construyen los chafalanes, entre la union de azotea y pretilos, para evitar filtraciones.

c) Aplanados de mezcla.

Los aplanados de mezcla son los recubrimientos que se aplican en los muros a base de una revoltura de cemento - arena, o de cal hidratada y arena en proporción 1:5. Este recubrimiento, generalmente está formado por una capa delgada de aproximadamente 1 cm de espesor, la cual tiene por objeto, proteger al muro de la lluvia, dándole una apariencia agradable y uniforme.

Todos los aplanados se aplican en dos etapas; la primera constituida por un aplanado burdo al que se le llama "repellado", y la segunda, con la que se le da la terminación al muro, a la que propiamente se le denomina "aplanado".

El repellado recubre al muro con esta primera capa de acabado rugoso; se recomienda que si se desea tener un recubrimiento económico, puede dejarse al muro así, y no aplicar el "aplanado" (tal es el caso del Fierrocret, que emplea este

tipo de acabado en los muros de la fachada principal, pero se les denomina "acabados serroteados"). O si se desea buscar un acabado más elaborado, se procede a llevar a cabo el "aplanado".

d) Aplanados de yeso.

Los aplanados de yeso son los recubrimientos que se aplican en los muros interiores, con el fin de darles una apariencia agradable y uniforme; además permiten pintar los muros con mayor facilidad.

Los aplanados de yeso se pueden llevar a cabo tanto en los muros interiores, como en los plafones. Para realizar el aplanado de los muros, se recomienda elaborar una mezcla compuesta de yeso, cemento (para aumentar la durabilidad y dureza del aplanado), arena y agua, ya sea a talocha o con maestras, a reventón o a plomo, de 1 a 1.5 cm de espesor. Y para realizar el aplanado de plafones se recomienda emplear una mezcla de yeso, cemento y agua; pudiéndose realizar ya sea con talocha o con maestras, a reventón o a nivel, de 1 a 1.5 cm de espesor.

e) Lambrines.

Los lambrines son los revestimientos de cemento pulido, mosaico o azulejo, que se colocan sobre los muros, y tienen por objeto protegerlos de la humedad. Estos se colocan sobre los muros de los baños y cocinas que están sujetos a la acción de la humedad y la grasa.

Debido a su costo, los lambrines pueden construirse solamente en las partes donde hay mayor humedad, tales como los cubos de las regaderas y respaldos de lavabos, fregaderos, lavaderos y estufas.

Para los lambrines de cemento se requiere del mismo material que para los pisos de cemento, y la hechura se lleva a cabo del mismo modo que para los aplanchados.

Para construir los lambrines de mosaico, se procede en la misma forma que para pegar el mosaico en los pisos. La diferencia estriba en el empleo de la plomada para cuidar que tanto las juntas del mosaico como la superficie del lambrin queden a plomo. Además, para el puzado del mosaico, se emplea una lechada más espesa de cemento blanco y agua.

Para colocar un lambrin de azulejo se emplea el mismo procedimiento y el mismo material que en el caso de los lambrines de mosaico. Pero es importante remarcar el material desde el día anterior a su colocación, con objeto de lograr una mayor adherencia.

f) Escalones de entrada.

Los escalones de entrada, también conocidos como sardineles, generalmente se recubren con el material que se emplea para construir el piso interior de la vivienda, y en ocasiones con otros materiales.

Por ello, los sardineles pueden construirse de dos formas: de concreto o de tabique, ya sea de barro prensado o de tabique de barro cocido, con recubrimiento de algún material como el mosaico o algún otro.

g) Ventana.

Las ventanas en uso en la actualidad generalmente son de fierro estructural o de perfiles tubulares de lámina, siendo las primeras las más económicas.

Su colocación se hace por medio de "pijas" o salientes que se empotran en los muros donde se colocan. Estas se amacizan por medio de una mezcla de cemento - arena, cuidando por medio de la plomada que la ventana quede vertical al momento de fijarse.

h) Puertas.

Las puertas pueden ser interiores y exteriores, siendo generalmente las primeras de madera y las segundas de fierro.

Las puertas de madera más usuales pueden ser entabladas o de doble tambor. Las primeras son aquellas que tienen su marco hecho a base de tabla y uno o varios tableros centrales de triplay o de fibracel. Y las puertas de tambor están construidas a base de un bastidor de tiras de madera forrado de triplay o de fibracel en sus dos caras.

Las puertas de fierro se construyen en herrerías, ya que se requiere de herramienta y mano de obra especializada. Hay puertas de lámina lisa y de lámina estriada, siendo las primeras más económicas, aunque las segundas son más resistentes y tienen mejor aspecto.

i) Colocación de muebles.

La colocación se refiere a la instalación de todos los muebles que tendrán los baños o la cocina, tales como: lavabos, inodoros, regaderas, calentador de agua, fregaderos, lavaderos, instalación de gas, etc., empleando los dispositivos adecuados.

j) Pintura.

La pintura tiene como finalidad lograr una apariencia agradable y aumentar la duración de ciertas partes de la construcción. Actualmente existen diversos tipos de pinturas,

entre las cuales están: pintura de cal, al temple, de esmalte o aceite y vinilica.

Antes de pintar las paredes, los techos, las puertas, las ventanas, etc., deben de limpiarse perfectamente con cepillo de cerdas de alambre o de fibra cuando se trata de muros de tabique, concreto o aplanados; o bien con lija de agua cuando los objetos a pintar son de fierro, o con lija de madera para los elementos que son de ese material.

ANÁLISIS COMPARATIVO COSTO - TIEMPO ENTRE EL SISTEMA FIERROCRET Y
LOS SISTEMAS TRADICIONAL Y PANEL W4.1 PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON EL SISTEMA
FIERROCRET

Una vez concluido en el anterior capítulo el procedimiento constructivo de una vivienda unifamiliar construida mediante la aplicación del sistema fierrocret, solamente queda por realizar como parte restante de la presente tesis, el análisis comparativo costo - tiempo entre los tres tipos de métodos constructivos anteriormente establecidos.

Para ello, en los siguientes tres subtemas se mencionará el presupuesto correspondiente a cada una de las viviendas con su respectivo método de construcción. Cabe mencionar que para calcular dicho presupuesto, se tomó como base el diseño de la vivienda unifamiliar que se mencionó en el subtema 3.1, correspondiente al capítulo 3.

Haciendo referencia a los presupuestos que se mencionarán, es importante destacar que únicamente se mencionará el resumen del importe total de cada uno de los diversos conceptos que forman parte de dicho presupuesto; es decir, que no se incluirán a las diversas operaciones previas que se tuvieron que efectuar para llegar al importe total de cada uno de dichos conceptos, tal es el caso de: la cuantificación de la obra, el análisis de los costos básicos, de las matrices de precios unitarios, etc. Esto porque se quiso evitar la acumulación de datos, los cuales finalmente llevarían a un mismo resultado.

Los presupuestos de la vivienda unifamiliar que se mencionarán en los siguientes tres subtemas, aparecerán expresados en dos cuadros principales. En el primero de ellos, aparecerá el presupuesto de la vivienda, el cual incluye a los costos indirectos y utilidades. Y en el segundo cuadro, aparecerá únicamente el importe del costo directo de la obra correspondiente a cada uno de los conceptos: así como el tiempo de ejecución de cada una de dichas actividades.

En lo que se refiere al costo directo de la obra (C.D.), el importe de este estará desglosado, de acuerdo a lo que son el costo de los materiales, mano de obra (M.O.), herramienta y equipo (H y E). Esto, porque dichos datos serán útiles para efectuar posteriormente el análisis comparativo.

Cuadro 4.1.1.

Presupuesto de la Vivienda Unifamiliar Construida con el Sistema Constructivo Ferrocraat.

CONCEPTO	IMPORTE (\$)
Preliminares	316.54
Cimentacion	641.40
Estructura Metalica	10459.90
Drenaje	490.91
Muros	4083.92
Losa	3912.34
Recubrimientos	3272.72
Yeseria	1974.82
Pisos	7187.48
Instalacion Electrica	3208.78
Instalacion Hidraulica	3567.92
Instalacion Sanitaria	6417.57
Ventanas	4492.30
Puertas	3950.55
Pintura	1575.80
Limpieza	123.48
Importe Total	64174.83

Cuadro 4.1.2.

Análisis del Costo Directo de la Vivienda Unifamiliar, Construida con la Aplicación del Sistema Constructivo Fierrocret.

CONCEPTO	DURACION (JOS)	MATERIALES (\$)	M.O. (\$)	M. Y E. (\$)	C.D. (\$)
Preliminares	1.00	25.42	161.64	4.90	248.96
Cimentación	3.00	471.06	231.70	19.44	722.20
Estructura	3.75	7049.19	38.185	340.60	7427.98
Drenaje	1.35	176.12	309.40	9.11	494.63
Muros	3.40	504.12	943.20	142.49	1589.81
Losa	6.40	639.64	1194.10	193.92	1927.66
Recubrimientos	1.70	1054.21	254.29	20.15	1328.65
Yesería	2.70	626.12	420.41	24.14	1070.67
Pisos	3.50	4196.51	399.49	111.44	4707.44
I. Eléctrica	2.00	174.12	715.64	22.20	911.96
I. Hidráulica	2.00	1392.42	174.00	10.00	1576.42
I. Sanitaria	4.00	3482.40	1447.60	44.00	4974.00
Ventanas	2.00	2437.69	1013.30	21.00	3471.99
Puertas	2.00	2089.44	66.00	20.00	2175.44
Pintura	3.00	69.41	1086.18	39.30	1194.89
Limpieza	1.25	1.00	93.00	2.04	96.04
Total	42.05	36957.73	11766.99	1023.88	45748.60
% de Participación		74.29	23.65	2.06	100

4.2 PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON EL SISTEMA TRADICIONAL.

Cuadro 4.2.1

Presupuesto de la Vivienda Unifamiliar Construida con el Sistema Constructivo Tradicional.

CONCEPTO	IMPORTE (\$)
Preliminares	316.00
Cimentación	812.00
Brecha	200.00
Muros	4817.11
Losa	1227.00
Recubrimientos	1154.00
Yesería	1824.00
Piso	2112.00
Instalación Eléctrica	610.00
Instalación Hidráulica	3672.00
Instalación Sanitaria	700.00
Ventanas	1200.00
Puertas	400.00
Pintura	100.00
Hierro	100.00
Importe Total	76949.06

Cuadro 4.2.2

Análisis del Costo Directo de la Vivienda Unifamiliar, Construida con la Aplicación del Sistema Constructivo Tradicional.

CONCEPTO	DURACION (JOR)	MATERIALES (\$)	M.O. (\$)	H. Y E. (\$)	C.D. (\$)
Preliminares	1.00	75.46	164.64	4.90	245.00
Cimentación	6.95	3937.05	2268.57	95.64	6301.26
Drenaje	1.35	376.23	306.40	9.11	691.74
Muros	6.05	5890.08	1401.77	85.07	7376.92
Losa	18.60	10732.83	2697.98	193.16	13623.97
Piso	5.50	4587.38	859.81	111.76	5558.95
Recubrimientos	4.55	1909.43	2048.92	60.95	4019.30
Yesería	2.75	696.58	809.68	24.03	1530.29
I. Eléctrica	2.50	3087.74	867.90	26.84	2982.48
I. Hidráulica	2.00	1670.19	694.33	21.47	2385.99
I. Sanitaria	4.00	4175.48	1735.81	53.68	5964.97
Ventanas	2.00	2922.84	1215.06	37.58	4175.48
Puertas	2.00	2505.29	1041.48	35.21	3578.98
Pintura	3.05	76.77	1010.81	30.71	1118.29
Limpieza	1.25	0.00	83.10	2.94	96.04
Total	63.55	41643.35	17216.26	790.05	59649.66
% de Participación		69.81	28.86	1.33	100

4.3 PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON EL SISTEMA PANEL
W

Cuadro 4.3.1

Presupuesto de la Vivienda Unifamiliar Construida con la
Aplicación del Sistema Constructivo Panel W.

CONCEPTO	IMPORTE (\$)
Preliminares	210.54
Cimentacion	7635.04
Drenaje	890.91
MUROS	17968.85
Losa	19814.26
Recubrimientos	1325.52
Yeseria	2027.54
Pisos	5054.78
Instalacion Electrica	4119.33
Instalacion Hidraulica	3295.45
Instalacion Sanitaria	8235.65
Ventanas	5767.06
Puertas	3943.19
Pintura	1567.36
Limpieza	124.48
Importe Total	82385.02

Cuadro 4.4.3

Análisis del Costo Directo de la Vivienda Unifamiliar, Construida con la Aplicación del Sistema Constructivo Panel W.

CONCEPTO	DURACION (JOR)	MATERIALES (\$)	M.O. (\$)	H. Y E. (\$)	C.D. (\$)
Preliminares	1.00	75.46	164.64	4.90	245.00
Cimentación	4.80	4421.01	460.05	169.87	5450.93
Drenaje	1.35	376.23	306.40	9.11	691.74
Muros	2.60	11040.09	2805.14	85.32	13930.55
Losa	15.00	13062.81	2172.08	124.44	15359.33
Recubrimientos	12.65	754.40	265.31	7.91	1027.62
Yesería	3.35	715.43	831.34	24.67	1571.44
Pisos	4.00	3166.37	727.08	22.99	3918.44
I. Eléctrica	2.50	2235.30	929.24	28.74	3193.28
I. Hidráulica	2.00	1788.23	743.39	22.99	2554.61
I. Sanitaria	4.00	4470.59	1858.48	57.48	6386.55
Ventanas	2.00	3129.41	1300.94	40.24	4470.59
Puertas	2.00	2682.35	1115.09	34.49	3831.93
Pintura	3.16	78.06	1027.67	31.22	1136.95
Limpieza	1.25	0.00	93.10	2.94	96.04
Total	61.6	47997.74	15199.95	667.31	63865.00
% de Participación		75.16	23.80	1.04	100

4.4 ANALISIS COMPARATIVO

Una vez enunciado el presupuesto de la vivienda unifamiliar construida con los sistemas constructivos: Fierrocuret, Tradicional y Panel W, como parte restante de la presente tesis, únicamente queda por llevar a cabo, el análisis comparativo costo - tiempo, entre los tres tipos de métodos constructivos establecidos.

Para ello, se ha optado por incluir dicho análisis en cuadros comparativos, en los que se incluyen a las características principales de los tres tipos de sistemas constructivos; esto, con la finalidad de que se pueda tener una mejor visión de las ventajas que proporciona cada uno de estos sistemas.

Cabe mencionar, que el análisis comparativo se efectuará de tres maneras diferentes. En la primera de ellas, se realizará una comparación costo directo - tiempo de ejecución entre los tres tipos de sistemas; esto, con la finalidad de ver las diferencias económicas y de tiempo que existen entre estas tres clases de técnicas constructivas, sin tomar en cuenta a los costos indirectos y utilidades. En la segunda comparación, se representará de forma gráfica, el comportamiento que presentan los costos de mano de obra, materiales, herramienta y equipo, durante el proceso de ejecución de la obra; esto, ayudará a tener una mejor visión de dicho comportamiento.

Finalmente, en el tercer y último análisis comparativo, se incluirá un resumen de varios aspectos importantes, relativos a los tres tipos de métodos constructivos. Esto permitirá establecer realmente cuál es el sistema constructivo que

proporciona la mayor rentabilidad, esto en cuanto al costo y tiempo de construcción de la vivienda unifamiliar.

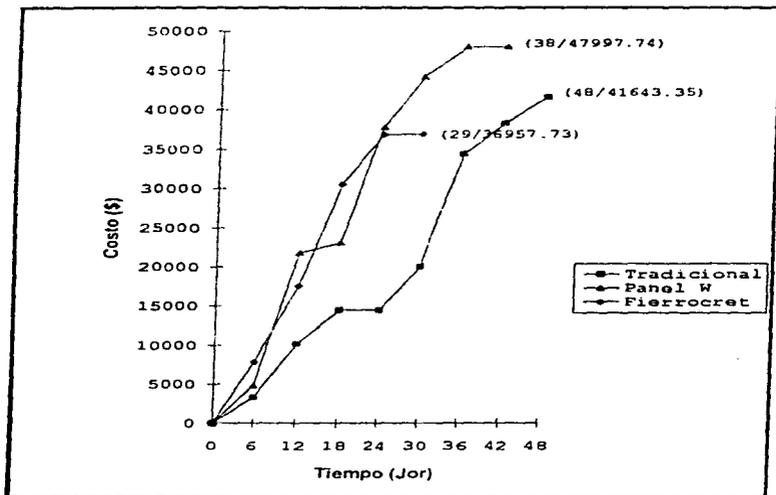
Cuadro 4.4.1

Comparación Costo Directo - Tiempo de Ejecución, Entre los Sistemas Constructivos: Fierrocret, Tradicional y Panel W.

CONCEPTO	FIERROCRET (\$)	TRADICIONAL (\$)	PANEL W (\$)
Preliminares	245,00	245,00	245,00
Cimentación	652,40	1.101,20	545,19
Estructura Acero	8166,70	6,00	6,00
Drenaje	601,74	601,74	601,74
Muros	6166,00	7370,70	1360,15
Losa	7004,70	1.607,70	1509,33
Recubrimientos	1791,00	403,00	150,00
Yesería	2000,00	1000,00	1000,00
Pisos	5171,44	5171,44	5171,44
I. Eléctrica	2467,40	2000,00	1000,00
I. Hidráulica	1000,00	2000,00	1500,00
I. Sanitaria	4000,00	5000,00	3000,00
Ventanas	4000,00	4000,00	4000,00
Puertas	2000,00	3000,00	3000,00
Pintura	1000,00	1100,00	1100,00
Limpieza	0,00	0,00	0,00
Costo Directo (\$)	49748.60	59649.66	63865.00
Tiempo Ejec. (Jor)	29	48	38

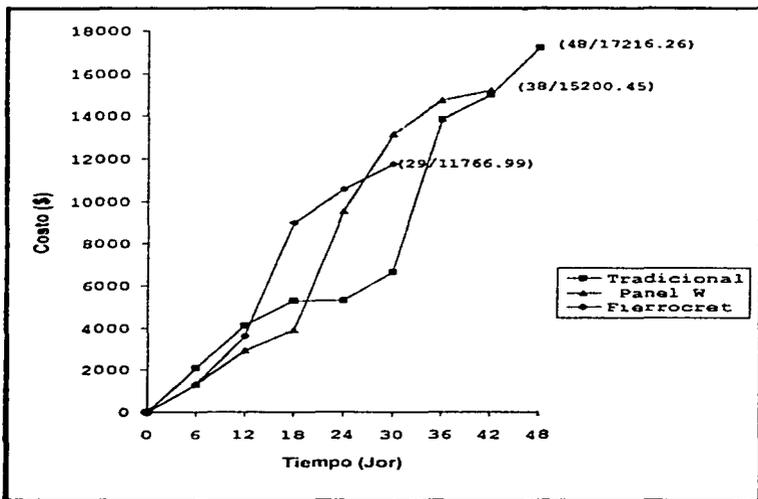
Gráfica 4.4.1

Comparación Costo de los Materiales - Tiempo de Ejecución,
de la Vivienda Construida con los Tres Tipos de Sistemas
Constructivos.



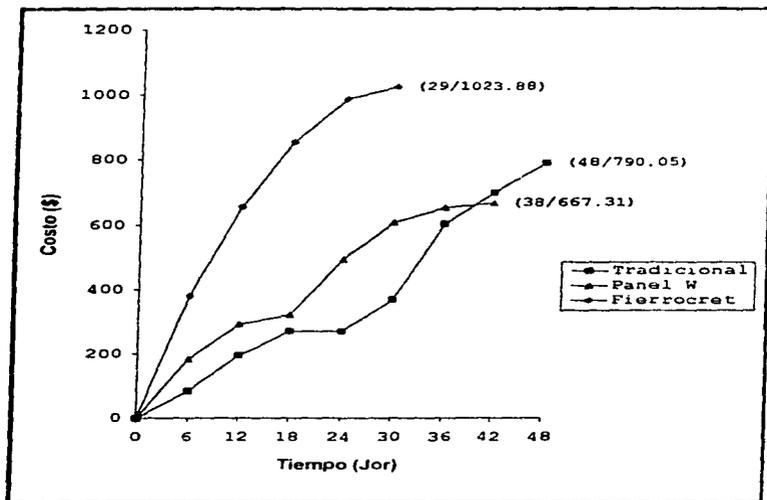
Gráfica 4.4.2

Comparación Costo de la Mano de Obra - Tiempo de Ejecución, de la Vivienda Construida con los Tres Tipos de Sistemas Constructivos.

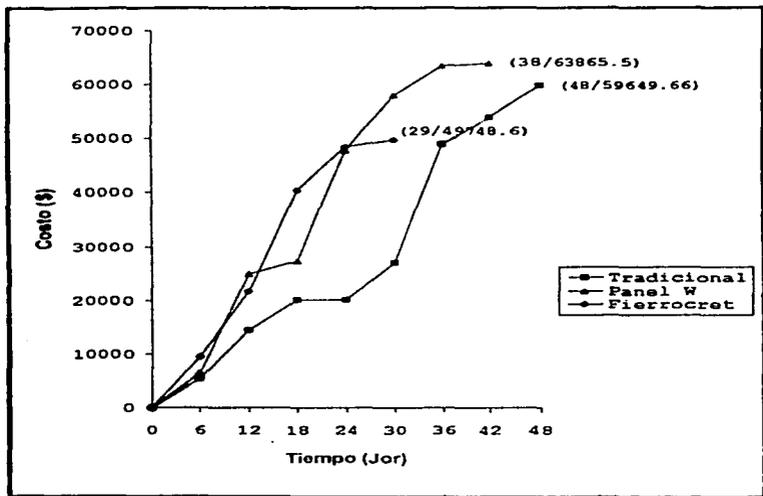


Gráfica 4.4.3

Comparación Costo de la Herramienta y Equipo - Tiempo de Ejecución, de la Vivienda Construida con los Tres Tipos de Sistemas Constructivos.



Gráfica 4.4.4
Comparación Costo Directo - Tiempo de Ejecución, de la
Vivienda Construida con los Tres Tipos de Sistemas
Constructivos.



Cuadro 4.4.2

Rentabilidad que Proporcionan los Tres Tipos de Sistemas Constructivos, Respecto a la Construcción de la Vivienda Unifamiliar Propuesta.

CONCEPTO	FIERROCRET	TRADICIONAL	PANEL W
Presupuesto de (\$)	64174.84	76949.06	82385.02
Costo directo (\$)	49745.69	59649.66	63865.00
Costo de materiales (%)	36977.75	41043.39	47997.74
Costo de mano de obra (%)	11767.94	17716.26	15199.95
Costo de H. y E. (%)	10700.00	7600.00	667.31
Tiempo de construcción (D)	72	42	38
Superficie construida (M ²)	76.30	76.30	76.30
Costo / m ² (\$)	855.91	797.31	837.02
Costo / m ² de muro (\$)	52.15	64.51	125.38
Costo / m ² de lona (\$)	14.74	136.31	164.13

CONCLUSIONES

Es indudable que una de las alternativas que se podrían tomar en cuenta para combatir el agobiante problema del déficit de viviendas es sin duda, la de fomentar y apoyar al mismo tiempo, la creación y utilización de nuevos materiales y sistemas constructivos que contribuyan a solucionar este problema, mediante la disminución de los costos y tiempos de construcción.

Además, esta alternativa permitiría que debido a la competencia que habría por controlar gran parte del mercado de la edificación, existieran una variedad importante de técnicas constructivas, las cuales estarían destinadas no solamente a cubrir las necesidades de las personas de más bajos recursos, sino que abarcarían también al resto de las clases sociales. De ahí que sea importante apoyar a las empresas que tienen la posibilidad de crear nuevos métodos de construcción; tal es el caso de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la cual a través del concurso que organiza denominado: "Concurso Nacional de Tecnologías Para la Construcción de Viviendas de Interés Social", realmente ha apoyado a varias empresas constructoras, ya sea mediante el proporcionamiento de asesorías técnicas, o hasta la introducción de su sistema al mercado de la construcción.

Esta promoción que realizan algunas instituciones o empresas, para dar a conocer a las nuevas técnicas constructivas es realmente importante, ya que de esa forma es como los constructores, instituciones de enseñanza o demás personas afines al área, pueden tener conocimiento de todos los nuevos materiales o procesos de producción que existen en el mercado, los cuales les permitirán que cuenten con más elementos para que puedan hacer una correcta elección, cuando se necesite llevar a cabo una edificación. Y prueba de la importancia de este apoyo, es que el sistema constructivo Fietrecret fue introducido y promocionado

por la SEDESOL, en el primer concurso que realizó en 1993, obteniendo éste el 2.º lugar, en la categoría de sistemas industrializados.

Como en dicho concurso se le consideró al Ferrocuret como uno de los mejores métodos constructivos de los que existen actualmente, decidí comprobarlo, mediante el análisis de dicho sistema. Y como ya se presentaron las características más importantes de este sistema, las cuales se fijaron en el contenido temático de esta tesis, a continuación se procede a redactar a las conclusiones a las que se llegó después de haber analizado al sistema constructivo Ferrocuret. Y para ello, se habrá de proceder capítulo por capítulo.

Referente al capítulo primero, es importante mencionar que tanto los sistemas constructivos industrializados como los prefabricados, desempeñan un papel muy importante dentro de la industria de la edificación. En cuanto a los métodos prefabricados, los cuales pueden estar compuestos de piezas como: tabiques, paneles, perfiles de acero, etc., su importancia estriba en que gracias a la geometría que tienen las piezas, se pueden construir en muchas ocasiones edificaciones con un menor costo y tiempo de construcción. Y una de sus ventajas más notables es que su uso no está restringido únicamente a construcciones de un cierto número de niveles; sino que se pueden emplear en edificaciones que pueden ir desde uno hasta varios niveles, tales como: hoteles, centros comerciales, etc. Esto es posible gracias a que para llevar a cabo las operaciones de montaje, no se necesitan realizar muchas maniobras, porque a las piezas se les puede manejar fácilmente.

Mientras tanto, los sistemas constructivos industrializados, en los cuales las operaciones se llevan a cabo en el lugar de la obra, tiene también su importancia en la edificación. A este tipo de sistema se le recomienda utilizar principalmente en

edificaciones que no estén muy altas; esto porque las alturas muy grandes, dificultan las maniobras de construcción. Por otro lado, cuando se trata de edificaciones que no son muy altas, es posible llevar a cabo todas las maniobras fácilmente, obteniéndose así adecuados rendimientos.

Actualmente esta muy de moda construir edificaciones mediante la combinación de los sistemas industrializados y prefabricados, ya que en muchas ocasiones se ahorran considerablemente tiempo y costes de construcción. Tal es el caso de por ejemplo, el empleo de vigas prefabricadas de acero, para construir la estructura de un edificio, y la construcción ya sea de muros o losas de concreto, o inversamente.

Si se tratara de hacer una comparación entre los dos tipos de sistemas constructivos, es decir, los industrializados y los prefabricados, ésta no tendría fundamento, ya que se trata de dos técnicas muy diferentes. Pero se podría decir que, respecto al industrializado, su uso se limita a edificaciones que no son muy altas, por ejemplo hasta cinco niveles; mientras que los prefabricados, no se apean a un límite de niveles específico. De ahí que el correcto uso de cada uno de ellos, depende de la elección del constructor.

Es importante mencionar también que, como se puede ver en el apéndice A, correspondiente al primer capítulo, actualmente existe una importante cantidad de sistemas constructivos en nuestro país, los cuales están integrados por un sinnúmero de materiales nuevos, habiéndolos desde origen natural hasta artificial. Pero lo importante de esto es que cada sistema nuevo trae consigo un nuevo procedimiento constructivo, y con los cuales se pueden construir desde viviendas para personas de bajos recursos económicos, hasta de mejores condiciones económicas; además de que los tiempos de construcción se pueden adaptar a las necesidades imperantes.

Referente al capítulo segundo, gracias a la información mencionada se pudo dar un panorama general de todo lo que encierra el sistema Fierrocret. En él se pudo ver que éste método es un sistema industrializado que se basa en el empleo del acero y del concreto, y que por consecuencia, está enfocado a la construcción de varios tipos de edificaciones, tales como: viviendas unifamiliares, plurifamiliares, aulas escolares, clínicas, hospitales, bodegas, etc., convenientemente de uno a cinco niveles.

Durante el desarrollo de este capítulo se pudo hacer notar algunos aspectos importantes que permitieron que el Fierrocret fuera catalogado como una tecnología rentable. Algunos de ellos que merecen la pena mencionar es sin duda, el empleo de una revolucionaria estructura de acero que se rellena de concreto; así como el empleo de la cimbra metálica sencilla y autoportante, que permiten una mayor velocidad de cimbrado, y por consecuencia, un menor costo y tiempo de construcción.

Toda la información que se menciona en el segundo capítulo, aunque no estuvo muy detallada, y esto debido a la falta de ella, creo que fue muy útil para que nos ayudara a comprender todo lo que implica una nueva tecnología; en este caso, el sistema Fierrocret.

En el tercer capítulo se pudo ver que el procedimiento constructivo que se sigue para construir una vivienda unifamiliar con este tipo de sistema, es relativamente sencillo; ya que al combinarse con a este método con algunas operaciones del sistema tradicional, tales como: la construcción de la cimentación, del drenaje, repellados, pisos, etc., hacen que dicho proceso sea mas sencillo.

Dentro de los elementos que integran el sistema Fierrocret, se pudo observar que realmente la instalación de ellos es muy práctica; y que por lo tanto, no se requiere de mano de obra especializada, ni de alguna herramienta especial. Cada de ellos es que por ejemplo, la estructura metálica es ligera y fácil de colocar; así como la cimbra metálica autoportante para el colado de la losa, y la sencilla para el colado de los muros.

Así también, es importante que la Cia. Arquitectura Industrial Mexicana, S.A., proporciona asesorías técnicas, planos y mano de obra, además de los elementos que integran al sistema Fierrocret, a toda empresa y demás personal que así lo requiera, para que tengan la seguridad de que las operaciones que efectúan se hacen de manera correcta.

Finalmente, en el capítulo cuarto se realizó la comparación costo - tiempo entre los sistemas constructivos Fierrocret, Tradicional y Panel W. En dicha comparación se pudo apreciar que, en términos generales, el sistema Fierrocret resulta ser, tal y como lo indicaban sus creadores, más rentable que los otros dos métodos constructivos, para construir a la vivienda unifamiliar propuesta. Pero para conocer en que se basa esta afirmación, acerca de la mayor rentabilidad que proporciona el sistema Fierrocret, respecto a los otros dos métodos constructivos, vale la pena mencionar las siguientes consideraciones.

Al comparar los costos directos de las tres viviendas se puede observar que el costo directo de la vivienda construida con el sistema Fierrocret fue de \$ 49,748.60; mientras que el de la construida con los sistemas Tradicional y Panel W, fue de \$ 59,649.66 y \$ 63,868.00 respectivamente. Esto indica que la vivienda construida con el sistema Fierrocret, representa el 83.40% del costo total de la vivienda construida con el sistema Tradicional, y el 77.96% del costo total de la que se edificó con el sistema Panel W.

Por otro lado, en cuanto al tiempo de construcción de las viviendas, se observa que para construir la vivienda utilizando el sistema Fierrocret, se requieren de 29 días, considerando jornadas de ocho horas; mientras que para construir a la vivienda mediante el empleo del los sistemas Tradicional y Panel W, se requieren de 48 y 38 días, respectivamente. Esto indica, que la vivienda construida con el sistema Fierrocret, se ahorra el 39.59% del tiempo que se invierte en la construcción de la vivienda con el sistema tradicional, y el 23.68% del que se invierte en la construida con el sistema Panel W.

Si se analiza a las diversas partidas que influyeron en el costo directo final de la vivienda propuesta, construida con los tres tipos de métodos constructivos, se observa que el costo de los materiales que se emplearon con el sistema Fierrocret, fue de \$ 36,957.73, mientras que de \$ 41,643.35 y \$ 47,997.74 de los sistemas Tradicional y Panel W, respectivamente. Esto indica, que el sistema Fierrocret, emplea menor cantidad de materiales de construcción, comparado con le otras dos métodos constructivos.

Haciendo referencia al costo directo de la mano de obra, se puede observar que la del sistema Fierrocret resultó ser de \$ 11,766.99; mientras que la del sistema Tradicional y Panel W, resultó ser de \$ 17,216.26 y \$ 15,199.95, respectivamente. Esto indica a su vez, que la cantidad de mano de obra que se emplea con el sistema Fierrocret resulta menor, que la que se empleó con las otras dos técnicas constructivas.

Por último, haciendo referencia al costo directo de la herramienta y equipo que se empleó en cada uno de los tres sistemas constructivos, se observa que dicho costo resultó ser más elevado con el sistema Fierrocret, que con los otros dos métodos constructivos; ya que el del primero fue de \$ 1023.88, y el del Tradicional y Panel W, de \$ 790.05 y \$ 667.31,

respectivamente. Esto se debió principalmente al mayor uso de equipo para llevar a cabo el colado de los muros de concreto de la vivienda.

Como último punto de comparación vale la pena mencionar que el costo por metro cuadrado construido, de la vivienda construida con el empleo del sistema Fierrocuret, resultó ser de \$ 652.01; mientras que por otro lado, las construidas con los sistemas Tradicional y Panel W, resultaron ser de: \$ 778.21 y \$ 837.02, respectivamente.

Tomando como base todos los puntos mencionados anteriormente, se puede expresar como conclusión final de la presente tesis, que resultó ser más rentable construir a una vivienda unifamiliar con la aplicación del sistema constructivo Fierrocuret, que mediante la aplicación de los sistemas Tradicional y Panel W; ya que en términos generales, se tiene un ahorro importante en lo que se refiere a su costo y tiempo de construcción. Por lo tanto, se puede decir, que la hipótesis que se planteó en la introducción de esta tesis, resultó ser verdadera.

A P E N D I C E S

A P E N D I C E A

C A P I T U L O I

CUADRO 1.1

Indice de Sistemas y Subsistemas Constructivos para la
 Construcción de Viviendas Registrados en el Mercado Mexicano.*

SISTEMA	DESCRIPCION	MATERIALES BASICOS
Adopress	Muros y losas desarrollados a partir de adobe machihembrado.	Grava, arena, limo y arcilla.
** Aislomac	Techumbre metálica engargolada con núcleo de poliestireno, poliuretano o fibra de vidrio.	Lamina pintro, poliuretano o poliestireno o fibra de vidrio.
** Bardas Pujol	Bardas monolíticas desarrolladas a partir de una cimbra metálica.	Cimbra metálica, concreto y acero de refuerzo.
Carci	Paneles de concreto con agregado ligero de perlas de poliestireno expandido, integrados a una estructura de perfiles de acero tubular para muros y losas.	Acero y concreto.
Castillo Base	Castillo ligero precolado de concreto armado.	Concreto y acero de refuerzo.

CeFeTi:	Paneles y losas de ferrocemento para muros y techos.	Perfil tubular, cemento portland y metal desplegado.
Cimbramex	Muros y techos de concreto desarrollados a partir de un sistema de cimbrado formado por paneles de madera contrachapada con perfiles metálicos.	Perfiles metálicos "T" y triplay.
Cortina	Muros de carga y losas prefabricadas de concreto reforzado, vaciadas en el lugar e izadas en obra con equipo especial.	Concreto, malla de acero electrosoldada y varilla de acero.
Covintec	Paneles formados por una estructura de alambre, con núcleo de poliestireno expandido para muros y losas.	Alambre, poliestireno expandido, cemento y arena.

<p>Dencasa</p>	<p>Tableros y componentes de poliestireno expandido, con alma de concreto para muros de carga y losas, o malla electrosoldada para muros divisorios.</p>	<p>Poliestireno expandido, acero y concreto.</p>
<p>Dencasa Delta Integral</p>	<p>Paneles prefabricados de concreto reforzado con alma de poliestireno totalmente recubierta con concreto; para muros y losas.</p>	<p>Concreto de formulación especial, acero y poliestireno expandido de alta densidad.</p>
<p>Est - Rey</p>	<p>Estructura ligera formada por perfiles de lámina de acero galvanizado, recubierta con paneles de yeso y tableros prefabricados aglutinados, para interiores; tableros de fibrocemento para exteriores.</p>	<p>Acero galvanizado, yeso y fibrocemento.</p>

Econopanel	Paneles de laminas de acero y metal desdoblada con núcleo de poliestireno expandido para muros y losas.	Lámina de acero, metal desplegado y poliestireno expandido.
Fierrocet	Sistema a base de una estructura de acero, la cual se rellena con concreto; desarrollado con una cimbra metálica autoportante para losas, y una sencilla para muros.	Cimbra metálica, acero y concreto.
Ge Jota	Paneles de concreto con agregado ligero de perlas de poliestireno expandido para muros y niveles de concreto armado, aligerado o no con poliestireno expandido para losas.	Concreto y poliestireno expandido.
Guadiana	Tableros estructurales autoportantes de madera y cemento para muros y losas.	Fibra de madera aglutinada y cemento.

Industrializado de madera	Estructura de vigas laminadas o armaduras de madera solida machihembrada; para muros y losas.	Madera.
Joist Losa	Losa de concreto reforzado con vigas de alma abierta.	Acero y concreto.
** Losacero Romsa - LQ - 99	Losa de concreto a base de un diafragma metálico de acero rolado en frio, que hace las veces de viga.	Concreto hidráulico y acero de alta resistencia.
** Losalit - EPS	Losa a base de vigueta de concreto presforzado y bovedillas de espuma de poliestireno.	Concreto, acero y poliestireno expandido autoextinguible.
Makron	Tableros de fibra de madera aglutinada con cemento; para muros y losas.	Fibra de madera aglutinada y cemento.
Meccano	Sistema de cimbra metálica que permite realizar colados monoliticos de concreto reforzado; para muros y losas.	Concreto y acero.

<p>Módulos Tridimensionales Jarmex</p>	<p>Estructura tabular de concreto reforzado, totalmente terminada en planta y conducida a su destino por transporte especial.</p>	<p>Concreto.</p>
<p>Multypanel</p>	<p>Módulos prefabricados de acero galvanizado y prepintado, unidos mediante un núcleo de espuma rígida de poliuretano para muros y losas.</p>	<p>Lámina pinto galvanizada y espuma rígida de poliuretano.</p>
<p>Novatec - EPS</p>	<p>Panels de poliestireno expandido armados con acero de refuerzo para muros y losas.</p>	<p>Poliestireno expandido y acero de refuerzo.</p>
<p>NSJ Conccisa</p>	<p>Muros y losas de concreto reforzado con fibra de polipropileno con núcleo de poliestireno expandido, colados en sitio.</p>	<p>Concreto celular, polipropileno y poliestireno expandido.</p>

P.C.R.	Panels de concreto reforzado con malla de acero electrosoldado y varilla de acero; para muros y losas.	Concreto Vibrocomprimido y poliestireno expandido.
Pamacón	Panels de fibra de madera aglutinada con cemento, núcleo de concreto y acero; para muros y losas.	Fibra larga de madera aglutinada, cemento y concreto.
Pamatec	Estructura de madera de pino recubierta de malla electrosoldada y cartón asfaltado.	Madera de pino estructural.
Panelcreto Sepsa	Panel de concreto reforzado con fibra corta de polipropileno, con nervaduras longitudinales y transversales; para muros y losas.	Concreto reforzado y polipropileno.
Panel Rey	Muros divisorios y plafones a base de paneles de yeso, estructurados con perfiles de lámina de acero galvanizado rolado en frío.	Yeso y acero galvanizado.

Panel W	Paneles con una estructura tridimensional de alambre de acero electrolitado, integrada a un núcleo de espuma de poliuretano; para muros y techos.	Espuma rígida de poliuretano y alambre recocido.
Papanoa	Hastilleros, remolados de madera de pino tratado; para muros y techos.	Madera de pino tratada.
Peralta Prins	Estructura constituida por perfiles especiales de acero galvanizado rolado en frío, revestida con diversos paneles y tableros.	Acero pregalvanizado rolado en frío.
** Plasbar	Unidad sanitaria con un solo bloque.	Hierro y plástico reforzado con fibra de vidrio.
Panel	Estructura monolítica de concreto, desarrollada a partir de una cimbra metálica.	Cimbra metálica, concreto y acero.

** Sanipac	Unidad Sanitaria con un sólo bloque.	Plástico reforzado con fibra de vidrio y tasa de W.C. con porcelana.
Sepso	Panel hueco de concreto presforzado, prefabricados mediante proceso de extrusión, para muros y losas.	Concreto presforzado y acero de refuerzo.
Siporex	Muros y losas de concreto celular ligero con acero de refuerzo.	Cemento, arena, polvo de aluminio y acero de refuerzo.
** Siporex	Muros de concreto ligero celular curado con vapor de alta presión.	Cemento, arena finamente pulida y polvo de aluminio.
Sofre	Paneles precolados de concreto; para muros y losas.	Concreto y malla electrosoldada.
** Spancrete	Placas de concreto pretensado realizadas por extrusión y compactación; para losas.	Cemento y acero.

Spandek	Paneles huecos de concreto preforzado, procesado mediante un sistema de vaciado en planta; para muros y losas.	Concreto y acero de refuerzo.
Tecnocret	Estructura metálica atornillada y rellena de concreto, cuyos muros y cubiertas pueden ser de diferentes materiales.	Lamina negra y concreto.
Thermo Panel	Paneles de lamina de acero galvanizado con núcleo de espuma de poliestireno expandido de alta densidad; para muros y losas.	Lamina de acero galvanizado, poliestireno expandido de alta densidad y malla de alambre.
Thorta	Elementos modulares de concreto, precolados en obra, con núcleo de poliestireno expandido; para muros y losas.	Concreto, acero de refuerzo, poliestireno expandido.

Trupang	Marcos rígidos de acero monten y alambre galvanizado tensado, recubiertos con mortero cemento - arena.	Acero monten, alambre galvanizado y mortero cemento - arena.
** Vigarmex	Losa para entrepiso y techo a base de semivigueta y bovedilla.	Acero de alta resistencia, cemento y arena o poliestireno.
Ypsacero	Estructura constituida por perfiles de lámina de acero galvanizado, revestida al interior con paneles de tablaroca y al exterior con diversos tipos de metal desplegado y bases para recibir aplanados.	Acero galvanizado, tablaroca y metal desplegado.

* Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC). "Indice de Sistemas Constructivos". Junio, 1990.

** Subsistemas Constructivos.

A P E N D I C E B
C A P I T U L O 1

CUADRO 1.2

**Características Principales del Sistema Constructivo "Panel W",
Aplicado en la Construcción de Viviendas Unifamiliares.****

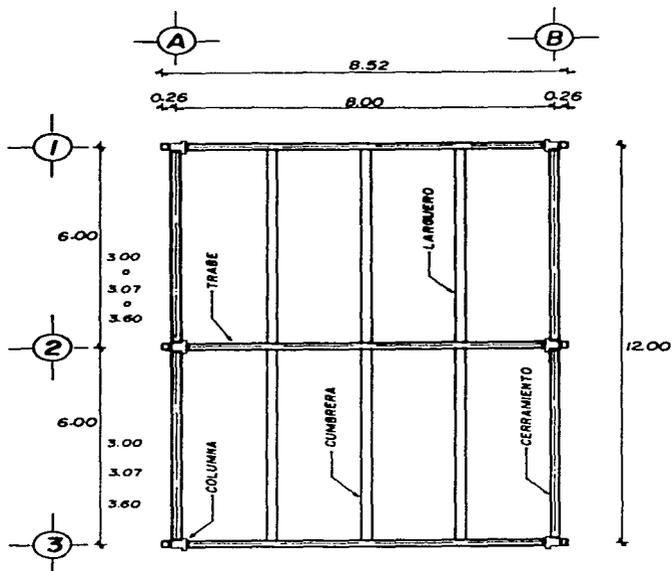
CONCEPTO	DESCRIPCION
Componentes	<ul style="list-style-type: none"> * Estructura tridimensional de alambre de acero calibre 14 electrosoldada a una separación de 5 cm. * Núcleo de espuma rígida de poliuretano de 2.5 cm de espesor. * Mortero de cemento 1:4, aplicado en obra en espesores de 2.5 y 3.75 cm, en cada lado de la estructura.
Elementos	<ul style="list-style-type: none"> * Paneles en base a núcleo de espuma rígida de poliuretano de 2.5 cm de espesor, con una estructura tridimensional de alambre de acero calibre 14, electrosoldada, integrada al núcleo y en una separación de 5 cm.
Tiempo de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> * Variable
Cimentación	<ul style="list-style-type: none"> * Losa corrida de concreto reforzado con malla electrosoldada y rigidizada mediante nervaduras de concreto reforzado, perimetral y bajo muros de carga. * La estructura se fija a la cimentación mediante anclajes de varilla a cada 30 cm aproximadamente.
Muros de Carga	<ul style="list-style-type: none"> * Exteriores: de 7.50 A 10 cm de espesor; peso aproximado: 100 a 150 kg/m². * Interiores: ídem.

Muros de relleno	<ul style="list-style-type: none"> • Igual que para muros de carga, aunque considerando el espesor que en este caso es normalmente de 7.5 cm.
Entrepisos	<ul style="list-style-type: none"> • Estructurados con el mismo panel y refuerzo adicional de acero de acuerdo con pisos y cargas a soportar. • Los paneles se unen entre sí a los muros mediante segmentos de varillas a cada 30 cm. Teniendo la envolvente se aplica mortero de cemento 1:4, en ambas caras en un espesor de 2.5 o 4.75 cm de cada lado, dependiendo de las condiciones de carga.
Escalera	<ul style="list-style-type: none"> • Puede estructurarse con el mismo panel para recibir posteriormente escalones de cualquier material.
Techo	<ul style="list-style-type: none"> • Igual que entrepisos.
Módulo de Diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Múltiplos y submúltiplos de 1.83 m.
Opinion Técnica	<ul style="list-style-type: none"> • FOVI, Bancamer, INFONAVIT, Ayuntamiento de Guadaluajara, Instituto de Ciencias Exactas y Terrestres, UAG, International Conference of Building Officials.
Mano de Obra	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación a Corto Plazo, utilización de obreros de albañilería.
Equipos y Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> • No requiere equipo especial para transporte al sitio. • Herramientas: picas, pinzas, sierra sin disco para cortes.
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Cualquiera tipo.
Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Prefabricadas o convencionales, colocadas antes de aplicar el mortero sobre la estructura tridimensional.

Acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Recibe cualquier tipo de acabados para exteriores así como para interiores. • No requiere de acabados especiales.
Características Acústicas y Térmicas	<ul style="list-style-type: none"> • Aislamiento térmico: el núcleo de espuma del poliuretano tiene un factor $R = 3.2 \text{ kcal cm}^2 / \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C hr.}$ • Coeficiente de absorción del sonido: 0.92 N.R.C.
Durabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Alta, proporcionada por la durabilidad del mortero.
Aplicación del Sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Edificios para viviendas, escuelas, clínicas, oficinas, etc., hasta dos niveles. • Antepechos, pretilas, parieluces, elementos de fachada, etc.

•• Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC). "Índice de sistemas Constructivos". Junio, 1990.

A P E N D I C E C
C A P I T U L O 2



PLANTA

Aplicación:
Ejemplo para 2 aulas.
FCM (Fierrocraet Multiple).

ESCALA: 1/100
ACOTACIONES: m.
AREA: 96.00 m²

Figura 2.2 (a) Prototipo FCM 8M 1 Nivel.

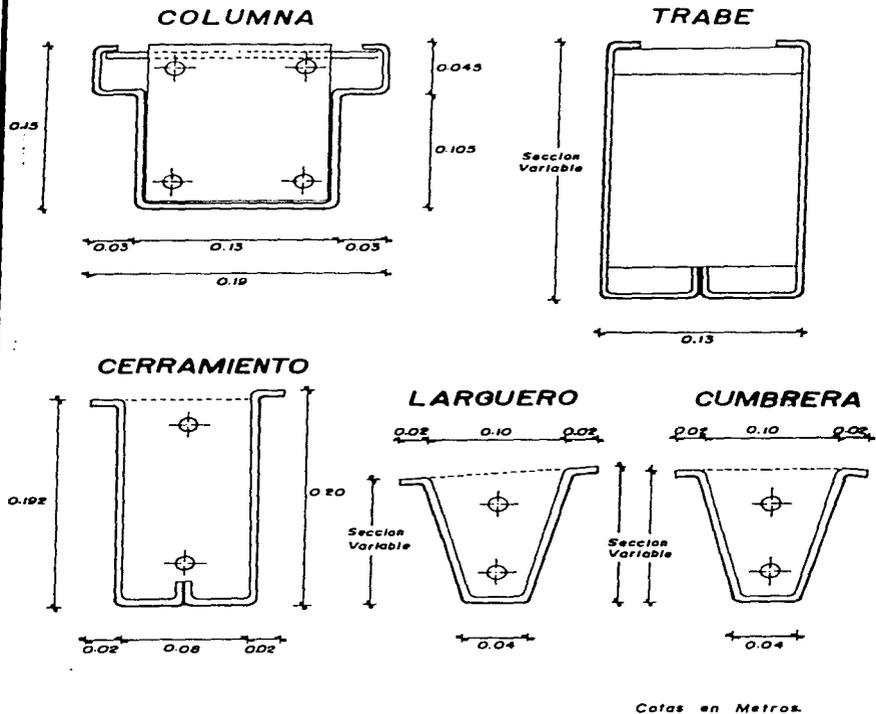
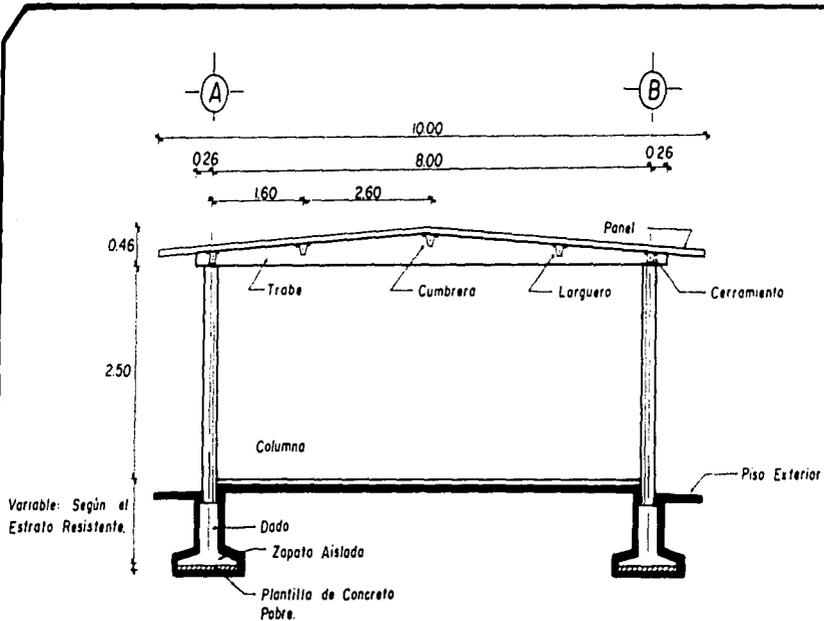


Figura 2.2 (c) Perfiles del Prototipo FCM 8M 1 Nivel.



Detalle de Unión.

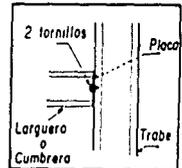


Figura 2.2 (b) Corte Estructural Prototipo FCM BM I Nivel

B I B L I O G R A F I A

- Arquitectura Industrial Mexicana, "Cimbras", México, 1994.
- Basso Birules, Francisco, "Prefabricación e Industrialización en la construcción", Ed. Blume, Barcelona, España, 1971.
- Carbajal de la Cruz, Francisco, "Sistema Estructural Fierroret", Ed. Arquitectura Industrial Mexicana, México, 1984.
- Carbajal de la Cruz, Francisco, "Sistema Fierroret", Ed. Arquitectura Industrial Mexicana, México, 1994.
- Carbajal de la Cruz, Francisco, "Sistemas Mexicanos Para la Construcción en Serie", Ed. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, México, 1981.
- Ceballos Lascuain, Hector, "La Prefabricación y la Vivienda en México", Ed. Centro de Investigaciones Arquitectónicas, México, 1981.
- Combe Ayala, Arturo, "Manual Básico del Autoconstructor", Ed. Diana, México, 1984.
- Congreso Mexicano de la Industria de la Construcción, "Memoria", Ed. Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, México, 1980.
- Diario Oficial de la Federación, "Comisión Nacional de Salarios Mínimos", Tomo DVII, No.2, México, Diciembre de 1995.
- Esqueda Huidobro, Heraclio, et. al., " Prefabricación e Industrialización de la Arquitectura en México", México, 1970.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), "Construcción y Tecnología", Vol. VI, No.62, México, Julio de 1993.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), "Cimbras Metálicas - Apuntalamiento", Manual de Andamios Atlas, México.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), "Cimbras - Construcción", México.

- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC)**, "Catálogo de Sistemas Constructivos : Sistema Panel W", México, 1995.
- Koncz, Tihamer**, "Manual de la Construcción Prefabricada", Tomo I, Ed. Blume, Barcelona, España.
- "Manual Tolteca de Autoconstrucción y Mejoramiento de la Vivienda"**, Ed. Tolteca, México.
- Nissen, Hernia**, "Construcción Industrializada y Diseño Modular", Ed. Blume, Madrid, España, 1976.
- "Nueva Ley del Seguro Social: Reglamentos e Instructivos"**, Ediciones Fiscales ISEF, México, 1996.
- Olivari, Mario G.**, "Prefabricación e Metaproyecto Constructivo", Ed. Blume, Barcelona, España.
- Palacio de Minería**, "Curso: Ingeniería de Costos de Construcción", México, 1983.
- Plazola Cisneros, Alfredo y Plazola Anguiano, Alfredo**, "Normas y Costos de Construcción", Vol. 3, Ed. Limusa, México, 1994.
- "Reglamento de Construcciones Para Distrito Federal"**, Berbera Editores, México, 1994.
- Rodríguez R., Carlos**, "Manual de Autoconstrucción", Arbol Editorial, México, 1994.
- Secretaría de Desarrollo Social**, "Catálogo del Primer Concurso Nacional de Tecnologías Para la Vivienda de Interés Social", México, 1992.
- Suárez Salazar, Carlos**, "Costo y Tiempo en Edificación", Ed. Limusa, México, 1990.

G L O S A R I O D E T E R M I N O S

Análisis de costos. Es el proceso que nos permite decidir cuáles son las alternativas de "como" construir o fabricar las partidas de obra que se van a ejecutar; por lo que se requiere tener conocimientos sobre los procedimientos constructivos.

Análisis estructural. Es la determinación de las fuerzas y deformaciones que se producen en una estructura, que está sujeta a la acción de cargas.

Anteproyecto. Es la elaboración de los trabajos preliminares que se tienen que efectuar, para la realización de un proyecto de ingeniería o arquitectura.

Asentamiento humano. Es la fijación de un determinado conglomerado demográfico de una área físicamente localizada dentro de un sistema de vivienda y dentro de una serie de elementos federales y obras materiales que la integran.

Autoconstrucción de la vivienda. Es la forma de edificar cualquier tipo de vivienda, mediante la inversión directa de trabajo y esfuerzos de los propios usuarios.

Balanza comercial o económica. La parte de la balanza de pagos de una nación que se refiere a las importaciones o exportaciones de mercancías (visibles).

Calidad de la vida. Son aquellos aspectos que se refieren a las condiciones generales de vida individual y colectiva, incluyendo vivienda, salud, educación, cultura, esparcimiento, alimentos, etc.

Capacidad de carga del terreno. Es la carga vertical por unidad de área que puede aplicarse al estrato resistente del suelo sobre el que se va a construir la cimentación.

Cargas de diseño. Es la carga total con la que se diseñan o dimensionan las estructuras.

Conjunto habitacional. Es el grupo de viviendas, planificado y dispuesto en forma integral con la dotación e instalación

necesaria y adecuada de infraestructura y servicios urbanos, que comprenden vialidad, espacios verdes o abiertos, escuelas, comercios, centros de servicios asistenciales y de salud, etc.

Costos directos. Es la suma de los costos de los materiales, mano de obra, herramienta y equipo necesarios para la realización de un proceso productivo.

Costos indirectos. Es la suma de los gastos técnico-administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso productivo.

Costos preliminares o básicos. Es la suma de los costos de materiales, mano de obra, herramienta y equipo para obtener un subproducto; siendo estos, los costos que intervienen en un gran mayoría de costos finales.

Cuantificación. Es la determinación del volumen de obra realizada que se va cobrar.

Déficit de vivienda. Es el conjunto de las necesidades insatisfechas de la población en materia habitacional, dentro de un lapso de tiempo y un territorio determinados.

Densidad de población. Es el número medio de habitantes por kilómetro cuadrado que radican en la entidad y en cada uno de sus municipios.

Densidad de vivienda. Es la relación entre el número de unidades de vivienda de un sector urbano por hectárea urbanizada en dicho sector.

Desarrollo urbano. Es el proceso de adecuación y ordenamiento, a través de la planeación del medio urbano, en sus aspectos físicos, económicos y sociales.

Diseño estructural. Es el arreglo y dimensionamiento de las estructuras y sus partes, de tal manera que las mismas soporten satisfactoriamente las cargas colocadas sobre ellas.

Edificación. Es toda construcción que esté sobre un predio, tales como: viviendas, conjuntos habitacionales, escuelas, etc.

Equipamiento urbano. Es el conjunto de edificios y espacios de uso público, en los que se realizan actividades complementarias a

las de habitación y trabajo o bien, en los que se proporcionan a la población servicios de bienestar social y de apoyo a actividades.

Estructura. Es un elemento o un conjunto de elementos que, unidos entre sí, resisten las cargas que soportan y las transmiten al terreno a través de sus apoyos.

Flecha máxima. Es la distancia máxima que se pandea una estructura respecto a su eje horizontal, en el centro o en alguna de sus esquinas, cuando está sujeta a la acción de cargas.

Gastos técnicos y administrativos. Son aquellos que representan la estructura ejecutiva, técnica, administrativa y de staff de una empresa.

Hábitat. Es la categoría fundamental unificadora de las disciplinas que se ocupan de la modificación y organización del espacio y de su valoración y uso, con el fin de hacerlo habitable por el hombre.

Infraestructura urbana. Es el conjunto de obras que constituyen los soportes del orden funcional de las ciudades y que hacen posible el uso urbano del suelo, tales como: accesos, saneamiento, encauzamiento, distribución de aguas y energía, comunicación, etc.

Marginalidad. Es el fenómeno que se produce como consecuencia de la dinámica específica de un determinado sistema socioeconómico; y que manifiesta la segregación de importantes sectores de la población de las actividades productivas, y la carencia de múltiples satisfactores de carácter social, socioeconómico y político a nivel individual o colectivo.

Medio de valor adquisitivo. Es todo lo que sirve como medio de cambio, es decir, que es ampliamente aceptado como medio de pago.

Megalópolis. Palabra griega que significa "gran ciudad".

Metrópoli. Es la ciudad principal de un país, estado o región.

Oferente. Que ofrece.

Patente. Es el certificado otorgado por un gobierno al autor de un invento industrial para asegurarle su propiedad y explotación exclusiva durante cierto tiempo.

Peso específico. Es la relación que existe entre el peso de un material, respecto a su volumen.

Presupuesto. Es la suposición del valor de un producto para condiciones determinadas a un tiempo inmediato.

Proyecto. Es el plan prospectivo de una unidad de acción capaz de materializar algún aspecto del desarrollo económico o social. Como plan de acción, el proyecto supone la indicación de los medios necesarios para su realización, y la adecuación de esos medios a los resultados que se persiguen.

Resistencia a la compresión del concreto (f'c). Es la resistencia máxima que proporciona el concreto por unidad de área, para ser penetrado por alguna carga que este actuando sobre él.

Rendimiento. Es la cantidad de trabajo efectuada en una jornada por una persona o un grupo de trabajadores.

Tasa de crecimiento de la población. Esta tasa expresa la velocidad de crecimiento de la población que radica en una determinada unidad geográfica: localidad, municipio, estado, etc., durante un cierto periodo.

Urbanismo. Es la disciplina que se encarga de la organización del medio físico para la vida de los hombres y de las sociedades que forman; de la organización de estas sociedades, localizadas en el territorio y en el espacio natural geográfico y de la distribución de los grupos humanos, según sus actividades culturales y materiales.

Vivienda. Es el ámbito físico - espacial en donde las personas desarrollan sus funciones vitales básicas.

Vivienda progresiva. Se considera como la línea de acción orientada a incrementar el inventario habitacional existente, mediante programas caracterizados por abrir un proceso que permita complementar y consolidar, en el tiempo, la vivienda.