

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



TRABAJO DE GRADUACION:

**“MANUAL DE ELEMENTOS PREFABRICADOS USADOS EN EL
SALVADOR, CONSIDERANDO ELEMENTOS ESTRUCTURALES
SISMO RESISTENTES”**

PRESENTADO POR:

Romero Díaz, Idalia Iveth

Saravia Díaz, Libni Ariel

Sorto Amaya, Carlos Alfredo

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

Marzo de 2012

San Miguel.

El Salvador.

Centroamérica.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

VICERRECTOR ACADÉMICO:

MSD. ANA MARIA GLOWER DE ALVARADO.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIO GENERAL:

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

FISCAL GENERAL:

LIC. NELSON LOPEZ

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
AUTORIDADES**

DECANO:

LIC. CRISTOBAL HERNAN RIOS BENITEZ

VICEDECANO:

LIC. CARLOS ALEXANDER DIAZ

SECRETARIO

LIC. JORGE ALBERTO ORTEZ HERNANDEZ

JEFE DE DEPARTAMENTO ING. Y ARQUITECTURA:

ING. UVIN EDGARDO ZUNIGA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Trabajo de Graduación previo al Grado de:

INGENIERO CIVIL

Título:

**“MANUAL DE ELEMENTOS PREFABRICADOS USADOS EN EL
SALVADOR, CONSIDERANDO ELEMENTOS ESTRUCTURALES SISMO
RESISTENTES”**

Presentado por:

ROMERO DIAZ, IDALIA IVETH

SARAVIA DIAZ, LIBNI ARIEL

CARLOS ROBERTO CRUZ

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director:

ING. UVIN EDGARDO ZUNIGA

SAN MIGUEL, MARZO DE 2012

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTOR:

ING.UVIN EDGARDO ZUNIGA

COORDINADOR DEL PROCESO DE TESIS:

ING. MILAGRO DE MARIA ROMERO DE GARCIA

DEDICATORIA.

- **A DIOS TODOPODEROSO:** Por la vida y la oportunidad de aprovecharla al máximo y por haberme dado la fuerza necesaria para alcanzar las metas propuestas.
- **A MIS PADRES:** Por darme su amor, comprensión, paciencia además de brindarme su confianza y apoyo necesario el cual me impulso a lograr esta meta, también me dieron esa fuerza para seguir adelante en los momentos más difíciles de mi carrera.
- Gracias a **TODOS** aquellos que estuvieron pendientes de que lograra mis metas: familia, amigos, compañeros, que supieron comprender y ayudar de una u otra forma.

Romero Díaz, Idalia Iveth.

DEDICATORIA.

- **A DIOS TODOPODEROSO:** Por haberme iluminado mi mente y guiarme, y guardarme por el camino del bien.

- **A MI FAMILIA:** Por su apoyo moral espiritual, económico y ha sido y será siempre un pilar muy importante en mi vida porque sin él no hubiese podido finalizar esta meta.

- **A MIS COMPAÑEROS:** Por la dedicación y empeño y la unificación de criterios tan necesarios para el trabajo en equipo.

Saravia Díaz. Libni Ariel.

DEDICATORIA

- **A DIOS TODOPODEROSO:** Por mantenerme con bien en el transcurso de este proyecto y que ha guiado mi camino e iluminado mis pensamientos para alcanzar este objetivo propuesto y tanto deseado

- **A MIS PADRES:** Por darme amor, comprensión, paciencia y buenos deseos en el transcurso de este proyecto, que siempre me brindaron para coronar mi objetivo logrado.

- **A MIS HERMANOS:** por el apoyo y buenos deseos que nunca me lo dejaron de proporcionar.

- **A MIS DEMÁS FAMILIARES:** Por motivarme a seguir adelante.

- **A MIS AMIGOS:** En especial a la Lic. Jacqueline Guevara, por darme ese apoyo desde el inicio hasta el final de este proyecto de graduación. A Abraham, Sergio, Alfredo, Libni, Idalia, Denis, Miguel y Alex y a todos los demás por desearme suerte y apoyarme en todo tiempo.

Sorto Amaya. Carlos Alfredo.

MANUAL DE ELEMENTOS PREFABRICADOS USADOS EN EL SALVADOR, CONSIDERANDO ELEMENTOS ESTRUCTURALES SISMO RESISTENTES



INDICE GENERAL

**“MANUAL DE ELEMENTOS PREFABRICADOS USADOS EN EL SALVADOR
CONSIDERANDO ELEMENTOS ESTRUCTURALES SISMO-RESISTENTES”**

Capítulo I	Pag.
1.0 Anteproyecto	
1.1 Introducción.....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.3 Justificación.....	6
1.4 Objetivos.....	8
1.4.1 General.....	8
1.4.2 Específicos.....	8
1.5 Alcances.....	10
1.6 Limitaciones.....	11
1.7 Antecedentes.....	12
1.7.1 Antecedentes en otros países.....	12
1.7.2 Cronología del desarrollo del concreto prefabricado...	15
1.7.3 Antecedentes en El Salvador.....	16
Capítulo II	
2.0 Aspectos Generales de los elementos prefabricados	
2.1 Introducción al concepto de prefabricados.....	20
2.2 Conceptos generales del prefabricado.....	20
2.3 Aplicaciones de concreto prefabricado.....	22

2.3.1 Edificios Estructurales.....	22
2.3.2 Edificios Residenciales.....	22
2.3.3 Edificios de Oficina.....	23
2.3.4 Almacenes y edificios industriales.....	24
2.3.5 Estructuras de Estacionamiento.....	25
2.4 Prefabricados de concreto de Revestimiento.....	26
2.4.1 Estadios/ Arenas.....	26
2.4.2 Puentes.....	27
2.4.3 Otras estructuras.....	29
2.5 Clasificación de los elementos prefabricados.....	30
2.5.1 Según su peso y dimensiones.....	30
2.5.1.1 Prefabricados livianos.....	30
2.5.1.2 Prefabricados semipesados.....	31
2.5.1.3 Prefabricados pesados.....	31
2.5.2 Según su forma.....	31
2.5.2.1 Sistemas tridimensional.....	31
2.5.2.2 Sistemas bidimensional o plano.....	32
2.5.2.3 Sistemas dimensional o lineales.....	32
2.5.3 Por su grado de prefabricación.....	32
2.5.3.1 Total o completo.....	32
2.5.3.2 Parcial.....	33
2.5.4 Por su función.....	33
2.5.4.1 Resistente.....	33
2.5.4.2 Cerramiento.....	33

2.5.4.3 Decorativo.....	33
2.5.4.4 Ornamental.....	34
2.6 Características y principios generales.....	34
2.7 Problemas comunes del prefabricado.....	36
2.7.1 Aspecto Estructural.....	36
2.7.2 Manipulación y Transporte.....	36
2.7.3 Aspecto Económico – Financiero.....	36
2.7.4 Sobre el montaje.....	36
2.7.5 Sobre la fabricación.....	36
2.8 Calidad de los materiales para elaborar prefabricados de concreto	37
2.9 Elementos diseño bajo norma.....	37
2.10 Calidad del Hormigón.....	38
2.10.1 Cementos.....	38
2.10.2 Agregados.....	39
2.10.2.1 Finos.....	39
2.10.2.2 Gruesos.....	40
2.10.3 Agua de mezcla.....	41
2.10.4 Aditivos químicos.....	41
2.10.5 Materiales cementicos adicionales.....	43
2.11 Acero de Refuerzo.....	43
2.11.1 Refuerzo den barras.....	44
2.11.2 Refuerzo en alambre.....	44
2.11.3 Mallas de barras y armaduras de alambre soldado...	44
2.11.4 Armadura recubierta de zinc o epoxi.....	45

2.11.5 Formas y placas de acero empotradas.....	45
2.12 Acero de Presfuerzo.....	46
2.12.1 Cable de pretensado.....	46
2.12.2 Cables para postensado sin adherir.....	46
2.12.3 Barras de Postensado.....	46
2.13 Almacenamiento de la materia prima en las plantas de Producción.....	47
2.13.1 Cemento.....	47
2.13.2 Áridos.....	48
2.13.3 Agua.....	49
2.13.4 Refuerzo.....	50
2.14 Moldes, tipos y clasificación.....	50
A. Moldes.....	50
2.14.1 Moldes de madera.....	50
2.14.2 Moldes metálicos.....	51
B. Clasificación.....	51
2.14.3 Según la forma de producir.....	51
2.14.4 Según la posición de los moldes.....	51
2.14.5 Según la naturaleza de la pieza producida.....	51
2.14.6 Moldes para componentes.....	51
2.14.7 De acuerdo con la naturaleza del material del molde..	52
2.14.8 Según la cantidad de componentes.....	52
2.14.9 Según la frecuencia de uso.....	52

Capítulo III

3.0 Tipos de Elementos Estructurales Prefabricados

3.0 Elementos Estructurales.....	54
3.1 Importancia de los elementos estructurales.....	54
3.2 Tipos de Elementos estructurales.....	54
3.2.1 Cimientos.....	55
3.2.1.1 Tipos de cimentaciones.....	55
3.2.1.2 Cimentaciones prefabricadas de concreto.....	56
3.2.1.3 Zapatas prefabricadas.....	57
3.2.1.3.1 Ventajas.....	58
3.2.1.4 Pilotes prefabricados.....	58
3.2.1.4.1 Ventajas.....	59
3.2.1.4.2 Secciones.....	59
3.2.1.4.3 Longitudes.....	59
3.2.2 Columnas.....	60
3.2.2.1 Tipos de columnas.....	60
3.2.2.1.1 Respecto a las formas y disposición de Refuerzo.....	60
3.2.2.1.2 De acuerdo a su material.....	60
3.2.2.1.3 Según su fabricación.....	60
3.2.2.2 Columnas prefabricadas de concreto.....	61
3.2.2.3 Ventajas de columnas prefabricadas.....	62
3.2.2.4 Usos.....	62

3.2.2.5 Secciones.....	63
3.2.3 Vigas.....	64
3.2.3.1 Tipos de vigas.....	64
3.2.3.1.1 Respecto a la forma o sección transversal	64
3.2.3.1.2 De acuerdo al tipo de material.....	64
3.2.3.1.3 Según su fabricación.....	64
3.2.3.1.4 Por la forma en que soporta las cargas..	64
3.2.3.2 Vigas prefabricadas de concreto.....	65
3.2.3.3 Ventaja de las vigas prefabricadas.....	65
3.2.3.4 Tipos de vigas prefabricadas.....	66
3.2.3.5 Otro tipo de vigas.....	67
3.2.4 Losas.....	68
3.2.4.1 Tipos de losas.....	68
3.2.4.1.1 Por la forma en que se apoyan.....	68
3.2.4.1.2 Por la geometría, forma y dirección....	69
3.2.4.1.3 Según el volumen ocupado y su peso..	69
3.2.4.2 Losas prefabricadas.....	69
3.2.4.3 Usos.....	70
3.2.4.4 Sistema de losas prefabricadas.....	70
3.2.4.4.1 Vigueta y bovedilla.....	71
3.2.4.4.2 Losa alveolar o extruida.....	74
3.2.4.4.3 Losas sistemas T y TT.....	75
3.2.4.4.4 Losa solida prefabricada.....	76
3.2.5 Paredes.....	78

3.2.5.1 Tipos de paredes.....	78
3.2.5.1.1 Por su función.....	78
3.2.5.1.2 Según el material.....	79
3.2.5.1.3 Por su sistema constructivo.....	79
3.2.5.2 Paredes prefabricadas.....	80
3.2.5.3 Usos.....	81
3.2.5.4 Ventajas.....	81
3.2.5.5 Diseño de conexiones en paredes.....	81
3.2.5.6 Paredes de fácil colocación.....	82
3.3 Detalles de conexiones típicas en elementos prefabricados.....	83
3.3.1 Tipos de conexiones.....	84
3.3.2 Base a columnas.....	84
3.3.3 Viga a columna.....	87
3.3.4 Columna a columna.....	91
3.3.5 Losa a viga.....	93
3.3.6 Losa a muro.....	95
3.3.7 Muro a cimentación.....	100

Capítulo IV

4.0 Elementos prefabricados más usados en nuestro país

4.1 Elementos prefabricados más usados.....	103
4.2 Temas previos.....	103
4.2.1 Transporte de elementos prefabricados.....	104

4.2.1.1 Aspectos generales.....	104
4.2.1.2 Equipos de transporte especializados.....	105
4.2.1.3 Normas y seguridad para el transporte.....	107
4.2.2 Montaje de elementos prefabricados.....	107
4.2.2.1 Aspectos generales.....	107
4.2.2.2 Tipos de montajes.....	108
4.2.2.3 Método de montaje.....	109
4.2.2.4 Equipo de montaje.....	109
4.2.2.5 Accesorios y herramientas para el montaje.....	110
4.2.2.6 Esquemas de elevación de placas y paneles....	113
4.2.2.7 Elementos de sujeción provisional.....	113
4.2.3 Tolerancia en la fabricación de elementos prefabricados	114
4.2.4 Empresas que producen prefabricados.....	115
4.3 Proceso para la instalación y colocación de los	
Elementos prefabricados.....	116
4.3.1 Pilotes prefabricados.....	116
4.3.1.1 Proceso de colocación e instalación de	
Pilotes prefabricados.....	116
4.3.1.1.1 Tareas previas.....	117
4.3.1.1.2 Maquinaria.....	117
4.3.1.1.3 Instalación.....	118
4.3.2 Columnas prefabricadas.....	121
4.3.2.1 Proceso de colocación e instalación de	
Columnas prefabricadas.....	121

4.3.2.1.1 Tareas previas.....	121
4.3.2.1.2 Instalación.....	122
4.3.3 Vigas prefabricadas.....	125
4.3.3.1 Proceso de colocación e instalación de Vigas prefabricadas.....	125
4.3.3.1.1 Tareas previas.....	126
4.3.3.1.2 Instalación.....	126
4.3.4 Losas prefabricadas.....	129
4.3.4.1 Proceso de colocación e instalación de losas prefabricadas.....	129
4.3.4.1.1 Tareas previas.....	129
4.3.2.1.2 Instalación.....	129
4.3.5 Paredes prefabricadas.....	133
4.3.5.1 Sistema columna y loseta.....	133
4.3.5.1.1 Imágenes del sistema columna y loseta	133
4.3.5.1.2 Tareas previas.....	134
4.3.5.1.3 Procedimiento de instalación sistema Columna loseta.....	134
4.3.6 Sistemas de placas.....	139
4.3.6.1 Proceso de colocación e instalación de placas.	139
4.3.6.1.1 Tareas previas.....	140
4.3.6.1.2 Instalación.....	140
4.3.6.2 Conexión típica.....	143

Capitulo V

5.0 Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones.....	144
5.2 Recomendaciones.....	147
Bibliografía.....	149
Anexos.....	152



CAPITULO I

ANTEPROYECTO



1.0 INTRODUCCION.

El sistema de prefabricados es un método constructivo basado en el diseño y producción de elementos elaborados en serie en una fábrica y que al llevarlos a su posición definitiva, tras una fase de montaje simple, preciso y no laborioso, conforman el todo o una parte de un edificio o construcción. Tal es así que, cuando un edificio es prefabricado, las operaciones en el terreno son esencialmente de montaje, y no de elaboración.

En la época actual el ingeniero o arquitecto diseñador se ven obligados a buscar las herramientas necesarias para ser más competitivos ante la globalización, ya que en los últimos años el crecimiento de la industria de la construcción está utilizando técnicas que van desplazando a otras formas de construir.

Es importante que se tenga el conocimiento de las nuevas tecnología para la construcción, siendo una de las principales los sistemas estructurales en concreto prefabricado que existe actualmente, su proceso constructivo y la manera de utilizarlos; y así podemos analizar las ventajas técnicas ante sistemas estructurales tradicionales.

En este trabajo se ha realizado una investigación sobre los diferentes sistemas constructivos prefabricados, con la intención, no solo proporcionar sino de ampliar el conocimiento de diversas opciones existentes en nuestro medio, a manera que sirva como guía de posibles soluciones arquitectónicas y estructurales.

La investigación incluye información sobre sistemas prefabricados comúnmente utilizados en nuestros medios a si como técnicas aplicables a nuestro mercado.

Así se lograron escribir 5 capítulos, donde se plasmó la teoría, la investigación y la práctica, tocando varios temas, en estos se analiza los diversos elementos prefabricados más usados en nuestro país, proporcionando la información necesaria para mostrar la importancia que tiene estos nuevos métodos de construcción.

También se analizaran las fases en que se realizan la construcción por prefabricación, como lo son:

Transporte de los diversos productos prefabricados, viendo así la maquinaria y equipo requerida para lograrlo.

El montaje en obra que puede realizarse con grúas o en forma manual, según las características de los elementos prefabricados.

Proceso de instalación y colocación para los elementos estructurales más importantes usados en nuestro medio.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Es un hecho que los métodos constructivos del futuro van a estar basados en la prefabricación. Estos nacen con las producciones en serie y viéndose favorecidos con la aparición del presfuerzo, de tal modo que al producir piezas o elementos prefabricados presforzados (pretensados o postensados) su aplicación ha sido creciente. Hay campos de la construcción en donde estos métodos prácticamente son los únicos que se utilizan, por ejemplo, en puentes vehiculares, puentes peatonales; también se aplica en techos en naves industriales, en losas de entrepiso y azotea, en viviendas de interés social, interés medio, edificios de oficinas y mercados, entre otros.

La evolución de la arquitectura durante la época contemporánea viene marcada por la utilización de nuevos materiales y nuevas técnicas constructivas, adaptadas a las necesidades de la nueva sociedad industrial. Las nuevas técnicas constructivas y los elementos prefabricados en serie permiten la construcción masiva de edificios públicos.

La construcción de elementos prefabricados se ha convertido en el método más importante de desarrollo de la llamada construcción industrializada basada en la mecanización del trabajo y en una producción continua y constante que responda a un ritmo prefijado.

En nuestro medio, es evidente la falta de una guía que facilite al estudiante la selección de sistemas que pueden ser más funcionales para un determinado problema arquitectónico.

En consecuencia, este trabajo pretende aportar al estudiante una síntesis sobre conceptos constructivos que lo oriente al conocimiento de los factores que intervienen y son determinantes en la selección de los sistemas más apropiados.

Las construcciones en El Salvador es un problema antiguo que tiene grandes rasgos socio-económicos. Es por ello que las innovaciones en las construcciones han planteado más de una solución al respecto.

Se han planteado muchos sistemas de diferentes diseños en las construcciones en ocasiones con tecnologías ajenas, a nuestra realidad constructiva; en algunas otras ocasiones hay aciertos en el uso de las mismas.

Pero siempre la constante es la búsqueda de soluciones nacionales que sean prácticas, seguras y económicas para abaratar los costos de las diferentes construcciones en nuestro país.

Por lo anterior es que se han creado empresas dedicadas a la fabricación de elementos estructurales de concreto en planta, en algunas de las cuales han crecido notablemente dentro del ramo, es ahí donde precisamente centraremos nuestro estudio de investigación, en la indagación de empresas que utilicen elementos prefabricados, que resultados se han obtenido hasta la actualidad con el uso de tales y si el país debe implementar de una forma mayor el uso de elementos prefabricados en futuras construcciones con el objetivo de implementar nuevas técnicas constructivas que signifiquen un ahorro económico.

Otras empresas se han quedado regazadas o simplemente desaparecieron, consecuencia de un escaso conocimiento en cuanto al tema objeto de estudio, lo cual no las ha hecho crecer a un buen ritmo por ignorancia en lo que a información de este tipo de elementos se refiere ya que; los elementos prefabricados son un importante espacio en el mercado por su robustez y variedad de soluciones que aportan por su rapidez de ejecución y bajo costos, lo cual estudiaremos en el desarrollo de la investigación.

Consideramos además de vital importancia que las empresas constructoras implementen nuevas técnicas constructivas a nivel nacional ya que es un mercado accesible en nuestro medio, pero sobre todo seguro y de bajo costo.

1.3 JUSTIFICACION.

En la construcciones se ha tratado de optimizar el tiempo y economía por lo que no es de extrañarse que las empresa o industrias que elaboran prefabricados se estén volviendo una opción bastante atractiva. Por eso surge la necesidad de proporcionar una fuente de información útil de conocimiento básico de los prefabricados que pueden ser aplicables en sus diseños constructivos.

Los sistemas constructivos industrializados tienen las ventajas de operar con niveles inferiores de costo. La prefabricación es el único modo industrial que acelera masivamente la construcción de edificaciones para poder resolver un problema acumulado desde hace mucho tiempo, pero la producción de materiales alternativos y los sistemas de bajo costo, son una opción en nuestras construcciones para elaborar los proyectos.

Una razón básica para desarrollar este trabajo de investigación es la creación de una herramienta para aprender y conocer los elementos prefabricados de concreto la cual en un futuro puede ser un complemento a las actividades constructivas.

Así mismo se considera que este trabajo será una guía para las personas interesadas en investigar y desarrollar una propuesta constructiva con elementos prefabricados, así también esto impulsaría la investigación para desarrollar nuevos productos y así se beneficiarían en gran medida al sector de la industria de la construcción.

Encontrar una herramienta capaz de ayudar a elegir que método constructivo usar, o mejor, para la toma de decisión a donde apuntar el proyecto, necesidad que nos motiva a realizar este trabajo, el cual este mismo pretende que la elección de un sistema de construcción sea sencilla y de una forma más precisa posible.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General:

- Elaborar un Manual que sirva como herramienta con la cual se pueda optar a una selección adecuada, el método constructivo más conveniente a utilizarse con los diferentes tipos de elementos prefabricados de concreto disponibles en nuestro alcance constructivo.

1.4.2 Específicos:

- Investigar toda la teoría posible de los diferentes tipos de prefabricados de concreto en nuestro medio, mostrando así la variedad de aspectos importantes de dichos prefabricados.
- Elaborar a partir de la información obtenida procedente de las empresas un manual de orientación acerca de la variedad de elementos mostrando así la diversidad de productos con los cuales se puede construir en nuestro medio.
- Conocer el proceso constructivo y montaje de los diferentes elementos prefabricados sismo resistente.
- Mostrar las ventajas de cada elemento prefabricado a investigar, conociendo así las opciones más favorables por cual elemento optar a la hora de tomar una decisión en una construcción que involucre los elementos prefabricados.

- Mostrar los detalles de uniones típicas en los elementos prefabricados, para que de esta manera se tenga una opción a la hora de llevar a cabo una conexión entre estos elementos.
- Conocer los diferentes tipos de transporte a utilizar para movilizar los productos prefabricados.
- Indagar sobre las herramientas de montaje e izaje a utilizar para la colocación de los elementos prefabricados.
- Presentar las diferentes empresas que elaboran y distribuyen la variedad de prefabricados de concreto.

1.5 ALCANCES.

- Conocer algunos de los tipos de elementos prefabricados producidos en nuestro medio, conociendo sus ventajas, usos, instalación, colocación y otra información básica.

- Investigar las mejoras sustanciales que estos productos proporcionan a la construcción, generando un papel muy importante antes las situaciones de necesidad de conocimientos y procesos constructivos.

- Los procesos constructivos que se mostraran serán los que se ejecutan en nuestro medio, otros proceso ejecutados en otros países serán tomados de referencia bibliográficas.

- Los datos expuestos de cada elemento prefabricado a indagar serán con el fin de proporcionar una mejor claridad de lo que se refiere a cada uno de ellos con la mayor información posible y con todo lo que ello conlleva.

1.6 LIMITACIONES.

- La carencia de reglamentos de normas de diseño donde involucre los tipos de fabricados de concreto para una buena construcción con dichos elementos.
- La investigación será realizada únicamente para elementos prefabricados de concreto exclusivamente tipos estructurales, además los ensayos de laboratorio y diseño para elementos prefabricados no serán incluidos en nuestra investigación.
- Nuestra investigación acerca de los elementos prefabricados abarcará solamente los producidos y distribuidos disponibles en las diferentes empresas de El Salvador.
- De la gama de empresas actualmente existente en nuestro país solo serán seleccionadas aquellas empresas que produzcan los elementos más comúnmente usados en el área de construcción de edificaciones.
- El manual que se pretende proporcionar abarca solo procesos constructivos, montajes y ventajas de los diferentes elementos prefabricados sismo resistente.

1.7 ANTECEDENTES

1.7.1 ANTECEDENTES EN OTROS PAISES

El hormigón prefabricado es un material casi sin precedentes dentro de la arquitectura e ingeniería. Aunque es hijo del siglo XX y de la moderna tecnología, también es cierto que está enraizado en la historia por sus viejos orígenes como material, el hormigón en sus formas más imperfectas. En un principio el hormigón utilizado por los romanos fue una revolución tecnológica a la construcción.

Posteriormente el hormigón desapareció de la historia hasta la invención por Joseph Aspdin, del cemento Portland, 1824 en Inglaterra. Sin investigaciones del material llegaron a fijar definitivamente sus cualidades y bases teóricas para su difusión. Se puede decir que, con la llegada del Cemento Portland y el Hormigón Armado, se abrió una nueva era.

Pero hubo que esperar hasta finales del siglo XIX para que se redescubriera el uso del hormigón, que apenas se había empleado desde los romanos, que aplicado junto a entramados de alambre constituía una materia prima ideal para prefabricados. Tal es así que en 1889 se prefabricaban las primeras vigas de hormigón armado. Curiosamente, un par de años después en 1891, aparecía en E.E.U.U. la primera patente de edificio prefabricado mediante módulos tridimensionales en forma de cajón apilable, ideada por Eduard T.Potter.

Fue hasta mediado del siglo XIX que se aplicaron los nuevos conceptos de industrialización en la producción de los prefabricados para la construcción de viviendas.

Estados Unidos de Norte América irrumpió en el mercado de viviendas prefabricadas en serie, desde la crisis de 1930, cuando el Estado fomentó y financió este tipo de construcción. Los elementos prefabricados de fachadas, fueron empleados por primera vez, en el aumento de pisos de viviendas de tipo medio, sobre los ya existentes; luego las pesadas paredes exteriores, eran sustituidas por elementos ligeros, lo cual permitía aliviar la carga. Este sistema se empleó posteriormente en la construcción de nuevos edificios, en los cuales todas las paredes exteriores estaban construidas por elementos prefabricados de fachadas.

En la región de los países Escandinavos, se ha llevado un desarrollo constante e ininterrumpido de la construcción, usando nuevos métodos de prefabricación, tales como construcción con grandes placas de hormigón para edificios de viviendas de varios pisos y el uso de piezas prefabricadas de madera para casas en serie. Los centros de mayor desarrollo de construcción a base de placas de hormigón, son: Malbo, Estocolmo, Copenhague y Helsinki, en los cuales se prefiere la prefabricación a pie de obra.

En Francia, fue F. J. Monier quien en 1849, empezó a elaborar los primeros elementos de concreto armado. El concreto preesforzado fue inventado después por el Ing. P. H. Jackson en 1866, y su sistema consistía en sujetar con tirantes de varillas de acero, piedras artificiales y arcos de concreto que luego se utilizaron como losas de pisos. Con este descubrimiento se incrementó el uso de elementos prefabricados, ya que la técnica de los lechos de pretensados, vino a constituir el método más importante de fabricación de elementos para construcciones industriales.

Para el año de 1948, Raymond Camus propuso un sistema de prefabricación y obtuvo para el mismo, la autorización del "Centro Técnico y Científico de la Edificación", que era el laboratorio de ensayos del Ministerio de Reconstrucción. En 1950, recibió el primer pedido importante de viviendas de cuatro pisos en la ciudad de Le Havre.

La industrialización de la construcción a nivel general, se incrementó y tuvo su auge en Europa después de la Segunda Guerra Mundial, pues fue una necesidad el tener un método rápido y masivo de construcción. Lo cual no podía lograrse sin la aplicación de la prefabricación.

Las aplicaciones más importantes y más numerosas de la prefabricación conciernen al concreto, ya que desde los inicios de la tecnología de éste material (mediados del siglo XIX) se vienen empleando elementos prefabricados a base del mismo. Un ejemplo de esto, es la Iglesia de San José, construida en 1952 por uno de los pioneros del uso del concreto preesforzado, Auguste Perret, en la ciudad de Le Havre, Hoy en día, la construcción prefabricada tiene un papel preponderante en Francia, pues ha establecido la estructura de conjunto de los precios y ha logrado un abaratamiento de los mismos.

1.7.2 Cronología del desarrollo del concreto prefabricado

En otros países:

- 1888- Doehring, Aleman, Preesfuerzo de concreto pero no emplearon materiales adecuados.
- 1907- Koenen, estudios para sustituir el Hormigón armado aplicados a durmientes de ferrocarriles, poca capacidad del acero no lograba pretensar la pieza sin romperse.
- 1928- Eugen Freyssinet, francés, descubrió que requería materiales de alta resistencia para poder preesforzar los elementos sin que existiera fractura.
- Se pretensaron los primeros elementos con alambres de alta resistencia.
- 1939- Eugen Freyssinet desarrollo sistemas de anclaje mecanico, gatos y o necesario para el presfuerzo.
- Hoyer, introdujo anclaje de acero en el hormigón por adherencia mediante el empleo de alambres (cuerdas de piano) por su pequeño diámetro de 0.5 a 2 mm con una resistencia entre 170,000 y 310,000psi.
- 1940- Ing. Magnel, Belga, desarrolla su sistema, y otro ing. Europeos inician la producción de otros sistemas estructurales de concreto prtensado.
- 1949- Solo en Rusia habían más de 3, 000,000 mt² de concreto preesforzado en edificios.
- 1960- Estados Unidos, se habían construido más de 2,000 estructuras.

1.7.3 ANTECEDENTES EN EL SALVADOR

Al hablar de los Sistemas Prefabricados en nuestro país, es necesario establecer cronológicamente la evolución que estos han tenido, de igual manera, se hace indispensable hablar de la historia, la cual en el caso de El Salvador, a lo largo del siglo recién pasado y dentro del poco tiempo recorrido en el presente siglo, se ha visto caracterizada por cambios constantes y muchas veces bruscos que conciernen a los aspectos de tipo económico, social, político y natural y que afectan de manera inevitable a la industria de la construcción y a medida que se hace un recuento de la evolución de la aplicación de los sistemas prefabricados se puede observar la influencia que dichos cambios han teniendo en esta evolución.

Las primeras luces de la utilización de prefabricados en nuestro país se da a finales del siglo XIX con la aparición de las primeras edificaciones hechas a base de lámina troquelada con diversos grabados que por lo general se utilizaban como elementos de fachada en viviendas y edificios públicos, como se puede observar en los barrios más antiguos especialmente de la ciudad de San Salvador.

El ejemplo más claro de las primeras aplicaciones de prefabricados, es el edificio del Hospital Rosales, inaugurado aproximadamente en el año de 1912 y que está hecho a base de lámina troquelada traída desde Bélgica y ensamblado completamente en el país.



Figura 1.1 Edificio, Hospital Rosales

De forma general y en contribución a la innovación en los sistemas constructivos; en el periodo entre 1900 y 1945, aparecen, nuevos materiales como el cemento, cielos falsos de acero troquelado, etc., y comienza a darse una importación de edificios completos prefabricados con el fin de ensamblarlos en el lugar de la obra. Entre dichos años hacen también su aparición, el sistema mixto y el concreto armado, así como nuevos conceptos en estructuración, lo que conlleva a innovaciones en la construcción y la tecnificación de la mano de obra en la industria de la construcción.

Para el caso de la vivienda los cambios comenzaron entre las décadas de 1950 y 1960, cuando la falta de la misma, es vista como un problema que debía ser enfrentado por organismos del gobierno, lo que trae consigo la construcción de las primeras viviendas semi-prefabricadas, y con la fundación del Instituto de Vivienda Urbana (I.V.U.) se hace uso de la prefabricación en la construcción de algunos edificios multifamiliares.

En la década del 50 específicamente, surge un sistema pionero en nuestro país, inventado por el Arq. Enrique Salaverría, y conocido como Maestro Prefa, el cual consistía en la elaboración de planchas o losetas de concreto de fácil manejo, cuyo sistema de sujeción era a base de columnas o perfiles ranurados en los cuales se sobreponían las placas.

Este sistema no pudo ser superado posteriormente a mediados de la década del sesenta, cuando la empresa Casa Propia, hace uso de panales de concreto de gran tamaño en casas unifamiliares de una y dos plantas, ya que si bien el uso de vigas pretensadas de concreto para el entrepiso es básicamente propio de los prefabricados; la utilización de moldes de duraluminio para el colado integral de losas y paredes, no lo es.

Probablemente por esta razón y después de haber construido un número muy reducido de viviendas con este sistema, la empresa, fundada por un grupo de ingenieros y arquitectos, desapareció años después.

En la misma época, la empresa Arco Ingenieros, comienza a trabajar con elementos prefabricados de concreto tales como losetas para entrepisos y vigas postensadas para puentes. Ya en el año de 1972, surge la empresa Concreto Preesforzado S.A. (COPRESA), que por medio del Ingeniero Emilio Puente, desarrollan el ahora conocido como sistema de viguetas pretensadas y que ha sido utilizado en la construcción de entrepisos, así también desarrollan las bovedillas de concreto o de poliestireno expansible.

El primer ejemplo de la aplicación de los sistemas de COPRESA en entrepisos es el Hotel Alameda, ubicado sobre la Alameda Juan Pablo II y construido en 1973.



Figura 1.2 Prefabricados , Hotel Alamada

Ya en la década del 80, cuando en nuestro país enfrenta problemas aun más agudos de vivienda, se observa la necesidad de aplicar las experiencias adquiridas por otros países que han logrado superar dichos problemas a través de la construcción con sistemas prefabricados.

Ejemplo de estos países han sido, sobre todo Gran Bretaña y Estados Unidos, donde se dirigen las investigaciones no solo a elaborar prefabricados, sino a buscar alternativas dentro de estos, así experimentan en la fabricación de sistemas más livianos de vidrio, aluminio, acero, plásticos y otros materiales que faciliten su montaje. De esta forma, para entonces en esos países, se habían construidos ya muchos edificios viviendas unifamiliares con diversos tipos de materiales.

Sin embargo, volviendo a nuestro país, fue el concreto el que siguió con mayor auge en prefabricados, así en 1987 aparece la empresa PREFABRICADOS S.A. de C.V. (PREFASA), cuyo sistema (similar al Maestro Prefa de la década del 50), consiste básicamente en placas de concreto unidas a columnas pretensadas y cuya aplicación se dio entonces principalmente en viviendas pequeñas y bodegas.



CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS



2.1 INTRODUCCION AL CONCEPTO DE PREFABRICADO

NOCIONES A CERCA DE PREFABRICADOS

Los elementos prefabricados son obtenidos mediante el procedimiento denominado comúnmente como **Prefabricación**: La estructura está formada por piezas y estas son fabricadas en plantas construidas y equipadas especialmente para este objeto, las mismas se transportan al lugar en que van hacer empleadas, donde van hacer elevadas hasta su posición definitiva y unidas para formar la estructura.

Solo con el conocimiento profundo de la prefabricación y de los sistemas constructivos prefabricados existentes, visualizaremos su aplicación, en función de las condiciones objetivas que rodeen el proyecto que se va a construir. Por ello no se debe considerar ningún sistema superior a otro, atendiendo solamente la técnica en si y adoptarlo como única solución a los problemas constructivos de los diversos proyectos con quien tiene que enfrentarse el constructor en el ejercicio de su profesión.

2.2 CONCEPTOS GENERALES DEL PREFABRICADO.

Veamos a continuación unos conceptos o definiciones para mayor comprensión:

- ◇ Dícese de los elementos prefabricados fuera de la obra efectuándose en esta solo la colocación. Son la elaboración en serie de elementos modulares que pueden ser usados en la construcción de diseños previamente elaborados, lo cual implica una serie de condiciones especiales tanto en lo que respecta al diseño como a la fabricación.

- ◇ Prefabricados: son todos aquellos elementos o materiales que ya han sido confeccionados previamente, y de los que se puede disponer de inmediato en la obra para seguir avanzando en el proceso de construcción del proyecto que se ejecuta.

Una construcción prefabricada es aquella cuyas partes constructivas son en su mayoría ejecutadas en serie, en taller, con la precisión de los métodos industriales modernos, para formar un sistema constructivo coherente que satisfaga las condiciones normales de resistencia, aspecto, habilidad, confort y duración con el mínimo gasto.

- ◇ Sistemas prefabricados: son elementos modulares, de carácter estructural o no, fabricados en serie en talleres; es decir fuera de lugar de la obra y que solo requiere de montaje y ajuste de sus partes y componentes para formar un sistema constructivo coherente que minimice costos satisfaciendo a su vez los aspectos relacionados al control de calidad.

2.3 APLICACIONES DEL CONCRETO PREFABRICADO

2.3.1 EDIFICIOS ESTRUCTURALES

Propietarios, constructores, y diseñadores reconocen las ventajas inherentes de elementos prefabricados y concretos pretensados, que lo hace adecuado para muchos tipos de estructuras de edificios. La disponibilidad de diversos materiales y acabados permite hacer prácticamente cualquier carácter estético deseado. La velocidad de la construcción posible con elementos prefabricados y concretos pretensados minimiza los costos en el lugar de trabajo.

2.3.2 EDIFICIOS RESIDENCIALES

El concreto prefabricado y presforzado disfruta la aprobación en los edificios de apartamentos y de altura media, los hoteles, moteles, y las residencias.



Figura 2.1. Edificio Estructural



Figura 2.2. Edificio Residencial

2.3.3 EDIFICIOS DE OFICINAS

La estructura se construye con elementos prefabricados y la cimentación se construye en el lugar. El montaje de componentes de concreto prefabricado se hace con rapidez a incluir placas de cerramiento en la estructura.



Figura 2.3. Edificio de oficina

El entrepiso puede ser de elementos prefabricados como una losa vigueta bovedilla, o placa hueca (prelosa), para proceder a las instalaciones interiores.

Hay muchas aplicaciones de prefabricado y pretensado de concreto en la construcción de edificios de oficinas. El prefabricado y pretensado de vigas de concreto, columnas y suelos se utilizan en los sistemas de estructuras, muros de corte y se puede utilizar solo o en junto con las vigas y columnas para resistir cargas laterales. La arquitectura de prefabricados de concreto se utiliza con todos los tipos de sistemas.

Los sistemas de paneles o placas proporcionan un revestimiento que permite al constructor mucha libertad de expresión y los resultados en las hermosas fachadas.

2.3.4 ALMACENES Y EDIFICIOS INDUSTRIALES

La capacidad del concreto pretensado para abarcar largas distancias con poca profundidad y transportar cargas pesadas es especialmente adecuada para almacenes e industrial edificios. Paredes de concreto pretensado como paneles de cerramiento, son muy económicos para almacenes, bodegas y aplicaciones de manufactura ligera.



Figura 2.4. Estructura de almacén

Un total de elementos prefabricados sistemas de techo con diafragmas de concreto pretensados y paredes prefabricadas de corte puede proporcionar a los propietarios con un paquete estructural completo.

En grandes proyectos industriales, el uso de placas de cerramiento proporciona una rapidez de instalación, el uso se ha expandido a fábricas y de almacenas de operaciones. Es común los grandes claros y vanos de 30 y 40 metros son posibles con núcleo hueco de losas doble T.

2.3.5 ESTRUCTURAS DE ESTACIONAMIENTO

Estas estructuras son sometidas a movimiento de cargas de tráfico de automóviles. Se usa el sistema de columnas pretensadas con alta resistencia y el entrepiso suele ser el sistema de losa doble T que abarca grandes claros, soportando alta carga de flexión. Para las paredes suele usarse el sistema placas huecas o placas solidas de cerramiento.

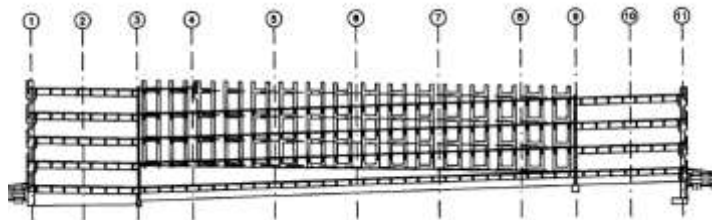


Figura 2.5. Edificio de estacionamiento con elemento prefabricados

2.4 PREFABRICADOS DE CONCRETO PARA REVESTIMIENTO

Revestimientos arquitectónicos prefabricados de concreto ofrece muchos grados de libertad de expresión arquitectónica con la economía de la producción en masa de elementos prefabricados. El revestimiento puede servir sólo como un recinto para la estructura, o pueden estar diseñados para soportar cargas de gravedad también. Revestimiento también puede contribuir a la resistencia a cargas laterales.



Figura 2.6. Paneles de revestimiento.

2.4.1 ESTADIOS / ARENAS

Grandes estadios son impresionantes estructuras. A menudo, estos proyectos se basan en un calendario muy apretado para dar cabida a un evento deportivo importante. Prefabricado y concreto pretensado ha sido la elección abrumadora para muchos de estos proyectos. La técnica de la post-tensado segmentos prefabricados junto ha permitido a este versátil material. El postensado también se emplea comúnmente para minimizar la profundidad de las vigas de concreto prefabricado

Unidades de producción masiva de asientos han sido fabricadas en una variedad de configuraciones y se extiende para proporcionar una rápida instalación y el servicio de larga duración. Los productores locales de las secciones verticales disponibles extiende la capacidad de eliminar los costosos encofrado de campo, hacer prefabricados de concreto y concreto pretensado es la mejor opción para muchos componentes de la construcción de estadios, especialmente de asientos que pueden ser estandarizados para tomar ventaja de la utilización de forma repetida.



Figura 2 7. Estadio con elementos prefabricados, graderías

2.4.2 PUENTES

La utilización de elementos prefabricados tubo gran auge en esta área, la capacidad para levantar rápidamente los componentes prefabricados de concreto da velocidad a la construcción. Para tramos cortos, el uso de secciones de la caja y las secciones de doble T han demostrado ser económica. Sin embargo, el producto más común para el corto y mediano se extiende en la viga. Vigas I y T se usan para cubrir grandes claro, la técnica del postensado trae gran resultado por sus altos grados de esfuerzo en los cables.

Las vigas T postensadas son los elementos de gran dimensión que utiliza para aplicaciones de superestructuras de puentes de claros mayores de 25.00 metros.

Este sistema permite lograr cubrir claros de hasta 40.00 metros con las cargas normales de un puente.



Figura 2 8. Estructura de vigas para puente (pretensadas y postensadas) Empresa Precon(platinium)

Se colocan varias vigas T, una a la par de la otra, para lograr el ancho de la losa de rodadura requerida. Las vigas se integran mediante un *topping* de concreto en el sitio de losa de rodadura estructural, que completa la sección estructural de dicho conjunto.

2.4.3 OTRAS ESTRUCTURAS

El alto grado de flexibilidad en el diseño de prefabricados lo hacen ideal para una amplia variedad de aplicaciones especiales. Estas aplicaciones son muy numerosas para categorizar aquí por separado, algunos son; pilotes, tanques, bóveda, muros de retención, pasarelas.



Figura 2.9. Cajas bóveda



Figura 2.10. Estructura de pasarela



Figura 2.11. Muro de retención.

2.5 CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

Debido a la gran variedad y forma de estos se vuelve un tanto difícil su clasificación, porque son muchas las empresas dedicadas a la fabricación y comercialización que proponen una solución para cada necesidad, es de esta forma que se pueden adquirirse una gran variedad de estos para una misma necesidad. Pero se puede hacer una clasificación de manera que abarque aspectos más generales, como sigue:

CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS.

La clasificación de los elementos prefabricados se puede hacer de diferentes formas, tales como:

- Por su peso y dimensión,
- Por su formas,
- Por su grado de prefabricación,
- Por su función.

2.5.1 SEGÚN PESO Y DIMENSIONES

Según el peso y las dimensiones de las piezas prefabricadas, se pueden clasificar en:

2.5.1.1 Prefabricados livianos: Son elementos pequeños de fácil manejo y montaje; llamados también prefabricados pequeños; entre estos prefabricados se encuentran: bloques, cornisas, elementos decorativos de muros, entre otros. Son los pequeños elementos prefabricados o ligeros, de peso inferior a los 30 kg, destinados a ser colocados de forma manual por uno o dos operarios.

2.5.1.2 Prefabricados semipesados: Estos elementos semipesados son los que en su montaje se lleva acabo combinando proceso manual y atreves de equipo pequeño o proceso semi-mecanico, entre estos elementos podemos mencionar muros tipo panel, viguetas y losas de entrepiso, tubería de drenaje, etc. Su peso es inferior a los 500 kg, destinados a su puesta en obra utilizando medios mecánicos simples a base de poleas, palancas, malacates y barretas.

2.5.1.3 Prefabricados pesados: Llamados también prefabricados de gran tamaño, y como su mismo nombre lo indica, son elementos muy pesados, usados generalmente en construcciones hechas en serie o en edificios de gran altura; algunos de estos elementos son: las paredes completas y cerramientos. Su peso es superior a 500 kg, requiriéndose para su puesta en obra, maquinaria pesada tales como grúas de gran porte.

2.5.2 SEGÚN SU FORMA

A la hora de hablar de los prefabricados de concreto, cabe señalar que podemos establecer una diferencia entre lo diferentes sistemas, según sea su forma, las piezas prefabricadas pueden clasificarse en:

2.5.2.1 Sistema tridimensional: Estos elementos en sus tres dimensiones altas, largas, profundas son similares, con una característica que son pequeño. Son auto estable sin necesitar de apoyo de auxiliares para su colocación. Por ejemplo: bloques de concreto, ladrillo, adoquines, etc.

2.5.2.2 Sistema bidimensional o plano: En ellos predominan dos de sus dimensiones sobre la tercera, circunstancia que los habilita tanto para la formación de forjados como para elementos de cierre.

Estos prefabricados constituyen placas cuya relación entre grosor y superficie es significativa. Nos referimos a elementos como las placas aligeradas de concreto pretensado, paneles de cerramiento, muros de contención, muros portante o de carga, placas de fachadas, placas de yeso, etc.

2.5.2.3 Sistemas dimensional o lineales: Los elementos que los forman poseen una de sus dimensiones de mayor longitud que las restantes es decir, son piezas esbeltas, de sección transversal reducida en relación a su longitud. Se desarrollan en un sistema constructivo estructural independiente de las restantes fases de obra Por ejemplo: vigas, columnas, pilotes, dinteles, tubos etc.

2.5.3 POR SU GRADO DE PREFABRICACIÓN

2.5.3.1 Total o completo: Como la palabra lo dice su prefabricación es total, lo que quiere decir es que ya no es necesario agregar más componentes o elementos o realizar algún otro proceso en campo para terminarlo porque ya están completamente terminados, además podemos mencionar que algunos de estos prefabricados traen incorporados acabados para dar mejor apariencia.

2.5.3.2 Parcial: A estos prefabricados les hace falta algún tipo de proceso adicional al que se le da en la fabricación causa por lo que algunos casos se les llama también productos semi-elaborados o semi-terminados.

No hay que confundir estos elementos con la prefabricación compuesta, es decir, donde se unen varios elementos prefabricados para formar un sistema constructivo, llamado de otro forma ensamble de elementos prefabricados.

2.5.4 POR SU FUNCIÓN

Los prefabricados de concreto según su función se pueden dividir en:

2.5.4.1 Resistente: La función de estos prefabricados es resistir o soportar cargas, lo que nos indica que son elementos de gran resistencia, es por tanto muy común mencionarlos como elementos con función estructural, como ejemplos podemos mencionar: vigas, columnas, losas, etc.

2.5.4.2 Cerramiento: Estos elementos actúan como su función lo indica cerrar, cubrir, dividir y dar cierta apariencia a la vista, en otros casos es también utilizado como para vestir la estructura. Por ejemplo podemos mencionar muro divisorio, muro tapial, paneles, etc.

2.5.4.3 Decorativo: Estos prefabricados ofrecen una variedad de combinaciones formas, dimensiones, acabados diseño, belleza, colores, texturas en sus superficies ya que su destino es arquitectónico, sin tener que renunciar a sus características estructurales, estos elementos estarán expuestos al público por tanto la necesidad de su aspecto decorativo, en entorno arquitectónico y urbanístico es de idónea aplicación donde se usa mucho este tipo de elementos.

Los prefabricados vistos pueden contener agregados especiales, arena coloreada, el cemento blanco. Estos materiales naturales son usados en la combinación para lograr el color deseado y la textura superficial. Debe ser notable que los materiales naturales varíen en color y textura y, por lo tanto, pueda contener cierta variación de color.

2.5.4.4 Ornamental: Entre los productos de concreto prefabricados más importantes se encuentran elementos para jardinería, y otras piezas que acompañan a las obras principales para dar ornamentación.

2.6 CARACTERISTICAS Y PRINCIPIOS GENERALES

En esta sección se enumeran algunos de las características importantes y únicas de elementos prefabricados y de concreto pretensado.

Estos incluyen los siguientes:

- ◇ Construcción de velocidad.
- ◇ Plantas de fabricación de control de calidad.
- ◇ Resistencia y durabilidad.
- ◇ Con la arquitectura de concreto prefabricado: amplia variedad de gran atractivo superficies, formas, acabados y colores.
- ◇ Ahorro económico.

PRINCIPIOS GENERALES PARA MAYOR EFICACIA

Principios generales para mayor beneficio económico y eficaz de la material, ofrecen los siguientes:

- El Prefabricados de concreto es básicamente un piezas individuales. Sin embargo, la continuidad puede ser, en efecto logrado con bien concebido detalles de la conexión.
- Tamaños y formas de los miembros son a menudo limitados por la producción, transporte y consideraciones de la erección.
- Máxima economía se logra con un máximo de repetición. Secciones estándar o repetitivas se debe utilizar siempre que sea posible.
- El uso exitoso depende en gran medida de un diseño estructural efectivo y cuidadosamente concebido los detalles de la conexión.
- Los efectos de la restricción de los cambios de volumen causada por la fluencia, la retracción y la temperatura el cambio debe ser considerada en cada estructura.
- Arquitectura paneles prefabricados se pueden utilizar como revestimiento, así como los miembros portantes. Pueden ser utilizados para soportar las cargas, tanto en el sentido vertical y lateral.
- Pretensado mejora la economía y por desempeño de los elementos prefabricados.

2.7 PROBLEMAS COMUNES DEL PREFABRICADO

Mencionaremos a continuación algunos de los problemas más comunes que se presentan a la hora de llevar a cabo construcciones de este tipo:

2.7.1 Aspecto estructural: Inconvenientes que derivan de la escasa o nula rigidez frente a los esfuerzos horizontales (p. ej. presión del viento) por los problemas en la resolución de las uniones, punto débil de estas estructuras.

2.7.2 Manipulación y transporte: Los elementos sufren estados de carga transitorios en su transporte y colocación, izaje y ajustes, que pueden afectar la resistencia estructural de la pieza. Deben ser respetados las dimensiones máximas de sección transversal autorizada para los vehículos cargados (gálibos) de transportes en las carreteras, siendo ésta otra variable a tener en cuenta al armar las piezas premoldeadas. El acopio, manipulación y forma de transporte puede afectar a las piezas si estas operaciones no son efectuadas por personal capacitado.

2.7.3 Aspecto económico-financiero: Estas requieren de una inversión inicial muy importante para poner en marcha el sistema de producción, pero es justificada en obras grandes con plazos de ejecución reducidos.

2.7.4 Sobre el montaje: Debe disponerse de equipos pesados para el montaje de elementos estructurales y tener el espacio suficiente para maniobrar con esta maquinaria.

2.7.5 Sobre la fabricación: Debido a que este sistema debe enfrentarse a problemas a resolver durante los tiempos de fabricación y montaje, esto requiere de la ingeniería de proyecto de todas las instalaciones previas al comienzo de obra.

Es fundamental la coordinación de tareas para las instalaciones a fin de evitar trabajos posteriores. Un error en la resolución de estos conflictos puede llevar al fracaso de la obra (uniones, tiempos, costes, resistencia estructural, etc.)

2.8 CALIDAD DE LOS MATERIALES PARA ELABORAR PREFABRICADOS DE CONCRETO. (Requisitos de los Materiales)

2.9.1 Elementos diseñados bajo norma.

Esta sección proporciona una breve revisión de las especificaciones y propiedades que cumplan los materiales para el prefabricado, las normas más comunes utilizadas para regular estos materiales son normas de Estados Unidos, estas son ACI 318, ACI 350, ASTM, NPCA (National precast Concrete Association), ACPC (American Concrete Pipe Association), PCI (Precast/Prestressed Concrete Instituto) MNL-120, AWS (American Welding Society) y AASHTO.

Las unidades de concreto prefabricado deben ser diseñadas y fabricado por un fabricante experimentado y aceptable.

El diseño debe considerar también las tensiones inducidas durante manejando, envío e instalación a fin de evitar que producto se rompa o sufra daños por el manejo.

2.10 CALIDAD DEL HORMIGON

2.10.1 Cementos: Cinco tipos de cemento Portland se especifican en ASTM C150, pero en la construcción práctica del concreto Prefabricado solo tres tipos son usados comúnmente, Estos pueden ser usados en áreas geográficas y aplicaciones donde el ataque de sulfato no es un problema, estos son:

Tipo I – Este cemento es el más comúnmente usado, que es de uso general.

Tipo II – Un cemento con un calor de hidratación moderado y resistencia a los sulfatos moderada es usado extensivamente cuando los suelos tienen un alto contenido de sulfatos y en construcción masiva.

Tipo III – Se usa un cemento de alta resistencia a corto plazo cuando se necesita un rápido aumento de resistencia.

Los otros dos tipos restantes no se consiguen fácilmente. El Tipo IV, un cemento con bajo calor de hidratación, se fabrica solo para la construcción de una gran represa. El Tipo V, cemento resistente a los sulfatos, es especificado por algunas agencias cuando se necesita una alta resistencia a los sulfatos.

También pueden ser usados cemento mezclado, según la ASTM C595 serán de tipo IS o IP, cuando se usan cementos mezclados, se deberían ensayar pastones de prueba para asegurar que se alcance una resistencia adecuada antes de desencofrar el producto.

2.10.2 Agregados

2.10.2.1 Finos: La uniformidad en la gradación granulométrica de los agregados es necesaria para mantener la uniformidad de la calidad del concreto. El agregado fino debe cumplir con los requisitos de ASTM C33.



Figura 2 12. Agregados para concreto

Una reducción en la cantidad de material que pasa por los tamices N° 30 (0,600 mm) y N° 50 (0,300 mm) puede tender a causar exudación excesiva; por lo tanto, puede ser aconsejable añadir y mezclar arena fina de albañilería, aumentar el contenido de arena en la mezcla (y reducir el contenido de agregado grueso), o aumentar la cantidad de cemento en la mezcla. Un aumento en los finos puede permitir una reducción en el contenido de arena en la mezcla.

El manual de la NPCA (National Precast Concrete Association) “Manual de Control de Calidad de NPCA para Plantas de Concreto Prefabricado” sugiere lo siguiente:

Se ensayara el agregado fino para determinar su gradación granulométrica por cada 1,500 toneladas (1,350 toneladas métricas) de agregado usado, o una vez al mes, sea cual sea lo que ocurra primero.

También exige como mínimo, los ensayos en busca de sustancias perjudiciales, los ensayos que se deben realizar son: ASTM C40, ASTM C117, ASTM C123, ASTM C142.

2.10.2.2 Grueso: La grava o agregado grueso es uno de los principales componentes del concreto o concreto, por este motivo su calidad es sumamente importante para garantizar buenos resultados en la preparación de estructuras de concreto.



Figura 2.13. Agregado grueso para concreto

El Manual de Control de Calidad de la NPCA exige que para agregado grueso deba cumplir con los requisitos de ASTM C33.

El tamaño máximo del agregado grueso será tan grande como sea práctico, pero no excederá un quinto del espesor mínimo de un producto de concreto prefabricado, o tres cuartos del recubrimiento libre entre la

armadura y la superficie del producto.. También exige como mínimo, los ensayos por sustancias perjudiciales incluirán, las pruebas: ASTM C117, ASTM C123, ASTM C142.

Normalmente, lo mejor es mojar las reservas en el agregado liviano y ajustar el agua de la mezcla por exceso de agua en el agregado. Los agregados livianos cumplirán con los requisitos de ASTM C330.

2.10.3 Agua de mezcla: El agua proveniente de sistemas municipales de suministro de agua o de otras fuentes cuyo uso para de beber fue aprobado puede ser usada para hacer concreto. No se debería usar en el concreto armado agua de mar, agua salubre u otra agua con altos contenidos de cloruro.

El agua impura puede afectar el tiempo de fraguado y las algas en el agua pueden incorporar aire adicional. ASTM C1602 “Especificación Estándar para Agua de Amasado usada en la Producción de Concreto de Cemento Hidráulico” cubre los requisitos de composición y desempeño para el agua de amasado usada en el concreto de cemento hidráulico.

Además debe estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico u otras sustancias que puedan afectar adversamente las propiedades del concreto fresco o endurecido.

2.10.4 Aditivos químicos: Los aditivos químicos pueden ser útiles o pueden necesarios para mejorar las propiedades del concreto fresco o endurecido.

Dichos aditivos incluyen aquellos usados para incorporar aire, retardar o acelerar el fraguado, reducir el contenido de agua, reducir la permeabilidad, hacer el concreto más trabajable, reducir la corrosión del acero o añadir color al concreto.

Los aditivos cumplirán con la especificación aplicable en la siguiente forma:

Tipo de Aditivo	Nombre de la Especificación	Designación de la Especificación
Incorporación de aire	"Especificación Estándar para Aditivos Incorporadores de Aire para Concreto"	ASTM C260
Reductores de agua, retardadores, aceleradores, reductores de agua de alto rango	"Especificación Estándar para Aditivos Químicos para Concreto"	ASTM C494
Colorantes	"Especificación Estándar para Pigmentos para Concreto Coloreado integral"	ASTM C979
Inhibidores de la Corrosión	"Método Estándar de Ensayo para Determinar los Efectos de los Aditivos Químicos en la Corrosión de la Armadura de Acero Empotrada en el Concreto Expuesto a Ambientes con Cloruro"	ASTM G109

2.10.5 Materiales cementantes adicionales: Los materiales cementicos adicionales (SCM en inglés) cumplirán con las especificaciones aplicables que se detallan debajo. La prueba de conformidad será un informe de ensayo de fábrica certificado por cada envío o lote de SCM

Puzolanas	"Especificación Estándar para Ceniza Fina de Carbón y Puzolana Natural Cruda o Calcinada para Uso en Concreto"	ASTM C618
Vapor de Sílice	"Especificación Estándar para Vapor de Sílice Usado en Mezclas Cementicas"	ASTM C1240
Escoria	"Especificación Estándar para Escoria de Alto Horno para uso en Concreto y Morteros"	ASTM C989

2.11 ACERO DE REFUERZO

El acero de refuerzo es un importante material para la industria de la construcción utilizado para el refuerzo de estructuras y demás obras que requieran de este elemento, de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos y especificaciones. Por su importancia en las edificaciones, debe estar comprobada y estudiada su calidad.

El acero está presente de las siguientes formas:

1. - barras redondas (corrugadas o lisas).
2. - mallas electro soldadas.
3. - alambres y cables para su utilización en el pretensado.

2.11.1 Refuerzo en barras: Las barras de acero deben cumplir con la especificación requerida en el diseño:

- Especificación estándar para barras lisas y corrugadas para refuerzo de concreto ASTM A615, otras especificaciones similares son ASTM A616 y A617, estas especificaciones son para verificar su capacidad y resistencia, y no controlan la composición química o manufactura de las barras.
- Especificación estándar para barras lisas y corrugadas de acero de baja aleación para armadura de concreto ASTM A706, estas tienen una equivalencia de bajo carbono y se pueden soldar fácilmente. Sin embargo, comúnmente los proveedores no las tienen en depósito y por lo general se deben ordenar cantidades mínimas bastante considerables.

2.11.2 Refuerzo en alambre: Con la excepción del alambre usado para el pretensado, el alambre de acero debe cumplir con una de las especificaciones aplicables: para alambres lisos ASTM A82 y para alambres corrugado ASTM A496.

Si lo permite el diseño, se pueden usar otros alambres para propósitos específicos. Los proveedores de alambre para armadura proveen certificados de fábrica por cada envío.

2.11.3 Mallas de barras y armadura de alambre soldado: El refuerzo de alambre soldado entregado en rollos se debería usar en productos circulares o curvados, a menos que primero la armadura sea enderezada.

De lo contrario, es difícil colocar y sostener la armadura dentro de un producto con paredes derechas. Las mallas de barras de acero y la armadura de alambre soldado cumplirán con la especificación requerida en el diseño:

- Especificaciones para mallas de barras corrugado soldadas de acero ASTM A184
- Especificaciones para alambre liso soldado de acero ASTM A185
- Especificaciones para alambre corrugado soldado de acero ASTM A497.

2.11.4 Armadura recubierta de zinc o epoxi: Estas barras se utilizan en lugares donde se requieren protección de alto rendimiento contra la corrosión en las barras de acero de refuerzo en los entornos ambientales corrosivos, también satisface las necesidades de los ingenieros de diseño que especifican productos de acero para edificios en la costa, en plantas de tratamiento de aguas residuales y en instalaciones en las que se utilizan productos químicos agresivos.

Cuando sea requerido por el diseño, la armadura será galvanizada recubierta de Zinc de acuerdo con ASTM A767, o recubierta de epoxi de acuerdo con ASTM A775, para mallas soldadas recubiertas de epoxi ASTM A884, además para barras de acero prefabricadas y recubiertas de epoxi ASTM A934. La armadura recubierta de epoxi debe ser almacenada y manejada de manera tal que se minimicen los daños al recubrimiento de epoxi

2.11.5 Formas y placas de acero empotradas: Todos los elementos incrustados en el concreto deberán ser del tipo requerido para el uso previsto y cumplir las siguientes normas:

Para placa, ángulos, etc. de acero estructural: ASTM A 36 y para productos galvanizadas en caliente: ASTM A 152.

2.12 ACERO DE PRESFUERZO

2.12.1 Cable de pretensado: ASTM A 416 “Especificación Normalizada para Torón de Acero, de 7 alambres, sin recubrimiento para concreto preesforzado” estas aplican para las propiedades mecánicas de los torones de acero fabricados con alambres lisos, o la ASTM A 886 aplica para las propiedades mecánicas de torones de acero con alambres grafilados (dentado).

2.12.2 Cables para postensado sin adherir: ASTM A 416 contiene las especificaciones para acero de postensado, cables de 7 alambres, cables de baja relajación con inhibidor de corrosión conforme a ACI 423.7, con el tendón de polipropileno revestimiento. Incluyen los dispositivos de anclaje.

C. **Cable de pretensado:** ASTM A 910 sin revestir, sin soldadura, de 2 y 3 hilos, la hilo de baja relajación.

2.12.3 Barras de postensado: ASTM A 722, estas barras son sin revestir barra de acero de alta resistencia.

Para la elaboración del elemento prefabricado, la combinación de acero, concreto y materiales se deriva de la selección y producción de la armadura de refuerzo.

2.13 ALMACENAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA EN LAS PLANTA DE PRODUCCION

Cada material tiene características propias para su almacenamiento, de ahí es que se producen las diferencias fundamentales entre las diversas áreas.

2.13.1 El cemento en las grandes fábricas se ha de suministrar a granel, efectuándose su elevación hacia el almacenamiento en silos, por medios de neumáticos. Los silos de almacenamiento tienen una capacidad de 30 t y estas dependen del volumen de producción de la planta y los tipos de cementos empleados en ella. Estés silos se colocan, según la experiencia, adyacentes a la central dosificadora-mezcladora y en ocasiones forman una unidad con esta.

Claro que este depende de varios factores que muchas veces no se tienen en cuenta y se cae en errores que pueden resultar pérdidas económicas; analizando el consumo diario, la frecuencia de suministro y una muy importante por considerar, las facilidades de la extracción a causa de los efectos de la humedad.

Atendiendo a esto hay países que estipulan una norma de almacenamiento, resultando que esta capacidad no sea menor de 3 días ni mayor de 12 días de producción. Un aspecto que se considera a la hora de la utilización del cemento en plantas es el tiempo de fraguado del mismo y su estabilidad dimensional.

2.13.2 Áridos: se pueden utilizar las arenas y gravas naturales, las rocas trituradas, y otros áridos siempre que no reaccionen con el cemento, razones avaladas por la práctica. Los elementos gruesos empleados deben tener forma cubica (esférica). Con un contenido menor del 1 5 % de partículas planas alargadas. Resulta un grave error la utilización de la arena de mar, de hecho está totalmente prohibido, en los hormigones pretensados.

Al ubicar las fabricas debe clasificarse previamente la zona de los áridos, teniendo en cuenta la fuente de suministro, que sea lo mas cercana posible, tanto por el volumen tan grande a transportar como la materia prima de la elaboración del concreto. Los áridos deben recibirse clasificados y libres de impurezas. Su almacenamiento se realiza sobre pisos bien compactados y lisos, de preferencia de concreto y al aire libre que permita la operación de las maquinarias. La razón de estas condiciones implica la existencia de desagües, para evitar el error de la contaminación del material. Influye sobre este aspecto cuando se realiza el acopio del material por el operador y se transita con el cargador por encima de otros materiales, razón que está estrictamente prohibida.

El almacenamiento a veces se realiza en tolvas elevadas que alimentan las mezcladoras por gravedad a los almacenes; o depósitos al nivel de suelo, los cuales se separan por medio de muros de diferentes alturas dependiendo de la capacidad de almacenaje del material.

En la mayoría de las plantas los áridos suelen almacenarse con compartidores radiales, atendiendo a su granulometría, en el centro o punto de convergencia de estos muros se instala una grúa provista de un cucharón de arrastre, que le permita recoger los áridos y depositarlos en el embudo de descarga que los lleva hasta la dosificadora, además de esta distribución se utiliza otra en forma horizontal.

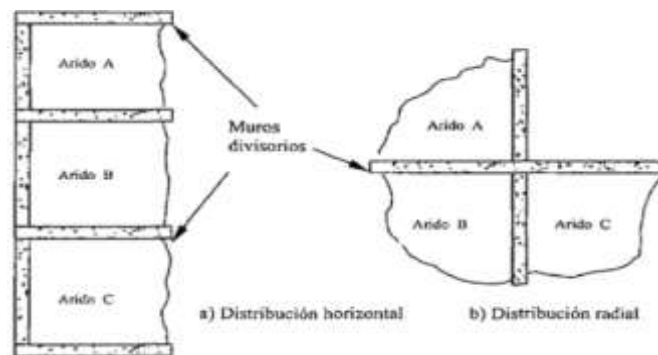


Figura 2.14. Distribución en planta del almacenamiento de áridos.

2.13.3 El agua: es otro elemento que debemos tratar porque es decisivo en la elaboración del concreto ya que se utiliza tanto en el proceso de amasado o mezclado como en el proceso de curado.

Es un requisito la utilización de agua que no tenga un contenido elevado en sales, ácidos, arcillas o materias orgánicas. Queda prohibida la utilización de las aguas negras y aguas estancadas provenientes de zonas pantanosas.

La utilización del agua de mar solo se permite en concreto masivos sin refuerzos, elementos pesados o de gran espesor.

2.13.4 El refuerzo: es un elemento importante, elaborado ya sea, con barras cortadas de forma estándar o proveniente de la fábrica, en rollos o barras. Siendo necesaria su protección del intemperismo y de todo ambiente agresivo que pueda provocar la corrosión y el deterioro del material. Su almacenaje a diferencia de otros se sugiere que sea techado y hasta veces protegido por la influencia del rocío en las noches en países o zonas donde la humedad relativa sea elevada. Es preciso para facilitar la organización de todo el proceso, establecer áreas y ordenar los grupos por su diámetro.

2.14 MOLDES: TIPOS Y CLASIFICACION

El molde constituye el elemento que le da la forma, dimensión exacta y calidad exigida al concreto, donde ocurre el proceso de vibrado, compactación y curado. Estos moldes deben ser rígidos, de gran durabilidad por la frecuencia de uso que se planifique, además deben ser construido con la menor cantidad de piezas posibles, pocas uniones y con superficies lisas, para evitar el agarre con el concreto.

A. MOLDES:

2.14.1 Molde de madera: Primeramente abundaba este, pero realmente por sus propiedades de ligereza, fácil de cortar, de clavar, de doblar, de transportar y almacenar, resulto muy preferido.

La escasez de la madera, unido al deterioro dado por la reiteración del uso, ha demostrado que se pueden emplear de 6 a 10 veces sin que hay a necesidad de repararlo, pero solo es factible su empleo en obras donde los elementos no sean repetitivos.

Este tipo de molde no puede asumir los grandes volúmenes de producción prefabricada de elementos de concreto armado. Las mismas propiedades de la madera, la vibración de alta frecuencia, la humedad, la búsqueda de mayor estanqueidad en las juntas, el compactado, el curado acelerado por medios de aditivos, formaban inconvenientes y a la vez un reto muy grande para el empleo de la misma.

2.14.2 Moldes metálicos: vino en cierta forma a dar respuesta a los límites de la madera, pero son más costosos al principio por la inversión. Sin embargo resultan más ventajosos, dando mayor rigidez, menos uniones, mayor capacidad de utilización, arme y desarme. Destacando que cada día se dedican más esfuerzos al perfeccionamiento y mejora de estos moldes, marchando a la par de la industrialización.

B. CLASIFICACION

Los moldes podrían clasificarse de diversas formas dependiendo de los siguientes aspectos:

2.14.3 Según la forma de producir:

- Moldes fijos
- Molde móviles

2.14.4 Según la posición de los moldes,

- Superficiales horizontales,
- verticales e inclinados.

2.14.5 Según la naturaleza de la pieza producida.

- Moldes para productos de concreto.

2.14.6 Moldes para componentes:

- Lineales,
- Superficiales,
- Células tridimensionales.

2.14.7 De acuerdo con la naturaleza del material del molde:

- Madera,
- metal,
- concreto,
- plástico y mixtos.

2.14.8 Según la cantidad de componentes:

- Ya sean moldes independientes,
- gemelos, triples y
- baterías de moldes.

2.14.9 Según la frecuencia de uso:

- Moldes especiales: se utilizan en la producción de elementos con poco carácter repetitivo.
- Moldes universales: se utilizan en la producción de elementos de diferentes dimensiones y su elaboración es seriada.

Hay quienes también los clasifican según la forma de desmolado, por lo que este tipo es de una clasificación secundaria, necesaria de mencionar como complementaria:

- Moldes de desmolde por vuelco.
- Moldes de desmolde por abatimiento de las paredes.
- Moldes de desmolde directo.

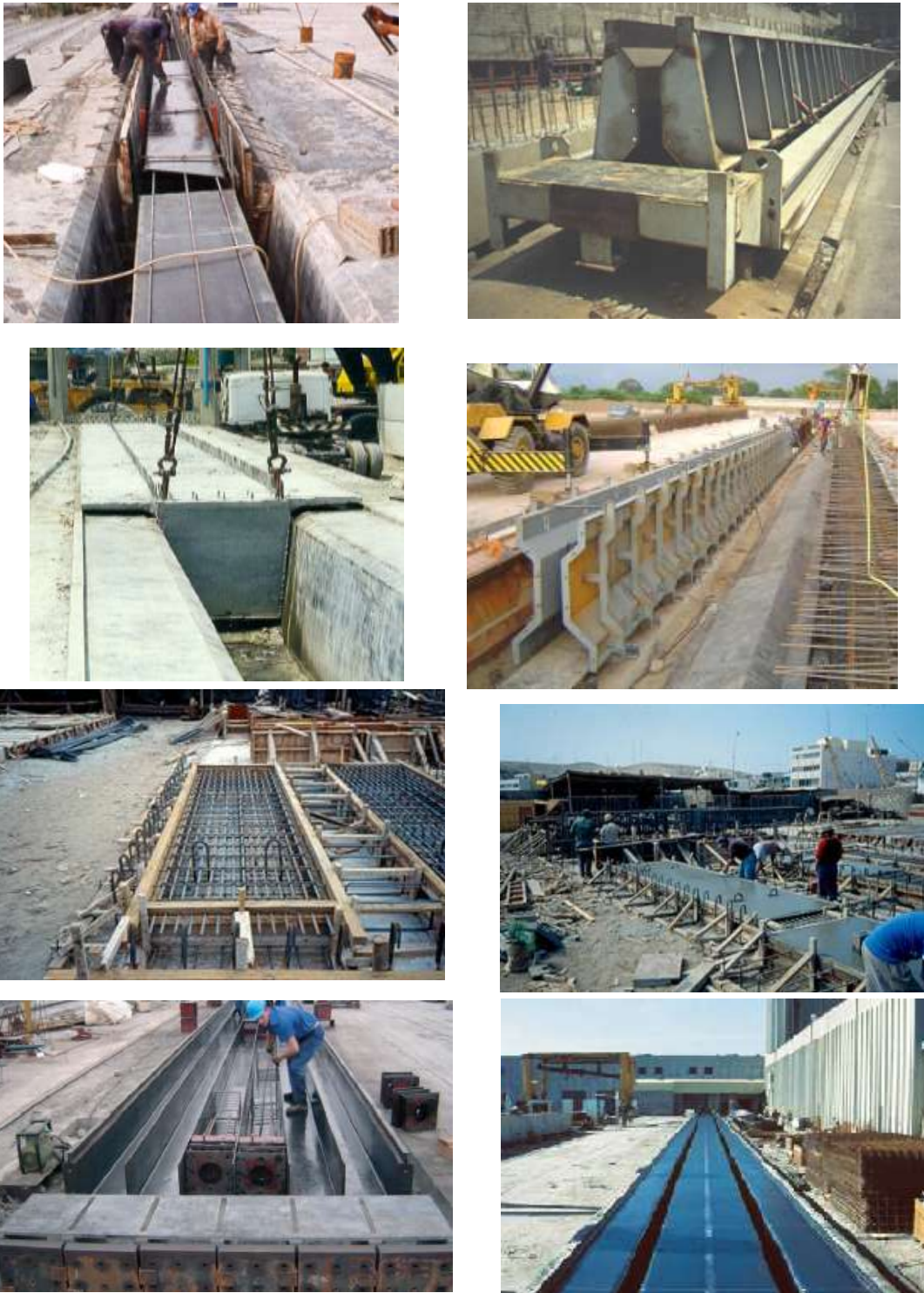


Figura 2.15. Diferentes tipos de molde para prefabricados, de acero, de concreto, madera.



CAPITULO III

TIPOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES PREFABRICADOS



3.0 ELEMENTOS ESTRUCTURALES PREFABRICADOS

En este capítulo se verán los diferentes elementos estructurales prefabricados de una manera general, para así tener idea de la amplia variedad de elementos prefabricados que existen actualmente, no solamente en nuestro país sino en otros países.

3.1 IMPORTANCIA DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

En ingeniería la estructura está destinada a soportar su propio peso y la presencia de acciones exteriores (fuerzas, momentos, cargas, etc.) sin perder las condiciones de funcionalidad para las que fue concebida ésta.

Los sistemas prefabricados no se excluyen de esto, también deben de ser capaces de soportar estas cargas, por tanto debe haber un concepto estructural de los elementos prefabricados de concreto.

3.2 TIPOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Comprendiendo la importancia del conocimiento en el área, en lo siguiente se detallaran los conceptos básicos de los principales elementos estructurales, los cuales podemos clasificar en:

- ◇ CIMIENTOS
- ◇ COLUMNAS
- ◇ VIGAS
- ◇ LOSAS DE ENTREPISO
- ◇ PAREDES Y MUROS

Veamos a continuación cada uno de ellos:

3.2.1 CIMIENTOS

El cimiento es aquella parte de la estructura que es utilizada para transmitir las cargas que provienen de las diferentes obras físicas (losas, vigas, columnas, pedestales, etc.) y transmitir las al suelo.

3.2.1.1 TIPOS DE CIMENTACIONES:

Hay tres tipos fundamentales de cimentación:

1. Superficiales
2. Semiprofundas
3. Profundas

1. SUPERFICIALES

Son aquellas que se apoyan en las capas superficiales o poco profundas del suelo, por tener éste suficiente capacidad portante o por tratarse de construcciones de importancia secundaria y relativamente livianas.

Estas a su vez se clasifican en:

- a) Cimentación ciclópea.
- b) Zapata.
 - b.1 Zapata aislada.
 - b.2 Zapata corrida.
 - b.3 Zapata combinada.
 - b.4 Losa de cimentaciones.

2. SEMIPROFUNDAS

Son en realidad soluciones intermedias entre las superficiales y las profundas, por lo que en ocasiones se catalogan como semiprofundas.

Podemos mencionar como cimentaciones semiprofundas las siguientes:

- a. Micro pilotes
- b. Pozo de cimentación

3. PROFUNDAS

Se basan en el esfuerzo cortante entre el terreno y la cimentación para soportar las cargas aplicadas, o más exactamente en la fricción vertical entre la cimentación y el terreno.

Las cimentaciones profundas se dividen en:

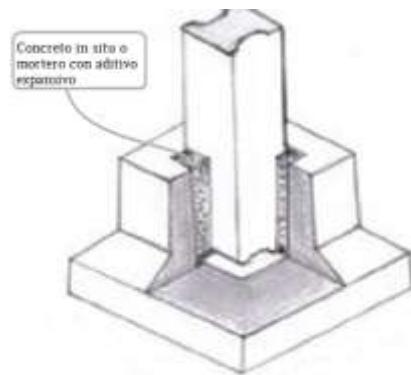
- a. Pilotes
- b. Pilas de cimentación.

3.2.1.2 CIMENTACIONES PREFABRICADAS DE CONCRETO

Son aquellas estructuras las cuales son construidos fuera de la obra y muchas veces son construidas a través de moldes que posteriormente son llevados al lugar de la construcción.

3.2.1.3 ZAPATAS PREFABRICADAS

Son piezas prefabricadas de hormigón, funcionan como cimiento corrido y pueden ser utilizadas en construcciones de una o dos plantas, debido a su elevada capacidad portante y a la distribución articulada de los esfuerzos.



Figuras 3.1. Conexión zapata-columna mediante mortero epoxico.

La unión hiperestática de la columna con la zapata unifica el empotramiento, con lo que se evitan los punzonamientos y trabaja como una cimentación normal, así, su cálculo y diseño serán la de una cimentación tradicional.

3.2.1.3.1 VENTAJAS

- ◇ Capacidad portante garantizada.
- ◇ Fácil y rápido colocado.
- ◇ No se necesita madera de encofrado.
- ◇ Ahorro en mano de obra.
- ◇ Ahorro en materiales.
- ◇ Cimiento más económicos

2.1.4 PILOTES PREFABRICADO

Son elementos de concreto armado prefabricados, utilizados como fundación en suelos. Los pilotes fabricados fuera de la obra y luego transportados al sitio y colocados en el lugar, son los de uso más difundido.



Fifura3.2 Diferentes tipos de Pilotes prefabricados

3.2.1.4.1 VENTAJAS

- a) Su duración es ilimitada y no les afecta la presencia del nivel freático.
- b) Fabricación en dimensiones deseadas y adaptar la armadura resistente para soportar fuerza para soportar fuerza
- c) Pueden trabajar por punta o por fricción, y también se utilizan como anclajes de obras terrestres o marítimas, con la requerida inclinación.
- d) Pueden hincarse en suelos firmes y compactos sin peligro de rotura

3.2.1.4.2 SECCIONES

Los pilotes prefabricados de concreto presentan por lo general una sección transversal cuadrada o poligonal, si bien en ciertas ocasiones pueden ser circulares o en forma de anillo (huecas-generalmente postensados). Además pueden ser se sección constante o variable (tronco piramidal).

3.2.1.4.3 LONGITUDES

Existen pilotes con un tamaño final, pero existen unos que se puede ir conectando piezas, en caso de ser necesaria mayor longitud de pilotes, puede recurrirse a varias piezas conectadas en obra, mediante soldadura (casquetes metálicos empotrados en las extremidades de las piezas); o con vaciado de juntas con mortero epoxico.

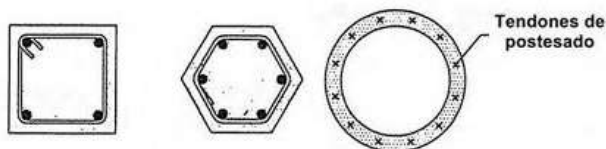


Figura 3.4 Algunas de secciones de pilotes mas comunes y Conexión de pilotes mediante extremos metálicos.



3.2.2 COLUMNAS.

Una columna es un elemento estructural sometido principalmente a cargas de compresión, que sirve para apoyar a las vigas cargadas, transmiten las cargas a los pisos inferiores hasta llegar a la planta baja y después al suelo a través de la cimentación.

3.2.2.1 TIPOS DE COLUMNAS

Las columnas se pueden clasificar según varios criterios:

3.2.2.1.1 Respecto a las Forma y disposición de refuerzo:

- Columna rectangular o cuadrada con refuerzo longitudinal y estribos laterales
- Columna circular con refuerzo longitudinal y refuerzo en espiral o con estribos circular.
- Columnas compuestas en las que se confinan perfiles estructurales en el concreto y dentro de la jaula del refuerzo.

3.2.2.1.2 De acuerdo a su material:

- Columna de madera
- Columna de concreto
- Columna de acero, etc.

3.2.2.1.3 Según su fabricación:

- Columna colada in situ
- Columna prefabricada.

3.2.2.2 COLUMNAS PREFABRICADAS DE CONCRETO



Figuras 3.5. Columnas prefabricadas con diferente altura.

Las columnas prefabricadas son elementos de concreto, ya sea pretensada o pos tensada.

Usando columnas prefabricadas se logra agilizar las fases iniciales de los proyectos a más de la mitad de la construcción convencional, sin sacrificar la monoliticidad de la edificación.

Su forma, diseño e ingeniería permiten al constructor realizar obras de calidad y obtener una mayor rapidez y economía en la construcción.

3.2.2.3 VENTAJAS DE COLUMNAS PREFABRICADAS

- ◇ Acelera el proceso de obra
- ◇ Acabado de concepto integral
- ◇ Material de alta resistencia
- ◇ Alta capacidad de sobrecarga
- ◇ Se adapta a cualquier diseño estructural
- ◇ La prefabricación industrializada garantiza la calidad.

3.2.2.4 USOS:

- ◇ Naves industriales
- ◇ Centros comerciales
- ◇ Puentes
- ◇ Edificios
- ◇ Viviendas.

Normalmente se usan en el primer nivel de edificios de gran altura, en edificios de hasta 3 niveles, en naves industriales y bodegas, en paredes de gran altura o como pilas de puentes.

También se puede usar en todos los niveles de edificios de gran altura usando conexiones especiales.

3.2.2.5 SECCIONES

La fabricación de las columnas se realiza según el diseño de cada proyecto y se pueden hacer columnas de:

- ◇ Sección cuadrada
- ◇ Rectangular
- ◇ Redonda.

Existe una gran variedad de columnas, siendo la más común la de sección transversal rectangular su altura generalmente es de uno o dos niveles, si se utilizan columnas de un nivel, las vigas se apoyan en la parte superior de la misma.

En el caso de columnas continuas de dos niveles se emplean ménsulas integrales para proporcionar apoyo a vigas o losas.

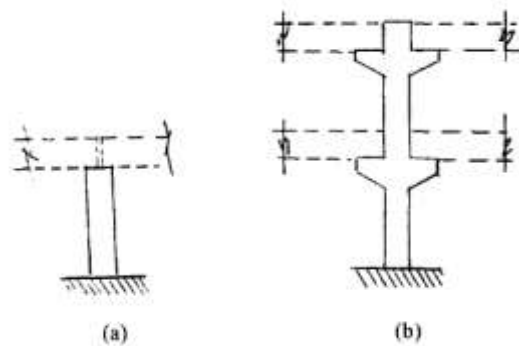


Figura3.6. Columna de uno y dos niveles

3.2.3 VIGAS

Una viga es un elemento estructural lineal sometido principalmente a flexión, que sirve para apoyar la losa de entrepiso, trasmite las cargas a las columnas y suele ser horizontal.

3.2.3.1 TIPOS DE VIGAS

Las vigas se pueden clasificar respecto a su forma, según la dimensiones transversales, su material, y por su fabricación.

3.2.3.1.1 Respecto a la forma o sección transversal:

- Vigas rectangulares y cuadradas
- Vigas I
- Vigas T y T invertida
- Viga L
- Viga cajón, etc.

3.2.3.1.2 De acuerdo al tipo de material:

- Vigas de madera
- Vigas de acero
- Vigas de concreto, etc.

3.2.3.1.3 Según su fabricación:

- Vigas coladas en situ
- Vigas prefabricadas.

3.2.3.1.4 Por la forma en que soportan las cargas:

- Vigas internas:
- Vigas externas o perimetrales.

3.2.3.2 VIGAS PREFABRICADAS DE CONCRETO



Figuras 3.7. Viga prefabricada apoyada y conectada en ménsulas.

Las vigas de concreto prefabricadas son diseñadas para las cargas especificadas y las condiciones del soporte.

Las vigas son típicamente diseñadas para soportar simplemente las cargas (simple apoyo), pero puede ser continuo al aplicar ciertos mecanismos de restricción en el apoyo.

3.2.3.3 VENTAJAS DE LAS VIGAS PREFABRICADAS:

- ◇ Cubre grandes claros
- ◇ Soporta cargas altas
- ◇ Optimiza el diseño en cada proyecto
- ◇ Las relaciones de Resistencia-Peso propio y de Costo-Beneficio son mejores.
- ◇ La prefabricación industrializada agiliza los proyectos
- ◇ Reduce el tiempo de construcción
- ◇ Garantía de por vida

3.2.3.4 TIPO DE VIGAS PREFABRICADAS:

1. Por su grado de prefabricación puede ser de dos tipos:

a.) Compuestas:

Son aquellas que se le agregara una parte de concreto colado in situ (generalmente esto se hace para generar una sección monolítica con la losa), entonces son vigas prefabricadas y para ser terminadas necesitan concreto colado in situ.



Figuras 3.8. Viga prefabricadas compuestas (la 1ª y 3ª en forma de U, la 2da con acero superior descubierto para formar unión monolítica con la losa)

b.) No Compuestas:

El grado de prefabricación es total, por tanto, son aquellas que no requieren de concreto adicional o colado in situ.

3.2.3.5 OTRO TIPO DE VIGA:

a) Vigueta

Elemento prefabricado longitudinal resistente, diseñado para soportar cargas producidas en forjados de pisos o cubiertas.



Figura 3.9. Viguetas.

b) Viga para puentes (vigas I, cajón ,aashto)

Además existen viga que su uso es exclusivo para puentes, su sección transversal se les conoce como trabe (viga) Tipo cajón, tipo I.

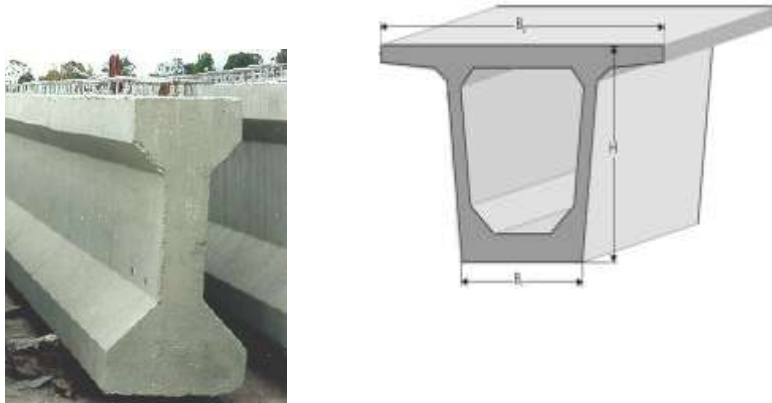


Figura 3.10. Viga tipo I, tipo cajón.

3.2.4 LOSAS

Las losas son elemento bidimensionales, en los que la tercera dimensión es pequeña comparada con las otras dos dimensiones básicas. Las cargas que actúan sobre las losas son esencialmente perpendiculares al plano principal de las mismas, por lo que su comportamiento esta dominado por flexión.

3.2.4.1 TIPOS DE LOSA

Pueden dividirse según varios criterios:

3.2.4.1.1 Por la forma en que se apoyan:

- a) Losa apoyada sobre vigas
 - a.1 Losa con viga perimetrales
 - a.2 Losa con vigas perimetrales e intermedia

- b) Losa apoyada sobre muros
 - b.1 Losa sobre muro de mampostería
 - b.2 Losa sobre muro de hormigón
- c) Losa apoyada sobre columnas
 - c.1) Losa plana
 - c.2) Losa plana con capitel
 - c.3) Losa plana con capitel y ábaco

3.2.4.1.2 Por la geometría, forma de apoya y dirección de los esfuerzos:

- a) Losa unidireccional
- b) Losa bidireccional

3.2.4.1.3 Según el volumen ocupado y su peso:

- a) Losa solida o maciza
- b) Losa aligerada.

3.2.4.2 LOSAS PREFABRICADAS

El empleo de sistemas de entepiso de concreto prefabricados ofrece una economía y versátil solución para entepisos en cualquier tipo de construcción de edificio.

3.2.4.3 USO

El uso de entrepiso prefabricado es muy común y utiliza tanto para:

- ◇ Edificios comerciales,
- ◇ Industriales,
- ◇ Oficina y
- ◇ Vivienda.

Además las ventajas que tiene sobre el sistema tradicional dan paso a que se elija muy rápidamente este tipo de entrepiso.

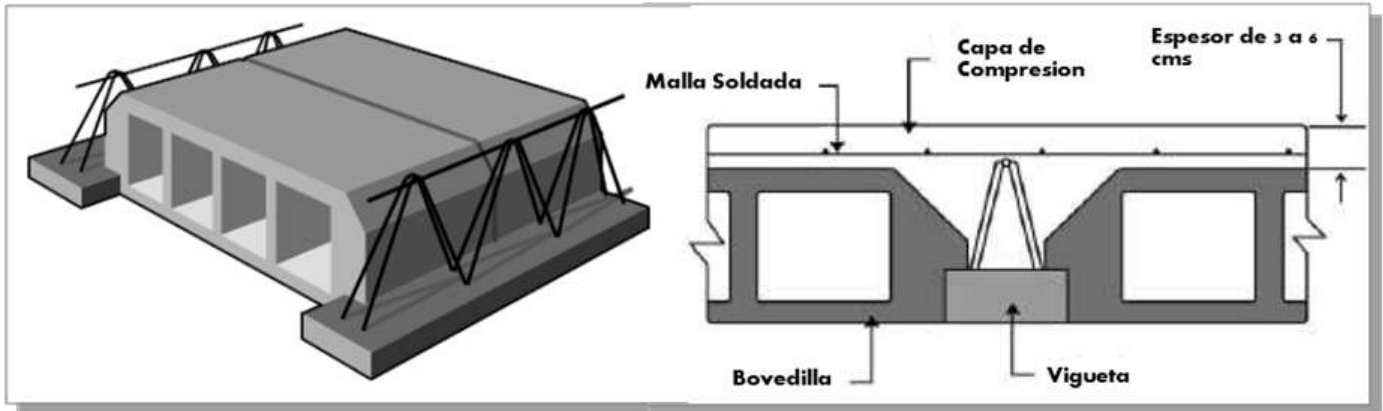
3.2.4.4 SISTEMAS DE LOSAS PREFABRICADAS:

Los tipos de sistemas de entrepiso prefabricados más comunes se pueden dividir en cuatro grupos:

1. Vigueta y bovedilla,
2. Losa alveolar o extruida (alma hueco),
3. Losa sistema T y TT,
4. Losa sólida (placas sólidas compuestas).

Para una mayor comprensión a continuación se describe cada una de ellas

3.2.4.4.1 VIGUETA Y BOVEDILLA



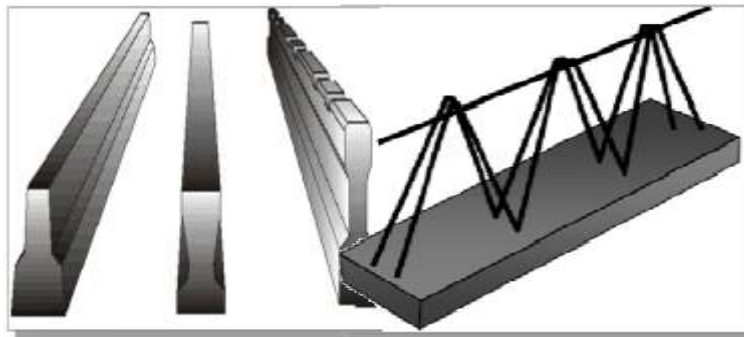
Figuras 3.11. Sistema vigueta y bovedilla

El sistema de vigueta y bovedilla está constituido por los elementos portantes que son:

- Las viguetas (concreto pre-forzado)
- Las bovedillas (elemento aligerante)

- Vigueta:

Es el componente principal del sistema prefabricado de losas aligeradas, ya que es el elemento estructural responsable de la resistencia de la losa, las viguetas se producen en diferentes tamaños (sección geométrica) y diferentes armados.



Figuras 3.12. Diferentes tipos de viguetas

Las viguetas se entregan con las dimensiones especificadas por los clientes, evitando la necesidad de cortarlas en obra.

Una amplia gama de necesidades tanto en la construcción residencial, de interés social e industrial. Podemos asegurar que hasta 6.00 mts de claro es el sistema más económico de losas.

- Bovedillas:

Componente aligerante de relleno apoyado directamente en las viguetas. No se considera contribución alguna por parte de las bovedillas a la resistencia de la losa.



Figura 3.13. Diferentes tipos de bovedillas: de arcilla, de cemento y de poliestireno.

Así mismo las bovedillas tienen diferentes secciones tanto en longitud, ancho y peralte, de tal forma que se tiene una gran variedad de combinaciones que pueden satisfacer cualquier necesidad.

BOVEDILLA DE DIFERENTES MATERIALES

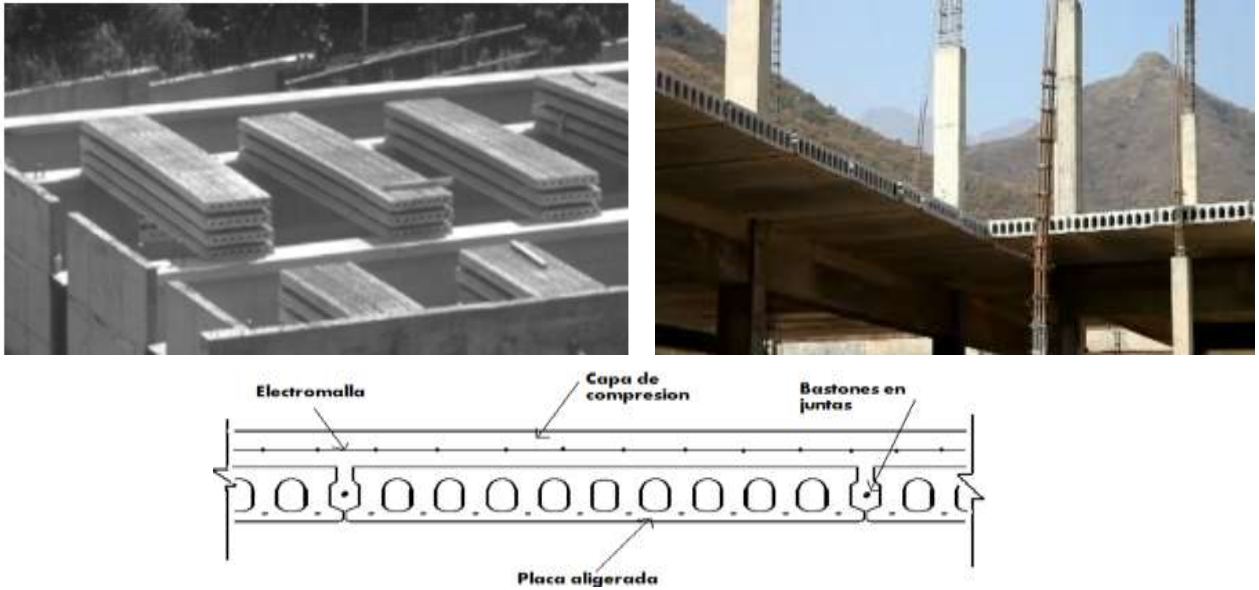
Materiales de que están hecha las bovedillas:

- ◇ Concreto (cemento-arena),
- ◇ Poliestireno (durapas),
- ◇ Arcilla (barro cocido)
- ◇ Molde metálico
- ◇ Cualquier otro material que disminuya el peso y aligere la losa.

DIMENSIONES COMUNES

Las dimensiones de la bovedilla que se utilice, normalmente oscila entre 60cm y 75 cm medida centro a centro de viguetas. La altura de la bovedilla depende del claro de la losa y existen desde 10 cm hasta 20 cm.

3.2.4.4.2 LOSA ALVEOLAR O EXTRUIDA (Placas de corazón hueco)



Figuras 3.14. Placa aligerada o placa de corazón hueco

Las losas alveolares también llamadas placas aligeradas o placas de corazones huecos son elementos estructurales pretensados.

USOS

Las losas alveolares se pueden usar para:

- ◇ Entrepisos,
- ◇ Cubiertas,
- ◇ Fachadas de edificios y
- ◇ Como muros de carga.

Son ideales para claros grandes, y con sobre cargas útiles altas, es de gran uso también como cerramiento de naves industriales.

DIMENSIONES

Las dimensiones más comunes son:

Los peraltes más comunes que se fabrican son:	Con anchos que pueden ser:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ h=10, 15, 20 cm, 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1m y 1.20 m.

Si llevan losa de compresión aumentan su peralte. Se recomienda que el firme tenga un peralte mínimo de 5 cm pudiendo ser mayor, (por ejemplo 10 cm), lo que dependerá del uso de la losa, cargas, claros a cubrir, etc.

3.2.4.4.3 LOSAS SISTEMA T y TT

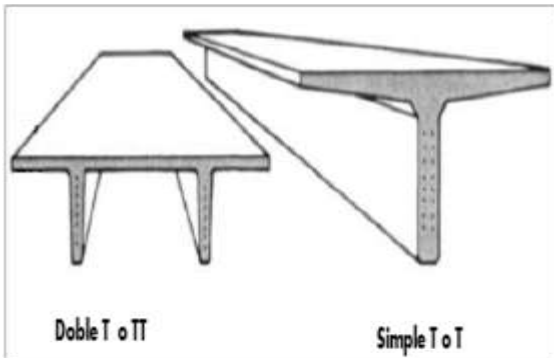


Figura 3.15. Perfiles típicos de losas T y TT

Figura 3.16. Vigas doble T con peralte reducido o recortado.

Son sistemas de entrepiso a base de trabes T, TT para claros grandes, este tipo de sistema de piso es a base de elementos prefabricados de concreto.

VENTAJAS

Ventajas de este sistema sobre los otros es:

- ◇ Grandes claros y capacidad de soportar grandes cargas,
- ◇ Los extremos de las unidades pueden ser partidas por la mitad para reducir el peralte de toda la estructura.
- ◇ Cuando las unidades son de poco espesor requieren de un colado in situ para asegurar que los cortantes y la acción de diafragma estén asegurados.

3.2.4.4 LOSA SOLIDA PREFABRICADA (Placas solidas compuestas)

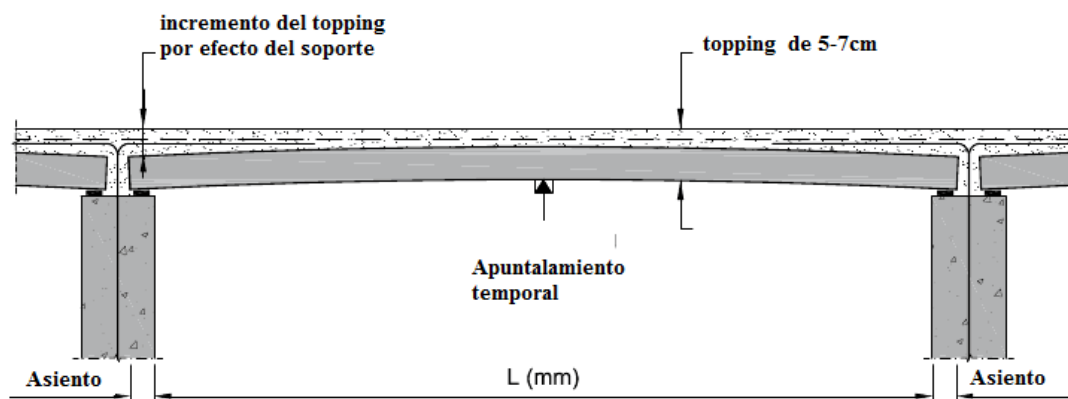
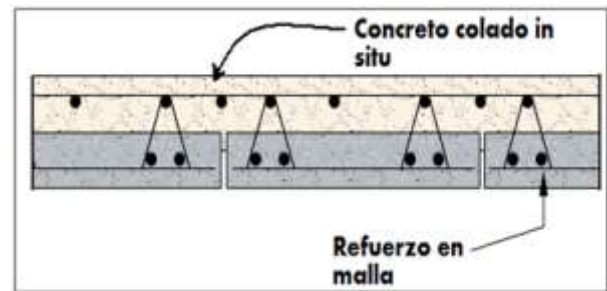


Figura 3.17. Losa solida compuesta

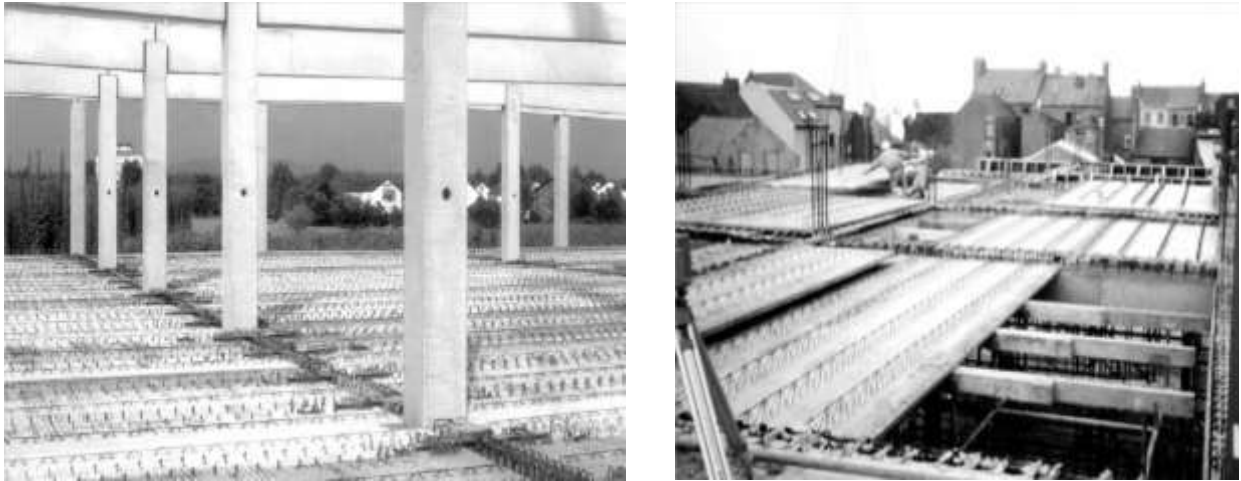


Figura 3.18. Losa solida con refuerzo que sobresale para posteriormente hacer un colado in situ.

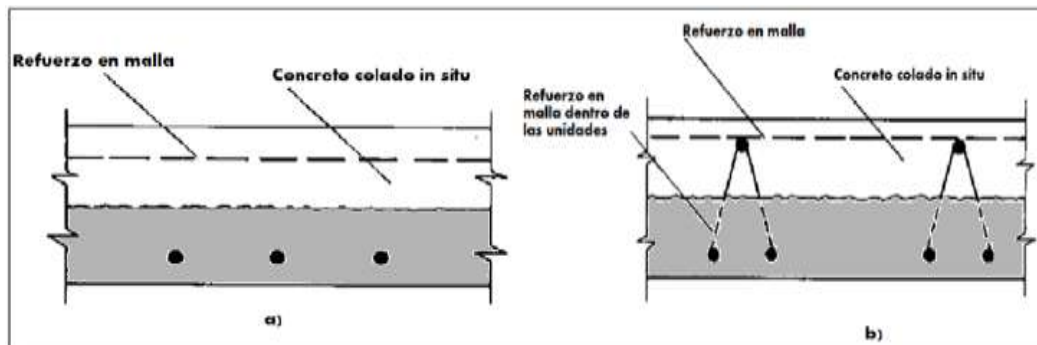


Figura3.19. a) Losa solida compuesta en la figura b) el acero sobresale.

La losa solida ancha es a veces llamada como placa de piso que es generalmente usado en las construcciones residenciales.

La losa solida contiene un refuerzo interno y en ocasiones parte de ese refuerzo sobresale de su superficie para lograr que la capa de compresión de concreto adicional colada en situ (topping), quede unida y de esta manera que se forme una losa monolítica más gruesa y más resistente.

VENTAJAS

Ventajas de los sistemas de entrepiso prefabricados:

- ◇ Son losas más económicas.
- ◇ Soporta sobrecargas grandes.
- ◇ Ligeras, Su peso es menor al de los sistemas tradicionales.
- ◇ Monolíticas, con una capa de compresión se puede generar el efecto diafragma
- ◇ Agiliza el proceso de construcción.

3.2.5 PAREDES

Una pared es una obra de albañilería vertical que limita un espacio arquitectónico. Su forma y sus dimensiones son largo y alto, mayores que su espesor (ancho).

En la construcción se denominan tabique o muro (si tienen función estructural) y se utilizan como elementos para delimitar o dividir espacios y/o para sustentar los elementos estructurales superiores (muros).

3.2.5.1 TIPOS DE PAREDES

Puede dividirse según varios criterios:

3.2.5.1.1 Paredes por su función pueden ser:

- Pared de cerramiento y división
- Paredes de fachada
- Pared estructural (de carga)

3.2.5.1.2 Paredes según el material de que están hechas son:

- Pared de concreto
- Pared ladrillo de arcilla (barro cocido)
- Paredes de madera
- Paredes de adobe
- Paredes de vidrio
- Otras

3.2.5.1.3 Paredes por su sistema constructivo:

- Paredes de mampostería confinada
- Paredes de mampostería con refuerzo interior
- Paredes de concreto reforzado
- Paredes prefabricada

3.2.5.2 PAREDES PREFABRICADA

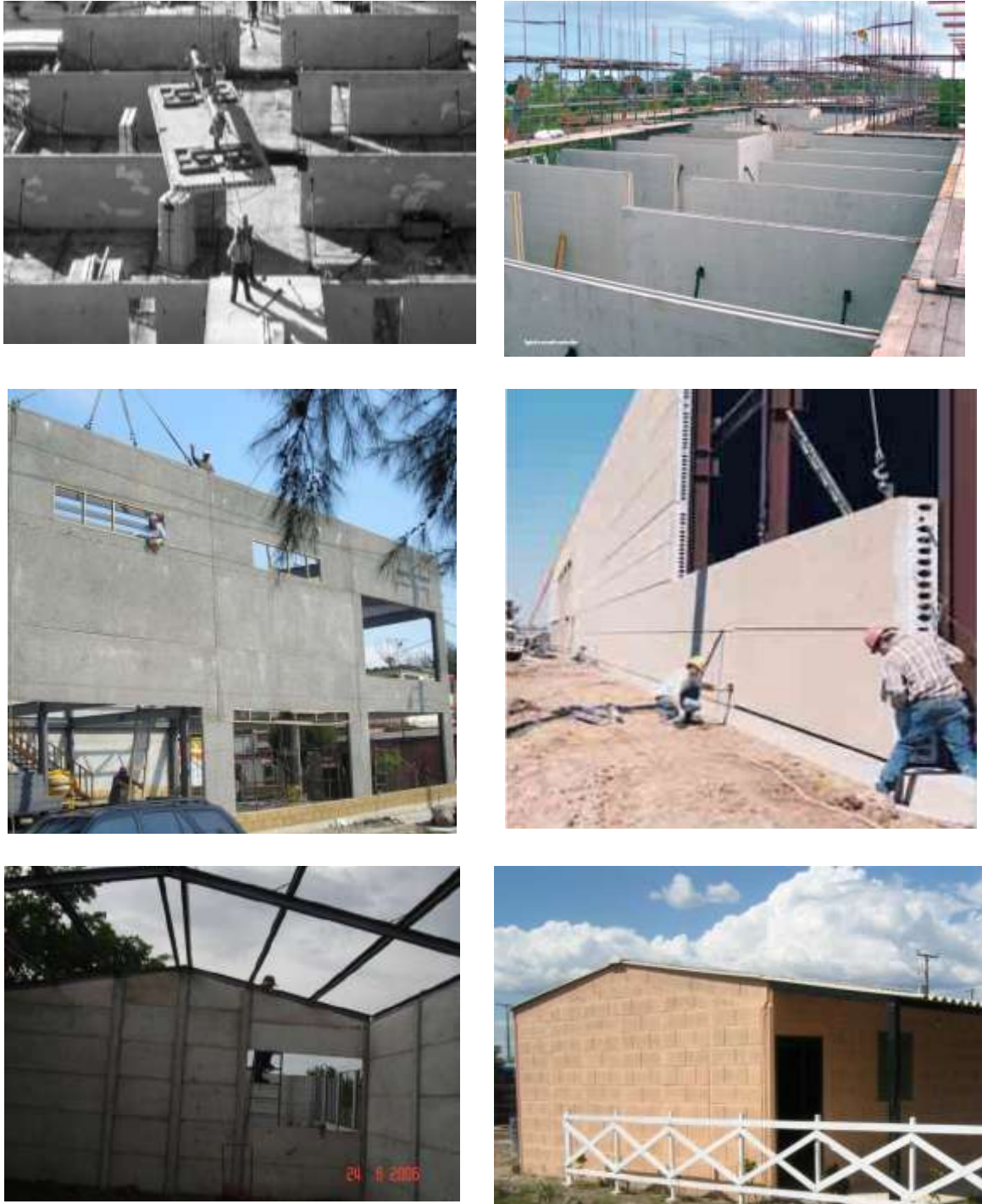


Figura 3.20. Diferentes sistemas de paredes prefabricadas

Paredes prefabricadas de concreto son estructura de concreto armada o pretensada según diseño.

3.2.5.3 USOS

- ◇ Oficinas.
- ◇ Apartamento
- ◇ Hospitales.
- ◇ Colegios
- ◇ Parqueos.
- ◇ Centros Comerciales.
- ◇ Galeras

3.2.5.4 VENTAJAS

Los sistemas de prefabricados de hormigón de la pared ofrecen:

- ◇ Rápida instalación, acelera el proceso de la edificación.
- ◇ Acabados finales
- ◇ Durabilidad y resistente
- ◇ Costos bajos de mantenimiento
- ◇ Una amplia variedad de formas,
- ◇ Variedad colores y texturas

3.2.5.5 DISEÑO DE CONEXIONES EN PAREDES

Los propósitos principales de la conexión son de transferencia de carga a la estructura de soporte y la estabilidad.

Los criterios utilizados para diseñar las conexiones de elementos prefabricados, incluyendo pero no limitado a:

- ◇ Fuerza.
- ◇ Ductilidad.
- ◇ Alojamiento de cambio de volumen.
- ◇ Durabilidad.
- ◇ Constructibilidad

3.2.5.6 PAREDES DE FACIL COLOCACIÓN

Son paredes de colocación manual como lo muestran las imágenes sin necesidad de maquinaria o equipo, por se de poco peso.



Figura 3.21. Paredes motables manualmente, sin necesidad de gruas o cualquier otro maquinaria.

3.3 DETALLES DE CONEXIONES TÍPICAS EN ELEMENTOS PREFABRICADOS.

A continuación se presenta una diversidad de arreglos de conexiones típicas. Obviamente existen muchos arreglos posibles, y una variedad sorprendente de detalles para conexiones.

Los detalles que se usan finalmente para cierta situación deben determinarse ya sea de acuerdo con los requisitos de montaje o producción, con el criterio de diseño en servicio, o simplemente con los sistemas comunes que usan los fabricantes de concreto presforzados, prefabricado, en la zona en que se lleva a cabo la construcción.

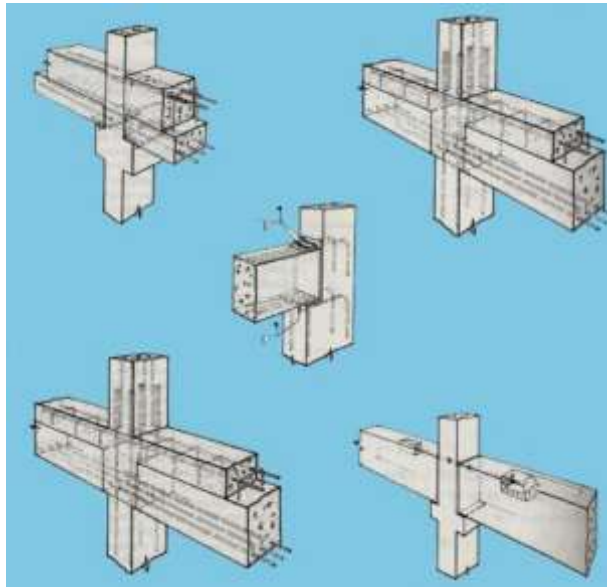


Figura 3.22. Detalles típicos de conexiones prefabricados viga-columna.

3.3.1 TIPOS DE CONEXIONES

Los arreglos que se muestran son según el tipo de elemento estructural que se está conectando:

- ◇ Conexión base a columnas (CB),
- ◇ viga a columna (VC),
- ◇ columna a columna (CC),
- ◇ losa a viga (LV),
- ◇ losa a muro (LM), y
- ◇ muro cimentación (MC).

Las ideas presentadas para determinada categoría pueden aplicarse para un tipo diferente de conexión que de por resultado arreglos diferentes. No se pretende que estos esquemas limiten otras posibilidades o que estos sean necesariamente, los mejores arreglos.

3.3.2 BASE A COLUMNA (CB).

Los detalles CB-1 hasta CB-5 presentan cinco arreglos comunes para la conexión de una columna a una pila de cimentación, una cimentación de muro, una zapata extendida o una cabeza de pilotes. Todos los detalles usan lechada de cemento sin contracciones y un sistema de doble tuerca. Si la conexión se hace en la parte superior del muro o de la pila vaciada en la obra, es obligatorio que se coloquen suficientes estribos en la parte superior de la pila o del muro, para confinar los pernos de anclaje.

CB-1. Este detalle tiene una placa de base de dimensiones mayores que la sección transversal de la columna.

Típicamente, se usan cuatro pernos de anclaje con doble tuerca, y existe una separación de 50 a 55 mm para la lechada de cemento sin contracciones, entre la parte superior del cemento y la parte inferior de la placa de base. Los pernos de anclaje están colocados, ya sea en las esquinas o en el centro de los lados, dependiendo de los requisitos de montaje. Los refuerzos de la columna están soldados a la placa de base.

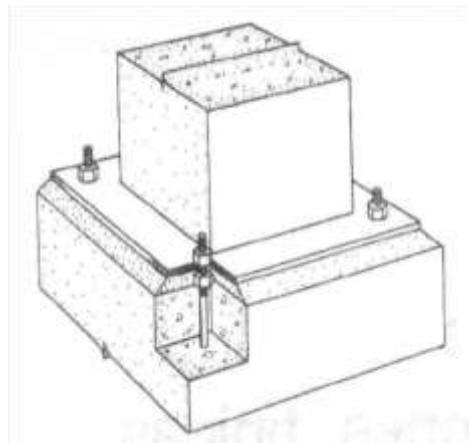


Figura 3.23. Detalle CB-1

CB-2. El detalle de la llamada placa de base interna tiene una placa que es del mismo tamaño o menor que la sección transversal de la columna y tiene huecos para los pernos de anclaje o desbastes en la base de la columna. Es similar a CB-1, usando el sistema de doble tuerca, lechada de cemento sin contracciones y unión soldada del refuerzo de la columna a la placa.

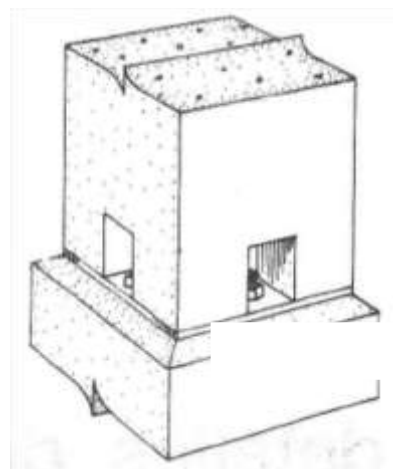


Figura 3.24. Detalle CB-2

Las dimensiones de la placa de base, son generalmente menores que las de la columna cuando se necesita el tratamiento arquitectónico de la junta. Después del montaje, normalmente se rellenan con lechada los huecos para los pernos de anclaje.

CB-3. Este detalle es un refinamiento de CB-2 debido a que no se usa una placa completa inferior de la base. Un ángulo, generalmente de 13 mm de espesor se deja embebido en las esquinas con una placa de base de 20 mm o mayor, soldada al ángulo. Para impedir que el concreto llene el hueco formado por el ángulo, se suelda una placa de 3 mm como tapa, en la parte superior del ángulo.

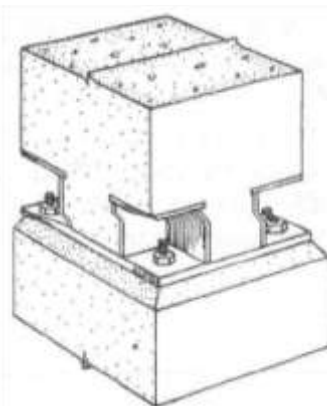


Figura 3.25. Detalle CB-3

Las barras de refuerzo pueden soldarse en la placa inferior o en los lados interiores de los ángulos, y traslaparse con las barras de refuerzo de la esquina de la columna que se alinean aproximadamente con la línea central de los pernos de anclaje. Una ventaja de este tipo de detalle es que permite que una placa de base, "normal" se ajuste a muchos diversos tamaños de columnas.

CB-4. Los ángulos están unidos con soldadura al refuerzo principal o espigas que traslapan con el refuerzo principal. En ocasiones se requiere la instalación de placas planas de base entre los ángulos. Para impedir la rotación, pueden unirse pernos soldados a las patas verticales de los ángulos, o los ángulos pueden sujetarse por medio de atiesadores.

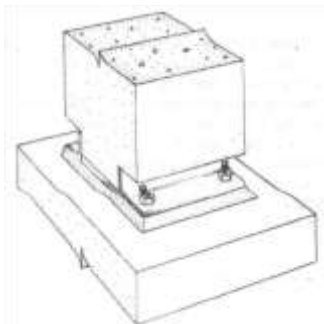


Figura 3.26. Detalle CB-4

CB-5. En este detalle, las barras principales de refuerzo de la columna sobresalen de la parte inferior de la columna y se insertan en el ducto metálico pulido, flexible. Relleno de lechada de cemento empotrado en el cimiento.

Es necesario un apuntalamiento temporal de la columna hasta que la lechada haya obtenido su resistencia deseada. Un método de contraventear es atornillar un ángulo a los insertos colocados dentro de la columna y la base tal como se muestra en el dibujo.

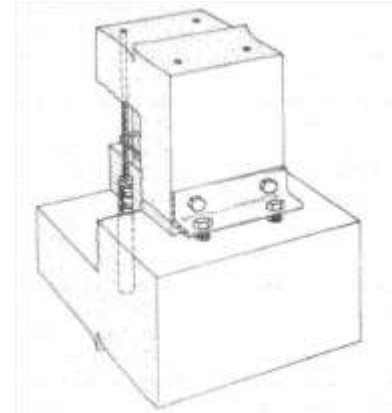


Figura 3.27. Detalle CB-5

3.3.3 VIGA A COLUMNA (VC)

Las conexiones de tipo VC-1 hasta VC-7 son sólo unas cuantas combinaciones de conexiones que se usan para las vigas a columna. Por sencillez, todas las vigas que se muestran son rectangulares, aunque pueden ser travesaños de repisa doble, vigas "T" o doble "T".

VC-1. Este detalle muestra una cornisa o ménsula sin usar una viga con el extremo rebajado como se muestra en VC-3. En este diseño se requieren ángulos de confinamiento y/o amortiguadores de apoyo. EL que se muestra es para una condición simplemente apoyada. Puede también usarse para una conexión para momentos que use lechada sin contracciones entre el extremo de la viga y la columna, y que proporcione la transferencia de tensión en la parte superior de la viga.

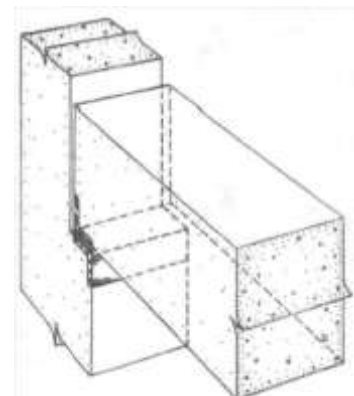


Figura 3.28. Detalle VC-1

VC-2. Esta es una variación de VC- 1 con la ménsula de concreto reforzado que sobresale de la columna. Se muestra con un amortiguador elastomérico de apoyo y placas tanto en la ménsula como en la viga. Como en VC-1, este detalle se muestra para una condición de apoyos simples, pero puede desarrollarse a una conexión para momentos, en caso deseado. Los amortiguadores de apoyo son opcionales, de acuerdo con los requisitos del diseño.

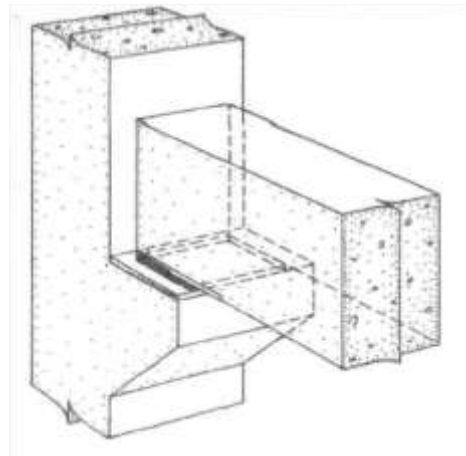


Figura 3.29. Detalle VC-2

VC-3. Este detalle se llama frecuentemente una conexión de extremo rebajado y normalmente requiere ángulos de confinamiento debido a los elevados esfuerzos.

Para desarrollar este detalle en una conexión que resiste momentos, se requiere lechada no contráctil en dos superficies de contacto diferentes, lo cual es un procedimiento difícil en la obra.

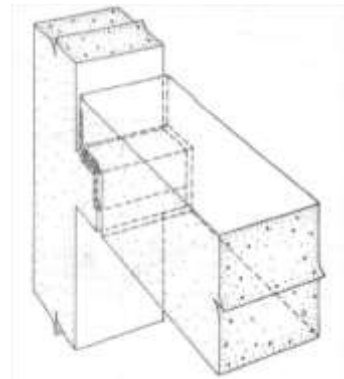


Figura 3.30. Detalle VC-3

La colocación del refuerzo en este detalle es probablemente el más crítico de todos los detalles de viga a columna que se muestran; en ningún lugar debe presentarse un plano de cortante sin reforzar entre el refuerzo de la conexión y el acero principal a la flexión.

VC-4. Este detalle se usa frecuentemente cuando se desea ocultar la conexión de viga a columna. Se muestra una sección de patín ancho que sobresale de la columna. Pueden usarse otros perfiles de acero estructural, empotrado como vigas -T, canales dobles o placas doble. Nuevamente, como en VC-3 la viga rebajada requiere cuidado en su detalle y colocación del refuerzo. Deberán colocarse estribos bastante cercanos.

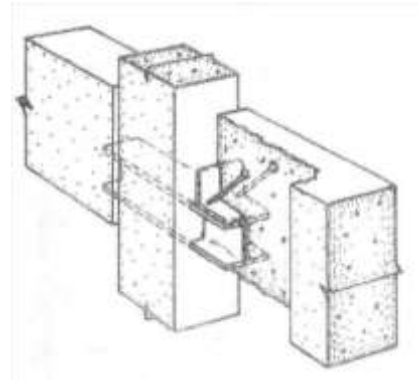


Figura 3.31. Detalle VC-4

En la columna inmediatamente arriba y abajo del perfil de acero empotrado.

VC-5. Esta es una conexión por medio de espigas con varillas que sobre salen de la columna dentro de ductos o tubos de acero colocados dentro de la viga. Después se llena el tubo con lechada. Para impedir restricción contra la rotación por cambio de volumen puede colocarse vermiculita, arena u otro material sujeto en la parte interior del tubo, antes de colocar la lechada,

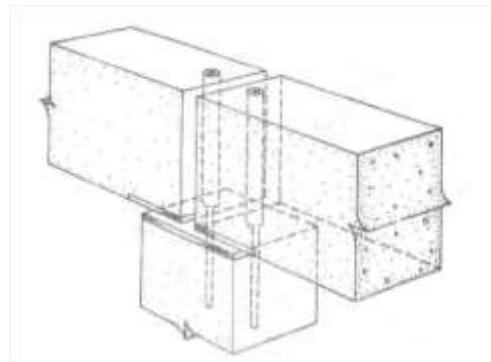


Figura 3.32. Detalle VC-5

En temperatura de congelación, es importante impedir que el agua penetre en los tubos antes de la inyección de la lechada. En las superficies de apoyo se usan amortiguadores de apoyo, placas de acero o ángulos confinados.

La conexión pueden hacerse continuas colocando refuerzo a la tensión traslapado o soldado similar al que se muestra en VC- 6. Las varillas de tensión pueden también colocarse en la parte superior, o en los desbaste superiores de las vigas.

VC-6. Este detalle es una variación de conexión para momentos de VC - 5. Logrado por varillas de refuerzo soldadas a ángulos. Tienen la ventaja de permitir una extensión futura de la columna, colocando un perno de anclaje o insertos en el concreto vaciado en la en la obran entre los extremos de las vigas. Cuando se hace esto, las varillas confinadas con estribos de columna deberán de sobresalir al cerramiento vaciado en la obra de la columna de abajo.

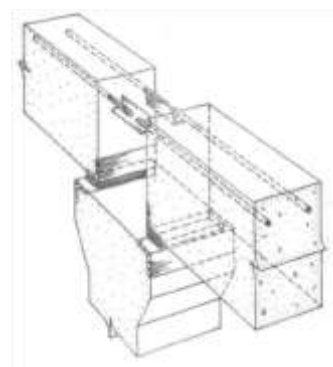


Figura 3.33. Detalle VC-6

VC-7. Este detalle muestra una varilla recta para postensado que se tensa después de la colocación la lechada no contráctil, entre la columna y el extremo de la viga. Esto requiere un buen anclaje mecánico para impedir pérdida del esfuerzo de postensado, debido a deslizamiento o asentamiento.

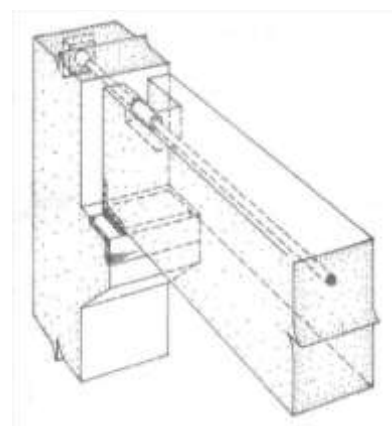


Figura 3.34. Detalle VC-7

También requiere la colocación apropiada de los estribos de confinamiento para impedir un esfuerzo excesivo del apoyo bajo el anclaje abajo extremo. El tendón podrá también curvarse y anclarse en la parte inferior de la viga, o hacerse continuo a través de ella.

3.3.4 COLUMNA A COLUMNA (CC)

Los detalles CC- 1 hasta CC-5 presentan algunas uniones de columna. En la mayoría de las uniones de columna se usa lechada sin contracciones entre las superficies de contacto de los miembros para evitar las variaciones dimensionales debido a tolerancias de la construcción.

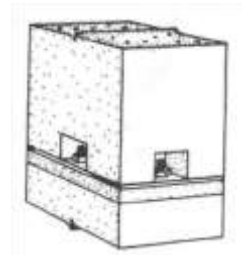


Figura 3.35. Detalle CC-1

Cuando se usan placas de base o superiores, éstas pueden tener el mismo tamaño de la columna o remeterse de 25 a 30 mm, dependiendo de los requisitos arquitectónicos. Deberán colocarse estribos de confinamiento muy cercanos en las columnas inmediatamente arriba y abajo de la junta. Pueden hacerse las conexiones con pernos de anclaje, barras de refuerzo con rosca o insertos. Deben tomarse providencias para el montaje y la alineación, como usar el sistema de doble tuerca.

CC-1. Este detalle usa cavidades para pernos de anclaje similares a CB-2. El refuerzo principal de la columna o las espigas que traslapan el acero de la columna están soldados a la placa de base. Las cavidades pueden colocarse en las esquinas o en los lados, tal como se muestra en el diseño.

CC-2. Esta es similar a CB-4, y usa los mismos detalles de refuerzo y amarre. El ángulo que se muestra remetido para propósitos arquitectónicos y de protección contra incendios, está cubierto con lechada sin contracciones.

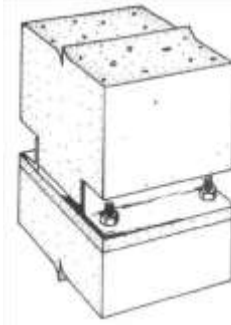


Figura 3.36. Detalle CC-2

CC-3. Este detalle es similar al detalle CB-3. Como se muestra aquí, se usa una placa de base de tamaño completo en vez de placas más pequeñas soldadas a los ángulos como se muestra en CB-3, también se muestra una placa superior en la parte de arriba de la columna abajo de la junta. El uso de placas superiores en las uniones de columnas depende de los requisitos de diseño.

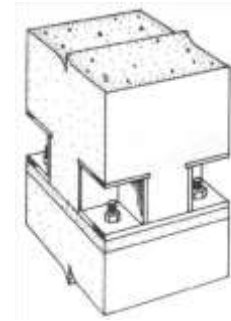


Figura 3.37. Detalle CC-3

CC-4. Esta es similar a CB-5 y requiere todas las mismas consideraciones de detalle. Sin embargo, se han diseñado otros esquemas de unión temporal cuando las columnas que se unen tienen la misma sección transversal.

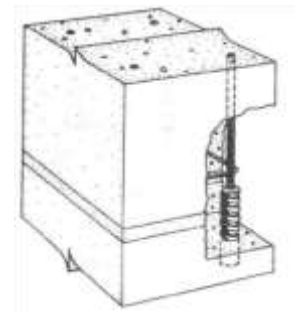


Figura 3.38. Detalle CC-4

CC-5. El detalle que se muestra en CC-5 es una de las muchas variaciones para una columna unida a través de una viga continua. Pueden usarse todos los detalles CC - 1, CC-2, CC-3 y CC-4 cuando las columnas están separadas por una viga. Es importante proveer refuerzo dentro de la viga, para transmitir las cargas entre las columnas. Deberá usarse lechada sin contracciones de 50 a 65 mm de espesor, bajo la placa de base para asegurar la transferencia de las cargas axiales de la columna.

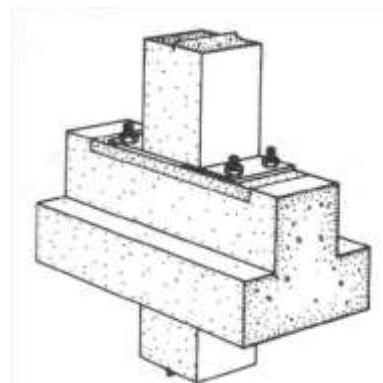


Figura 3.39. Detalle CC-5

3.3.5 LOSA A VIGA (LV)

El diseño de todas las conexiones de losa a viga, ya sea para pisos o techos, debe considerar los efectos de cambio de volumen y la transferencia de fuerzas horizontales de la losa a la viga cuando se asume que el piso o techo actúan como un diafragma. Los movimientos en la conexión entre losas de techo y las vigas pueden dañar el techado, por lo que debe considerarse un detalle especial de expansión. En pisos con recubrimiento vaciado en la obra, deberá colocarse un refuerzo o malla adicional a través de la viga para disminuir el agrietamiento.

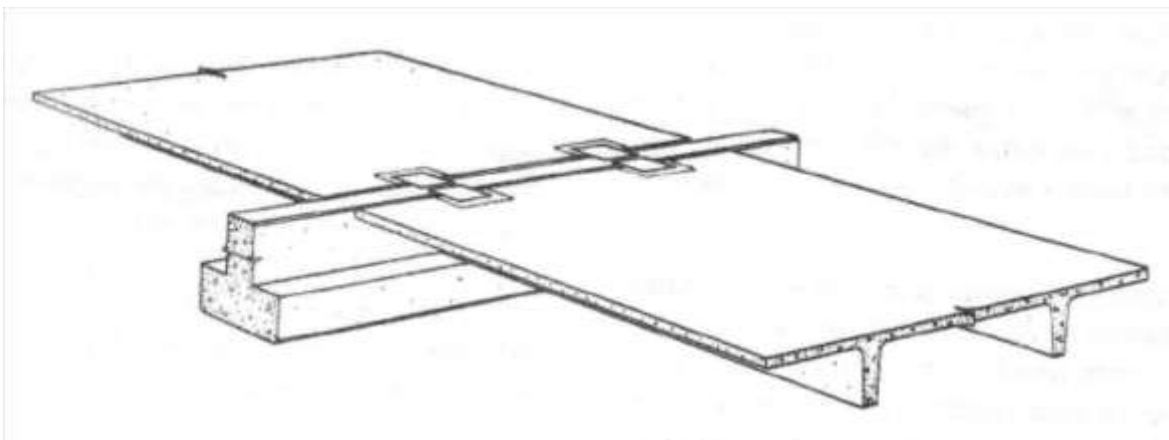


Figura 3.40. Detalle LV-1

LV-1. Este detalle muestra un marco de miembro de techo sobre un larguero. Usando las placas superiores soldadas y amortiguadores de apoyo, se transfieren las cargas laterales, pero se permite cierto movimiento por cambio de volumen. Las placas superiores soldadas pueden no necesitarse en todos los miembros ni en cada una de las espigas.

Son posibles diversas variaciones de este detalle. Por ejemplo, los extremos de las patas de la "T" pueden rebajarse para acomodarse a un mayor peralte de construcción, o si se requiere continuidad por el diseño, puede ser deseable soldar las espigas, considerando plenamente los efectos de cambio de volumen. Para pisos con recubrimiento, pueden eliminarse las placas soldadas. Sin embargo, deberá revisarse el efecto de los amortiguadores de apoyos, ya que ellos permiten cierto movimiento y esto puede ser suficiente para ocasionar grietas en el recubrimiento.

LV -2. Este detalle muestra una forma para desarrollar la acción de diafragma en una viga en un sistema de techo de núcleo hueco si la fricción no es suficiente para transferir las fuerzas laterales y por lo tanto se requiere una conexión positiva.

Las placas se embeben en la posición superior del larguero y las espigas soldadas de varilla corrugada, se prolongan dentro de la unión rellena de lechada entre las losas. Las consideraciones de montaje pueden dictar un detalle diferente. Como tener la parte superior de la viga más baja que la parte superior de las losas para permitir la colocación de varillas de refuerzo continuo en los cuñeros de la losa. Los detalles deben limitarse a los recomendados por los fabricantes locales siempre que correspondan a los requisitos de diseño. Los pisos con recubrimiento no requieren usualmente una conexión adicional a la viga.

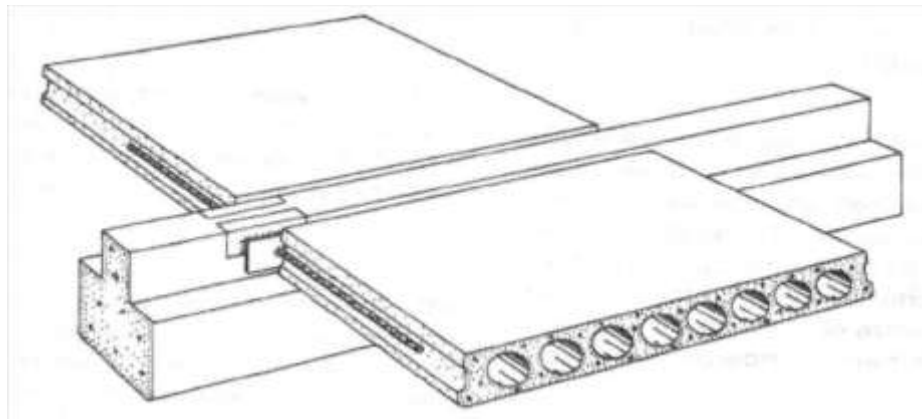


Figura 3.41. Detalle LV-2

3.3.6 LOSA A MURO (LM)

Los detalles muestran algunas de las combinaciones de losas apoyadas sobre muros. También se muestra la conexión de una losa de techo a un muro paralelo. En la mayoría de los diseños se requiere cierto grado de continuidad en la conexión de losa a muro. Sin embargo, en general no es deseable una conexión completamente fija.

Especialmente con las losa en forma de "T", de claros mayores, y esto se impiden usando amortiguadores de apoyos.

LM-1. Este detalle presenta una instalación típica de losas de núcleo hueco sobre muros de mampostería. Se ha previsto una viga de unión directamente abajo de las losas y la unión entre los extremos de éstas se rellena de lechada.

En construcciones de pisos múltiples, es necesario asegurar que los extremos de las losas pierden transmitir las fuerzas verticales de compresión. En construcciones de naves múltiples, deberá tomarse en consideración las fuerzas desarrolladas debido a la restricción de cambio de volumen.

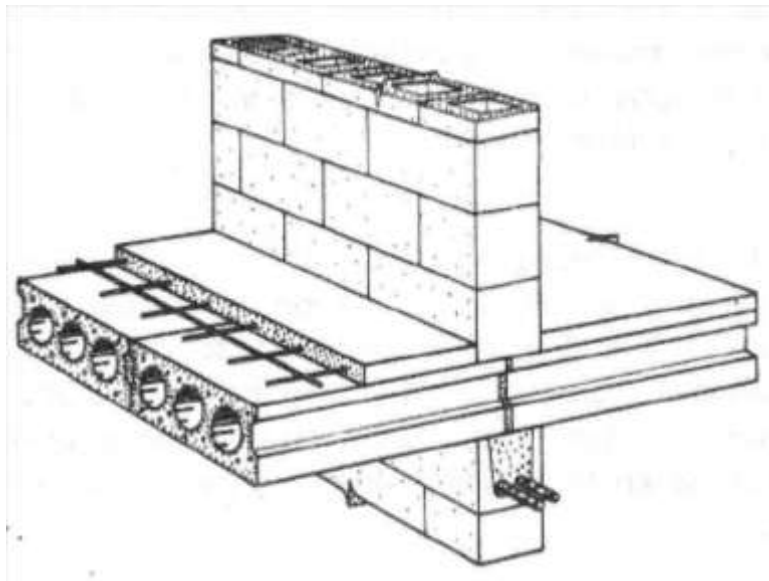


Figura 3.42. Detalle LM-1

LM-2. En este detalle se produce el anclaje positivo de las unidades de núcleo hueco al muro, insertando varillas en forma de horquilla en la viga de unión y empotrándola en la ranura para lechada entre los extremos de las losas.

Debe ser necesario, pueden dejarse varillas empotradas en forma de L dentro de la viga de unión y dentro de los núcleos llenos de mortero del bloque, como se muestra' con objeto de transferir las fuerzas al muro.

Para una acción positiva de diafragma de techo, o cuando no se use recubrimiento en los pisos, puede empotrarse en lechada una varilla de refuerzo dentro de los cuñeros entre las losas de núcleo hueco. Esta varilla también sirve para amarrar entre sí las losas, previniendo los problemas en las juntas.

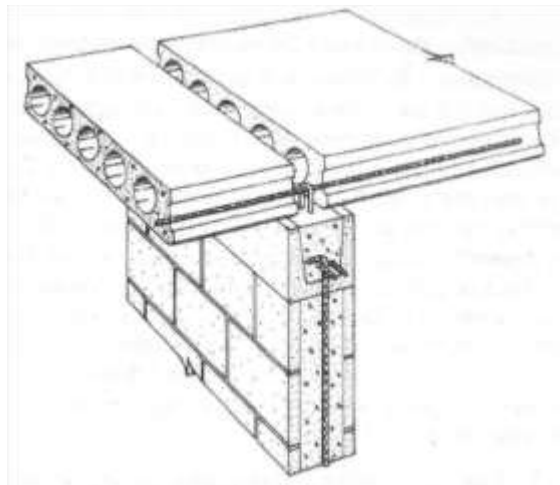


Figura 3.43. Detalle LM-2

LM-3. Este detalle muestra una estructuración de "T" sencilla dentro de una cavidad en un muro vaciado en la obra. En este tipo de conexión, es importante hacer la cavidad de un tamaño suficientemente amplio para evitar problemas al colocar los miembros.

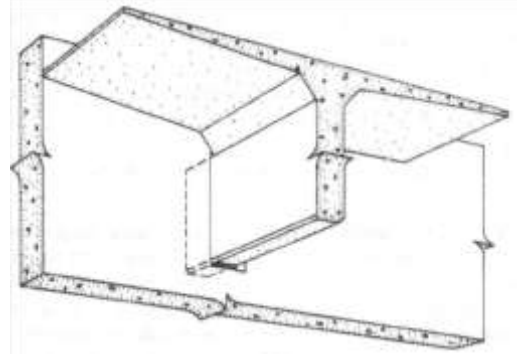


Figura 3.44. Detalle LM-3

Si se usa recubrimiento, las espigas con rosca dentro de los insertos embebidos en el muro amarraran las unidades del piso a éste. Pueden usarse amortiguadores elastomericos de apoyos para reducir los efectos de momento negativo.

LM - 4. Éste detalle muestra un piso de doble "T", apoyado en un muro de mampostería es una viga de unión vaciada en la obra. En la construcción de edificios múltiples se usan frecuentemente rellenos prefabricados entre las almas de la "T" como moldes para el concreto colocado entre ellas. Los refuerzos pueden colocarse en el recubrimiento como se muestra para disminuir el agrietamiento en el muro.

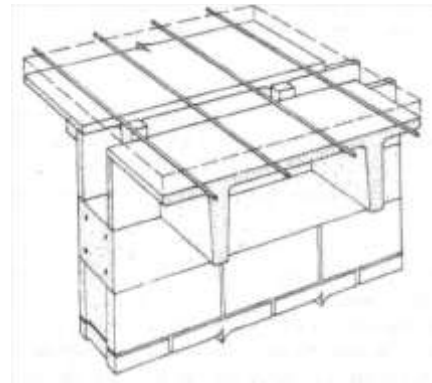


Figura 3.45. Detalle LM-4

LM-5. Los miembros de piso y techo frecuentemente se apoyan en ménsulas vaciadas a unidades de doble "T" o "T" sencilla que se usan como tableros de muro. Los amortiguadores elastoméricos bajo las patas se usan para impedir la formación de pares de momento.

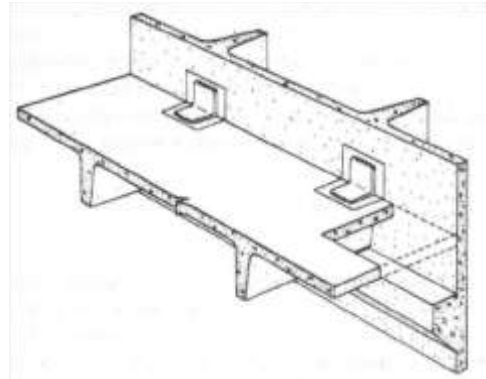


Figura 3.46. Detalle LM-5

Las conexiones atornilladas ranuradas verticalmente, sirven para amarrar los miembros a la flexión en forma positiva a los tableros que conducen la carga, pudiendo usarse placas y ángulos soldados como se indica.

LM - 6. Para conectar una losa de techo a un muro paralelo, es importante reconocer que la losa puede tener cambios cíclicos en la contraflecha, y podrán sufrir deflexiones con conforme se colocan recubrimientos, techado y otras cargas.

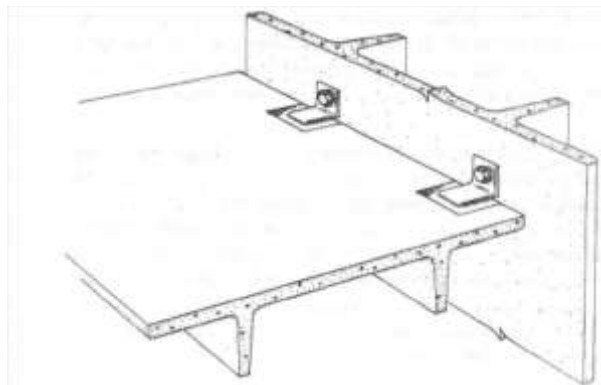


Figura 3.47. Detalle LM-6

Esto requiere una conexión que pueda acomodar los movimientos verticales. Los ángulos ranurados con roldanas de baja fricción permiten este movimiento proporcionando simultáneamente un soporte lateral al muro y al mismo tiempo transfieren las cargas laterales.

Otro detalle que se usa frecuentemente, es el de soldar el patín de la losa directamente al muro, La rotación de la losa alrededor de la soldadura acomoda la mayoría de los movimientos verticales de ella.

Cuando se suelda la losa al muro, deberán considerarse los efectos de los cambios volumétricos axiales de la losa.

3.3.7 MURO A CIMÉNTACION (MC)

Es esencial proporcionar dos partidas en cualquier conexión de un tablero de muro prefabricado a un muro de cementación ó á una zapata continua:

(1) un método de unión a la zapata o á un piso capaz de tomar el cortante en la base en cualquier dirección; y

(2) un método para nivelar y alinear el tablero del muro, Los siguientes detalles describen algunas de las formas para manejar estos requisitos. Las características que se muestran en los diferentes detalles pueden combinarse con objeto de cumplir con ambos requisitos.

MC-1. El tablero de muro esta unido a la base por medio de ángulos soldados a placas embebidas en el tablero del muro, Los ángulos están unidos a la base con pernos de anclaje empotrados o taladrados dentro. La nivelación y alineación se hace a través del uso de calzas. El espacio entre el tablero y la zapata, se empaca con lechada no contráctil después de la unión, con objeto de transmitir la carga de diseño a la zapata.

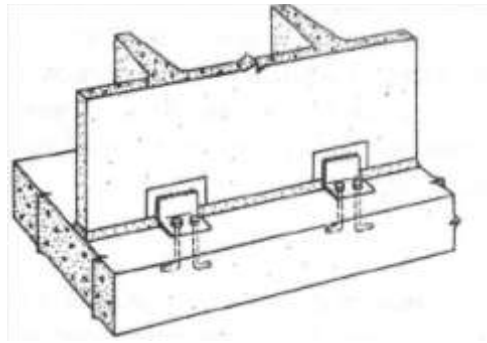


Figura 3.48. Detalle MC-1

MC-2. La placa ranurada se une a la base por soldeo a una placa embebida en el interior y a los tableros del muro por medio de pernos dentro de los insertos embebidos en los muros. Las calzas abajo de las nervaduras, de las "T", proporcionan la nivelación y la lechada no contráctil, proporciona la transferencia uniforme de la carga.

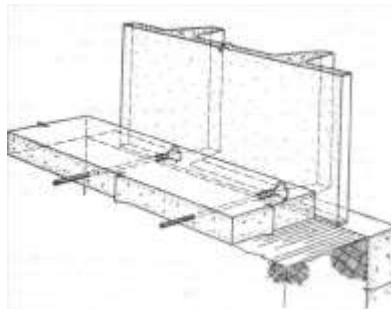


Figura 3.49. Detalle MC-2

MC-3. En este detalle, se ha previsto un amarre entre la unidad del muro y la losa del piso por medio de barras con roscas en espiral dentro de los insertos colocados en los tableros. Para nivelar se usan calzas y lechada, análogamente a MC - 1 y MC - 2, y se debe proporcionar un contraventeo temporal hasta que el piso esté vaciado y alcance el nivel requerido de resistencia.

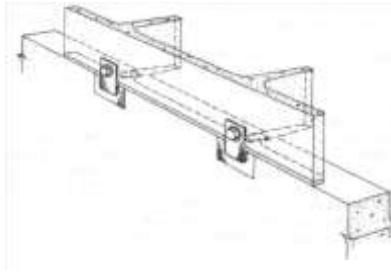


Figura 3.50. Detalle MC-3

MC-4. En este detalle, se coloca un perno de vástago cuadrado, de cabeza redonda, en un inserto que se embebe y se taladra dentro de la base de un tablero de muro. Las cabezas se apoyan entonces sobre placas de acero embebidas dentro de los cimientos y los ajustes de nivelación se afectarán simplemente haciendo girar los pernos. También se proporcionan estribos similares a los que se muestran en los detalles anteriores y el espacio entre los tableros y los cimientos deberá llenarse con lechada no contráctil.

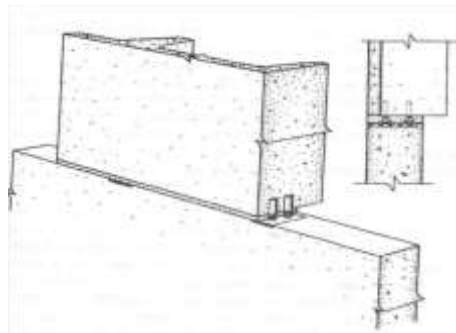


Figura 3.51. Detalle MC-4



CAPITULO IV

ELEMENTOS PREFABRICADOS MAS USADOS EN NUESTRO PAIS



4.1 ELEMENTOS PREFABRICADOS MÁS COMUNES

En este capítulo veremos los elementos prefabricados más comunes utilizados en nuestro país, de estos además conoceremos su proceso constructivo para cada elementos prefabricado, de una manera general.

Los elementos más comunes que se verán son:

- ◇ PILOTES PREFABRICADAS
- ◇ COLUMNAS PREFABRICADAS
- ◇ VIGAS PREFABRICADAS
- ◇ LOSAS PREFABRICADAS
- ◇ PAREDES PREFABRICADAS

Como sabemos estos elementos son fabricados por diferentes empresa y de diferentes formas según la particularidad de cada producto dando una gran variedad de prefabricados, entonces solo lograremos ver los mas ampliamente usados en la industria de la construcción.

4.2 TEMAS PREVIOS

Veamos a continuación temas que son necesarios estudiar, ante de ver la parte de proceso constructivo, los cuales son:

- ◇ Transporte de elementos prefabricados
- ◇ Montaje de elementos prefabricados
- ◇ Tolerancia en la fabricación de elementos prefabricados
- ◇ Empresas dedicadas a producir prefabricados

4.2.1 TRANSPORTE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

4.2.1.1 Aspectos generales

Al seleccionar el proceso constructivo a utilizar en un proyecto, es necesaria la correcta evaluación del transporte.

En gran medida, del resultado de esta evaluación se decide si los elementos serán fabricados en planta fija, en planta móvil o a pie de obra.

La incidencia del costo del transporte en el costo total de la obra es directamente proporcional a la distancia por recorrer y a la complejidad del flete.

En condiciones normales, es aceptable que una obra que esté a menos de 350 km tenga un costo por transporte del 10 al 20 por ciento del costo total de los prefabricados.

Existen dos tipos de fletes:

- 1) los que por sus características de peso y dimensiones se ejecutan con equipos de transporte ordinario estos se realizan con camiones o tracto camiones y plataformas,
- 2) los que exceden el peso y dimensiones permitidos en las normas y reglamentos locales o federales, estos se realizan con equipos de transporte especializado, por los riesgos que implican el exceso de peso y dimensiones, estas maniobras las deben realizar empresas certificadas.

4.2.1.2 Equipos de transporte especializado

Tracto camión: Vehículo automotor destinado a soportar y arrastrar semirremolques y remolques. Normalmente se utilizan vehículos con motores diesel de 300 a 450 HP.



Figura 4.1. Tracto camión con semirremolque acoplado

Semirremolque: Vehículo o plataforma sin eje delantero unido a un tractocamión de manera que sea jalado y parte de su peso sea soportado por éste. Es posible también utilizarlos separados del tractocamión pero unidos a traves de grandes dimensiones.

Remolque: Vehículo o plataforma con eje delantero y trasero no dotado de medios de propulsión y destinado a ser jalado por un vehículo automotor o acoplado a un semirremolque.

Módulo: Plataformas acoplables longitudinal y lateralmente, con ejes direccionales y suspensión hidráulica o neumática.



Figura 4.2. Tractocamión con remolque unido a trabe



Figura4.3. Modulo direccional de 5 ejes para 65 toneladas

Patín delantero y patín trasero: Bastidores de uno o más ejes con llantas para transferir carga; también conocidos como “dollys”. En ocasiones, estos dollys tienen dirección propia para facilitar las maniobras.



Figura 4.6. Vista de un patín trasero.

Grúa industrial: Máquina de diseño especial autopropulsable o montada sobre un vehículo para efectuar maniobras de carga, descarga, montaje y desmontaje.

Unidad piloto: Vehículo de motor dotado de una torreta y señales de advertencia para conducir y abanderar el tránsito de las grúas industriales o las combinaciones vehiculares por los caminos y puentes



Figura 4.5. Unidad de pilote

4.2.1.3 Normas y seguridad para el transporte

Dependiendo de la ruta a tomar, el transportista deberá respetar las normas y reglamentos.

Entre las más importantes están:

- Los transportes podrán tener horarios restringidos.
- Las combinaciones vehiculares especiales no podrán transitar en convoy.
- Las rutas deben estar previstas y señaladas en el permiso.
- Dependiendo de las dimensiones deben llevar una o dos unidades piloto las cuales deben conducir, abanderar y apoyar la logística del transporte.
- En condiciones climatológicas adversas, el transporte debe detenerse en un sitio seguro hasta que éstas sean favorables para continuar.
- Todas las unidades deberán transitar con los faros principales encendidos.
- Dependiendo de la combinación vehicular y del tipo de carreteras, se especifican velocidades máximas y cargas máximas por llanta y por eje.
- Restricción de peso máximo para la vía y en neumáticos

4.2.2 MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

4.2.2.1 Aspectos generales

En las obras prefabricadas, el montaje representa entre 10 y 30 por ciento del costo total de la obra. En términos generales, mientras mayor sea el volumen de la obra, menor será el costo relativo del montaje.

Aspectos a considerar en el proceso de montaje:

- ◇ Capacidad de carga de la gura
- ◇ Nivel de piso firme
- ◇ Viento en calma
- ◇ No llevar la carga lateralmente ni balanceándose
- ◇ Buena visibilidad
- ◇ Maquinaria en buen estado

Elementos a planear para un buen montaje del edificio:

- ◇ Pre planeación del montaje
- ◇ Condiciones de sitio
- ◇ Grúas
- ◇ Equipo y Herramientas
- ◇ Bajado y Ascenso de elementos
- ◇ Protección y Seguridad de construcción
- ◇ Fijación, Conexión y Desenganche de elementos

4.2.2.2 Tipo de montaje

Según el nivel de pre-ensamblaje de los elementos antes de ser colocados:

- ◇ Montaje por elementos individuales
- ◇ Montaje con elementos ensamblados
- ◇ Montaje en bloque
- ◇ Montaje en un todo.

4.2.2.3 Método de montaje

Los medios auxiliares más usados en los izaje para el montaje de elementos prefabricados, son:

- ◇ Mediante ganchos de izaje
- ◇ Mediante pasadores
- ◇ Mediante estribos especiales
- ◇ Mediante cadenas y cables.

4.2.2.4 Equipo de montaje

Los equipos de montaje para elementos prefabricados los podemos dividir en dos grupos:

- ◇ Los de pequeña capacidad: como las grúas hidráulicas para los elementos como losas cortas y viguetas, los elementos para fachadas y muros. Estas grúas hidráulicas se dividen en telescópicas y estructurales o de celosía.



Figura 4.7 Grúa telescópica



Figura 4.8 Grúa de celosía

- ◇ Los de mediana o gran capacidad: como las grúas torre, que si bien son muy versátiles por su gran alcance, no tienen la capacidad suficiente para lanzar elementos medianos lejos de su centro de rotación.

- ◇ Otros: Camión grúa, grúa pórtico, grúa mástil, grúa torre, etc.



Figura 4.9 Grúa torre

4.2.2.5 ACCESORIOS Y HERRAMIENTA PARA EL MONTAJE

Un montaje puede ser auxiliado por gran cantidad de accesorios o herramientas para facilitar la maniobra, sobre todo, cuando el equipo está cerca de su capacidad límite, cuando por obstáculos el acceso sea complicado o cuando por diseño los prefabricados requieran ser izados de puntos especiales.

A continuación mencionaremos algunos de ellos:

Perno de izaje: Perno metálico que atraviesa un prefabricado donde se requiere que la sujeción sea articulada. Se utiliza para montajes de elementos que se transportan horizontalmente y se colocan en posición vertical.

Balancín: Elemento generalmente metálico colocado en forma horizontal del que se sujetan los estrobos y que permite tomar una pieza de varios puntos de forma tal que dicha pieza reduzca su longitud a flexión y la carga axial

Tortugas: Accesorios para trasladar objetos pesados sobre superficies planas. Tienen sistemas de rodamiento con gran capacidad de carga y poca fricción. También se pueden utilizar placas metálicas con grasa

Perno de nivelación: Accesorio que se coloca en la base de una columna desde su fabricación para ajustar el nivel de desplante de ésta, corrigiendo posibles diferencias por el trazado en campo.



Figura 4.10. Montaje de columna para puente utilizando balancín y perno de izaje.



Figura 4.11. Tortugas y perno de nivelación

Armadura de montaje: Trabe provisional generalmente formada por armaduras metálicas sobre la cual se apoya la punta de una trabe de gran longitud que corre sobre tortugas para cruzar al extremo contrario de una hondonada.

Tirford: Malacate mecánico y manual para jalar la carga hasta el punto deseado.

Grilletes: Anillo que sujeta cables de izaje o estrobos con la oreja del prefabricado

Gatos: Gatos hidráulicos o de arena en forma de botella para levantar o empujar, o descender elementos de gran peso.

Puntal o pie derecho: Elemento de apoyo provisional para mantener en posición vertical un elemento pendiente de conectarse definitivamente.

Barriletes de izaje: Dispositivo con cuerda interior, anclado al prefabricado. Sirve para alojar a un tornillo que sujeta una oreja de izaje con articulación doble o sencilla.



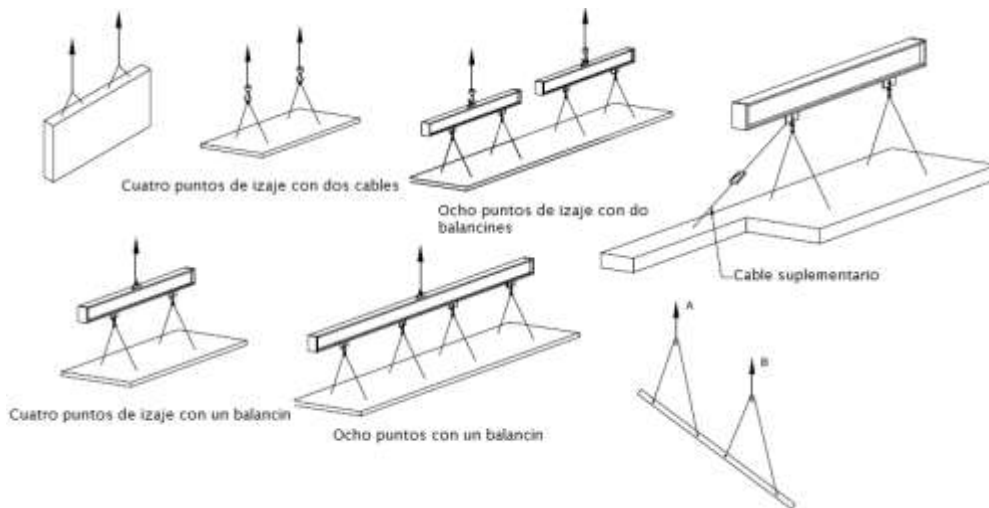
Figura 4.12. Armadura de montaje



Figura 4.13. Vista de estrobos y grilletes

4.2.2.6 ESQUEMAS DE ELEVACIÓN DE PLACAS Y PANELES

Las imágenes muestran diferentes formas de elevar las placas, esto depende del tamaño y del método de izaje.



4.2.2.7 ELEMENTOS DE SUJECION PROVISIONAL

Estos elementos pueden ser de diferente material (tubos de acero, soportes de madera, cables de fijación, etc), como de diferente forma. Sirven para sujetar paredes, columnas y otras dando un soporte momentáneo para proceder a la fijación final.



4.2.3 TOLERANCIA EN LA FABRICACION DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

Entendemos por tolerancia, el margen de imprecisión aceptado en las dimensiones de los elementos prefabricados originado por procedimientos constructivos.

Las tolerancias que permite la construcción con elementos prefabricados son menores a las tolerancias permitidas en una obra convencional ya que los elementos a ensamblarse tienen una longitud predeterminada y es costosa su modificación.

Las tolerancias en la fabricación de los elementos varían dependiendo de los aspectos que a continuación se mencionan:

- Dimensiones del prefabricado: a mayores dimensiones del elemento, mayores tolerancias.
- Tipo de construcción: por razones arquitectónicas, estéticas o de instalaciones y acabados, las edificaciones requieren de mayor precisión que los puentes vehiculares.
- Tipo de prefabricado: los prefabricados de fachada requieren de tolerancias menores.
- Dependencia u orden de secuencia: la posición de los elementos de los cuales dependerá el apoyo de más elementos montados posteriormente, requiere de mucha precisión porque los errores se acumulan. Así, un error en la cimentación afectará al resto de la estructura.

4.2.4 EMPRESA QUE PRODUCEN PREFABRICADOS

Las siguientes empresas son las más comunes en producción y fabricación de prefabricados.

PILOTES	COLUMNAS	VIGAS
→ Precon (platinium)	→ Precon (platinium)	→ Precon(platinium)
→ Copreca s.a de c.v	→ Copreca s.a de c.v	→ Econsa s.a de c.v
→ Geotecimtec s.a de c.v	→ Copresa s.a de c.v	→ Diprefa s.a de c.v
→ Dimega	→ Prefasa s.a de c.v	→ Copreca s.a de c.v
	→ Dimega	→ Copresa s.a de c.v
		→ Monolit
		→ Dimega
PAREDES	LOSAS	
→ Precon(platinium)	→ Precon(platinium)	
→ Prelosa	→ Econsa s.a de c.v	
→ Econsa s.a de c.v	→ Diprefa s.a de c.v	
→ Diprefa s.a de c.v	→ Copreca s.a de c.v	
→ Copreca s.a de c.v	→ Copresa s.a de c.v	
→ Copresa s.a de c.v	→ Monolit	
→ Ecomp s.a de c.v		
→ Monolit		
→ Prefasa s.a de c.v		
→ Modulark		
→ Dimega		

4.3 PROCESO PARA LA INSTALACION Y COLOCACIÓN DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS PREFABRICADOS

Entre los elementos que mencionaremos están los siguientes:

- ◇ PILOTES PREFABRICADAS
- ◇ COLUMNAS PREFABRICADAS
- ◇ VIGAS PREFABRICADAS
- ◇ LOSAS PREFABRICADAS
- ◇ PAREDES PREFABRICADAS
- ◇ SISTEMA DE PLACAS (placas huecas, placas de cerramiento, etc.)

4.3.1 PILOTES PREFABRICADOS

La cimentación mediante pilotes prefabricados permite edificar en terrenos donde el estrato duro esta profundo.

4.3.1.1 PROCESO DE COLOCACIÓN E INSTALACION DE PILOTES PREFABRICADOS

Se ejecuta de forma parecido al clavar un clavo golpeándolo hasta que no entre más, si no entra mas es porque la fuerza que se ejerza al clavarlo llega a equilibrarse con la normal y la tangencial que se oponen, en la práctica los pilotes funcional principalmente por rozamiento es decir por fuerza tangencial, la normal suele ser menor salvo que el extremo del pilote toque fondo contra el suelo más resistente.

4.3.1.1.1 Tareas Previas

- ✓ Limpiar y nivelar la superficie de trabajo, dejando una anchura conveniente para el trabajo de la maquinaria a utilizar.
- ✓ Se realizará una inspección de las construcciones aledañas a fin de comprobar que no haya servicios que impidan o afecten los trabajos de instalación de pilotes; si fuese necesario, se sustituirán los mismos.
- ✓ Una vez se realizan dichas tareas previas, se procede con las actividades que componen el procedimiento desde el inicio de la instalación de pilotes hasta su culminación.

4.3.1.1.2 Maquinaria:

Algunas maquinarias para la instalación de un pilote prefabricado se mencionan a continuación, se debe limpiar y nivelar el área de trabajo, dejando espacio suficiente para el manejo de equipo a utilizar.

- ✓ Grúas:
- ✓ Martillo para hincado
- ✓ Guías
- ✓ Amortiguador



Figura 4.14. Hincado de pilotes, 1) grúa, 2) guía, 3) martillo, 4) amortiguador 5) pilote.

4.3.1.1.3 INSTALACIÓN:

- 1) Hacer replanteo de la zona mediante aparato topográfico
- 2) Ubicar los puntos donde se hincaran los pilotes
- 3) Verificar los puntos de izaje de los pilotes (orejas), estos se ocuparan para la manipulación de pilotes.
- 4) Colocar marcas a una separación máxima de 100cm, a todo lo largo del pilote, con el fin de determinar con facilidad el número de golpes necesarios para cada metro de hincado.
- 5) Izar el pilote manejándolo con un estrobo, apoyándolo en el punto correcto y a su vez colocándolo en su posición vertical con ayuda de la grúa verificando que quede bajo la guía debajo del martillo.
- 6) Verificar que el pilote quede correctamente protegido por el amortiguador
- 7) Colocarlo en el punto correcto de su ubicación o en la perforación previa, si existe, de acuerdo a los planos.
- 8) Orientar las caras del pilote, si es requerido.
- 9) Colocar en posición vertical o en el ángulo requerido, si se trata de pilotes inclinados, tanto el pilote como la guía del martillo, corrigiendo la posición de la grúa, la pluma y la guía, hasta lograrlo.
- 10) Para lograr la verticalidad del pilote se emplean plomadas o niveles.
- 11) Accionar el disparador del martillo, con lo cual se inicia propiamente el hincado del pilote.
- 12) La hinca se suspende cuando el rechazo del martillo alcanza una determinada altura

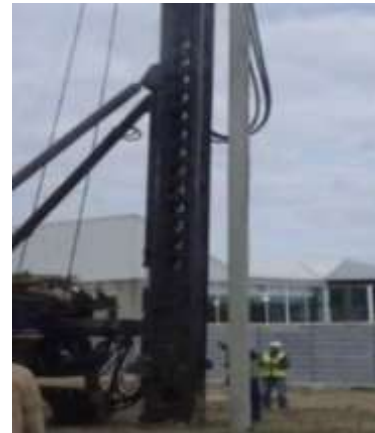
La instalación de pilotes de concreto debe efectuarse de tal manera que se garantice la integridad estructural del pilote y se alcance la integración deseada con el suelo, en forma tal que el pilote pueda adecuadamente cumplir con su cometido.

El martillo o mazos son pesados cilindros macizos de acero de 1 a 5 toneladas de peso que se dejan caer en caída libre o forzada desde una altura conveniente generalmente desde unos 3 metros a razón de unos diez golpes por minuto.

Existe así mismo martillo de doble efecto accionados con presión de aire o vapor de agua para acelerar la caída del mazo aumentando la velocidad de impacto e incrementando el número de golpes hasta alcanzar los 60 golpes por minuto.



Figura 4.15. Martillo de gran peso.



Figuras 4.16. Imágenes mostrando el proceso de hincado de un pilote las cuales dan una mayor idea de los procedimientos para hincar pilotes

4.3.2 COLUMNAS PREFABRICADAS

Las columnas están disponibles en una gama de tamaños y acabados. Cuadrados, rectángulos y columnas circulares se pueden producir, a cualquier tamaño requerido para un trabajo específico.

4.3.2.1 PROCESO COLOCACIÓN E INSTALACION DE COLUMNAS PREFABRICADAS

Se instalan con equipos especiales (grúas de gran capacidad). Para edificaciones de gran altura se pueden utilizar anclajes especiales para unir las columnas del nivel superior con las del inferior. Para edificios de pocos niveles se pueden fabricar las columnas de toda la altura dejando esperas y mangas para la unión con las vigas y losas de cada nivel. Una solución que han seleccionado muchos constructores para agilizar la construcción en la etapa crítica de inicio de los proyectos, es solicitar únicamente las columnas del primer nivel; esto evita adicionalmente el tener que contratar grúa torre fija en el proyecto.

4.3.2.1.1 Tareas Previas

- ✓ Garantizar un suministro de los elementos, continuo y completo para evitar paralizaciones del proceso de montaje por falta de elementos prefabricados.
- ✓ Ejecutar y revisar todas las instalaciones subterráneas de la obra.
- ✓ Preparar las áreas para facilidades de montaje (accesos, vías de grúas, áreas de almacenamiento, etc.)
- ✓ Preparar y revisar el área o elementos de apoyo de la columna

- ✓ Nivelación, horizontalidad y regularidad superficial del plano de apoyo y la superficie de trabajo, dejando una anchura conveniente para el trabajo de la maquinaria a utilizar.
- ✓ Si es requerido algún tipo de encofrado y colocación de acero de refuerzo debe hacerse en este paso.
- ✓ Algún otro tipo de maquinaria, como equipo de soldar, llaves, concretera, etc.

4.3.2.1.2 INSTALACION:

1. Garantizar que la cara superior del cimiento estén debidamente marcados los ejes (X e Y) para hacerlos coincidir con los de la columna a situar sobre el cimiento.
2. Enganchar los cables de izado en los soportes previamente diseñados para su manipulación, izando la columna mediante el uso de grúas.
3. Centrarla, colocar la columna en el punto correcto de su ubicación de acuerdo a los planos, según los ejes marcados, estos pequeños desplazamientos se logran con ayuda de personal de apoyo.
4. Orientar las caras de la columna, si es requerido.
5. Nivelación, colocar en posición vertical, para lograr la verticalidad de la columna se emplean plomadas, niveles, aparato topográfico, etc. nivelando en sus tres ejes, con la máxima precisión, las alineaciones.

6. Apuntalamiento, una vez que la columna este ubicada en su posición definitiva, este se sujeta mediante soportes adecuados para garantizar su arriostramiento al menos en dos sentidos para asegurar el correcto posicionamiento.

7. Unión o Fijación final, cuando se trata de columnas atornilladas en la base se procede a enroscar los pernos con una llave con la cual se le pueda dar el apriete necesario, si se trata de otro tipo de conexión como soldadas se procede a soldar las placas de fijación previamente posicionadas para tal fin, según planos.

En caso que es con concreto (por lo general concreto con características especiales, tales como aditivo expansivo), se procede a llenar con concreto el espacio cuidando que en su vertido no desplace el elemento, enrazando y anivelando la conexión la superficie.



Figuras 4.17. Secuencia de imágenes para la instalación de columna prefabricada, izado con grúa, centrado de columna, fijación de columna y finalmente lista para el colado



4.3.3 VIGAS PREFABRICADAS

La viga utilizada por arquitectos y/o directores de proyectos, es una herramienta para generar grandes espacios libres de columnas o muros intermedios.

El diseño estructural usa los parámetros adecuados para la región donde es requerida tomando en cuenta las condiciones críticas de cada lugar como sismos, climas corrosivos, posibilidad de sobrecargas, etc.

4.3.3.1 PROCEDIMIENTO DE COLOCACIÓN E INSTALACION DE VIGAS PREFABRICADAS

Se instalan con equipos especiales – grúas de gran capacidad. Montándose sobre apoyos que deben de estar listos, previo al inicio del montaje, pueden ser columnas, muros o vigas de carga en edificios y pasarelas o estribos y pilas en el caso de puentes y pasos a desnivel.

Las vigas se unen entre sí por medio de esperas de acero y fundición de concreto para lograr la integración monolítica del sistema: comúnmente se funde un “*topping*” de concreto sobre las vigas.

Se unen a apoyos a través de dados antisísmicos cuando se requiere una unión articulada o a través de esperas y fundición de concreto cuando se trabaja con uniones rígidas.

Para las vigas de gran dimensión, se utilizan equipos especiales de transporte con el objeto de que pueda transitar en todas o en la gran mayoría de carreteras. En caso de que su transporte no sea factible, las vigas pueden fabricarse en secciones y unir las en el sitio, usando un sistema de postensión.

4.3.3.1.1 Tareas previas:

- ✓ Antes del montaje de las viga deben verificarse la posición (X,Y, Z) y verticalidad de los elementos verticales (columnas, pilares)
- ✓ Garantizar la limpieza de las juntas y zonas de unión entre elementos donde va a hormigonarse la junta o soldarse los elementos que le vinculan.
- ✓ Revisar los ganchos o puntos de izaje, su firmeza y adecuada sección y forma. Determinar si es necesario el uso de elementos auxiliares de izaje (vigas de izaje - madrinas).
- ✓ Preparar el lugar de colocación. (Nivelación de los asientos, superficies planas y niveladas, etc.)
- ✓ Herramienta y equipo adicional, como equipo de soldadura, llaves (si es el caso de vigas atornilladas).

4.3.3.1.2 INSTALACIÓN:

1. Marcar o señalar de cara superior de las superficie para hacer coincidir con las vigas a instalar es decir, estén debidamente marcados los ejes (X e Y) para hacerlos coincidir.
2. Prepara los cables de levantamiento para izar las vigas colocándolos en las argollas o estrobos, izar la viga mediante el uso de grúas.
3. (En ocasiones es necesario la colocación de cable en los extremos de las viga, para guiarlas a la proximidad del punto de conexión con la ayuda de personal de trabajo, esto depende de la precisión de los movimientos de la grúa, etc)
4. Si la conexión es a gran altura, el personal de trabajo, debe tener equipo de seguridad y herramienta necesaria.

5. En ocasiones por su gran longitud las vigas se construyen en secciones transportables (pequeñas), y ya en la obra mediante el sistema de preesfuerzo por postensión (cables de postensión) se integran en una sola unidad. En este caso de elementos postensado (se conectan los cables en el lugar), se debe tener mucha precisión de los ejes de viga, a este tipo de prefabricados se le suele hacer un colado adicional y en ocasiones hasta colocación de refuerzo en las uniones con otros elementos.
6. Fijar el elemento en el lugar prefijado. Colocar el la posición correcto de su ubicación de acuerdo a los planos, según los ejes marcados. Cuidar la correcta manipulación y los pequeños desplazamiento mediante palancas y tensores necesarios para lograr la posición definitiva.
7. Cuando sea necesario arriostrar provisionalmente el elemento, hacerlo y verificarlo. No soltar el elemento del gancho de izaje hasta tanto sea arriostrado y/o soldado.
8. Las piezas que por su forma y posición resultan muy estables una vez colocadas, pueden soltarse los soportes de fijación o gancho y soldarse posteriormente. Ese es el caso de las vigas doble T.
9. En casos específicos se pueden fundir las vigas en obra y siempre ser preesforzadas con los cables de postensión
10. Si la conexión es por soldadura, la persona lo realiza según planos. En conexiones de concreto se requiere de armadura, encofrados y colado final.

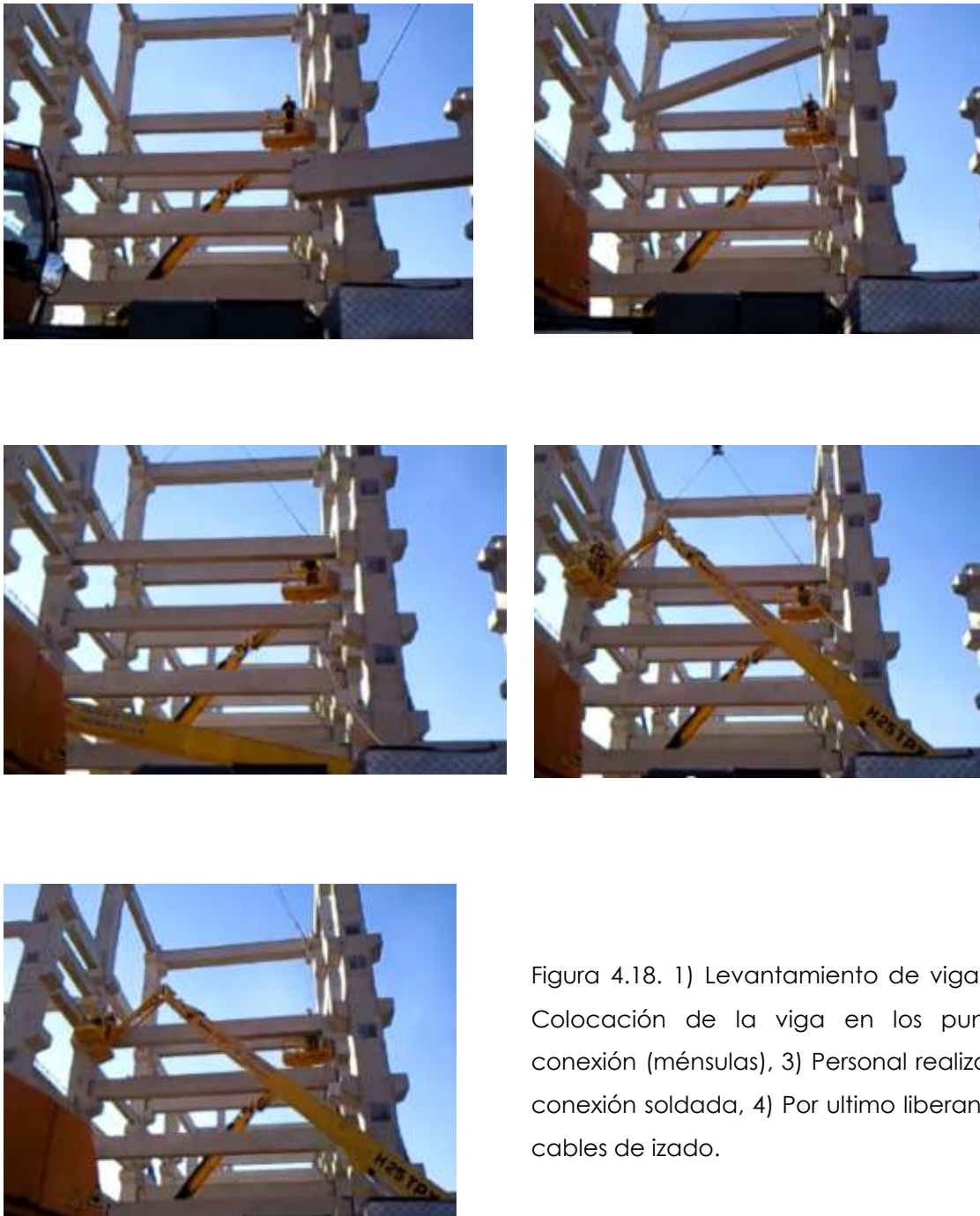


Figura 4.18. 1) Levantamiento de viga, 2) Colocación de la viga en los puntos conexión (ménsulas), 3) Personal realiza la conexión soldada, 4) Por ultimo liberan los cables de izado.

4.3.4 LOSAS PREFABRICADAS

Este sistema constructivo tiene la ventaja de construir losas con una mínima cantidad de encofrado, porque al apoyarse las bovedillas en las viguetas se cubren toda la superficie.

4.3.4.1 PROCEDIMIENTO DE INSTALACION DE LOSA VIGETA Y BOVEDILLA

4.3.4.1.1 Tareas Previas:

- ✓ Revisar que el enrase de los muros esté nivelado y plomado.
- ✓ En ocasiones es necesario un encofrado parcial.
- ✓ Prever que se ocupara una gran cantidad de concreto para el colado de la losa, lo común es la compra de concreto premezclado. Si se hace manualmente se ocuparía equipo como, mezcladora y contratar personal adicional para la obra.

4.3.4.1.2 INSTALACION:

1. Apuntalamiento, se colocan puntales y largueros de apoyo y nivelación. Se colocan líneas de postes aproximadamente a cada 1.50m y largueros de la misma sección a cada 1.60m para servir de apoyo provisional a las viguetas
2. Colocación de viguetas, colocar las viguetas apoyadas sobre los muros que hayamos definido como los cargadores de nuestra losa. Las viguetas se colocan de forma manual sobre los muros cargadores. A partir del muro de arranque se colocan la primera vigueta. NOTA: se recomienda que se cuele la capa de compresión junto con las vigas perimetrales o cadenas de cerramiento. Las viguetas deberán apoyarse sobre los muros o elementos cargadores por lo menos cinco centímetros.

Por ejemplo si se tiene un claro libre de 3 metros, más cinco centímetros de apoyo en cada muro, la vigueta requerida deberá de tener 3.10m de longitud total.

3. Separación correcta de vigueta, se colocan bovedillas en los extremos de las viguetas para obtener la separación correcta de estas, además de facilitar la posterior colocación de las demás bovedillas de forma alineada.
4. Colocar las demás bovedillas, se colocan las bovedillas cuidando que queden bien asentadas y lo más juntas posible. La colocación también se hace de forma manual
5. Colocar instalaciones eléctricas, después de que las bovedillas han quedado en su lugar, se colocan las mangueras para la instalación eléctrica. Estas se ponen sobre los muros y por los huecos de las bovedillas. Donde se requiera una salida para un foco se retira esa bovedilla, se pone la instalación para la salida del foco, por debajo se pone una cimbra y después le refuerzas con unas pequeñas varillas o con malla el hueco y luego simplemente se le pone su colado de concreto. Así también se llevan a cabo las instalaciones hidráulicas y sanitarias que sean necesarias.
6. Cielo Falso: Cuando se requiera dejar cielo falso, se pueden dejar mechas de alambre galvanizado amarradas a la vigueta o al refuerzo por temperatura, para colgar las retículas que soportan las losetas de cielo falso.
7. Colocación de la armadura de las vigas perimetrales, vigas intermedias, bastones (no menor del 20% de la luz libre, ni 40 veces el diámetro).

8. Colocar malla electro soldada (acero por temperatura), se presenta y corta al tamaño requerido, se traslapan las mallas y en los bordes se anclan a las vigas perimetrales.

NOTA: para capas de 3 a 4 cm se recomienda malla electro-soldada 6x6 10-10 y para capas de 5 cm malla electro soldada 6x6 8-8. La malla electro soldada se corta en el piso al tamaño deseado, posteriormente se sube a la losa en construcción, recordando que la malla no debe quedar topando, la malla debe quedar dentro de la capa de compresión.

9. Colocación del encofrado, se termina de colocar el encofrado de las vigas perimetrales y otros lugares necesario para posteriormente hacer el colado.

10. Colado de la capa de compresión, se tapan los huecos de las bovedillas de los extremos y/o aquellas que se hayan recortado para ajustar el claro. Se mojan perfectamente las viguetas y bovedillas y se cuela de 3 a 5 cm de concreto según la malla utilizada. Se recomienda mojar las bovedillas para obtener una mayor adherencia con la capa de compresión. El concreto deberá de tener una resistencia mínima de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Este paso del colado de la capa de compresión (capa de concreto) se debe de realizar en una sola operación.

11. Si es necesario la circulación en el área ya colada se utiliza tabla para reducir la presión y al área de contacto

12. Nivelar y enrazar la superficie de concreto para su posterior curado el cual se hace durante 7 días.

13. Los puntales se retiran a los 7 días del colado de la capa de compresión.

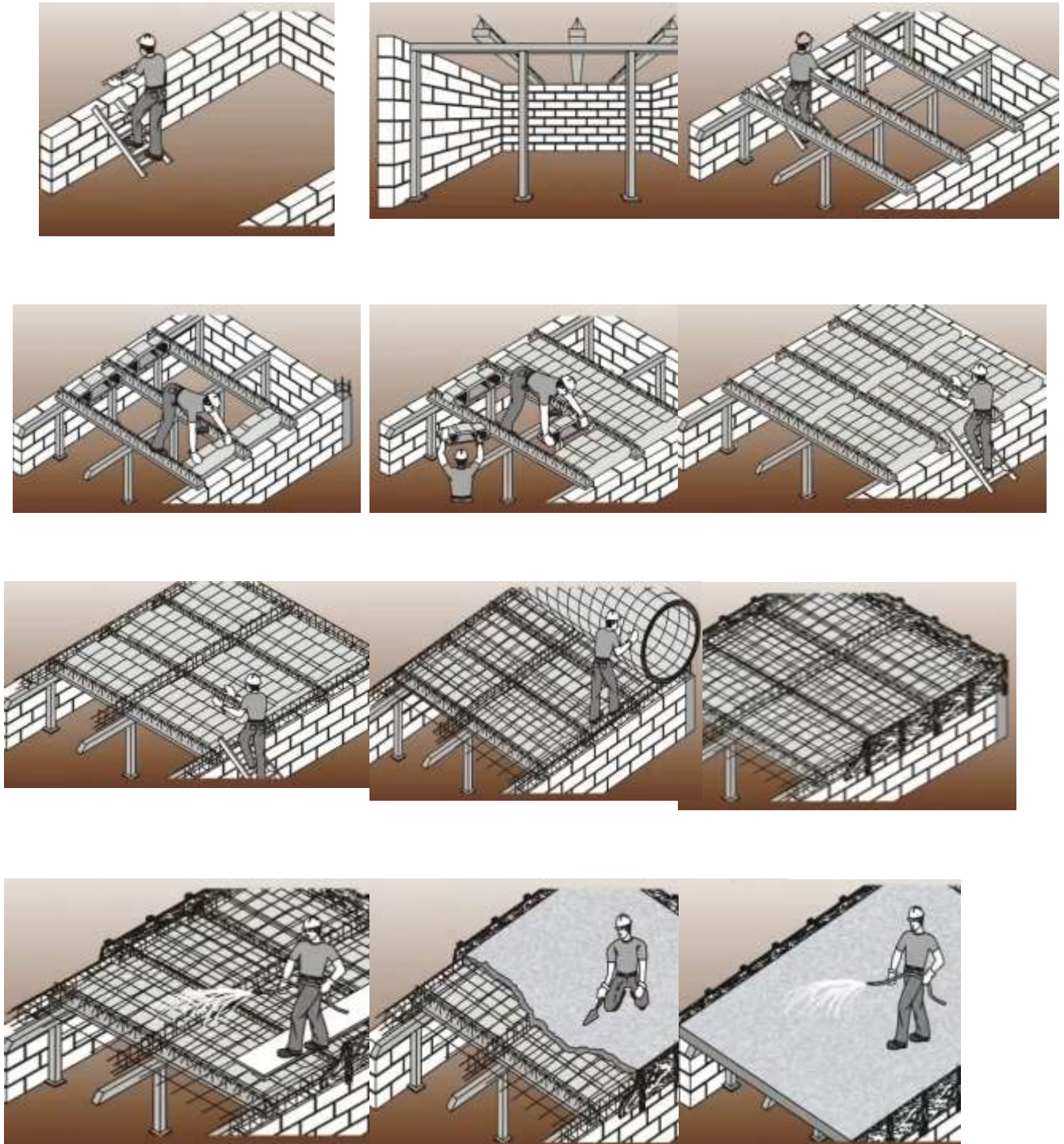


Figura 4.19. Esquemas mostrando el procedimiento constructivo de la losa vigueta- bovedilla

4.3.5 PAREDES PREFABRICADAS

Dos sistemas de paredes veremos que son las de mayor aplicación.

1. SISTEMA COLUMNA Y LOSETA (baldosa)
2. SISTEMA DE PLACAS (placas huecas, placas de cerramiento, etc)

4.3.5.1 SISTEMA COLUMNA Y LOSETA (baldosa)

4.3.5.1.1 IMÁGENES DE PAREDES DE ESTE SISTEMA (COLUMNA LOSETA)

Las siguientes imágenes muestran la similitud entre paredes que usan este sistema columna loseta, las loseta unas son lisas, con textura, tipos bloque, tipo ladrillo, etc.



Figuras 4.21 . Diferentes imágenes mostrando el sistema columna-loseta

Es un sistema modular de paredes prefabricadas de concreto reforzadas para vivienda de una planta, paredes, tapias diseñados de manera que el montaje pueda ser efectuado por grupos de trabajadores sin que se requiera equipo especial ni grúa.

Existen muchos sistemas parecidos, pero el procedimiento es en general el mismo y porque la diferencia radica solo en la estética y acabados

4.3.5.1.2 Tareas Previas:

- ✓ En el caso de vivienda obtenemos los planos de la vivienda
- ✓ Preparación del terreno para la obra
- ✓ Trazo y Nivelación

4.3.5.1.3 PROCEDIMIENTO DE INSTALACION SISTEMA COLUMNA Y LOSETA

1. Marcación de huecos para columnas, una vez trazada toda la casa, se marca con hilo el centro de pared el sitio exacto donde irán las columnas, tomando en cuenta que la separación de centro a centro de las columnas tiene que ser igual a la longitud modular de las baldosas, tal como se indica en los planos constructivos. Se colocan estacas de madera en los puntos marcados, señalando así los centros de los huecos que se deben excavar para empotrar las columnas.
2. Excavación de huecos para columnas, se inicia la excavación con pico y pala de los huecos demarcados anteriormente, hasta alcanzar una profundidad de indicada, por lo general (de 40 x 40 x 50 cms). La tierra resultante debe echarse donde no estorbe las labores de construcción.

3. Colocación de las columnas esquineras, se procede a colocar en su sitio las columnas. Puesto que las columnas de cada proyecto en específico corresponden exactamente al diseño arquitectónico y estructural escogido, es necesario colocarlas siguiendo estrictamente la distribución indicada en su plano constructivo, orientando correctamente la posición de las ranuras.

4. Colocación de las columnas Intermedias, introducir la columna en el hueco tomando en cuenta que esté debidamente plomeada y a la distancia correcta; Se repite este procedimiento hasta dejar instaladas todas las columnas de la casa puesto que existen algunas columnas especiales, que llevan incorporadas las instalaciones eléctricas o mecánicas, es muy importante identificarlas claramente y colocarlas de acuerdo con la distribución indicada en los planos constructivos.

5. Cuando se van a utilizar tapiales o cuando existan desniveles y muros, se requiere utilizar columnas de diferentes alturas, las cuales vienen identificadas en los planos, se debe tener el cuidado suficiente para que queden colocadas siempre a las alturas correspondientes.

6. Ménsula de apoyo para baldosas inferiores, todas las columnas están previstas con una ménsula de su extremo inferior para el descanso de la primera loseta (No es el caso general, en otros casos puede ser una solera de fundación que apoye la primera loseta).
Se debe revisar siempre que todas las ménsulas estén a un mismo nivel para permitir el alineamiento de las baldosas superiores y su ajuste con la solera.

Esta revisión permite además chequear de nuevo el nivel de piso terminado (N.P.T.) indicado y marcado en cada columna, el cual puede quedar aproximadamente 7cm por arriba de la ménsula.

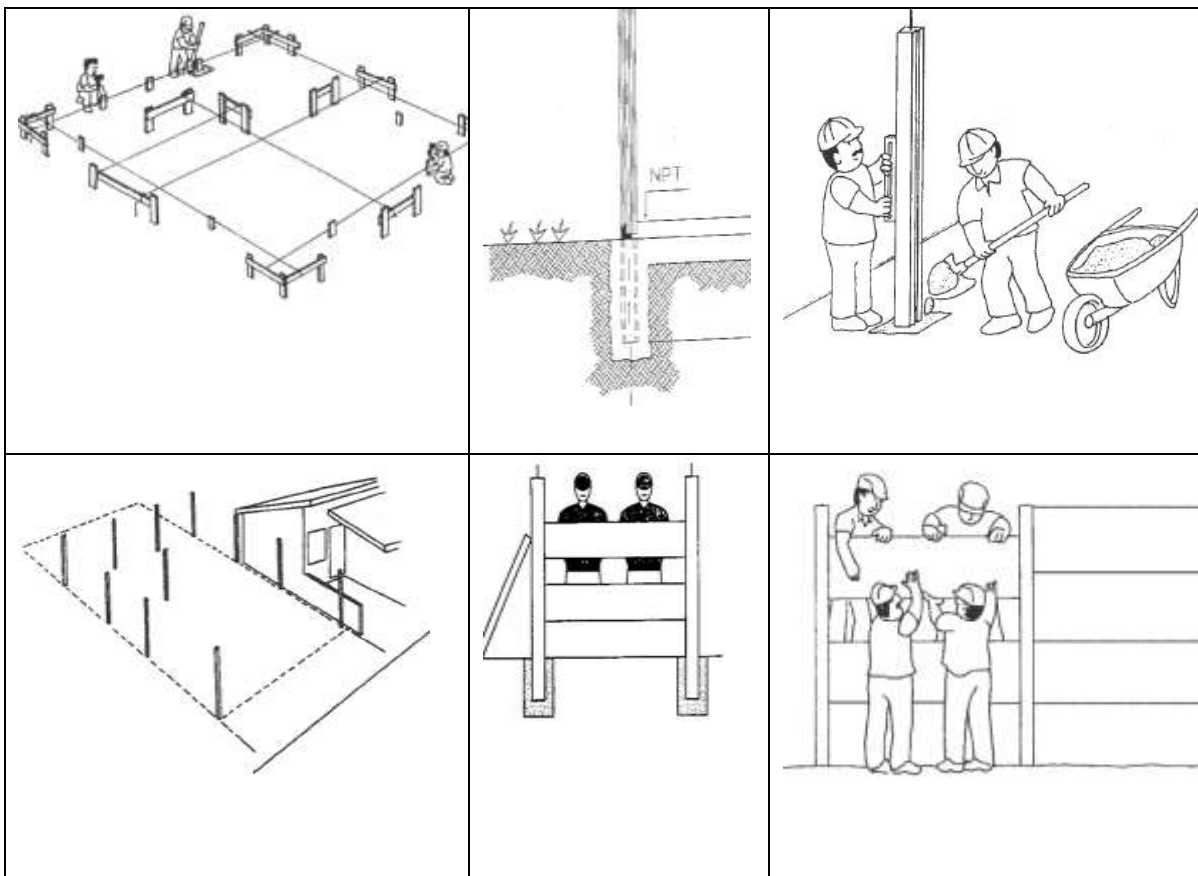
NOTA: En todo caso, siempre el N.P.T. predeterminado es una referencia para la altura final entre el piso acabado y el cielo raso de la obra. Lo importante es conocer el tipo de acabado que tendrá al piso (lujado, cerámica, terrazo, etc.) para conocer los espesores del solera coronamiento y del relleno que se van a usar a partir de ese N.P.T. El paso anterior cumple el objetivo de que no filtre el agua.

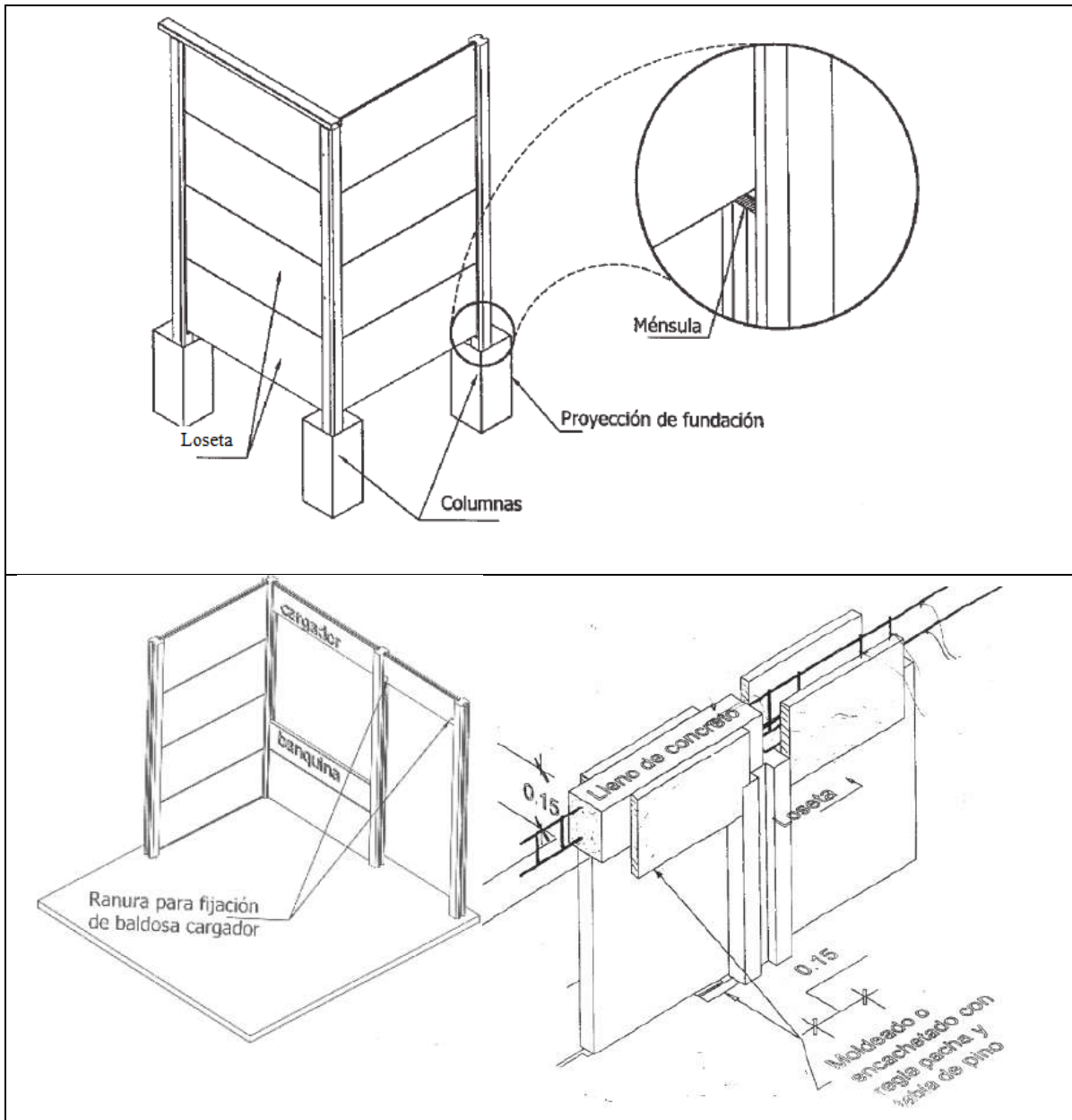
7. Colocación de la loseta, usando un pequeño andamio, se colocan las baldosas entre las columnas. Para ello se requieren dos personas en el andamio y dos abajo, para acarrear y luego sostener las mismas cuando se deslizan hacia abajo. Las losetas no se deben dejar caer por las ranuras, pues pueden sufrir despuntes o fracturas.
8. Cargadores, se tiene ahora la opción de colocar loseta como cargadores (parte superior) para puertas o ventanas y como parte inferior para las ventanas.
9. Colocación de la solera, la solera puede ser de madera o metálica, concreto y servirá para amarrar el sistema en soporte superior y para fijar las cerchas que forman la estructura del techo.
10. Relleno de sisas horizontales y juntas verticales, tanto las uniones verticales entre columnas y loseta, como las sisas horizontales entre loseta, deben rellenarse por la cara externa como por la interna con

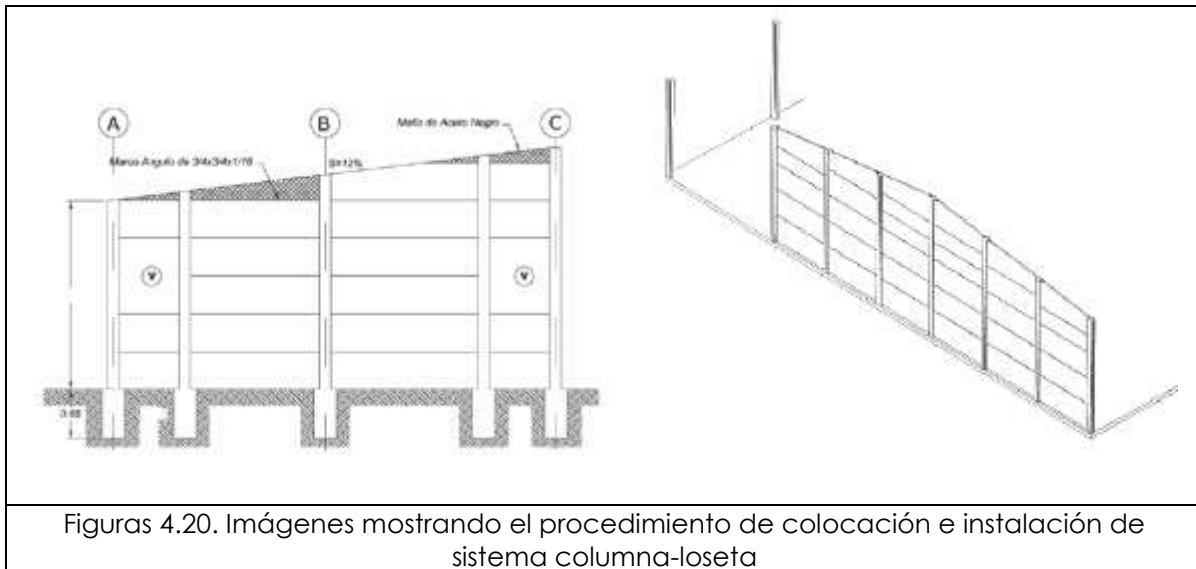
mortero, para evitar las filtraciones de agua y para lograr el mejor acabado de paredes.

Este proceso es delicado por lo que se debe realizar con sumo cuidado. Para lograr un mejor resultado coloque cuñas de madera desde el exterior entre la baldosa y la columna, para asegurar un alineamiento perfecto de las baldosas, luego inicie el proceso de relleno de juntas.

NOTA: El relleno de junta no es el caso general, otro tipo de sistemas no tiene este problema, porque ya lo trae solucionado implícito por su forma.







4.3.6 SISTEMA DE PLACAS (placas huecas, placas de cerramiento, etc.)

El sistema de placas constituye un método para construir paredes y cerrar naves tipo industrial y bodegas. El sistema consiste en placas de concreto pretensado, que se fijan a los elementos estructurales de las naves a cerrar.

Las dimensiones de estas son las que requiere el proyecto, y pueden ser usadas tanto en estructuras de metal, como en estructuras de concreto.

4.3.6.1 PROCEDIMIENTO DE COLOCACIÓN E INSTALACION DE PLACAS

Las placas son generalmente fijadas a las estructuras de soporte mediante elementos metálicos que quedan incorporados en la fabricación y que permiten ser soldados o atornilladas a los elementos de soporte.

4.3.6.1.1 Tareas Previas:

- ✓ Revisión de los planos de construcción.
- ✓ Verificar la verticalidad y nivelación de los planos de apoyo.
- ✓ Observación previa de los puntos o elementos de apoyo y conexión.
- ✓ Ya que este sistema se conectar mediante elementos metálicos, se debe tener el equipo respectivo para efectuar dicha conexión.

4.3.6.1.2 INTALACION:

1. Revisar los ganchos o puntos de izaje, su firmeza y adecuada sección y forma. Determinar si es necesario el uso de elementos auxiliares de izaje (vigas de izaje - madrinas).
2. Preparar el lugar de colocación. (nivelación de los asientos, planchuelas, superficies planas y niveladas, etc.)
3. Colocar los cables de izaje, para proceder a subir las placas mediante la maquinaria de elevación respectiva.
En ocasiones es necesario sujetar las placas con cables para guiar con ayuda del personal y hacer llegar mediante pequeños desplazamiento las placas para sujetarlas posteriormente.
4. Centrar y nivelar y aplomar las placas, para la correcta posición.
5. Fijar el elemento en el lugar prefijado. Cuidar la correcta manipulación y los pequeños desplazamiento mediante palancas y tensores necesarios para lograr la posición definitiva.

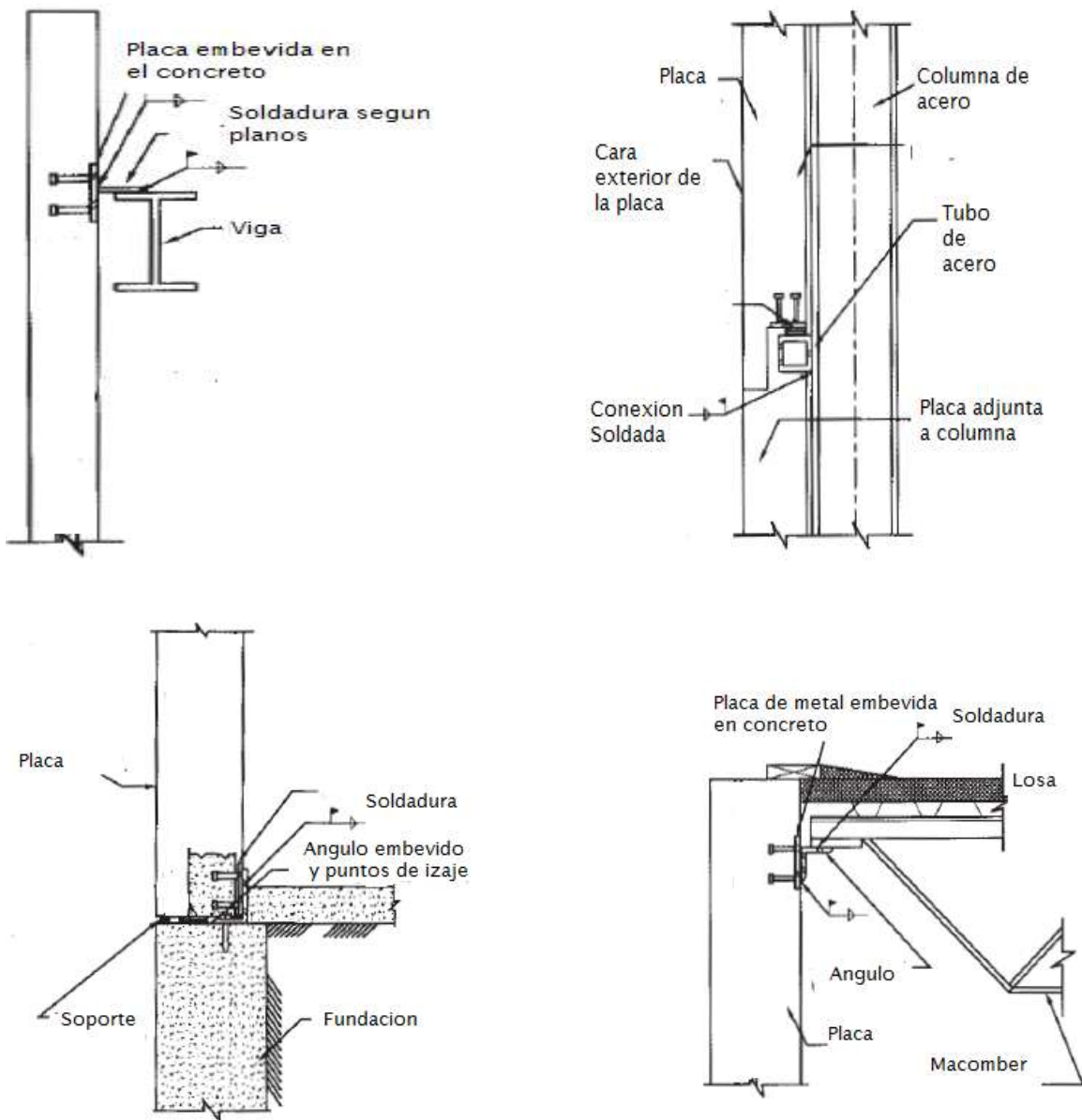
6. Cuando sea necesario arriostrar provisionalmente el elemento, hacerlo y verificarlo. No soltar el elemento del gancho de izaje hasta tanto sea arriostrado y/o soldado.
7. Las planchas son generalmente fijadas a las estructuras de soporte mediante elementos metálicos que quedan incorporados en la fabricación y que permiten ser soldados o atornilladas a los elementos de soporte. Si es el caso que la placa es unida mediante soldadura, realizarlo según planos (que es lo más común), garantizar de esta manera que su comportamiento es según el previsto en el diseño. que dando así en su posición definitiva.
8. Cuando la conexión es de concreto, es necesario un apuntalamiento provisional que asegure su no movimiento para posteriormente hacer un colado.
9. Si la juntas de la placas, requieren mortero se procede a colocar para dar una apariencia de continuidad



Figuras 4.22. Procedimiento de instalación de placas (Precon)

4.3.6.2 CONEXIÓN TIPICA

Las siguientes imágenes muestran conexiones típicas de este tipo de sistema



Figuras 4 23. Conexiones comunes entre placas y el soporte, todas realizadas mediante soldadura



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES

En este capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones que se derivan de los capítulos desarrollados a lo largo de este trabajo.

Como ya se ha expuesto en los capítulos anteriores, las Estructuras Prefabricadas son únicamente un método constructivo en donde se tienen muchos beneficios entre otros están: mejores controles de calidad, las tolerancias son pequeñas y los tiempos de ejecución son menores que el sistema tradicional o colado in situ.

- ❖ La utilización de elementos prefabricados como parte del proceso constructivo en la edificación resulta favorable por las diferentes ventajas constructivas y organizacionales que brinda, las cuales se ven reflejadas en su rapidez de ejecución. Al implementar el sistema de prefabricados se abren nuevas posibilidades desde el punto de vista constructivo a diferentes tipos de obras civiles que anteriormente solo se trabajaban en concreto colado in-situ o en mampostería.
- ❖ Con referencia a los costos se logró comprobar que los sistemas prefabricados en construcción de viviendas resultan ser más favorables que los sistemas tradicionales, debido a la cantidad de materiales y mano de obra que se emplean en la ejecución de las mismas.

Tomando como ejemplo: que en la vivienda tradicional se necesitan grandes cantidades de elementos de concreto (Soleras, nervios, etc.), en comparación a los sistemas prefabricados que disminuyen la utilización del concreto en la obra.

- ❖ Los sistemas prefabricados de concreto presentan unas características diferenciadas de otros sistemas constructivos, como son una visión global e integrada de todo el proyecto, con un mayor énfasis en las fases de concepción y planificación de los mismos, de esta manera, se potenciará unas de las principales virtudes que es la celeridad de construcción.
- ❖ Detalles constructivos: la rapidez de ejecución de una obra se pierde si los detalles constructivos son complejos o no están bien definidos y en algunos casos se requiere de mano de obra especializada para su interpretación, colocación y montaje mayormente con pizas grandes.
- ❖ Las uniones es un aspecto fundamental en construcción prefabricada. Actualmente se tiende a una mayor variedad en las mismas, aspecto que puede llegar a ser contraproducente dado que una mayor simplicidad y repetitividad en las mismas facilita la celeridad de construcción. Entre ellas, sin embargo, existe una característica común que es el predominio de uniones no momento resistentes, es decir, apoyos simples frente a uniones empotradas, dado que la transmisión de momentos provocan fallos en ciertas zonas de la estructura que no estén preparadas para ello.

Este hecho redundante en que los sistemas tienen un menor grado de hiperestatismo y se han de buscar otros sistemas para asegurar su estabilidad.

- ❖ Dado el poco número de estudios referentes a la construcción de prefabricados realizados en nuestro país, este trabajo tiene el objetivo de ser una referencia en este campo y sirve de base para otros estudios.

- ❖ En construcciones grandes el montaje de las piezas tiene gran importancia, al grado de planificarlo, realizando planos de montaje incluso, normas de seguridad, mano de obra profesional, etc.

RECOMENDACIONES

- ❖ En referencia al concepto que se tiene acerca de los prefabricados como sistemas inseguros, esto se logra a través de documentos como este, que proporciona información técnica acerca de los mismos, donde se da a conocer su proceso constructivo, manejo, montaje en obra, entre otros. En resumen, respecto a este factor negativo, se sugiere que es importante darle a cualquier sistema, la aplicación lógica de acuerdo a dichos detalles constructivos ya que así se evitan las fallas que pudieran llegar a generar conceptos equivocados.

- ❖ Tener en cuenta que los componentes prefabricados se construirían con materiales de la misma calidad que en la obra o incluso de calidad superior, puesto que los componentes y proceso de producción estarían sujetos a un mayor control en la planta (condiciones ambientales, controles de calidad...) Además, los materiales estarían menos expuestos a inclemencias meteorológicas, ya que el montaje se realiza en un breve período de tiempo y no estarían expuestos a condiciones climáticas adversas durante meses. También poseerían una mayor fortaleza para resistir durante el transporte y montaje. Por todo ello serían también más resistentes tras su construcción.

- ❖ En las losas de piso, en principio se puede usar cualquier sistema, (por ejemplo, vigueta y bovedilla, vigueta y cimbra removibles, losas

dobles TT, losas alveolares, etc.). Aquí la recomendación es que trabajen como diafragma rígido.

- ❖ Las construcciones modulares totalmente prefabricadas resultarían más baratas si se comenzasen a producir de manera masiva puesto que permitiría reducir los costes industriales. De hecho, estos precios bajos se podrían mantener "gracias" a los sueldos relativamente bajos de los trabajadores en fábrica, muchos de los cuales serían contratados sin experiencia previa y formados en tareas específicas.
- ❖ Elaboración de nuevos estudios relacionados con el sistema de prefabricados, por parte de universidades, como de instituciones relacionadas, con el objetivo promover el uso de este sistema constructivo.
- ❖ Realizar investigaciones bibliográficas para la implementación de una cátedra de diseño de Prefabricados (Diseño de concreto presforzados y postensado), para analizar y diseño este tipo de elementos, tanto los elementos como diseño de las conexiones y elaboración de planos de detalles.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- » MANUAL DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS Y PRESFORZADAS, Eduardo Reinoso Angulo, Mario E. Rodríguez, Rafael Betancourt Ribotta, A.N.I.P.P.A.C. e Instituto de Ingeniería UNAM.
- » PANELES DE HORMIGON PREFABRICADOS EN FACHADA, Juan Francisco Sánchez Hurtado, Universidad politécnica de Madrid.
- » DISEÑO DE CONEXIONES DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO, (IMCYC) Instituto Mexicano del Cemento y Concreto, Noriega/Limusa.
- » PCI DESIGN HANDBOOK, Precast and Prestressed Concrete, 6th Edition, PCI Industry Handbook Committee, MNL 120-04.
- » PRECAST CONCRETE STRUCTURES, Kim S. Elliott, Butterworth Heinemann.
- » STATE OF ART OF PRECAST-PRESTRESSED SANDWICH WALL PANEL, PCI committee report.
- » PCI CONNECTIONS MANUAL FOR PRECAST AND PRESTRESSED CONCRETE CONSTRUCTION, Prepare by the PCI connection Details Committee, First Edition

- » NPCA QUALITY CONTROL MANUAL For Precast and Prestressed Concrete Plants, Eighth Edition, January 2011, National Precast concrete Association (NPCA).

- » SEISMIC ASSESSMENT OF A PREFABRICATED HOUSE PROARES PROJECT IN EL SALVADOR, Fabio Taucer, European Laboratory for Structural Assessment (ELSA), 2006.

- » APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR, Carlos Antonio Acevedo Laínez, Juan Arnulfo Duarte Rodríguez, Universidad de El Salvador.

- » TECNOLOGÍA DE LA PREFABRICACION EN LA CONSTRUCCIÓN, Prof. Dr. Jorge A. Capote Abreu, Dpto. Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos, UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

- » USO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO COMO UNA OPCION PARA LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA ZONA ORIENTAL, Luis Alberto Vargas Serpas, Marta Delia Hernandez Bonilla, Manuel Javier Zelaya Rivera, Tesis Universidad de El Salvador, Marzo 2006.

- » ELEMENTOS PRE Y POSTENSADOS DE HORMIGÓN. bases de diseño. control en obra. actualizado según el código A.C.I. 318-2002. José Antonio Bellido de Luna del Rosario. 4a edición.

INTERNET:

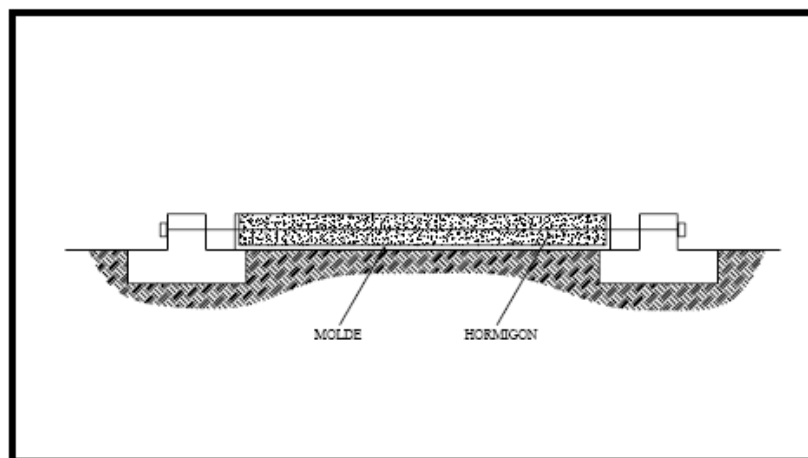
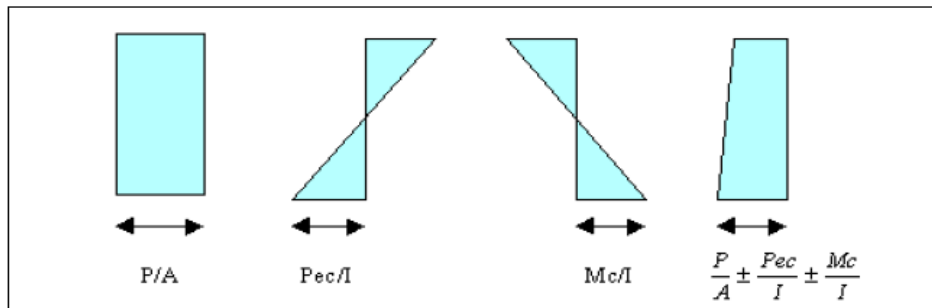
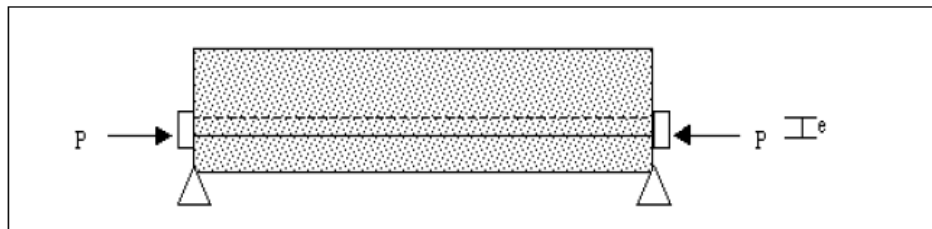
- » <http://www.econsa.org/CATALOGO-DE-ECONSA-COMPLETO.pdf>
- » http://platinum.com.sv/images/losas_viguetas_molde_lk.pdf
- » http://platinum.com.sv/images/viguetas_bovedillas.pdf
- » http://platinum.com.sv/images/vigas_t_pre_postensadas.pdf
- » <http://www.preconweb.com/precon/cms/index.php?id=2,6,0,0,1,0>
- » http://platinum.com.sv/images/pasarelas_tramo_2a.pdf
- » http://platinum.com.sv/images/planchas_cerramiento.pdf
- » http://platinum.com.sv/images/casas_sistema_blocon.pdf
- » <http://www.econsa.org/>
- » http://www.cpci.ca/downloads/total_precast_brochure_Final.pdf
- » <http://www.cpci.ca/>
- » http://precast.org/wp-content/uploads/docs/precast_guide_spec.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Concepto del Hormigón Pretensado: Pretensar, como concepto general, consiste en introducirle a un elemento fuerzas artificialmente creadas, cuyas acciones generan en este mismo elemento, estados tensionales que, superpuestos a los estados tensionales provocados por las sobrecargas externas, le permiten resistir su peso propio y el de las sobrecargas que actúan.



Esquema del proceso de pretensado

Postensado: En el postensado también se emplea un cable o un conjunto de cables de acero, que se introducen en una vaina (ducto de postensado) o conducto que permite el deslizamiento del cable en su interior. La vaina se coloca en posición dentro del encofrado de la viga a construir. Luego es hormigonada la viga y, una vez fraguado y endurecido el hormigón, se efectúa el tensado del cable desde el extremo del anclaje ajustable, que después se fija a la viga. La transferencia de fuerza del cable a la viga se realiza a través de los anclajes.

El método de **pretensado** es el que se realiza el tensado **antes** del fraguado y endurecido del hormigón. Y el método de **postensado** es el que se realiza el tensado **después** de haber fraguado y endurecido el hormigón. Estos procedimientos la transferencia de la fuerza del cable al hormigón se realiza antes de que actúen las cargas por lo que en ambos casos el fenómeno inducido recibe el nombre de pretensado.

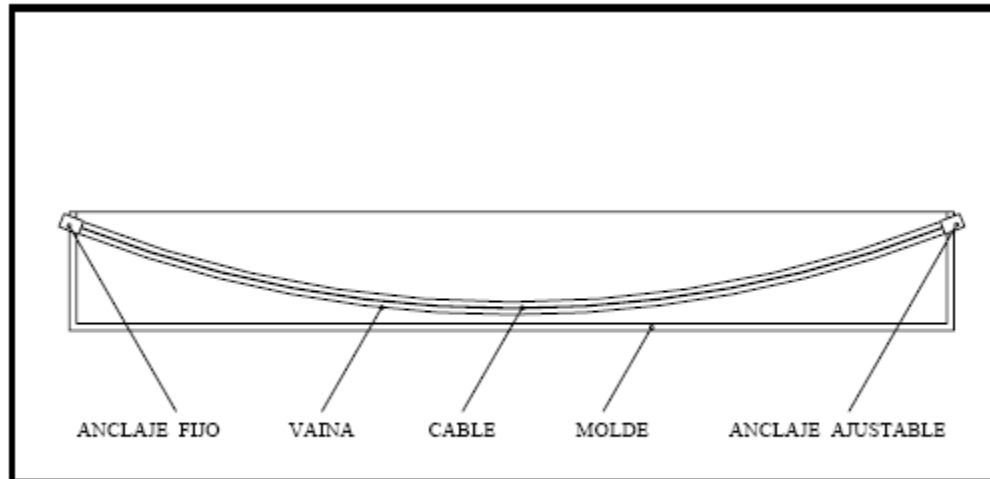


Diagrama de postensado.

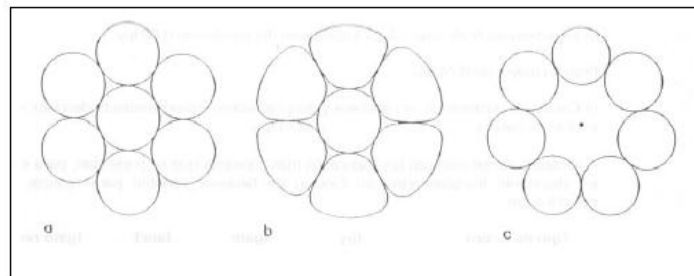
Alambre: Refuerzo de sección entera también conocido como hilo o hebra que por lo general se suministra en rollos. Puede ser de sección lisa o con pequeñas hendiduras que mejoran la adherencia y que en algunos países se conoce como de perfil periódico.

Torón: Refuerzo compuesto por haces de alambres torcidos en forma de hélice alrededor de un eje longitudinal común, el cual se forma mediante un alambre recto con un diámetro ligeramente superior al resto. Los números preferidos de alambres enrollados son: 7 y 19.

Cable: Refuerzo compuesto al igual que el torón por alambres torcidos en forma de hélice pero en este caso el eje común está vacío o sea la totalidad de los alambres están torcidos pero también en la gran mayoría de los casos, el término "cable" se emplea como un genérico que abarca lo mismo el torón que el cable propiamente dicho.

Varilla: Refuerzo de sección entera de diámetro mucho mayor que los alambres de sección lisa o corrugada que se suministra siempre en longitudes recta.

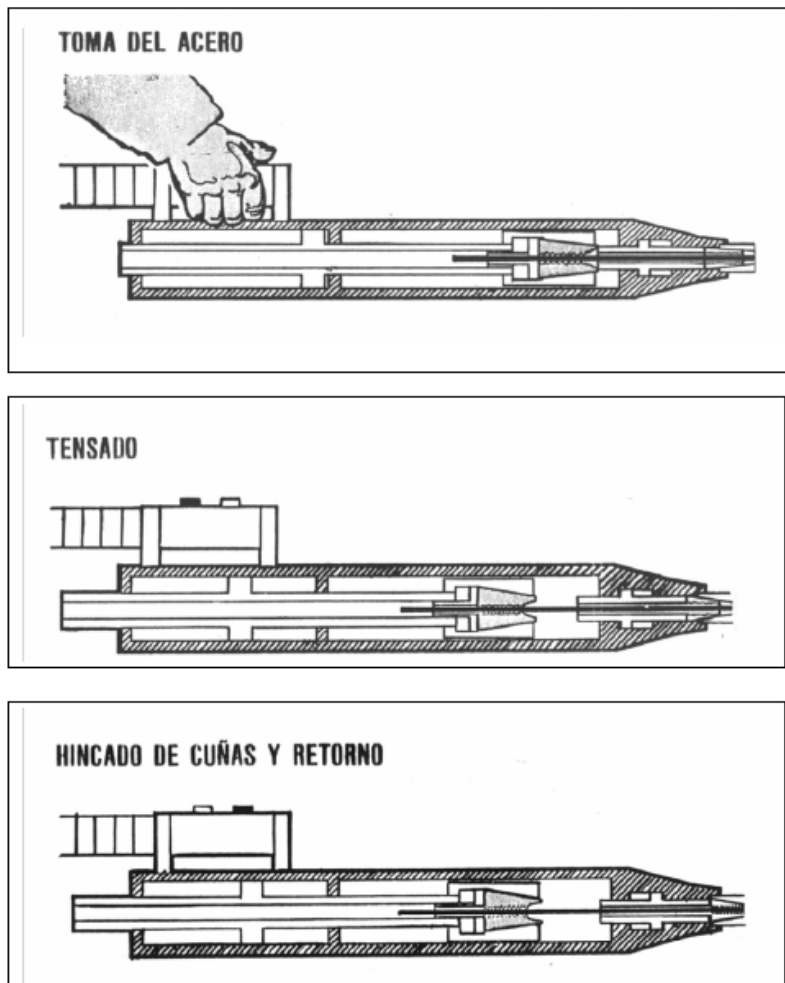
Tendón: También se usa como un genérico para definir cualquier tipo de acero sometido a tensión, pero en muchos casos se refiere a cables o torones envueltos en una vaina plástica que se emplean para los puentes colgantes o atirantados.



~ Disposición de los alambres en torones y cables.

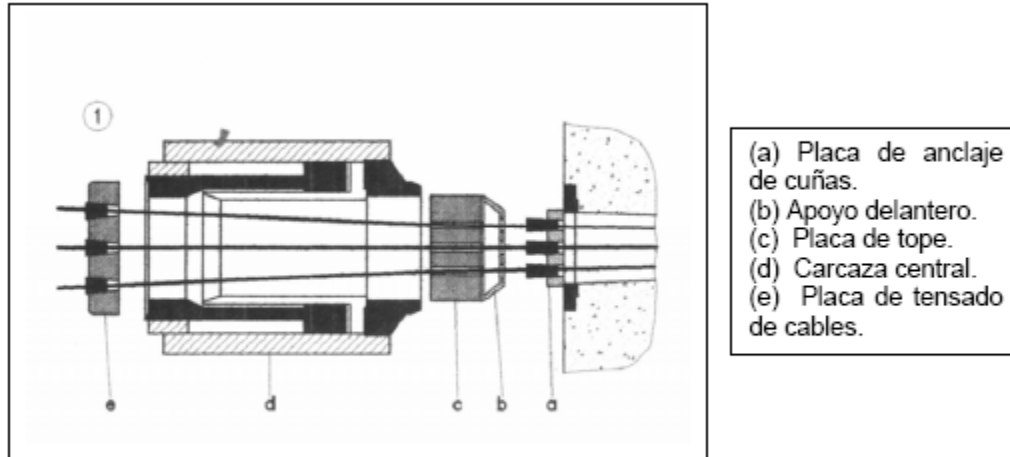
El Acero Ordinario: En los elementos de hormigón pretensado, aparte de las armaduras tensadas en que se usa acero de alta resistencia, se emplean también armaduras de acero corriente, ya sea por especificación o por cálculo, colocado tanto en la dirección longitudinal como transversal. El acero ordinario (armadura pasiva) en los elementos, cumple una función de ductilidad y no es considerado en el cálculo, en los elementos, el acero ordinario es diseñado para tomar la fracción de carga que se genera después que la sección ha fisurado.

El Gato Monotorón: Un gato monotorón tal como su nombre lo indica, es aquel que solo puede tomar un cable o torón para tensarlo.



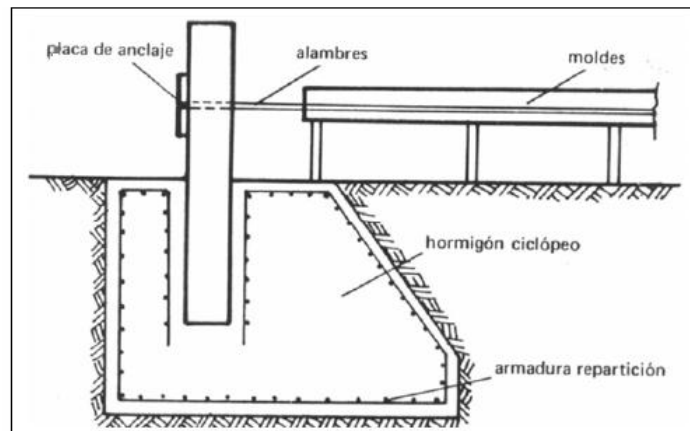
Etapas de tensado con un gato monotorón...

El Gato Multitorón: El gato multitorón toma varios cables de una sola vez por lo que su estructura es diferente a la del monotorón con los siguientes elementos



Partes de un gato multitorón

Banco de pretensar: Un banco de pretensado es un dispositivo mediante el cual quedan anclados los cables previamente tensados a dos elementos fijos, estos elementos, llamados cabezales, permiten mantener la fuerza hasta que se realice el hormigonado del elemento y más tarde se pueda proceder a transferir la fuerza de los cables al hormigón.



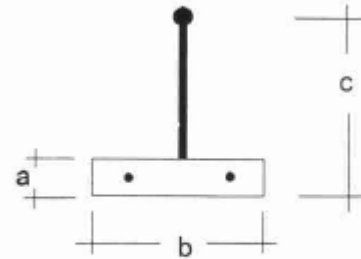
Macizo de Gravedad.

Precolado: El precolado es una de las técnicas más importantes mediante las cuales el uso del concreto presforzado se ha hecho práctico y económico. El precolado está tan íntimamente ligado con el presforzado, que a menudo, en ciertos ramos de la industria, se utiliza ambos términos como sinónimos.

ANEXO 2

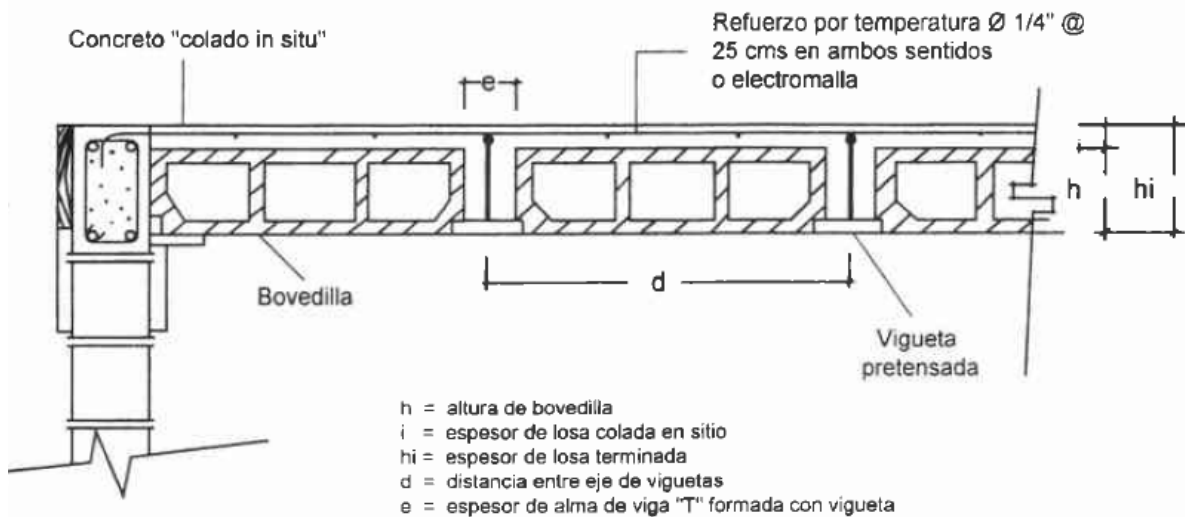
LOSAS ECONSA

Econsa Tradicional



a = espesor del patin
 b = ancho del patin
 c = altura de vigueta

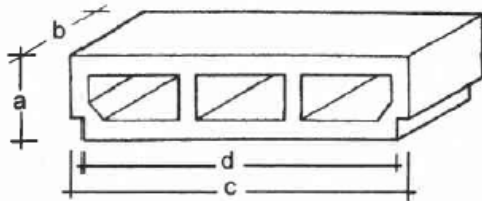
ESQUEMA No.1 Corte de Losa con Bovedilla Tradicional



Cuadro No. 1 Características de losa ECONSA Tradicional

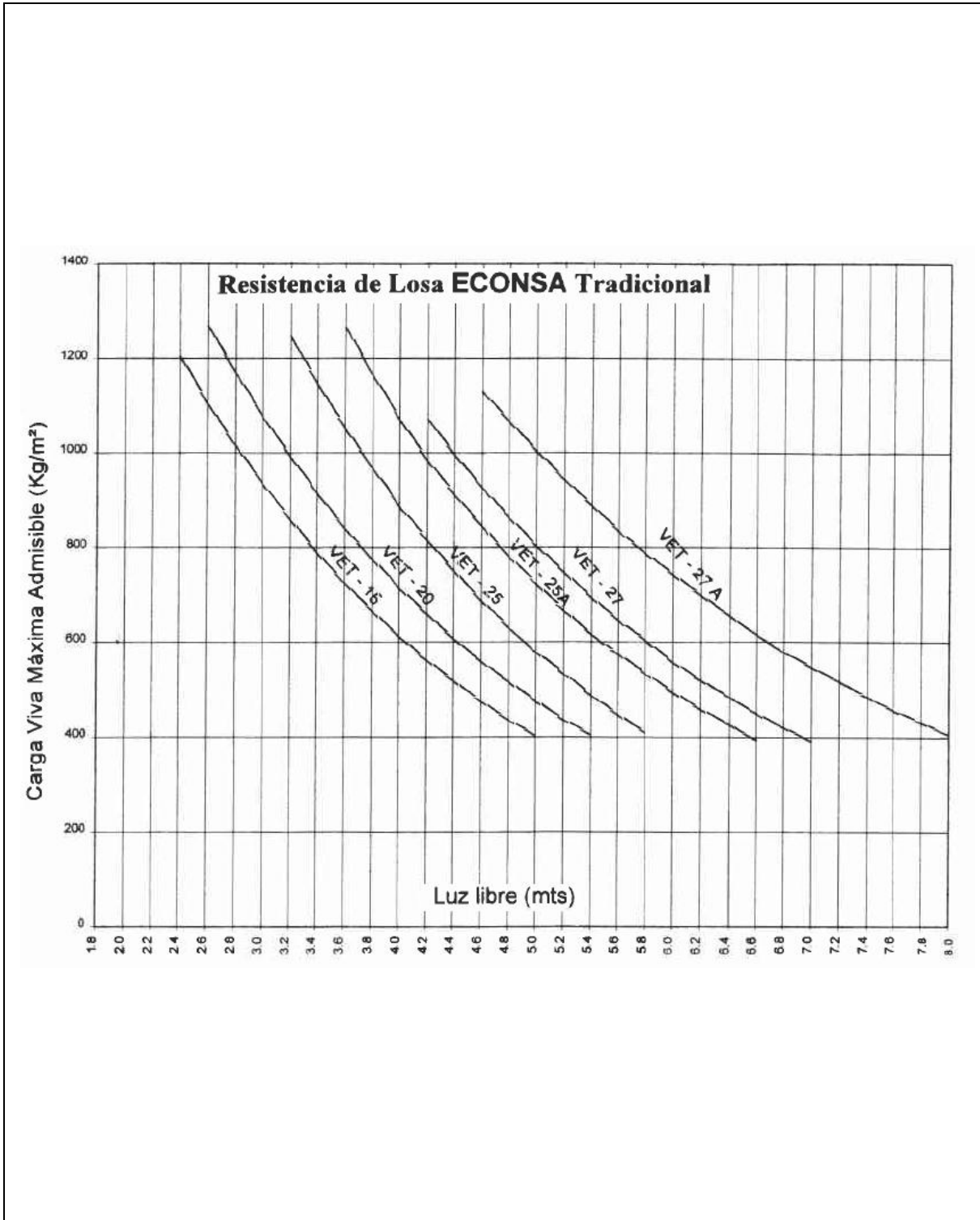
CODIGO DE LOSAS	h (cms)	i (cms)	hi (cms)	d (cms)	e (cms)	Patín (cms) a x b x c	Luz Máx. (mts)
VET - 15	10	5	15	70	10	4 x 14 x 13	5.00
VET - 20	15	5	20	70	10	4 x 14 x 18	5.25
VET - 25	20	5	25	70	10	4 x 14 x 23	5.50
VET - 25 A	20	5	25	70	10	4 x 14 x 23	6.00
VET - 27	20	7	27	73	13	4 x 17 x 25	7.00
VET - 27A	20	7	28	76	16	5 x 20 x 25	8.00

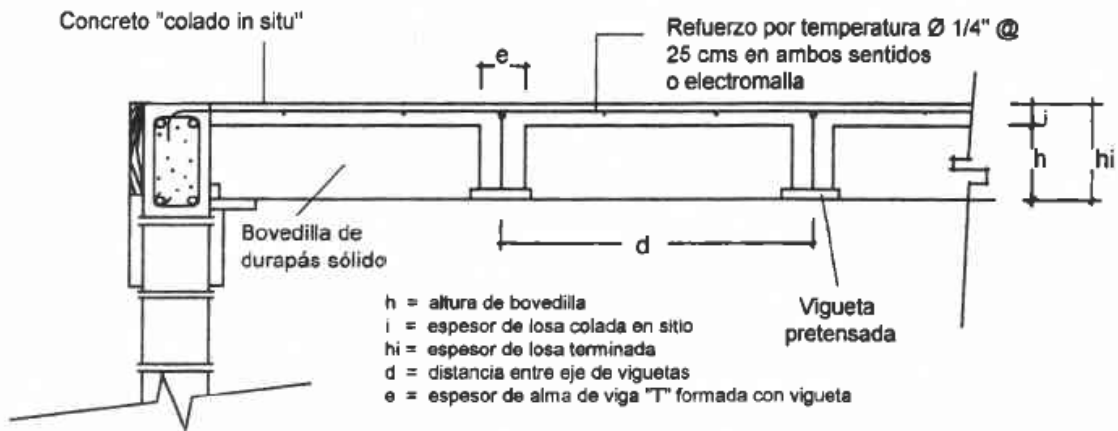
Cuadro No. 2

DIMENSIONES (en cms.)				PESO		
a	b	c	d	Kgs.	Lbs.	
10	20	60	56	13.65	30.00	
15	20	60	56	17.05	37.50	
20	20	60	56	19.32	42.50	

MATERIALES UTILIZADOS Cuadro No. 3

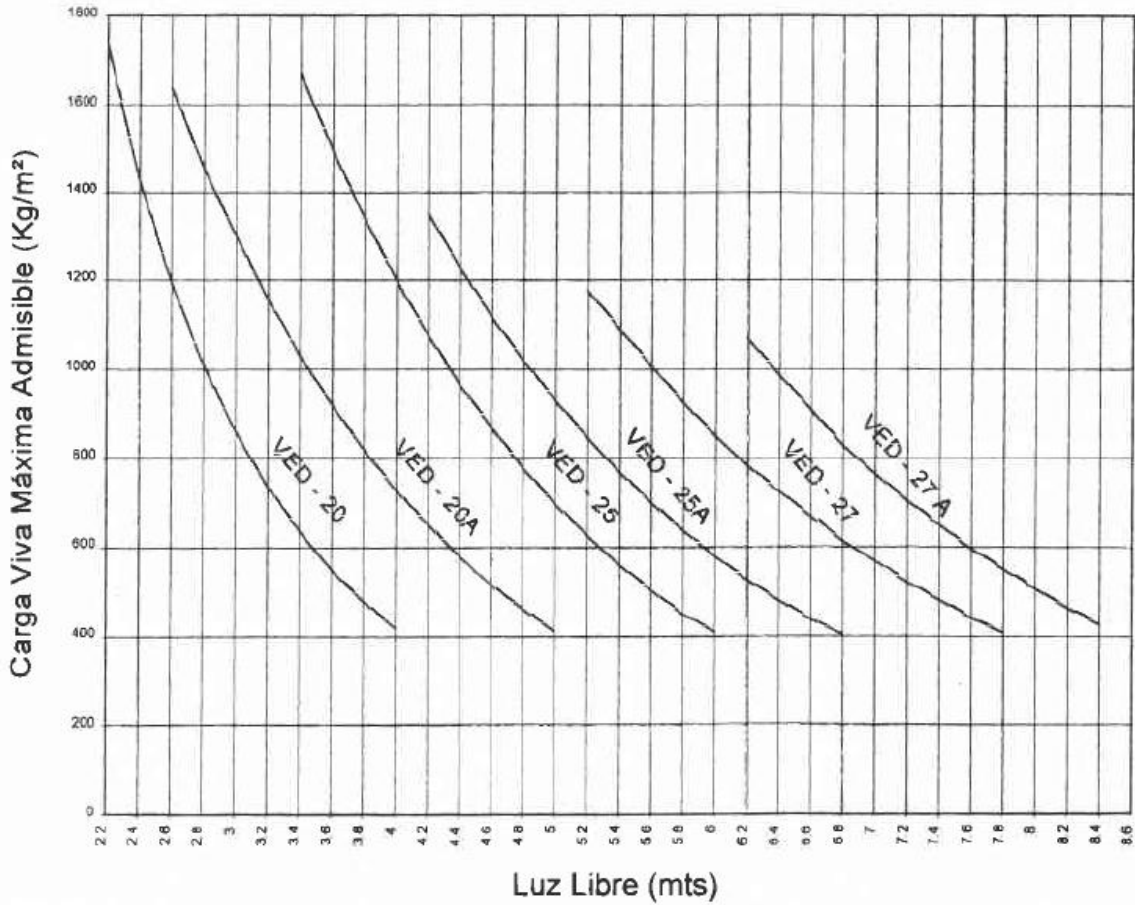
DESCRIPCION	CODIGO DE LOSA					
	VET-15	VET-20	VET-25	VET-25A	VET-27	VET-27A
Concreto: Lts/m ²	59	63	64.40	64.40	94.50	104.70
Acero Ø1/4": lb/m ²	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
Número de puntales	2	2	2	3	4	5
Peso losa: Kg/m ²	239	261	296	297	353	375.50
Peso Vigueta: Kg/ml	13.40	13.40	13.90	15.40	19.50	31
Bovedilla: #/m ²	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.1

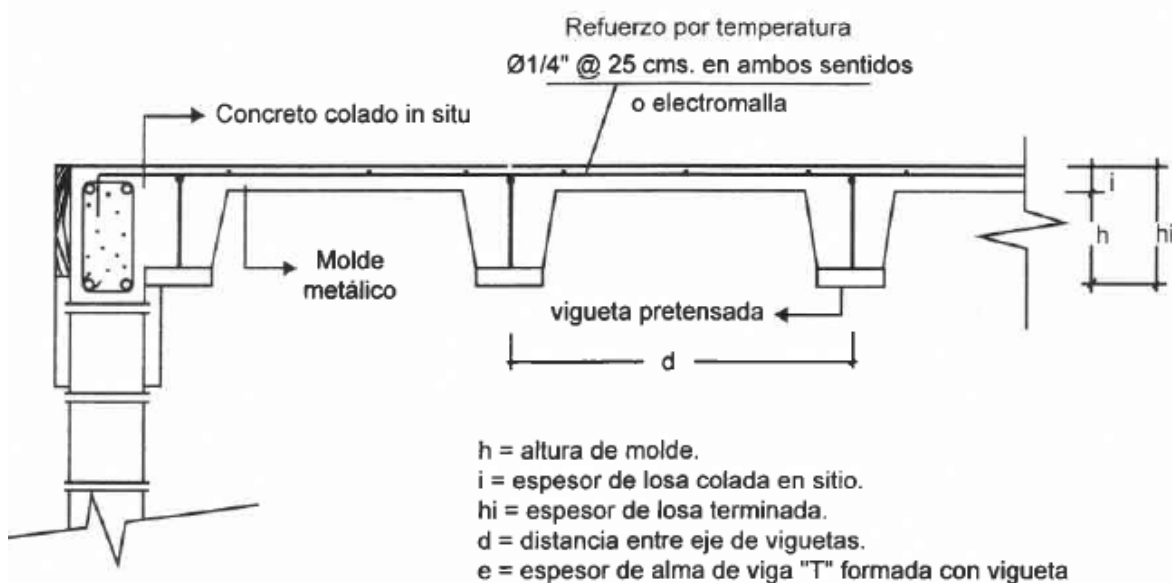


Econsa con bovedilla de durapas**ESQUEMA No. 2 Corte de Losa ECONSA con Bovedilla de Durapas****Cuadro No.4**

DESCRIPCION	CODIGO DE LOSA					
	VED-20	VED-20A	VED-25	VED-25A	VED-27	VED-27A
Concreto: Lt/m ²	63	63	64.40	64.40	94.50	104.70
Acero $\varnothing 1/4"$: Lb/m ²	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
Peso losa: Kg/m ²	177	183	190	192	225	250
Peso Vigueta: Kg/ml	13.40	13.40	13.90	15.40	19.5	31
Número de puntales	2	2	2	3	4	5

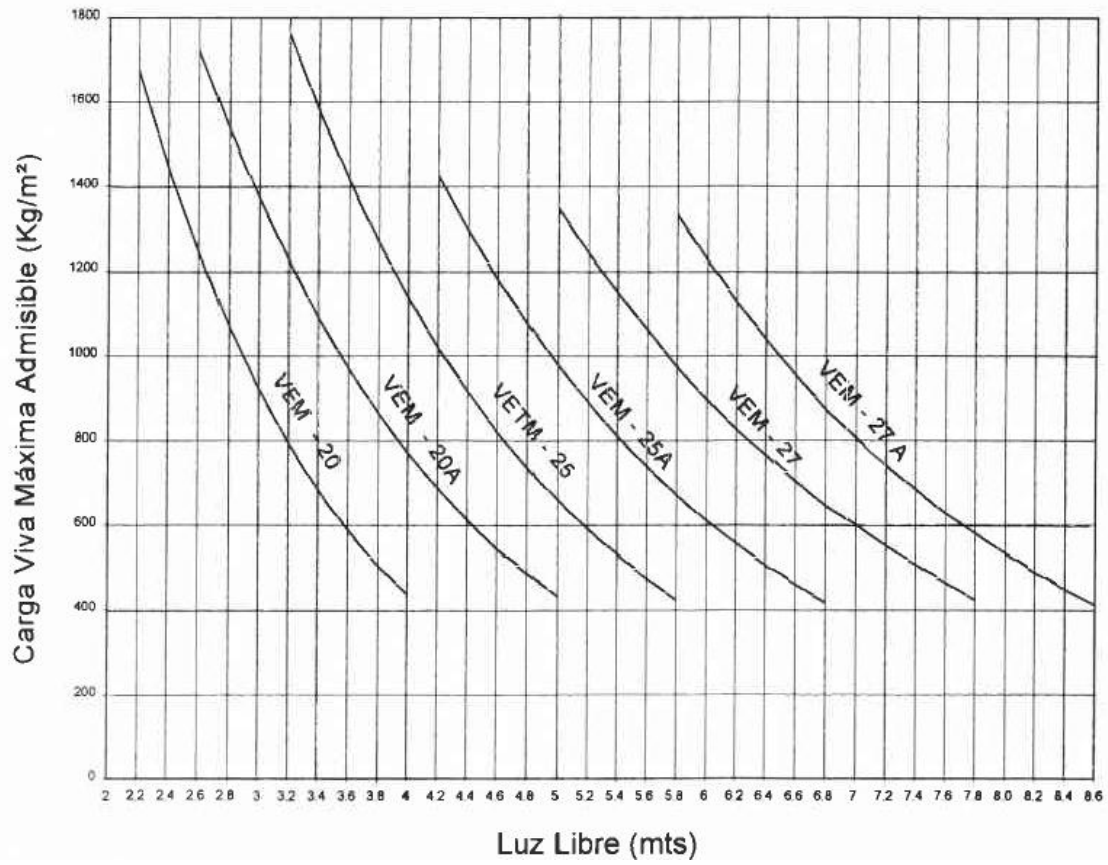
RESISTENCIA DE LOSA ECONSA CON BOVEDILLAS DE DURAPAS



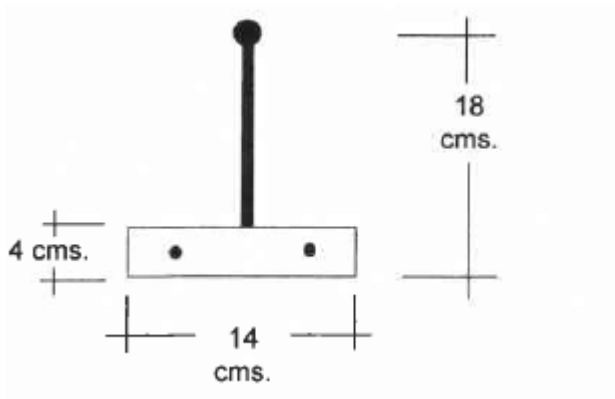
Econsa con molde metálico**ESQUEMA No. 3. Corte de Losa ECONSA con Molde Metálico****Cuadro No. 5 Materiales Utilizados**

DESCRIPCION	CODIGO DE LOSA					
	VEM-20	VEM-20A	VEM-25	VEM-25A	VEM-27	VEM-27A
Concreto: Lt/m ²	73	73	76	76	98	109
Acero $\text{Ø}1/4''$: Lb/m ²	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
Peso losa: Kg/m ²	193	194	210	212	250	257
Peso Vigueta: Kg/ml	13.40	13.40	13.90	15.40	19.5	31.00
Número de puntales	2	2	2	3	4	5

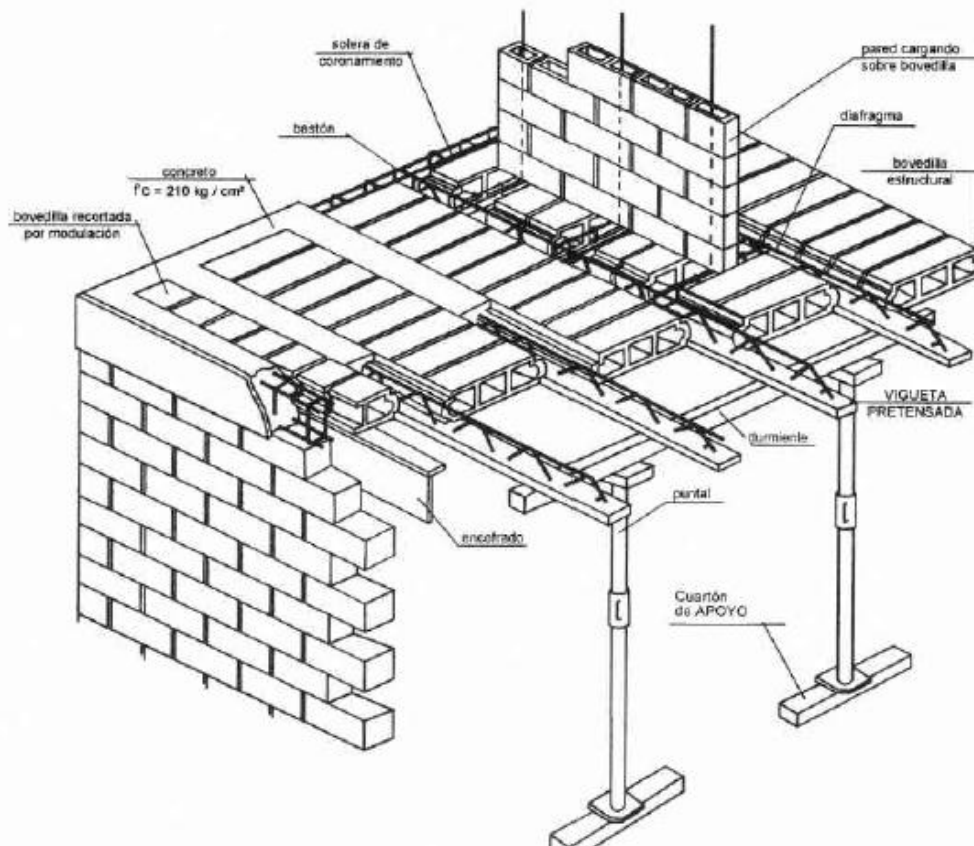
RESISTENCIA DE LOSA ECONSA CON MOLDE METÁLICO



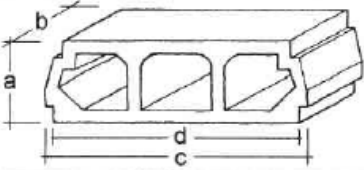
Econsa Estructural



ESQUEMA No. 4. Corte de Losa ECONSA con Bovedilla Estructural

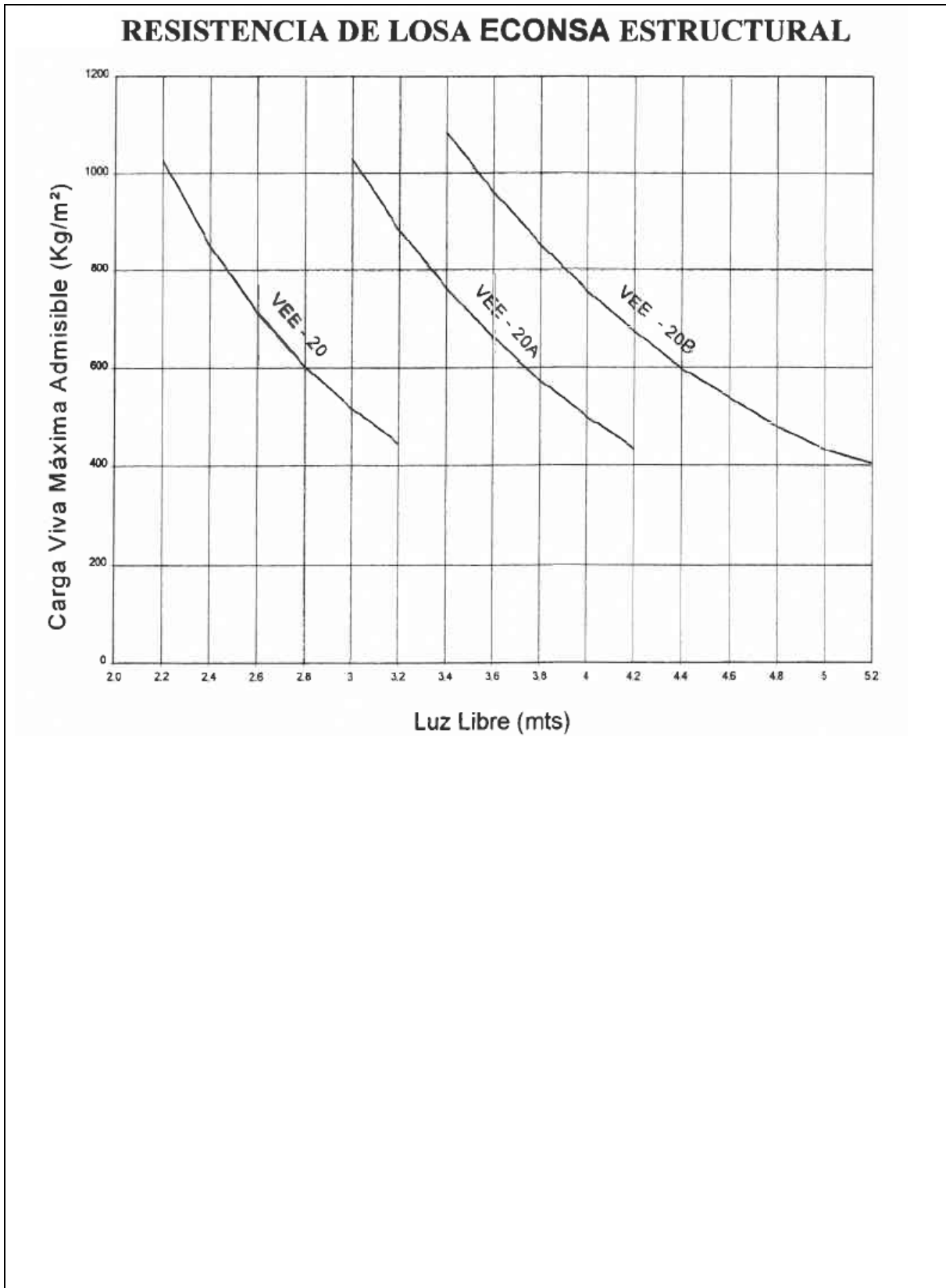


Cuadro No. 6

Tipos	DIMENSIONES (en cms.)				PESO		
	a	b	c	d	Kgs.	Lbs.	
1	20	20	54	50	17.3	38.0	
2	20	20	60	56	19.0	42.0	

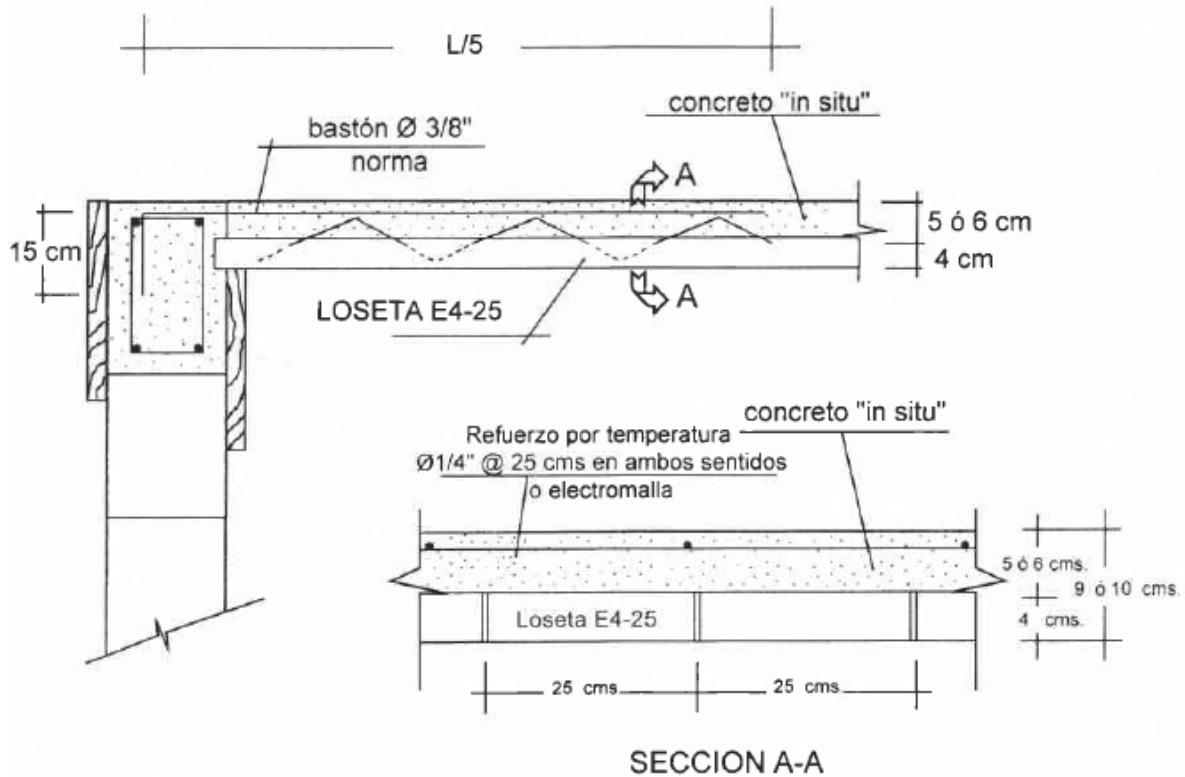
Cuadro No. 7 Materiales Utilizados

TIPO DE VIGUETA	CONCRETO Lts./m ²	BOVIDILLAS #/m ²	PESO LOSA Kg./m ²	PESO VIG. Kg./ml.	PUNTALES #	BASTON 3/8"	BASTON 1/2"	LUZ MAXIMA
VEE-20	30.9	7.30	215.9	12.2	2	2X0.75	-	3.25
VEE-20A	30.9	7.30	217.6	12.7	2	2X0.90	-	4.25
VEE-20B	30.9	7.30	218.6	13.4	2	-	2x1.35	5.25



Loseta Econsa con loseta pretensada E4-25

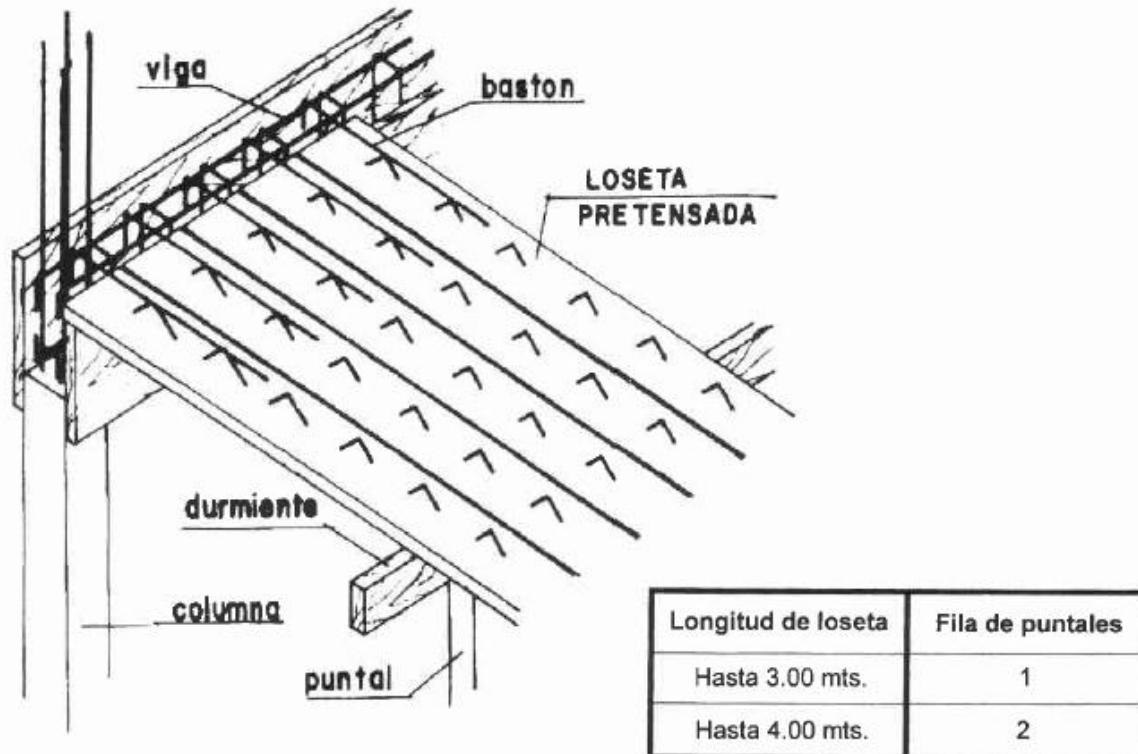
ESQUEMA No.5 Corte de Losa con Loseta Pretensada E4-25



Cuadro No. 8 Materiales Utilizados con Loseta E4-25

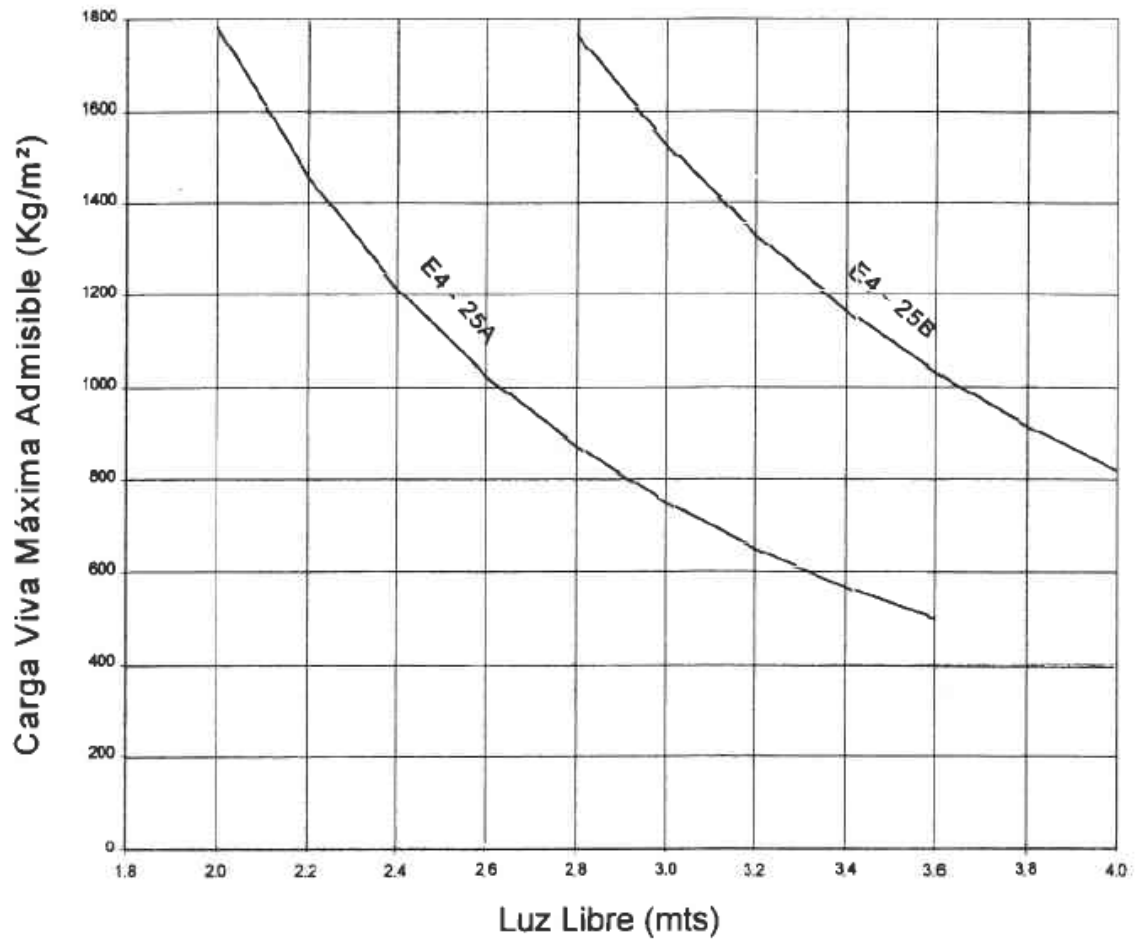
TIPO DE LOSETA	CONCRETO Lts./m ²	RECUBRIMIENTO SUPERIOR (cms.)	ACERO $\text{Ø } 1/4''$ Lbs./m ²	PESO DE LOSA Kgs./m ²	PESO DE LOSETA Kgs./ml	PUNTALES CANTIDAD	LUZ MAXIMA (mts.)
E4-25A	50	5	4.4	206.4	17.44	2	3.50
E4-25B	60	6	4.4	229.4	17.44	2	4.00

ESQUEMA No. 6 Colocación y Apuntalamiento de Losetas E4-25



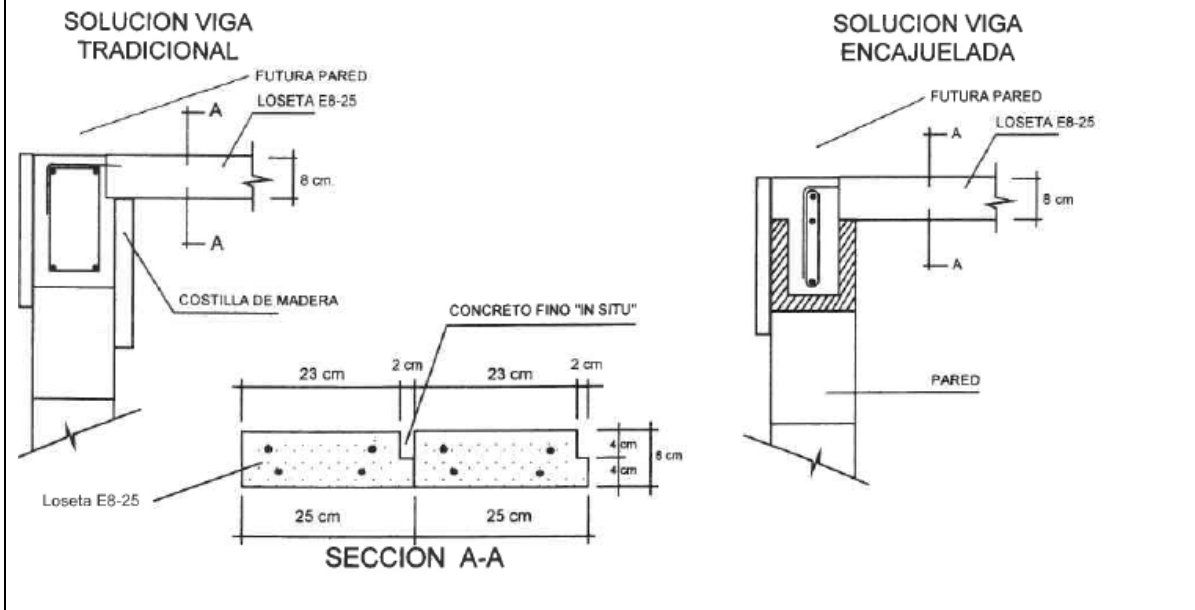
Bastones: Elementos que soportan esfuerzos negativos y deberán ser hierro norma, no menores del 20% de la luz libre. Se colocarán en los extremos de las losetas según esquema No. 5. Para efectos de facilitar su uso, se ha estandarizado su tamaño así: de 75 cms. de largo y pata de 10 cms. para una luz no mayor de 3.00 mts. y para luces mayores será de 90 cms. y 10 cms. de pata de hierro de 3/8".

Resistencia de Losa ECONSA con Loseta E4-25

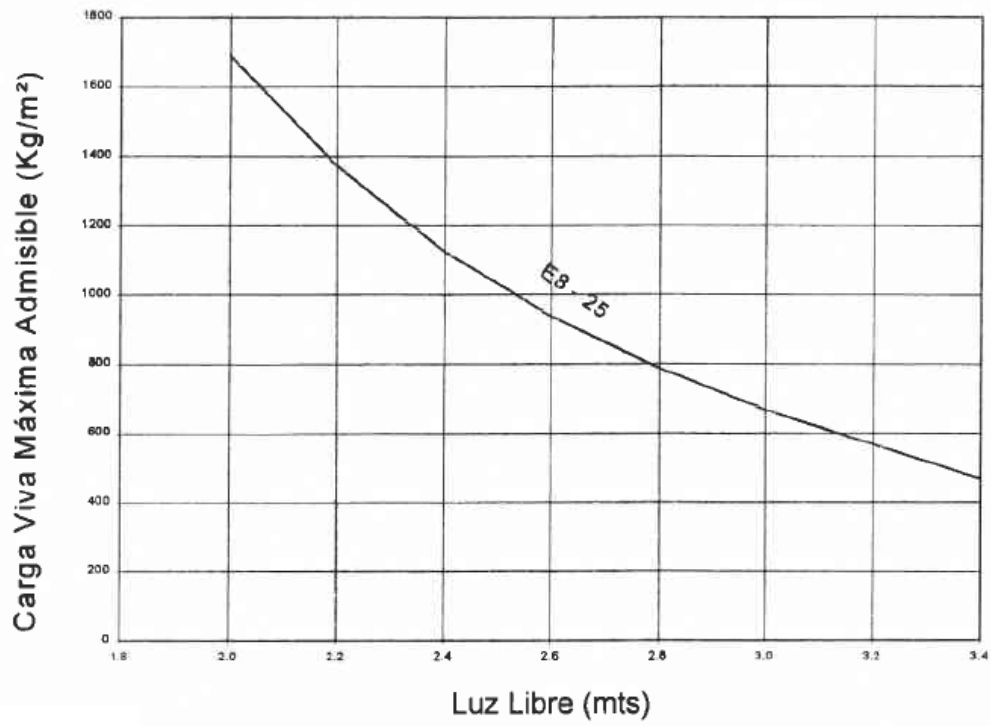


Loseta Econsa con loseta

ESQUEMA No. 7 Losa ECONSA con losetas E8-25

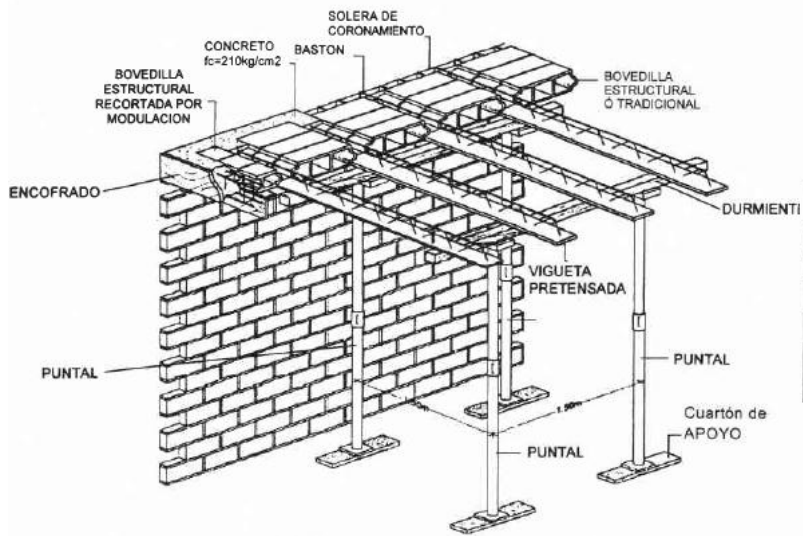


RESISTENCIA DE LOSA ECONSA CON LOSETA E8-25



Apuntalamiento

ESQUEMA No. 8 Apuntalamiento



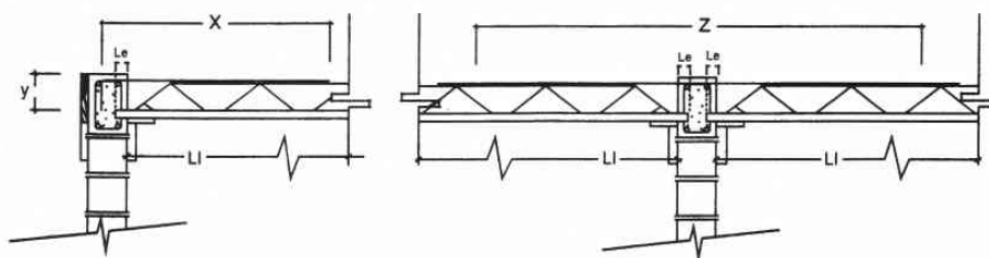
CUADRO No. 9

Longitud de Vigueta	Fila de Puntales
1.00 a 3.00 mt	1
Hasta 4.50 mt	2
Hasta 6.00 mt	3
Hasta 7.50 mt	4
Hasta 8.75 mt	5

Bastones

Bastones: Son elementos que soportan los esfuerzos negativos y deberán ser hierro norma grado 40, no menores del 20% de la luz libre ó 40 veces el diámetro de la varilla superior de la viga. Para facilitar su cálculo se han estandarizado las medidas tal como se muestra en el cuadro No. 10 y se colocarán sobre las viguetas según el esquema siguiente.

ESQUEMA No. 9 Colocación de Bastones



$L_v = LL + 2XLe$ (Longitud de vigueta = Luz Libre + 2 veces el empotramiento)
 X = Longitud del bastón de empotramiento en viga exterior
 Y = Pata del bastón de empotramiento en viga exterior
 Z = Longitud de bastón de empotramiento en viga intermedia
 Le = Longitud de empotramiento de 2 a 5 cms. Sirve como apoyo temporal en el proceso de instalación y colado.

Cuadro No. 10 Detalle de Bastones						
CODIGO DE LOSA	Long. de Vig. (mts)	Cantidad	Hierro Ø (pulg.)	x (mts)	y (mts)	z (mts)
VE-15	3.00	1	3/8	0.75	0.10	1.50
	4.00	2	3/8	0.90	0.10	1.50
	5.00	2	1/2	1.35	0.10	2.50
VE-20	3.00	1	3/8	0.75	0.10	1.50
	4.00	2	3/8	0.90	0.10	1.50
	5.25	2	1/2	1.35	0.15	2.50
VE-25	5.50	2	1/2	1.35	0.15	2.50
VE-25A	6.00	2	1/2	1.35	0.15	2.50
VE-27	7.00	2	5/8	1.50	0.20	3.00
VE-25A	8.00	2	3/4	1.80	0.20	3.00

Acero por Temperatura

Acero por temperatura: Para todos los sistemas, excepto el Sistema Estructural, colocar hierro Ø de ¼" o electromalla de refuerzo (6X6, 10/10) como se indica en el Esquema No. 1, cuidando que los extremos de las varillas se anclen cerca del borde superior de la viga o solera perimetral.

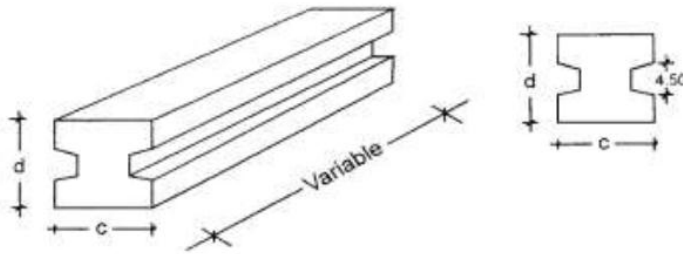
ANEXO 2

TAPIALES Y PAREDES ECONSA

Tapiales y paredes Econsa**Columnas.**

Se fabrican en diferentes longitudes dependiendo de los requerimientos del cliente.

Pueden elaborarse de 1,2,3 ó 4 canales longitudinales, en función de ser terminales, intermedias, o esquineras.

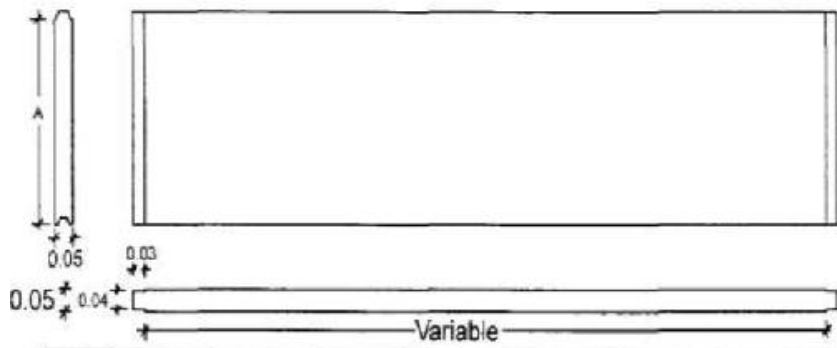
**CARACTERISTICAS DE COLUMNAS**

CUADRO No.1

DIMENSIONES	ALT. MAX. DE PARED	PESO	
		Kgs./ml	Lbs./ml
c x d (cms.)	h (mts.)		
13 x 13	2.50	30.00	62.00
14 x 14	3.50	34.00	75.00

Losetas.

Se fabrican en longitudes según cuadro No. 2, también se fabrican para casos especiales en longitudes variables y anchos de 40 y 25 cms. Otra facilidad que se presenta es que se pueden fabricar losetas con medidas especiales para utilizarse como mojinete o con huecos para ventilación.

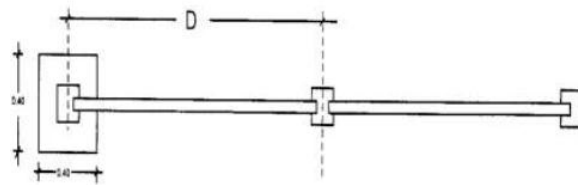


CARACTERISTICAS DE LOSETAS

CUADRO No.2

DIMENSIONES			PESO	
A	B	D	kgs.	Lbs.
0.50	1.94	2.08	93.18	205
0.50	0.94	1.08	49.09	108

DISTRIBUCION EN PLANTA



MONTAJE COLUMNA Y LOSETA MANUAL

