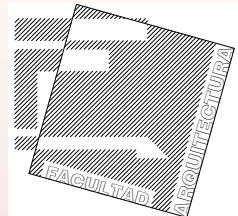




**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**TALLER JORGE GONZÁLEZ REYNA**



# **PREFABRICADOS EN LA ARQUITECTURA**

## **BREVE PANORAMA HISTÓRICO Y ESTUDIO DE CASO DE UN EDIFICIO DE USOS MIXTOS**



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**ARQUITECTA**

PRESENTA:

**HERNÁNDEZ MARTÍNEZ YULI**

SINODALES:

Dr. Arq. Álvaro Sánchez González

Dr. Arq. Jorge Quijano Valdez

Arq. Eduardo Navarro Guerrero

Arq. Alfonso Cacho Vázquez

Arq. Lorenza Capdevielle Van Dyck

Mayo de 2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

---

A los tres elementos más importantes en mi vida:

***Espíritu  
Corazón  
Mente***

A Dios, **por iluminar mi vida.**  
A Lucy, mi madre, **por ser mi apoyo.**  
A mis profesores, **por guiar mi camino.**

---

## AGRADECIMIENTOS

La primera persona a la que deseo agradecer es a Lucy, mi madre, quien con su apoyo, paciencia y fortaleza caminó lado a lado conmigo durante este viaje que no concluye, al contrario, comienza.

A mis padrinos, Javier y Esperanza, por todo su apoyo y cariño durante todo este tiempo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, Institución que me abrió las puertas y me obsequió la opción de un mundo de conocimiento, valores, y la realización de uno de mis sueños.

Al Arquitecto Alfonso Cacho Vázquez por ser un apoyo tanto en mi vida académica, laboral y personal. Y por confiar en mí.

A cada uno de mis sinodales que guiaron mis ideas de la mejor manera posible, especialmente al Doctor en Arquitectura Jorge Quijano Valdez y al Doctor en Arquitectura Álvaro Sánchez González, por su apoyo y ánimos en cada momento de esta tesis, un agradecimiento también al Arquitecto Eduardo Schütte.

Al Ingeniero Ausencio Mendoza por su ayuda cada vez que la necesite desde que comencé a vivir en este mundo.

Un agradecimiento muy especial al Ingeniero Gabriel Santana por su interés, amistad y guía; también al Ingeniero Heriberto Izquierdo, al Ingeniero Rene Carranza y al Ingeniero David Rodríguez, por su tiempo y conocimiento.

A cada una de las personas de las que he recibido, directa o indirectamente apoyo, cuidados, guías, consejos, palabras, ayuda, todo lo necesario para avanzar un paso más en mi vida.

A los que creyeron en mí, y a los que no lo hicieron también.

Gracias.

---

# CONTENIDO

## PREFABRICADOS EN LA ARQUITECTURA

### BREVE PANORAMA HISTÓRICO Y ESTUDIO DE CASO DE UN EDIFICIO DE USOS MIXTOS

#### I. INTRODUCCIÓN 1

#### 1. ANTECEDENTES Y CONCEPTOS BÁSICOS 3

##### 1.1 Panorama histórico de la prefabricación y la industrialización en el mundo 3

1.1.1 Grecia 3

1.1.2 Japón 6

1.1.3 Italia 6

1.1.4 Londres 7

1.1.5 Australia 8

1.1.6 Estados Unidos de Norteamérica 8

1.1.7 Bauhaus 10

1.1.8 Siglo XX 10

1.1.9 Francia 12

1.1.10 Unión Soviética 12

1.1.11 Gran Bretaña 13

1.1.12 Escandinavia 13

1.1.13 Alemania Occidental 15

1.1.14 Holanda 16

1.1.15 Suiza 16

1.1.16 Presfuerzo 17

##### 1.2 Panorama histórico de la prefabricación en México 18

1.2.1 Teotihuacanos 18

1.2.2 Toltecas 19

1.2.3 Mayas 20

1.2.4 Siglo XX 23

1.2.5 Panorama actual 25

##### 1.3 Generalidades y conceptos básicos 27

1.3.1 Prefabricación 27

1.3.2 Industrialización 27

1.3.3 Racionalización e industrialización 27

1.3.4 Construcción sistematizada 28

---

<b>1.4 Clasificación de los prefabricados</b>	<b>30</b>
1.4.1 Sistema cerrado	30
1.4.2 Sistema abierto	30
1.4.3 Componentes	30
1.4.4 Prefabricación según el sistema de construcción	31
1.4.5 Sistemas de prefabricación en base a su peso	32
1.4.6 Sistemas de prefabricación en base a su sistema estructural	33
1.4.7 Sistemas de prefabricación según Meyer-Bohe	35
<b>1.5 Ordenación de medidas y el módulo</b>	<b>36</b>
1.5.1 La coordinación dimensional	36
1.5.2 La coordinación modular	36
1.5.3 El módulo	37
1.5.4 Breve bosquejo histórico	37
1.5.5 Generalidades y conceptos básicos	42
1.5.6 Combinación de números en la construcción	44
<b>1.6 Conceptos básicos de diseño de elementos de concreto presforzado y prefabricado</b>	<b>45</b>
1.6.1 Preesfuerzo	45
1.6.2 Prefabricado	45
1.6.3 Concreto presforzado	45
1.6.4 Pretensado	45
1.6.5 Postensado	46
1.6.6 Materiales	48
<b>1.7 Tipos de elementos prefabricados de concreto</b>	<b>50</b>
1.7.1 Trabes "T"	50
1.7.2 Trabes "TY"	51
1.7.3 Trabes portantes	53
1.7.4 Trabes Aaastho	54
1.7.5 Trabe cajón con aletas	56
1.7.6 Trabes Universidad de Nebraska	58
1.7.7 Losas "TT"	59
1.7.8 Losa "TT" de peralte variable	60
1.7.9 Losa extruida	61
1.7.10 Losa múltiple nervada	63
1.7.11 Prelosa	64
1.7.12 Losa canal	65
1.7.13 Losa nervada "T"	66
1.7.14 Vigueta y Bovedilla	67
1.7.15 Premex cimbra	70
1.7.16 Trabe cajón	71
1.7.17 Columnas	71
1.7.18 Cimentación	73

---

<b>1.8 Algunos sistemas de prefabricados y conexiones</b>	<b>74</b>
<b>1.8.1</b> Sistema Delta de ITISA	74
<b>1.8.2</b> Sistema de losas nervadas de ITISA	77
<b>1.8.3</b> Centro comercial Auchan	80
<b>1.8.4</b> Muro spiroll SEPSA	83
<b>1.8.5</b> Sistema SEPSA	84
<b>1.9.6 Conexiones</b>	<b>87</b>
1.9.1 Conexión cimentación-columna	87
1.9.2 Conexión cimentación-muro	90
1.9.3 Conexión viga-columna	92
1.9.4 Conexión columna-columna	99
1.9.5 Conexión viga-viga	102
1.9.6 Conexiones de sistema de piso	102
<b>1.10 Precolados arquitectónicos</b>	<b>109</b>
1.10.1 Estética de las superficies	109
1.10.2 Diseño arquitectónico	110
1.10.3 Prototipos y muestras	110
1.10.4 Juntas	110
1.10.5 Color integral en el concreto	113
1.10.6 Acabados del concreto	114
1.10.7 Defectos en superficies planas. Causas y prevención	114
1.10.8 Tolerancias	115
1.10.9 Conexión de elementos prefabricados	117
1.10.10 Ventanas y puertas	124
<b>1.11 Células de instalaciones</b>	<b>125</b>
1.11.1 Elementos de las células de instalaciones	125
<b>1.12 Fabricación, transporte y montaje</b>	<b>128</b>
1.12.1 Equipo e instalaciones	129
1.12.2 Procedimiento de fabricación	133
1.12.3 Curado	134
1.12.4 Desmolde de los elementos	135
1.12.5 Almacenaje y estibas	135
1.12.6 Transporte	136
1.12.7 Montaje	137
<b>1.13 Los prefabricados y el sismo</b>	<b>141</b>
1.13.1 Estrategias antisismo en estructuras prefabricadas	142
<b>1.14 Reglamentación en el Distrito Federal</b>	<b>143</b>
1.14.1 Normas técnicas complementarias	143

---

## **2. EDIFICIO DE USOS MIXTOS** 146

<b>2.1 Edificios análogos</b>	146
2.1.1 Edificio Ermita	146
2.1.2 Plaza Marine-Novotel	148
2.1.3 Plaza Juárez	149
2.1.4 Reforma 222	151
2.1.5 Los Atrios	157
2.1.6 Parques Polanco	162
2.1.7 Turning Torso	163
2.2.8 Metrópoli Patriotismo	172
<b>2.2 Programa arquitectónico</b>	178
2.2.1 Áreas	178
2.2.2 Accesos	178
2.2.3 Lista de necesidades	179
<b>2.3 Análisis de sitio</b>	180
2.3.1 Ubicación	180
2.3.2 Uso de suelo	180
2.3.3 Ubicación geotécnica	181
2.3.4 Análisis de la zona	184
<b>2.4 Conceptualización formal</b>	185
<b>2.5 Estacionamiento</b>	187
<b>2.6 Circulaciones verticales</b>	189
2.6.1 Elevadores	189
2.6.2 Escaleras eléctricas	202
<b>2.7 Proyecto arquitectónico</b>	204
2.7.1 Contenido del proyecto arquitectónico	204
2.7.2 Planos arquitectónicos	205
<b>2.8 Proyecto estructural</b>	226
2.8.1 Tipo de cimentación	226
2.8.2 Sección de columna	230
2.8.3 Superestructura	234
2.8.4 Contenido del proyecto estructural	235
2.8.5 Planos estructurales	236
<b>2.9 Proyecto de acabados</b>	247



---

<b>2.10 Proyecto de instalaciones</b>	<b>248</b>
2.10.1 Instalación hidráulica	248
2.10.2 Instalación sanitaria	248
2.10.3 Planos del proyecto de instalaciones	249

<b>2.11 Costo de la edificación</b>	<b>265</b>
2.11.1 Costo del edificio	265
2.11.2 Honorarios del proyecto arquitectónico	267
2.11.3 Comparativo de costos	268

### **3. CONCLUSIONES** 269

<b>3.1 Ventajas</b>	<b>269</b>
<b>3.2 Desventajas</b>	<b>271</b>
<b>3.3 Conclusiones finales</b>	<b>271</b>

### **4. BIBLIOGRAFÍA** 273

## INTRODUCCIÓN

De los datos obtenidos mediante distintas publicaciones, se realizara la compilación de los datos históricos referentes a los elementos prefabricados, se presentaran también las generalidades y los conceptos básicos, para una mejor comprensión del léxico que se utiliza en la industria de los prefabricados.

Se realizara un breve análisis de la prefabricación actual en México, para comprender cuales son los avances que se han tenido, y para saber cuales son los elementos que se usan actualmente en nuestro país.

Para tener especificaciones de elementos prefabricados que se utilizaran en el diseño de una edificación, se realizará un compilado de información de los tipos y especificaciones de elementos prefabricados, esta información se tomará de publicaciones, catálogos, e información obtenida mediante los representantes de distintas empresas prefabricadoras.

Para el uso y el análisis de costos de los prefabricados es indispensable analizar la fabricación, el transporte y montaje de estos elementos, ya que dependiendo del lugar donde se realice la obra será la dificultad o facilidad del acceso de estos elementos.

Se hará también una compilación de fotos de distintos tipos de edificaciones realizadas con elementos prefabricados, para mostrar la versatilidad de estos elementos.

Con el fin de aplicar la investigación de los elementos prefabricados a una edificación, se propone la realización de un edificio de usos mixtos (estacionamiento, comercio, oficinas y vivienda) en un terreno que se presentó como propuesta y se eligió por la variedad de usos que presenta en el plan delegacional (usos mixtos); por la posibilidad de acomodar cada uno de los distintos usos en esta zona, ya que esta permite urbanamente cada uno de los usos; y por el tipo de suelo que se presenta en esta parte de la Ciudad de México (lomerío, por lo que el costo en la cimentación es menor), este terreno se encuentra en la esquina de la calle Altamirano entre las avenidas Insurgentes y Revolución, teniendo como única colindancia un edificio de 16 niveles (Poder Judicial de la Federación).

De acuerdo al tipo de edificación, usos mixtos, se realizará un programa arquitectónico, el estudio del terreno y su contexto urbano.

Se realizará en primer lugar un estudio de análogos de edificaciones de este género y se incluirán edificaciones realizadas con elementos prefabricados.

Después de esto se realizara la conceptualización formal, para pasar al proyecto arquitectónico ejecutivo, diseñando este edificio, modulándolo e intentado que sea en

su totalidad de elementos prefabricados, usando la investigación previa de éstos, es decir, el edificio nacerá con un concepto de prefabricación.

Al mismo tiempo del diseño arquitectónico se tendrá que proponer la estructura, tanto la cimentación como la superestructura, que será de elementos prefabricados (excepto la cimentación), se tendrá que tomar en cuenta de manera importante, las conexiones de los elementos prefabricados, sin olvidar el lugar en el que estamos ubicados, el tipo de suelo y recordando que estamos en una zona altamente sísmica. Teniendo ya el proyecto arquitectónico, estructural y de instalaciones, se realizará un análisis de los tiempos de ejecución de la edificación, esto repercutirá en el costo de la misma, por lo que los costos serán analizados tomando en cuenta los tiempos en los que se realiza la edificación con elementos prefabricados.

Al final de esta parte se realizará una conclusión del proyecto diseñado con elementos prefabricados, observando las ventajas y desventajas que se presentaron ya sea en el diseño del proyecto, la estructura, los tiempos, los costos, etc.

Después de la realización del diseño del edificio y hacerlo con elementos prefabricados, se tomará el mismo proyecto arquitectónico, con las mismas dimensiones y tipos de acabados, pero se rediseñarán los materiales y elementos, con los sistemas tradicionales, aplicándolos al diseño arquitectónico.

Se analizarán los tiempos de ejecución de esta edificación y los costos de la misma. Al final de estos análisis se hará una conclusión acerca de la edificación resuelta con sistemas tradicionales, anotando las ventajas y desventajas de los mismos.

Al final de la tesis se anotarán las conclusiones finales tomando en cuenta los dos casos de estudio, ventajas y desventajas de ambos sistemas y del edificio mismo.

# 1. ANTECEDENTES Y CONCEPTOS BÁSICOS

## 1.1 PANORAMA HISTÓRICO DE LA PREFABRICACIÓN Y LA INDUSTRIALIZACIÓN EN EL MUNDO

Es un hecho que en el futuro el uso de los prefabricados será una constante en el mundo de la construcción, su producción irá en aumento, por lo que su costo será menor, y aunque actualmente se habla mucho acerca de la prefabricación en la arquitectura, los elementos prefabricados no son una novedad, sus antecedentes son remotos y los podemos encontrar en diversas épocas y culturas en la historia de la construcción.

*“La producción en masa es un fenómeno característico de nuestros tiempos. Sin embargo, sólo adquiere importancia y arraigo cuando la comprensión técnica va acoplada a un punto de vista inteligente en las aspiraciones y necesidades de la Humanidad”*

*Ricardo Neutra, 1959*

### 1.1.1 GRECIA

En esta cultura los prefabricados son una constante, ya que los elementos que se utilizaron en los edificios se trabajaron en las canteras de piedra natural para que después de darles la forma requerida fueran transportados y ensamblados en el sitio de la construcción.

Esta técnica constructiva tenía mucho que ver con la dificultad para mover los grandes bloques de piedra desde las canteras hasta el sitio de la obra.

Una aportación importante de la cultura griega a la prefabricación es la **coordinación modular**.

Esta coordinación modular les servía para proporcionar sus construcciones, y no hablamos de que el objetivo de proporcionar sus edificaciones fuera por motivos únicamente tecnológicos y constructivos, lo hacían fundamentalmente por un carácter estético.

Los griegos crearon para sus construcciones un módulo, en el caso de los templos, generalmente se tomaba como el módulo el diámetro inferior de la columna.

Otra aportación importante de la cultura griega en cuanto a la modulación y proporción de las edificaciones fue el principio de la sección áurea.

Los griegos de la antigüedad clásica creían que la proporción conducía a la salud y a la belleza.

Euclides demostró la proporción que Platón había denominado “la sección” (sección áurea).

La sección áurea constituía la base en la que se fundaba el arte y la arquitectura griegos, por ejemplo, el diseño del Partenón de Atenas está basado en esta proporción.

En la Edad Media, la sección áurea era considerada de origen divino: se creía que encarnaba la perfección de la creación divina. Los artistas del Renacimiento la empleaban como encarnación de la lógica divina. Jan Vermeer (1632-1675) la usó en Holanda; pero, años después, el interés por ella decreció hasta que, en 1920, Piet Mondrian (1872-1944) estructuró sus pinturas abstractas según las reglas de la sección áurea.

El número de la sección áurea se obtiene de la siguiente manera:

$$\frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1.61803398K$$

Veamos algunos ejemplos de la modulación.

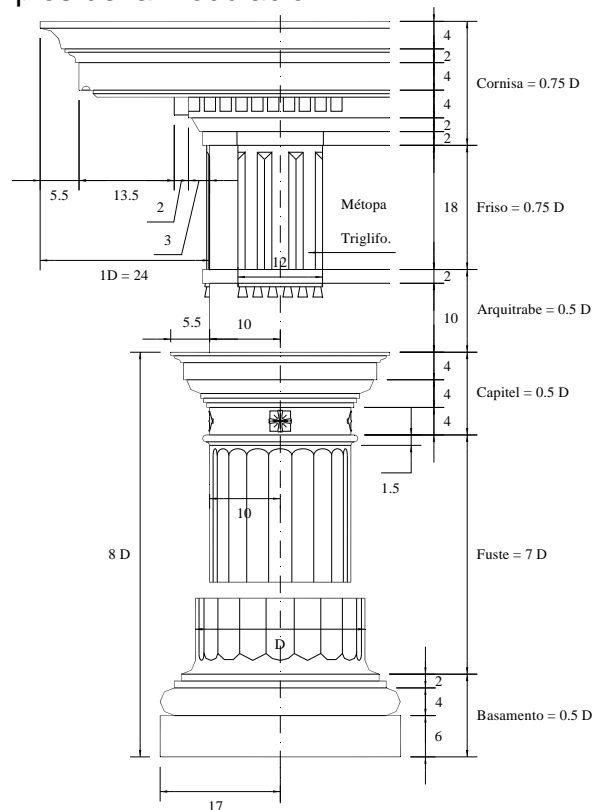


Fig. 1.1.1- Modulación en el estilo Dórico

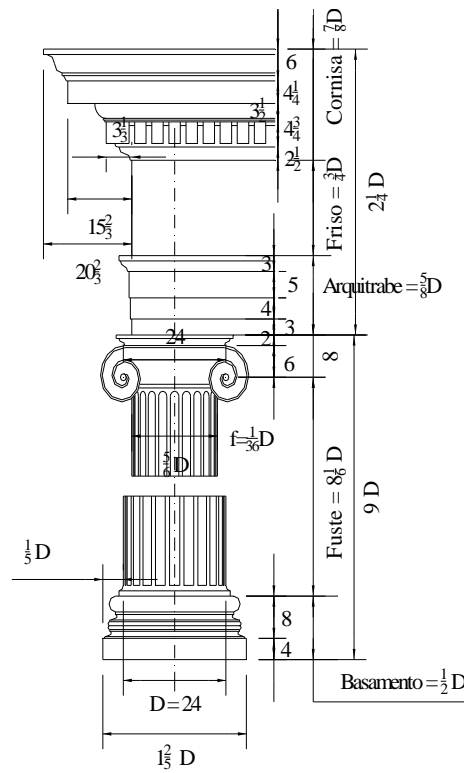


Fig. 1.1.2- Modulación del orden Jónico

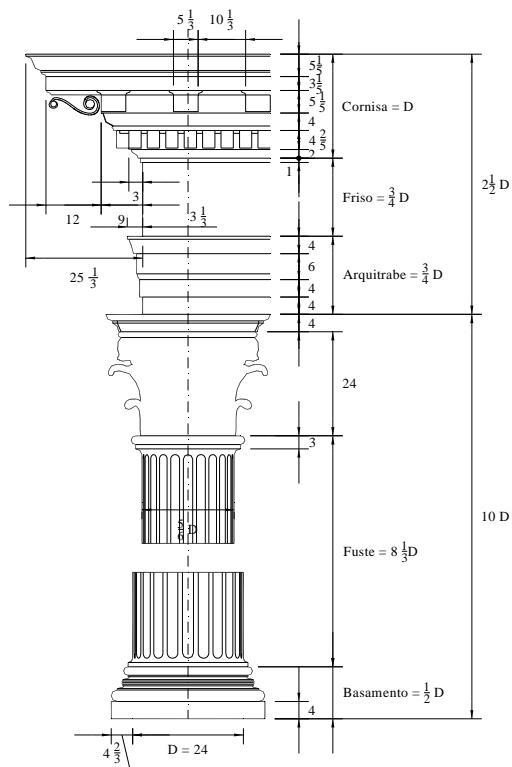


Fig. 1.1.3- Modulación del orden Corintio

### 1.1.2 JAPÓN

En Japón desde una etapa muy temprana de su historia se emplearon principios de coordinación modular.

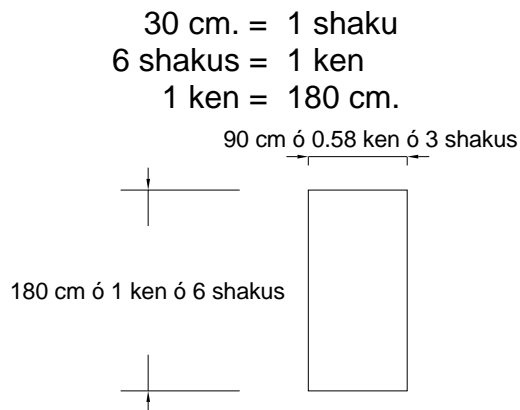
A diferencia de los griegos, los japoneses no se basaron en un número específico, para la realización de su módulo, ocupaban el “tatami” que es un módulo de paja de arroz, prensada, cosida y cubierta por una suave esterilla de junco. El tatami equivale a un petate de 1.80 x 0.90mts.

El tatami se asentaba en el piso de las diferentes habitaciones, y con ello modulaban los diferentes elementos de sus construcciones, como son las ventanas, muros, paneles, vigas, etcétera. Estas modulaciones las hacían con el propósito de racionalizar las dimensiones de sus edificios.

Así la arquitectura japonesa ha sido concebida desde sus orígenes de manera sistematizada y con un orden que toma como base la naturaleza.

Así, el orden japonés tiene como base una sólida fundamentación dimensional. Este orden está regido por el shaku, que equivale a aproximadamente 30cm, y un múltiplo del shaku es el ken, que equivale a seis shakus.

Este tipo de módulos los encontramos, por ejemplo, en la separación vertical, en sus construcciones, de los pies derechos, esta separación es generalmente 1 ken (1.80mts. aproximadamente)



*Fig. 1.1.4- Tatami, módulo japonés*

### 1.1.3 ITALIA

Para el año de 1516, Leonardo da Vinci ya había diseñado una ciudad ideal, para el rey de Francia Francisco I, la cual situaba sobre el Río Loire.

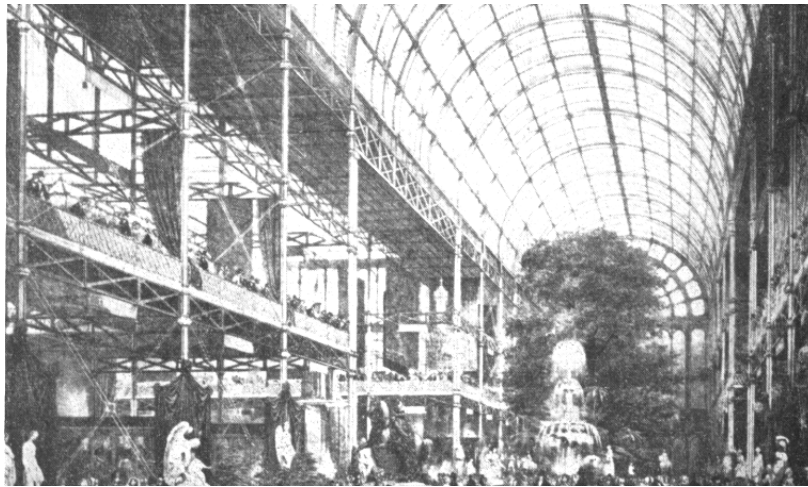
Esta ciudad era constituida por casas tipo que eran prefabricadas y desmontables, casi en su totalidad, ya que lo único que rehacía en el sitio de la obra era la cimentación.

Con el objeto de facilitar la construcción de las obras, proyectó primero un tipo básico de casa de vecindad. Luego desglosó esa casa normal, susceptible de variaciones, en varios elementos. Propuso fabricar tales elementos constructivos en talleres o factorías centrales de manera que en el solar de la obra sólo tuvieran que construir los cimientos de las casas; las piezas prefabricadas tan solo tenían reunirse y montarse.

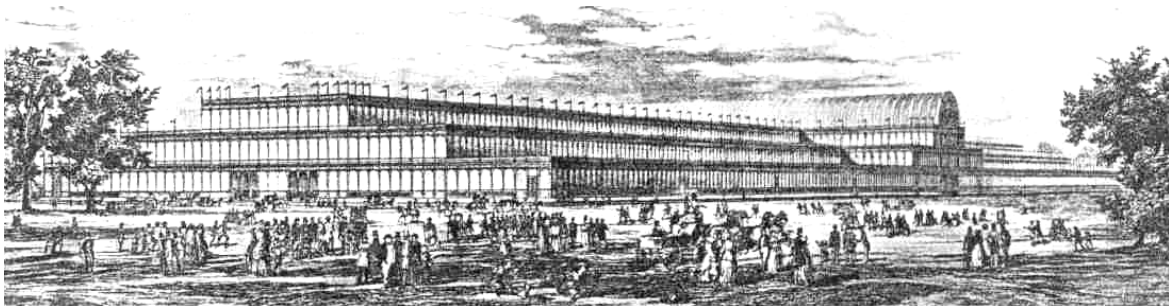
### 1.1.4 LONDRES

Una construcción histórica característica de la prefabricación, fue el Palacio de Cristal de Londres, construido en 1851 por sir Joseph Pastón, para alojar la Gran Exposición Universal. Fue construido a base de elementos prefabricados en metal y vidrio, y estos estaban coordinados modularmente.

Se conocen diversas variantes el proyecto. En 1854 fue desmontada dicha obra y transportada a Sydenham donde se montó de nuevo. Allí permaneció hasta 1936 siendo utilizada con reiteración; finalmente en esta fecha fue destruida por un incendio.



*Fig. 1.1.5- Interior del Palacio de Cristal*



*Fig. 1.1.6- Exterior del Palacio de Cristal*



Inglaterra, después de 1945 emprendió la prefabricación de casitas individuales para una sola familia. Más tarde se pudo comprobar que su perfeccionamiento técnico no había llegado a un grado de madurez suficiente. Se desistió de seguir montando casas y se exportaron más de 10,000 viviendas a países de condiciones climatológicas más favorables. Hay en Inglaterra una intensa propagación de la prefabricación en la construcción industrial en la que han sido realizadas construcciones escolares e industriales no sólo de una, sino de varias plantas por el sistema de montaje total, incluidas las ventanas y las paredes.

Aproximadamente un 90% de las escuelas inglesas se construyen actualmente a base de la prefabricación. Se emplean en ellas sistemas con armazón o esqueleto de concreto armado o de acero y aluminio.

En 1933 se patentó una invención, para la obra de fábrica de las fachadas. Del ingeniero y constructor de maquinaria Dijke, en que la obra de fábrica vista es realizada en una factoría según los principios de las cadenas de producción en serie. En 1934 se construyeron en la parte sur de Londres las primeras casas con fábrica mecánica.

Dijke considera que el ladrillo seguirá siendo a través de los siglos un material muy bello y apropiado para las fachadas.

La pequeñez del módulo del ladrillo deja gran libertad en lo referente a las dimensiones de las diferentes aberturas y de los pilares y machones que aparezcan en el paramento de las fachadas.

Dijke propuso fabricar elementos de pared con ladrillos y en forma mecánica, para transportar luego a la obra dichos elementos y allí montarlos por medio de una grúa; de este modo el material de construcción más antiguo es utilizado según los sistemas mas modernos para la prefabricación de elementos de fachada.

### **1.1.5 AUSTRALIA**

En el año de 1854 se enviaron y se armaron en Sydney, Australia cuatro casas de madera prefabricadas y desmontables; estas casas habían sido presentadas en la Exposición Universal de París.

### **1.1.6 ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA**

A mediados del siglo XIX, el norteamericano John Bogardus diseñaba diferentes tipos de edificaciones como edificios de oficinas, tiendas departamentales, bodegas, utilizando partes prefabricadas de hierro colado.

Utilizando prefabricados en partes, John Bogardus envió por barco un edificio a Santa Catalina cerca de la Habana, en Cuba. Su método de prefabricar los elementos que formaban sus edificaciones es lo que permitió que se realizaran en un lugar y poderlos transportar para ser ensamblados en otro lugar, que es lo que sucede actualmente en muchos países para aprovechar al máximo las ventajas de cada lugar.

Este fue un parte aguas para el crecimiento rápido de la prefabricación y su empleo en diversas y numerosas estructuras como puentes, almacenes, auditorios y estaciones.

Es muy particular el movimiento de la casa unifamiliar en marco de madera. Se tiene un esqueleto de muy alta calidad con plantas bastante articuladas. Sin embargo, desde el punto de vista del diseño, los constructores se inspiran en el gusto insípido de las grandes tiendas departamentales.

Desde la crisis de 1930, el Estado estuvo fomentando y contribuyendo a la financiación de las casas construidas en serie.

La casa de serie es un artículo de consumo adquirido, es un producto de confección.

La construcción de casas de pisos no tiene un papel comparable porque las viviendas de alquiler son poco solicitadas. No obstante, en los apartamentos existe un fuerte impulso hacia la racionalización de la prefabricación y el montaje. Las circunstancias económicas generales favorecen la prefabricación. Los elementos de fachada fueron empleados por vez primera en los Estados Unidos en el recrecimiento o aumento de pisos en edificios ya existentes. Los pesados rellenos de las paredes exteriores en las intangibles construcciones de los armazones o esqueletos, fueron quitados y sustituidos por elementos ligeros de fachada. La carga así suprimida era aprovechada para poder añadir a la obra nuevos pisos. Posteriormente, el sistema se cumplió en construcciones de nueva planta, donde desde el principio se aplicaban ya los elementos de fachada.

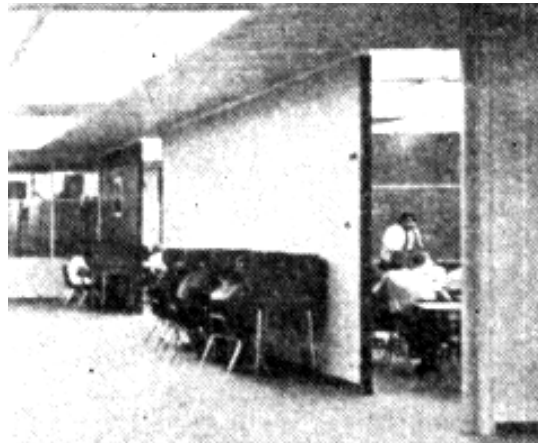
La productividad del trabajo, de 1948 a 1953 subió hasta hacerse siete veces mayor, resultado principalmente debido, visiblemente, a la prefabricación industrial.

La casa prefabricada en Estados Unidos es un símbolo de prestigio social pero, fundamentalmente, esto constituye una tendencia anacrónica. Se da gran énfasis a la racionalización general de la construcción. Como no hay impuesto sobre la producción, las industrias individuales están mucho más especializadas que en el caso de otros países.

Predominan los sistemas abiertos de prefabricación en el caso de la vivienda, esto porque los sindicatos obreros se han opuesto a la prefabricación ya que ésta supuestamente crea desempleo.

En 1970 se puso en marcha la Operación Breakthrough, importante programa gubernamental que tiene por objeto impulsar la construcción industrializada de la

vivienda, con esto se convocó a numerosas firmas de arquitectos, industriales y constructores para participar en una licitación de carácter abierto.



*Fig. 1.1.7- Sistema de construcción escolar prefabricado de EE.UU.*

### 1.1.7 BAUHAUS

Sin duda alguna una de las escuela más importantes de la arquitectura a nivel mundial ha sido la Bauhaus, desde ahí su máximo representante Walter Gropius externo que la prefabricación total, es decir la prefabricación de elementos completos, de casas enteras, debía ser evitada, ya que el decía que este tipo de edificaciones resultaba monótona, y que los seres humanos somos individuos que requerimos hacer **nuestros** los lugares donde vivimos, por eso es que actualmente cuando se crea un conjunto habitacional, al poco tiempo de que las personas habitan ese lugar, este es transformado de acuerdo a la individualidad de las personas.

### 1.1.8 SIGLO XX

Tomás Alva Edison creó en el año de 1905 un sistema de prefabricación con la utilización del concreto colado en sitio y cimbra metálica, es decir, lo que era prefabricado era la cimbra que era utilizada muchas veces para colar un tipo de elemento. Ya en el año de 1907 inventó una casa colgante utilizando el acero.

En 1915 se realizan los primeros precolados en forma industrial, paso muy importante en la prefabricación, ya que con la **industrialización**, la producción de los aumenta considerablemente.

La modulación se hace presente entre los años 1920 y 1925, a pesar de que se tomó en cuenta muchos años a tras, fue aquí cuando mediante la industrialización, la modulación pasa de ser un elemento de diseño a ser una necesidad para la producción en serie de una gran cantidad de elementos iguales y repetitivos en la edificación.

Con esto la Escuela de Chicago realiza estructuras de rascacielos, en las cuales los edificios están compartimentados y modulados, por lo que al ser elementos repetitivos se pueden fabricar varios del mismo tipo para ir armando un elemento.

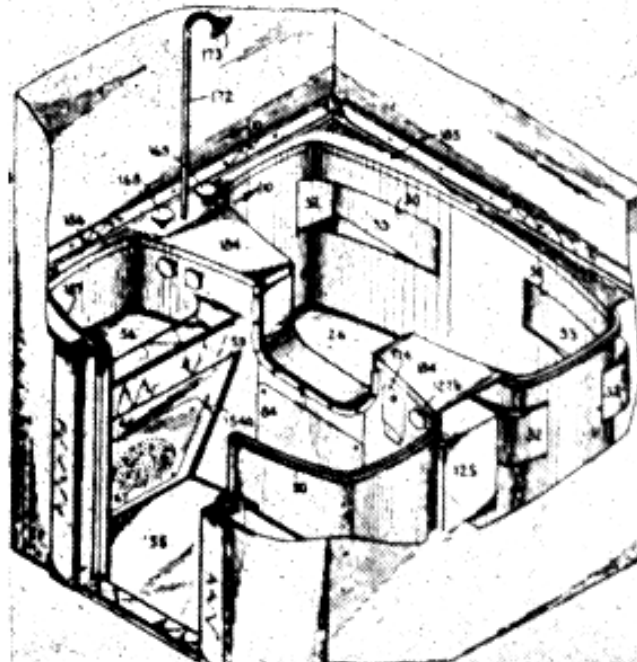
Ernst May funda en Frankfurt, Alemania en la década de los veintes una fabrica de paneles de concreto aplicada a la construcción de viviendas suburbanas.

Esta idea pareció muy hostil, pero fue llevada por inmigrantes a la Unión Soviética, Escandinavia y los Estados Unidos.

Buckminster Fuller en el año de 1928 realiza la casa Dymaxión I, con esta busca **“la máxima masa con el mínimo de espacio”**, esta casa fue un prototipo para la producción industrializada.

Aquí se marco un punto muy importante en la prefabricación, ya que hasta antes de esto se creaban elementos prefabricados, que era necesario ensamblar, pero en esta casa se llego a un objeto terminado y que era factible su repetición, es decir, se fabricaba el elemento completo.

En el año de 1946 Fuller ya había construido la casa Dymaxión II, recibió una gran cantidad de peticiones para reproducir su vivienda industrializada, pero la crisis económica termino con esa realidad.



*Fig. 1.1.8- Módulo de baño y cocina prefabricado en acero en 1937*

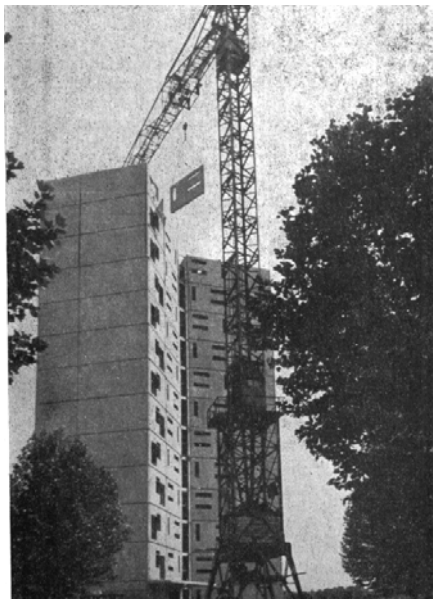
### 1.1.9 FRANCIA

Después de 1945 se desarrolla una importante industria de elementos grandes (placas o paneles) de concreto, con ayuda del gobierno. Esta corriente es impulsada por institutos de investigación científica como el CSTB (Centre Scientifique et Technique du Batiment) y por las empresas privadas.

Esto se crea con el objetivo de bajar los costos del mercado de la construcción, concentrando la atención en los puntos focales de las edificaciones pero sin tener que recurrir en la reconstrucción.

Aparecen sistemas revolucionarios como Camus, Coignet, Barets, Foulquier, Estiot, Tracoba y otros. Jean Prouvé hace grandes aportaciones en el campo del diseño arquitectónico prefabricado.

Con el surgimiento de nuevos productos prefabricados para la industria de la construcción se crea el certificado de Idoneidad Técnica (Agrément Technique) para la aprobación de nuevos productos y soluciones constructivas.



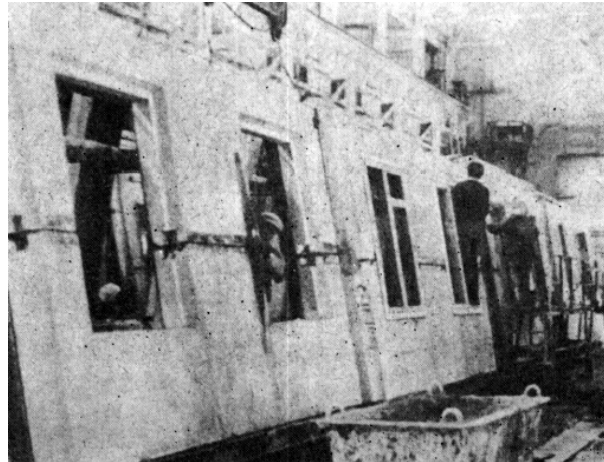
*Fig. 1.1.9- Edificio de viviendas con el sistema Camus*

### 1.1.10 UNIÓN SOVIÉTICA

Ésta economía reconoce tempranamente las ventajas de la prefabricación, por lo que se construyen numerosas y enormes plantas, basadas en diversos estudios, pero las construcciones en este punto se caracterizan por sus detalles poco inspirados y diseño monótono. Según Meyer-Bohe esto se debió a que en Rusia nunca hubo una

verdadera tradición artesanal, ni de detalles en el campo de la construcción, y cuando se pasa a la fase industrial la parte artística de la arquitectura queda reemplazada por la industrialización.

En la Unión Soviética se promueven principalmente la serialización sistemática, la normalización de medidas y las primeras tentativas de grandes proyectos urbanísticos aplicando métodos de prefabricación.



*Fig. 1.1.10- Sistema soviético de paneles pesados de concreto.*

### **1.1.11 GRAN BRETAÑA**

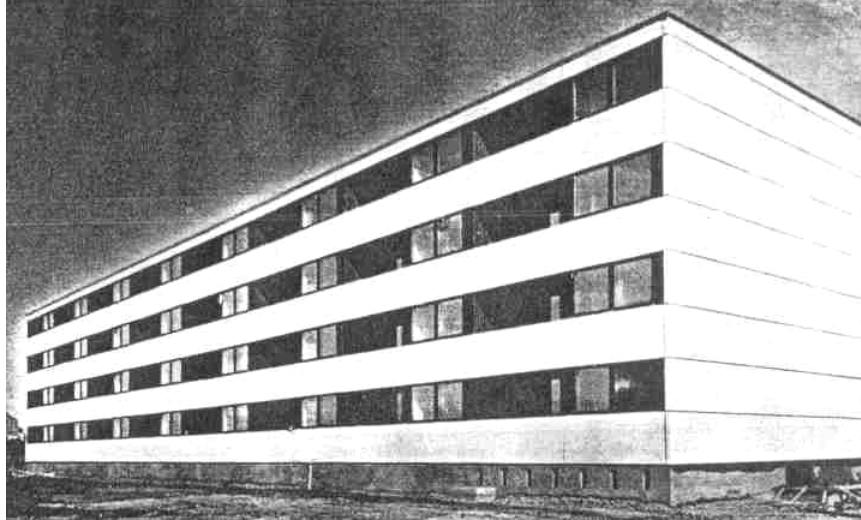
Al terminar la Segunda Guerra Mundial, se emprende la prefabricación de casas individuales (unifamiliares), pero debido a una serie de problemas, inmadurez tecnológica, economía y tradicionalismo del pueblo inglés, no tiene auge el movimiento.

Pero es en la edificación escolar donde los prefabricados son aceptados de manera exitosa por los ingleses, han sido verdaderos pioneros en este campo con sistemas tales como CLASP, SCOLA, MACE y SEAC. Casi el 100% de las escuelas actuales inglesas se construyen a base de sistemas industrializados.

### **1.1.12 ESCANDINAVIA**

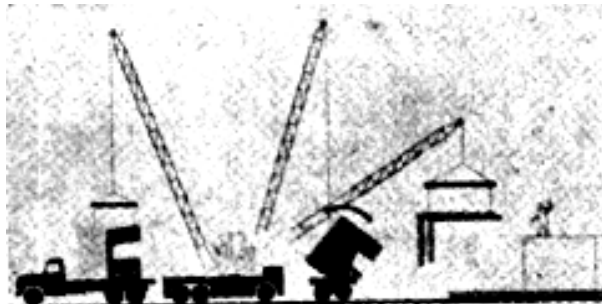
Allí ha tenido lugar un desarrollo constante y relativamente ininterrumpido de la construcción en combinación con los nuevos métodos de la prefabricación. Tanto la construcción con grandes placas de concreto para casas de pisos destinadas a vivienda, como la construcción con piezas prefabricadas de madera para casas de serie, se han ido perfeccionando mucho.

La casa Larsen & Nielsen, de Copenhague, ha tenido notable participación en el perfeccionamiento de las placas de concreto de grandes dimensiones para la construcción de casas. Una obra interesante la del Mercado Sur de Copenhague en el que los edificios de la Administración y las naves están construidos por el sistema de montaje de piezas prefabricadas.

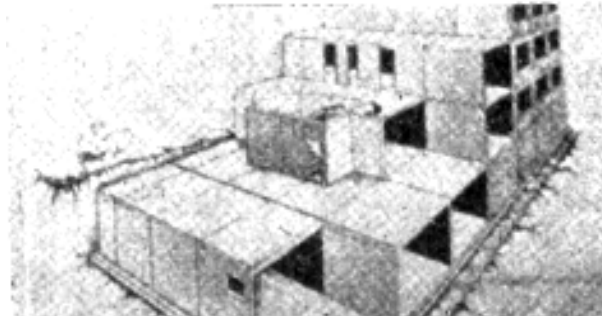


*Fig. 1.1.11- Sistema Larsen & Nielsen*

Otros sistemas empleados de gran solidez desarrollados gradualmente a través de los años son Jespersen, Ohlsen & Skorne, Allbeton y otros.



*Fig. 1.1.12- Montaje en el sistema Allbeton*



*Fig. 1.1.13- Módulos en el sistema Allbeton*

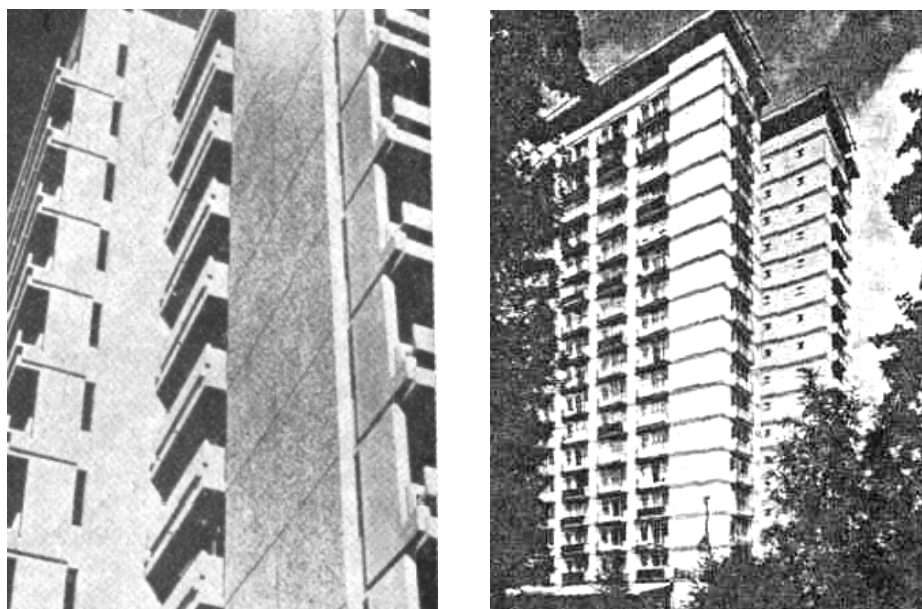


Fig. 1.1.14 y 1.1.15- Sistema Allbeton de Suecia, a base de muros portantes de concreto

### 1.1.13 ALEMANIA OCCIDENTAL

Las primeras tentativas de prefabricación se hicieron en 1925 y 1930 en Francfort del Maine, donde bajo la dirección de Ernesto Mai se construyó una serie de grupos de viviendas entre los cuales destacan los Römerstadt, Westhausen y Praunheim.

En una nave de la Feria se prefabricaron entonces placas pómez de gran tamaño: de 20 x 300 x 110 cm. El peso de tales elementos era de unas 1.25 toneladas. El montaje del tipo de dos pisos duraba dos días.

Los techos-pisos eran de vigas Visantioni. En las fachadas exteriores se emplearon placas cubiertas con gravilla y de juntas visibles. Después de 1933 se extinguieron totalmente estas tentativas y esfuerzos.

Después de largos años de guerra se deseaba una gran seguridad y construcciones bien sólidas. Con lo cual se dificultó una cálida coyuntura constructiva para la prefabricación porque con los métodos tradicionales de construcción se encontraba sin riesgo dinero fácil. El elemento industrialmente calculado sólo interesaba desde el punto de vista de una aguda competencia.

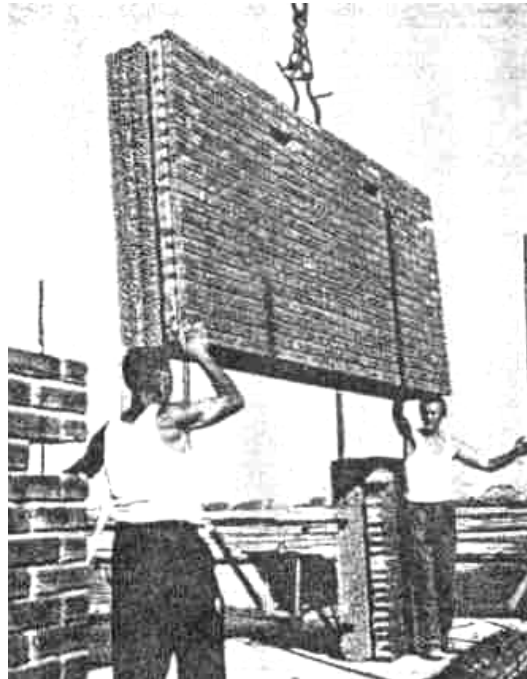
Se ha desarrollado una enorme industria de la prefabricación en Alemania. De 1959 a 1966 se construyeron 80,000 viviendas con elementos prefabricados de concreto en Alemania, dándose mayor énfasis a las edificaciones en multipiso. Tan sólo en la ciudad de Hamburgo, de 1967 a 1968 se construyeron 4,700 viviendas prefabricadas. Había 117 empresas fabricantes que en 1966 hicieron 34,000 viviendas prefabricadas.



### 1.1.14 HOLANDA

En este país se ha desarrollado enormemente el campo de la prefabricación de la vivienda. Tanto el gobierno como las empresas privadas han impulsado el movimiento, así como el Bouwcentrum (Centro de la Construcción) en Rotterdam.

Hoy en día, los arquitectos y las firmas diseñadoras más importantes del mundo han mostrado su gran interés por la industrialización de la construcción en Holanda.



*Fig. 1.1.16- Colocación de elementos de pared con el método holandés*

### 1.1.15 SUIZA

En Suiza a pesar de no existir allí los daños ocasionados por la guerra, se ha hecho notar también la falta de viviendas. Lo cual ha fomentado el desarrollo de algunos sistemas de fabricación de sólidas y grandes placas. La construcción maciza tradicional pierde, en los países industrializados, su puesto de primera línea.

La construcción a base de piezas prefabricadas es sencilla, técnica y constructivamente limpia y de una estética convincente para los suizos.

### 1.1.16 PRESFUERZO

Hemos estado hablando de los elementos prefabricados, pero que pasa con el presfuerzo que es fundamental en la evolución de los sistemas estructurales prefabricados.

La idea de presforzar el acero en los elementos de concreto surgió a finales del siglo XIX, a raíz de que las secciones de concreto reforzado sometidas a flexión resultan demasiado grandes y debían tolerar agrietamiento.

Las primeras estructuras que se construyeron usando el presfuerzo no funcionaron debido al alto costo que representaron comparados con las estructuras de concreto reforzado, y a la baja resistencia de los materiales (200 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto y 3,000kg/cm<sup>2</sup> para el acero).

Año	Autor	País	Descripción
1886	Jackson	EE.UU.	Patente para losas de piso postensadas
1888	Doehring	Alemania	Patente para precomprimir el concreto por medio de barras de acero
1908	Steiner	EE.UU.	Procedimientos para compensar las pérdidas de presfuerzo por contracción y flujo plástico
1925	Dill	EE.UU.	Postensado con barras recubiertas para evitar adherencia

*Fig. 1.1.17- Primera etapa del presfuerzo por el Dr. Horacio Ramírez de Alba e Ing. Elizabeth Adriana Valdez Medina*

Posteriormente con el desarrollo de la tecnología de los materiales de alta resistencia se logro una mejora en el comportamiento estructural de los elementos sometidos a presfuerzo lo que permitió la aplicación práctica de estos elementos en forma económica y competitiva.

Año	Autor	País	Descripción
1928	Freyssinet	Francia	Uso de alambres de alta resistencia (1750 MPa)
1930	Hoger	Alemania	Desarrollo del pretensado, primera cama del presfuerzo
1939	Freyssinet	Francia	Desarrollo de sistemas de anclaje prácticos y cilíndricos hidráulicos de doble acción
1940	Magnel	Bélgica	Desarrollo del primer sistema de presfuerzo completo

*Fig. 1.1.18- Segunda etapa del presfuerzo por el Dr. Horacio Ramírez de Alba e Ing. Elizabeth Adriana Valdez Medina*

A partir de esto el concreto presforzado ha tenido un desarrollo creciente.

En 1965 aproximadamente el 97% de los puentes en Alemania se construyeron de concreto presforzado. En Estados Unidos las primeras aplicaciones fueron en depósitos cilíndricos con presfuerzo perimetral.

## 1.2 PANORAMA HISTORICO DE LA PREFABRICACIÓN EN MÉXICO

Las culturas prehispánicas de Mesoamérica tuvieron diversas experiencias relacionadas con la prefabricación.

Así, los toltecas, con sus atlantes y pilares del templo de Tlahuizcalpantecuhtli, llegaron a una solución de prefabricación en piedra formada de diversas partes que se ensamblan conforme al principio de “caja y espiga”. Los elementos decorativos de las fachadas de algunos templos mayas, concebidos en base a principios de repetividad y producción masiva, constituyen otra remota aportación.

Los arquitectos teotihuacanos empleaban maquetas de piedra como medios auxiliares de representación, las cuales estaban constituidas por piezas prefabricadas que se ensamblaban perfectamente entre sí.

Veremos a continuación ejemplos de lo antes mencionado refiriéndonos a diferentes culturas.

### 1.2.1 TEOTIHUACANOS

Los teotihuacanos destacaron como grandes arquitectos e ingenieros, ya que proveyeron su ciudad de servicios públicos tales como redes de desagüe (canalización de aguas pluviales mediante conductos y registros subterráneos), baños colectivos, centro administrativo, talleres, mercado, teatros, juegos de pelota, etcétera.

Pero también eran prefabricadores ya que los arquitectos teotihuacanos empleaban maquetas de piedra como medios de representación de sus edificios, pero lo interesante de estas maquetas es que están constituidas por piezas prefabricadas que forman un ingenioso sistema de ensamble.

Pero no solo eso, también prefabricaron los elementos decorativos en muchos de sus templos, tal es el caso del Quetzalpapalotl, en el que sus elementos eran contruidos en el piso y posteriormente levantados y colocados en su lugar definitivo.

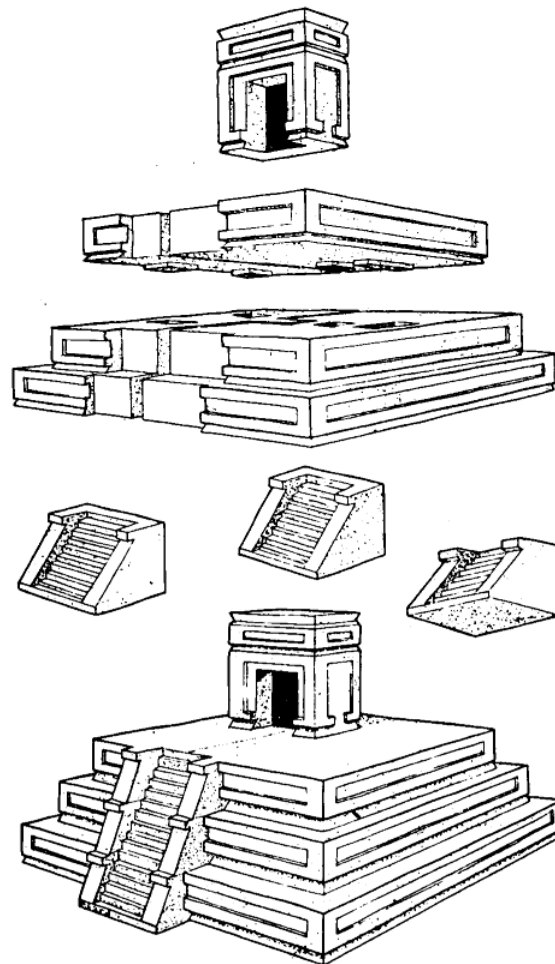


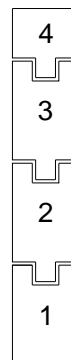
Fig. 1.2.1- Maqueta teotihuacana de un templo a base de elementos prefabricados en piedra

## 1.2.2 TOLTECAS

De especial interés para el arquitecto de hoy que estudia la arquitectura tolteca de Tula, son los célebres pilares y atlantes (llamados también cariátides o telamones) del Templo de Tlahuizcalpantecuhtli. Los atlantes son columnas esculpidas que, al igual que los pilares rectangulares, soportaban la viguería del techo. Aparte de sus notables méritos de estética escultórica, los atlantes y los pilares constituyen una enorme aportación arquitectónica en el campo de la prefabricación, ya que están formados cada uno de ellos por cuatro enormes trozos de piedra que se ajustan y embonan perfectamente entre sí por medio del principio de unión “de caja y espiga” (o sea, agujero y pivote). La altura total de estas columnas es de 4.65 metros y cada uno de los cuatro elementos prefabricados pesa cerca de tres toneladas.



*Fig. 1.2.2- Atlantes*

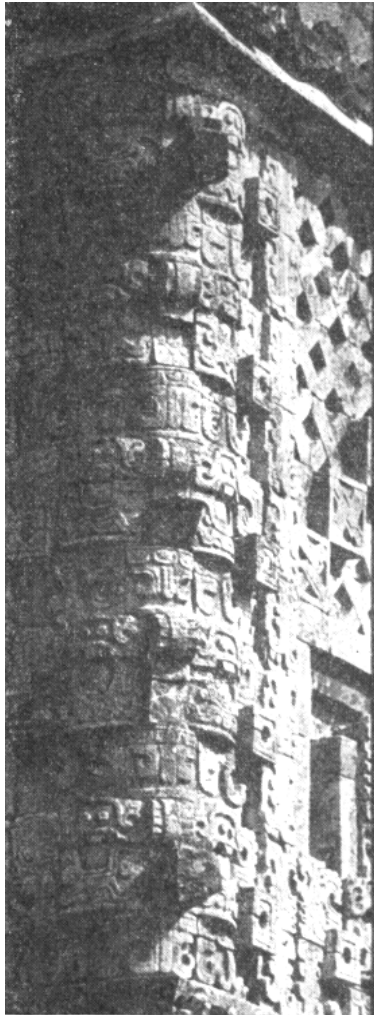


*Fig. 1.2.3- Machimbrado de piezas para los atlantes*

### 1.2.3 MAYAS

Veamos el estilo decorativo Puuc (típico del norte de la península de Yucatán), sus dos características básicas fueron la **repetición** y la **geometría** en las formas. Estos dos factores se combinaron para hacer del arte de Yucatán uno de los más espectaculares ejemplos de obra arquitectónica producida masivamente y que lleva a la prefabricación de los elementos decorativos.

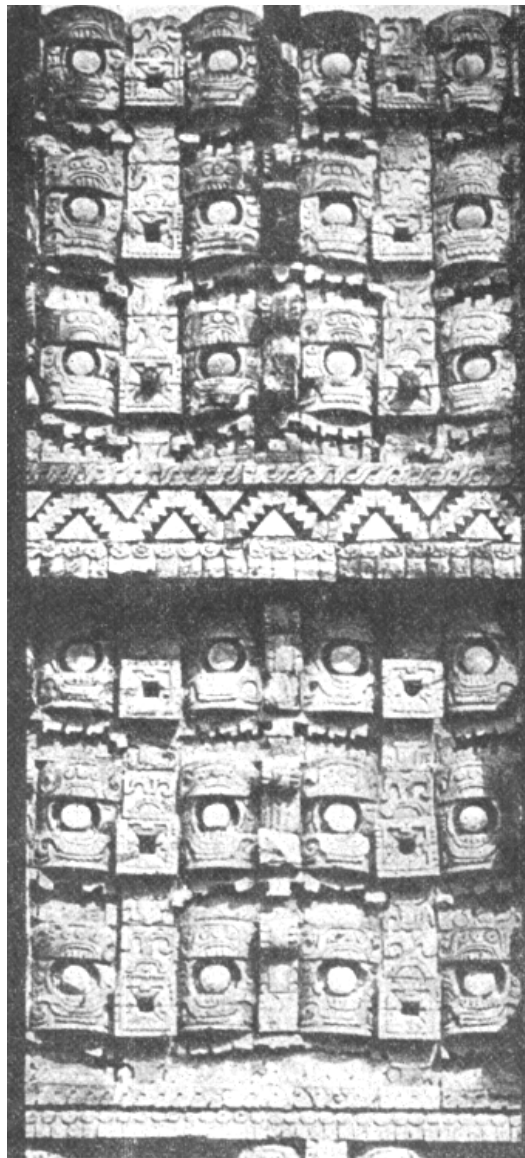
Un magnífico ejemplo de esto es el Palacio del Gobernador en Uxmal. Esta vasta edificación, de casi cien metros de longitud, está coronada por un enorme friso de mosaico de tres metros de alto que rodea a la construcción.



*Fig. 1.2.4- Elementos decorativos prefabricados en la fachada del Palacio del Gobernador en Uxmal*

Un estudio de los elementos decorativos de este friso nos revela que cada piedra mide entre 20 y 60 centímetros de largo y pesa entre 25 y 80 kilogramos. Hay además alrededor de 150 máscaras del dios Chaac de un metro de ancho y 70 centímetros de alto cada una. Estas 150 máscaras se componen de un total de 300 ojos, 300 cubrecejias, 300 colmillos ganchudos y 300 orejas, cada una de estas últimas hecha de dos piezas para facilitar la perforación, lo cual da 600 piezas de oreja. La composición íntegra consta de 20,000 piezas prefabricadas que se montaban en obra, embonando perfectamente sobre la estructura cruciforme pétreo que servía de base. Hubo un estudio perfecto de **normalización, coordinación dimensional, juntas y tolerancias.**

Otro ejemplo notable de estos elementos prefabricados lo constituye el Codz-Poop, en el imponente palacio en Kabah.



*Fig. 1.2.5- Fachada del Codz-Poop*

Los talleres de los canteros y escultores operaron sin duda de acuerdo con sistemas de prefabricación, y de racionalización de la mano de obra que exigían una organización que va de acuerdo con nuestra idea actual de producción masiva.

Al respecto, el arquitecto Pedro Ramírez Vázquez comenta: “Para hablar en términos contemporáneos, la arquitectura maya fue básicamente en su construcción y su ornamentación una arquitectura prefabricada que exigía una preconcepción y un diseño definidos, una manufactura organizada y sistemática, una producción ordenada y un sistema metódico de montaje, ya que de ninguna otra manera pudo haberse concebido su maravillosa ornamentación escultórica. Se trató de una producción masiva determinada por condiciones que aún sobreviven, una

abundancia de mano de obra de alta calidad, una organización colectiva con un alto sentido disciplinario y un respeto por la dirección técnica.

La lección de la arquitectura maya para los arquitectos contemporáneos mexicanos no se limita a su valor estético sino que estriba también en su rigurosa exactitud técnica, que dio como resultado la prefabricación.

## 1.2.4 SIGLO XX

Desde el año de 1925 existían fábricas de productos con columnas que el cliente podía elegir de acuerdo a su gusto.



*Fig. 1.2.6- Columnas prefabricadas*

En el año de 1955 llega a México el sistema de piso aligerado que llamamos vigueta y bovedilla, y que actualmente es muy usado en los sistemas de entrepisos principalmente en edificaciones de vivienda y que hasta ahora ha dado muy buenos resultados.



*Fig. 1.2.7- Sistema de piso de vigueta pretensada y bovedilla de cemento-arena*

En México la primera aplicación del prefuerzo fue en 1956, y consistió en un puente sobre el Río Santa Catarina en la Ciudad de Monterrey que significaría el inicio de un desarrollo importante que incluye las propuestas de sistemas de prefabricación para edificación y aplicaciones importantes en puentes, pasos a desnivel y viaductos.



En la década de 1960 se construyeron escuelas (CAFCE, Arq. Pedro Ramírez Vázquez) con zapatas, columnas prefabricadas, traveses "I" de sección variable y sistemas de losa con canaletas.



*Fig. 1.2.8- Cimentación del sistema CAFCE*



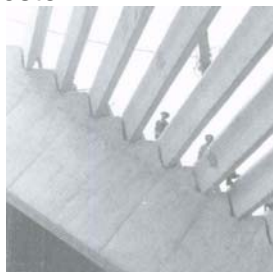
*Fig. 1.2.9- Montaje de traveses "I" de sección variable para las aulas del sistema CAFCE*

En 1962 la empresa Ordic, construyó un conjunto habitacional en San Juan de Aragón, DF, de 900 casas-habitación, empleando una planta prefabricadora que se encontraba instalada a pie de obra.



*Fig. 1.2.10- Prefabricación a pie de obra*

También en esta década (1960) se construye el estadio azteca, utilizando el sistema de prefabricación para las gradas de este.



*Fig. 1.2.11- Gradería prefabricada del Estadio Azteca*

En la década de 1970 se comienza la construcción de bodegas con trabes STT.

Para 1975 se construye la fábrica Meteoro del Ing. Carlos González Flores mediante elementos prefabricados, así como el edificio central de la ICA en donde se utilizaron por primera vez en México los elementos "TT"



*Fig. 1.2.11- Edificio central de la ICA*

## 1.2.5 PANORAMA ACTUAL

En la actualidad uso de la prefabricación en México se observa principalmente en las vialidades, con la construcción de nuevos tramos de vialidades en primeros y segundos pisos, así como distribuidores viales.



*Fig. 1.2.12- Montaje de columna B-214 del Segundo piso del Periférico*



*Fig. 1.2.13- Montaje nocturno de traves del Segundo piso del Periférico*



*Fig. 1.2.14- Montaje de elementos del Segundo piso del Periférico*

Pero en las estructuras de las edificaciones el acero ha sido el material que se ha adueñado de la prefabricación.

Aunque los inversionistas se ven un poco renuentes al uso de estos elementos, ya que la inversión que se debe tener en anticipos es alta, es decir, se debe tener una buena solidez económica.



*Fig. 1.2.15- Auditorio Gota de Plata. Pachuca 2006 (Prefabricación de fachadas)*

Pero la prefabricación en México va avanzando y adecuándose a lo que implica la construcción en nuestro país (sismos, suelos, costos) y con la investigación que se desarrolla en cada empresa prefabricadora pero principalmente en el CENAPRED y en el Instituto de Ingeniería de la UNAM el desarrollo podrá continuar.

## 1.3 GENERALIDADES Y CONCEPTOS BÁSICOS

En primer lugar, es preciso aclarar las diferencias entre los términos **prefabricación e industrialización de la construcción**, ya que frecuentemente se confunden o se emplean indistintamente.

### 1.3.1 PREFABRICACIÓN

La prefabricación se refiere a la transferencia, en diversas proporciones y niveles, de las operaciones de fabricación de los componentes que integran un edificio, del sitio de la obra a fábricas o talleres. Dichas operaciones pueden ser absolutamente independientes del sitio de la obra o asociadas a éste (prefabricación a pie de obra). Las únicas operaciones que no se realizan en el taller o fábrica son la transportación de los componentes al sitio de la obra y el montaje de éstos en la obra.

**La prefabricación es la fabricación de componentes de la construcción, antes de que éstos lleguen al sitio de la obra.**

Esta fabricación puede poseer diversos grados de sofisticación, desde un nivel que podríamos llamar tradicional o artesanal hasta uno totalmente tecnificado y, por ende, industrializado.

### 1.3.2 INDUSTRIALIZACIÓN

La industrialización de la construcción, en cambio, **es el empleo en forma racional y mecanizada de materiales, medios de transporte y técnicas de la construcción con el fin de obtener una mayor productividad.** La industrialización tiende a reducir el número de horas-hombre empleadas en la obra mediante un alto grado de mecanización. Generalmente conlleva la normalización y tipificación, coordinación modular y prefabricación de los componentes utilizados, así como procedimientos especiales de administración, organización y programación. Los mejores resultados se obtienen a través de un equipo interdisciplinario de arquitectos, ingenieros, fabricantes y contratistas.

### 1.3.3 RACIONALIZACIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN

Según Schmid y Testa, la renovación de los métodos de edificación puede intentarse, básicamente de dos maneras, racionalización e industrialización de la construcción.

#### RACIONALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Los métodos tradicionales de la construcción se reconsideran, y cada operación es repensada, dinamizada y modernizada.

La racionalización de la construcción tiene que ver fundamentalmente con el proceso de la construcción, es decir, la obra y el contratista. El proyecto existente no sufre grandes modificaciones, pero el proceso constructivo se racionaliza, se actualiza y se expedita mediante la aplicación de las medidas siguientes:

1. Utilización de maquinaria moderna.
2. Utilización de elementos prefabricados simples en tanto que sus dimensiones se adapten al proyecto específico existente (elementos de entepiso pretensados, ventanas normalizadas, etcétera).
3. Ejecución de trabajos a precio fijo, o precio alzado, por un contratista general.
4. Control del avance y retrasos de la construcción a intervalos, mediante el empleo de análisis de redes (ruta crítica - CPM - y PERT).
5. Control de costos mediante un plan contable y procesamiento electrónico de la información

## INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

El proceso de construcción es enteramente industrializado a través de un enfoque de sistemas. El proceso de construcción tradicional es reemplazado por el montaje (o construcción) en seco.

Contrariamente a la racionalización, la industrialización de la construcción no sólo incide sobre algunas operaciones aisladas, sino que comprende el proceso entero de la construcción desde la etapa de planeación hasta las de ejecución y evaluación.

Se inserta o envuelve al arquitecto y su proyecto dentro del proceso de renovación.

### 1.3.4 CONSTRUCCIÓN SISTEMATIZADA

La construcción sistematizada o sistémica está basada, como su nombre lo indica, en el concepto de **sistema**, que lo podemos entender como una **totalidad funcional formada por partes que pueden ser diversas entre sí, pero siempre integradas, sujetas a un plan o propósito común.**

En el caso de un sistema constructivo, éste podría definirse como un conjunto de partes constructivas que han sido concebidas y fabricadas para ser ensambladas sin requerimiento de ajuste o desperdicio. Este sistema está constituido a su vez por sub-sistemas.

Un sub-sistema es una serie de partes identificadas, completas, diseñadas, físicamente integradas, coordinadas dimensionalmente e instaladas, las cuales funcionan como una unidad dentro de límites de funcionamiento y trabajo o rendimiento prescritos.

Básicamente, la construcción sistematizada consiste en el planeamiento del proceso de la edificación, concentrándose en el problema de cómo organizar ese proceso para obtener un nivel óptimo de productividad.

La construcción sistematizada implica una identificación y descomposición de las partes básicas de un edificio, seguida por una síntesis o reconstrucción de esas partes en varias soluciones que satisfagan los requerimientos planteados por los usuarios.

La industrialización es el medio o herramienta más eficaz que emplea la construcción sistematizada para alcanzar sus fines.

El planeamiento arquitectónico en la construcción sistematizada consiste en un análisis de funciones y recursos técnicos, y posteriormente se requiere un alto grado de interpretación creativa.

Su aplicación nos conduce a una arquitectura en la cual ya no existen diferencias jerárquicas el diseño, función, construcción y economía.

La naturaleza y el contenido de la construcción sistematizada pueden describirse desde tres puntos de vista: estructura organizada, estructura técnica y planeamiento.

### **ESTRUCTURA ORGANIZADA**

Se compone de:

1. El sistema en sí, descrito por medio de un catálogo de elementos y componentes, tabla de codificación, lista de precios de los componentes e instrucciones para el montaje.
2. Organización de la producción.
3. Organización del almacenamiento y ventas.
4. Organización del montaje.
5. Organización del planeamiento y del desarrollo.

En algunos casos todos estos organismos están unidos bajo una sola autoridad. En otros casos una compañía toma un sistema ya existente en base a una licencia y concentra en sus propias manos la producción, el almacenamiento, las ventas y el montaje. La estructura organizativa asegura una producción mantenida y da al cliente la garantía de obtener los componentes deseados sin esperas largas.

### **ESTRUCTURA TÉCNICA**

Consta de:

1. Los elementos y componentes, que pueden ser, por ejemplo:
  - \* *Muros - cimentación*
  - \* *Columnas - puertas*
  - \* *Cubierta - ventanas*
  - \* *Entrepisos - instalaciones*
  - \* *Plafón - escaleras, etcétera.*
2. Conectores y soportes.
3. Empaques para juntas y aislamientos.

La estructura técnica garantiza que los diversos componentes se adapten o acoplen unos a otros, que el montaje se lleve a cabo sin complicaciones y que los requerimientos climáticos se satisfagan.

### **ESTRUCTURA DE PLANEAMIENTO**

La estructura de planeamiento comprende:

1. El sistema modular, al que el sistema está asociado.
2. La combinación de los componentes sobre esta base modular de manera de formar el sistema constructivo completo.

El planeamiento garantiza que el proyecto del arquitecto esté de acuerdo con el sistema. A la vez asegura que los elementos y componentes, que pueden ser fabricados por diferentes productores, sean compatibles entre sí.

## 1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS PREFABRICADOS

### 1.4.1 SISTEMA CERRADO

El sistema cerrado es aquel que utiliza componentes fabricados en serie que no se pueden intercambiar con otros de procedencia ajena al propio sistema, y que exigen una coordinación estricta en las fases de proyecto, fabricación, transporte y montaje de los componentes.

### 1.4.2 SISTEMA ABIERTO

El sistema abierto es aquel que utiliza componentes fabricados en serie de distinta procedencia que se prestan a combinaciones muy variables e intercambiables en alto grado.

Los primeros sistemas que aparecieron fueron desarrollados por una sola organización y, por tanto, son sistemas cerrados. Pero, debido a que los arquitectos exigieron una mayor libertad y diversidad en el diseño se llegó a los sistemas abiertos, donde se obtiene una intercambiabilidad de los mismos.

### 1.4.3 COMPONENTES

El proceso de diversificación de los elementos puede llevarse al extremo de que ya sea imposible hablar de un sistema. Al llegar a esta etapa el arquitecto se enfrenta al problema de diseñar cualquier tema arquitectónico empleando para ello un amplísimo catálogo de componentes, de las más diversas procedencias.

Esto se logra mediante el cumplimiento de los siguientes requisitos:

1. Las técnicas de junteo y empaque deben ser tan sofisticadas que permitan el acoplamiento de los componentes del origen más diverso y seleccionados al azar.
2. Todos los componentes deben estar basados en un módulo común que asegure un ensamble perfecto.
3. Tener una normalización y tipificación.
4. El aspecto funcional u operativo de edificios construidos a base de Sistemas, también está sujeto a un proceso de apertura y desenvolvimiento.

## 1.4.4 PREFABRICACIÓN SEGÚN EL SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN

### PREFABRICACIÓN MÓVIL A PIE DE OBRA

La prefabricación móvil a pie de obra exige reducidos elementos de instalación por lo que su capacidad de producción es limitada. Su gran ventaja está en la facilidad de adaptación del sistema a todos los tipos de obra, plantas y formas arquitectónicas.

La elaboración de proyectos normales para una prefabricación móvil a pie de obra se lleva a cabo por una oficina estable o fija que proporciona las instrucciones precisas y detalladas a la empresa ejecutora.

### PREFABRICACIÓN ESTACIONARIA EN TALLERES FIJOS

En este caso el local de la prefabricación queda separado de la obra.

La fabricación se hace en forma estacionaria. Los moldes de los elementos descansan sobre el pavimento de la nave y a la altura necesaria para el trabajo, unos al lado de otros. En la mayoría de los casos lo hacen sobre una mesa basculante que, al desencofrar, es levantada por medio de la grúa-puente de la nave hasta alcanzar una determinada inclinación.

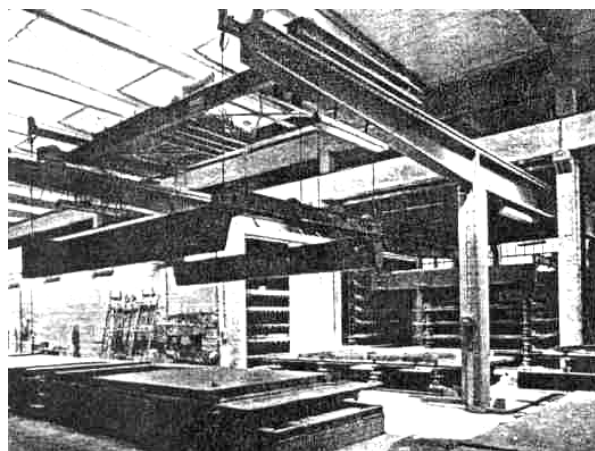
Desde el punto de vista de la economía de fabricación, surgen nuevos problemas:

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

La alimentación de las mesas de moldeo con concreto fresco se efectúa por medio de las grúas.

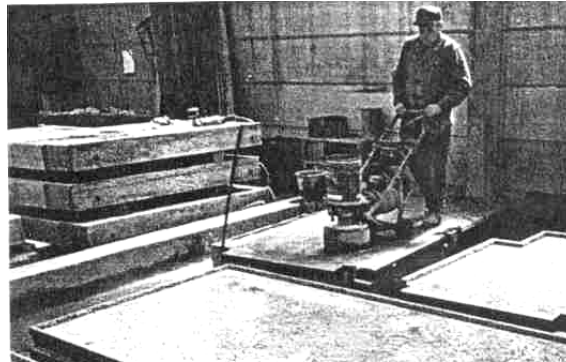
Una vez vertido el concreto en la mesa de moldeo se vibra mecánicamente.

En una zona de acabado e inspección, las placas son lavadas, recogidas por el control y pulidas.

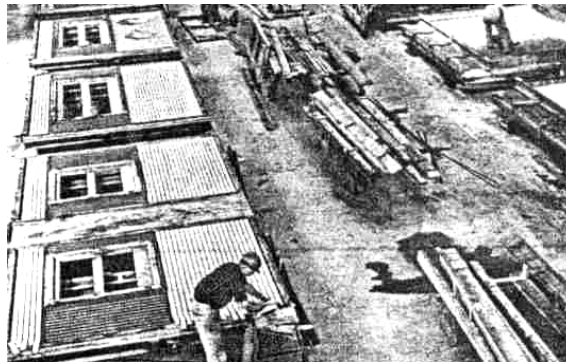


*Fig. 1.4.1- Funcionamiento de la grúa*





*Fig. 1.4.2- Vibrado de placas*



*Fig. 1.4.3- Fabricación de paredes exteriores*



*Fig. 1.4.4- Patio de almacenado*

## **1.4.5 SISTEMAS DE PREFABRICACIÓN EN BASE A SU PESO**

Otra manera de clasificar los diversos sistemas de prefabricación es en base al peso de los elementos que los constituyen. Así, tenemos:

### **PREFABRICACIÓN LIGERA**

Es aquella que precisa de maquinaria para manejar elementos hasta de 500 kilos de peso, independientemente de su volumen.

### **PREFABRICACIÓN MEDIA**

Es la que requiere maquinaria para manejar elementos cuyo peso está entre los 500 y los 1,000 kilos.

### **PREFABRICACIÓN PESADA**

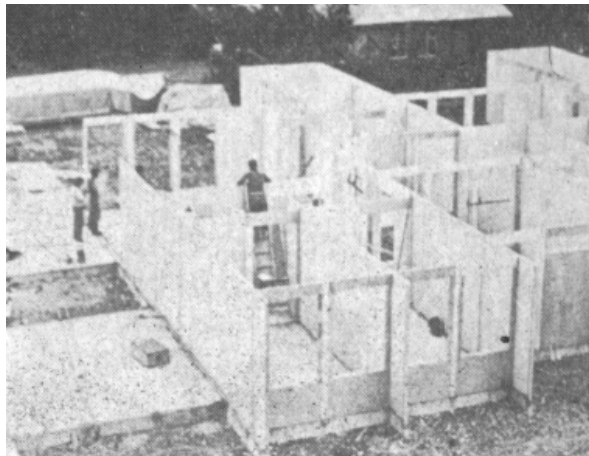
Es la que precisa de maquinaria de manejo para elementos cuyo peso sobrepasa los 1,000 kilos.

## **1.4.6 SISTEMAS DE PREFABRICACIÓN EN BASE A SU SISTEMA ESTRUCTURAL**

De acuerdo con el profesor polaco Bohdan Lewicki, las construcciones prefabricadas en concreto, según su sistema estructural, se clasifican de la siguiente manera.

### **MUROS DE CARGA**

Construcciones a base de muros de carga (muros completos o en paneles). A veces se agregan traveses de manera de reducir el espesor de la losa. Dependiendo de la dirección de los muros en relación con el eje longitudinal del edificio, se clasifican en longitudinales, transversales y cruzadas (ambas direcciones).



*Fig. 1.4.5- Edificación a base de muros de carga*

### **ESQUELETO O ARMazón RESISTENTE**

1. Con columnas y vigas prefabricadas, formando marcos espaciales. Las juntas presentan el mayor problema y generalmente se resuelven a base de colados en sitio.
2. Con losas y sin traveses. Las losas descansan directamente sobre las columnas y van fuertemente reforzadas.
3. Con marcos prefabricados. Hay numerosas variantes, dependiendo de la geometría del marco: en "H", en "U" invertida, en doble cruz "+ +", etcétera.



*Fig. 1.4.6- Edificación a base de armazón resistente*

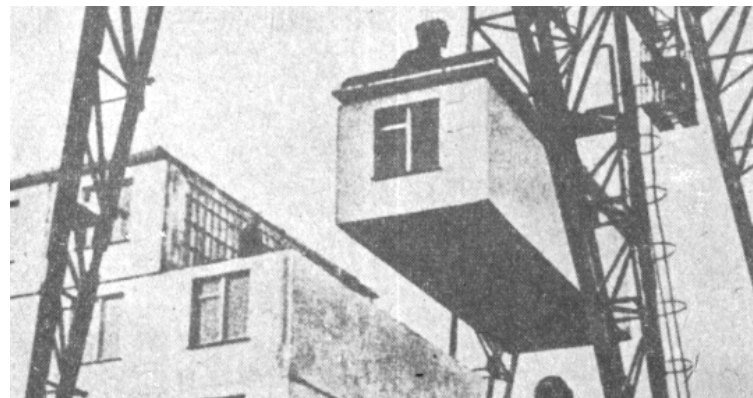
4. Con columnas, losas prefabricadas y traveses coladas en sitio. El refuerzo vertical de las columnas se dobla en ángulo recto y se deja sobresaliendo al nivel de la trabe correspondiente. El refuerzo para las traveses se coloca sobre una cimbra longitudinal y se suelda con el armado sobresaliente de las columnas, antes de procederse al colado in situ. Esta proposición es apropiada para zonas sísmicas, en virtud de su rigidez bidireccional.

### **ELEMENTOS ESPACIALES**

Construcciones a base de elementos espaciales de grandes dimensiones. El problema aquí es el peso excesivo, así como las severas restricciones al diseño, en lo referente a flexibilidad y variedad.



*Fig. 1.4.7- Construcción a base de elementos espaciales. Transporte*



*Fig. 1.4.8- Construcción a base de elementos espaciales. Montaje*

### 1.4.7 SISTEMAS DE PREFABRICACIÓN SEGÚN MEYER-BOHE

Meyer-Bohe distingue entre cuatro métodos básicos para construir con piezas prefabricadas:

1. Construcción de entramado de madera (o también, armazón o esqueleto de acero o concreto armado), relleno con losas o con fachadas de elementos suspendidos.
2. Construcción ligera, con elementos en forma de bastidores y tableros o paneles que se conocen con el nombre de construcciones sandwich.
3. Construcción con grandes placas de concreto (prefabricación pesada).
4. Construcción con elementos de volumen o espaciales (box o cajón).

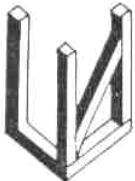
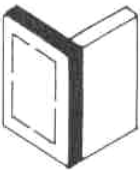
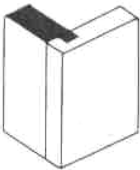
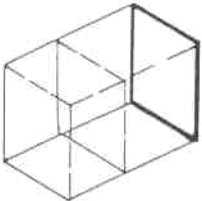
TIPO DE CONSTRUCCIÓN (ESQUEMA)	EXPLICACIÓN	MATERIALES
 <p>Construcción de entramado o esqueleto</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entramado portante con refuerzos o arriostramientos diagonales (triangulación).</li> <li>2. Paredes formadas con dos o más capas. Forjado macizo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Madera, acero, aluminio, concreto armado.</li> <li>2. Placas ligeras, placas metálicas, madera de encofrado, fibrocemento. Forjado o relleno con ladrillos o bloques de concreto ligero.</li> </ol>
 <p>Construcción con tableros</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bastidores portantes.</li> <li>2. Paredes formadas con dos o más capas.</li> <li>3. Placas compuestas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acero, plancha, aluminio, madera.</li> <li>2. Relleno del espacio intermedio por medio de materiales aislantes, capa de barrera contra el agua y la condensación.</li> <li>3. Placas sándwich. Plásticos.</li> </ol>
 <p>Placas macizas</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Placas macizas autoportantes con aberturas respetadas. Montaje con grúas giratorias.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Concreto, plancha, aluminio, madera.</li> <li>2. Concreto ordinario pesado.</li> <li>3. Formas constructivas combinadas.</li> </ol>
 <p>Construcción con piezas de volumen</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Imitada de la construcción de automóviles. Piezas de volumen completas, incluso transitables, superpuestas en seguida; poco montaje.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acero, chapa, aluminio.</li> </ol>

Fig. 1.4.9- Tabla de sistemas de prefabricación según Meyer-Bohe

## 1.5 ORDENACIÓN DE MEDIDAS Y EL MÓDULO

La tipificación presupone una ordenación de medidas que puede estructurarse sobre una base natural como, por ejemplo, sobre las dimensiones del cuerpo humano, o basarse esquemáticamente.

Las antiguas medidas eran entre otras la vara, la braza, la fanega, la pértiga, la milla, etcétera, pero en 1875 se adoptó el convenio del metro, salvo en el caso del sistema inglés del pie y la pulgada.

### 1.5.1 LA COORDINACIÓN DIMENSIONAL

Es una técnica de racionalización, normalización y ordenamiento lógico de medidas que tiende al mutuo acoplamiento de los elementos de la construcción de tal manera que sea posible un ajuste directo en obra que no requiera mayor acabado y que, además, permite un empleo repetitivo e intercambiable de los elementos. Es una manera de interrelacionar las dimensiones de los elementos de la construcción con el objeto de eliminar desperdicios en los materiales, de ahorrar tiempo en la ejecución de la obra y de obtener la máxima flexibilidad en el diseño arquitectónico.

### 1.5.2 LA COORDINACIÓN MODULAR

Es una manera de coordinar dimensionalmente los elementos de la construcción y los edificios mismos, refiriendo todas las medidas de éstos a una unidad dimensional básica, llamada **módulo**. De ahí que sea una herramienta invaluable empleada en el diseño de elementos y de edificios.

La coordinación modular propicia es:

1. Un número limitado de tipos
2. Un ensamblaje aleatorio que no requiere acabados posteriores
3. Una intercambiabilidad de elementos

La coordinación modular en la práctica de la edificación conduce a un número limitado de elementos minuciosamente planeados que en conjunto permiten una multitud de combinaciones. Cuando dichos elementos se producen industrialmente, pueden ser montados al azar, y sin requerir ningún tipo de acabado o modificación posterior.

### 1.5.3 EL MÓDULO

Es la unidad que controla las dimensiones de los elementos constructivos y de los espacios constituidos a base de dichos elementos. Además, es el incremento dimensional mínimo y básico empleado, en el diseño de elementos y espacios. El módulo es unidad de medida y funge como factor numérico. Es decir, todas las dimensiones deberán ser múltiplos exactos del módulo, sin ser necesariamente múltiplos unas de otras.

Desde sus más remotos orígenes, la construcción ha consistido, en cierta medida, en el ensamblaje de elementos o componentes más o menos prefabricados, aunque una proporción considerable de las construcciones ha sido conformada por elementos que se modelan en sitio.

Con la creciente industrialización de la actividad de la construcción una parte cada vez mayor de nuestros edificios está constituida por componentes prefabricados que se llevan al sitio de la obra donde se montan.

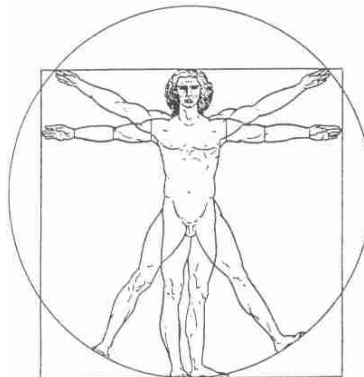
Es de capital importancia, pues, la presencia de la coordinación dimensional, que liga a los componentes entre sí y con el diseño.

Se pueden lograr las más variadas construcciones con un surtido limitado de bloques y sin necesidad de emplear cepillos, cinceles o serrotes para hacer que los bloques se ensamblen. Esto es debido a que una medida común bastante grande sirve de base al formato de todos los bloques. Es lo que llamamos la medida modular del sistema.

### 1.5.4 BREVE BOSQUEJO HISTÓRICO

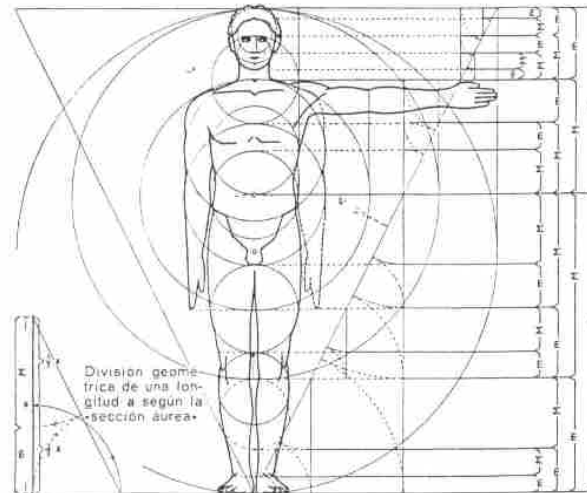
Anteriormente veíamos las aportaciones de los griegos, japoneses y de las culturas mesoamericanas que constituyen los antecedentes remotos.

Leonardo Da Vinci realizó el Canon de la proporción humana, que es una relación de figuras geométricas y medidas con el cuerpo humano.



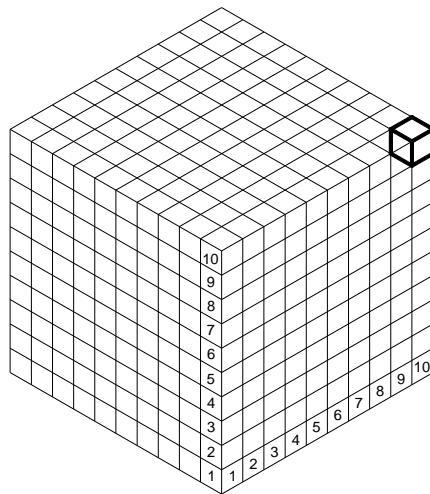
*Fig. 1.5.1- Canon de la proporción humana*

Otra relación entre las medidas del hombre la podemos ver con la sección áurea, vista desde los griegos.



*Fig. 1.5.2- Sección áurea en el cuerpo humano*

En el siglo pasado el primero que intenta aplicar la coordinación modular a la industria es el norteamericano Alfred Farwell Bemis, quien en 1930 implanta el módulo de 4 pulgadas (aproximadamente 10 centímetros) en tres dimensiones y que actualmente es aceptado por la mayoría de los países como el módulo básico.



*Fig. 1.5.3- El módulo cúbico de Bemis*

En la Gran Bretaña en 1947 el Building Divisional Council de la British Standards Institution (BSI) creó una comisión especial a la cual encargó la tarea de estudiar la propuesta del International Standards Organization (ISO) y sus posibles aplicaciones. En Francia, Italia y otros países europeos se fueron formando organismos similares.

Se concluyó que las mayores ventajas se lograrían mediante la aplicación de un método internacional. Así, la Agencia Europea para la Productividad (AEP) de la Organización Europea de Cooperación Económica (OECE) decidió elaborar un plan especial para el estudio de la coordinación modular. Once países europeos tomaron parte en los trabajos y produjeron once diferentes informes nacionales, en el año de 1955. Al año siguiente, se elaboró el informe internacional, denominado Proyecto 174, que consta de cuatro partes:

1. **Diseño.** Concepto de retícula modular y de serie numérica.
2. **Fabricación.** Aplicación de medidas modulares a los elementos, tolerancias y ajustes.
3. **Construcción.** Juntas entre los elementos.
4. **Apéndices.** Se incluye una extensa bibliografía y un glosario de términos en vigor.

Dándose cuenta de la imposibilidad de satisfacer las exigencias de la industria de la construcción utilizando, para la coordinación modular, una sola serie, geométrica, aritmética o armónica, el grupo inglés que trabajó en el proyecto 174 de la AEP, enfocó su estudio hacia el establecimiento de correlaciones entre series independientes.

Después de numerosos experimentos hechos con muchas secuencias de números, se llegó a tres series que poseen características favorables para ser utilizadas colectivamente como guía en la resolución del problema. Las tres series adoptadas son:

1. Serie doble 1 2 4 8 16...
2. Serie triple 1 3 9 27... (o de Fibonacci) 1 2 3 5 8 13...
3. Serie aditiva

Cada serie posee propiedades que se consideran necesarias y suficientes para su inclusión en un patrón superior o serie.

Esta selección de números normalizados propuesta por el equipo británico fue aceptada por los once países participantes en el proyecto 174.

Un desarrollo bastante diferente en el campo de la coordinación modular, debido a su motivación fundamentalmente estética, es el que condujo en 1948 al célebre arquitecto suizo Le Corbusier a su *modulor*. Con este nombre se definió una gama módulos. Las dos series de que consta el *modulor* son la roja y la azul. La segunda es el doble de la primera y ambas obedecen al principio de Fibonacci; poseen además, la relación áurea.

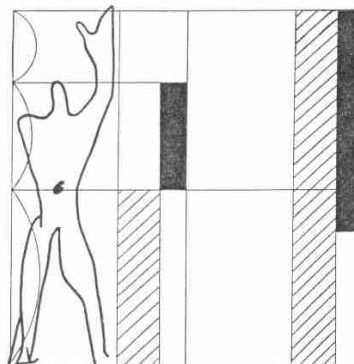


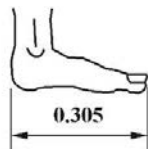
Fig. 1.5.4- Modulor de Le Corbusier



Otra aportación importante dentro de la búsqueda de las series numéricas es la realizada, desde 1880, por el coronel francés Renard. La serie de números de Renard asegura todos los recursos decimales, la progresión geométrica, la duplicación, la introducción del número 3.14 y los múltiplos de 10. Comprende, además, el número 2.5, su doble, su mitad y la media geométrica de 1 y 10, es decir, 3.15, que es muy próxima al valor  $\pi$  (3.14). Todas las series son geométricas, siendo la razón de la serie fundamental  $10^{\sqrt{10}} = 1.25$ , denominada R10 (base del sistema). Sin embargo, los números de las series son frecuentemente irracionales.





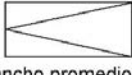
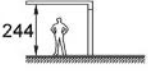

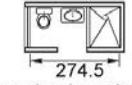


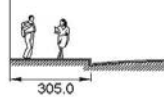
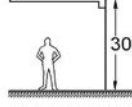


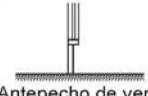




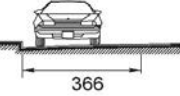
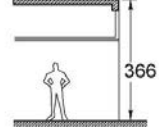

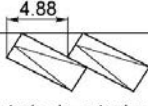
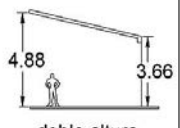

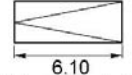
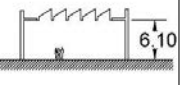

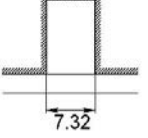
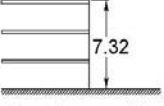
Como a partir de cierto límite los valores redondeados se alejan considerablemente de los valores originales, las series de Renard no pueden utilizarse apropiadamente para la coordinación dimensional en la construcción.

A continuación veremos como a partir de un módulo, que en este caso se refiere a una parte del cuerpo humano, el pie, se pueden dimensionar elementos arquitectónicos.



Todas las medidas parten de 1 pie (0.305m) y sus múltiplos para el estudio de claros, detalles y superficies (dependiendo del estudio de áreas en m<sup>2</sup>)

Módulo - Unidad	Cantidad. operaciones	Resultado	Horizontal	Vertical
	1 x 30.5 cm.	30.5 cm.	 huellas de escalones	 Entrepaños de libreros
	2 x 30.5 cm.	61.0 cm.	 Asiento individual	 Módulo de ventana
	3 x 30.5 cm.	91.5 cm.	 Puerta	 Altura de cerraduras en puertas
	4 x 30.5 cm.	122.0 cm.	 circulación horizontal	 Antepecho de ventanas
	5 x 30.5 cm.	152.0 cm.	 largo de escritorio de oficina	 Altura promedio nivel de ojos
	6 x 30.5 cm.	183.0 cm.	 circulación en edificios públicos	 Altura de mamparas y muros divisorios

Módulo - Unidad	Cantidad. operaciones	Resultado	Horizontal	Vertical
	7 x 30.5 cm.	213.0 cm.	 ancho promedio de closet	 Ventana alta 213
	8 x 30.5 cm.	244.0 cm.	 ancho promedio de cajón de estacionamiento	 244 altura libre a plafond
	9 x 30.5 cm.	274.5 cm.	 274.5 ancho de un baño	 altura de una reja
	10 x 30.5 cm.	305.0 cm.	 305.0 ancho de banqueta	 305 altura de entrepiso
Considerando ahora 1.22 m. como módulo:				
	1 x 1.22 m.	122.0 cm.	 circulación horizontal	 Antepecho de ventanas
	2 x 1.22 m.	244.0 cm.	 ancho promedio de cajón de estacionamiento	 244 altura libre a plafond
	3 x 1.22 m.	366.0 cm.	 366 Carril de baja velocidad	 366 altura 1er. entrepiso edificios altos.
	4 x 1.22 m.	488.0 cm.	 4.88 Bateria de estacionamiento a 30°	 4.88 3.66 doble altura
	5 x 1.22 m.	610.0 cm.	 6.10 Estacionamiento en cordón	 6.10 Altura de naves industriales
	6 x 1.22 m.	732.0 cm.	 7.32 Frente de lote	 7.32 Altura de un edificio de tres pisos (+ espesor de entrepisos)

Módulo - Unidad	Cantidad. operaciones	Resultado	Horizontal	Vertical
	7 x 1.22 m.	854.0 cm.	 Ancho de un salón de clase	 Altura de un edificio de tres pisos con pretil (+ espesor de entrepisos)
	8 x 1.22 m.	976.0 cm.	 no incluye banquetas Sección vialidad local	 Altura de la nave de un templo
	9 x 1.22 m.	1098.0 cm.	 largo salón de clase	 Altura de un edificio de PB y 3 niveles con pretil + espesor de entrepisos

Fig. 1.5.5- Ejemplo de aplicación del módulo

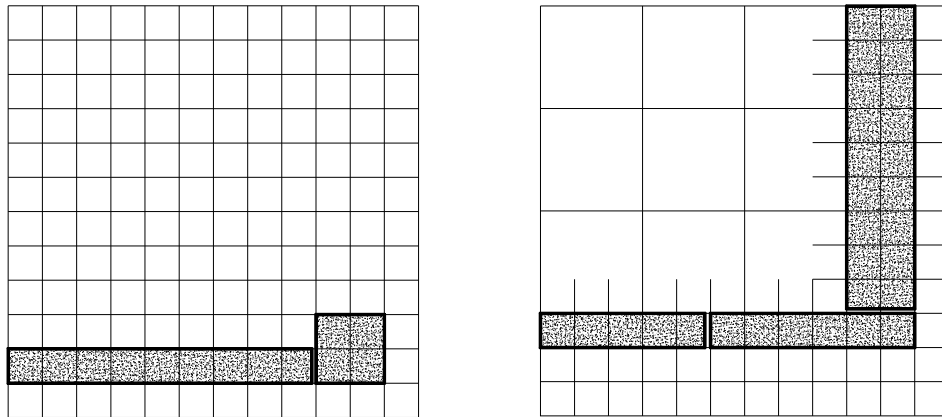
## 1.5.5 GENERALIDADES Y CONCEPTOS BÁSICOS

Una vez establecido el módulo básico, el siguiente paso para la aplicación de la coordinación modular en el diseño arquitectónico es el establecimiento de la **retícula modular**, que normalmente es una red de líneas colocadas en ángulo recto, en la cual la distancia entre líneas es igual al módulo básico (retícula modular básica) o a un múltiplo de este módulo. La retícula puede ser bidimensional o tridimensional.

Ya definida la retícula modular, se procede a la selección de las zonas modulares, que son espacios verticales u horizontales, dimensionados en valores modulares, que o contienen a los elementos del sistema constructivo. Por lo tanto, el elemento más el espacio requerido para su unión con el elemento vecino, ocupan la zona modular respectiva. Evidentemente, al elemento que ocupa una zona modular se le puede denominar **elemento modulado o modular**. Dentro de un sistema pueden coexistir elementos modulados y no modulados.

Después de definirse en los planos las zonas modulares se llega a la operación de *combinación y ensamblaje* de los elementos sobre los planos, lo que constituye el diseño arquitectónico.

Como todos los elementos son más pequeños que el mayor posible, existirán espacios o vacíos en torno a las líneas de la retícula que conforman las zonas modulares. Estos espacios normalmente se utilizan para resolver el junteo de los elementos, pudiéndose incluir aquí los materiales de aislamiento, dilatación, cierre, etcétera.



1.5.6- Diversas maneras de situar elementos sobre la retícula modular

## TOLERANCIAS

### TOLERANCIA DE FABRICACIÓN

Es el máximo error dimensional admisible, en más o menos, que puede permitirse en la producción de un elemento.

### TOLERANCIA DE COLOCACIÓN

Es el máximo error admisible en el posicionamiento de un elemento en la obra.

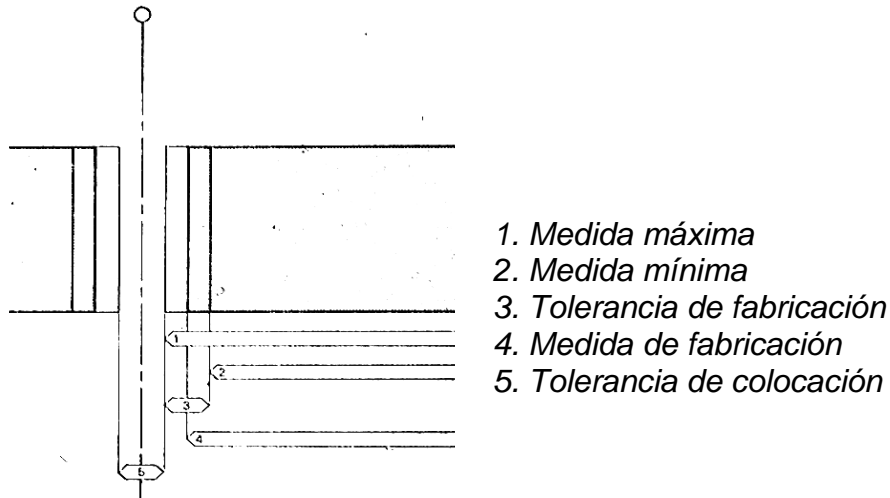


Fig. 1.5.7- Tolerancias dimensionales

### MEDIDA MODULAR O NOMINAL

Por medida modular o nominal entendemos el valor teórico de referencia para el diseño que fija la dimensión de los elementos modulares, en base a la retícula modular.

### MEDIDA DE FABRICACIÓN O DE TRABAJO

Es aquella que se emplea para fijar la dimensión a la que se producirán los elementos. Es igual a la medida nominal menos el espacio ocupado por las juntas o uniones, más o menos la tolerancia de fabricación.

**MEDIDA MÁXIMA**

Determina la mayor dimensión aceptable en la producción de un elemento.

**MEDIDA MÍNIMA**

Especifica la menor dimensión aceptable en la producción.

**MEDIDA REAL O EFECTIVA**

Es aquella que se obtiene al medir físicamente el elemento acabado y colocado, no siendo válida más que para ese elemento medido.

**MEDIDAS PREFERENTES**

Llamadas también preferibles o preferenciales se entienden aquellas medidas que ofrecen ciertas ventajas para la coordinación modular por facilitar combinaciones de tamaños.

## 1.5.6 COMBINACIÓN DE NÚMEROS EN LA CONSTRUCCIÓN

Los principios de la combinación de números se aplican a cualquier industria donde se presentan la estandarización.

Las combinaciones son las diversas maneras en las que los elementos se pueden agrupar y ensamblar para llenar espacios modulares.

Para tener buenas combinaciones existen tres reglas básicas:

**EMPLEAR DIMENSIONES BAJAS.**

Entre más cerca se esté de la unidad, mayor será la combinabilidad.

**EMPLEAR DIMENSIONES PRÓXIMAS ENTRE SÍ.**

Cuanto más cerca se encuentren entre sí las dimensiones de los elementos, en términos generales se combinarán mejor.

**EVITAR FACTORES COMUNES.**

El empleo de valores de dimensiones que no sean primos entre sí anula su potencial de combinación.

Los componentes se ensamblan de manera aditiva para llenar un espacio modular en el sitio de la obra. Es posible seleccionar un conjunto de componentes de diversos tamaños que, al ser utilizados en combinación, llenarán espacios de casi cualquier dimensión modular.

## 1.6 CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONCRETO PRESFORZADO Y PREFABRICADO

### 1.6.1 PRESFUEZO

Es la aplicación de fuerzas externas introducidas con el propósito deliberado de modificar favorablemente el estado de fuerzas y esfuerzos internos en una estructura. Se realiza generalmente por medio de cables o barras de acero de alta resistencia, que se estiran y se hacen reaccionar contra la estructura por medio de dispositivos de anclaje.

### 1.6.2 PREFABRICADO

Fabricación de conjuntos de elementos de construcción estandarizados listos para formar una estructura.

### 1.6.3 CONCRETO PRESFORZADO

El Concreto Presforzado consiste en crear deliberadamente **esfuerzos permanentes** en un elemento estructural para mejorar su comportamiento de servicio y aumentar su resistencia. Los elementos que se utilizan van desde una vigueta para casa habitación hasta trabes para puentes de grandes claros, con aplicaciones tan variadas como durmientes para vías de ferrocarril, tanques de almacenamiento y rehabilitación de estructuras dañadas por sismo, entre otras.

**Gracias a la combinación del concreto y el acero de presfuerzo** es posible producir, en un elemento estructural, esfuerzos y deformaciones que contrarresten total o parcialmente a los producidos por las cargas gravitacionales que actúan en el elemento, lográndose así diseños más eficientes.

### 1.6.4 PRETENSADO

Nos refiere a antes de...

El término pretensado se usa para describir el método de presfuerzo en el cual **los tendones se tensan antes de colar el concreto**. Se requiere de moldes o muertos que son bloques de concreto enterrados en el suelo que sean capaces de soportar el total de la fuerza de presfuerzo durante el colado y curado del concreto antes de cortar los tendones y que la fuerza pueda ser transmitida al elemento. La mayoría de los elementos presforzados **se fabrican en serie** dentro de plantas con instalaciones

adecuadas, donde se logra la reutilización de moldes metálicos o de concreto y se pueden presforzar en una sola operación varios elementos. Los elementos más comunes son viguetas, traveses, losas y gradas, aplicados edificios, naves, puentes, gimnasios y estadios principalmente.

El curado de los elementos se realiza con vapor de agua cubriéndolos con lonas. La acción del presfuerzo en el concreto es interna ya que el anclaje se da por adherencia. Las trayectorias del presfuerzo son siempre rectas.

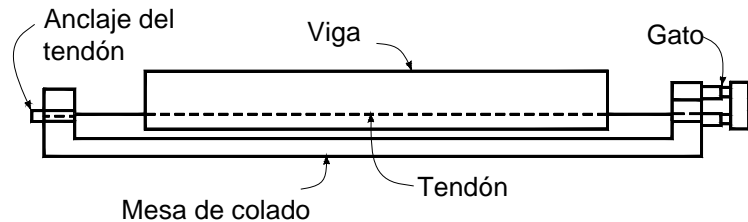


Fig. 1.6.1- Trayectoria horizontal

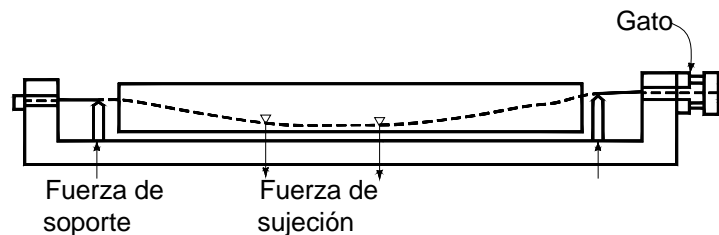


Fig. 1.6.2- Desvío de torones

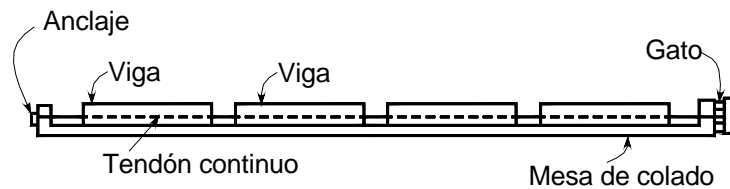


Fig. 1.6.3- Producción en serie

## 1.6.5 POSTENSADO

Este término se refiere a después de...

El postensado es el método de presfuerzo que consiste en tensar los tendones y anclarlos en los extremos de los elementos **después de que el concreto ha fraguado** y alcanzado su resistencia necesaria.

Previamente al colado del concreto, se dejan ductos perfectamente fijos con la trayectoria deseada, lo que permite variar la excentricidad dentro del elemento a lo largo del mismo para lograr las flechas y esfuerzos deseados.

En el postensado la acción del presfuerzo se ejerce externamente y los tendones se anclan al concreto con dispositivos mecánicos especiales (anclajes), generalmente colocados en los extremos del tendón.

Las aplicaciones más usuales son para vigas de grandes dimensiones, dovelas para puentes, losas con presfuerzo bidireccional, diafragmas de puentes, vigas hiperestáticas, cascarones y tanques de agua, entre otros.

Las trayectorias del presfuerzo pueden ser curvas, lo que permite diseñar con mayor eficiencia elementos hiperestáticos y evitar esfuerzos en los extremos del elemento.

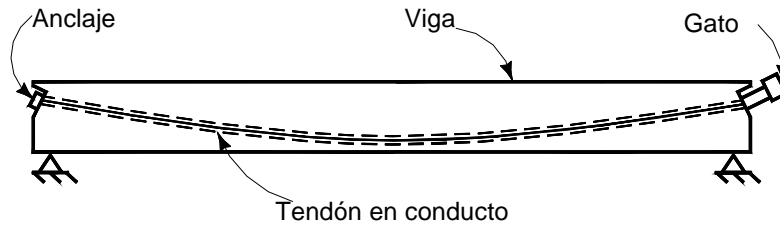


Fig. 1.6.4- Trayectorias típicas de tendones en vigas postensadas

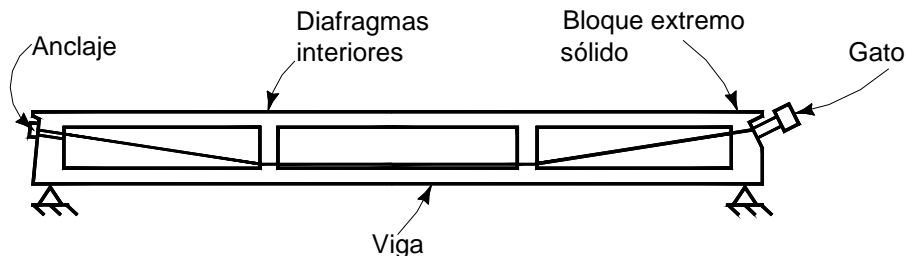


Fig. 1.6.5- Trayectorias típicas de tendones en vigas postensadas

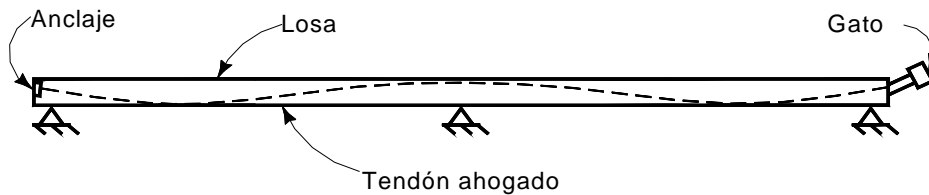


Fig. 1.6.6- Trayectorias típicas de tendones en vigas postensadas



## 1.6.6 MATERIALES

### CONCRETO.

El concreto utilizado para presforzar se caracteriza por tener mayor calidad y resistencia con respecto al utilizado en construcciones ordinarias.

Las deflexiones y el agrietamiento del concreto pueden controlarse y hasta evitarse mediante el presfuerzo.

### ACERO DE PRESFUERZO

El acero de presfuerzo es el material que va a provocar de manera activa momentos y esfuerzos que contrarresten a los causados por las cargas. Existen tres formas comunes de emplear el acero de presfuerzo: alambres, torón y varillas de acero de aleación.

### ALAMBRES

Los alambres individuales se fabrican laminando en caliente lingotes de acero hasta obtener alambres redondos, que después del enfriamiento, pasan a través de troqueles para reducir su diámetro hasta su tamaño requerido.

### VARILLAS DE ACERO DE ALEACIÓN

La alta resistencia en varillas de acero se obtiene mediante la introducción de algunos minerales de ligazón durante su fabricación. Adicionalmente se efectúa trabajo en frío en las varillas para incrementar aún más su resistencia. Después de estirarlas en frío se les libera de esfuerzos para obtener las propiedades requeridas. Las varillas de aceros de aleación se producen en diámetros que varían de  $\frac{1}{2}$ " hasta  $1\frac{3}{8}$ ".

### TORÓN

El torón se fabrica con siete alambres firmemente torcidos. Su adherencia es superior a la de los alambres. Sus tamaños pueden obtenerse entre un rango que va desde  $\frac{3}{8}$ " hasta 0.6 pulgadas de diámetro.

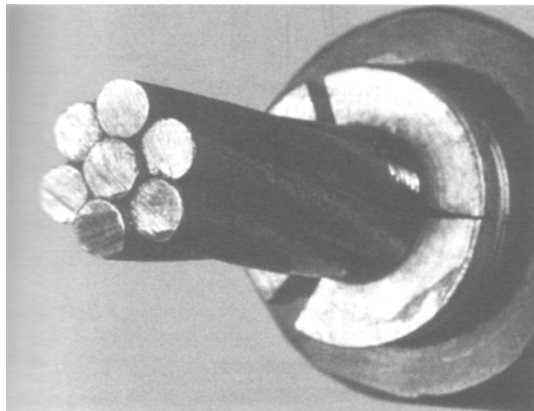


Fig. 1.6.7- Conjunto de torones para una viga postensada

### **ACERO DE REFUERZO**

El uso del acero de refuerzo ordinario es común en elementos de concreto presforzado. Este acero es muy útil para:

- Aumentar ductilidad
- Aumentar resistencia
- Resistir esfuerzos de tensión y compresión
- Resistir cortante y torsión
- Restringir agrietamiento por maniobras y cambios de temperatura.
- Reducir deformaciones a largo plazo
- Confinar al concreto.

### **ACERO ESTRUCTURAL**

Es común el uso en muchos elementos prefabricados el uso de elementos de acero estructural como son las placas, ángulos y perfiles estructurales de acero. Se emplean en conexiones, apoyos y como protección.

### **MALLA ELECTROSOLDADA**

Por su fácil colocación se emplea comúnmente en aletas de trabes cajón, doble "T" y similares.

## 1.7 TIPOS DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO

Los elementos presforzados son construidos con las siguientes especificaciones:

Acero de presfuerzo:  $f_{st} = 17,500 \text{ kg/cm}^2$   
 Acero de refuerzo:  $f_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$   
 Concreto:  $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$

A continuación se presentan diferentes tipos de elementos prefabricados, sus características, dimensiones y usos.

### 1.7.1 TRABES T

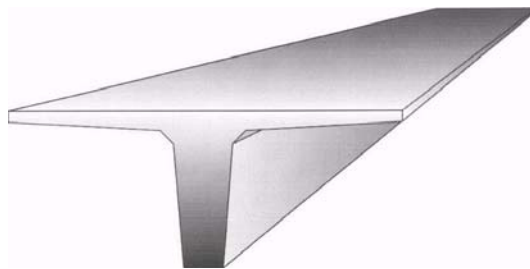


Fig. 1.7.1- Trabe T

Es un elemento estructural de concreto presforzado diseñado para salvar claros de hasta 30 metros, con capacidad para soportar diversas sobrecargas.

La sección "T" se fabrica en moldes metálicos o en concreto y metal que pueden ser o no autopresforzantes, se curan a vapor.

Estas piezas se fabrican en diferentes anchos hasta 3 metros y tanto su peralte como su longitud pueden variar de acuerdo a los requerimientos

En la elaboración de la sección "T" se emplean los siguientes materiales, bajo el más estricto control de calidad.

Generalmente se cuenta con equipo y personal especializado para realizar el transporte y montaje de los elementos.

Se usan en entresijos, cubiertas, muros de fachada, pasos peatonales, puentes, etc.

### DIMENSIONES

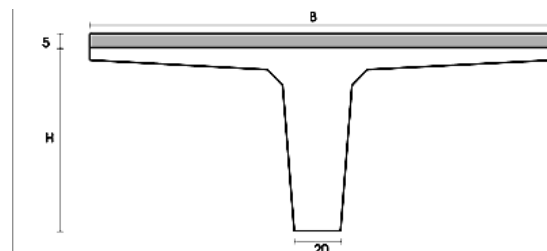


Fig. 1.7.2- Dimensiones de trabe T

Sección T con firme					Sección T sin firme				
SECCION	H CM	B CM	AREA Cm <sup>2</sup>	PESO PROPIO KG/ML	SECCION	H CM	B CM	AREA Cm <sup>2</sup>	PESO PROPIO KG/ML
300/60	60	300	5362	1287	300/60	60	300	4300	1032
300/80	80	300	5818	1396	300/80	80	300	4757	1142
300/100	100	300	6256	1501	300/100	100	300	5195	1247
300/120	120	300	6675	1602	300/120	120	300	5615	1348
250/60	60	250	4469	1072	250/60	60	250	3585	860
250/80	80	250	4923	1182	250/80	80	250	4039	969
250/100	100	250	5360	1286	250/100	100	250	4476	1074
250/120	120	250	5778	1387	250/120	120	250	4894	1175
200/60	60	200	3668	880	200/60	60	200	2691	711
200/80	80	200	4121	989	200/80	80	200	3414	819
200/100	100	200	4556	1093	200/100	100	200	3849	924
200/120	120	200	4973	1194	200/120	120	200	4265	1024
150/60	60	150	2960	710	150/60	60	150	2429	583
150/80	80	150	3410	818	150/80	80	150	2880	691
150/100	100	150	3843	922	150/100	100	150	3313	795
150/120	120	150	4258	1022	150/120	120	150	3727	894
100/60	60	100	2344	563	100/60	60	100	1991	478
100/80	80	100	2794	671	100/80	80	100	2440	586
100/100	100	100	3225	774	100/100	100	100	2871	689
100/120	120	100	3637	873	100/120	120	100	3284	788

Fig. 1.7.3- Tablas de dimensiones de trabe T

## 1.7.2 TRABES TY

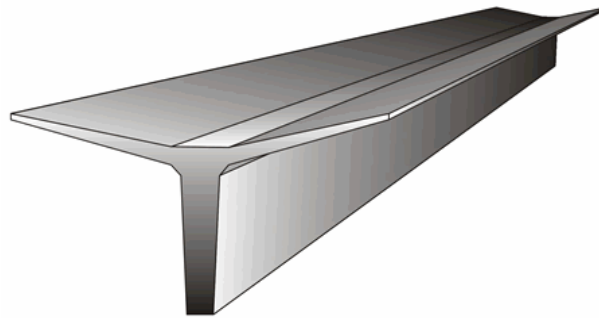


Fig. 1.7.4- Trabe TY

Son elementos de concreto presforzado de sección en forma de "T" y en forma de "Y". Se fabrican en moldes metálicos, que pueden permitir la variación del ángulo que forman las aletas con el nervio que generalmente es de 20° hasta 35° con respecto a la horizontal. Se curan a vapor. Se fabrican en diferentes anchos, peraltes y longitudes.

Libran claros hasta de 30 metros.

Se utilizan en industrias, centros comerciales, bodegas, talleres, laboratorios, etc. Las obras donde se emplean estos elementos destacan por su rapidez de ejecución. Se usan principalmente en elementos de cubiertas.

### CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y DIMENSIONES

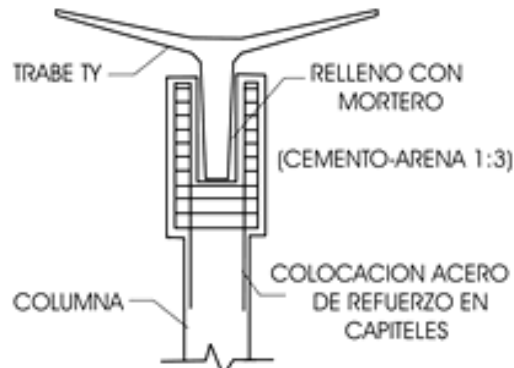


Fig. 1.7.5- Detalle de apoyo de trabe TY. Vista frontal

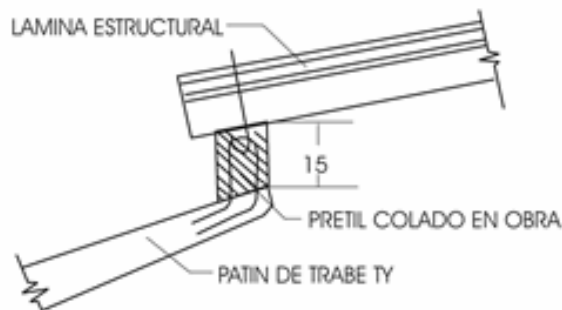


Fig. 1.7.6- Detalle de apoyo de trabe TY. Apoyo de la lámina

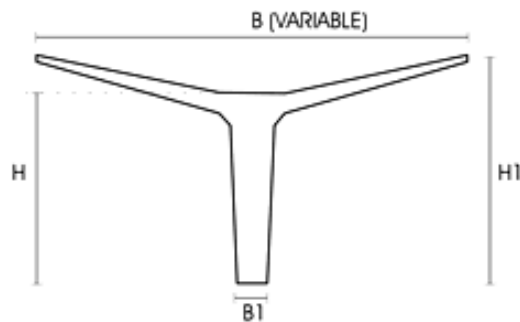


Fig. 1.7.7- Dimensiones de trabe TY

PERALTE H	H1	B	B1	AREA CM <sup>2</sup>	P. P. KG/M
120	154.619	300	20.00	5,052.328	1,212.43
110	144.619	300	20.252	4,851.066	1,164.24
100	134.619	300	20.504	4,647.285	1,115.35
90	124.619	300	20.756	4,440.984	1,065.84
80	114.619	300	21.008	4,232.160	1,015.72
70	104.619	300	21.260	4,020.824	965.00
60	94.619	300	21.512	3,806.962	913.67
50	84.619	300	21.764	3,590.581	861.74

Fig. 1.7.8- Tabla de dimensiones de trabe TY

### 1.7.3 TRABES PORTANTES

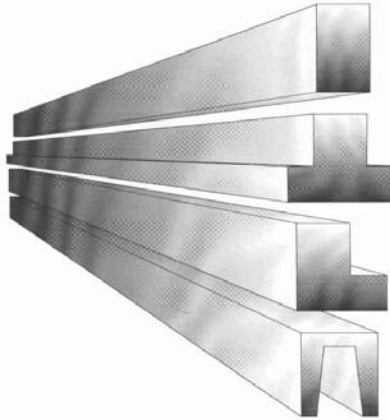


Fig. 1.7.9- Trapes portantes

Existen varias secciones que pueden ser utilizados como vigas portantes o como vigas rigidizantes.

#### SECCIÓN RECTANGULAR.

Es la más sencilla de las secciones en cuanto a su fabricación y se puede utilizar como trabe portante tanto en ejes extremos como intermedios, funciona también como viga rigidizante.

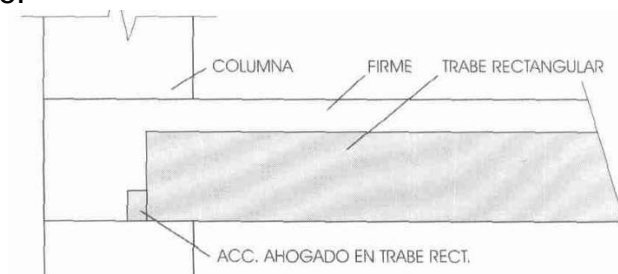


Fig. 1.7.10- Sección rectangular

#### SECCIÓN "T" INVERTIDA

Funciona como trabe portante en ejes intermedios de edificios, debido a su capacidad de recibir carga por ambos lados, por su geometría, logra una importante reducción en el peralte.

No es recomendable emplear esta sección como trabe rigidizante.

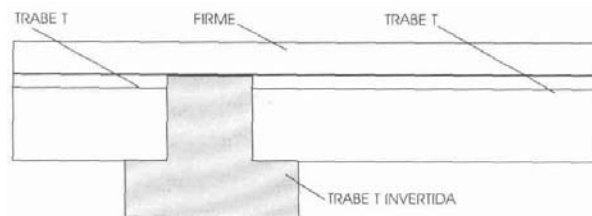


Fig. 1.7.11- Sección "T" invertida

### SECCIÓN "L"

Es el complemento de edificios de la sección anterior, ya que se utiliza como trabe portante en ejes extremos por su característico de recibir carga de un solo lado. En ocasiones se fabrica en el mismo molde que la "T" Invertida, simplemente tapando un lado del molde para obtener la sección "L".

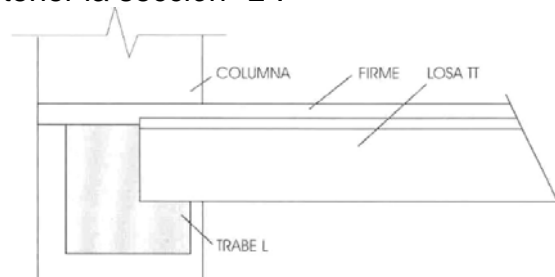


Fig. 1.7.12- Sección "L"

### SECCIÓN "CANAL"

Permite recibir las losas y transmitir el peso o las columnas con la ventaja adicional de permitir desaguar las aguas pluviales hacia la tubería adecuada al tener una sección hueca por lo que se aligera su peso.

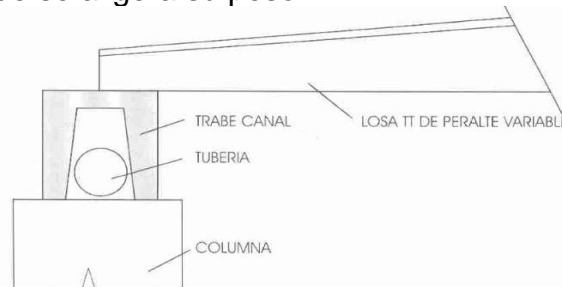


Fig. 1.7.13- Sección "canal"

## 1.7.4 TRABES AASHTO

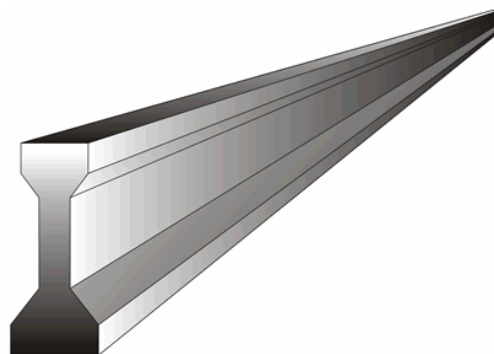


Fig. 1.7.14- Trabe Aashto

Son elementos estructurales de concreto presforzado; Ideales para soportar cargas para puentes en claros hasta de 30m,

Su longitud es variable de acuerdo a las necesidades del proyecto. Las trabes AASHTO pueden ser pretensadas, postensadas o combinadas.

Se recomienda utilizar el pretensado en trabes no mayores de 30m, ya que su fabricación se realiza en plano industrial, se fabrica en moldes metálicos y se cura el concreto a base de vapor, su producción se realiza bajo un estricto control de calidad. Las trabes AASHTO se utilizan comúnmente en puentes de caminos y pasos a desnivel. Debido a sus dimensiones se pueden transportar prácticamente a cualquier sitio.

## DIMENSIONES

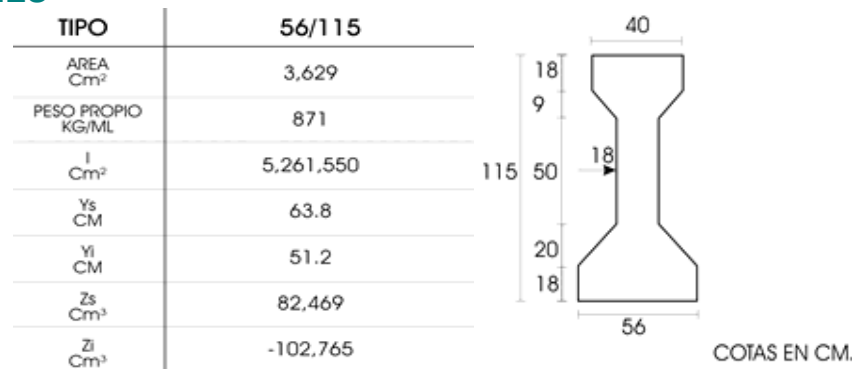


Fig. 1.7.15- Dimensiones de trabe Aashto

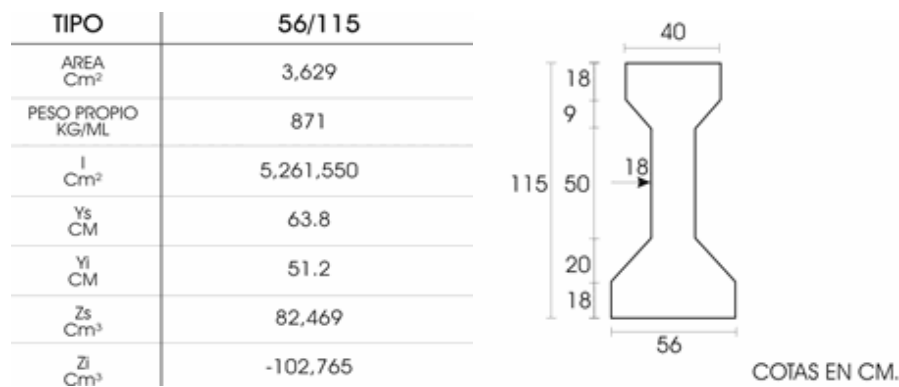


Fig. 1.7.16- Dimensiones de trabe Aashto

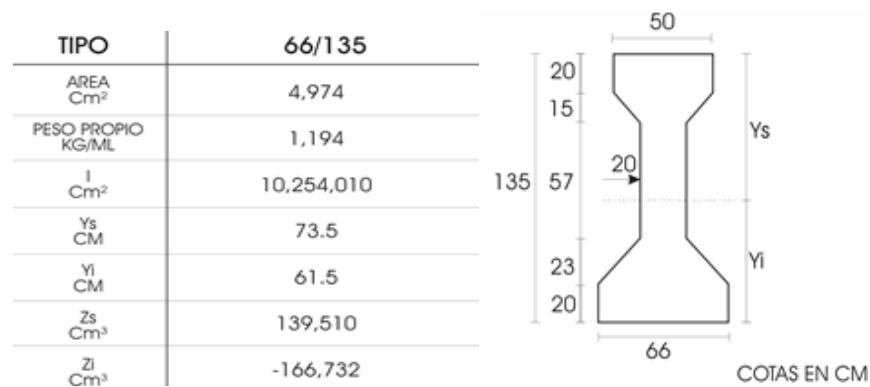


Fig. 1.7.17- Dimensiones de trabe Aashto



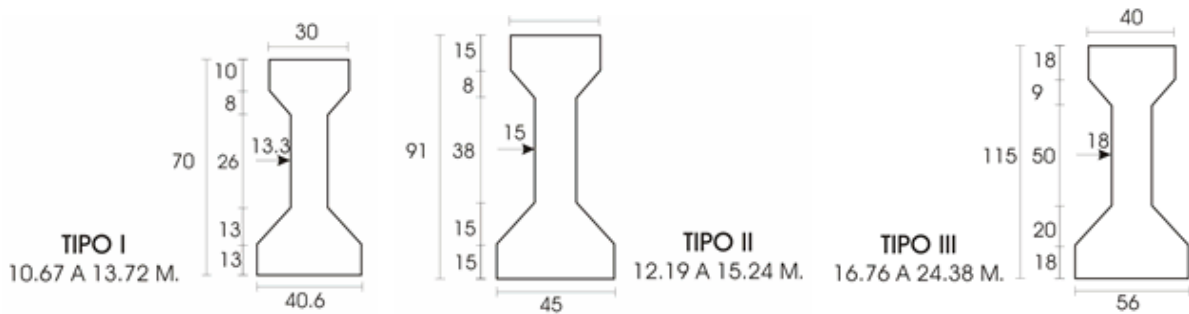


Fig. 1.7.18- Dimensiones de trabe Aashto tipo I, II y III

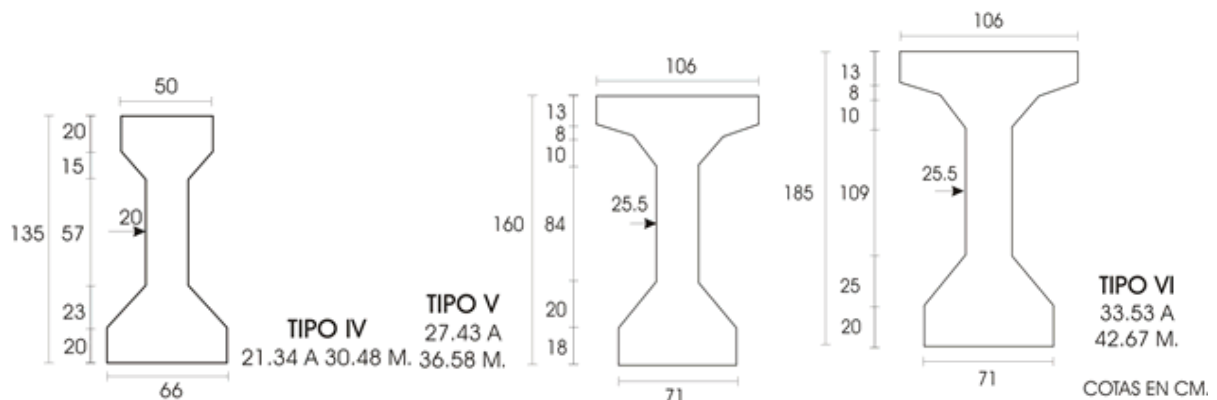


Fig. 1.7.19- Dimensiones de trabe Aashto tipo IV, V y VI

## 1.7.5 TRABE CAJÓN CON ALETAS

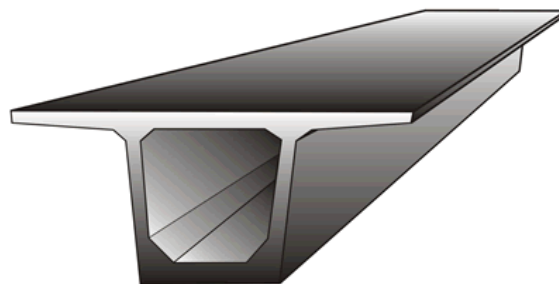


Fig. 1.7.20- Trabe cajón con aletas

Es un elemento de concreto presforzado que puede fabricarse en peralte constante o en peralte variable.

Puede fabricarse en planta o bien, colarse directamente en la obra.

Pueden fabricarse éstos elementos conforme a un proyecto específico.

Son ligeras en su volumen total de concreto, dada tienen buena capacidad para resistir las torsiones provocadas por la asimetría en la aplicación de la carga viva.

Al utilizar el procedimiento constructivo en doble voladizo se elimina la cimbra. Se aplica en la construcción de puentes carreteros y de pasos peatonales, debido a su gran capacidad de carga.

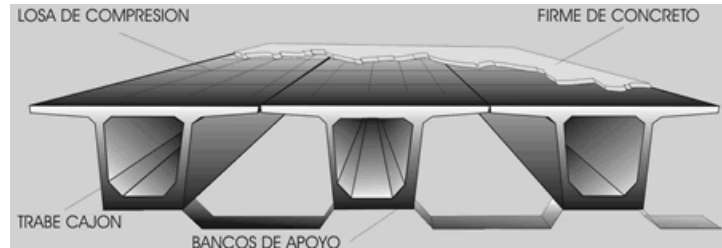
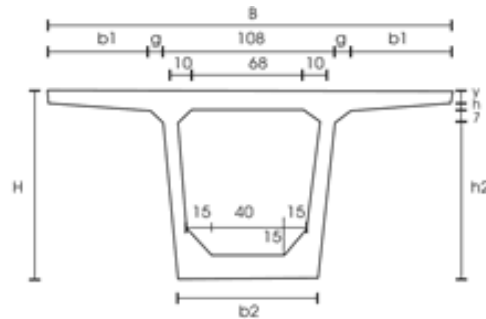


Fig. 1.7.21- Diagrama de trabe cajón con aletas

**DIMENSIONES**



**PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LA SECCION**

CA - B/H	DIMENSIONES					A cm <sup>2</sup>	W <sub>pp</sub> Kg/m <sup>2</sup>	RANGO mts.
	Y	b1	b2	h1	h2			
281/135	5.0	78.5	81	7.1	118	8153.5	525.6	24-25
250/135	6.4	83.0	81	5.8	118	5978.2	573.9	24-27
200/135	8.8	38.0	81	3.4	118	5801.8	872.2	24-30
281/115	5.0	78.5	85	7.1	96	5865.5	501.0	18-24
250/115	6.4	83.0	85	5.8	96	5890.2	546.3	18-25
200/115	8.8	38.0	85	3.4	96	5313.8	837.7	18-26
320/135*								
230/135*								

Fig. 1.7.22- Dimensiones de trabe cajón con aletas

SECCION	H CM	B CM	AREA CM <sup>2</sup>
TA-400/140	140	400	10,842.54
TA-400/150	150	400	9,993.9
TA-400/160	160	400	10,281.9
TA-400/180	180	400	11,029.20
TA-400/200	200	400	13,907.82
TA-400/230	230	400	14,664.76

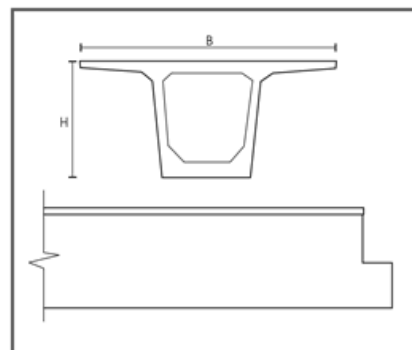


Fig. 1.7.23- Dimensiones de trabe cajón con aletas

SECCION	H CM	B CM	AREA CM <sup>2</sup>
TC-400/140	140	400	9,421.30
TC-400/150	150	400	
TC-400/160	160	400	
TC-400/180	180	400	
TC-400/200	200	400	11,384.20
TC-400/230	230	400	12,170.10

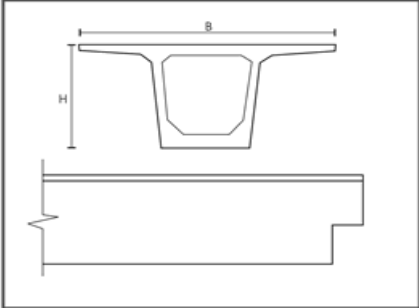


Fig. 1.7.24- Dimensiones de trabe cajón con aletas

## 1.7.6 TRABES UNIVERSIDAD DE NEBRASKA (UN)

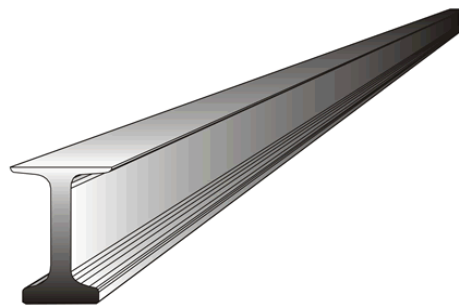


Fig. 1.7.25- Trabe Universidad de Nebraska

Las traves "UN" se desarrollaron en unidades métricas para el mejor diseño de puentes postensados con longitud continua.

La trabe tiene una gran aleta superior para mejorar la fortaleza del momento negativo en techos continuos y esta diseñada para permitir la colocación de un gran número de torones.

Es una alternativa económica en situaciones que anteriormente solo eran reservadas para las vigas estructurales de acero.

Las traves "UN" se utilizan comúnmente en puentes de caminos y pasos a desnivel, salvando vías de ferrocarril, barrancas, ríos, etc.

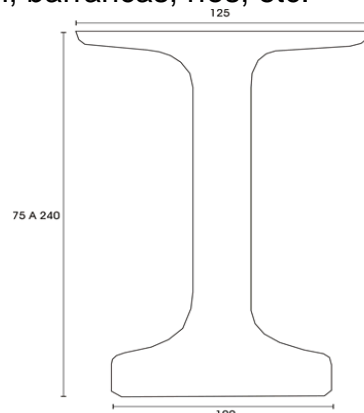


Fig. 1.7.26- Dimensiones de trabe UN

## 1.7.7 LOSAS TT

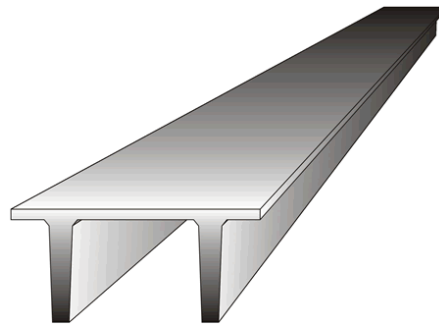


Fig. 1.7.27- Losa "TT"

Son losas nervadas pretensadas de gran flexibilidad de uso debido a sus características geométricas que le permiten salvar grandes claros con diversas capacidades de carga.

Las losas "TT" se utilizan como sistemas de entrepisos, techos y muros, para la construcción de edificios industriales, comerciales, habitacionales, centros deportivos, escuelas, etc.

Las losas "TT" se fabrican en moldes metálicos bajo el más estricto control de calidad.

### DIMENSIONES

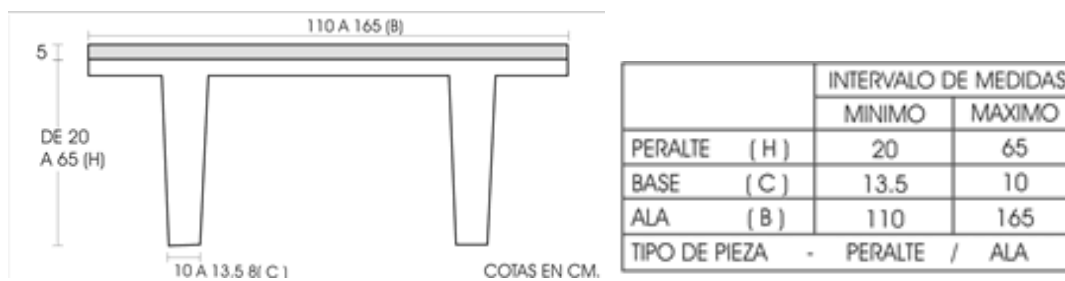


Fig. 1.7.28- Dimensiones de trabe "TT"

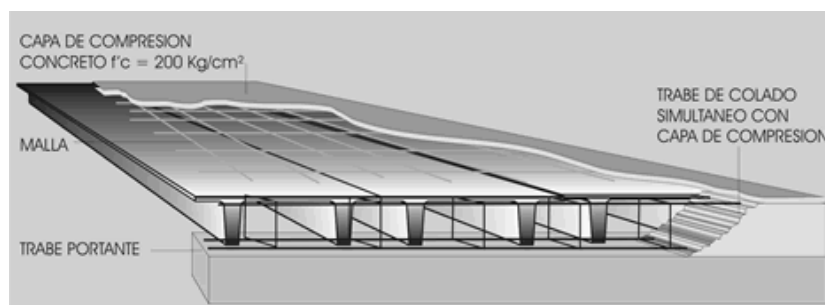
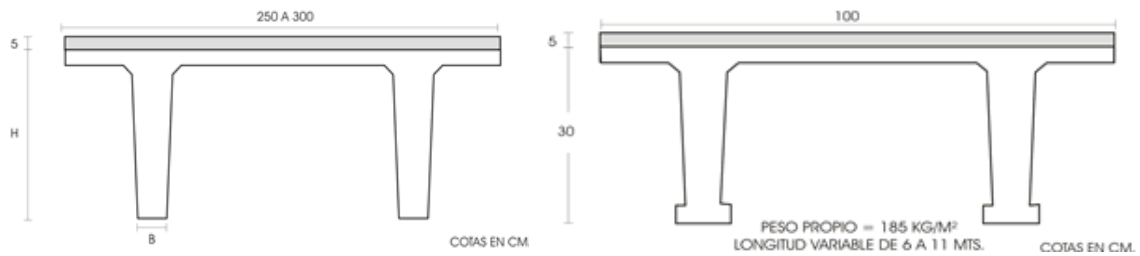


Fig. 1.7.29- Diagrama de trabe "TT"



SECCION TT CON FIRME

SECCION	H CM	B CM	AREA Cm <sup>2</sup>	PESO PROPIO KG/ML
250/30	30	12.7	2,887.4	766.00
250/40	40	11.8	3,132.9	825.00
250/50	50	10.9	3,360.4	880.00
250/60	60	10.0	3,569.9	930.00
300/40	40	10.5	3,523.9	933.60
300/50	50	9.0	3,696.4	975.00
300/40	40	9.5	3,436.4	912.60
300/50	50	8.7	3,615.4	955.56
300/60	60	7.8	3,772.9	993.36
300/70	70	7.0	3,918.9	1,028.40
300/40	40	12.4	3,642.9	962.16
300/50	50	1.6	3,880.0	1,019.28
300/60	60	10.7	4,097.4	1,071.24
300/70	70	9.9	4,302.4	1,120.44
300/80	80	9.0	4,483.9	1,164.00
300/65	65	18.9	6,505.9	1,649.28
300/85	85	16.9	7,217.6	1,820.10
300/95	95	16.0	7,546.4	1,899.00
300/105	105	15.0	7,851.4	1,972.20

SECCION TT SIN FIRME

SECCION	H CM	B CM	AREA Cm <sup>2</sup>	PESO PROPIO KG/ML
250/30	30	12.7	1,942.5	466.00
250/40	40	11.8	2,188.0	525.00
250/50	50	10.9	2,415.5	580.00
250/60	60	10.0	2,625.0	630.00
300/40	40	10.5	2,390.0	573.60
300/50	50	9.0	2,562.5	615.60
300/40	40	9.5	2,302.5	552.60
300/50	50	8.7	2,481.5	595.56
300/60	60	7.8	2,639.0	633.36
300/70	70	7.0	2,785.0	668.40
300/40	40	12.4	2,509.0	602.16
300/50	50	1.6	2,747.0	659.28
300/60	60	10.7	2,963.5	711.24
300/70	70	9.9	3,168.5	760.44
300/80	80	9.0	3,350.0	804.00
300/65	65	18.9	5,372.0	1,289.28
300/85	85	16.9	6,083.8	1,460.10
300/95	95	16.0	6,412.5	1,539.00
300/105	105	15.0	6,717.5	1,612.20

Fig. 1.7.30- Dimensiones de trabe "TT"

### 1.7.8 LOSA TT DE PERALTE VARIABLE

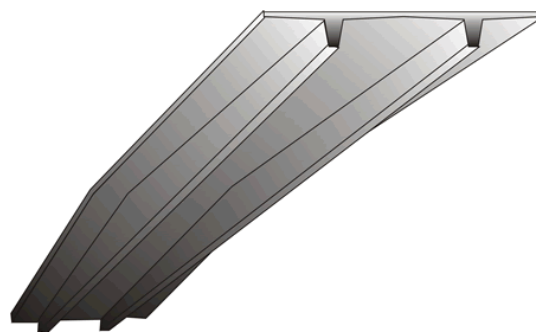


Fig. 1.7.31- Losa TT de peralte variable

Las losas TT de peralte variable son elementos estructurales de concreto presfuerzo pretensado, que tiene pendiente a dos aguas por lo que se produce el escurrimiento de aguas pluviales de manera natural sin necesidad de rellenos, ni de colocar los apoyos a diferentes niveles. En las aletas llevan unos accesorios metálicos que funcionan como conectores sísmicos, para lograr el efecto de diafragma.

Su forma tiende a seguir en forma aproximada el diafragma de los momentos flexionantes (máximo en el centro del claro y nulo en los apoyos) da como resultado piezas con menor volumen de concreto, que tienen menor peso y que redundan en un beneficio económico, Las losas TT de peralte variable se emplean como losas de cubierta de naves industriales, centros comerciales, gimnasios, clínicas, escuelas, etc. y colocadas en posición invertida se han empleado en andenes y andadores de centrales de autobuses, en áreas donde transitan vehículos fácilmente estacionándose en zonas sombreadas y en gasolineras.

## DIMENSIONES

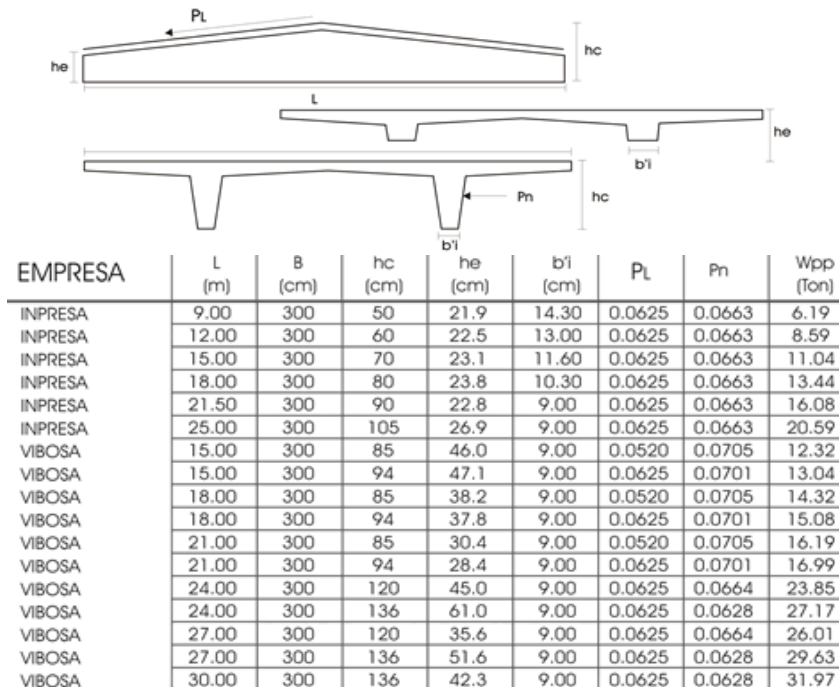


Fig. 1.7.32- Dimensiones de losa TT de peralte variable

## 1.7.9 LOSA EXTRUIDA

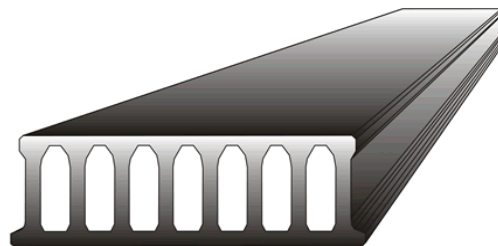


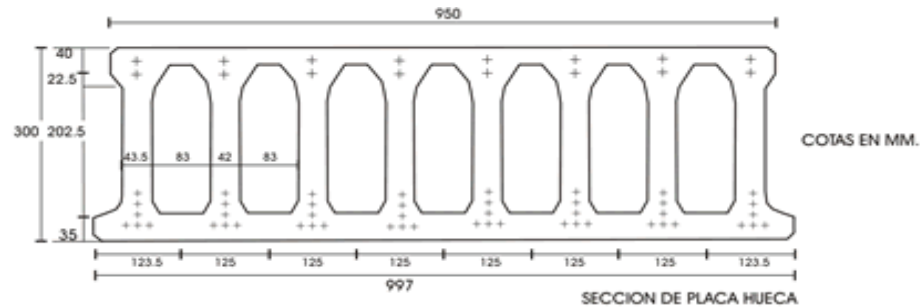
Fig. 1.7.33- Losa extruida

Es un elemento de concreto presforzado de sección rectangular y aligerado por medio de huecos de muy variadas características, formados sin necesidad de

ninguna camisa o recubrimiento especial, generalmente en sus costados el perfil de las piezas permite el colado de juntas o claves de cortante,

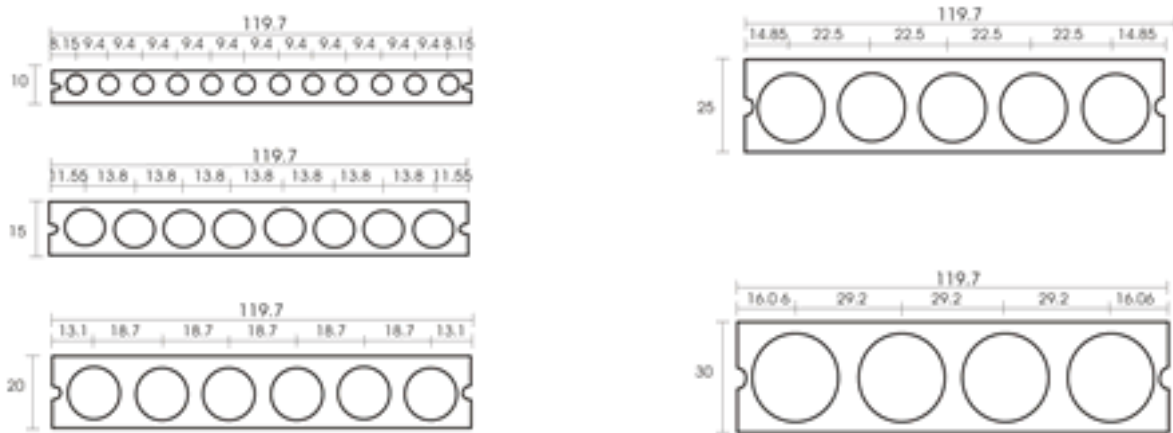
Es un elemento ideal para grandes cargas y claros mayores.

Generalmente se aplican en edificios de oficinas, hospitales, escuelas, gimnasios, centros comerciales y en viviendas de todo tipo, entre sus ventajas se encuentra la ligereza de los elementos, muy buenas características de aislamiento térmico y acústico, facilidad para el enductado de instalaciones eléctricas e hidráulicas,



SOBRECARGA UTIL CON FIRME DE 5 CM							TIPO	M TOTAL
TIPO CLARO m	6	5	4	3	2	1		
8	1900	1400	1100	780	670	435	1	7.0 Ton/m
9	1400	1000	800	520	440	250	2	8.9 Ton/m
10	1000	750	550	350	270	120	3	9.8 Ton/m
11	800	530	380	200	150		4	12.4 Ton/m
12	600	375	250	100			5	14.7 Ton/m
13	450	250	150				6	18.6 Ton/m
14	300	160	60					

Fig. 1.7.34- Dimensiones de losa extruida



PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LA SECCION					
LS-B/H	A	f	d	Wpp	RANGO
	cm <sup>2</sup>	cm	cm	Kg/m <sup>2</sup>	mts.
MS-120/10	937	5	5.1	187	3-5
MS-120/15	1104	5	10.2	221	8-9
MS-120/20	1306	5	15.2	282	7-11
MS-120/25	1575	5	19.1	315	8-12
MS-120/30	1679	5	24.3	336	8-14

PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LA SECCION					
LS-B/H	A	f	d	Wpp	RANGO
	cm <sup>2</sup>	cm	cm	Kg/m <sup>2</sup>	mts.
LS-120/10	937	5	5.1	187	3-5
LS-120/15	1104	5	10.2	221	8-9
LS-120/20	1306	5	15.2	282	7-11
LS-120/25	1575	5	19.1	315	8-12
LS-120/30	1679	5	24.3	336	8-14

Fig. 1.7.35- Dimensiones de losa extruida

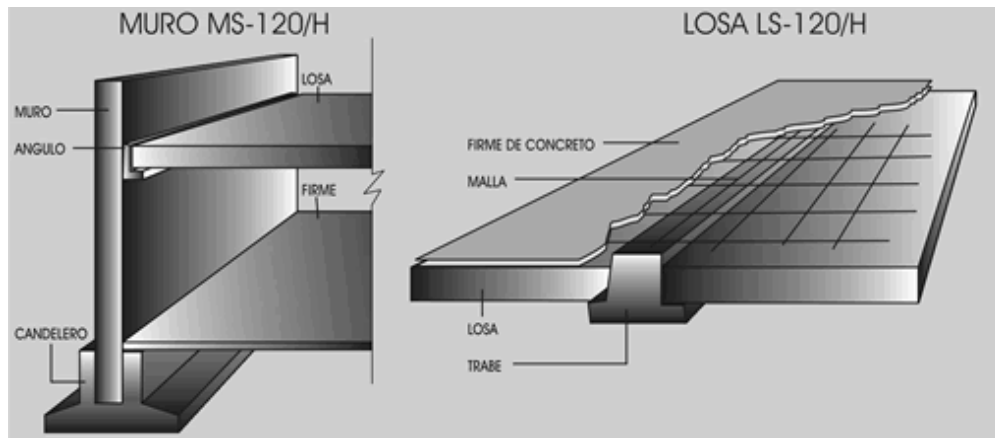


Fig. 1.7.36- Diagrama de losa extruida

## 1.7.10 LOSA MÚLTIPLE NERVADA

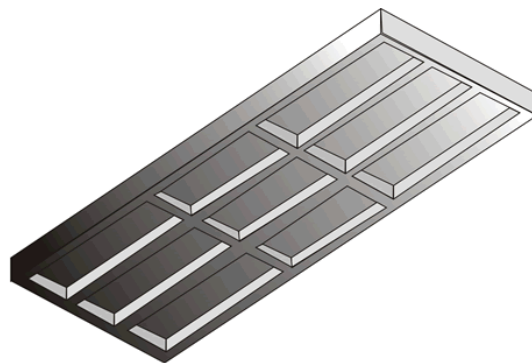


Fig. 1.7.37- Losa múltiple nervada

Es un elemento presforzado pretensado que tiene varios nervios dependiendo de su ancho.

Se emplean en techos, entrepisos y de claros intermedios, cubriendo una necesidad en la que otros elementos pudieran resultar escasos o demasiado pesados.

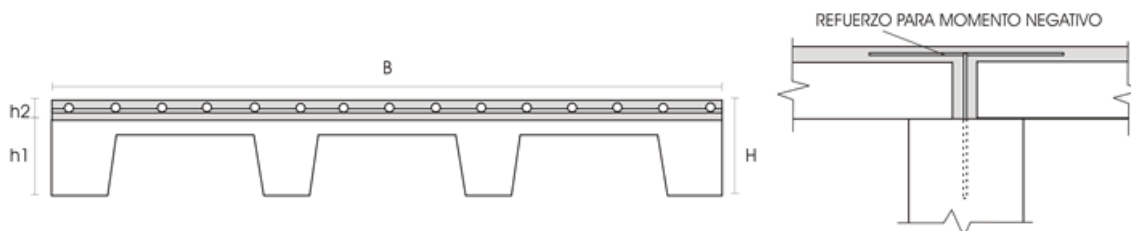


Fig. 1.7.38- Dimensiones de losa múltiple nervada



## 1.7.11 PRELOSA

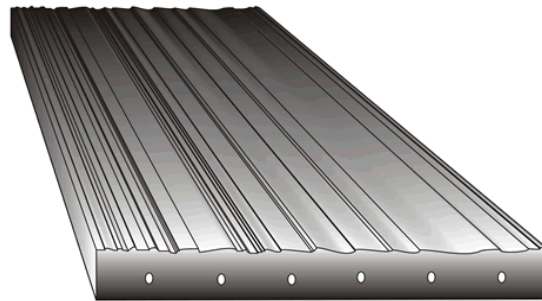


Fig. 1.7.39- Prelosa

La prelosa es una placa de concreto presforzado pretensado, que se coloca sobre la estructura cubriendo el área deseada, y sobre la que se cuela un firme para integrar el peralte total de la losa para que trabaje como sección compuesta. La prelosa se fabrica en un espesor estándar de 5,4cm, en un ancho máximo de 6.00m. Requiere un firme aproximadamente de 4,6cm, de espesor colado en obra. El acabado en la cara superior de la prelosa se deja rugoso para asegurar una junta perfecta entre el concreto prefabricado y el concreto colocado en sitio. En la cara inferior de la losa, su acabado es en concreto aparente lo que permite aplicar la pintura directamente. Con este elemento se elimina la cimbra, tiene rapidez de construcción, ya que en una sola operación se monta la losa de un cuarto y no requiere falso plafón. Se utiliza comúnmente en unidades habitacionales de interés social, escuelas, etc.

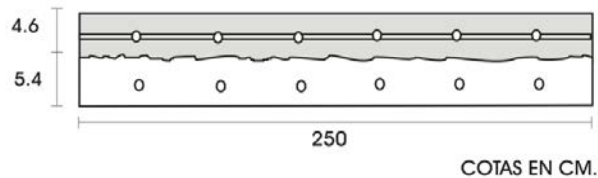


Fig. 1.7.40- Dimensiones de prelosa

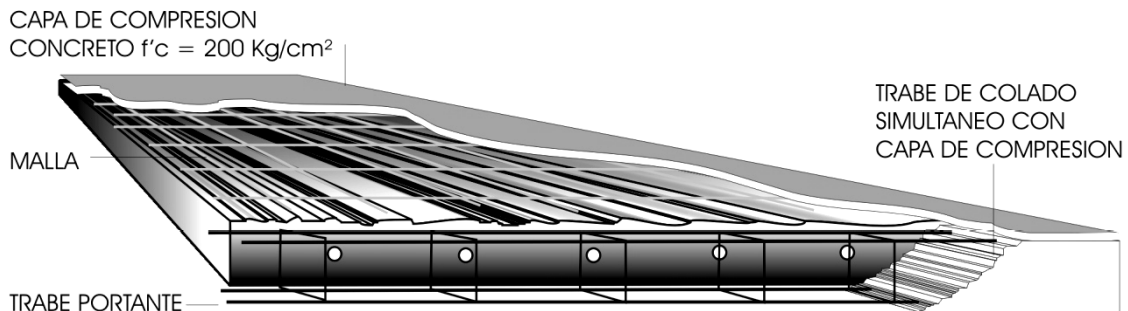


Fig. 1.7.41- Diagrama de prelosa

## 1.7.12 LOSA CANAL

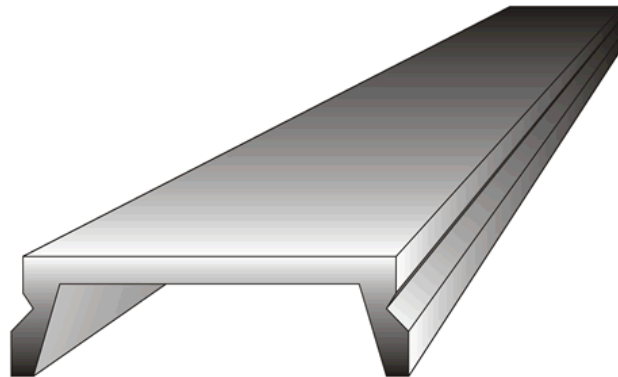


Fig. 1.7.42- Losa canal

El sistema de losas canal esta constituido por los elementos portantes de concreto presforzado.

Se elimina el proceso de la cimbra, junto con los riesgos y desperdicios que ello representa.

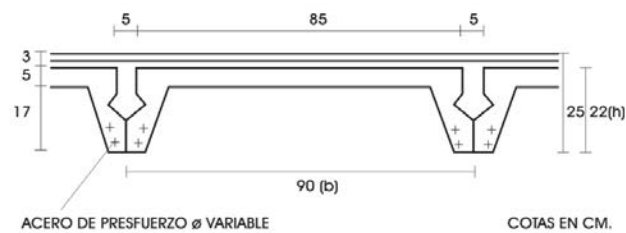


Fig. 1.7.43- Dimensiones de losa canal

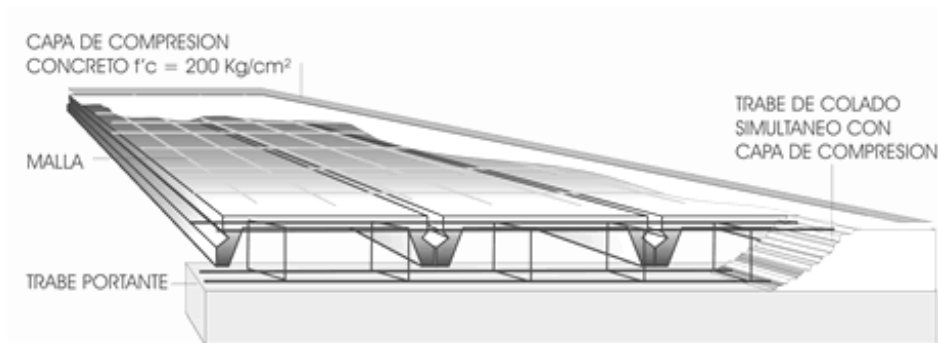


Fig. 1.7.44- Diagrama de losa canal

### 1.7.13 LOSA NERVADA T

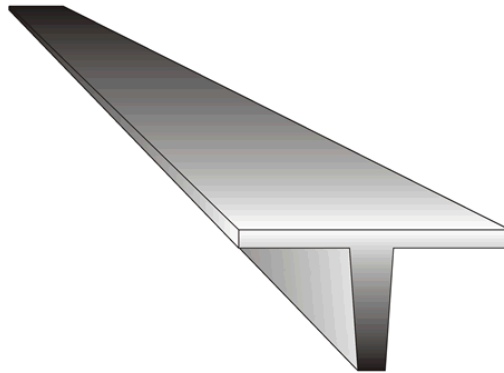


Fig. 1.7.45- Losa nervada T

Es un elemento estructural de concreto diseñado para salvar claros con capacidad para soportar diversas sobrecargas,  
 Las losas nervadas T permiten una gran libertad en el diseño de sus obras.  
 Lo sección "T" utiliza comúnmente en sistemas de entrepisos, cubiertas industriales, puentes, muros de fachadas, etc.

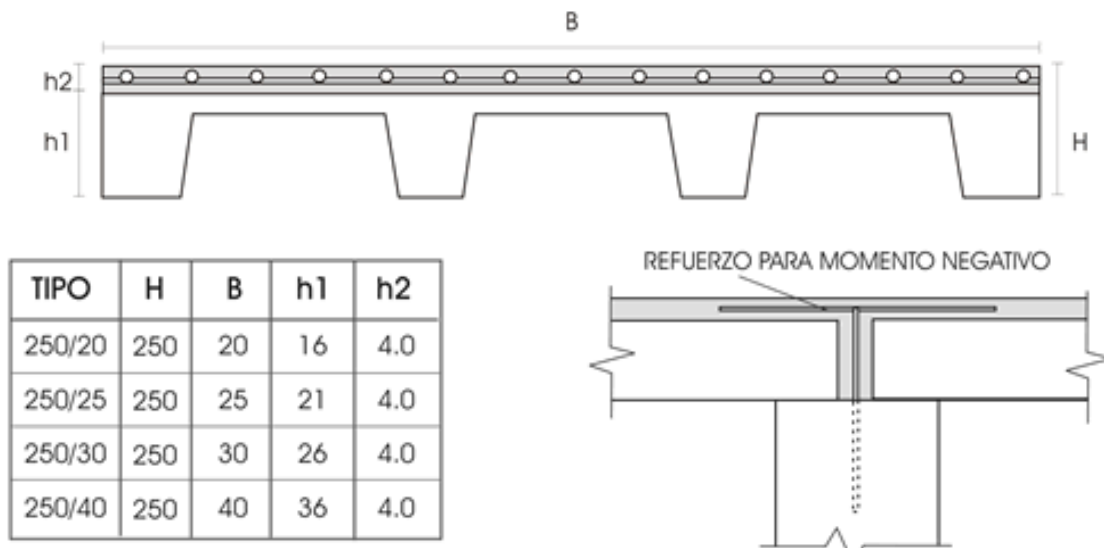


Fig. 1.7.46- Dimensiones de losa nervada T

### 1.7.14 VIGUETA Y BOVEDILLA

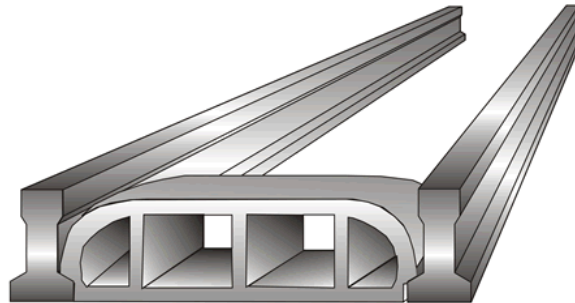


Fig. 1.7.47- Vigueta y bovedilla

El sistema de vigueta y bovedilla está constituido por los elementos portantes que son las viguetas de concreto presforzado y las bovedillas como elementos aligerantes. Las viguetas se producen en diferentes tamaños y diferentes armados, así mismo las bovedillas tienen diferentes secciones tanto en longitud, ancho y peralte, de tal forma que se tiene una gran variedad de combinaciones.

Las viguetas se fabrican por diferentes procesos que pueden ser: colado en moldes múltiples de metal y con máquinas extrusoras,

Las bovedillas se producen usando máquinas vibro compresoras en donde se intercambian los moldes para los diferentes tipos de secciones, usando por lo general materiales ligeros.

Aunque inicialmente se concibió este sistema para su aplicación en las viviendas, en la realidad se ha aplicado en casi todo tipo de losas y entrepisos, debido a su bajo peso, estos elementos permiten que se efectúe su montaje manualmente, eliminando el costo de equipos pesados. Existen tipos de viguetas con conectares para anclar la malla a este sistema lo que permite tener la capacidad necesaria para tomar los esfuerzos razantes por viento o sismo, Así mismo actualmente se fabrican viguetas sísmicas, que tienen un relieve en la parte superior de setas formando una llave mecánica que permite un mejor trabajo junto con la capa de compresión.

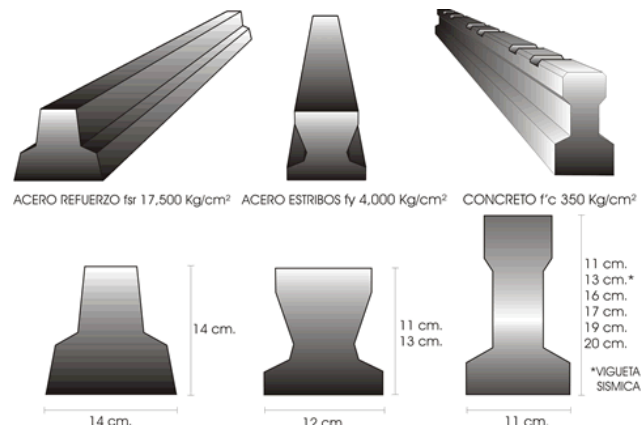
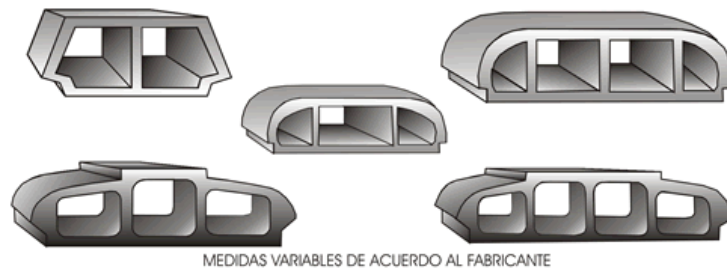


Fig. 1.7.48- Tipos de vigueta pos su diseño



MEDIDAS VARIABLES DE ACUERDO AL FABRICANTE

Fig. 1.7.49- Tipos de bovedillas cemento y arena

**VIGUETAS TIPO PREVI**

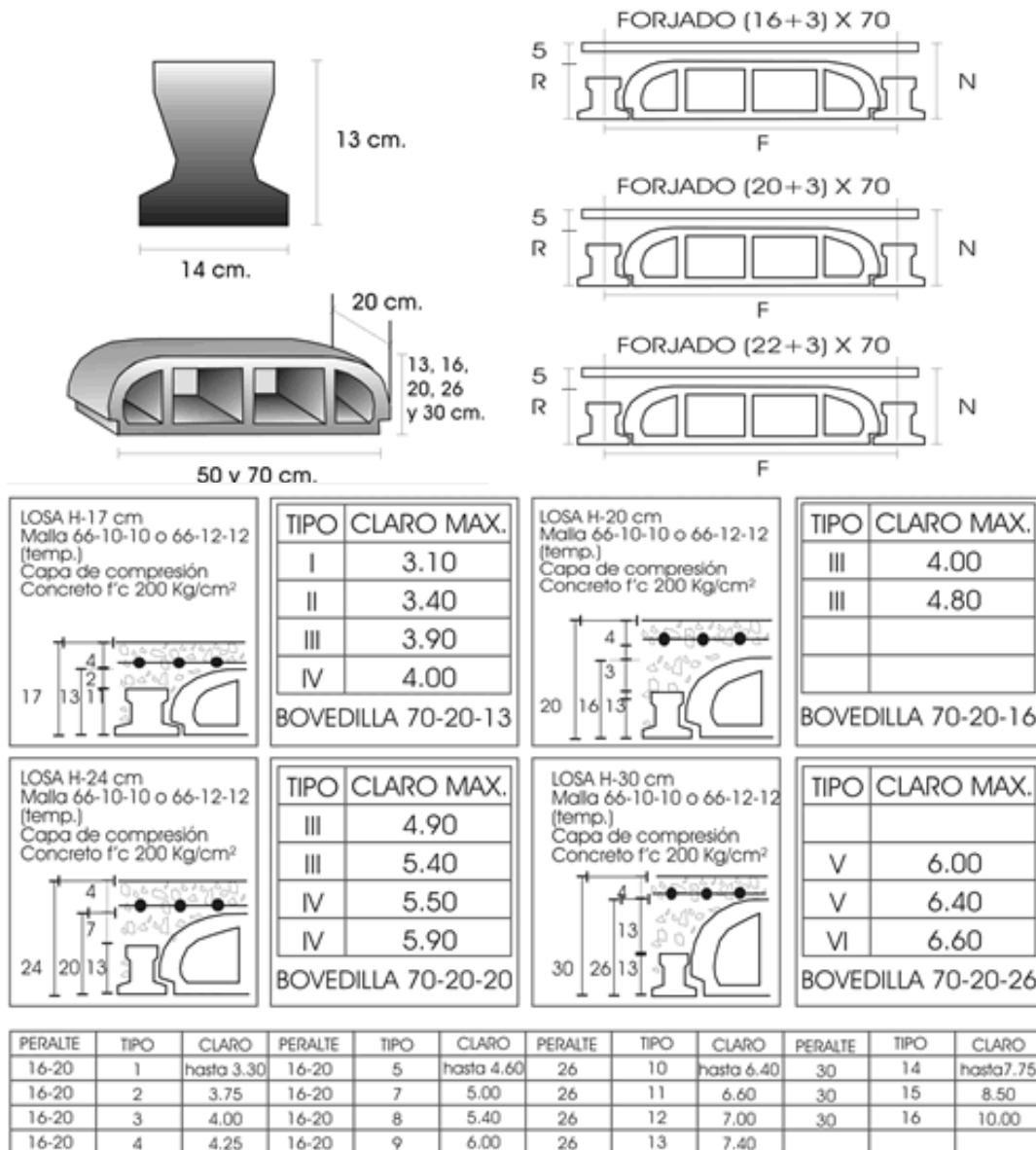


Fig. 1.7.50- Viguetas tipo PREVI

### VIGUETAS TIPO INDUSTRIAL EL GRANGERO

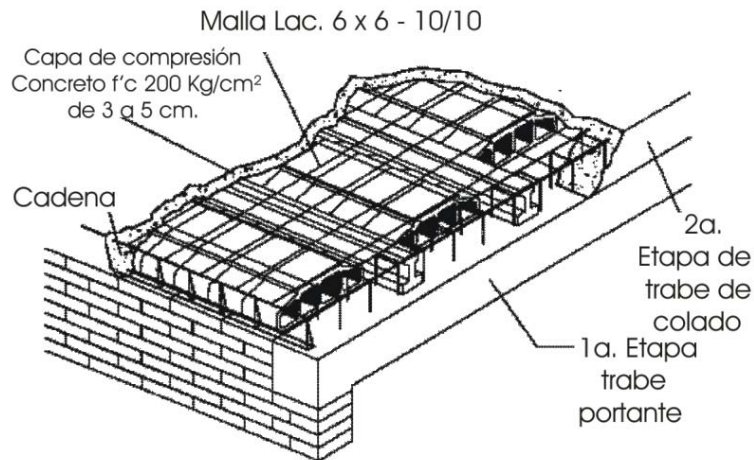


Fig. 1.7.51- Colocación del sistema

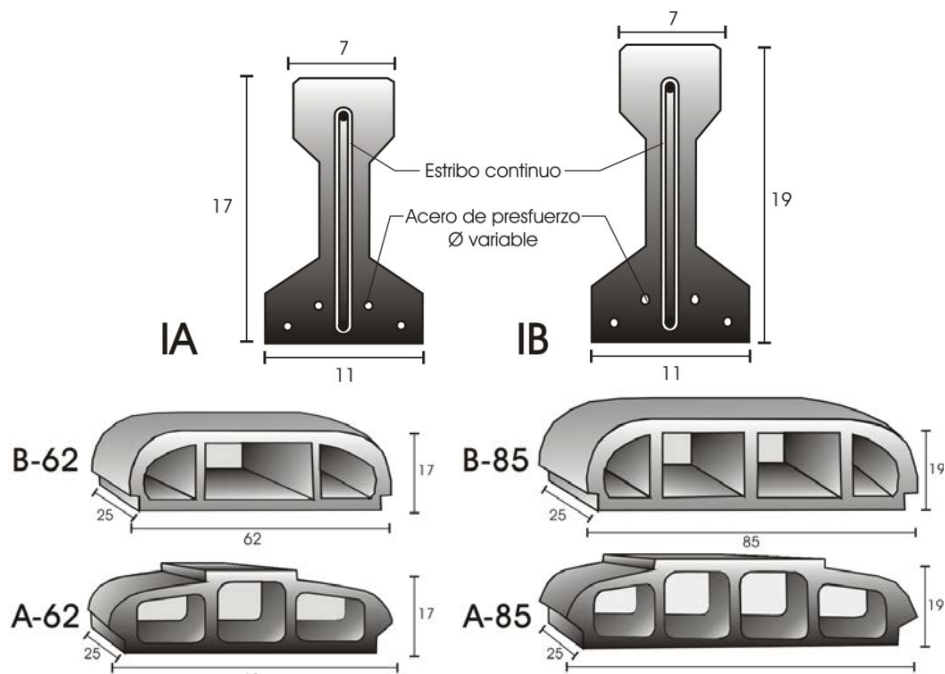


Fig. 1.7.52- Dimensiones de viguetas y bovedillas

### 1.7.15 PREMEX CIMBRA

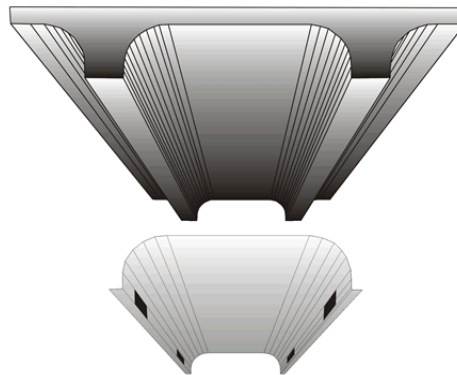


Fig. 1.7.53- Premex cimbra

La losa nervada PREMEX CIMBRA es un sistema a base de viguetas pretensadas que forman las nervaduras unidireccionales a cada 75 cms, de inter ejes, entre estas se monta en sitio la cimbra autoportante de fibra de vidrio.

Posteriormente se tiende y se fija la malla electrosoldada para proceder a colar la losa de compresión de concreto y a las 24 horas se retira la cimbra, quedando formada la losa nervada.

Es de fácil montaje y no requiere de mano de obra especializada, aligera la construcción al eliminar la bovedilla o caseton reduciendo las fuerzas sísmicas.

La losa al trabajar como diafragma en el efecto sísmico, es mucho más rígida debido a los elementos nervados.

Se usa en viviendas, oficinas, escuelas, edificios departamentales, cines, centros comerciales, estacionamientos, hoteles y en todo tipo de construcción en general.

### DIMENSIONES

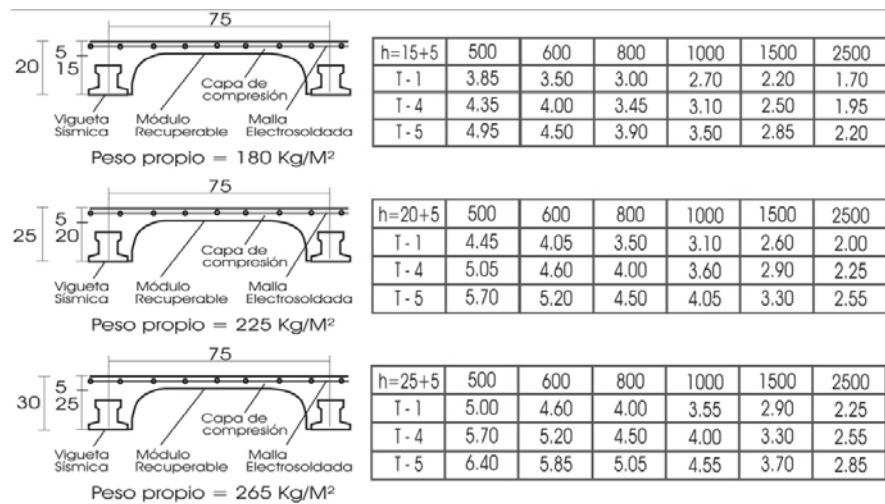
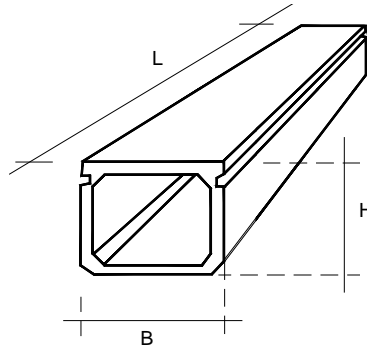


Fig. 1.7.54- Dimensiones de premex cimbra

### 1.7.16 TRABE CAJÓN

Usada para puentes carreteros, ferroviarios y peatonales, o soporte de cargas fuertes en claros grandes.



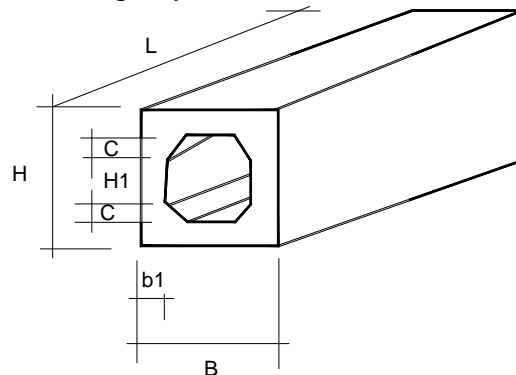
B cm	H cm	L. max cm	Sección cm <sup>2</sup>	P.P. Kg/m
91.5	70	2000	3654	877
91.5	85	2000	3954	949
91.5	100	2500	4404	1056

Fig. 1.7.55- Dimensiones de trabe cajón

### 1.7.17 COLUMNAS

#### COLUMNA HUECA

Es de uso estructural para bodegas y naves industriales.



B cm	b1 cm	H cm	h1 cm	c cm	L. max cm	Sección cm <sup>2</sup>	P.P. Kg/m
50	10	50	20	5	1200	1560	396

Fig. 1.7.56- Dimensiones de columna hueca



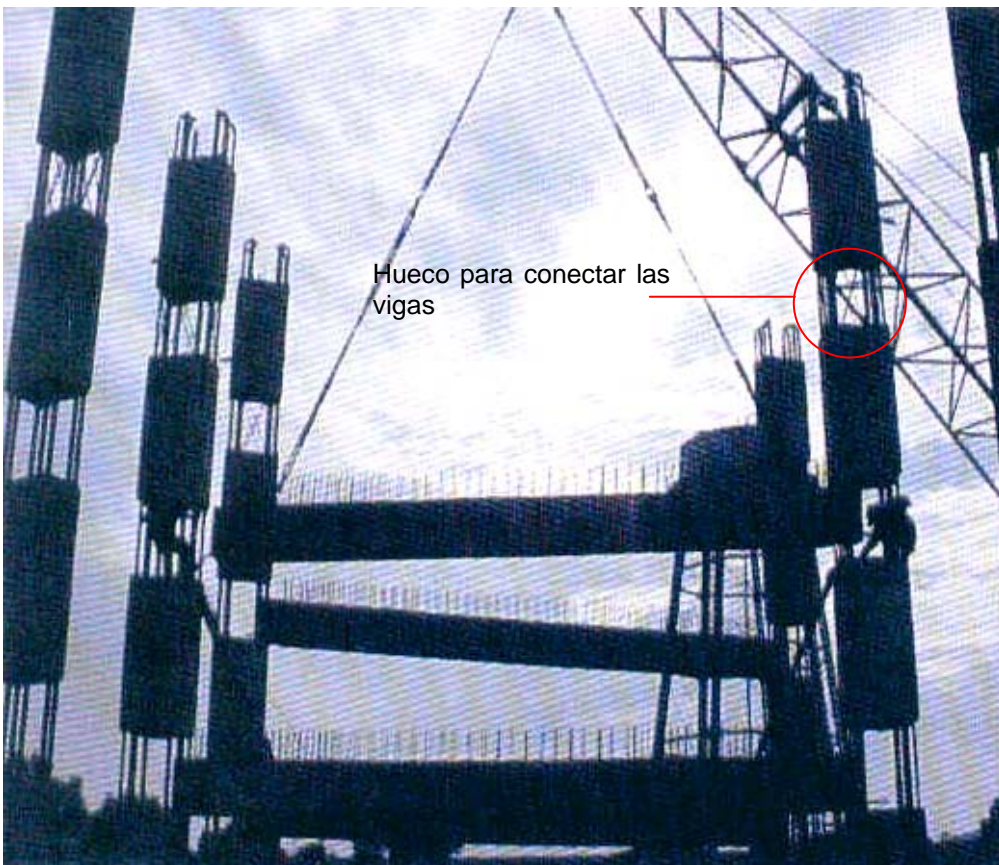
## COLUMNAS PREFABRICADAS CON PASO PARA CONECTAR LAS TRABES

Son elementos prefabricados de concreto armado, en los que se deja sin colar el espacio donde pasarán las trabes, para que al unir ambos elementos se forme una **conexión monolítica**, que resuelve la continuidad total en la unión de los elementos sin necesidad de accesorios y soldadura.

### VENTAJAS

Altura hasta 8 niveles con columnas prefabricadas de una sola pieza

- Menor costo de la construcción cuando se construyen edificios de varios niveles
- Menor tiempo de ejecución de la obra
- Continuidad en la unión



*Fig. 1.7.57- Columnas prefabricadas con ventanas*

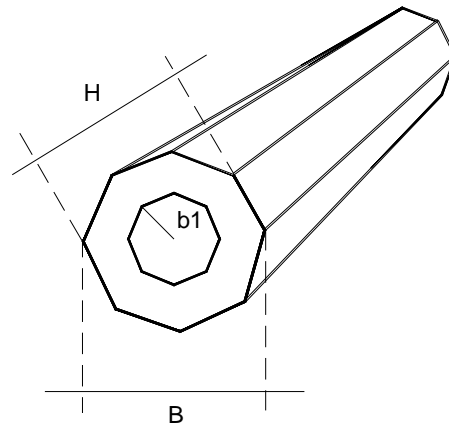
## 1.7.18 CIMENTACIÓN

### ZAPATAS

Se han hecho intentos en la realización de zapatas prefabricadas, aunque por la diversidad de tipos de cimentación, no se usan mucho.

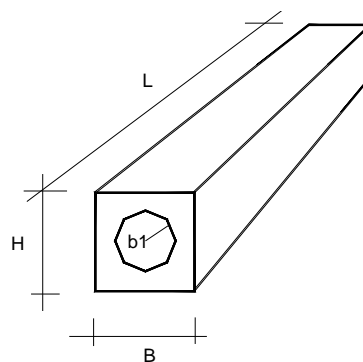
### PILOTES

Su uso es únicamente para cimentación.



B	b1	H	L. max	Sección	P.P.
cm	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/m
46	11	42	1200	1119	269

Fig. 1.7.58- Dimensiones de pilote poligonal



B	b1	H	L. max	Sección	P.P.
cm	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/m
60	19	60	3200	2466	592

Fig. 1.7.59- Dimensiones de pilote cuadrado

## 1.8 ALGUNOS SISTEMAS DE PREFABRICADOS

### 1.8.1 SISTEMA DELTA DE ITISA

Son vigas pretensadas de concreto, sección I, de peralte variable que se apoyan sobre columnas prefabricadas. A su vez las Deltas soportan largueros hasta de 13m de longitud, los que funcionan como elementos de rigidez entre las Deltas, además se utilizan como elementos de carga y fijación para la lámina metálica de la cubierta. Se utilizan principalmente en naves industriales.



*Fig. 1.8.1- Estructura del sistema Delta*



*Fig. 1.8.2- Estructura y cubierta del sistema Delta (vigas aligeradas)*

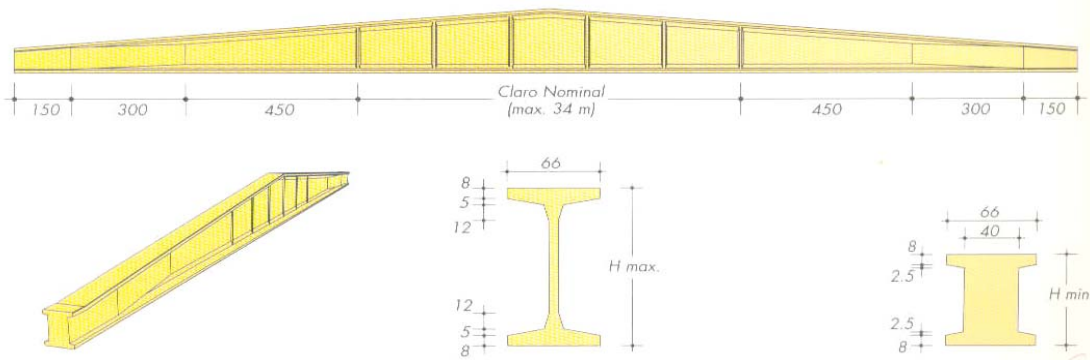


Fig. 1.8.3- Geometría de viga Delta de concreto presforzado

CLARO	m	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	m
H min	cm	70																	cm
H máx	cm	142	146	150	154	158	162	166	170	174	178	182	186	190	194	198	202	206	cm
Peso Delta	Ton	12	12	13	13	14	15	15	16	16	17	18	18	19	20	20	21	22	Ton
Separación entre Deltas	Puede ajustarse a su proyecto arquitectónico y a las óptimas de cada proyecto.																		

Fig. 1.8.4- Tabla del sistema Delta

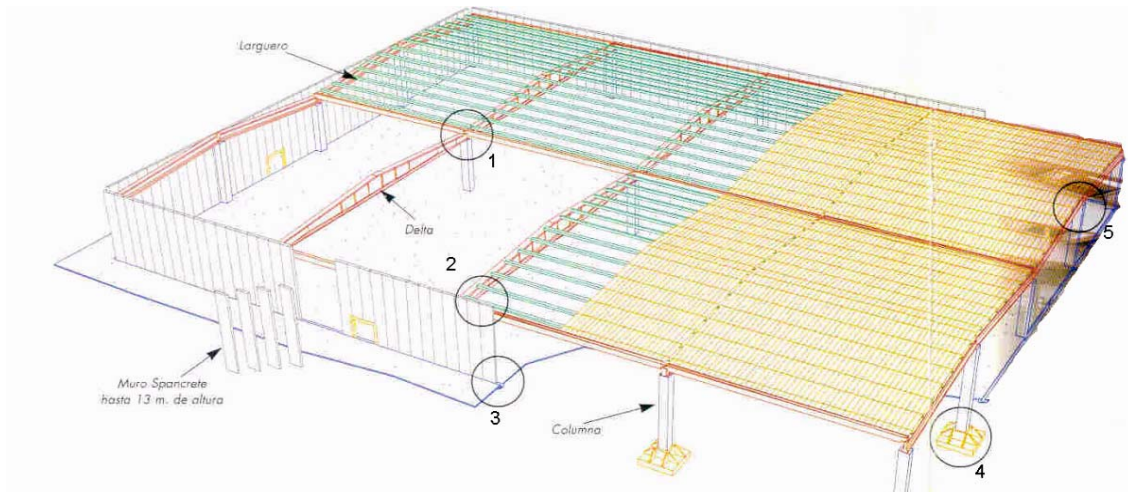


Fig. 1.8.5- Esquema del sistema

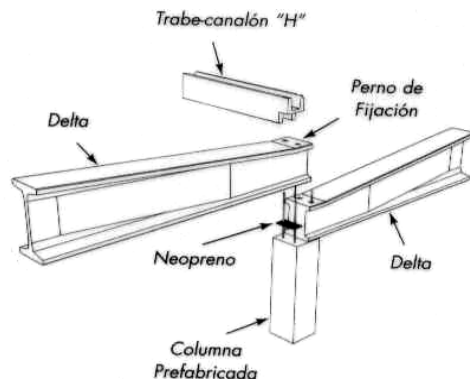


Fig. 1.8.6- Estructura del sistema Delta (1)

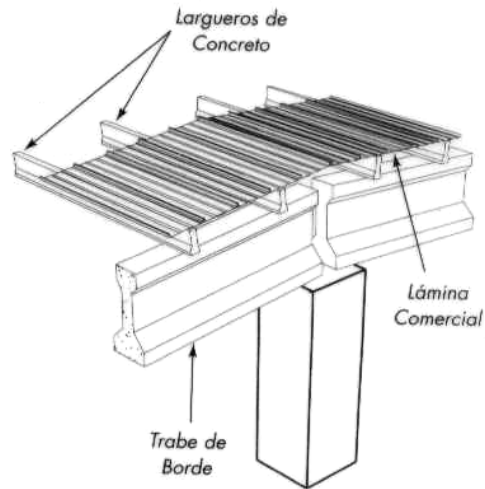


Fig. 1.8.7- Estructura del sistema Delta (2)

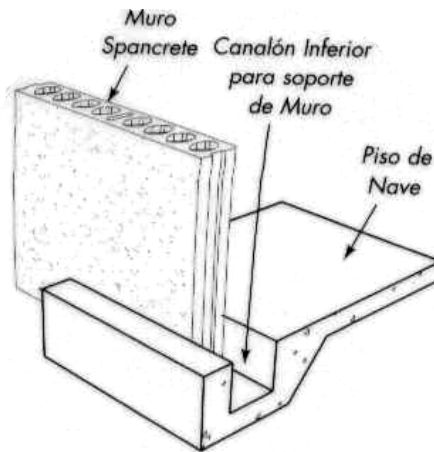


Fig. 1.8.8- Estructura del sistema Delta (3)

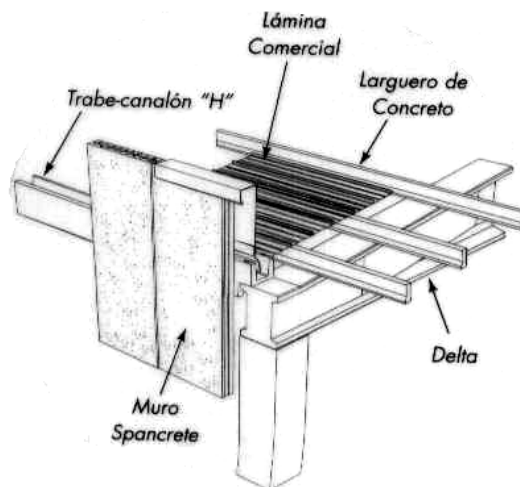


Fig. 1.8.9- Estructura del sistema Delta (4)

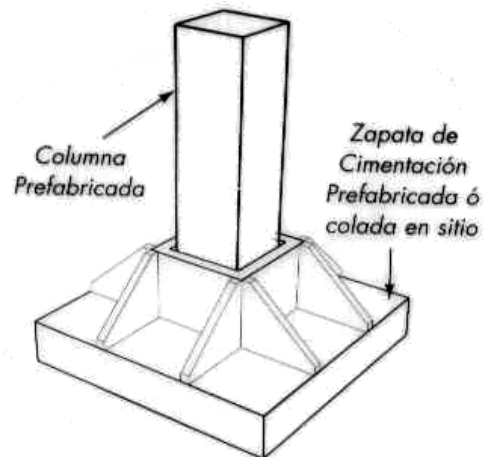


Fig. 1.8.10- Estructura del sistema Delta (5)

## 1.8.2 SISTEMA DE LOSAS NERVADAS DE ITISA

Formado por columnas, traveses y losas TT.



Fig. 1.8.11- Losa nervada



Fig. 1.8.12- Detalle de viga y losa nervada

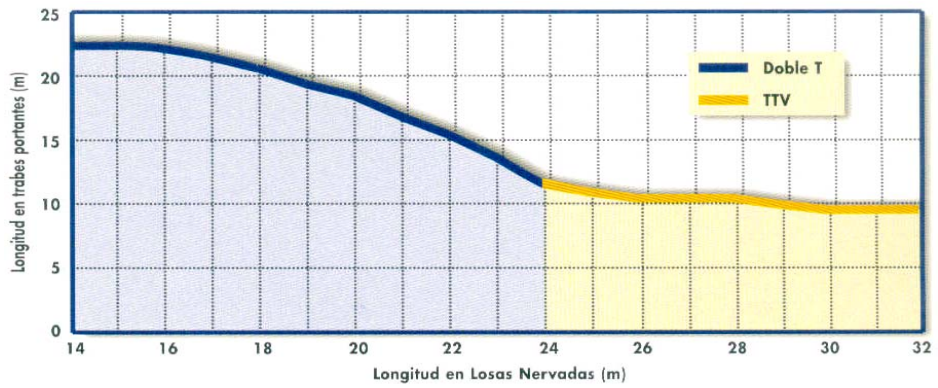


Fig. 1.8.13- Gráfica de utilización de losas nervadas

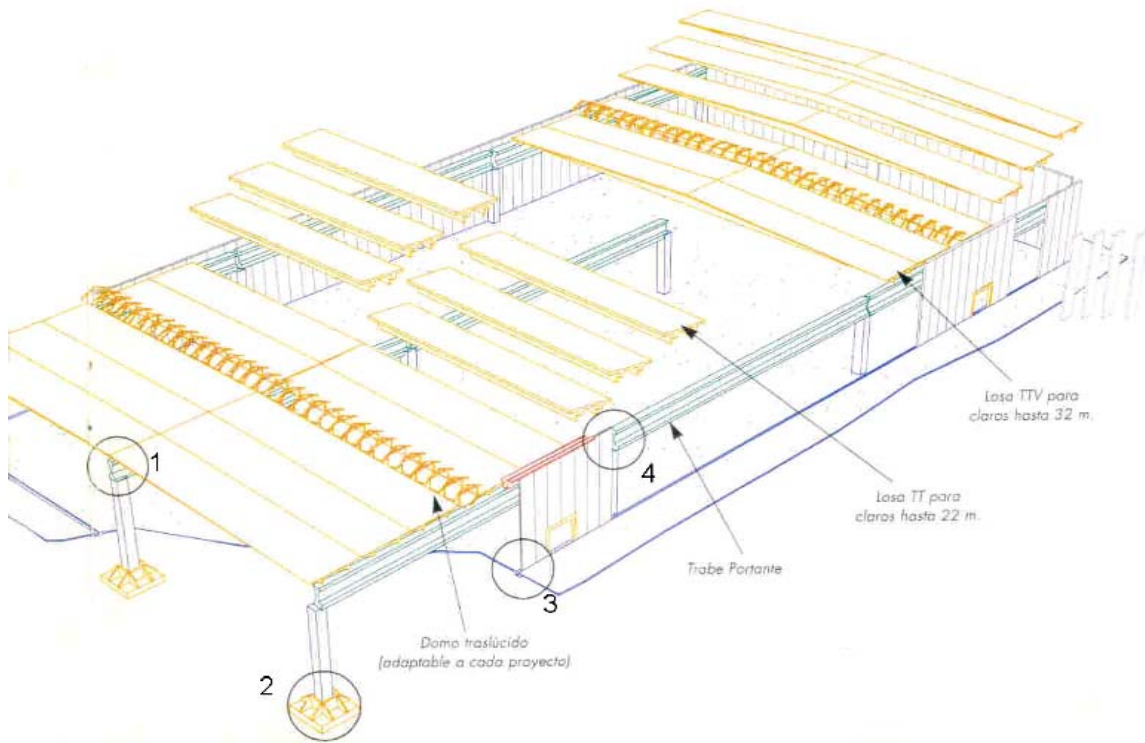


Fig. 1.8.14- Esquema del sistema

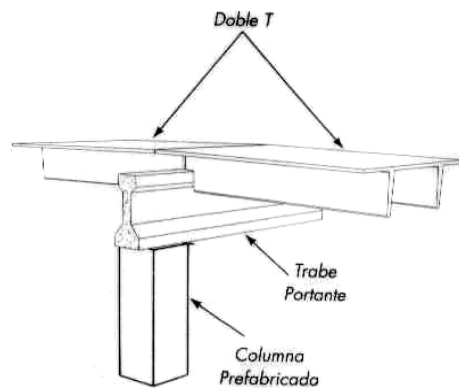


Fig. 1.8.15- Apoyo de losas nervadas en traveses portantes (1)

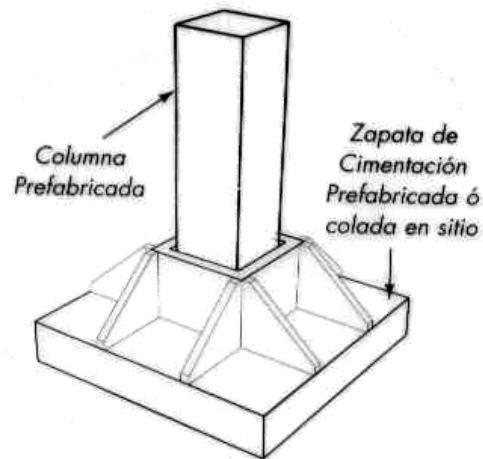


Fig. 1.8.16- Apoyo de columna en cimentación (2)

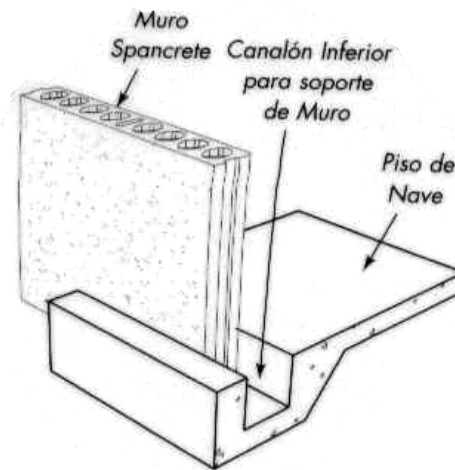


Fig. 1.8.17- Apoyo inferior del muro (3)

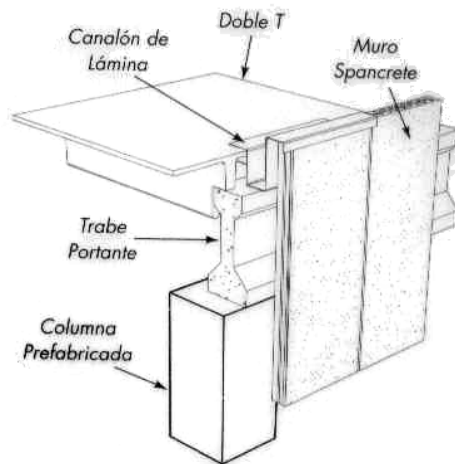


Fig. 1.8.18- Ensamble del conjunto (4)



### 1.8.3 CENTRO COMERCIAL AUCHAN

El Centro Comercial Auchan es un gran ejemplo de prefabricación a su máxima capacidad hablando de edificaciones de mediana altura, ya que podemos hablar de prefabricación desde la cimentación, estructura, entresijos, fachadas, acabados en pisos.



Fig. 1.8.19- Centro comercial Auchan



Fig. 1.8.20- Colocación de columnas

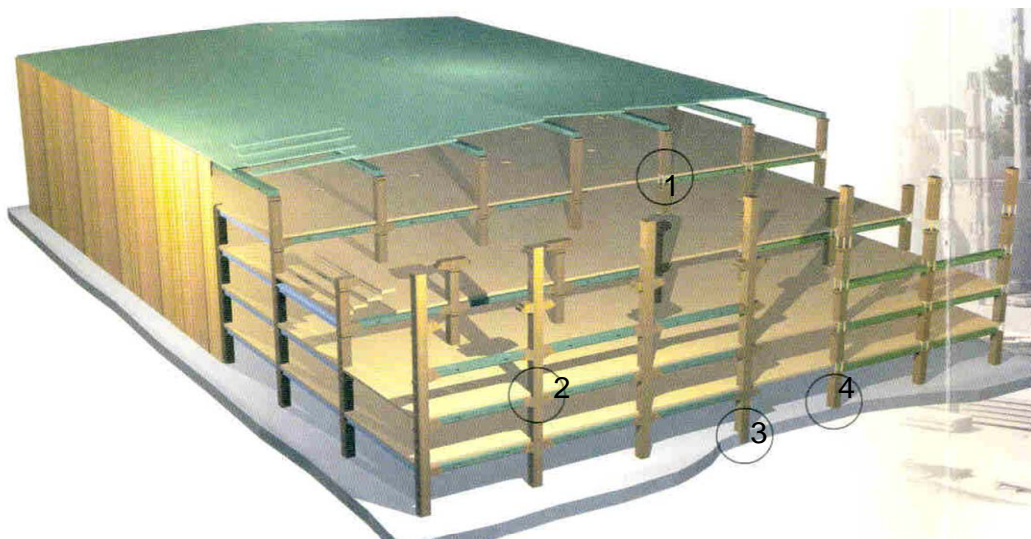


Fig. 1.8.21- Esquema del estacionamiento

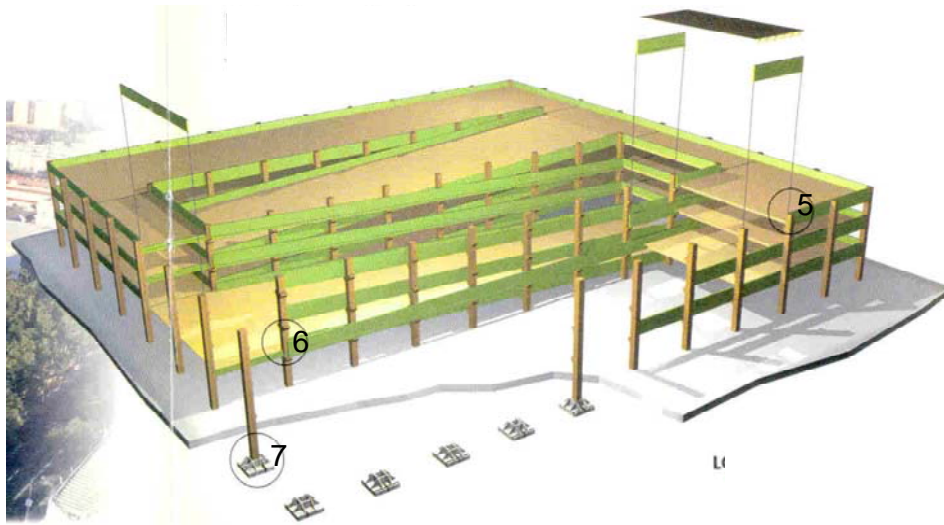


Fig. 1.8.22- Estructura del estacionamiento y rampas

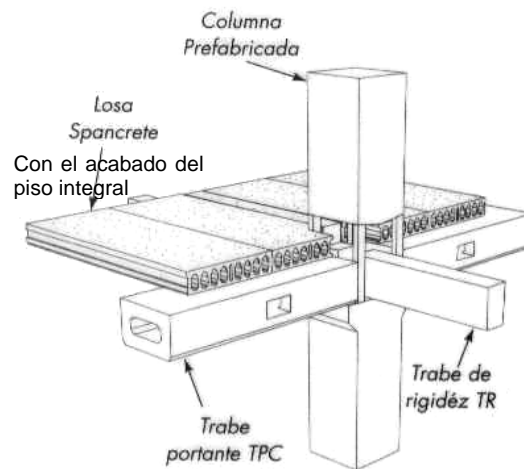


Fig. 1.8.23- Conexión, nudo (1)

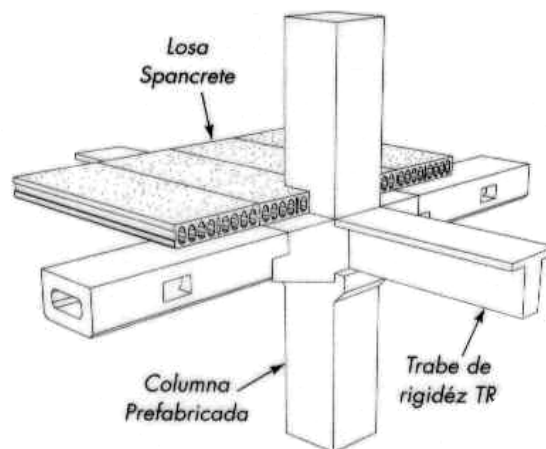


Fig. 1.8.24- Ensamble prefabricado (2)

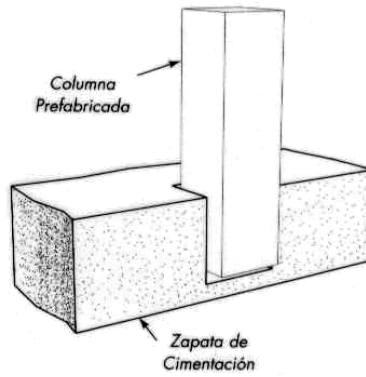


Fig. 1.8.25- Conexión columna-zapata (3)

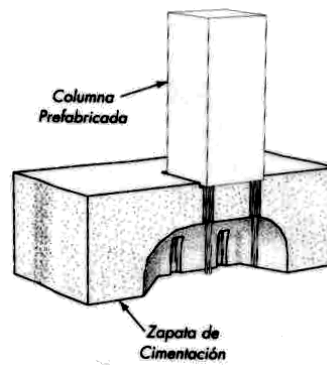


Fig. 1.8.26- Conexión columna-zapata (4)

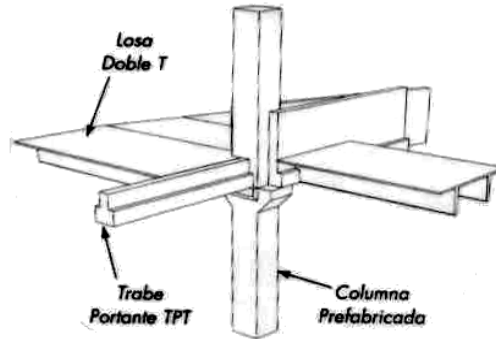


Fig. 1.8.27- Ensamble de rampa (5)

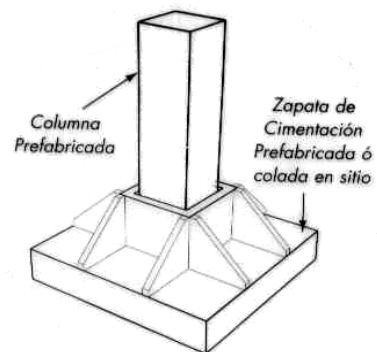


Fig. 1.8.28- Cimentación prefabricada (6)

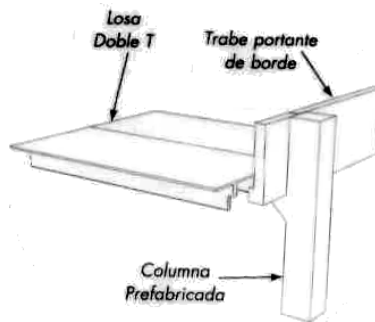


Fig. 1.8.29- Detalle de fachada (7)

### 1.8.4 MURO SPIROLL DE SEPSA

#### DIMENSIONES

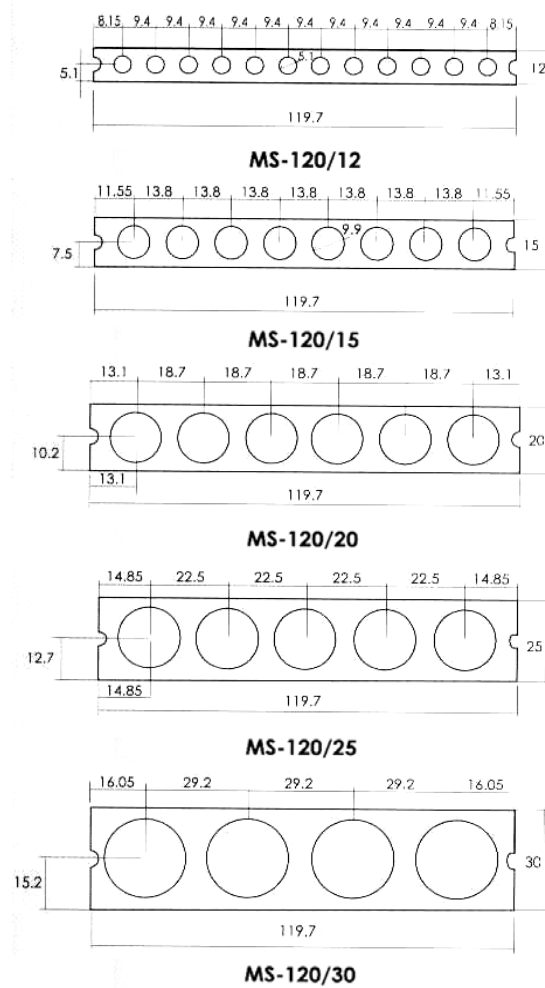


Fig. 1.8.30- Dimensiones

## PROPIEDADES GEOMETRICAS

<b>MS-B/H</b>	<b>Ducto cm</b>	<b>Wo kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Rango mts.</b>
MS-120/12	5.1	189	3-5
MS-120/15	10.2	221	6-9
MS-120/20	15.2	262	7-11
MS-120/25	19.1	315	8-12
MS-120/30	24.3	336	9-14

Fig. 1.8.31- Propiedades geométricas de la sección

## UTILIZACIÓN

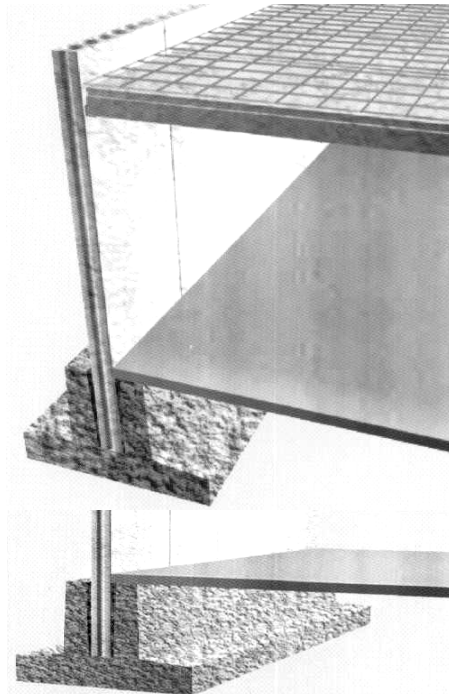


Fig. 1.8.32- Utilización del muro spiroll

## 1.8.5 SISTEMA SEPSA

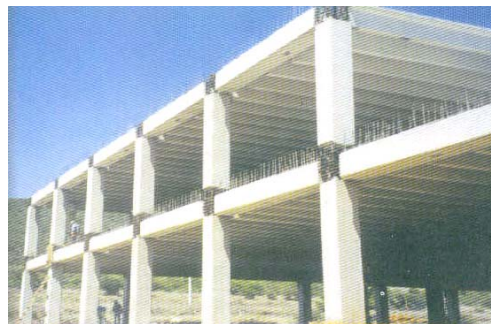


Fig. 1.8.33- Vigas y columnas



*Fig. 1.8.34- Vigas portantes, columnas y trabes TT*



*Fig. 1.8.35- Columnas con ventana*



*Fig. 1.8.36- Montaje de trabes portantes*



*Fig. 1.8.37- Montaje de vigas TT*

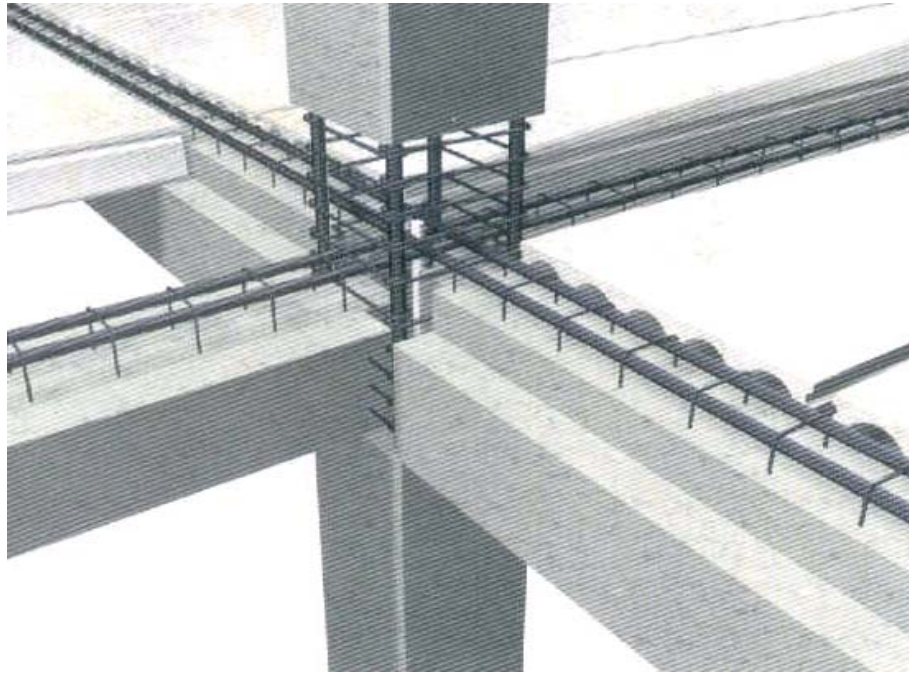


Fig. 1.8.38- Conexión SEPSA (patente del Ing. Rene Carranza)

## 1.9 CONEXIONES

Las conexiones son uno de los elementos más importantes en la prefabricación de edificios, se muestran a continuación algunos ejemplos.

### 1.9.1 CONEXIÓN CIMENTACIÓN-COLUMNA

#### CB1

Conexión con una placa base de dimensiones mayores que la sección transversal de la columna. Se usan cuatro pernos de anclaje con doble tuerca, existe una separación de 50 a 55 milímetros para la lechada de cemento sin contracciones entre la parte superior del cimiento y la parte inferior de la placa base. Los pernos de anclaje están colocados en las esquinas o en el centro de los lados. Los refuerzos de la columna están soldados a la placa base.

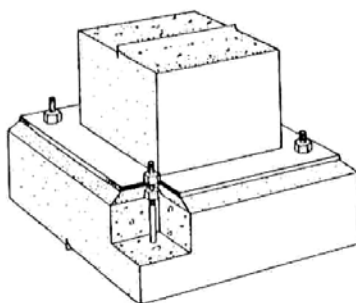


Fig. 1.9.1- CB1

#### CB2

En la placa de base interna se 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 (en el centro del elemento).

Usa el sistema de doble tuerca, lechada de cemento sin contracciones y unión soldada del refuerzo de la columna a la placa.

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.

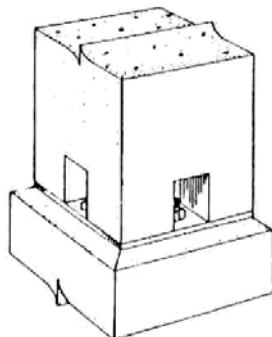
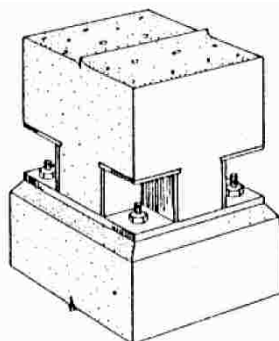


Fig. 1.9.2- CB2



**CB3**

No se usa una placa completa inferior de la base. Un ángulo de 13 mm de espesor se deja ahogado 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. 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.



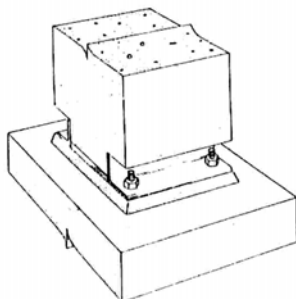
*Fig. 1.9.3- CB3*

**CB4**

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.



*Fig. 1.9.4- CB4*

**CB5**

Las barras principales de refuerzo de la columna sobresalen de la parte inferior de la columna y se insertan en el ducto metálico pulido, es flexible, con 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.

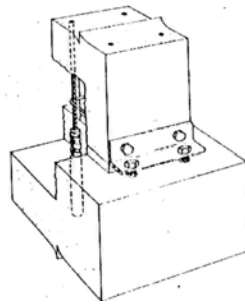


Fig. 1.9.5- CB5

**CB6**

Unión pilar-jacena mediante empalmes tipo Lenton.

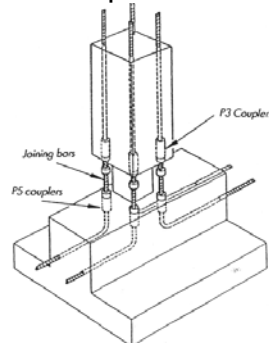


Fig. 1.9.6- CB6

**CB7**

Unión de columna mediante pernos o anclas relleno de concreto con estabilizador de volumen.

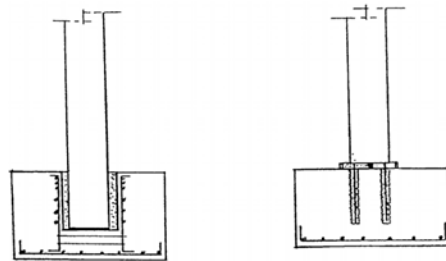


Fig. 1.9.7- CB7

**CB8**

Unión de columna con zapata y candelero.

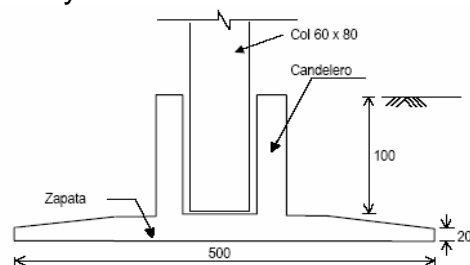


Fig. 1.9.8- CB8

En las conexiones se debe considerar la posibilidad de que las superficies de apoyo estén desalineadas o alabeadas de los planos deseados. Podrán proporcionarse ajustes usando mortero estabilizador de volumen o amortiguadores elastoméricos si el alabeo o la desalineación del plano horizontal no exceden de 6 mm.

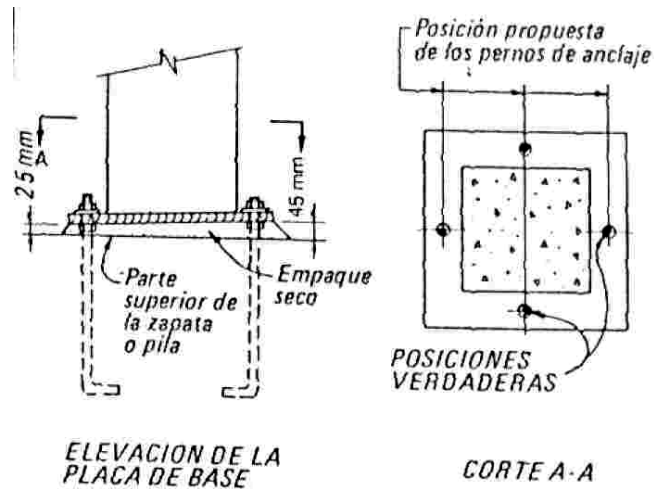


Fig. 1.9.9- Detalle de placa base (desalineación)

## 1.9.2 CONEXIÓN CIMENTACIÓN-MURO

### CM1

El tablero de muro está unido a la base por medio de ángulos soldados a placas ahogadas 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 llena con lechada no contráctil (concreto estabilizador de volumen) después de la unión, con objeto de transmitir la carga de diseño a la zapata.

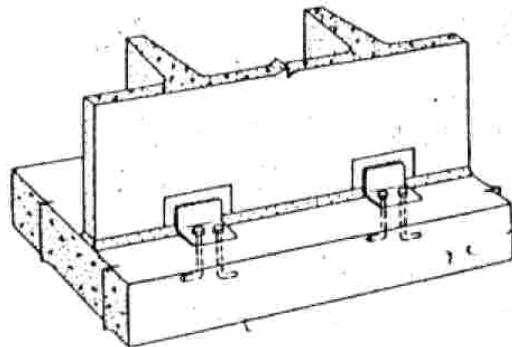
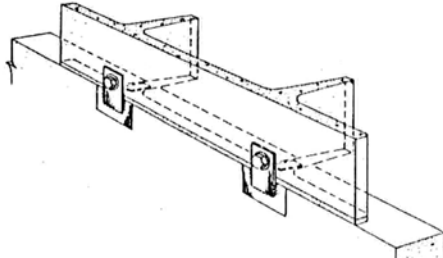


Fig. 1.9.10- CM1

**CM2**

La placa ranurada se une a la base mediante soldadura, a una placa ahogada en el interior y a los tableros del muro por medio de pernos dentro de los insertos ahogados 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.

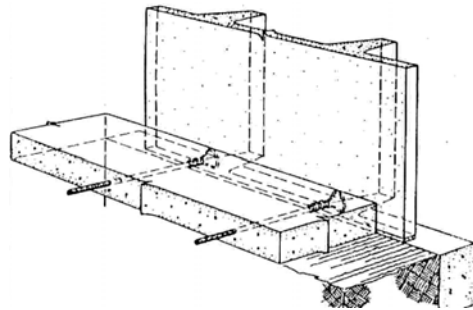


*Fig. 1.9.11- CM2*

**CM3**

Se prevé 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.

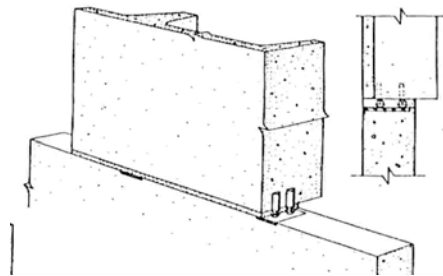
Para nivelar se usan calzas y concreto estabilizador de volumen, y se debe proporcionar un contraventeo temporal hasta que el piso esté vaciado y alcance el nivel requerido de resistencia.



*Fig. 1.9.12- CM3*

**CM4**

Se coloca un perno de vástago cuadrado, de cabeza redonda, en un inserto que se ahoga y se taladra dentro de la base de un tablero de muro. Las cabezas se apoyan sobre placas de acero ahogadas dentro de los cimientos y los ajustes de nivelación se efectúan simplemente haciendo girar los pernos.



*Fig. 1.9.13- Conexión SEPSA*

### 1.9.3 CONEXIÓN VIGA-COLUMNA

#### VC1

Las traveses prefabricadas descansan en el recubrimiento de la columna inferior colada previamente a la colocación de las traveses.

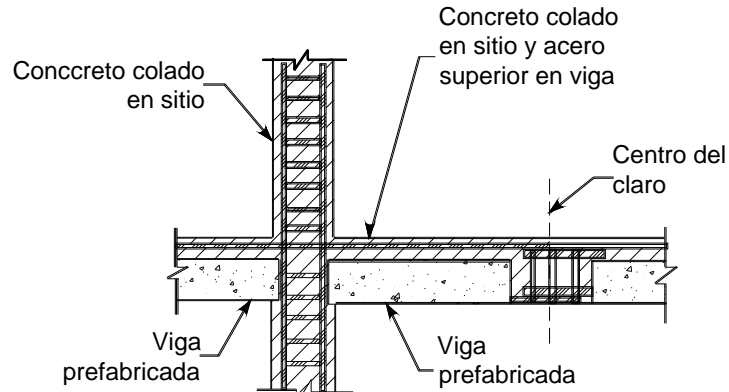


Fig. 1.9.14- VC1. Sistema 1

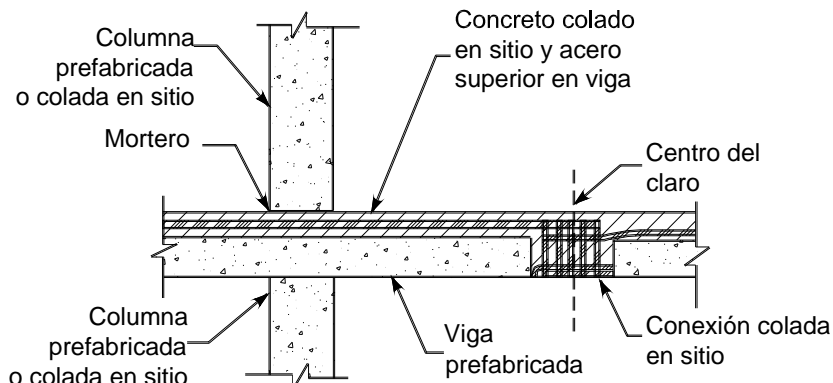


Fig. 1.9.15- VC1. Sistema 2

#### VC2

El refuerzo longitudinal de las traveses prefabricadas se une en la conexión a mitad del claro de la trabe

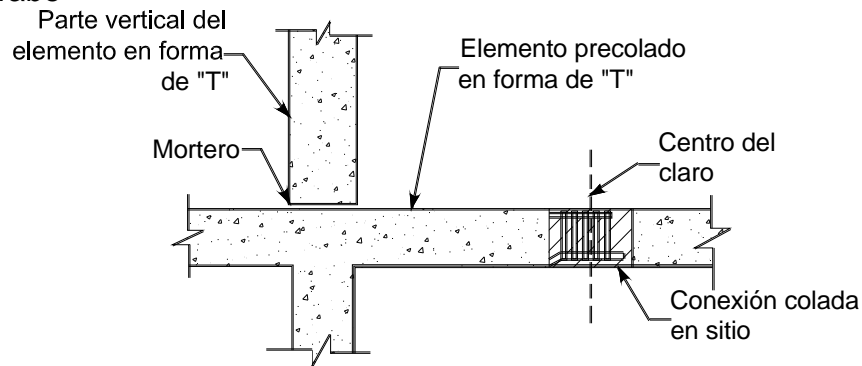


Fig. 1.9.16- VC2

### VC3

El objetivo de la conexión radica en que al prefabricar las columnas de una pieza para varios pisos, se interrumpe el concreto en los niveles donde se apoyarán las traveses de rigidez y portantes. Sobre dicho hueco o ventana se insertan las salientes de las traveses de rigidez y las salientes de las traveses portantes.

Con esta solución se logra conectar las traveses en el sitio, tanto el acero negativo como el acero positivo. Esta conexión es patente del Ing. Carranza, de SEPSA.

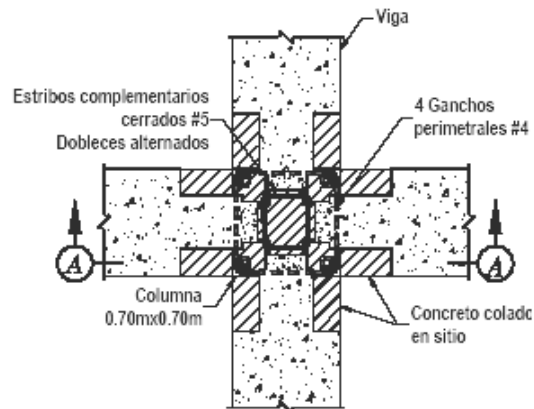


Fig. 1.9.17- VC3. Planta

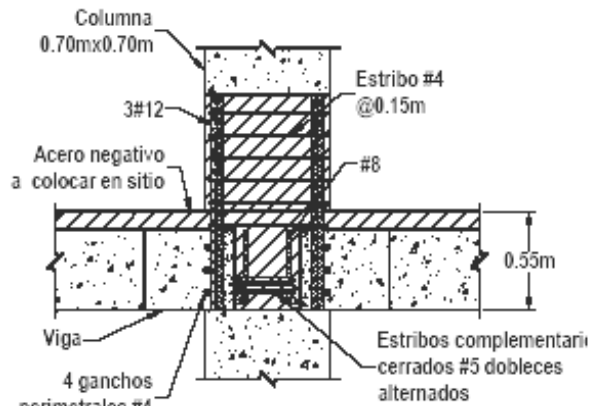


Fig. 1.9.18- VC3. Sección A-A

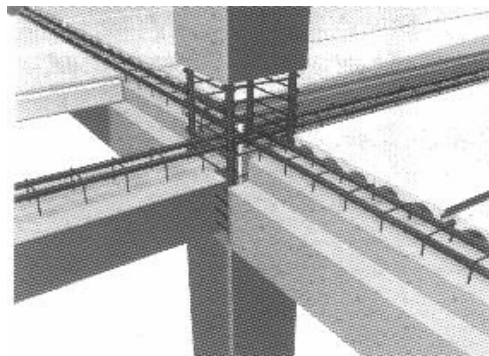


Fig. 1.9.19- VC3.

## VC4

Conexión con soldadura de montaje.

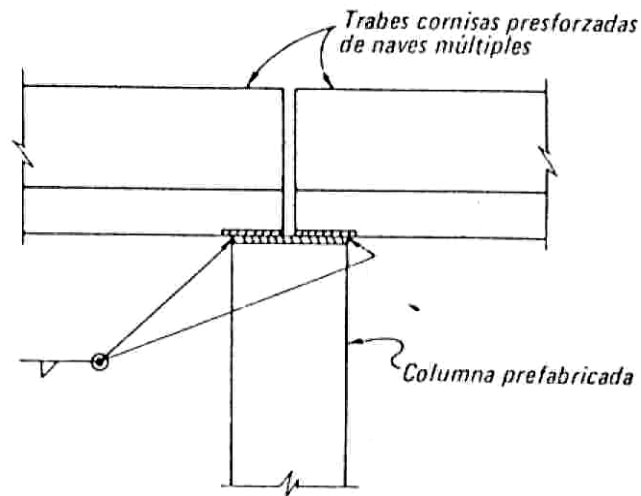


Fig. 1.9.20- VC4

## VC5

Conexión diseñada para momento, postensada.

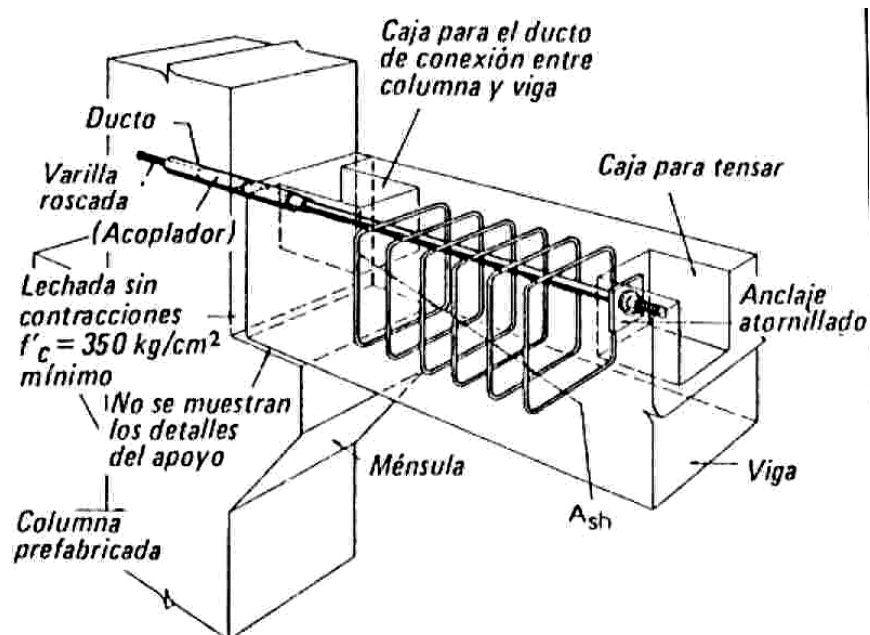


Fig. 1.9.21- VC5

**VC6**

Conexión diseñada para momento, con refuerzo de acero negativo.

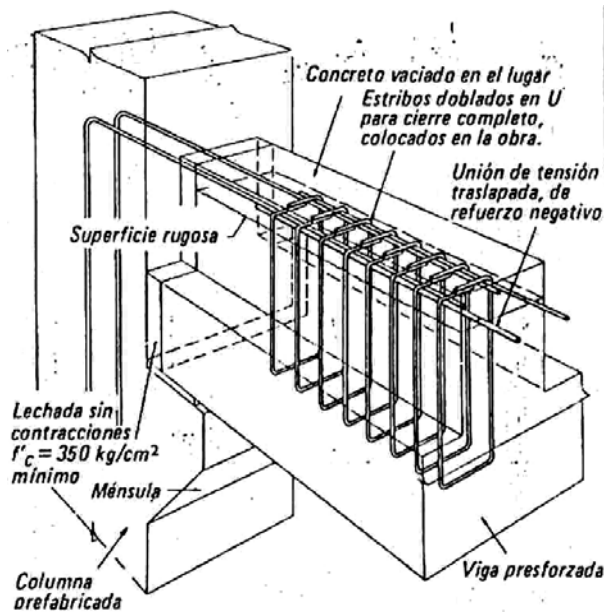


Fig. 1.9.22- VC6

**VC7**

Se muestra una cornisa o ménsula sin usar una viga con el extremo rebajado. En este diseño se requieren ángulos de confinamiento y/o amortiguadores de apoyo. El detalle que se muestra es para una condición simplemente apoyada. Puede también usarse para una conexión para momentos que use concreto estabilizador de volumen, entre el extremo de la viga y la columna, y que proporcione la transferencia de tensión en la parte superior de la viga.

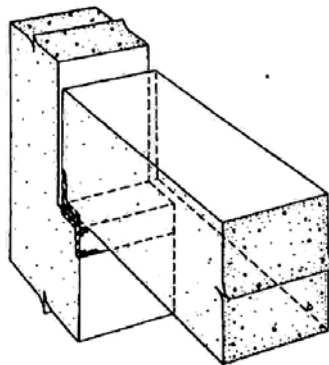


Fig. 1.9.23- VC7

**VC8**

La ménsula de concreto reforzado sobresale de la columna. Se muestra con un amortiguador elastomérico de apoyo y placas tanto en la ménsula como en la viga.



Este detalle es para una condición de apoyos simples  
Los amortiguadores de apoyo son opcionales, de acuerdo con los requisitos del diseño.

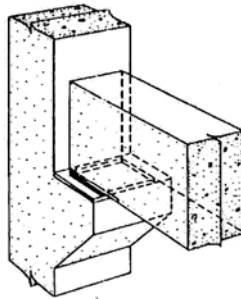


Fig. 1.9.24- VC8

### VC9

Se llama frecuentemente conexión de extremo rebajado y normalmente requiere ángulos de confinamiento debido a los elevados esfuerzos.

Se requiere concreto estabilizador de volumen en dos superficies de contacto diferentes. 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.

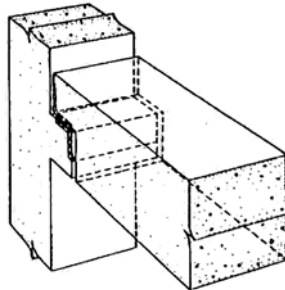


Fig. 1.9.25- VC9

### VC10

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 dobles. La viga rebajada requiere cuidado en su detalle y colocación del refuerzo, deberán colocarse estribos bastante cercanos, en la columna inmediatamente arriba y abajo del perfil de acero estructural empotrado

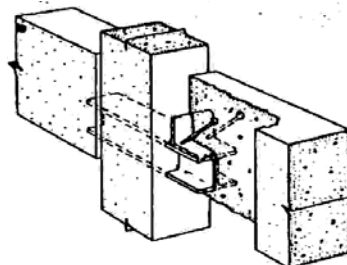


Fig. 1.9.26- VC10

**VC11**

Esta es una conexión por medio de espigas con varillas que sobresalen 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 arena u otro material suelto en la parte interior del tubo, antes de colocar la lechada. En temperatura de congelación, es importante impedir que el agua penetre a los tubos antes de, la inyección de lechada. En las superficies de apoyo se usan amortiguadores de apoyo, placas de acero o ángulos confinados. La conexión puede hacerse continua colocando refuerzo a la tensión traslapado o soldado. Las varillas de tensión pueden también colocarse en la parte superior, o en los desbastes superiores de las vigas.

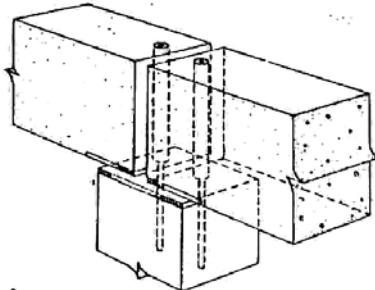


Fig. 1.9.27- VC11

**VC12**

Se requieren varillas de refuerzo soldadas a ángulos. Tiene la ventaja de permitir una extensión futura de la columna, colocando un perno de anclaje o insertos en el concreto vaciado en la obra entre los extremos de las vigas. Cuando se hace esto, las varillas confinadas con estribos de la columna, deberán sobresalir al cerramiento vaciado en la obra de la columna de abajo.

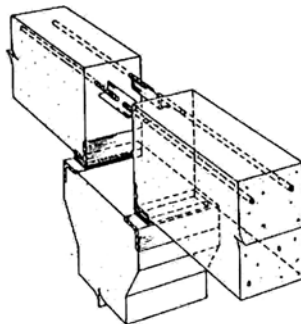


Fig. 1.9.28- VC12

**VC13**

Este detalle muestra una varilla recta para postensado que se tensa después de la colocación del concreto con estabilizador de volumen, 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. También requiere la colocación apropiada de los estribos de confinamiento para impedir un esfuerzo excesivo del apoyo bajo el anclaje extremo. El tendón podrá también curvarse y anclarse en la parte inferior de la viga, o hacerse continuo a través de ella.

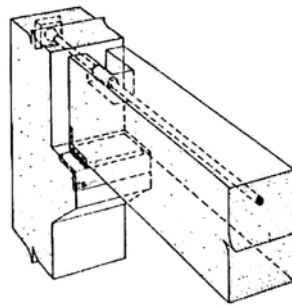


Fig. 1.9.29- VC13

**VC14**

Apoyo de viga peraltada en el extremo de la columna.

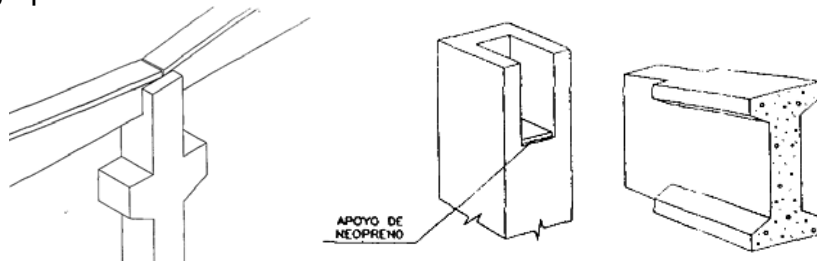


Fig. 1.9.30- VC14

**VC15**

Conexión de viga de acero a columna de concreto prefabricada.

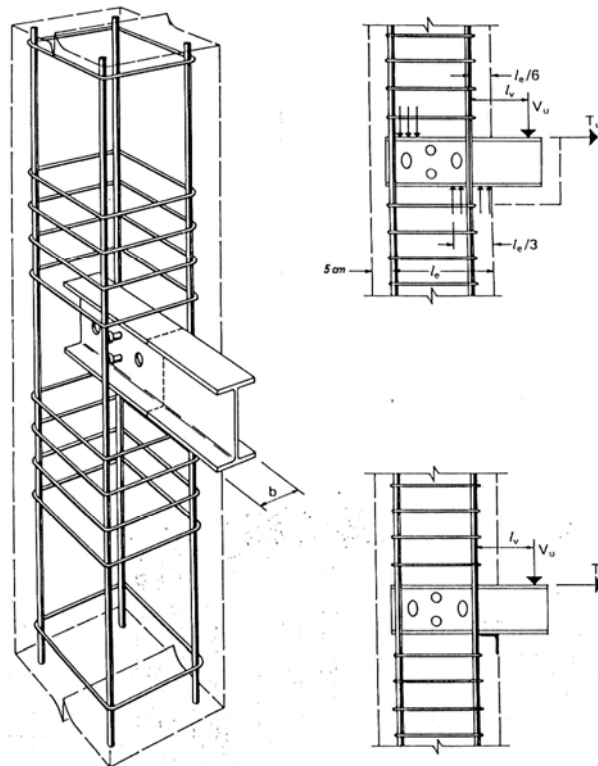


Fig. 1.9.31- VC15

## 1.9.4 CONEXIÓN COLUMNA-COLUMNA

### CC1

Se usan cavidades para pernos de anclaje.

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.

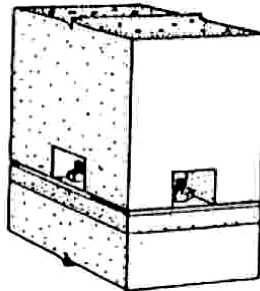


Fig. 1.9.32- CC1

### CC2

El ángulo que se muestra remetido para propósitos arquitectónicos y de protección contra incendios, está cubierto con concreto estabilizador de volumen.

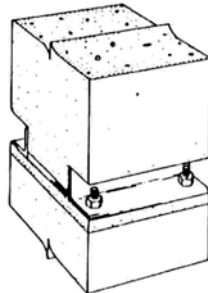


Fig. 1.9.33- CC2

### CC3

Se usa una placa de base de tamaño completo, 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.

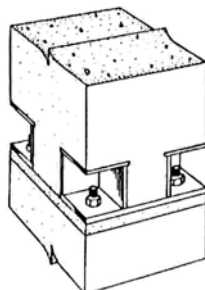


Fig. 1.9.34- CC3

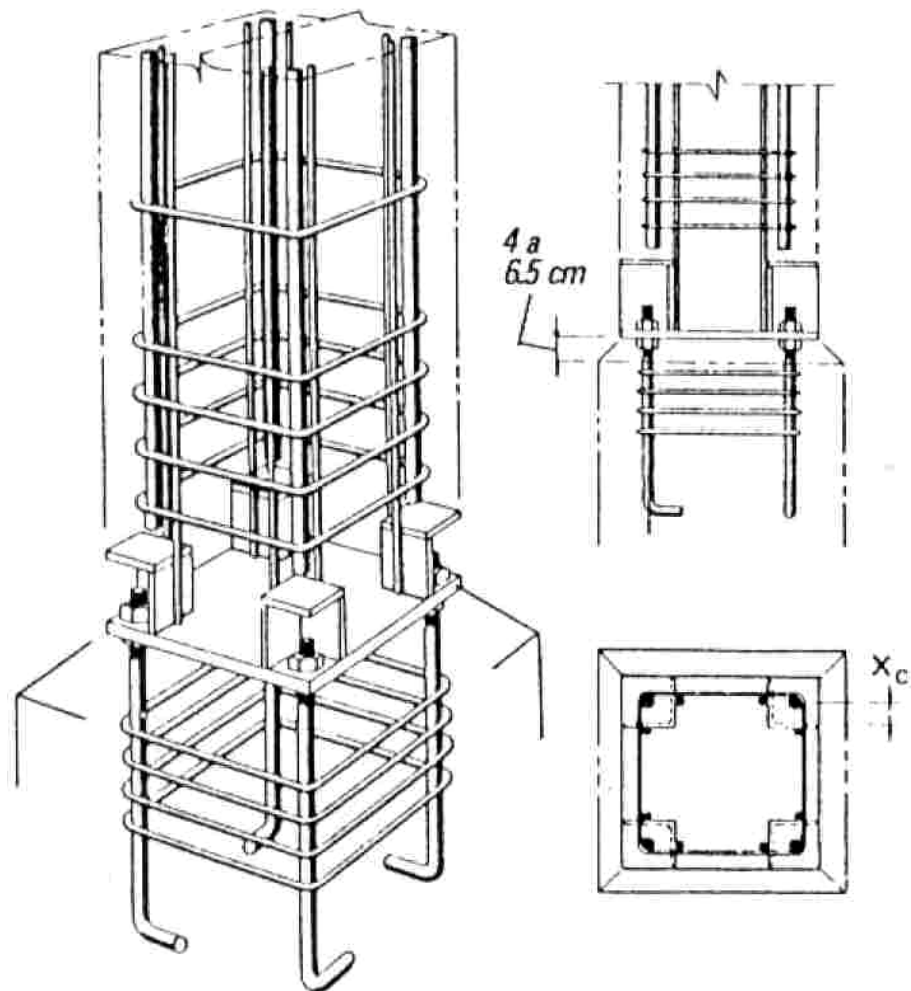


Fig. 1.9.35- CC3. Diferentes vistas

#### CC4

Conexión mediante elementos internos.

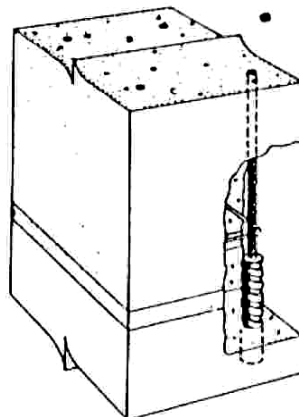


Fig. 1.9.36- CC4

**CC5**

Es una de las muchas variaciones para una columna unida a través de una viga continua. Es importante proveer refuerzo dentro de la viga, para transmitir las cargas entre las columnas. Deberá usarse concreto estabilizador de volumen de 50 a 65 mm de espesor, bajo la placa de base para asegurar la transferencia de las cargas axiales de la columna

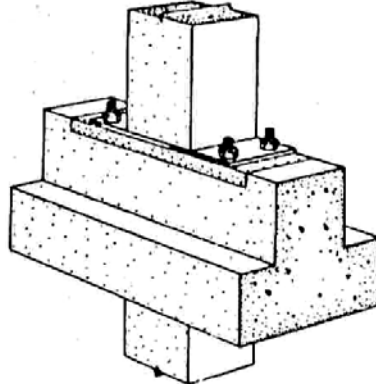


Fig. 1.9.37- CC5

**CC6**

Conexión de dos columnas de diferente sección mediante placas de acero y anclajes.

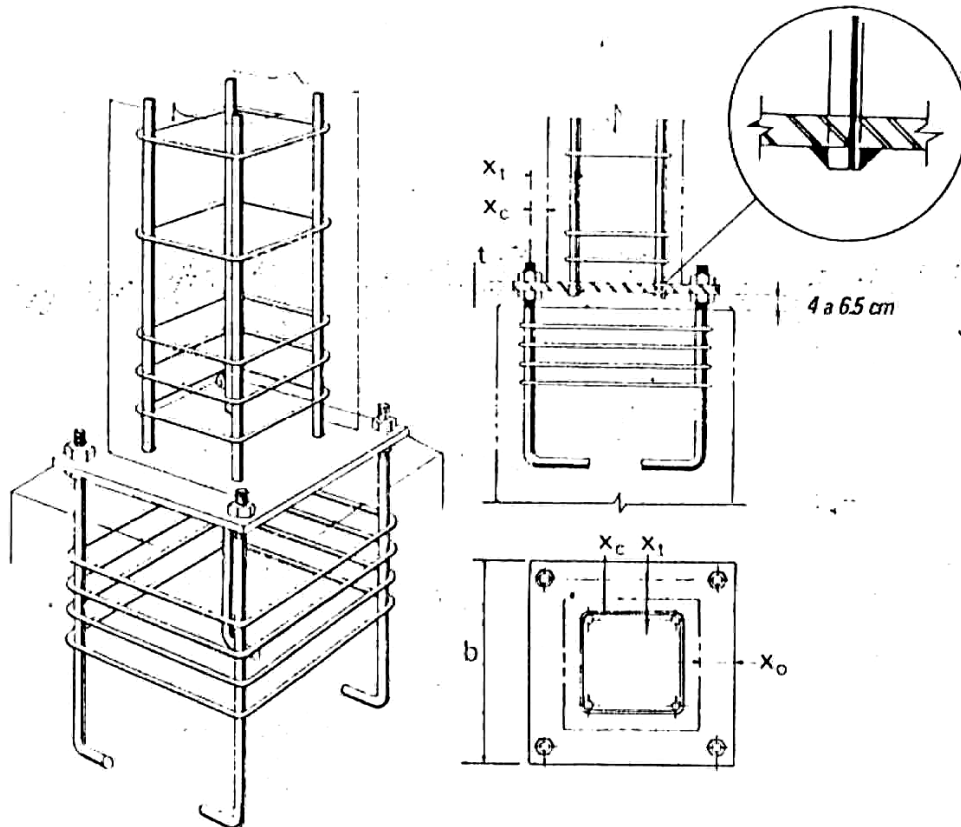


Fig. 1.9.38- CC6

## 1.9.5 VIGA-VIGA

### VV1

Conexión de dos vigas.

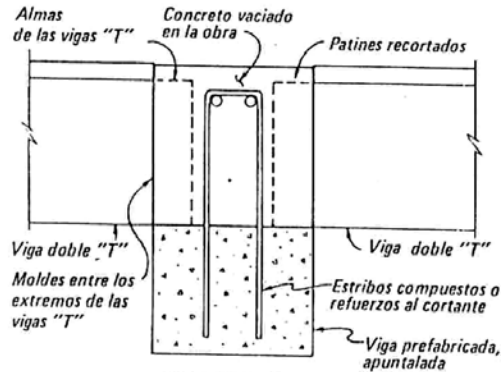


Fig. 1.9.39- VV1

## 1.9.6 CONEXIONES DE SISTEMA DE PISO

Los sistemas de apoyo para elementos de piso de concreto precolado pueden ser del tipo **simple o continuo**. La conveniencia del empleo de algunos de estos sistemas difiere del tipo de aplicación. El apoyo simple conviene en claros largos cuando es muy difícil y costoso proveer la resistencia necesaria para momento negativo en los nudos. El apoyo continuo, conviene más en construcciones del tipo comercial o residencial ya que se requiere obtener continuidad.

### CP1

Los tipos de conexión para sistemas de piso precolado como losas extruidas a losas sólidas soportadas por vigas, pueden ser divididos en tres tipos. La diferencia entre estos tipos de apoyo es el **peralte** de la viga de soporte antes de la colocación del concreto colado en sitio.

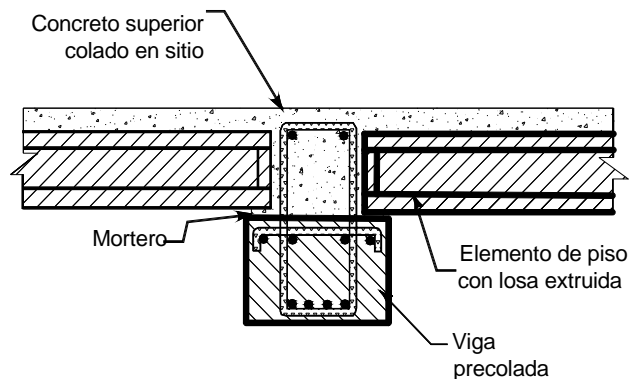


Fig. 1.9.40- CP1. Tipo 1

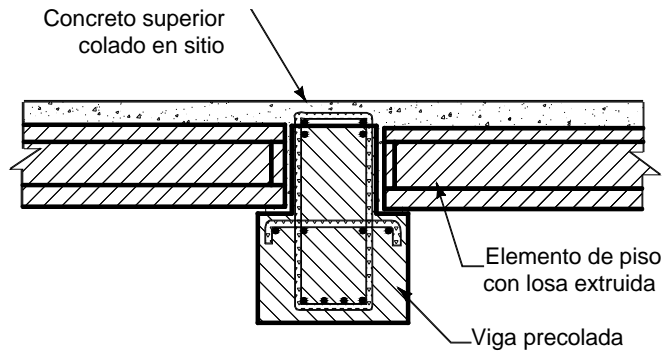


Fig. 1.9.41- CP1. Tipo 2

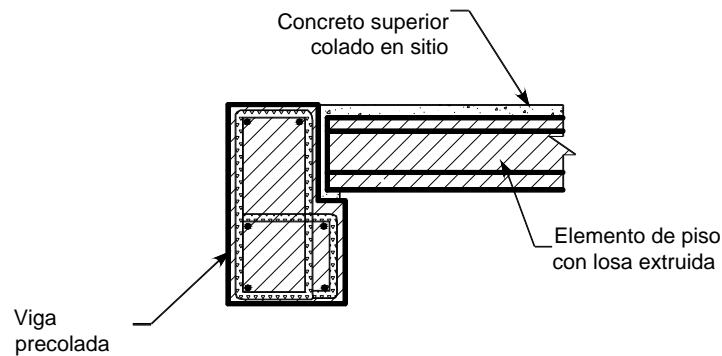


Fig. 1.9.42- CP1. Tipo 3

### CP2

Se 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

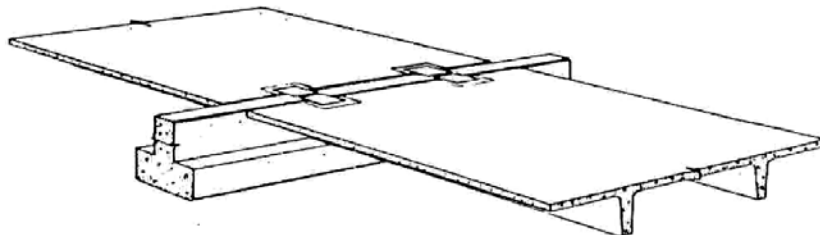
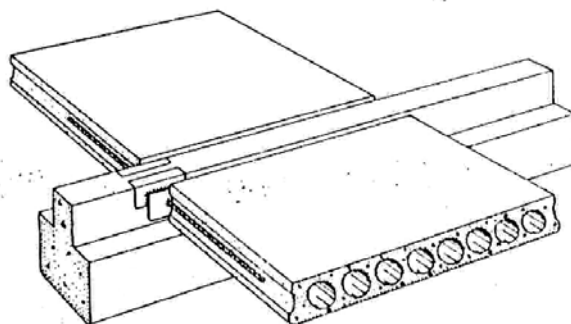


Fig. 1.9.43- CP2



**CP3**

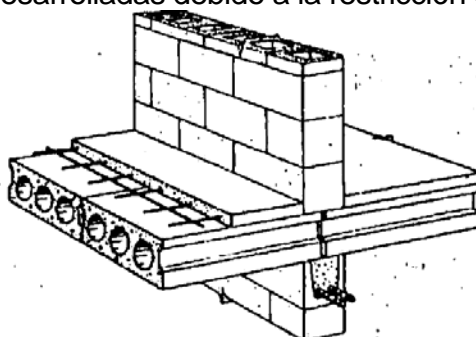
Se muestra una forma para desarrollar la acción de diafragma en una viga en un sistema de techo de núcleo hueco si la fricción no es suficiente para transferir las fuerzas laterales y por lo tanto se requiere una conexión positiva. Las placas se ahogan en la posición superior del larguero y las espigas 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 cuneros 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 ninguna conexión adicional a la viga



*Fig. 1.9.44- CP3*

**CP4**

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 pueden 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.



*Fig. 1.9.45- CP4*

**CP5**

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 colocar lechada entre los extremos de las losas.

De 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 con objeto de transferir las fuerzas al muro.

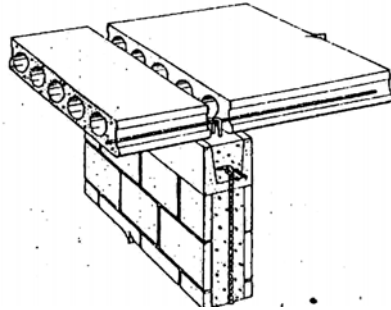


Fig. 1.9.46- CP5

### CP6

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

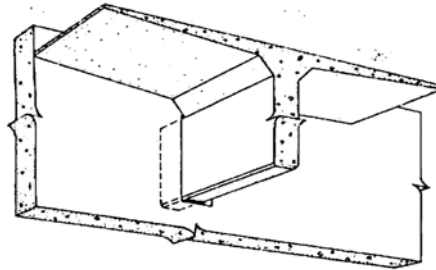


Fig. 1.9.47- CP6

### CP7

Se muestra un piso de doble "T", apoyado en un muro de mampostería con 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 para disminuir el agrietamiento en el muro

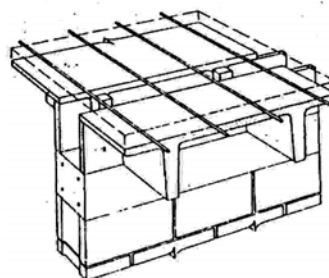
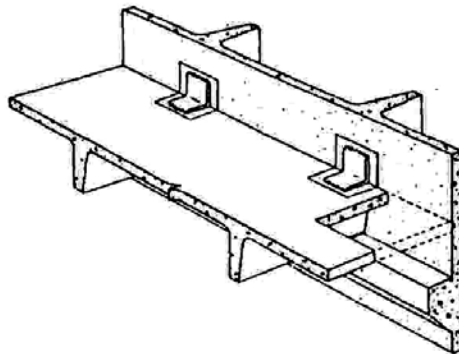


Fig. 1.9.48- CP7

**CP8**

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. 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.

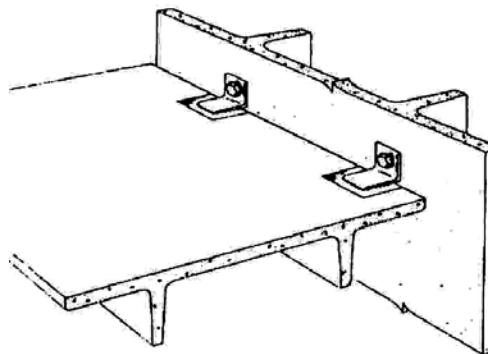


*Fig. 1.9.49- CP8*

**CP9**

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 conforme se colocan recubrimientos, techado y otras cargas. Esto requiere una conexión que pueda acomodar los movimientos verticales. Los ángulos ranurados con rondanas 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.



*Fig. 1.9.50- CP9*

**CP10**

Conexión de placas alveolares a traves o contratraves.

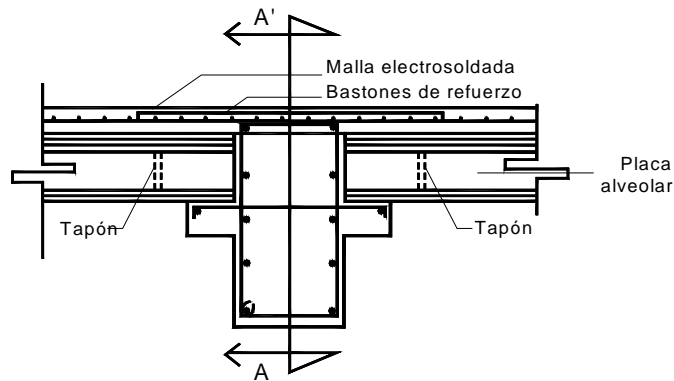


Fig. 1.9.51- CP10

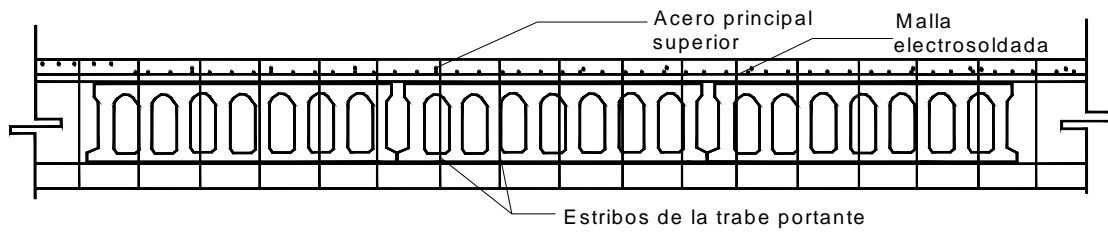


Fig. 1.9.52- CP10. Corte A-A

**CP11**

Detalles de entrepisos de vigueta y bovedilla

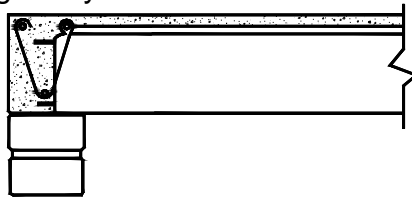


Fig. 1.9.53- CP11 Apoyo de vigueta sobre muro (mínimo 0.05m)

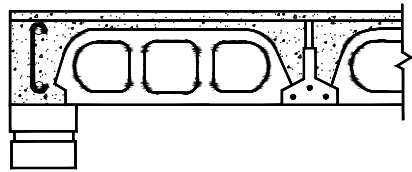


Fig. 1.9.54- CP11. Apoyo de bovedilla sobre muro

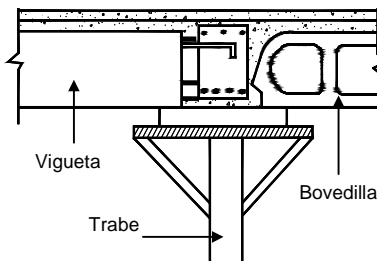


Fig. 1.9.55- CP11. Apoyo de vigueta y bovedilla en trabe

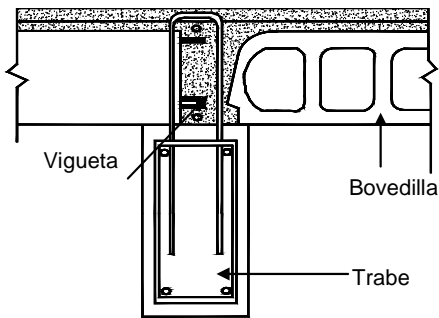


Fig. 1.9.56- CP11. Apoyos sobre trabe o contratrabe previamente colada

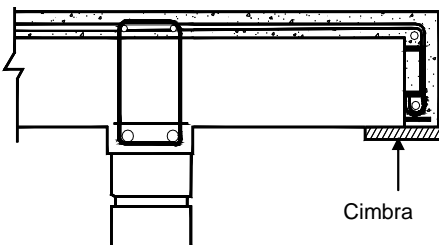


Fig. 1.9.57- CP11. Vigueta con volado

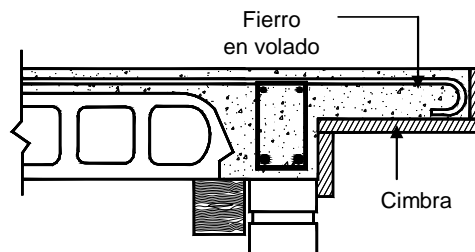


Fig. 1.9.58- CP11. Volado colado en obra

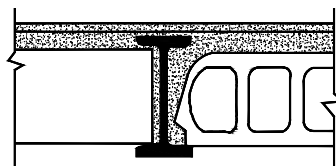


Fig. 1.9.59- CP11. Apoyo de vigueta y bovedilla en viga de acero

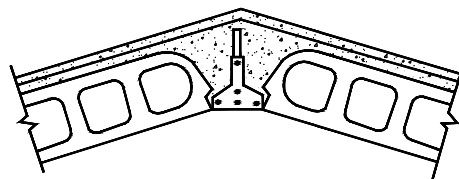


Fig. 1.9.60- CP11. Vigueta cumbrera

## 1.10 PRECOLADOS ARQUITECTÓNICOS

El concreto arquitectónico ofrece una combinación única de flexibilidad, diseño, belleza y durabilidad en el diseño de estructuras, acabados y fachadas a través de una gran variedad de formas, colores, texturas superficiales y acabados, sin que por ello se tenga que renunciar a sus características estructurales de estabilidad y permanencia.

El concreto es un material plástico que podemos moldear en formas inimaginables y obtener desde superficies con texturas agresivas hasta acabados delicadamente pulidos comparables con el mármol. Además, puede colocarse en combinación con otros materiales para proporcionar una superficie terminada con diseños exclusivos en colores con tonalidades diferentes.

El concreto arquitectónico y el concreto estructural están hechos con materiales similares pero tienen distintos diseños y dosificaciones de mezclas de concreto.

El concreto arquitectónico prefabricado es una opción económica para construir distintos tipos de superficies.

Entre los productos de concreto arquitectónico más importantes se encuentran elementos para jardinería, mobiliario urbano, señalización, decorativos y paneles de fachada

### 1.10.1 ESTÉTICA DE LAS SUPERFICIES

Con el concreto precolado así como con el colado en sitio se pueden lograr casi cualquier forma, color y textura que satisfaga los requisitos estéticos y funcionales de la arquitectura moderna.

Desde el punto de vista estético, los nuevos tratamientos de superficie han producido una gran variedad de nuevas texturas en la superficie del concreto. El arquitecto debe dirigir sus esfuerzos hacia la combinación de formas, texturas y colores con el fin de lograr el efecto deseado en la estructura y su entorno.

Existe una variedad casi infinita de acabados decorativos para las superficies del concreto que varían desde pulido liso hasta texturas agresivas.

Desde el punto de vista del intemperismo, es importante que el diseño de goteros, drenes y estrías verticales sea adecuado para evitar escurrimientos y decoloración que provocan que el concreto envejezca rápidamente con el tiempo.

## 1.10.2 DISEÑO ARQUITECTÓNICO

El concreto precolado no sólo es una poderosa herramienta para el diseñador sino que ha evolucionado hasta convertirse en una nueva expresión arquitectónica.

Hace bastante tiempo que el concreto dejó de ser considerado sólo como un material gris, áspero y anodino. Las innovaciones tecnológicas en la composición del concreto, los nuevos materiales para los moldes y los procesos para los acabados han incrementado la calidad de tal manera que ya puede competir con los revestimientos de fachada más exclusivos.

Gracias a sus propiedades y variedades, el concreto arquitectónico pertenece a las soluciones contemporáneas más flexibles para la construcción de fachadas.

## 1.10.3 PROTOTIPOS Y MUESTRAS

El prototipo es un primer elemento de aproximación, producido con objeto de evaluar si cumple satisfactoriamente los requerimientos del proyecto para poder optimizar costos y diseño. Para ello se deben revisar algunos de los siguientes aspectos:

- **Estéticos:** forma, color, textura, modulación.
- **Físico-mecánicos:** compresión, tensión, flexión, torsión, esfuerzo cortante e impacto.
- **Seguridad:** resistencia al fuego, a productos químicos.
- **Servicio:** deformación y vibración ante cargas.
- **Aislamiento:** hidráulico, térmico, acústico, óptico.

Antes de procesar una orden, se debe enviar a la constructora una muestra de tamaño adecuado. Esta muestra debe ser manufacturada bajo las condiciones habituales, utilizando el mismo refuerzo y los elementos especificados.

## 1.10.4 JUNTAS

El diseño de las juntas es de vital importancia para el éxito de un proyecto con concreto prefabricado. Deben ser diseñadas de una manera racional y económica.

Las juntas entre paneles de concreto arquitectónico deben considerarse como el eslabón más débil de todo el conjunto de los muros. El diseño y ejecución de las juntas es de mayor importancia.

Las juntas se diseñan específicamente para conseguir un alto grado de aislamiento en su exposición a la intemperie.

Deben diseñarse también para acomodarse a los movimientos locales de los paneles más que a los movimientos acumulativos de la estructura, los que exigen juntas de dilatación situadas en lugares adecuados.

Una junta de dilatación que tenga que ajustarse a movimientos considerables se deberá diseñar tan sencilla como sea posible para que funcione como se pretende. Esto puede producir un aspecto visual distinto y se recomienda que se trate deliberadamente como una forma arquitectónica o simplemente que se deje como una junta de dilatación.

Para la elección de la junta adecuada se deberá tomar en cuenta el ajuste del tamaño de los elementos, los materiales de las juntas, las superficies adyacentes y las tolerancias de edificación.

### TIPOS DE JUNTAS

Las juntas entre elementos prefabricados se pueden clasificar en juntas de una y dos fases. La junta de una fase se utiliza y funciona satisfactoriamente en climas moderados. Sin embargo, su funcionamiento depende por completo de la calidad de los materiales y de su ejecución. Como su nombre lo indica, la junta de una fase tiene una simple línea de defensa para lograr la protección contra la intemperie por lo que para asegurar su impermeabilidad se deberán inspeccionar regularmente. La ventaja de esta junta es que es adecuada entre paneles prefabricados y normalmente es menor su costo inicial. Sin embargo, esto no es necesariamente cierto cuando se incluyen en la evaluación económica los costos de mantenimiento.

Las juntas de dos fases tienen dos líneas de protección contra la intemperie. La junta típica consta de una barrera contra la lluvia cerca de la cara exterior y un sellador contra el viento generalmente de la cara interior del panel. La barrera contra la lluvia elimina la mayor parte del agua de lluvia y de la humedad de la junta, mientras que el sellador contra viento es la línea que delimita la presión del aire interior y exterior. Entre las dos fases de la junta existe una cámara de descomposición que debe ventilarse y drenarse hacia el exterior y son recomendables para edificios sometidos a ambientes climáticos severos.

### NÚMERO DE JUNTAS Y TAMAÑO DEL ELEMENTO

El diseño arquitectónico deberá incluir el menor número de juntas posible ya que esto dará como resultado un costo inicial más bajo y posiblemente un costo de mantenimiento menor.

Las dimensiones óptimas del panel deberán determinarse por las condiciones de montaje y las limitaciones de peso y tamaño para su manejo y transporte. Es más económico seleccionar paneles grandes y diseñar las juntas y selladores que permitan los movimientos relativos entre ellos.



## LOCALIZACIÓN DE LAS JUNTAS

La forma en que la intemperie afecta a un edificio es un factor importante en la localización y detalles de las juntas. Las juntas son más simples de diseñar y ejecutar si están localizadas en las zonas en que el espesor del panel es máximo. El espesor mínimo recomendable para las juntas es de 10 mm.

## TRATAMIENTO DE LAS JUNTAS

Se recomienda diseñar las juntas marcándolas fuertemente. El rebaje en la junta ayudará a disminuir la posible variación en la armonización de superficies, implícita, a veces, en los paneles de fachada.

Si el diseño arquitectónico exige que la superficie sea lisa, las juntas pueden estar disimuladas mediante una unión estrecha y un sellado al ras. Un adecuado tratamiento arquitectónico de juntas se puede conseguir mediante el moldeo de los bordes del panel con un pequeño bisel en los primeros 20 ó 25 mm a partir de las esquinas.

## ANCHO DE LAS JUNTAS

El ancho de las juntas debe determinarse con criterios que se antepongan a las exigencias estéticas. Esto es debido a que además de las cargas dinámicas debidas a viento y sismo, el concreto estará sometido a movimientos y deformaciones por fluencia, contracción y variaciones de temperatura.

## TOLERANCIAS EN JUNTAS

Con el fin de mantener las tolerancias, cuanto mayor sea el panel más ancha deberá ser la junta. Por ejemplo, para un panel de 1.5 m de altura un ancho de junta de 10 mm. es recomendable, y para un panel de 2.40 m de ancho una junta de 15 mm es adecuada.

## MATERIALES PARA JUNTAS

Los materiales para juntas más simples son los selladores colocados en obra, los cuales pueden utilizarse para juntas de una y de dos fases. Para un estudio más particular sobre selladores colocados en obra para paneles de fachada se recomienda ver la publicación ACI 504 "Selladores de juntas para estructuras de concreto".

Para lograr una calidad óptima en la instalación y funcionamiento de las juntas con los selladores colocados en obra que se usan normalmente, las juntas deben ser de 10 mm. a 20 mm. de ancho. Esto permite que el arquitecto quede en libertad de elegir el ancho con las tolerancias recomendadas.

Cuando se utilizan perfiles plásticos como selladores a compresión aumenta la libertad de elección del ancho de las juntas. Sin embargo, estos materiales se emplean con frecuencia para anchos de junta de 12.5 a 25 mm.

### 1.10.5 COLOR INTEGRAL EN EL CONCRETO

El concreto es un material de construcción versátil, estructuralmente resistente y estético; los efectos visuales que pueden crearse agregando color y textura son virtualmente ilimitados. Además, el concreto coloreado es relativamente fácil de trabajar y ofrece una extraordinaria gama de aplicaciones.

Los cementos, los colorantes, la arena, los agregados, el agua, los acabados superficiales y hasta las sombras de los relieves influyen en la apariencia final del concreto. La producción de concreto de un determinado color requiere de un alto grado de control en la producción. El color del cemento y de la arena controlan el color final de la unidad, aunque también contribuye el agregado fino.

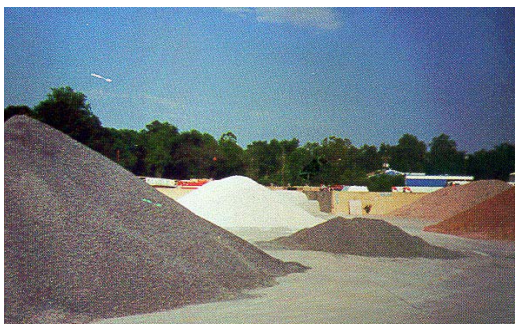
#### CEMENTOS

Debido a que el cemento es el ingrediente principal del concreto, su apariencia tiene un efecto importante en el color.

Los cementos son rocas finamente molidas, conforme transcurre el tiempo es posible que sus características varíen no sólo de una marca a otra sino incluso en cementos de la misma marca. El cemento gris normal tiene gran variedad de tonos y en virtud de que es el punto de partida para determinar el color final del concreto, todas estas variaciones afectarán el color del concreto endurecido. Por ello, algunos colores de concreto no pueden obtenerse usando solamente cemento gris.

Los colores de tono arcilloso son los más usados y los más fáciles de obtener, pero si se requieren tonos ligeros o colores brillantes será necesario cemento blanco, aunque su costo sea mayor.

Además del cemento gris Pórtland estándar, hay otros tipos de cementos que modifican el color. El primero es el cemento blanco Pórtland, hecho con materias primas selectas que manganeso. Al igual que los materiales con los que se produce el cemento gris, los cementos blancos tienen sensibles diferencias de color dependiendo de su procedencia. Algunos tienen tonos color crema, mientras que otros tienen tonos azulados o verdosos.



*Fig. 1.10.1- Agregados para el concreto*

### 1.10.6 ACABADOS DEL CONCRETO

Los acabados deben definirse a partir de la consistencia y ubicación del concreto, es decir, si se realizan en concreto fresco o endurecido y si éste se encuentra dentro o fuera del molde. El llamado acabado aparente no existe, ya que no define adecuada ni completamente el resultado preciso del concreto ni la apariencia.



Fig. 1.10.2 y 1.10.3- Acabado integral en un elemento prefabricado de concreto

### 1.10.7 DEFECTOS EN SUPERFICIES PLANAS. CAUSAS Y PREVENCIÓN

#### LA SEGREGACIÓN

Es la separación del material fino del grueso en el concreto fresco. Un ejemplo común lo constituyen las partículas de agregado que abandonan el cuerpo principal de la mezcla.

#### AGRIETAMIENTO PLÁSTICO

La pérdida rápida de humedad cuando el concreto todavía está plastificado provoca agrietamiento. El agrietamiento plástico comienza por lo general después de las operaciones de albañilería sobre el concreto, pero también puede ocurrir después de que hayan finalizado todas las operaciones para el terminado del mismo.

#### SUPERFICIE DEL FONDO SECA O ABSORBENTE

Las ampollas que aparecen en la superficie se deben a las burbujas de aire que quedan atrapadas debajo de ésta.

#### DESCONCHAMIENTO

Cuando la superficie endurecida de concreto se descama hasta una profundidad aproximada de 1.5 a 4.0 mm, se habla de desconchamiento. Se deben evitar materiales o prácticas constructivas que puedan provocar estos procesos de desintegración, utilizando una resistencia mínima del concreto de por lo menos 350 kg/cm<sup>2</sup>.

Una de las causas más frecuentes de desconchamiento es la temperatura de congelación si el concreto no ha obtenido la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos de las heladas. El concreto que se ha congelado terminará por desintegrarse. El número de ciclos hielo–deshielo que el concreto resistirá antes de que haya desconchamiento dependerá, en gran medida, de la densidad y porosidad del mortero endurecido en la superficie. Entre más porosa y saturada esté la superficie, menos ciclos resistirá.

### GENERACIÓN DE POLVO EN LA SUPERFICIE

Cuando en la superficie del concreto aparece una capa de materiales muy finos se dice que hay generación de polvo.

### AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN

Este agrietamiento es un patrón de finísimas grietas parecido al cascarón de un huevo triturado que se presenta en superficies con exceso de finos.

## 1.10.8 TOLERANCIAS

El aspecto del concreto tiene una importancia primordial ya que es posible obtener una amplia gama de calidades para la superficie del mismo. El efecto estético de una superficie de concreto arquitectónico depende tanto del tipo de acabado como de su calidad. Es necesario contar con parámetros de calidad que faciliten la coordinación y entendimiento entre el diseñador del proyecto, los constructores, los supervisores y los prefabricadores.

La mayoría de los defectos aceptados o justificados pueden ser evitados en el momento de la planeación, o incluso antes, si se toma la precaución de que un consultor o algún productor experimentado asesore al arquitecto o diseñador.

### CRITERIOS

Los criterios de tolerancia se clasifican en cuatro:

1. **Flexibles**, cuando no se exija alguna especificación.
2. **Ordinarios**, aplicables cuando los defectos son visibles, pero no se justifican gastos importantes para su corrección.
3. **Cuidadosos**, los que corresponden a especificaciones estrictas.
4. **Especiales**, los que por especificaciones rigurosas y alto costo, no se justifican más que en obras, o en parte de ellas, donde el aspecto tiene una importancia primordial.

Para el buen desempeño de la obra conviene considerar los criterios previamente establecidos de acuerdo a la clasificación anterior, así como todas las demás características del concreto sobre una base estética, de funcionalidad y seguridad.

El proceso de construcción con elementos prefabricados guarda un orden cronológico: empieza con la etapa de planeación y termina con el montaje en el sitio de la construcción. Varios de los tipos de defectos y daños que ocurren en el concreto arquitectónico, sus causas más comunes y las recomendaciones sobre cómo evitarlos deben ser analizadas tomando en cuenta las condiciones prácticas y reales en las plantas, en el transporte de los prefabricados y en la obra misma.

Los criterios de tolerancia deben variar según la parte del edificio. Así, el primer nivel de éste debe ser clasificado más severamente que los demás niveles; por otra parte, un muro puede ser calificado con más severidad por sus variaciones de tono que por sus defectos superficiales locales poco visibles desde lejos.

### ANCHO DE LAS JUNTAS

Las juntas entre los elementos prefabricados, deben ser rectilíneas y tener un ancho constante. La variación del ancho de la junta depende de la desviación de su borde efectivo, con respecto a la receta de su borde teórico.

Se fija la desviación de su borde efectivo en mm, con respecto al ancho teórico "b". Las tolerancias (g) con respecto al ancho teórico "b" de la junta deben ser las siguientes:

Tipo A (especiales):  $g = \pm 8 \text{ mm} \text{ ó } \pm 0.3\% \text{ "b"}$

Tipo B (cuidados):  $g = \pm 10 \text{ mm} \text{ ó } \pm 0.5\% \text{ "b"}$

Tipo C (ordinarios):  $g = \pm 15 \text{ mm} \text{ ó } \pm 0.7\% \text{ "b"}$

Con espaciamiento hasta	Juntas
1.50 m	5 a 8 mm
3.00 m	7 a 13 mm
4.50 m	10 a 20 mm
6.00 m	14 a 26 mm

### PROFUNDIDAD DE LOS SELLADORES

ANCHO (en mm)	PROFUNDIDAD (en mm)
7	7
8	8
9	8
10	8
11	9
12	9
13	9
14	10
15	10
16	10
17	10
18	11
19	11
20	11

## FIJACIONES

El sistema empleado para la fijación de elementos precolados debe tener suficiente calidad y resistencia. Estos sistemas podrán ser soldados, colados, mecánicos o pegados.

## SUPERFICIES

En una superficie formada por varios elementos, por lo general de la altura de un nivel y un ancho del mismo orden, es determinante la diferencia entre los puntos más altos y los más bajos. Esto se determina con la ayuda de una regla y la diferencia de altura se da en porcentaje a lo largo de la medida, debiendo ser inferior a:

Tipo A (especiales):  $d = 0.4\%$  (Por ejemplo 12 mm sobre 3 m)

Tipo B (cuidados):  $d = 0.6\%$  (Por ejemplo 18 mm sobre 3 m)

Tipo C (ordinarios):  $d = 1.0\%$  (Por ejemplo 30 mm sobre 3 m)

### 1.10.9 CONEXIONES DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE FACHADA

Un aspecto importante en el diseño de elementos arquitectónicos de fachada es el diseño de sus conexiones. Se deben de diseñar tomando en cuenta factores como la seguridad, funcionamiento y economía. Una infinidad de conexiones y detalles pueden resultar en una obra dependiendo de los diferentes tipos y formas de elementos que se tengan. Un análisis sistemático de las fuerzas, movimientos y apoyos reducirá el número de conexiones diferentes que se tengan.

Las conexiones varían de acuerdo con el tipo de estructura a la que se van a fijar. Sin embargo, algunas recomendaciones y detalles típicos se pueden enunciar para que sirvan como guía en el diseño de conexiones para elementos arquitectónicos de fachada.

## CONSIDERACIONES DE DISEÑO

El propósito de una conexión es transferir las cargas al elemento estructural de apoyo y proveer de estabilidad al panel prefabricado.

Una conexión debe tener la resistencia necesaria para transmitir las fuerzas a las que se someterá durante su vida útil. Adicionalmente a las fuerzas gravitacionales deben de considerarse fuerzas debidas a viento, sismo, cambios volumétricos, fuerzas inducidas por movimientos diferenciales entre el panel y la estructura y fuerzas que se requieran para dar estabilidad y equilibrio. Usualmente se prevé que la conexión permita cierto movimiento para evitar dichos esfuerzos.

Las conexiones deben de ser dúctiles para permitir deformaciones relativamente grandes sin fallar. El acero deberá de fluir antes de que falle el concreto.

En lugares donde las conexiones están expuestas a la intemperie o ambientes corrosivos deberán de protegerse con concreto, pinturas especiales, galvanizado o utilizar acero inoxidable si las condiciones atmosféricas son severas y justifican el alto costo. Todas las conexiones expuestas a la intemperie deben de inspeccionarse y mantenerse periódicamente.

Los principios de diseño de conexiones son relativamente fáciles de seguir para elementos de concreto soportados en un sólo nivel en dos puntos, denominados como Conexiones de Soporte o de Apoyo Vertical sujetos con cierto grado de flexibilidad en otros puntos llamados Conexiones Laterales.

Una solución común para paneles que van de piso a piso es colocar las conexiones de soporte abajo y las conexiones laterales en la parte superior, aunque algunos ingenieros prefieren tener los soportes en la parte superior y las conexiones laterales en la inferior. De cualquier forma, es preferible soportar el peso del panel en un solo nivel debido a la posible deflexión que pudiera tener el elemento de apoyo, cambiando la distribución del peso.

Para el diseño de conexiones se pueden mencionar los siguientes principios básicos de diseño:

1. Transferir el peso propio del panel directamente a la estructura a través de un apoyo.
2. No soportar el peso del panel con tornillos sujetos a cortante.
3. Proveer solamente dos puntos de soporte por cada panel.
4. Los puntos de soporte de cada panel deben de localizarse en un sólo nivel.
5. Preferentemente, el panel debe soportarse en la parte inferior del mismo.
6. Se puede optar por soportar el panel en su parte central cuando tenga la altura de dos niveles, o se pueda soportar de la parte superior del panel (colgado).
7. Uno de los apoyos de carga deberá conectarse para resistir fuerzas laterales.
8. Conexiones atornilladas son convenientes para la sujeción lateral.
9. Proveer de ajustes verticales, horizontales y laterales en todas las conexiones.



*Fig. 1.10.4- Panel típico de piso a piso*

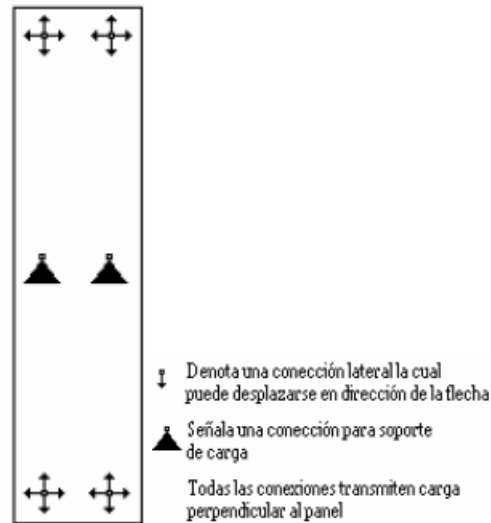


Fig. 1.10.5- Ancho entre 1.5 a 2.5 m. en donde se puede desprejiciar la falta de movilidad horizontal en los apoyos teniéndolos ambos fijos

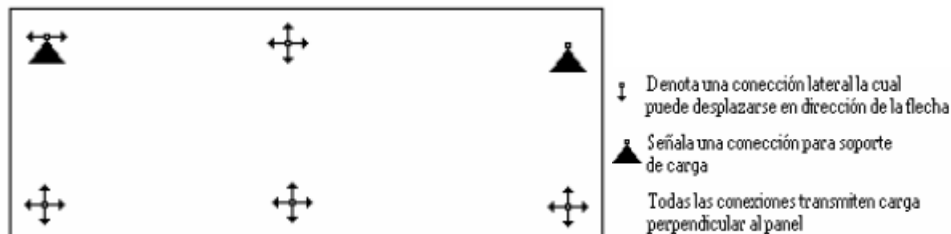


Fig. 1.10.6- Panel de un ancho tal que se introdujeron dos conexiones laterales más.

En zonas sísmicas, las conexiones y juntas entre paneles deben diseñarse para permitir el movimiento de la estructura. Son aceptables las conexiones que permiten el movimiento en el plano del panel ya sea por flexión de barras de acero, que son conexiones especialmente diseñadas para permitir el corrimiento usando agujeros sobredimensionados, ojivales u otros métodos para proveer movimiento y ductilidad.

Los paneles arquitectónicos deberán de separarse de la estructura del edificio para evitar el contacto durante el sismo fuera de los puntos de apoyo. El desplazamiento diferencial entre niveles debe tomarse en cuenta para determinar las dimensiones del panel, la localización de sus puntos de apoyo y tipo de conexión a usarse.

## DETALLES DE CONEXIONES

Puede haber innumerables combinaciones de anclajes, placas, ángulos y tornillos para formar herrajes de conexión. Los herrajes seleccionados deberán de ser los óptimos de acuerdo a los criterios de diseño, producción, montaje, tolerancia y economía.



### Conexiones de soporte o apoyo vertical

Son las que transfieren las cargas verticales a la estructura de apoyo o cimentación. El soporte deberá de ser en dos puntos por panel.

Las tolerancias en el sistema de apoyo vertical generalmente se toman con el uso de calzas de acero, tornillos niveladores, placas de apoyo y agujeros sobredimensionados u ojivales.

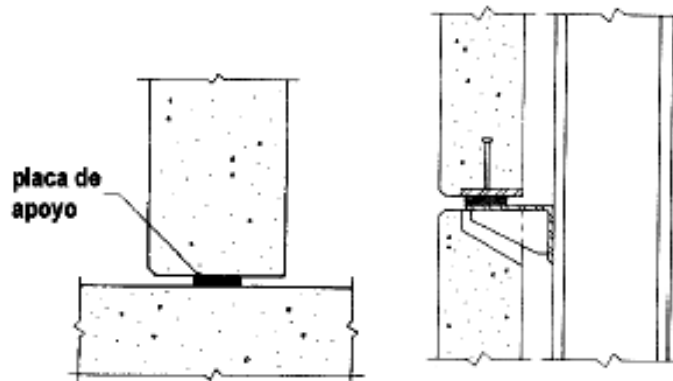


Fig. 1.211- Conexiones de soporte o apoyo vertical

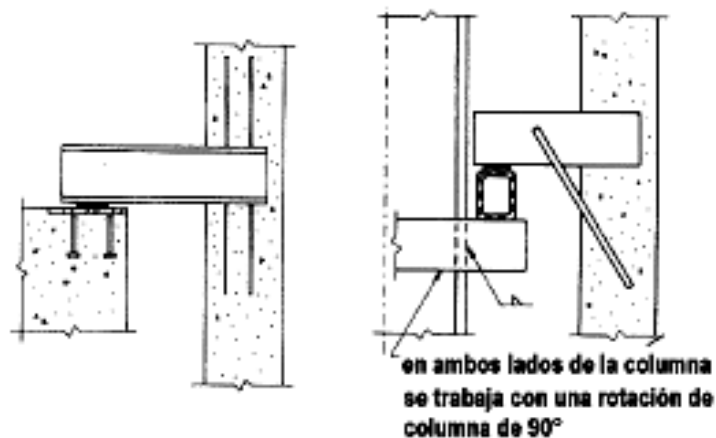
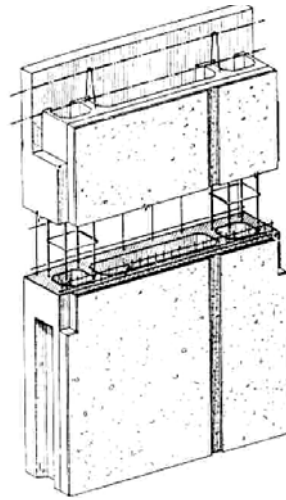


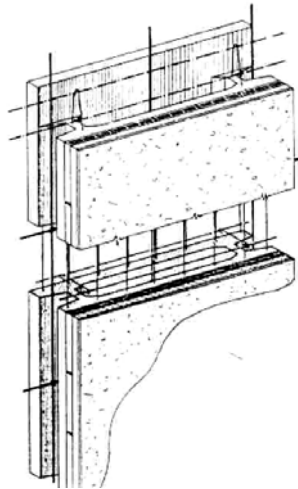
Fig. 1.10.7- Conexiones de soporte o apoyo vertical



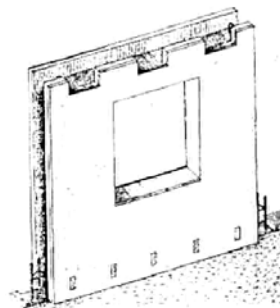
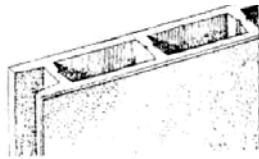
Fig. 1.10.8- Conexiones de soporte o apoyo vertical



*Fig. 1.10.9- Conexión del sistema de paredes exteriores*



*Fig. 1.10.10- Conexión del sistema de paredes exteriores*



*Fig. 1.10.11- Conexión del sistema Reema*

### Conexiones laterales

Se usan para mantener el panel prefabricado a plomo y resistir cargas debidas a viento o sismo perpendiculares al mismo. La importancia de estas conexiones es la de tomar fuerzas de tensión o compresión perpendiculares al panel. Sin embargo pueden soportar fuerzas en el plano del elemento, o permitir el movimiento vertical y horizontal.

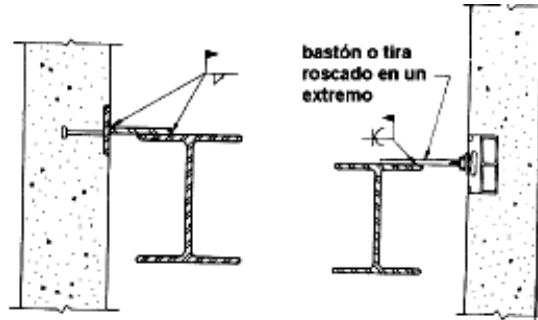


Fig. 1.10.12- Conexiones laterales

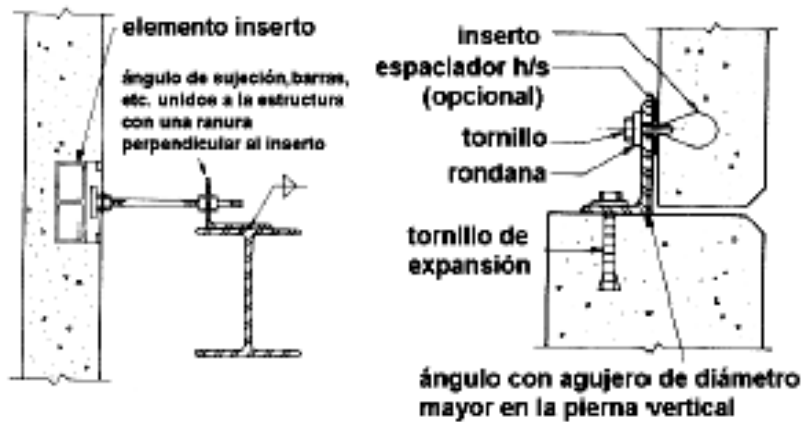


Fig. 1.10.13- Conexiones laterales

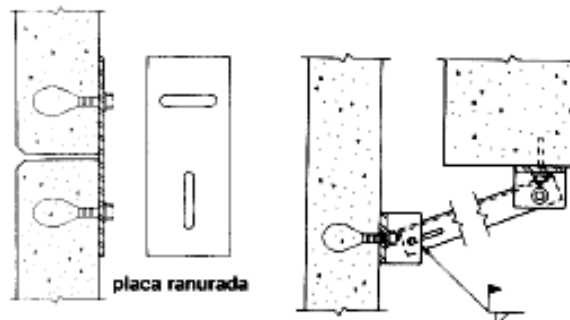
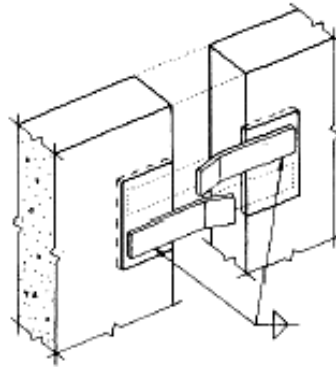


Fig. 1.10.14- Conexiones laterales

### Conexiones de alineamiento

Se usan para ajustar la posición relativa con respecto a otros elementos; generalmente no transfieren cargas laterales.



*Fig. 1.10.15- Conexión de alineamiento*

### **Conexiones de cubre columnas o traves**

Se usan cuando el panel prefabricado sirve como cubierta sobre columnas o traves de acero o concreto. Los paneles son generalmente soportados por la columna o trabe estructural, sin transmitir ninguna otra carga vertical más que su peso propio. Las conexiones deben tener la suficiente flexibilidad para compensar las tolerancias del sistema estructural.

### **Conectores Sísmicos**

Sirven primordialmente para restringir fuerzas longitudinales en el plano del elemento. Por su naturaleza, también soportan carga perpendicular al plano del panel, actuando como conector lateral. En paneles donde la dimensión horizontal es mayor que la vertical, se recomienda localizar el conector sísmico al centro del panel para minimizar las fuerzas inducidas debido a cambios volumétricos que se sumarían a la misma fuerza longitudinal de diseño.

### **Conexión muro-cimentación**

Son usadas para conectar muros de carga o muros de fachada a la cimentación.

### **Conexión losa-muro**

Son hechas para unir elementos prefabricados de losa con muros de concreto. Estas conexiones podrán requerir que se considere transferencia de carga vertical, acción de diafragma, capacidad de momento o capacidad de permitir el movimiento.

### **Conexión para losa diafragma**

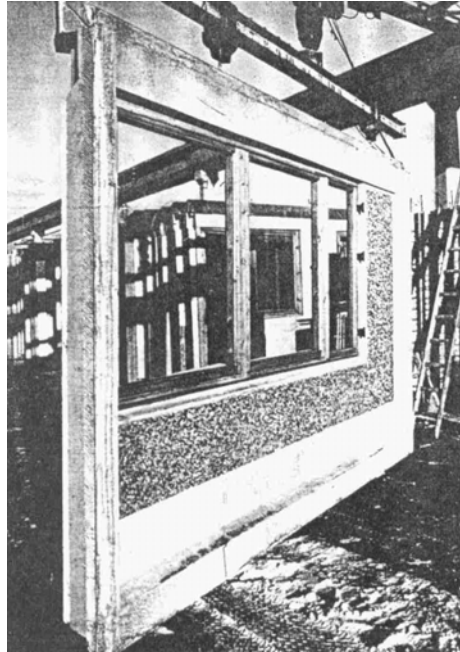
Cuando la losa funciona como diafragma, las conexiones deberán transmitir cortante y fuerzas longitudinales. Para este caso se podrán usar losas planas, dobles te o losas alveolares prefabricadas.

### **Conexiones hechas a muros de cortante a lo largo de elementos prefabricados de piso**

Deberán permitir cierto grado de movimiento vertical para acomodar variaciones y movimientos debidos a contraflechas y deflexiones de los elementos de piso o ser diseñados para soportar las fuerzas inducidas al tener una conexión fija.

### 1.10.10 VENTANAS Y PUERTAS

En el fondo las ventanas y las puertas ya fueron prefabricadas al llegar a la obra, pero actualmente se puede montar el elemento de fachada o pared, con puertas y/o ventanas adosadas a este.



*Fig. 1.10.16- Sistema Larsen & Nielsen. La ventana fue ya empotrada durante el proceso de la prefabricación.*



*Fig. 1.10.17- Elemento de ventana empotrado en un módulo de la fachada del Turning Torso*

## 1.11 CÉLULAS DE INSTALACIONES

La reunión de todas las instalaciones en un bloque forma parte de los principios de la construcción prefabricada.

En una instalación hecha técnicamente corresponde un 75% de los gastos totales al material y sólo un 25% al montaje. En algunas obras se ha visto que con el empleo de andamios de montaje se ha logrado rebajar el costo del montaje hasta el 19%.

Es conveniente que las instalaciones de la cocina y de los baños se reúnan en un ducto para concentrar las instalaciones en un punto y hacer así más factible la prefabricación de las células.

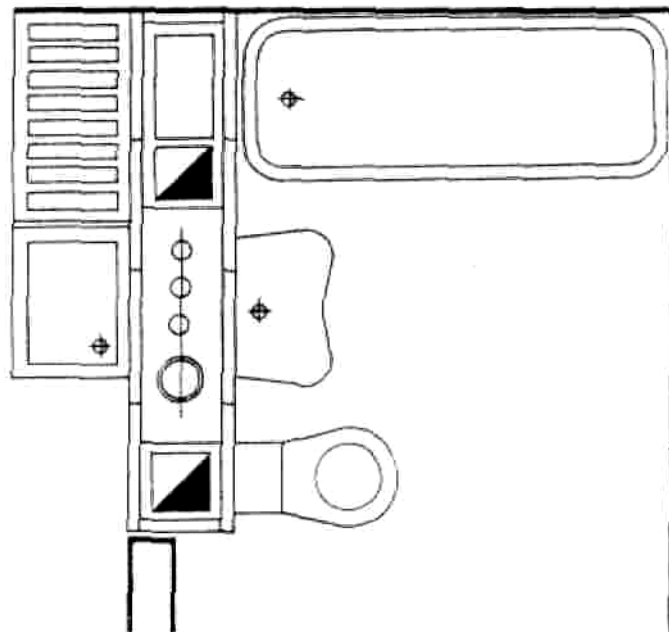


Fig. 1.11.1- Célula de instalaciones de Meyer Bohe

### 1.11.1 ELEMENTOS DE LAS CÉLULAS DE INSTALACIONES

Una célula de instalaciones consta de los siguientes elementos:

#### ARMAZÓN DE LAS INSTALACIONES

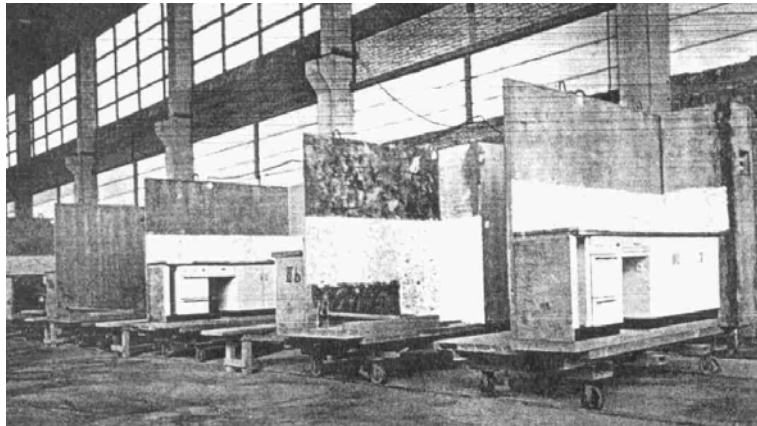
Es el bloque de las instalaciones con los aditamentos necesarios para la fijación de las tuberías de agua fría y caliente, así como de circulación, incluyendo lo necesario para la fijación de los conductos de desagüe a los muebles.

### TUBERÍAS DE DESAGÜE

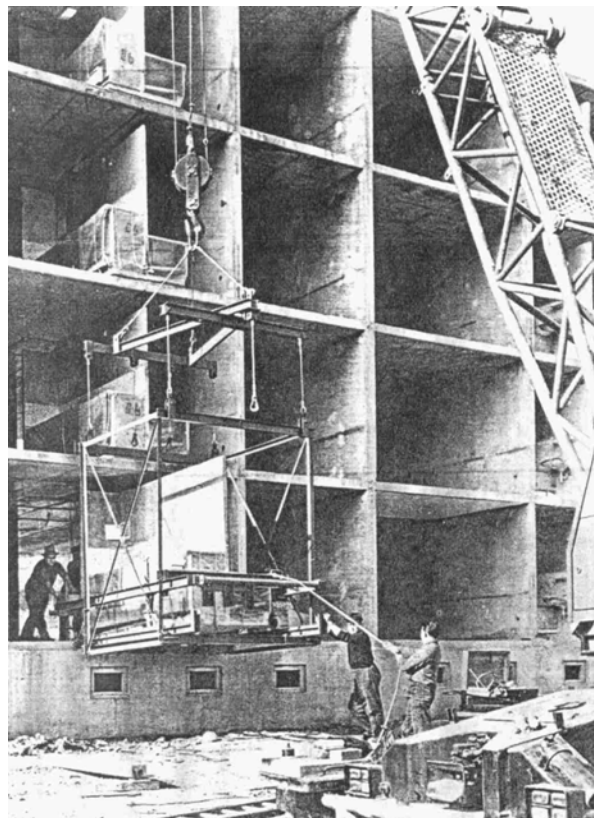
Es el ramal del desagüe, con las tuberías necesarias.

### TUBERIAS DE AGUA Y DISTRIBUCIÓN CENTRAL

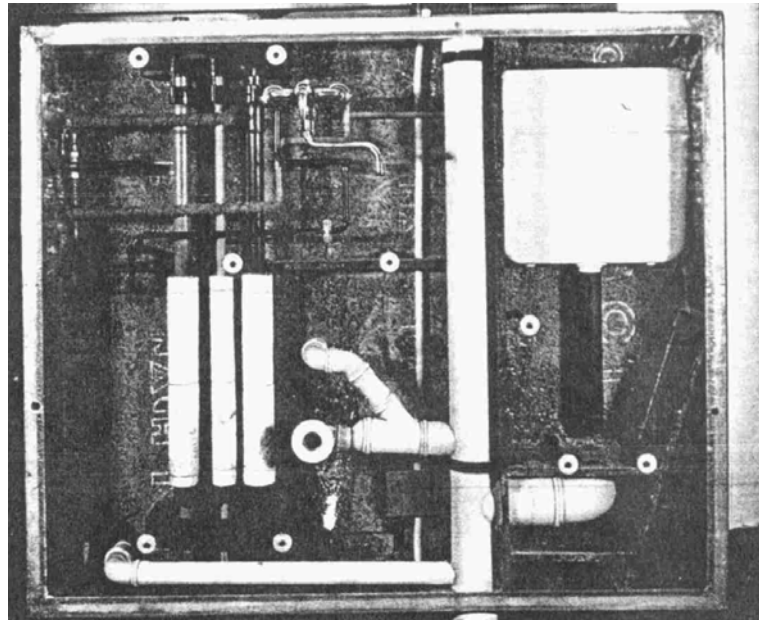
Son las tuberías de agua caliente y agua fría, así como las tuberías de distribución de agua caliente.



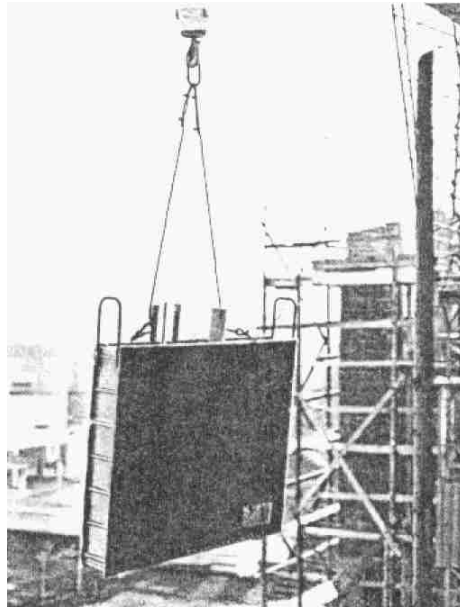
*Fig. 1.11.2- Células en sus diversas fases de fabricación*



*Fig. 1.11.3- Montaje de célula de instalaciones*



*Fig. 1.11.4- Instalaciones dentro de una pared en Sanbloc*



*Fig. 1.11.5- Montaje de la pared con las instalaciones dentro de ella en Sanbloc*



## 1.12 FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y MONTAJE

La fabricación de elementos prefabricados de concreto normalmente se lleva a cabo en plantas fijas de producción, las cuales cuentan con el equipo y personal especializado para elaborar, bajo estrictas normas de calidad, diferentes productos solicitados por la industria de la construcción. También se pueden prefabricar elementos a pie de obra, que por su peso, tamaño o condiciones propias de la obra requieren que sean fabricados en sitio.

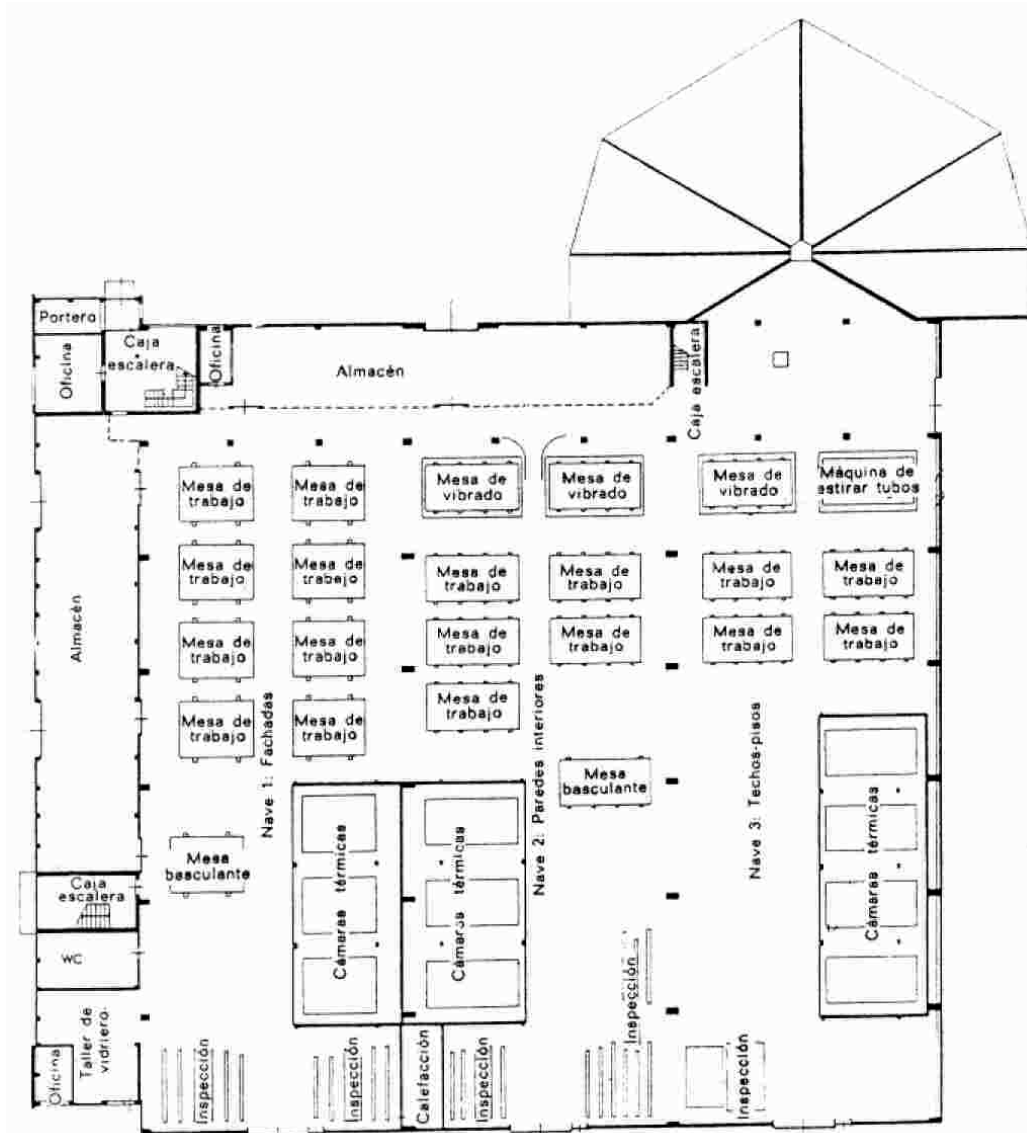


Fig. 1.11.1- Planta de la fábrica de concreto de Trappenkamp Max Glese y Paul Hammers



Fig. 1.11.2- Fabricación en obra de una viga omega para el proyecto Angelopolis ITISA

### 1.12.1 EQUIPO E INSTALACIONES

El equipo y maquinaria necesarios para la elaboración de elementos prefabricados es:

#### EXTRUSORAS

Maquinaria para la extrusión de elementos prefabricados.



Fig. 1.11.3- Extrusora de losa spancrete

#### SILOS DE ALMACENAMIENTO

Silos para el almacenamiento de concreto.

#### MESAS DE COLADO, MUERTOS Y ANCLAJES

Las mesas de colado en una planta de prefabricados son líneas de producción de gran longitud. La longitud de las mesas varía de acuerdo a las limitaciones de las plantas entre 60 y 150 m dependiendo del tipo de elemento. El presforzado simultáneo de varios elementos a la vez en una misma mesa de colado tiene como resultado una gran economía de mano de obra, además de eliminar el costoso herraje del anclaje en los extremos, propios del postensado.

Solamente se deben fijar a una mesa de concreto que permita el movimiento longitudinal debido a la contracción y dilatación del molde en el caso de ser metálicos. En el sistema de postensado, las mesas de colado no son tan largas, pues el colado generalmente se hace pieza por pieza.



*Fig. 1.11.4- Mesa de colado*

## MOLDES

Los moldes que permiten fabricar elementos que cumplan con las especificaciones de calidad y dimensiones del proyecto.

La apariencia en la superficie de cualquier elemento precolado está directamente relacionada con el material y la calidad de los moldes. Éstos se pueden hacer de materiales como madera, concreto, acero, plástico, fibra de vidrio con resinas de poliéster, yeso o una combinación de estos materiales. Para la fabricación de elementos estructurales, los moldes son generalmente de acero, concreto o madera, siendo los otros materiales más usuales en la prefabricación de elementos arquitectónicos de fachada.

Los moldes deberán de construirse suficientemente rígidos para poder soportar su propio peso y la presión del concreto fresco, sin deformarse más allá de las tolerancias convencionales.

Los moldes de madera deberán ser sellados con materiales que prevengan la absorción.

Los de concreto deberán tratarse con una membrana de poliuretano que tape el poro de la superficie para evitar la adherencia con el concreto fresco y permitir el desmolde de la pieza sin daños.



*Fig. 1.11.5- Molde de concreto para trabe cajón*

Los de plástico no se deberán de usar cuando se anticipen temperaturas superiores a los 60 grados centígrados. Algunos plásticos son susceptibles a agentes desmoldantes por lo que deberá analizarse la factibilidad de su uso.



*Fig. 1.11.6- Molde metálico autotensible de sección I*



*Fig. 1.11.7- Molde autotensible de acero (trabe doble T)*

### **DOSIFICADORA Y MEZCLADORA DE CONCRETO**

Se requiere en caso de fabricar el concreto en planta.



*Fig. 1.11.8- Dosificadora de concreto*

### **EQUIPO PARA DEPOSITAR EL CONCRETO EN EL MOLDE**

Este equipo pueden ser vachas y/o el camión revolver.



*Fig. 1.11.9- Equipo para depositar concreto*

### VIBRADORES DE CONCRETO

Pueden utilizarse las mesas vibratorias y los vibradores eléctricos. También son utilizables los pervibradores de inmersión.



Fig. 1.11.10- Mesas vibratorias de concreto

### GATOS HIDRÁULICOS Y BOMBA

Son para el tensado de los cables.

### MÁQUINAS SOLDADORAS

Se requieren para la elaboración de accesorios.

### TALLERES Y EQUIPO PARA HABILITADO DE ACERO

El habilitado consiste en cortar y doblar varillas, placas y accesorios metálicos.



Fig. 1.11.11- Habilidadado de acero

### EQUIPOS PARA CORTAR LOS CABLES

Son la cortadora o equipo de oxicorte.

### GRÚAS DE TRANSPORTE INTERNO

Son grúas sobre camión o grúas pórtico para desmolde y transporte interno de elementos.



Fig. 1.11.12- Grúa

### EQUIPO DE TRANSPORTE

Trailers con plataformas

### CALDERAS Y MANGUERAS

Son para suministrar vapor en el proceso de curado acelerado de los elementos y lonas para cubrirlos



Fig. 1.11.13- Zona de curado

### EQUIPO DE CONTROL DE CALIDAD

Para llevar a cabo el control de calidad del concreto y del producto terminado.



Fig. 1.11.14 y 1.11.15- Laboratorio para control de calidad

### MAQUINAS AMASADORAS: CONCRETERAS

Con accionamiento eléctrico o con motor de Diesel.

### SOPORTES METÁLICOS

Soportes auxiliares para el acabado de los elementos. Graduables fácilmente mediante tornillo. Los soportes deben poder sujetar el elemento prefabricado por tracción y por compresión, mediante unas mordazas.

## 1.12.2 PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN

El procedimiento de fabricación puede resumirse de la siguiente manera:

1. Colocación del fondo de la cimbra
2. Desmoldante

3. Colocación y tensado de torones
4. Colocación de acero de refuerzo y estructural
5. Colocación de costados con desmoldante
6. Colado
7. Vibrado (inmersión, molde vibrador, extrusoras)
8. Cubierta con lonas y curado con vapor (6-10 horas)
9. Revisión del f'c y cortado de torones (en orden)
10. Descimbrado de costados
11. Extracción y resane
12. Almacenaje



Fig. 1.11.16- Procedimiento de fabricación

### 1.12.3 CURADO

El método de curado más utilizado en elementos prefabricados y especialmente en los pretensados es el curado a vapor. Con la aplicación de este método es posible la producción de elementos presforzados en forma económica y rápida al permitir la utilización diaria de los moldes.

El ciclo de curado con vapor es el siguiente:

1. Después del colado se debe esperar de 3 a 4 horas hasta que el concreto alcance su fraguado inicial, protegiéndolo con una lona para evitar la deshidratación de la superficie.
2. Se eleva la temperatura hasta 33° ó 35° C durante una hora. En las siguientes 2 horas se elevará gradualmente hasta llegar a 70° u 80° C.
3. El proceso de vaporizado durará de 6 a 8 horas manteniendo la temperatura entre 70° y 80° C.
4. Seguirá un período de enfriamiento gradual cubriendo al elemento para lograr que el enfriamiento sea más lento y uniforme.

La duración total del proceso es de aproximadamente 18 horas, lo que permite, como se mencionó anteriormente, la utilización del molde todos los días.



*Fig. 1.11.17- Vista de elementos curados a vapor*

### 1.12.4 DESMOLDE DE ELEMENTOS

El desmolde de los elementos precolados se realiza mediante el uso de grúas, marcos de carga, grúas pórtico o viajeras. Los elementos cuentan con accesorios de sujeción o izaje diseñados para soportar el peso propio del elemento más la succión generada al momento de la extracción de la misma. Su localización está dada de acuerdo al diseño particular de la pieza que deberá especificarse en los planos de taller correspondientes.



*Fig. 1.11.18- Desmolde de trabe cajón*

### 1.12.5 ALMACENAJE Y ESTIBAS

Un elemento deberá almacenarse soportado únicamente en dos apoyos localizados en o cerca de los puntos usados para izaje y manejo de la pieza. En caso de utilizar otros puntos de apoyo para el almacenaje de las piezas, deberá revisarse su comportamiento para dicha condición.



*Fig. 1.11.19- Apoyos en almacenaje de traveses doble T*





*Fig. 1.11.20- Almacenaje del producto terminado*

Los elementos prefabricados almacenados en estibas deberán de separarse entre ellos por medio de barrotos o durmientes capaces de soportar el peso de los elementos. No se deben estibar elementos de distintos tamaños y longitudes sin antes revisar que el elemento inferior soporte la carga en el punto en el que se aplique.

## 1.12.6 TRANSPORTE

Existen dos tipos de fletes: los que por sus características de peso y dimensiones se ejecutan con equipos de transporte ordinario y los que exceden el peso y dimensiones permitidos en las normas y reglamentos locales o federales. Los primeros se realizan con camiones o tractocamiones y plataformas, y los segundos con equipos de transporte especializado.

### EQUIPOS DE TRANSPORTE ESPECIALIZADO, TIPOS Y CAPACIDADES

Para realizar fletes se utilizan combinaciones vehiculares de tractocamiones acoplados a semirremolques.

#### **Tractocamión (T)**

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

#### **Semirremolque (S)**

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 (R)**

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 (M)**

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

**Patín delantero (PD) Y Patín trasero (PT)**

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.

**Grúa industrial (GI)**

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

**Unidad piloto (UP)**

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.

## 1.12.7 MONTAJE

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.

**EQUIPOS DE MONTAJE, TIPOS Y DIMENSIONES**

Los equipos de montaje para elementos prefabricados los podemos dividir en dos grupos, los de pequeña capacidad y los de mediana o gran capacidad.

En general, los elementos para losas cortas como las losas alveolares, prelosas y viguetas, entre otros, y los elementos para fachadas y muros se consideran de peso pequeño, aunque se pueden montar con grúas hidráulicas, en ocasiones se utilizan 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. En obras de menor envergadura, se utilizan malacates, gatos y pórticos.

Las grúas hidráulicas se dividen en telescópica y estructurales o de celosía.



Fig. 1.11.21 y 1.11.22- Grúa telescópica y grúa estructural

Las primeras tienen las siguientes ventajas: tienen mayor precisión ya que poseen una función más al extender su pluma y, por lo mismo, pueden introducirla en lugares inaccesibles para una pluma rígida. Estas grúas se dividen en montadas sobre camión y autopropulsadas o todo terreno. En general las grúas telescópicas de menos de 140 toneladas pueden transitar completas y listas para trabajar llegando a la obra, sobre todo, las montadas sobre camión. Las autopropulsadas tienen mayor movilidad por su menor tamaño y porque poseen dirección en ambos ejes, además de que pueden transitar con cierta carga sobre los neumáticos; sin embargo, para tránsitos largos requieren de un tractocamión con cama baja para su traslado, lo que incrementa el costo. El mantenimiento en el sistema hidráulico de estas grúas debe ser más riguroso porque la pérdida de presión complicará las maniobras.

Por su parte, las grúas estructurales o de celosía superan a las anteriores en capacidad, ya que su pluma es mucho más ligera y trabaja en compresión y no a flexión; sin embargo, en tránsitos largos, deberán contar con tractocamiones para transitar los accesorios, de tal forma que al llegar y al salir de una obra requieren de tiempo y espacio para armar contrapesos y la longitud de pluma necesaria. Normalmente están montadas sobre camión, el cual cuenta con el sistema hidráulico de gatos para estabilizarse. También existen sobre orugas que pueden hacer traslados muy cortos pero con toda la carga, mientras que las montadas sobre camión no pueden transitar con toda la carga.

## **FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD EN EL MONTAJE**

A continuación enunciamos situaciones que podrían presentarse ocasionando retrasos en los ciclos de operación (transporte y montaje), generando tiempos muertos de equipo y por tanto, costos adicionales.

### **Factores de planeación y organización**

1. Falta de seguimiento y programación adecuada del transporte, de lo que depende el inicio y fin de un montaje. Para esto se requiere de un tiempo holgado para fabricación.
2. Días feriados y períodos vacacionales, en los que no se puede transportar con exceso de dimensiones.
3. Fallas de coordinación al subcontratar servicio de transporte separado del de montaje.
4. Falta de tractocamiones suficientes para cumplir a tiempo con el programa de transporte y montaje.
5. Personal de montaje insuficiente. Se recomienda considerar 2 ayudantes de montaje para traveses, 4 para muro y 3 para losas, agregando a los anteriores un encargado de montaje por frente.
6. En obras foráneas, los días lunes y sábado no son aprovechados ya que el personal los ocupa en traslados.
7. Falta de personal capacitado para montajes.

8. Falta de coordinación con las brigadas de soldadura o cualquier otro trabajo de campo interconectado con el montaje.
9. Los cambios de frente o cambios del programa inicial generan falta de continuidad en los trabajos de montaje ya que en cada cambio se requiere recoger, trasladar e instalar nuevamente el equipo, generándose demoras en el tiempo de montaje y problemas en las cargas a camión y en estibas en la planta y obra.
10. Realización de dobles maniobras cuando es necesario almacenar los elementos en obra hasta que se den las condiciones apropiadas para el montaje.

### **Condiciones especiales de la obra**

1. Accesos con obstáculos o con insuficiente área libre para maniobras de montaje; por ejemplo cables de alta tensión próximos a la pluma o a un estrobo, cable de teléfono y otros elementos de la obra que estorben.
2. Obstáculos operacionales de la obra como horario o permiso especial para tráfico vehicular o ferroviario, o cuando el constructor requiere estar operando en otra actividad en la misma zona de la obra.
3. Con horario de montaje nocturno la eficiencia baja por rendimiento de personal y por falta de visibilidad.
4. Cuando por transporte se requiere colear las piezas donde se necesitan permisos y horarios especiales, mismos que a veces no son previsibles, por lo que las grúas y camiones deben de esperar en el lugar de la maniobra durante varias horas o días.
5. Terraplenes cuya compactación no es adecuada para el equipo pesado Por lo general las plataformas realizadas sobre río son deficientes. Generalmente se solicita que los terraplenes tengan una compactación del 80 al 90 por ciento Proctor para soportar las descargas de una grúa o del tránsito de un tractocamión.
6. Condiciones no adecuadas de los apoyos, irregularidades o falta de trazo de nivel o de alineamiento.
7. Dificultad para el ascenso del personal al área de posición final de los elementos.
8. Cuando el montaje no es con la grúa al centro del claro, aumentará la dificultad proporcionalmente a la distancia a lanzar.

### **Condiciones intrínsecas del proyecto**

1. Cantidad, peso y dimensiones de las piezas, lo cual determina el número de piezas por viaje y, por lo tanto, la cantidad de viajes.
2. Piezas esviajadas o con desnivel.

3. Holguras escasas o nulas entre pieza y pieza.
4. La soldadura de campo y la instalación de accesorios en obra, generan más tiempo en el montaje.
5. Colados en sitio intermedios de piezas prefabricadas como conexiones de trabes, colados de bancos de nivel.
6. Recortes y formas especiales para conexiones complejas.
7. Ganchos de izaje fuera del eje de gravedad de la pieza.
8. Mientras mayor sea el peso de los elementos el tiempo requerido es mayor.
9. La falta de uniformidad en las piezas genera posibles errores, mayor trabajo de coordinación y a menudo maniobras dobles. La estandarización facilita los trabajos.
10. Mientras la operación requiera de mayor altura, por la altura misma del edificio o por algún obstáculo a librar, se requiere de más tiempo.
11. En ocasiones cuando el acceso es limitado, se introducen las trabes mediante dos tractocamiones espalda con espalda, ésta maniobra es muy complicada y hay que considerar triples maniobras de carga a camión y descarga a piso, más el tránsito de la grúa de la obra al principio del acceso.
12. Los montajes a dos grúas (lanzados o coordinados) requieren de mucho mayor tiempo, además de una perfecta coordinación entre operadores de grúas, tractocamiones, constructor y en ocasiones autoridades.
13. El armado o desarmado de plumas de celosía con tramo de 18 metros tarda aproximadamente 2 horas, más media hora por cada tramo excedente de 6 m. Este tiempo se debe agregar para obtener el tiempo total de maniobra.
14. La experiencia ha demostrado que por diversos motivos, las primeras piezas de una obra, se tardarán de 3 a 4 veces más del tiempo previsto, y en cada cambio de tipo de piezas se demorarán de 2 a 3 veces más del tiempo previsto, por eso la importancia de uniformizar.

### **Imponderables**

1. La soldadura de campo debe suspenderse totalmente cuando llueve.
2. Las condiciones climatológicas adversas retrasan el transporte y montaje, sobre todo en accesos de terracería.
3. Condiciones físicas deficientes de las vías de comunicación, lo que se acentúa en lugares remotos.
4. Fallas de proyecto, defectos de fabricación o accidentes durante el transporte

## 1.13 LOS PREFABRICADOS Y EL SISMO

Existe la creencia de que las estructuras prefabricadas de concreto son especialmente sensibles ante la acción sísmica, y de hecho ciertas exigencias normativas en este tipo de situaciones pueden obstaculizar el empleo de la prefabricación como solución óptima.

En el campo de la durabilidad lo que se pretende es mantener, sin merma del nivel de resistencia a la acción de los agentes extremos agresivos establecido por las normas, los espesores pequeños que son fundamentales para los prefabricados, en base a dos peculiaridades que presentan estos productos: el que las incertidumbres en el posicionamiento real de las armaduras son menores, y a veces inexistentes por los procesos de producción; y el que los concreto que se usan tienen mayor capacidad de protección de las armaduras ante fenómenos de carbonatación, que los de obras en sitio.

Se ha hablado antes de una debilidad de partida de las soluciones prefabricadas normales: Dicha debilidad puede evitarse con detalles muy simples; sirva a modo de ejemplo una estructura prefabricada sencilla como el tablero de un puente isostático con vigas prefabricadas y losa colada en obra, cuyo comportamiento como diafragma hace prácticamente invulnerable ante fuerzas sísmicas horizontales. Sin embargo, un detalle inadecuado de apoyo, como es el empleo de neoprenos sin elementos de anclaje, ha producido en muchos casos la caída del tablero por su desplazamiento, como conjunto único, fuera de su base de sustentación, pila o estribo. El tablero se encuentra, tras el sismo, en el fondo del barranco, sin mas daños que los a veces escasos producidos por dichas caídas.

Por todo esto, era fácil encontrar en la normativa de diversos países, hasta hace no muchos años, la prohibición del empleo de estructuras prefabricadas en zonas de alta sismicidad, acompañada de párrafos paliativos redactados en términos más o menos vagos. Axial por ejemplo, en Estados Unidos de Norteamérica el Uniform Building Code prohibía, hasta 1994, las estructuras prefabricadas en dos zonas salvo que se demostrara por evidencia experimental y análisis una resistencia y rigidez iguales o superiores a las de la solución en concreto armado monolítico. A pesar de este párrafo, fuerte en apariencia y débil en realidad, es frecuente encontrar en zonas como California estructuras totalmente prefabricadas aunque eso sí, con núcleo rígido, como el típico aparcamiento formado por vigas de forjado, pórticos perimetrales con jácenas que incorporan función resistente, y parte del cerramiento y el citado núcleo interior formado por pantallas en obra o a base de paneles macizos con armaduras solapadas.

### **1.13.1 ESTRATEGIAS ANTI-SISMO EN ESTRUCTURAS PREFABRICADAS**

Existe toda una gradan cantidad de medidas a tomar para lograr que una estructura prefabricada imite el comportamiento de las monolíticas.

Se pueden evitar los aspectos más negativos del comportamiento de las estructuras ante el sismo sin más que cuidar algunos detalles de proyecto, lo que implica un coste mínimo. A estos efectos es importante recordar que por encima de normas y prescripciones generales, la experiencia demuestra que muchas de las patologías ocurridas tras un sismo se deben a detalles incorrectos de concepción o armado.

Las normas no deben penalizar indiscriminada y "nominalmente a las estructuras prefabricadas, sino que deben distinguir entre sus distintos tipos, incluyendo de este modo requisitos detallados de diseño. Los técnicos, proyectistas o controladores, no deben caer en el error de sacralizar cálculos, y mucho menos normas que a duras penas pueden, cuando lo hacen, seguir los avances de la industria y los conocimientos, sino que deben cuidar sobre todo la concepción estructural y los detalles de unión y armado.

Las estructuras que imitan el comportamiento de las tradicionales mediante juntas húmedas o dúctiles, en especial si cumplen ciertos requisitos (uniones fuera de regiones críticas o sobredimensionadas), ofrecen la misma garantía ante el sismo que aquellas.

Es necesario incrementar en el futuro las investigaciones sobre estructuras prefabricadas de nudos articulados pues es muy probable que su comportamiento, si se han diseñado correctamente, no justifique la aplicación, en métodos aproximados, de fuerzas sísmicas superiores a las que se adoptan para otros sistemas estructurales.

Las normas deben, recoger las conclusiones obtenidas en las recientes investigaciones sobre el comportamiento de las estructuras prefabricadas ante el sismo; lo contrario, además de suponer un freno tecnológico al desarrollo, supone dilapidar las inversiones que las han hecho posibles y desalentar a futuros inversores.

## 1.14 REGLAMENTACIÓN EN EL DISTRITO FEDERAL

En el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal se habla de los elementos de concreto presforzado.

Enlistare a continuación los capítulos en los que se habla de estos elementos.

### 1.11.1 NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS

Se mencionan estos elementos en las Normas Técnicas Complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto.

#### CAPITULO 6

En el capítulo 6 se menciona:

6.6.2. Firmes colados sobre elementos prefabricados.

#### CAPITULO 9

##### 9. Concreto presforzado

###### 9.1. Introducción

9.1.1. Definición de elementos de acero para presfuerzo

###### 9.2. Presfuerzo parcial y presfuerzo total

###### 9.3. Estados límite de falla

###### 9.3.1. Flexión y flexocompresión

9.3.1.1. Esfuerzo en el acero de presfuerzo en elementos a flexión

9.3.1.2. Refuerzo mínimo en elementos a flexión

9.3.1.3. Refuerzo máximo en elementos a flexión

9.3.1.4. Secciones T sujetas a flexión

9.3.1.5. Refuerzo transversal en miembros a flexocompresión

###### 9.3.2. Fuerza cortante

9.3.3. Pandeo debido al presfuerzo

9.3.4. Torsión

###### 9.4. Estados límite de servicio

###### 9.4.1. Elementos con presfuerzo total

9.4.1.1. Esfuerzos permisibles en el concreto

9.4.1.2. Esfuerzos permisibles en el acero de presfuerzo

9.4.1.3. Deflexiones



- 9.4.2. Elementos con presfuerzo parcial
  - 9.4.2.1. Esfuerzos permisibles en el concreto
  - 9.4.2.2. Esfuerzos permisibles en el acero de presfuerzo
  - 9.4.2.3. Deflexiones
  - 9.4.2.4. Agrietamiento
  
- 9.5. Perdidas de presfuerzo
  - 9.5.1. Perdidas de presfuerzo en elementos pretensados
  - 9.5.2. Perdidas de presfuerzo en elementos postensados
  - 9.5.3. Criterios de valuación de las perdidas de presfuerzo
  - 9.5.4. Indicaciones en planos
  
- 9.6. Requisitos complementarios
  - 9.6.1. Zonas de anclaje
    - 9.6.1.1. Geometría
    - 9.6.1.2. Refuerzo
    - 9.6.1.3. Esfuerzos permisibles de aplastamiento en el concreto de elementos postensados para edificios
  - 9.6.2. Longitud de desarrollo y de transferencia del acero de presfuerzo
  - 9.6.3. Anclajes y acopladores para postensado
  - 9.6.4. Revisión de los extremos con continuidad
  - 9.6.5. Recubrimiento en elementos de concreto presforzado
    - 9.6.5.1. Elementos que no están en contacto con el terreno
    - 9.6.5.2. Elementos de concreto presforzado en contacto con el terreno
    - 9.6.5.3. Elementos de concreto presforzado expuestos a agentes agresivos
    - 9.6.5.4. Barras de acero ordinario en elementos de concreto presforzado
  - 9.6.6. Separación entre elementos de acero para presfuerzo
    - 9.6.6.1. Separación libre horizontal entre alambres y entre torones
    - 9.6.6.2. Separación libre horizontal entre ductos de postensado
    - 9.6.6.3. Separación libre vertical entre alambres y entre torones
    - 9.6.6.4. Separación libre vertical entre ductos de postensado
    - 9.6.6.5. Separación libre vertical y horizontal entre barras de acero ordinario entre elementos de concreto presforzado
  - 9.6.7. Protección contra corrosión
  - 9.6.8. Resistencia al fuego
  - 9.6.9. Ductos para postensado
  - 9.6.10. Lechada para tendones de presfuerzo
  
- 9.7. Losas postensadas con tendones no adheridos
  - 9.7.1. Requisitos generales
    - 9.7.1.1. Definiciones
    - 9.7.1.2. Losas planas apoyadas en columnas
    - 9.7.1.3. Losas apoyadas en vigas
    - 9.7.1.4. Factores de reducción
  - 9.7.2. Estados límite de falla

- 9.7.2.1. Flexión
- 9.7.2.2. Cortante
- 9.7.3. Sistemas de losas postensadas-columnas bajo sismo
- 9.7.4. Estados límite de servicio
  - 9.7.4.1. Esfuerzos permisibles en el concreto
  - 9.7.4.2. Esfuerzos permisibles en el acero de presfuerzo
  - 9.7.4.3. Deflexiones
  - 9.7.4.4. Agrietamientos
  - 9.7.4.4. Corrosión
  - 9.7.4.6. Resistencia al fuego
- 9.7.5. Zonas de anclaje

## **CAPITULO 10**

### **10. Concreto prefabricado**

- 10.1. Requisitos generales
- 10.2. Estructuras prefabricadas
- 10.3. Conexiones
- 10.4. Sistemas de piso

## 2. EDIFICIO DE USOS MIXTOS

### 2.1 EDIFICIOS ANÁLOGOS

Los edificios de usos mixtos fueron el género incómodo del Movimiento Moderno en Arquitectura; lo ambiguo no era del agrado de los maestros modernos. Era preferible que un edificio tuviera carácter de hotel y otro de oficinas, pero era poco común la mezcla de caracteres de dos o tres géneros edificios. Fue Robert Ventura en la década de los sesenta del siglo pasado, quien promovió el doble significado en arquitectura, lo uno y lo otro: parece un hotel, pero además parece un edificio de oficinas. Finalmente el desarrollo de los mercados inmobiliarios es el que ha expandido y ha puesto en boga el género de los edificios de usos mixtos. Hay usos que crean sinergias importantes, hay otros que serían incompatibles, pero los factores determinantes son los usos permitidos del suelo, las preferencias del consumidor y el retorno de la inversión para los desarrolladores inmobiliarios.

Los arquitectos hoy en día ya no tienen dificultades para abordar el múltiple carácter de una edificación. Los centros comerciales sin tiendas anclas, tienden a mezclar el comercio con el entretenimiento para hacerlos viables; del mismo modo, por la sobreoferta de edificios de oficinas es necesario combinarlos con centro comercial, con hotel o con residencia, para que la mezcla afortunada se encargue del éxito del complejo; la expresión arquitectónica ya no tiene que mostrar nítidamente la función, sino la comunicación comercial que el usuario deberá percibir.

#### 2.1.1 EDIFICIO ERMITA



*Fig. 2.1.1- Edificio Ermita*

**Mezcla:** Cine y comercios con departamentos

**Propietario:** Fundación Mier y Pesado

**Arquitectura:** Arq. Juan Segura

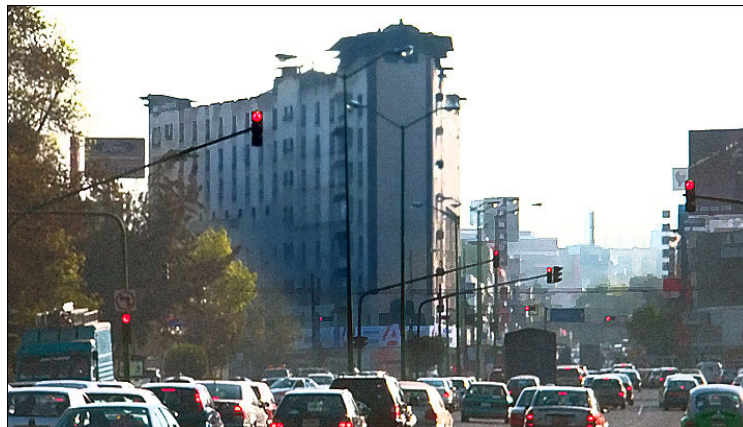
**Año de realización:** 1930

**Ubicación:** Av. Revolución y Av. Jalisco

El primer edificio de usos mixtos de la modernidad en México fue el Edificio Ermita, proyectado por el talentoso Juan Segura para la Fundación Mier y Pesado en 1930, en el que mezcló, con acierto, las funciones de cine -el Hipódromo-, comercios en planta baja y habitación en los pisos altos. Los departamentos de este edificio son verdaderas joyas de las que sus ocupantes no quisieran desprenderse en la actualidad. Era un edificio adelantado a su tiempo; José Villagrán, Padre del Movimiento Moderno en México, no supo como clasificar la tendencia innovadora de Segura, y sólo la denominó individualista.



*Fig. 2.1.2- Edificio Ermita*



*Fig. 2.1.3- Contexto, edificio Ermita*

## 2.1.2 PLAZA MARINE – NOVOTEL



*Fig. 2.1.4- Plaza Marine-Novotel*

**Mezcla:** Hotel y centro comercial con oficinas.

**Propietario hotel:** Accor.

**Propietario oficinas:** Jar Estáte Corp

**Arquitectura:** GVA y Asociados

**Landscape:** Peridian de México

**Diseño Interior:** Arquitectura de Interiores

**Ubicación:** Antonio Dovalí Jaime No. 75 Col. Centro de Ciudad Santa Fe, México, D. F.

**Fecha de terminación:** Diciembre de 2001

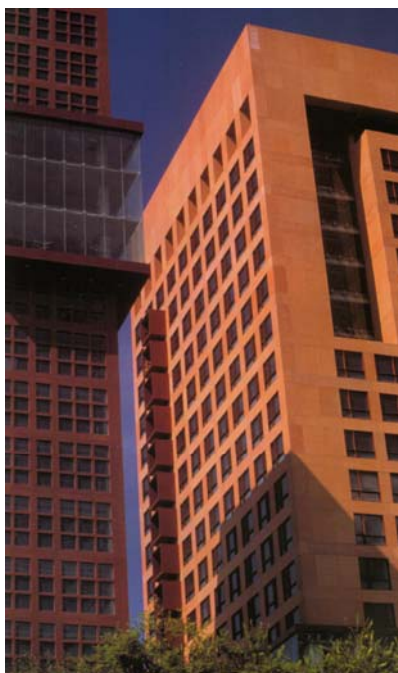
**Superficie de terreno:** 4,000 m<sup>2</sup>

**Superficie de oficinas:** 7,200 m<sup>2</sup>

**Superficie de construcción:** 32,000 m<sup>2</sup>

En Santa Fe ubicado al occidente de la Ciudad de México se ha desarrollado una de las zonas residenciales y de oficinas corporativas con mayor plusvalía en Latinoamérica; centro urbano donde se ubica el edificio de usos mixtos Plaza Marine y Novotel diseñado por la firma GVA y Asociados. Plaza Marine representa un concepto en el que se mezclan nueve niveles de oficinas y diez de hotel (Novotel) con 148 habitaciones, siete salones de conferencias y reuniones, fitness center, alberca, estacionamiento público y privado, además de servicios de banco, restaurante, cafetería y un bar, que proporciona servicios que no existían en la zona corporativa. El Novotel está operado por la cadena francesa Accor, la cual cuenta actualmente con 4 mil hoteles en todo el mundo.

### 1.2.3 PLAZA JUÁREZ



*Fig. 2.1.5- Edificios de plaza Juárez*

**Mezcla:** Cancillería, tribunales de lo familiar, plaza pública, museo de la memoria y la tolerancia.

**Arquitectura:** Legorreta + Legorreta Arquitectos

**Ubicación:** Av. Juárez, calles de Dolores, José María Marroquí, Independencia y Luís Moya, Centro Histórico, México, D. F.

**Años de realización:** 2003 - 2006

**Superficie de terreno:** 27,300 m<sup>2</sup>

**Torre Secretaría de Relaciones Exteriores:** 23 niveles, 130m. de altura, 50,000 m<sup>2</sup>

**Torre Tribunales de Justicia:** 16 niveles, 125 m. de altura, 30,000 m<sup>2</sup>

**Plaza Juárez:** 3,800 m<sup>2</sup>

**Superficie de demolición edificios existentes:** 70,000 m<sup>2</sup>

El complejo institucional Plaza Juárez constituye un fragmento fundamental del Plan de gobierno del Distrito Federal para regenerar el Centro Histórico de la Ciudad de México, que pagó 70 millones de pesos a Reichmann International por los terrenos en el Centro Histórico, frente a la Alameda Central.

En el corazón del conjunto se ubica la plaza, cuyo elemento principal es una fuente diseñada en colaboración con el artista plástico Vicente Rojo, un espacio de treinta por treinta y cinco metros con 1034 pirámides de baldosa.

Los arquitectos trataron de lograr una liga entre tres ámbitos urbanos, el colonial, el siglo XIX y el contemporáneo, planeando una serie de edificios como basamento, a partir del cual se proyectó una extraña mezcla de funciones: torre para la Secretaria

de Relaciones Exteriores, donde se fragua la estrategia de la política exterior mexicana y otra torre para los juzgados familiares de Distrito Federal, que implica grupos familiares involucrados en largos litigios; funciones que no generan una sinergia positiva para el encuentro público. Así mismo, el templo de Corpus Christi fue restaurado a petición del INAH; además de ser trasladado al complejo el mural La Velocidad, de David Alfaro Siqueiros, en marzo pasado. Sólo falta definir el programa del Museo de la Memoria y la Tolerancia, en el cual se abordará el tema de las guerras étnicas y religiosas. Cancillería de la Federación, Poder Judicial de la ciudad y memoria mundial de la intolerancia, generan una serie de significados que no se unen a partir de un fuerte concepto rector.



*Fig. 2.1.6- Plaza Juárez*



*Fig. 2.1.7- Maqueta virtual del complejo*



*Fig. 2.1.8- Maqueta virtual del complejo*



*Fig. 2.1.9- Maqueta de la Plaza Juárez*



*Fig. 2.1.10- Maqueta de la Plaza Juárez*

## 1.2.4 REFORMA 222



*Fig. 2.1.11- Edificios Reforma 222*



**Mezcla:** Residencial, oficinas y centro comercial  
**Propietario y desarrollador:** Grupo Danhos  
**Arquitectura:** Teodoro González de León  
**Ubicación:** Reforma 222, Col. Juárez, México, D. F.  
**Años de realización:** 2003 - 2007  
**Superficie de oficinas:** 80,000 m<sup>2</sup>  
**Superficie de construcción:** 150, 000 m<sup>2</sup>  
**Inversión IP:** 225 millones de dólares

En el corredor Reforma-Centro Histórico se va conformando un nuevo perfil de la modernidad con la edificación de magnos complejos mixtos, como Reforma 222.



*Fig. 2.1.12- Ubicación*

Éste dio inició a principios del año 2000 con los cambios que se dieron con el gobierno de la ciudad. Desde sus inicios Reforma 222 dio mucho que hablar, ya que para que se designara la arquitectura del lugar se convocó a un concurso privado, en el que participaron grandes arquitectos mexicanos. Fue Teodoro González de León quién ganó dicho concurso.

El proyecto, desarrollado por Grupo Danhos, tiene entre sus objetivos recuperar la vida nocturna, comercial, corporativa y habitacional del Paseo de la Reforma, siguiendo la tendencia internacional de este tipo de complejos.

El esfuerzo está orientado a desarrollar una micro ciudad dentro de la Ciudad de México de 150 mil metros cuadrados de construcción, que se levantará en tres torres, dos para el área residencial, una para oficinas corporativas, y un centro comercial de 8 mil metros cuadrados. Reforma 222 fue el primer proyecto en la presente década que retomó la vivienda en la avenida más importante de México, lo que ha hecho que sus compradores sean en su mayoría intelectuales que buscan una nueva manera de vivir y hacer ciudad.

## DEPARTAMENTOS



Fig. 2.1.13- Sala de los departamentos



Fig. 2.1.14- Vista desde los departamentos

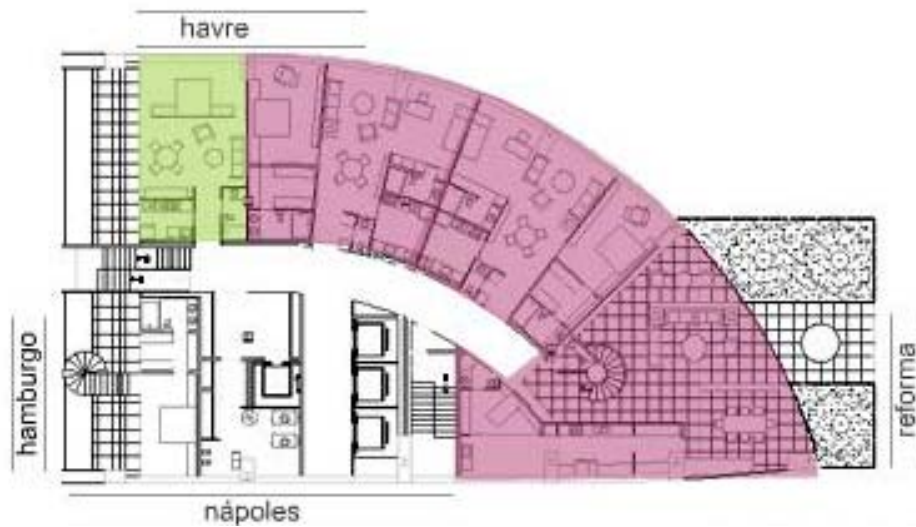
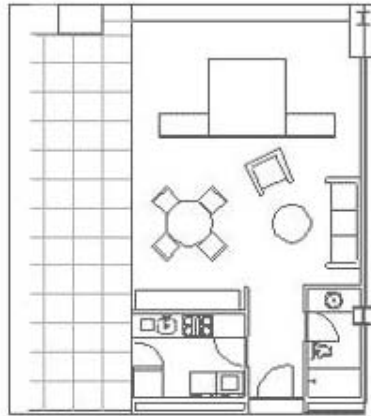


Fig. 2.1.15- Nivel 29 planta tipo

35m2 de terraza



67 m2 de superficie de construcción

*Fig. 2.1.16- Planta tipo*

## OFICINAS



*Fig. 2.1.17- Centro financiero*



*Fig. 2.1.18- Oficinas*

## CENTRO COMERCIAL



*Fig. 2.1.19- Centro comercial*



*Fig. 2.1.20- Centro comercial*



*Fig. 2.1.21- Centro comercial*



*Fig. 2.1.22- Centro comercial*

## ÁREAS COMUNES



*Fig. 2.1.23- Áreas comunes*

## PROCESO DE OBRA



*Fig. 2.1.24- Estructura de acero*



*Fig. 2.1.25- Estructura de acero*

## 2.2.5 LOS ATRIOS



Fig. 2.1.26- Maqueta de Los atrios

**Mezcla:** Centro comercial, de diseño, cultural, hotel, residencial y oficinas.

**Desarrollador:** Sordo Madaleno y Asociados- Walton Street Capital

**Arquitectura:** Sordo Madaleno y Asociados

**Ubicación:** Ejército Nacional, Moliere, Ferrocarril de Cuernavaca y Miguel de Cervantes

**Inauguración Primera Etapa:** final del 2005 Inversión IP: 205 millones de dólares

**Superficie de terreno:** 48,500 m<sup>2</sup>

**Superficie área comercial:** 56,000 m<sup>2</sup>

**Salas de cine:** 12 - 7,000 m<sup>2</sup>

**Superficie área Oficinas:** 102,000 m<sup>2</sup>

**Superficie área residencial:** 17,000 m<sup>2</sup>

**Hotel categoría especial:** 200 habitaciones -15,000 m<sup>2</sup>

**Cajones de estacionamiento:** 6,000

**Superficie total de construcción:** 400,000 m<sup>2</sup>

El nuevo centro de ciudad "Los Atrios" en Polanco, ubicado en el predio que ocupaba General Motors, en Ejército Nacional y Moliere, está planeado para iniciar operaciones a finales del 2005.



Fig. 2.1.27- Ubicación

Será una plaza con ambientes variados, sin una tienda ancla, en donde habrá 112 mil metros cuadrados de oficinas, 56 mil de centro comercial, un hotel de 200 habitaciones. También contará con áreas para restaurantes y bares, cines y comercios, que incluye un centro de diseño, una calle del arte y un centro de arte contemporáneo, donde se contará con la participación de la Fundación Cultural Televisa. Este proyecto se generó, según su creador, el arquitecto Javier Sordo Madaleno, debido a que en la actualidad la gente busca espacios libres, jardines, áreas de esparcimiento y reunión, así como sitios que incluyan calles interiores, con tiendas especializadas y restaurantes.



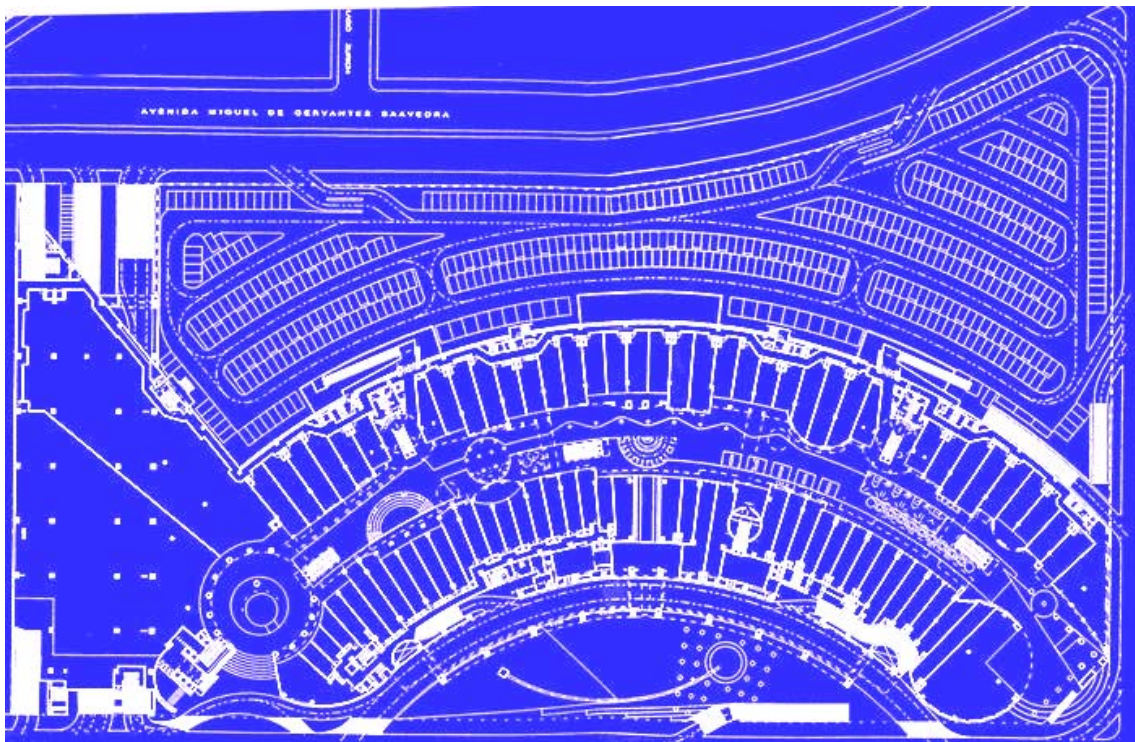
*Fig. 2.1.28- Terreno*



*Fig. 2.1.29- Planta de conjunto*



*Fig. 2.1.30- Planta de conjunto*



*Fig. 2.1.31- Planta baja comercio y paseo*





*Fig. 2.1.32- Planta comida rápida*



*Fig. 2.1.33- Perspectiva nocturna*



*Fig. 2.1.34- Calle central y accesos*



*Fig. 2.1.35- Calle central y accesos*



Fig. 2.1.36- Los Atrios desde calle Cervantes



Fig. 2.1.37- Comercios



Fig. 2.1.38- Comercios

Los Atrios tendrán un área de influencia de 10 kilómetros a la redonda, donde se encuentra el 75% de las zonas residenciales de la Ciudad de México y 500 mil compradores con el mayor potencial económico; lo que asegura que los Atrios podrán consolidarse como un verdadero centro de ciudad en lo que termina la presente década.



Fig. 2.1.39- Área de influencia

## 2.2.6 PARQUES POLANCO



*Fig. 2.1.40- Parques Polanco*

**Mezcla:** Residencial, centro comercial y hotel

**Arquitectos:** KMD, Enrique Nortén, Higuera + Sánchez, 5 Arquitectos

**Ubicación:** Lago Alberto 320, Col. Anáhuac, México, D. F.

**Desarrolladores:** BCBA Impulse, Metrópolis, Grupo Diarq

**Unidades de vivienda:** 300

Ubicado en Lago Alberto 320, Parques Polanco es un magno complejo de usos mixtos enfocado a resolver el problema de la vivienda media en una zona que cuenta con todos los servicios y cercanía al área comercial y residencial de Polanco. El proyecto se desplantará sobre cinco manzanas, compuesto por igual número de bloques, que se interrelacionarán por medio de áreas comerciales exteriores, plazas, estacionamientos y servicios.

Esta obra se diseñó bajo un concepto práctico y autosuficiente, el cual contará con cuatro bloques destinados a vivienda, con un quinto bloque donde se mezclarán vivienda, centro comercial y un hotel.

Uno de los objetivos de Parques Polanco es contar con diferentes tipologías arquitectónicas, lo que se traduce en variedad de productos para diversos tipos de estilos de vida como la urbana o la familiar, es decir estamos ante un proyecto que conjugará la manera de vivir contemporánea y la tradicional.

## 2.2.7 TURNING TORSO



Fig. 2.1.41- Turning Torso

**Mezcla:** Oficinas y residencial

**Arquitecto e ingeniero:** Santiago Calatrava

**Ubicación:** Malmo, Suiza.

La nueva obra de Santiago Calatrava, *Turníng Torso*, o Torso Rotando, que el ingeniero valenciano está por terminar de construir en el puerto de Malmö, en Suecia, es además de un extraordinario edificio, una graciosa escultura habitable de concreto y acero, de muchos pisos, que danza, desafía a la imaginación y pone a los materiales en el extremo de sus formas.



Fig. 2.1.42- Turning Torso

En los últimos años, el puerto de Malmo ha estado ganando reputación entre los admiradores de la arquitectura contemporánea por todo lo que se está erigiendo en su territorio. En un distrito de astilleros, donde hace 40 años se construían barcos y navíos de toda clase, la ciudad ha ido desarrollando a toda prisa un espacio atractivo, ya que esta área proveerá a unas 30 mil personas de un ambiente moderno donde vivir y trabajar.



Fig. 2.1.43- Ubicación

La ciudad de Malmo, la tercera en importancia de ese país, ubicada en el extremo sur de Suecia, de cara a Dinamarca, ha sido destacada de nuevo en el mapa con el que se convertirá próximamente en uno de sus principales emblemas, el *Turning Torso*, un edificio diseñado por el famoso artista, arquitecto e ingeniero valenciano Santiago Calatrava, basado en una de sus esculturas, la cual se inspira, en cierto modo, en la forma humana en movimiento, un sueño de los constructores renacentistas convertido por fin en realidad.

Tanto los esqueletos de aves y mamíferos, como las nervaduras, los pilares y las agujas de los templos góticos, son evocados al contemplar sus obras. Aunque los materiales como el concreto, el acero y el cristal, y la audacia de su trazo, regresan la mirada a las formas que depara el futuro.

Muchos colegas de Calatrava alegan que sus proyectos son difíciles de llevar a término porque exigen casi lo imposible, pero en este caso sus críticos se han quitado el sombrero y han admitido que están ante un portento de la ingeniería: "Calatrava, especialista en plegabilidad de las estructuras, se lució como ingeniero estructuralista al lograr esta forma tan compleja", dijo uno de ellos.

El edificio monumental, de la base a la punta, expresa el complejo movimiento del cuerpo humano, como la vuelta que da la columna vertebral. Pero, desde otra perspectiva, no falta quien lo ha comparado con una toalla torcida por un gigante: "Como si le hubiera dado un giro lento de 90°".

La construcción se alza sobre nueve bloques, o cubos, cada uno de los cuales une a cinco pisos. Cada planta cuenta con un área de aproximadamente 400 m<sup>2</sup>, en forma

más o menos cuadrada y una sección triangular, reforzada por un apoyo de acero en el exterior. Los nueve cubos completan una rotación de 90° grados, desde abajo hacia arriba, y todos se sujetan alrededor de un inmenso tallo central que funciona como esqueleto del torso. En todos los niveles, los baños y las cocinas están en la misma disposición, para facilitar las instalaciones.

En un equilibrio estricto de las cargas los pisos se van rotando y el edificio es ligeramente más angosto en la base que en el remate.

La estructura completa levanta 54 pisos y mide un total de 190 metros de altura. Conforme crece el edificio, las paredes que rodean al tallo disminuyen su anchura, de un máximo de dos metros en el nivel del suelo, a 40 centímetros en la parte más alta. Aunque ya se está levantando la torre más alta de Suecia "La Bota", de 325 metros de altura, por el momento *Turning Torso* será clasificada como la mayor de ese país.

El *Turning Torso* dispondrá de una superficie útil de 179 metros de altura y rematará con dos niveles más para diversas instalaciones técnicas, completando de ese modo sus 190 metros de altura total.

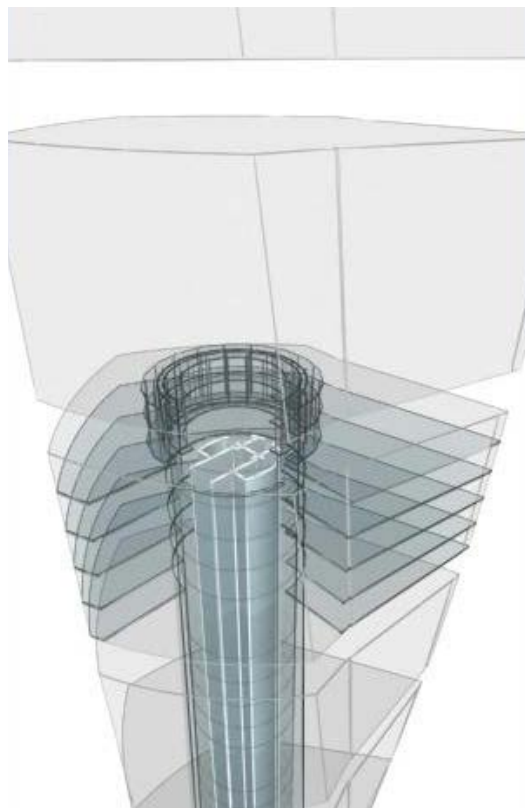


Fig. 2.1.44- Centro de edificio



Fig. 2.1.45- Proceso de construcción



Fig. 2.1.46- Proceso de construcción

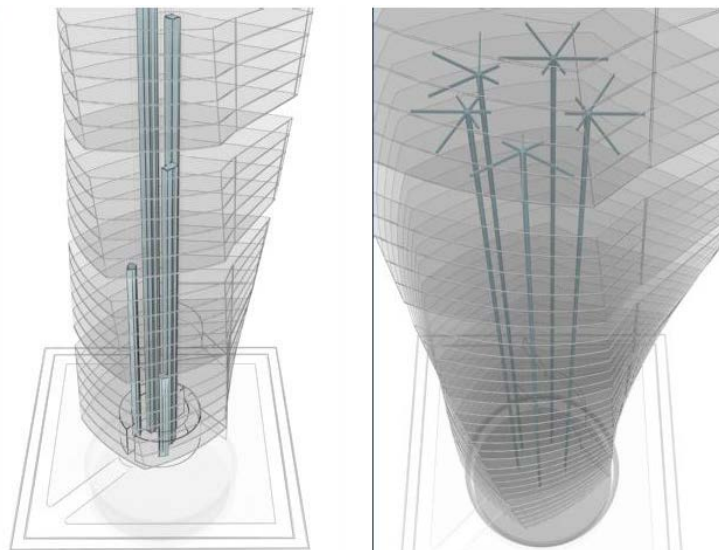


Fig. 2.1.47- Diagrama central del Turning Torso

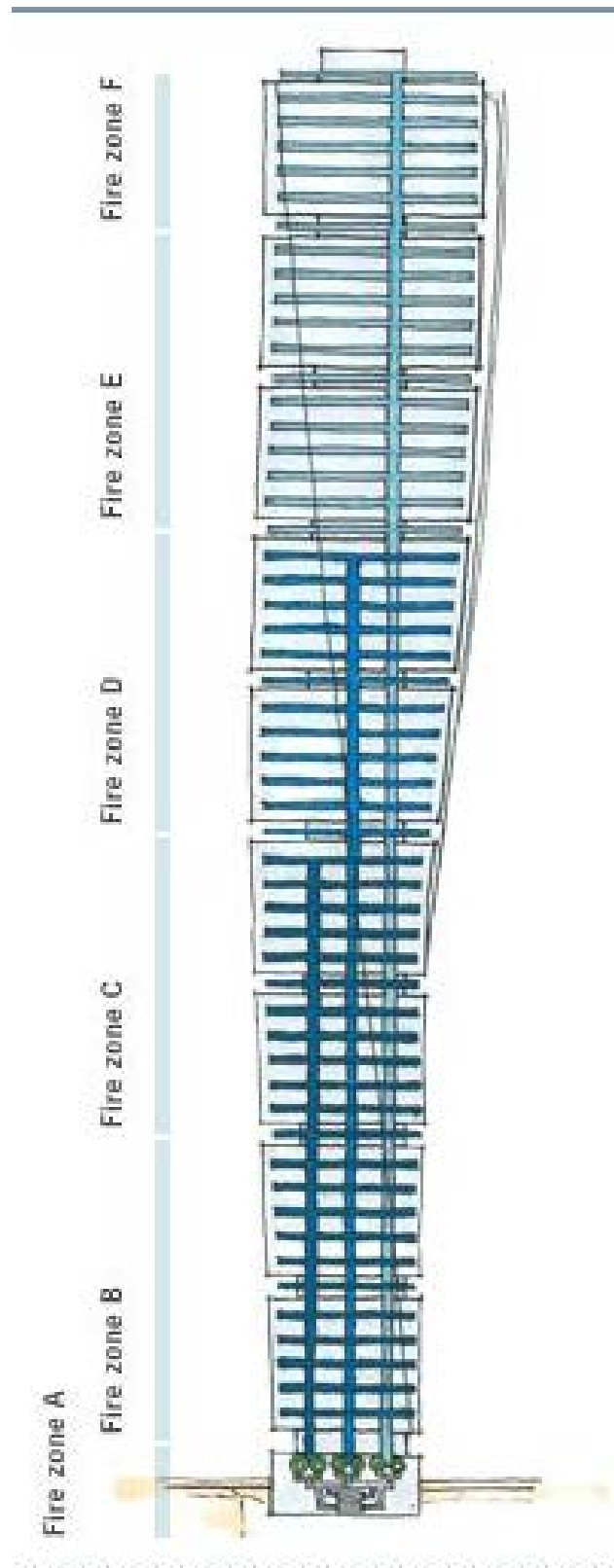
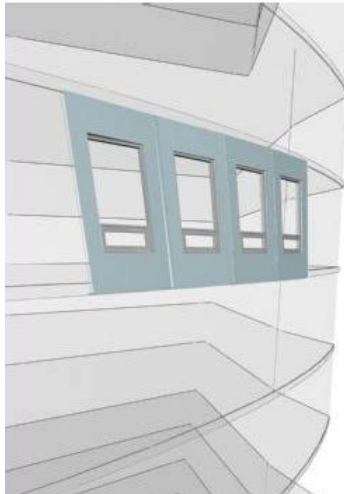


Fig. 2.1.48- Corte





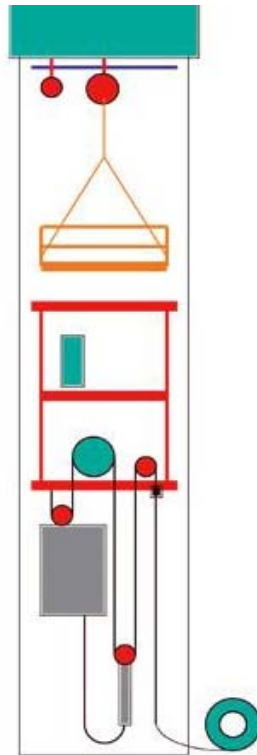
*Fig. 2.1.49- Fachada. Paneles modulados*



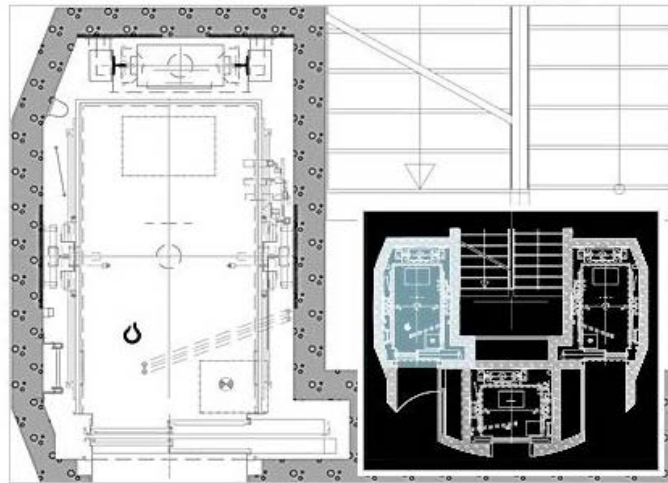
*Fig. 2.1.50- Colocación de paneles de fachada*



*Fig. 2.1.51- Fachada*



*Fig. 2.1.52- Corte de elevadores de alta velocidad*



*Fig. 2.1.53- Elevadores de alta velocidad*

Los departamentos, por si le interesa, van a costar 4,500 dólares por m<sup>2</sup>. Cada piso está dividido por cinco y cada uno de ellos tiene cuatro cuartos y un quinto espacio triangular, que ocupa el vértice de la planta. Todos tienen terrazas al aire libre, sauna, lavadero, aire acondicionado, calefacción individual y un gimnasio compartido con los vecinos. Además, hay dos salas, situadas en las plantas 43 y 49, con capacidad para acoger a 20 personas, y una sala multiusos.

Cuenta también con cinco ascensores de alta velocidad ubicados en el centro del edificio, junto a las escaleras; de éstos tres proporcionarán servicio a las viviendas y los dos restantes, a los usuarios del área comercial. En el mirador, ubicado en el piso 49, los visitantes podrán distinguir a lo lejos el perfil de la cercana Copenhague, en Dinamarca.

Por otro lado, la primera planta del edificio albergará ocho oficinas completamente equipadas que, si las quisieran, podrían ser alquiladas por los residentes (son alrededor de 4,199.9 m<sup>2</sup> para este propósito). Como ya se mencionó, estos espacios para oficinas han sido emplazados en los primeros dos cubos (por lo que del tercero hacia arriba, se agrupan los 150 departamentos residenciales, que comprenden un total de 14,599.5 m<sup>2</sup>).

Uno de los beneficios de la forma de la construcción, de acuerdo con la inmobiliaria, es que podrá dar gusto a los clientes potenciales más exigentes: tanto a quienes quieran una vista al mar desde la recámara, como a los que desean una panorámica de la tierra desde un apartamento similar, pero en un piso diferente.

Los clientes pueden elegir la organización interior que quieran. Para ello se ha reclutado a la firma Samark Arkitechture, un estudio sueco asociado con la oficina de Calatrava en Zurich. Pero hay ocho modelos estándares.

Las obras comenzaron en 2001, y en general ha cumplido con los plazos de ejecución previstos. Hasta ahora ha completado el 80% del recubrimiento de la fachada que consiste en un muro-cortina, pero el edificio está casi listo y se ha programado para entrar en operación a partir de este año.

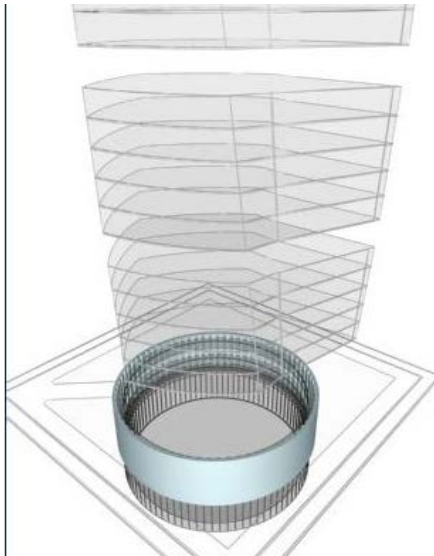
Las compañías constructoras suecas NCC Construction y Samark Arkitektur € Design AB, de Malmo, ya mencionada, aparecen como las responsables de la realización de exteriores e interiores, respectivamente. Como propietaria figura la HSB Malmo EkFor

Para no perder el ritmo en la danza de su construcción, se comisionó a la empresa PERI a que desarrollara una propuesta eficiente que permitiera trabajar cada cubo. Sus ingenieros idearon un novedoso método de crecimiento "autoescalable", de 4 en 4 m., con el que podían apoyar las alturas de todos los pisos, que van de 3.18 m a 3.89 m.

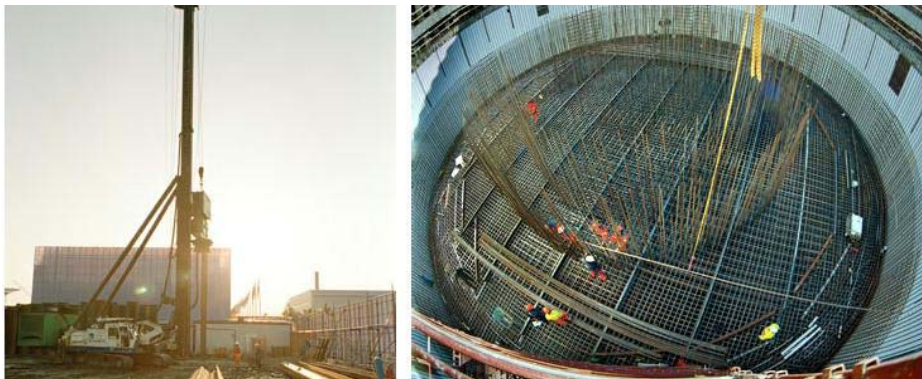
El concepto del andamio autoescalable permitió concretar los muros de cada anillo a partir del piso principal y el reforzamiento del tallo, o núcleo interno. El bombeo del concreto se instaló en los andamios con cuatro conexiones en el núcleo.

Los andamios ascendieron enlazados, mientras una unidad especial de control monitoreaba este procedimiento para evitar que colisionaran. Los equipos de construcción ocuparon alrededor de nueve días para completar cada piso.

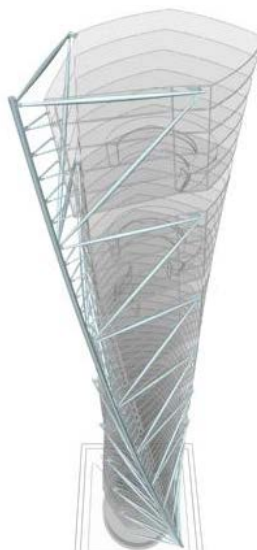
Con el fin de disfrutar las vistas de la costa, la fachada se proyectó con acero y vidrio templado, y en la parte superior, como si fuera la luz de un faro, además se destacó un remate de cristal, muy brillante. De noche, con todas las luces prendidas, el edificio será visible desde Dinamarca.



*Fig. 2.1.54- Cimentación*



*Fig. 2.1.55- Construcción de la cimentación*



*Fig. 2.1.56- Esquema de la estructura exterior del edificio*



Fig. 2.1.57- Construcción del edificio

## 2.2.8 METRÓPOLI PATRIOTISMO

Edificio de usos mixtos, comercio, hotel, cine y habitación, realizado con elementos prefabricados de concreto.



Fig. 2.1.58- Datos de obra



Fig. 2.1.59- Conexión de columnas a vigas



*Fig. 2.1.60- Conexión de columnas a vigas*



*Fig. 2.1.61- Conexión de columnas a vigas*



*Fig. 2.1.62- Conexión de columnas a vigas*



*Fig. 2.1.63- Conexiones*



*Fig. 2.1.64- Conexiones*



*Fig. 2.1.65- Conexiones*



*Fig. 2.1.66- Conexiones*



*Fig. 2.1.67- Conexiones*



*Fig. 2.1.68- Capa de compresión para vigas "TT"*



*Fig. 2.1.69- Capa de compresión para vigas "TT"*



*Fig. 2.1.70- Vigas "TT"*



*Fig. 2.1.71- Vigas "TT"*





*Fig. 2.1.72- Conexión de edificio de acero con edificio de concreto*



*Fig. 2.1.73- Conexión de edificio de acero con edificio de concreto*



*Fig. 2.1.74- Pasos de instalaciones*



*Fig. 2.1.75- Pasos de instalaciones*



*Fig. 2.1.76- Pasos de instalaciones*



*Fig. 2.1.77- Pasos de instalaciones*

## 2.2 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

Se eligió un terreno ubicado en Avenida Insurgentes No. 2453, entre Avenida Revolución y Altamirano para el proyecto de un edificio de usos mixtos.

### 2.2.1 ÁREAS

El proyecto de edificio de usos mixtos se compone de las siguientes áreas.

ÁREAS	NO. NIVELES	NIVEL
Estacionamiento	3.5	Sótano 1, 2, 3 y mezanine
Comercio	2.5	Mezanine, planta principal y primer nivel
Oficinas	2.0	Segundo y tercer nivel
Viviendas	6.0	Cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo y noveno nivel

### 2.2.2 ACCESOS

**ESTACIONAMIENTO.** Acceso por Avenida Revolución para darle un uso más público a la sección del edificio que da hacia esta vialidad.

**COMERCIO.** Acceso por Avenida Revolución, por el uso público de esta sección del edificio, y porque en Avenida Revolución hay una gran cantidad de comercios pequeños.

Por avenida Insurgentes se accede a una tienda ancla, ya que sobre esta vialidad se encuentran comercios de mayor envergadura que en avenida Revolución, como Hiperlumen, VIPS, Office Depot, Starbucks, etcétera.

**OFICINAS Y VIVIENDA.** Acceso por calle Altamirano, por ser una vialidad secundaria que permite mayor privacidad que las otras dos vialidades

### 2.2.3 LISTA DE NECESIDADES

ELEMENTO	CANTIDAD	M2/ÁREA	M2 TOTALES
<b>ESTACIONAMIENTO</b>			
Cajones	359.00	20.00	7180.00
Caseta electrónica	1.00	2.00	2.00
Subestación eléctrica	1.00	100.00	100.00
Cuarto de maquinas	1.00	100.00	100.00
Planta de tratamiento	1.00	100.00	100.00
Cisterna y equipo hidroneumático	2.00	50.00	100.00
Elevador	2.00	5.95	11.91
<b>COMERCIO</b>			
Tienda ancla	1.00	1,500.00	1,500.00
Cafetería	1.00	50.00	50.00
Comercios chicos	9.00	70.00	630.00
Comercios medianos	2.00	100.00	200.00
Comercios grandes	4.00	200.00	800.00
Concesiones	3.00	200.00	600.00
Sanitarios	1.00	80.00	80.00
Lobby	1.00	50.00	50.00
Vestíbulo	1.00	100.00	100.00
Plaza interior	1.00	200.00	200.00
Plaza exterior	1.00	500.00	500.00
<b>OFICINAS</b>			
Vestíbulo	1.00	100.00	100.00
Oficinas	12.00	300.00	3,600.00
Elevadores	4.00	5.95	23.81
<b>VIVIENDA</b>			
Vestíbulo	1.00	100.00	100.00
Departamento chico	30.00	150.00	4,500.00
Departamento grande	24.00	200.00	4,800.00
Roof garden	1.00	2,000.00	2,000.00
Elevadores	2.00	5.95	11.91
Escaleras de emergencia	10 niv.	30.00	300.00
<b>TOTAL</b>			<b>27,736.63</b>



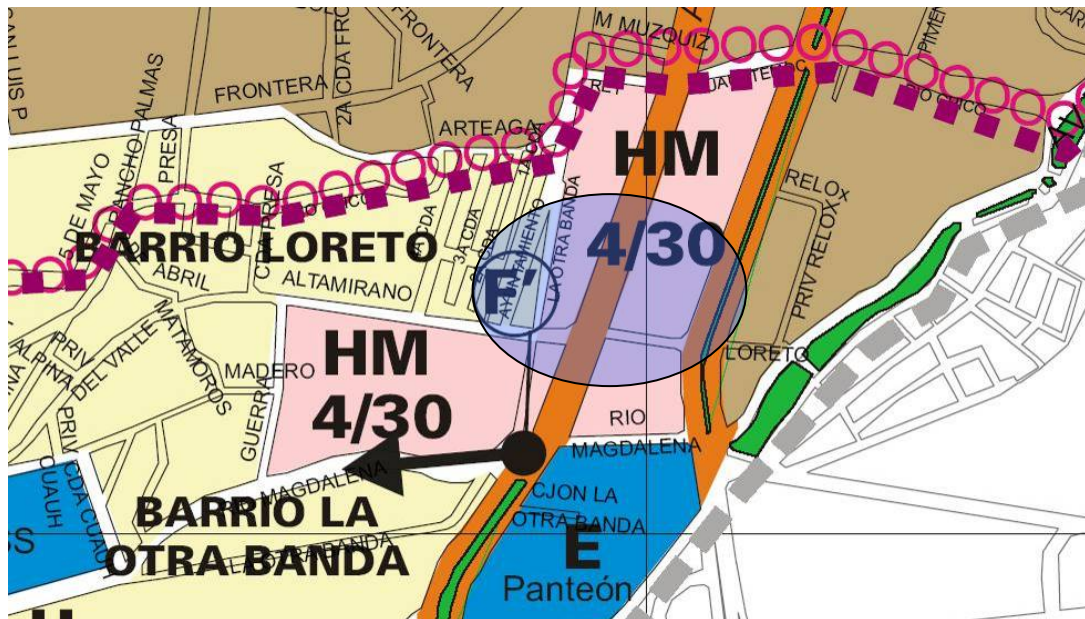


Fig. 2.3.2- Programa Delegacional de Desarrollo Urbano 1993



Fig. 2.3.3- Simbología del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano 1993

### 2.3.3 UBICACIÓN GEOTÉCNICA

El proyecto se encuentra ubicado en la zona I, lomerío, de la zonificación geotécnica de la Ciudad de México.

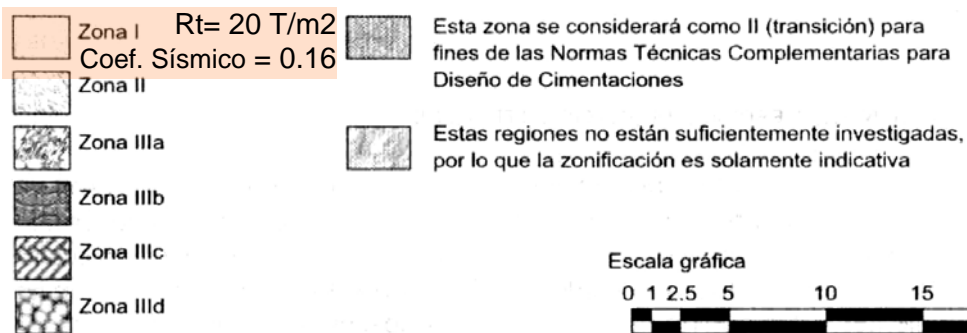
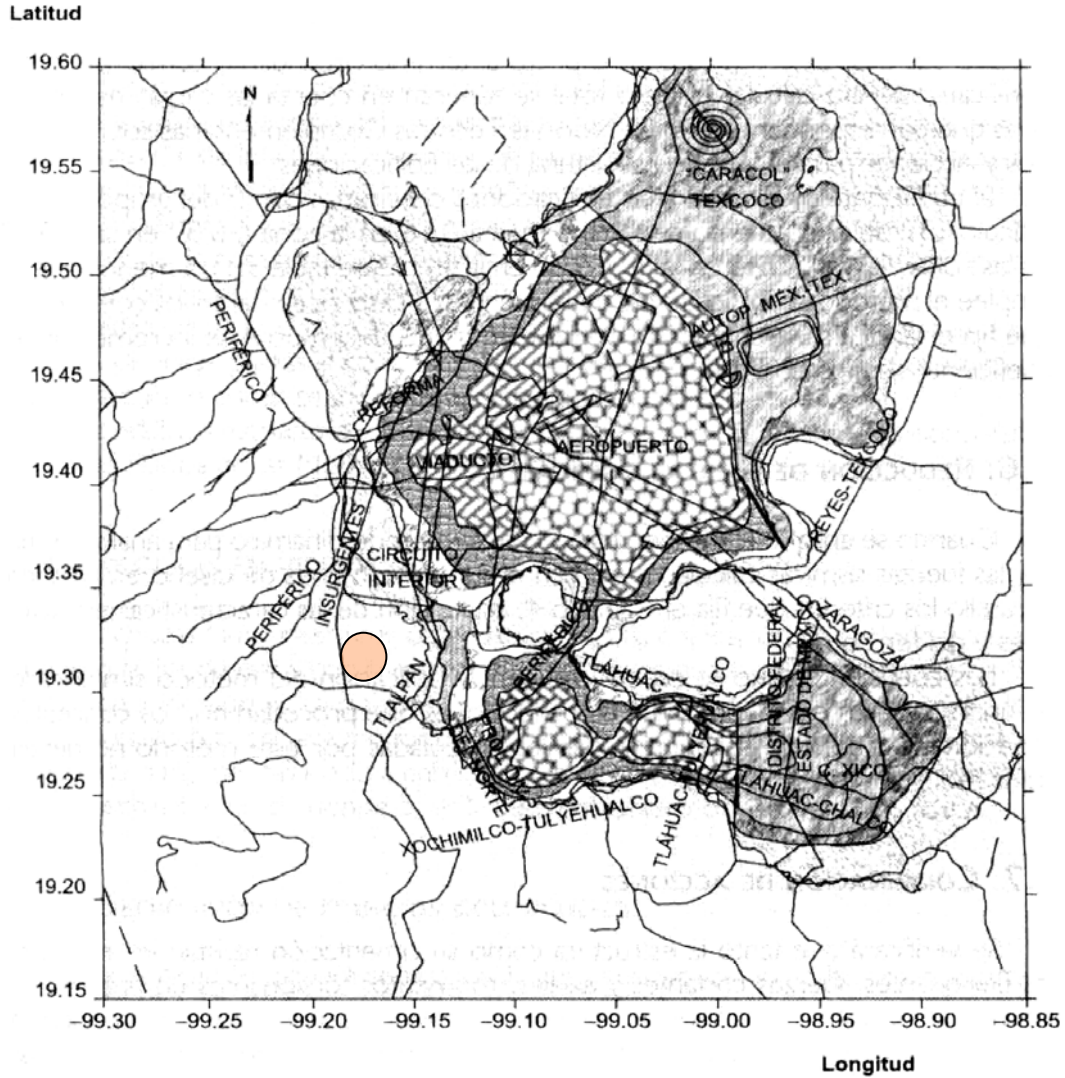
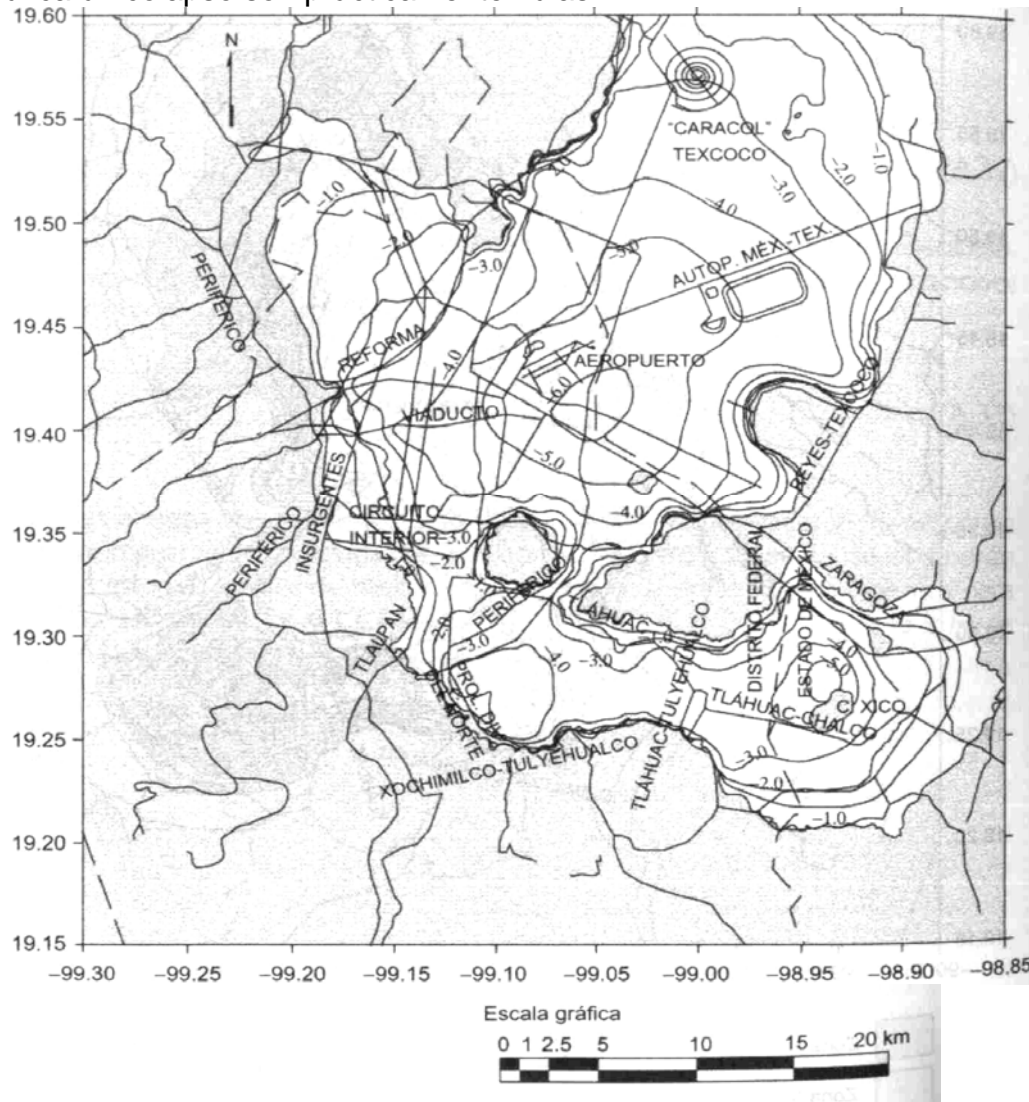


Fig. 2.3.4- Ubicación en la zonificación de la Ciudad de México

El proyecto ubicado en la zona I, tiene un periodo de suelo de 0.5 segundos. Para que el edificio no entre en resonancia con el suelo los periodos del suelo y del edificio deben ser diferentes.

Para calcular el periodo del edificio se usa la formula.  $\frac{\# \text{ de niveles}}{10} = \frac{10 \text{ niveles}}{10} = 1$

Si el periodo del suelo es de 0.5 segundos y el periodo del edificio es de 1 segundo, las probabilidades de que el edificio entre en resonancia con el suelo, en un sismo, y se produzca un colapso son prácticamente nulas.



- Zona I
- Zona II
- Zona IIIa

En la Zona I se tomará  $T_s = 0.5$  seg.  
 En la Zona II se interpolará considerando que en la frontera entre las zonas I y II  $T_s = 0.5$  seg y en la frontera entre Zonas II y III,  $T_s = 1$  seg

Fig. 2.3.5- Periodos del suelo



### 2.3.4 ANÁLISIS DE LA ZONA



Fig. 2.3.6- Vista aérea

#### AVENIDA REVOLUCIÓN

Avenida principal, de dos sentidos.

Sobre estas avenidas se encuentran grandes cantidades de comercios pequeños y comercios tradicionales como lo es el mercado de San Ángel.

#### AVENIDA INSURGENTES

Avenida principal, de dos sentidos.

Sobre estas avenidas se encuentran comercios de tiendas ancla, como lo es Hiperlumen, Starbcks, entre otras.

Sobre esta avenida, al cruce con Altamirano se encuentra la primera parada del metrobús, Dr. Gálvez.

#### AVENIDA ALTAMIRANO

Avenida secundaria, de un sentido, que va de Revolución a Insurgentes.

## 2.4 CONCEPTUALIZACIÓN FORMAL

Edificio de dos torres con variaciones en la fachada, dependiendo del uso, unidas por las circulaciones verticales y dos ejes de circulaciones horizontales.

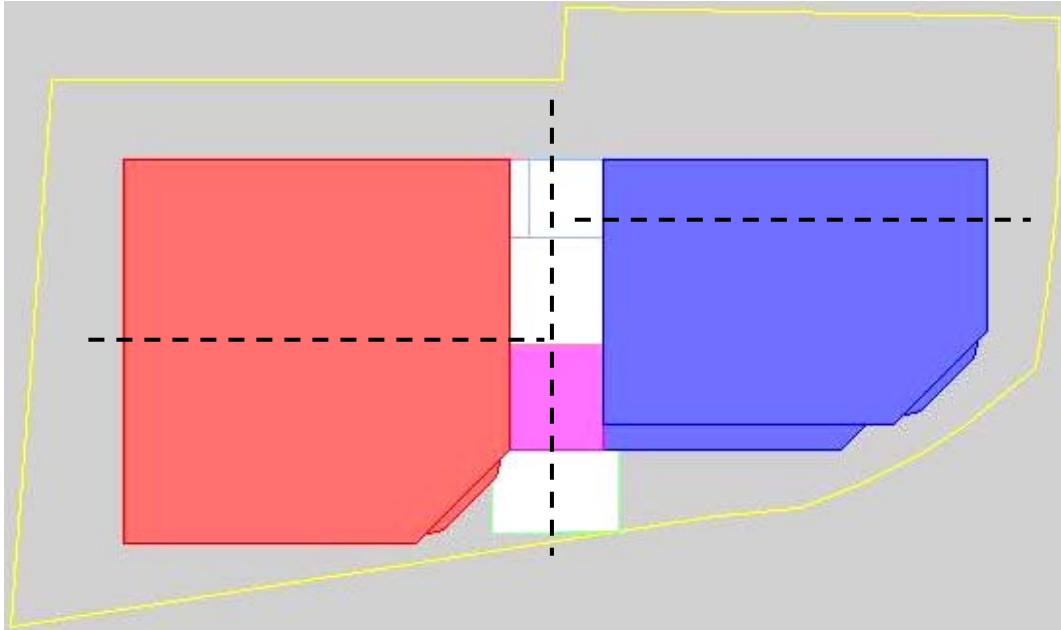


Fig. 2.4.1- Planta de azotea

Las dos torres que estarán unidas por las circulaciones contarán con el acceso principal por la calle Altamirano, marcando este acceso con un volumen que sobresale del edificio siendo este totalmente transparente, a diferencia del edificio que combinará la transparencia con los macizos.

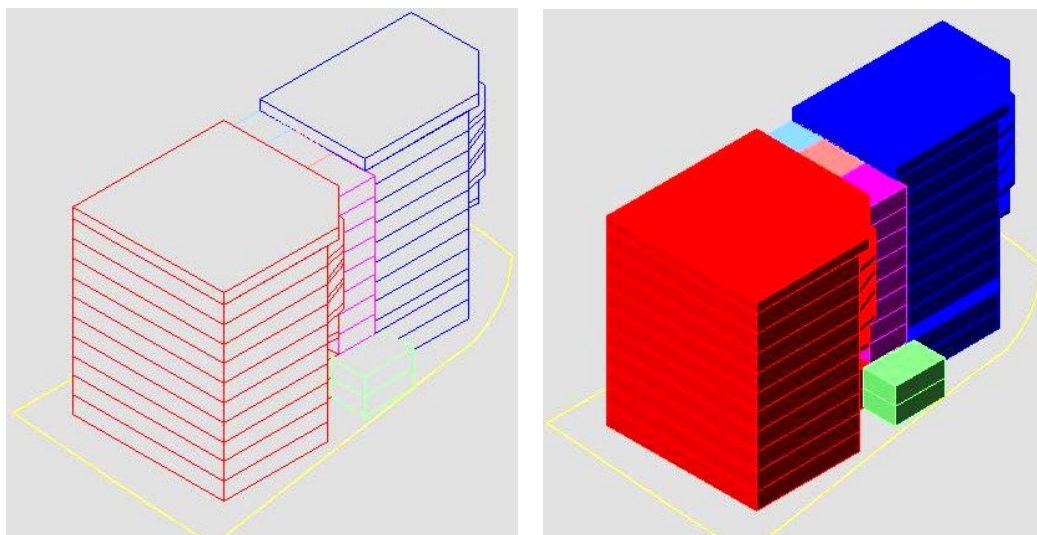
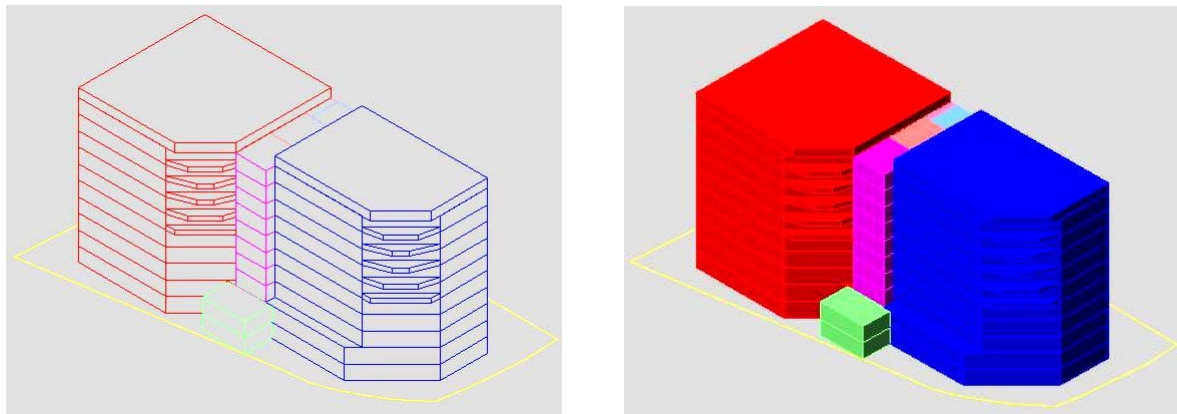


Fig. 2.4.2- Isométrico Revolución-Altamirano

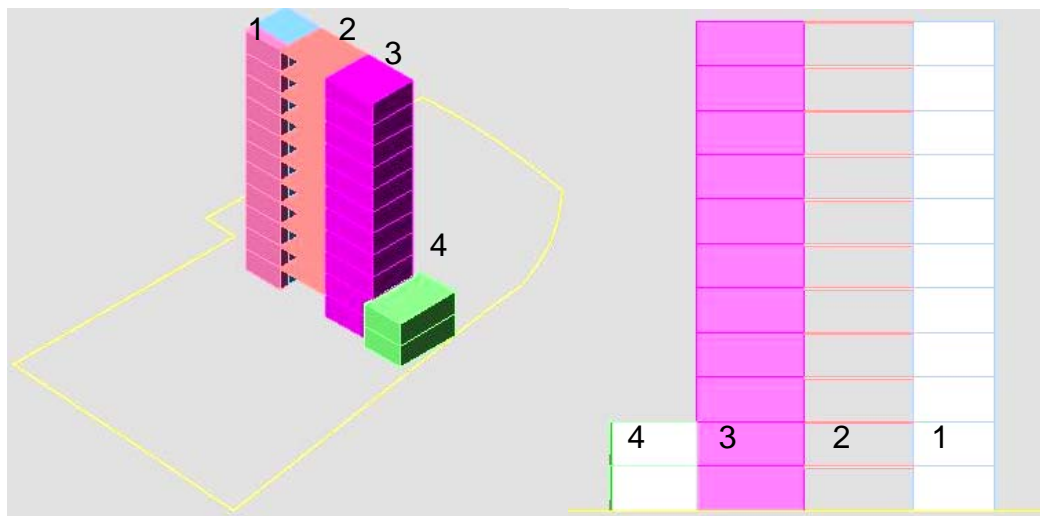
En los niveles de vivienda se colocarán terrazas para diferenciar y evidenciar que el uso en esta sección es diferente a los demás niveles.



*Fig. 2.4.3- Isométricos Altamirano-Insurgentes*

La parte central del edificio, lo que une a las dos torres se divide en cuatro partes:

1. Cubo de iluminación
2. Vestíbulo central
3. Circulaciones verticales
4. Zona de Lobby (Acceso principal)



*Fig. 2.4.4- Circulaciones verticales*

## 2.5 ESTACIONAMIENTO

### COMERCIOS

NIVEL	TIPO	m2	CANTIDAD	TOTAL m2
Mezanine +0.15	Ancla	570.50	1.00	570.50
	Cafetería	59.37	1.00	59.37
Planta principal +3.15	Comercio	223.26	1.00	223.26
	Comercio	200.93	1.00	200.93
	Comercio	123.88	1.00	123.88
	Comercio	81.86	2.00	163.72
	Comercio	73.68	1.00	73.68
	Comercio	79.82	1.00	79.82
	Comercio	67.30	1.00	67.30
	Ancla	567.10	1.00	567.10
Primer nivel +7.15	Comercio	223.26	1.00	223.26
	Comercio	200.93	1.00	200.93
	Comercio	123.88	1.00	123.88
	Comercio	81.86	1.00	81.86
	Comercio	73.68	1.00	73.68
	Comercio	79.82	1.00	79.82
	Comercio	67.30	1.00	67.30
	Ancla	567.10	1.00	567.10
Cuarto nivel +19.15	Concesión 1	126.83	1.00	126.83
Quinto nivel +23.15	Concesión 1	110.56	1.00	110.56
Sexto nivel +27.15	Concesión 2	126.83	1.00	126.83
Séptimo nivel +31.15	Concesión 2	110.56	1.00	110.56
Octavo nivel +35.15	Concesión 3	126.83	1.00	126.83
Noveno nivel +39.15	Concesión 3	110.56	1.00	110.56
<b>TOTAL</b>			<b>25.00</b>	<b>4,259.56</b>

Según Reglamento:

1 cajón cada 40 m<sup>2</sup>

4,259.56m<sup>2</sup> / 40m<sup>2</sup> = 106.48 cajones

TOTAL: **107 cajones**

### OFICINAS

NIVEL	TIPO	m2	CANTIDAD	TOTAL m2
Segundo nivel +11.15	A	280.56	1.00	280.56
	B	250.31	1.00	250.31
	C	279.56	1.00	279.56
	D	238.36	1.00	238.36
	E	369.81	1.00	369.81
	F	338.98	1.00	338.98

Tercer nivel +15.15	A	280.56	1.00	280.56
	B	250.31	1.00	250.31
	C	279.56	1.00	279.56
	D	238.36	1.00	238.36
	E	369.81	1.00	369.81
	F	338.98	1.00	338.98
<b>TOTAL</b>			<b>12.00</b>	<b>3,515.16</b>

Según Reglamento:

1 cajón cada 30 m<sup>2</sup>

3,515.16m<sup>2</sup> / 30m<sup>2</sup> = 117.17 cajones

TOTAL: **117 cajones**

## VIVIENDAS

m <sup>2</sup> VIVIENDA	No. CAJONES/ VIVIENDA	No. VIVIENDAS/ NIVEL	No. NIVELES	TOTAL VIVIENDA	TOTAL CAJONES
195.97	2.5	1.00	3.00	3.00	7.50
160.75	2.5	5.00	3.00	15.00	37.50
191.98	2.5	1.00	3.00	3.00	7.50
155.80	2.5	4.00	3.00	12.00	30.00
144.38	2.5	1.00	3.00	3.00	7.50
210.75	2.5	4.00	3.00	12.00	30.00
210.05	2.5	1.00	3.00	3.00	7.50
222.28	2.5	1.00	3.00	3.00	7.50
<b>TOTAL</b>		<b>18.00</b>	<b>3.00</b>	<b>54.00</b>	<b>135.00</b>

Según Reglamento:

2.5 cajones por cada vivienda plurifamiliar con elevador de 120m<sup>2</sup> hasta 250m<sup>2</sup>

= 135.00 cajones

TOTAL: **135 cajones**

## TOTAL DE CAJONES DE ESTACIONAMIENTO

TIPO	TOTAL DE CAJONES
Comercios	107
Oficina	117
Vivienda	135
<b>TOTAL</b>	<b>359</b>

**TOTAL: 359 CAJONES**

CAJONES EN PROYECTO: 363 CAJONES

## 2.6 CIRCULACIONES VERTICALES

### 2.6.1 ELEVADORES

A continuación se presenta una tabla que nos servirá para calcular los índices de la población de los edificios y requerimientos que debe satisfacer el equipo de transporte vertical.

TIPO DE EDIFICIOS	ÍNDICE PARA CALCULAR LA POBLACIÓN	Demanda recomendable transporte en 5 min. (% de la población total)	INTERVALO DE ESPERA
Edificios de oficinas diversas, tipo despachos, consultorios, etc., en área céntrica de alta rentabilidad	Una persona/10m <sup>2</sup>	13%	De 25 a 30 seg
Edificio similar al anterior, ubicado en un suburbio, o de tipo económico	Una persona/10m <sup>2</sup>	12%	De 30 a 45 seg
Edificio para oficinas perteneciente a una sola compañía	Una persona/9m <sup>2</sup>	15%	De 25 a 30 seg
Edificio de una dependencia gubernamental	Una persona/7m <sup>2</sup>	20%	De 30 a 45 seg
Edificios de departamentos con alta rentabilidad	1.5 personas/recámara	7%	De 45 a 60 seg
Edificio de departamentos con rentabilidad media	Dos personas/recámara	6%	De 60 a 80 seg
Hospital de tipo privado	Dos personas/cama	12%	De 45 a 60 seg
Hospital de tipo estatal	Dos personas/cama	10%	De 45 a 60 seg
Hotel con alta rentabilidad en área cosmopolita	1.3 personas/cuarto	12%	De 35 a 50 seg
Hotel de alta rentabilidad en lugar de veraneo	1.75 personas/cuarto	12%	De 35 a 50 seg
Hotel con baja rentabilidad en área cosmopolita	1.7 personas/cuarto	10%	De 50 a 75 seg
Hotel con baja rentabilidad en lugar de veraneo	Dos personas/cuarto	10%	De 50 a 75 seg
Estacionamiento de autoservicio	1.75 personas/auto	12%	De 45 a 60 seg

**POBLACIÓN EN OFICINAS**

<b>NIVEL</b>	<b>TIPO</b>	<b>m2</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TOTAL m2</b>
Segundo nivel +11.15	A	280.56	1.00	280.56
	B	250.31	1.00	250.31
	C	279.56	1.00	279.56
	D	238.36	1.00	238.36
	E	369.81	1.00	369.81
	F	338.98	1.00	338.98
Tercer nivel +15.15	A	280.56	1.00	280.56
	B	250.31	1.00	250.31
	C	279.56	1.00	279.56
	D	238.36	1.00	238.36
	E	369.81	1.00	369.81
	F	338.98	1.00	338.98
<b>TOTAL</b>			<b>12.00</b>	<b>3,515.16</b>

Según tabla índice:

<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>SEGÚN TABLA</b>	<b>DATOS</b>	<b>TOTAL</b>
Índice para calcular la población	Una persona/10m2	3,515.16 m2 totales	351.52 personas
Demanda recomendable transporte en 5 min. (% de la población total)	13%	351.52 personas	45.70 personas
Intervalo de espera			De 25 a 30 seg.

**POBLACIÓN EN VIVIENDAS**

<b>m2 VIVIENDA</b>	<b>No. RECAMARAS/ VIVIENDA</b>	<b>No. VIVIENDAS/ NIVEL</b>	<b>No. NIVELES</b>	<b>TOTAL VIVIENDA</b>	<b>TOTAL RECAMARAS</b>
195.97	2.0	1.00	3.00	3.00	6.00
160.75	2.0	5.00	3.00	15.00	30.00
191.98	2.0	1.00	3.00	3.00	6.00
155.80	2.0	4.00	3.00	12.00	24.00
144.38	1.0	1.00	3.00	3.00	3.00
210.75	3.0	4.00	3.00	12.00	36.00
210.05	3.0	1.00	3.00	3.00	9.00
222.28	2.0	1.00	3.00	3.00	6.00
<b>TOTAL</b>		<b>18.00</b>	<b>3.00</b>	<b>54.00</b>	<b>120.00</b>

Según tabla índice:

REQUERIMIENTO	SEGÚN TABLA	DATOS	TOTAL
Índice para calcular la población	1.5 personas/recámara	120 recámaras	180 personas
Demanda recomendable transporte en 5 min. (% de la población total)	7%	180 personas	12.60 personas
Intervalo de espera			De 45 a 60 seg.

### POBLACIÓN EN ESTACIONAMIENTO

NIVEL	No. CAJONES
Mezanine	48
Sótano 1	105
Sótano 2	105
Sótano 3	105
<b>TOTAL</b>	<b>363</b>

Según tabla índice:

REQUERIMIENTO	SEGÚN TABLA	DATOS	TOTAL
Índice para calcular la población	1.75 personas/auto	363 autos	636 personas
Demanda recomendable transporte en 5 min. (% de la población total)	12%	636 personas	76.32 personas
Intervalo de espera			De 45 a 60 seg.



Se presenta a continuación la curva de capacidad de transporte de equipos de elevadores automáticos, según el intervalo de espera de la cabina tipo.

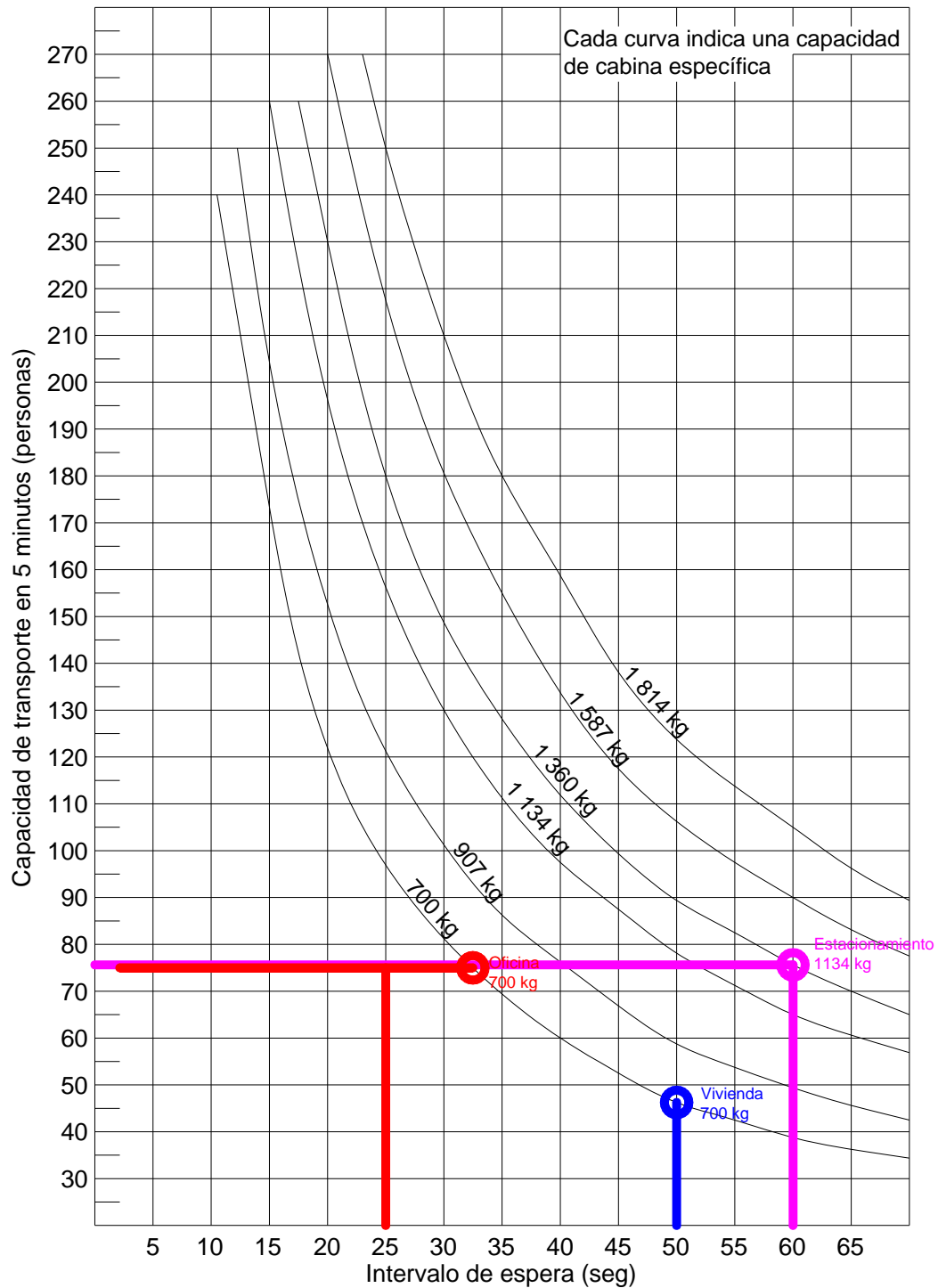


Fig. 2.6.1- Curva de capacidad de transporte

Se presenta ahora la gráfica de velocidad y capacidad de cabina según la altura del edificio

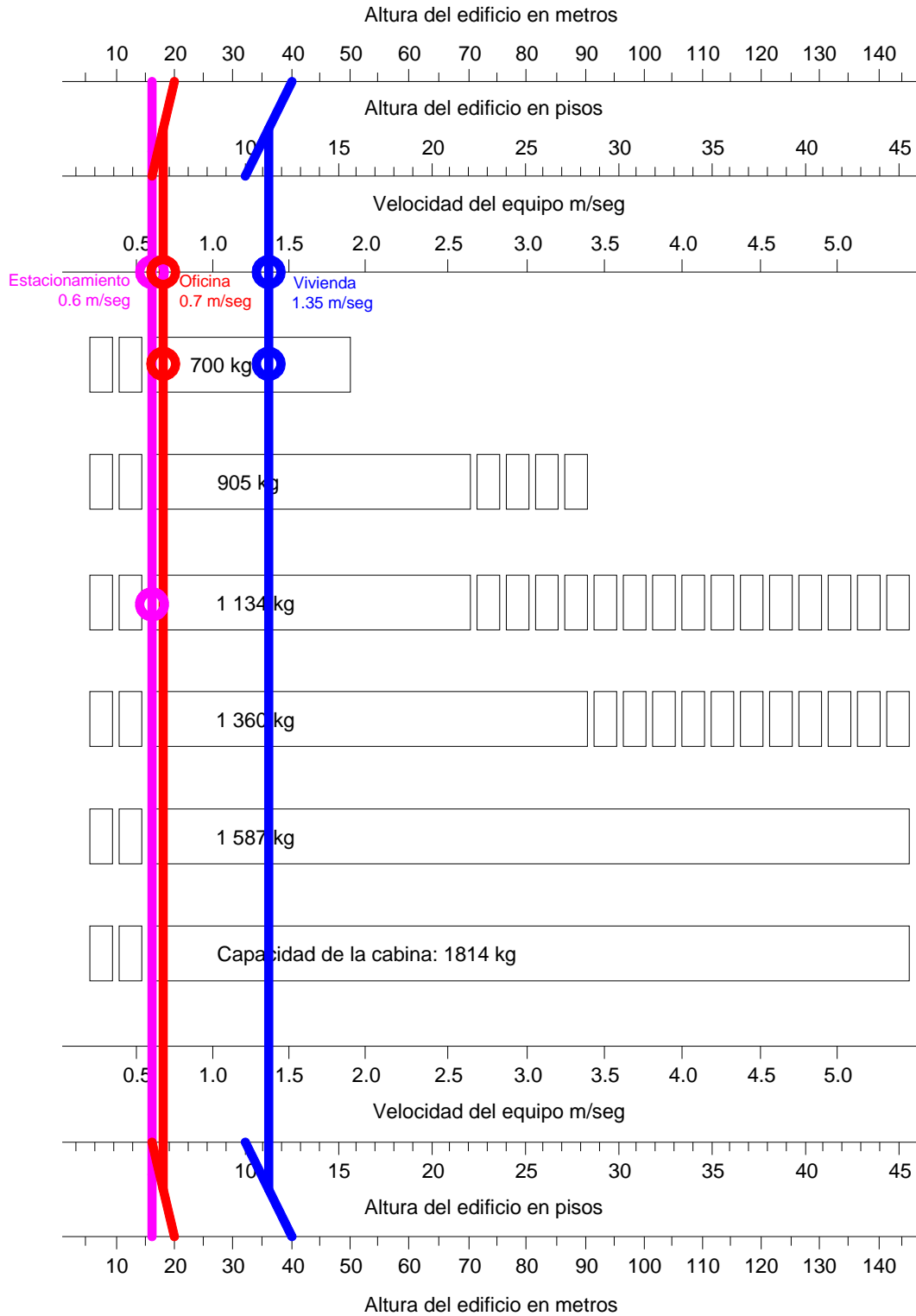


Fig. 2.6.2- Gráfica de velocidad y capacidad de cabina

Para saber el número de cabinas, veremos a continuación la gráfica de capacidad de transporte, tiempo de recorrido y número de cabinas. Cabina para 700kg (CE ocho personas)

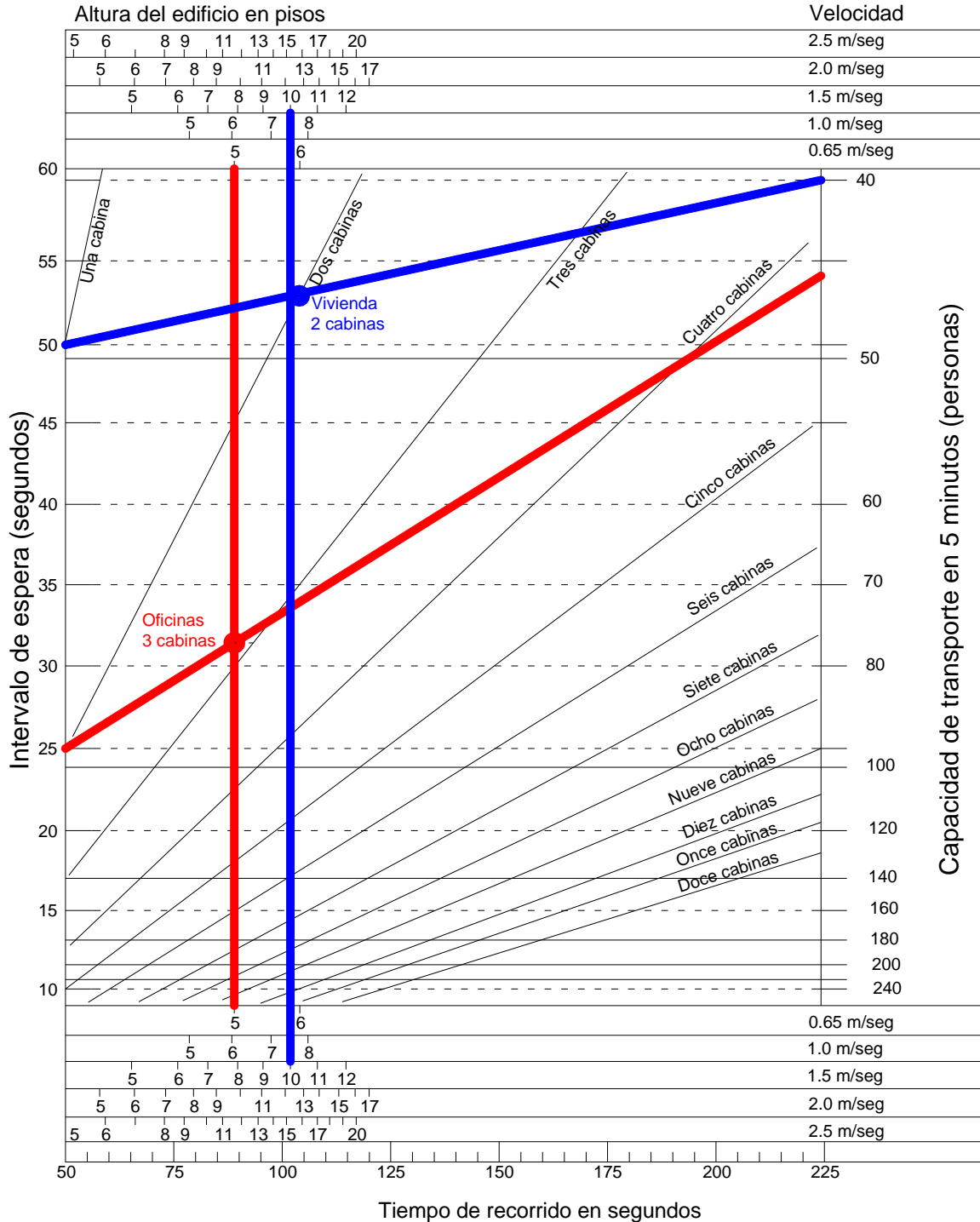


Fig. 2.6.3- Número de cabinas en oficinas y vivienda

Para saber el número de cabinas, veremos a continuación la gráfica de capacidad de transporte, tiempo de recorrido y número de cabinas. Cabina para 1134kg (CE trece personas)

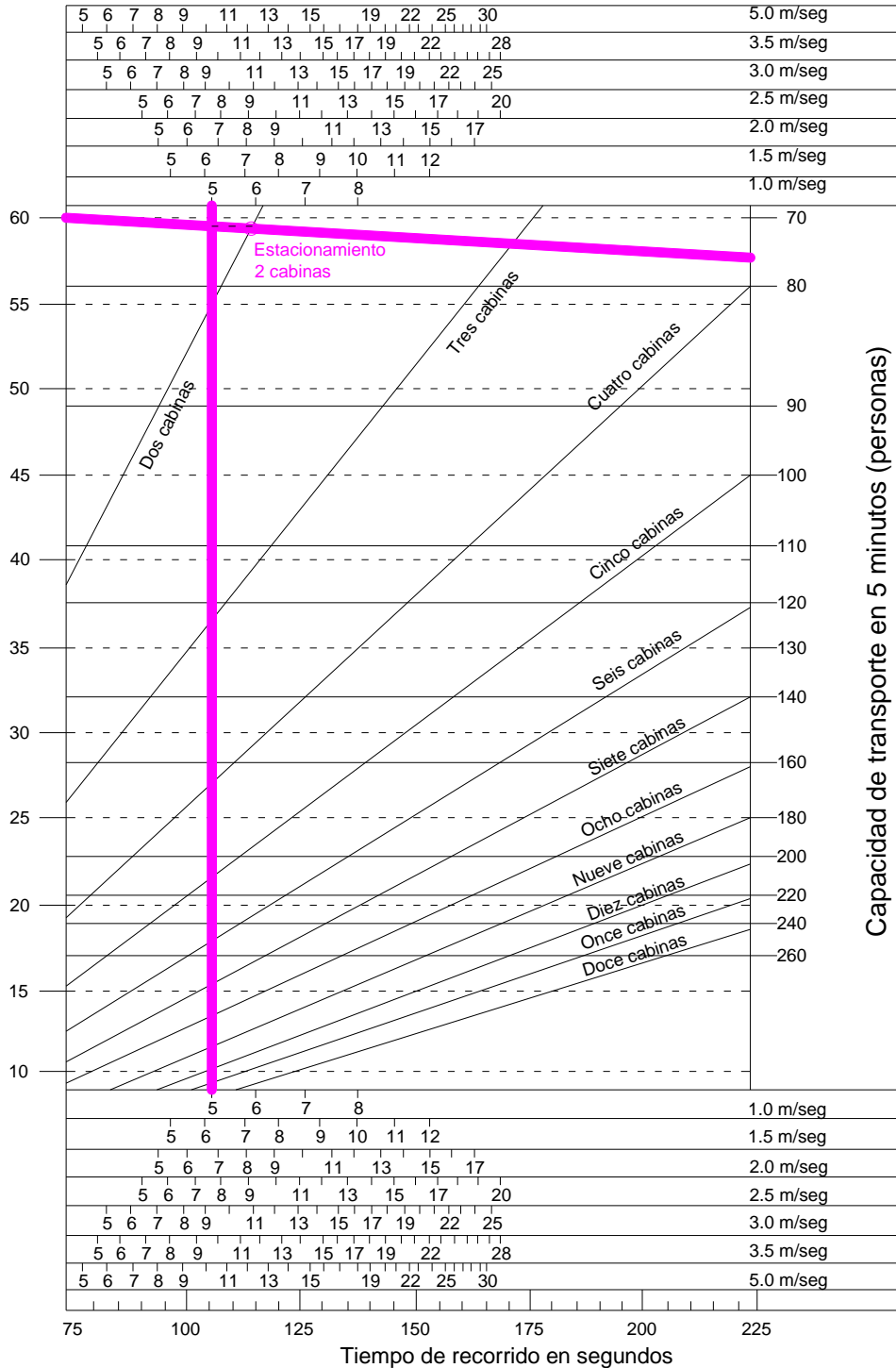


Fig. 2.6.4- Número de cabinas en estacionamiento

## ELEVADOR PARA ESTACIONAMIENTO

Se requieren dos cabinas con capacidad para 13 personas, con un recorrido de 15 metros, 5 paradas, una velocidad de 0.60 m/seg.

Se propone el elevador KONE Executive 485 TM, sin cuarto de maquinas con las siguientes características.

Uso característico	Número de pisos	Carga y velocidad	Nivel de decoración	Sistema	Su solución KONE
Oficinas estándar de Bajo Recorrido	2 – 9	630 – 1000 kg 1.0 – 1.6 m/s	Funcional, Medio, Alto	Sin cuarto de máquinas	<u>KONE Executive 485</u>

Sistema	Elevador sin cuarto de máquinas
Arranques al año	Hasta 200,000
Capacidad de la cabina	8 a 13 personas (630 a 1000 Kg.)
Velocidad de trayecto	1.0 o 1.6 metros por segundo
Recorrido máximo	40 metros / 16 paradas
Configuración máxima del sistema	Hasta grupo de tres elevadores

Capacidad	Velocidad	Ancho de cabina	Entradas	Tipo de apertura de puerta	Altura de puerta	Tipo de marco de pta.
1000 kg	1.0 m/seg	1.10 m	1	Centrales	2.10 m	Standard 150 mm

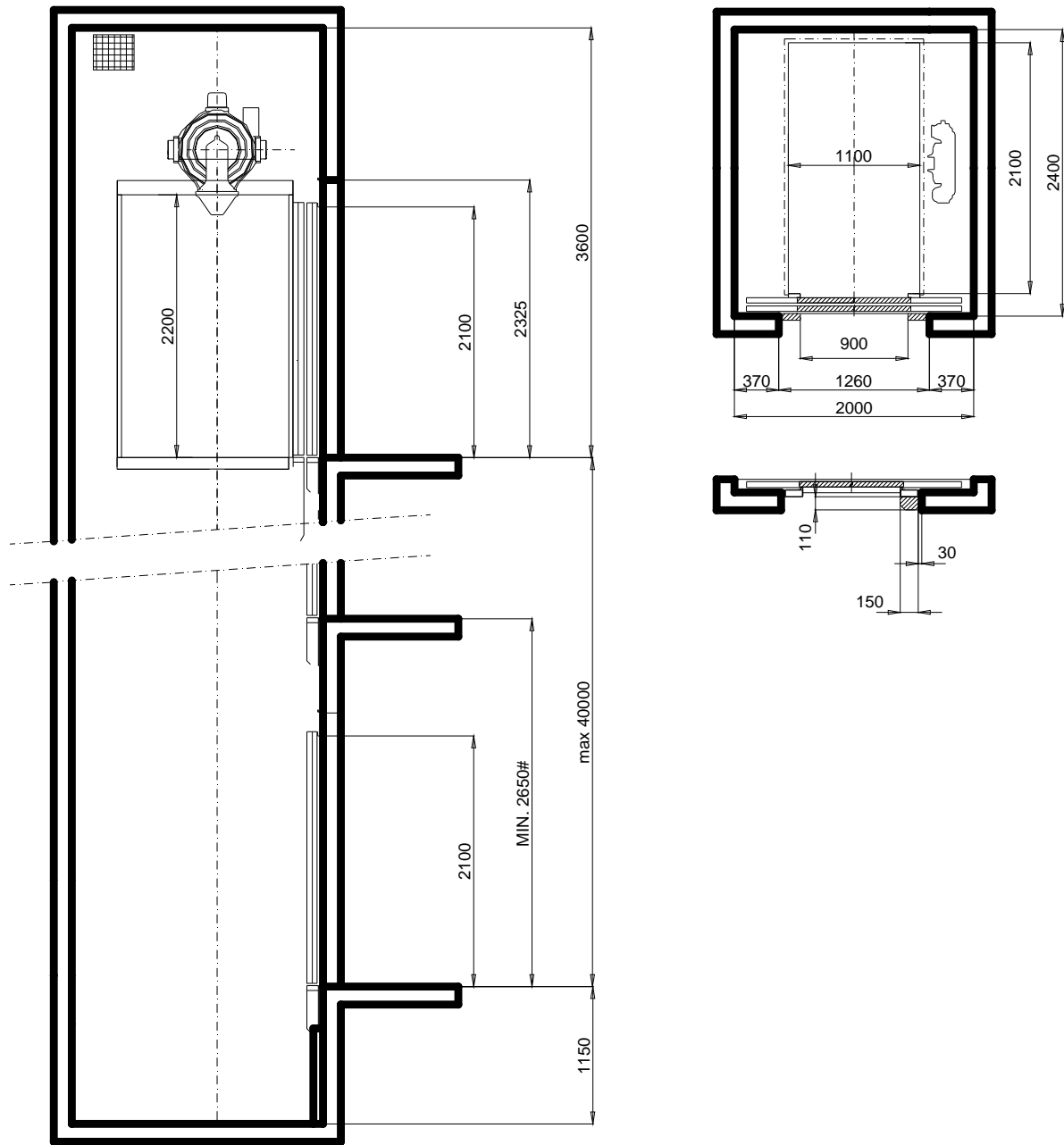


Fig. 2.6.5- Dimensiones de elevador

## ELEVADOR PARA OFICINAS

Se requieren tres cabinas (se colocarán 4 cabinas por diseño arquitectónico) con capacidad para 8 personas, con un recorrido de 12 metros, 3 paradas, una velocidad de 0.70 m/seg.

Se propone el elevador KONE Executive 485 TM, sin cuarto de maquinas con las siguientes características.

Uso característico	Número de pisos	Carga y velocidad	Nivel de decoración	Sistema	Su solución KONE
Oficinas estándar de Bajo Recorrido	2 – 9	630 – 1000 kg 1.0 – 1.6 m/s	Funcional, Medio, Alto	Sin cuarto de máquinas	<u>KONE Executive 485</u>

Sistema	Elevador sin cuarto de máquinas
Arranques al año	Hasta 200,000
Capacidad de la cabina	8 a 13 personas (630 a 1000 Kg.)
Velocidad de trayecto	1.0 o 1.6 metros por segundo
Recorrido máximo	40 metros / 16 paradas
Configuración máxima del sistema	Hasta grupo de tres elevadores

Capacidad	Velocidad	Ancho de cabina	Entradas	Tipo de apertura de puerta	Altura de puerta	Tipo de marco de pta.
1000 kg	1.0 m/seg	1.10 m	1	Centrales	2.10 m	Standard 150 mm

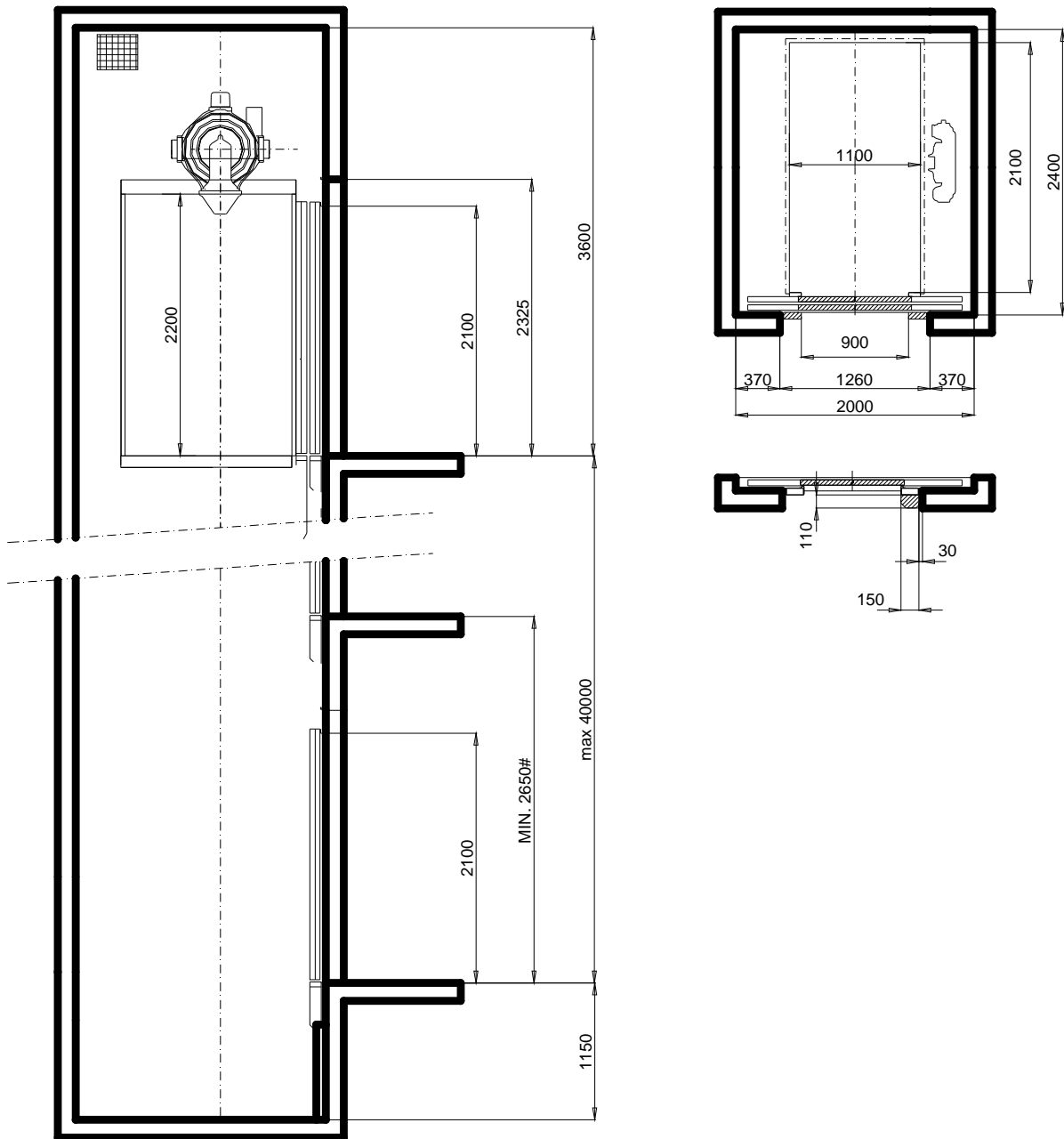


Fig. 2.6.6- Dimensiones de elevador



## ELEVADOR PARA VIVIENDA

Se requieren dos cabinas con capacidad para 8 personas, con un recorrido de 40 metros, 5 paradas, una velocidad de 1.35 m/seg.

Se propone el elevador KONE Habitat 455, sin cuarto de maquinas con las siguientes características.

<b>Sistema</b>	<b>Elevador sin cuarto de máquinas</b>
<b>Capacidad de la cabina</b>	4 a 13 personas (320 a 1000 Kg.)
<b>Velocidad de trayecto</b>	1.0 o 1.6 metros por segundo
<b>Recorrido máximo</b>	40 metros / 16 paradas

<b>Capacidad</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Ancho de cabina</b>	<b>Entradas</b>	<b>Tipo de apertura de puerta</b>	<b>Altura de puerta</b>	<b>Ancho de puerta</b>
1000 kg	1.0 m/seg	1.10 m	1	Centrales	2.10 m	0.80 m

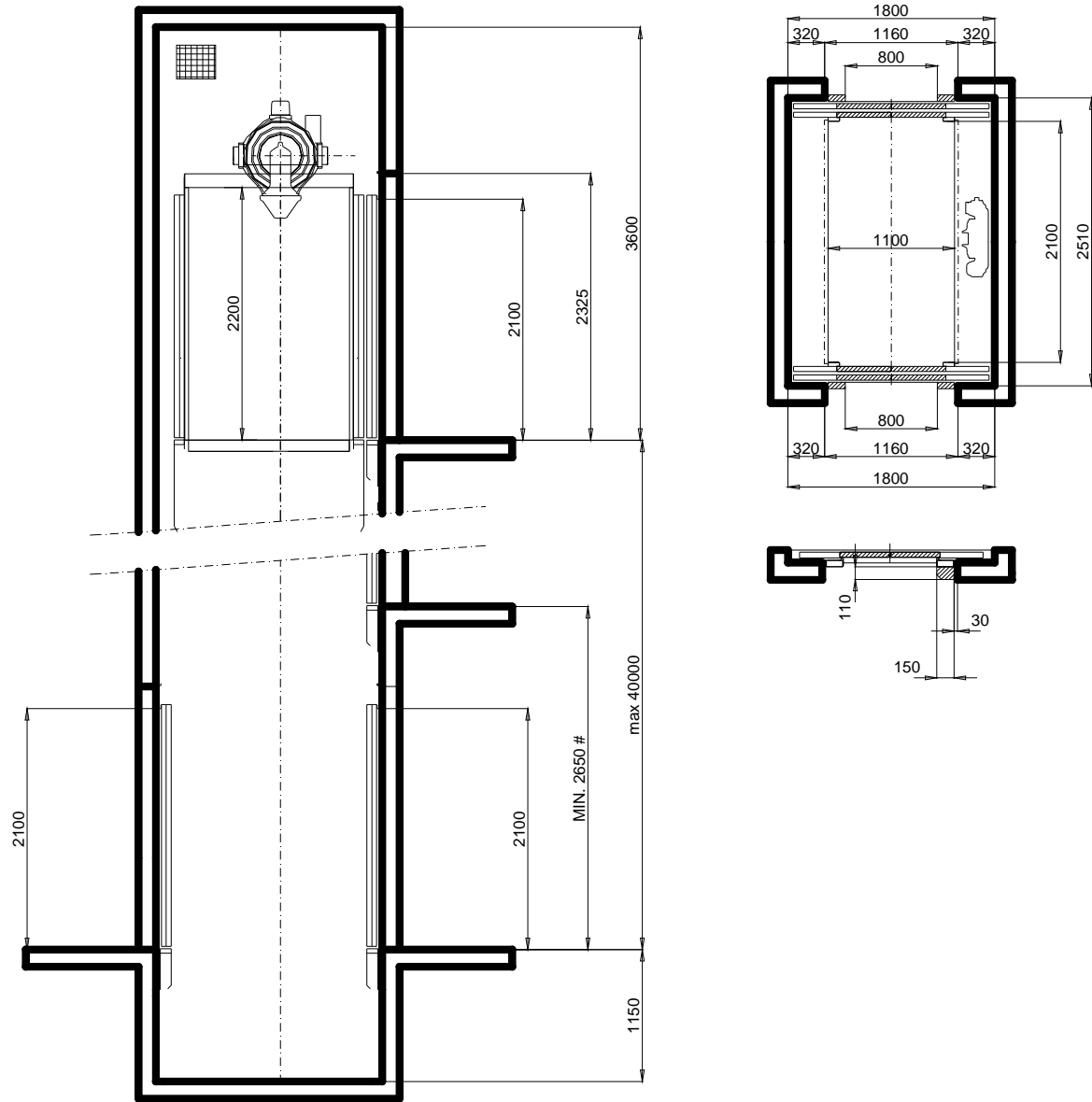


Fig. 2.6.7- Dimensiones de elevador

## 2.6.2 ESCALERAS ELÉCTRICAS

En el área de comercios se requerirá una escalera eléctrica.

Se presentan a continuación las características de la escalera eléctrica elegida (Kone center 110) de acuerdo a la ficha técnica de la empresa KONE.

Desnivel/Longitud máxima (m)	Inclinación (grados)	Ancho del escalón (mm)	Velocidad (m/s)
6.00	35°	1000	0.5

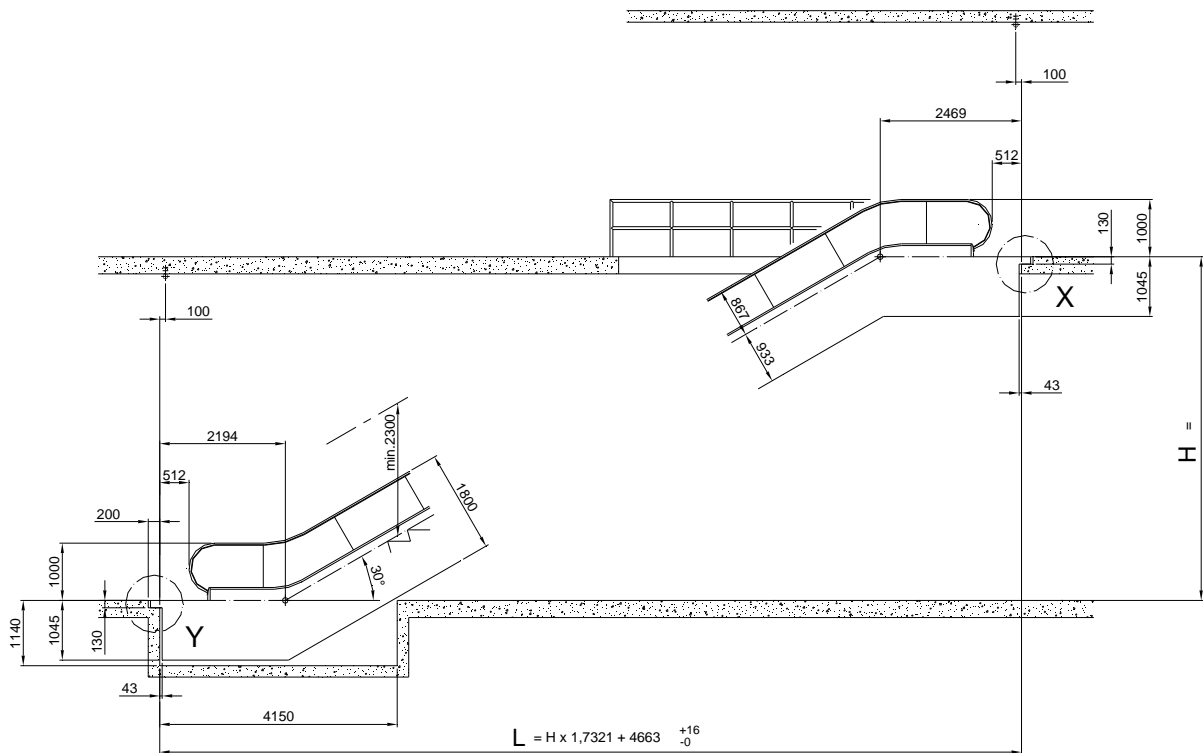


Fig. 2.6.8- Dimensiones de la escalera. Alzado lateral

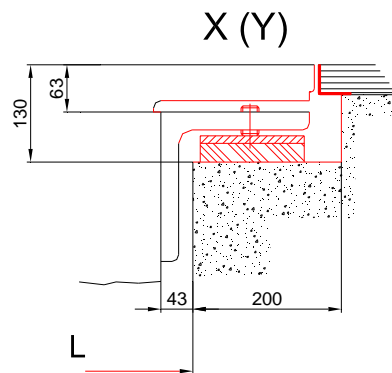


Fig. 2.6.9- Detalle de anclaje

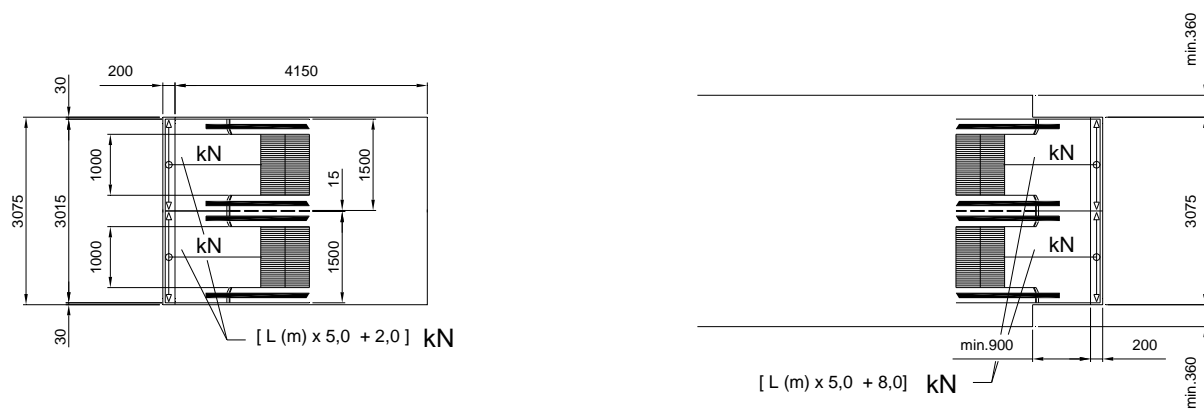


Fig. 2.6.10- Dimensiones de la escalera. Planta

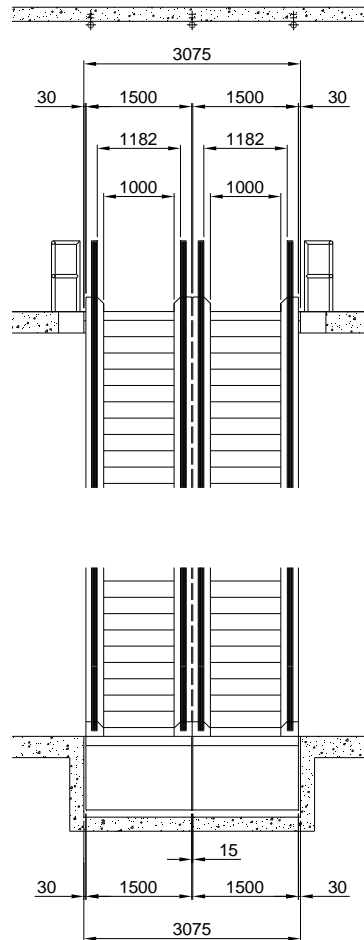


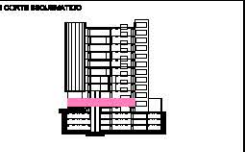
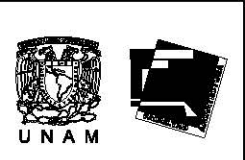
Fig. 2.6.11- Dimensiones de la escalera. Alzado frontal

## 2.7 PROYECTO ARQUITECTÓNICO

### 2.7.1 CONTENIDO DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

El proyecto arquitectónico contiene los siguientes planos:

A-01	Planta principal	+3.15
A-02	Planta mezanine	+0.15
A-03	Planta sótano 1	-3.15
A-04	Planta sótano 2	-6.15
A-05	Planta sótano 3	-9.15
A-06	Planta primer nivel	+6.60
A-07	Planta tipo oficinas	+10.20, +13.80
A-08	Planta tipo vivienda. Planta baja	+17.40, +24.60, +31.80
A-09	Planta tipo vivienda. Planta alta	+21.00, +28.20, +35.40
A-10	Planta azotea	+39.00
A-11	Fachada Altamirano	
A-12	Fachada Insurgentes	
A-13	Fachada Revolución	
A-14	Corte longitudinal 1-1'	
A-15	Corte longitudinal 2-2'	
A-16	Corte longitudinal 3-3'	
A-17	Corte longitudinal 4-4'	
A-18	Corte transversal 5-5'	
A-19	Oficina tipo	
A-20	Departamento tipo 1. Planta baja y planta alta	
A-21	Departamento tipo 2. Planta baja y planta alta	



- III SIMBOLOGÍA Y NOTAS
- ◆ SECT. ... BANDA NIVEL PROYECTADO
  - ◆ SECT. ... BANDA NIVEL DE PISO DE BARRIDO
  - ◆ SECT. ... BANDA NIVEL LEVANTADO DE TIENE
  - ◆ SECT. ... BANDA NIVEL LEVANTADO DE TRAZO
  - ◆ SECT. ... BANDA NIVEL LEVANTADO DE LOMA
  - ◆ SECT. ... BANDA NIVEL LEVANTADO DE LOMA
  - ▲ ... BANDA CORTES AL ESTERNO DEL PLANO
  - ▲ ... BANDA DETALLE AL ESTERNO DEL PLANO
  - ... BANDA NIVEL DE PISO FORMADO EN PLANTA
  - ... BANDA NIVEL DE PISO FORMADO EN ALICADO
  - ... BANDA CUBIERTA DE PISO
  - ... BANDA MURO

COTAS EN METROS

PROYECTOS  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

ALIANZA  
Hernández Martínez Yull

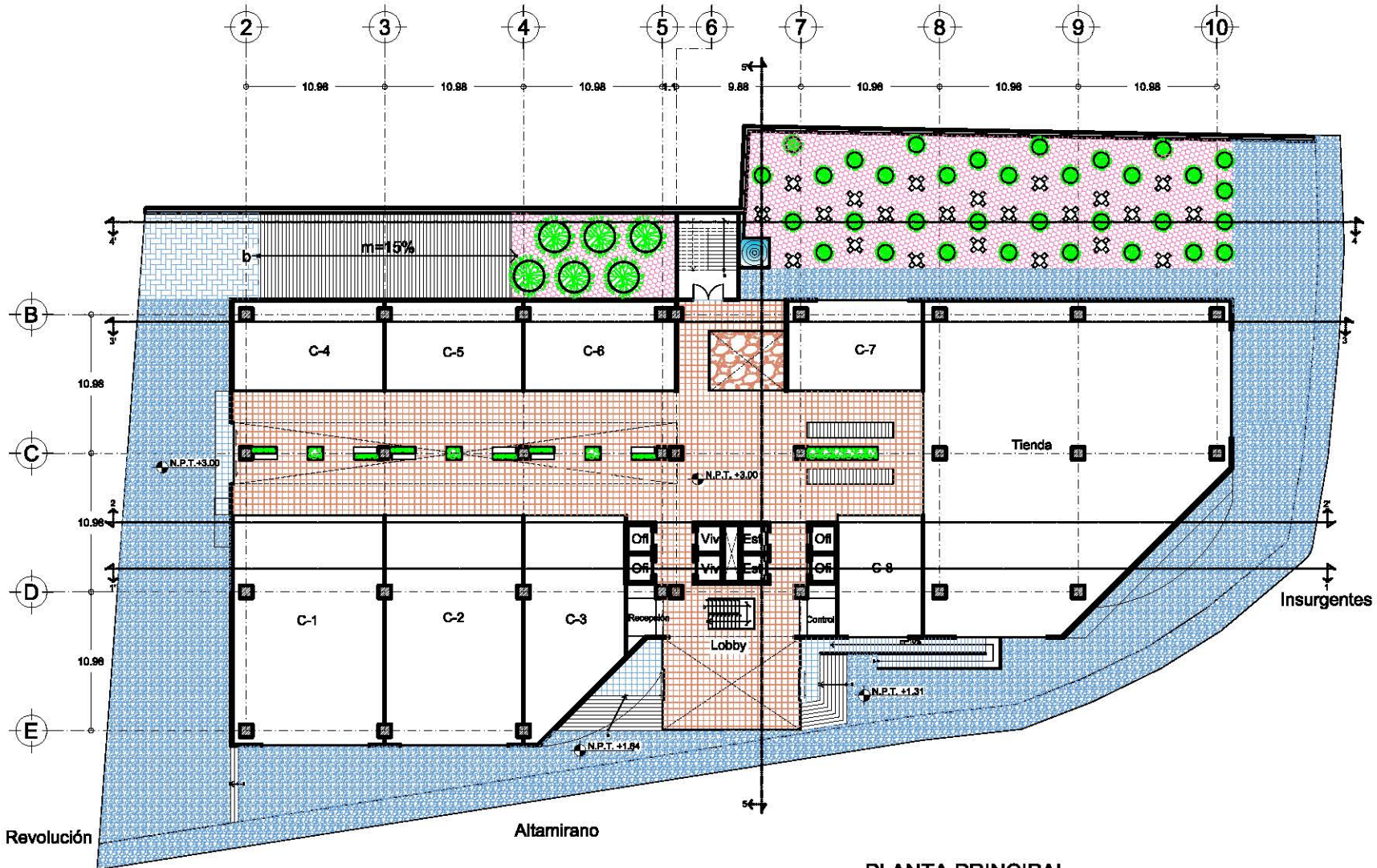
PLANO  
ARQUITECTÓNICO

TÍTULO DE PLANO  
PLANTA PRINCIPAL

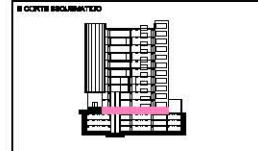
FECHA: JUNIO DE 2000 ESCALA: 1:325



PLANO: A-01



**PLANTA PRINCIPAL**  
N.P.T. +3.15



- II SIMBOLOGÍA Y NOTAS**
- ◊ SECT. ... BOMBA NIVEL PROYECTADO
  - ◊ SECT. ... BOMBA NIVEL DE PISO DE BARRIO
  - ◊ SECT. ... BOMBA NIVEL LIMBO ALTO DE TIENDA
  - ◊ SECT. ... BOMBA NIVEL LIMBO ALTO DE CASA
  - ◊ SECT. ... BOMBA NIVEL LIMBO BARRIO DE CASA
  - ◊ SECT. ... BOMBA NIVEL LIMBO BARRIO DE CASA
  - ▲ ... BOMBA CORTES EN ESTERILIZACIÓN DE PLANO
  - ▲ ... BOMBA CORTES EN ESTERILIZACIÓN DE PLANO
  - ... BOMBA NIVEL DE PISO TERMINADO EN PLANTA
  - ... BOMBA NIVEL DE PISO TERMINADO EN ALICATADO
  - ... BOMBA CANTON DE PISO
  - ... BOMBA BARRIO
- COTAS EN METROS**

**PROYECTOS**  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

**ALIANZA**  
Hernández Martínez Yull

**PLANO**  
ARQUITECTÓNICO

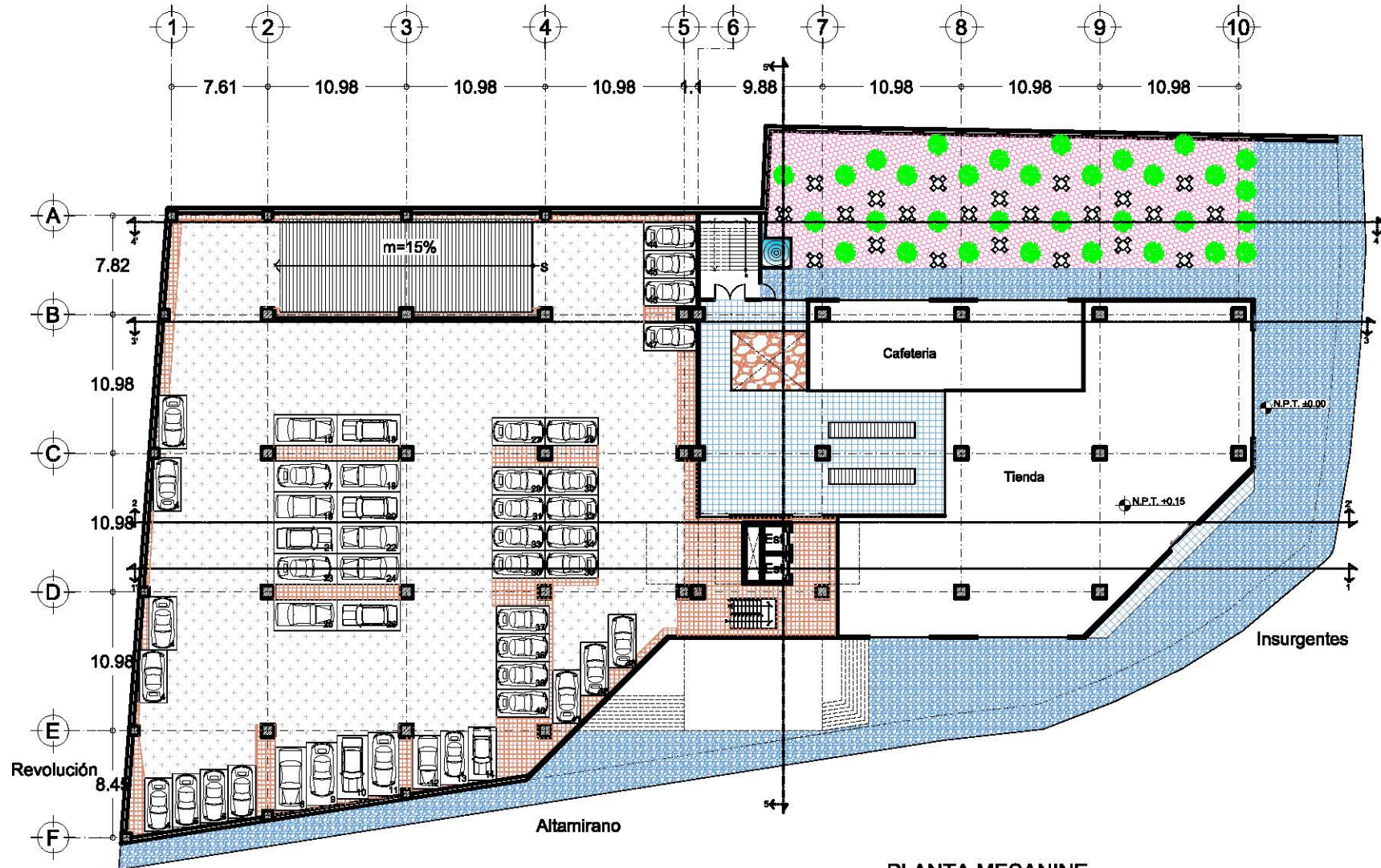
**TÍTULO DE PLANO**  
PLANTA MESANINE

**FECHA**  
JUNIO DE 2000

**ESCALA**  
1:325



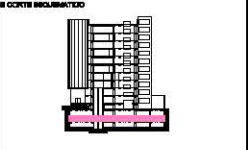
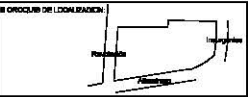
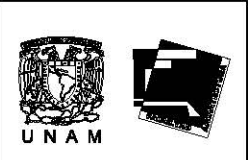
**PLANO**  
A-02



**PLANTA MESANINE**  
N.P.T. +0.15







- II SIMBOLOGÍA Y NOTAS**
- ◆ S.C.T. ... BOMBA NIVEL PROYECTADO
  - ◆ S.B.A. ... BOMBA NIVEL DE PISO DE BARRIO
  - ◆ S.B.A. ... BOMBA NIVEL LINDERO ALTO DE TERRENO
  - ◆ S.B.A. ... BOMBA NIVEL LINDERO ALTO DE TRAZO
  - ◆ S.B.A. ... BOMBA NIVEL LINDERO BAJO DE TERRENO
  - ◆ S.B.A. ... BOMBA NIVEL LINDERO BAJO DE LINDA
  - ◆ S.B.A. ... BOMBA NIVEL LINDERO BAJO DE LOMA
  - ▲ ... BOMBA CORTA ... EN ESTACION DEL PLANO
  - ... ABANIC ... EN DETALLE ... EN LA DETALLADA DE PLANO
  - ... ... BOMBA NIVEL DE PISO TERMINADO EN PLANO
  - ... ... BOMBA NIVEL DE PISO TERMINADO EN ALZADO
  - ... BOMBA CARGA DE AGUA
  - ... BOMBA BARRIO
- COTAS EN METROS**

**II PROYECTO:**  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

**II ALIADO:**  
Hernández Martínez Yull

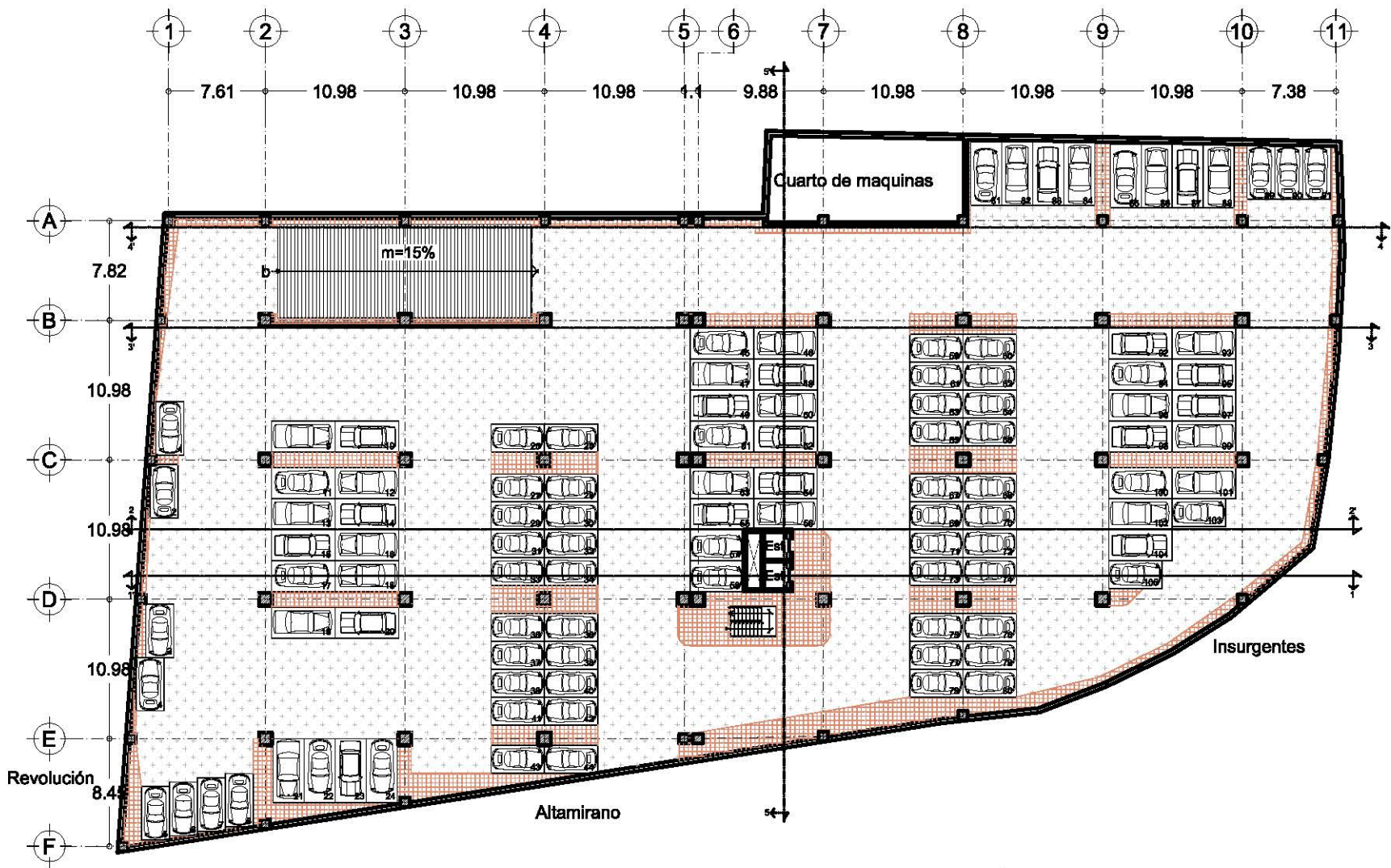
**II PLANO:**  
ARQUITECTÓNICO

**II TÍTULO DE PLANO:**  
PLANTA SÓTANO 2

**II FECHA:** JUNIO DE 2000 **II ESCALA:** 1:325



**II PLANO:** A-04 **II NORTE:**



**PLANTA SÓTANO 2**  
N.P.T. -6.15







- II SIMBOLOGÍA Y NOTAS**
- ◊ S.C.T. ... BOMBA NIVEL PROYECTADO
  - ◊ S.M.A. ... BOMBA NIVEL DE PRES. DE SERVIDOR
  - ◊ S.M.A. ... BOMBA NIVEL LEVANTADO DE TRINCH
  - ◊ S.M.A. ... BOMBA NIVEL LEVANTADO DE TUBO
  - ◊ S.M.A. ... BOMBA NIVEL LEVANTADO DE LAMA
  - ◊ S.M.A. ... BOMBA NIVEL LEVANTADO DE LAMA
  - ... BOMBA CORTE ... EN CORTES DE PLANO
  - ... BOMBA DETALLE ... EN DETALLE DE PLANO
  - ... BOMBA NIVEL DE PRES. FORMADO EN PLANO
  - ... BOMBA NIVEL DE PRES. FORMADO EN ALZADO
  - ... BOMBA CAMBIO DE NIVEL
  - ... BOMBA NIVEL

COTAS EN METROS

**II PROYECTO:**  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

**II ALIADO:**  
Hernández Martínez Yull

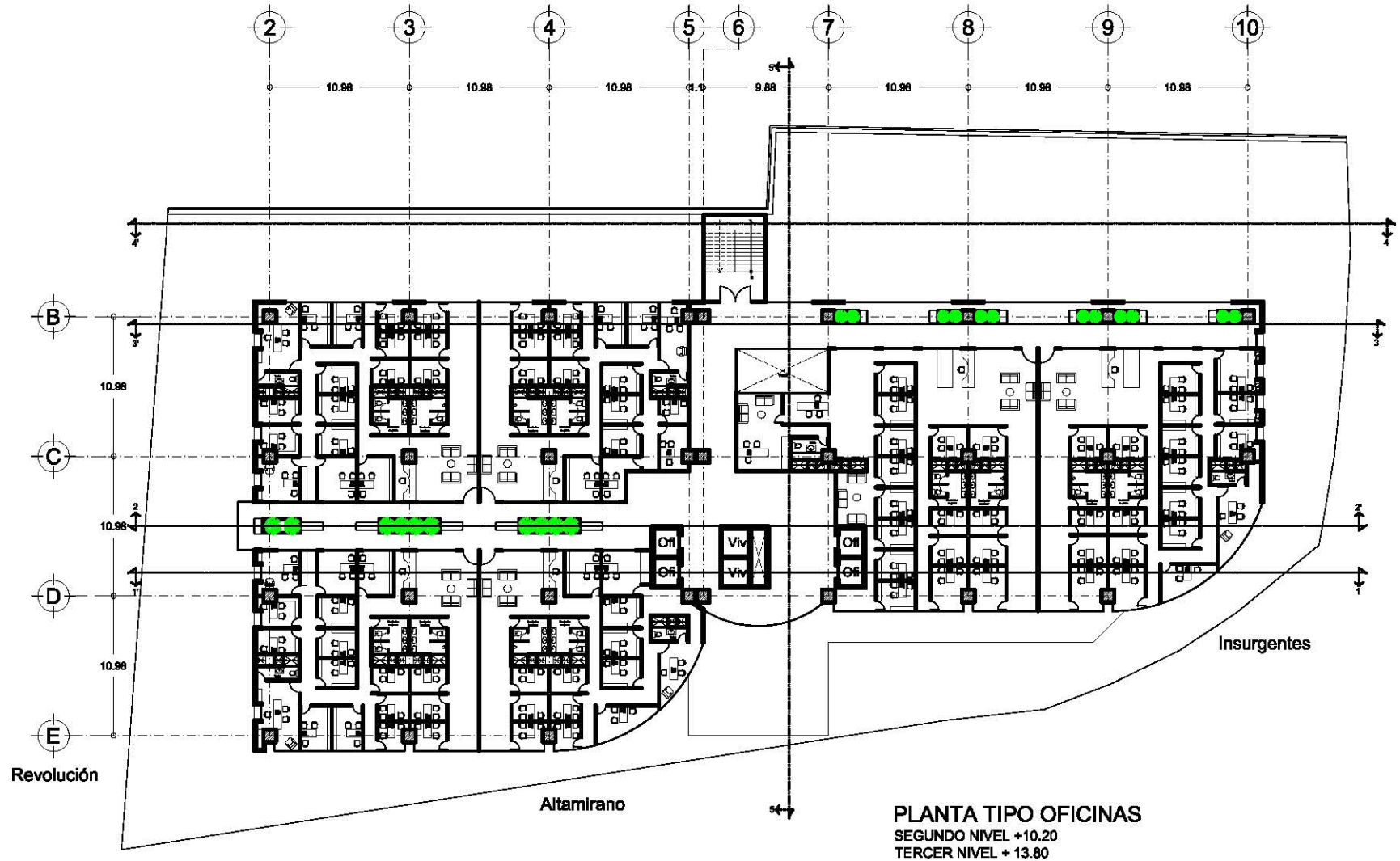
**II PLANO:**  
ARQUITECTÓNICO

**II TÍTULO DE PLANO:**  
PLANTA TIPO OFICINAS

**II FECHA:** JUNIO DE 2000 **II ESCALA:** 1:325

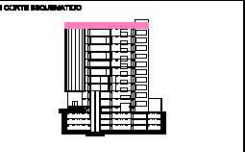
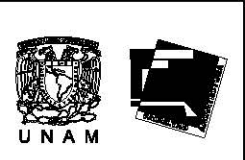


**II PLANO:** A-07 **II NOROCCIDENTE:**









**II SIMBOLOGÍA Y NOTAS**

- ◆ B.S.T. BORDA NIVEL PROYECTADO
- ◆ B.S.A. BORDA NIVEL DE FINES DE BORDADO
- ◆ B.S.A.L. BORDA NIVEL LIMBO ALTO DE TRAZO
- ◆ B.S.A.L. BORDA NIVEL LIMBO ALTO DE TRAZO
- ◆ B.S.A.L. BORDA NIVEL LIMBO BAJO DE TRAZO
- ◆ B.S.A.L. BORDA NIVEL LIMBO BAJO DE TRAZO
- ◆ B.S.A.L. BORDA NIVEL LIMBO BAJO DE TRAZO
- ▲ BORDA CORTES EN ESTEREA DEL PLANO
- ▲ BORDA CORTES EN ESTEREA DEL PLANO
- BORDA NIVEL DE FINES FORMADOS EN PLANTA
- BORDA NIVEL DE FINES FORMADOS EN ALZADO
- BORDA CAMBIO DE NIVEL
- BORDA NIVEL

**COTAS EN METROS**

**PROYECTO:**  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

**ALIANZA:**  
Hernández Martínez Yull

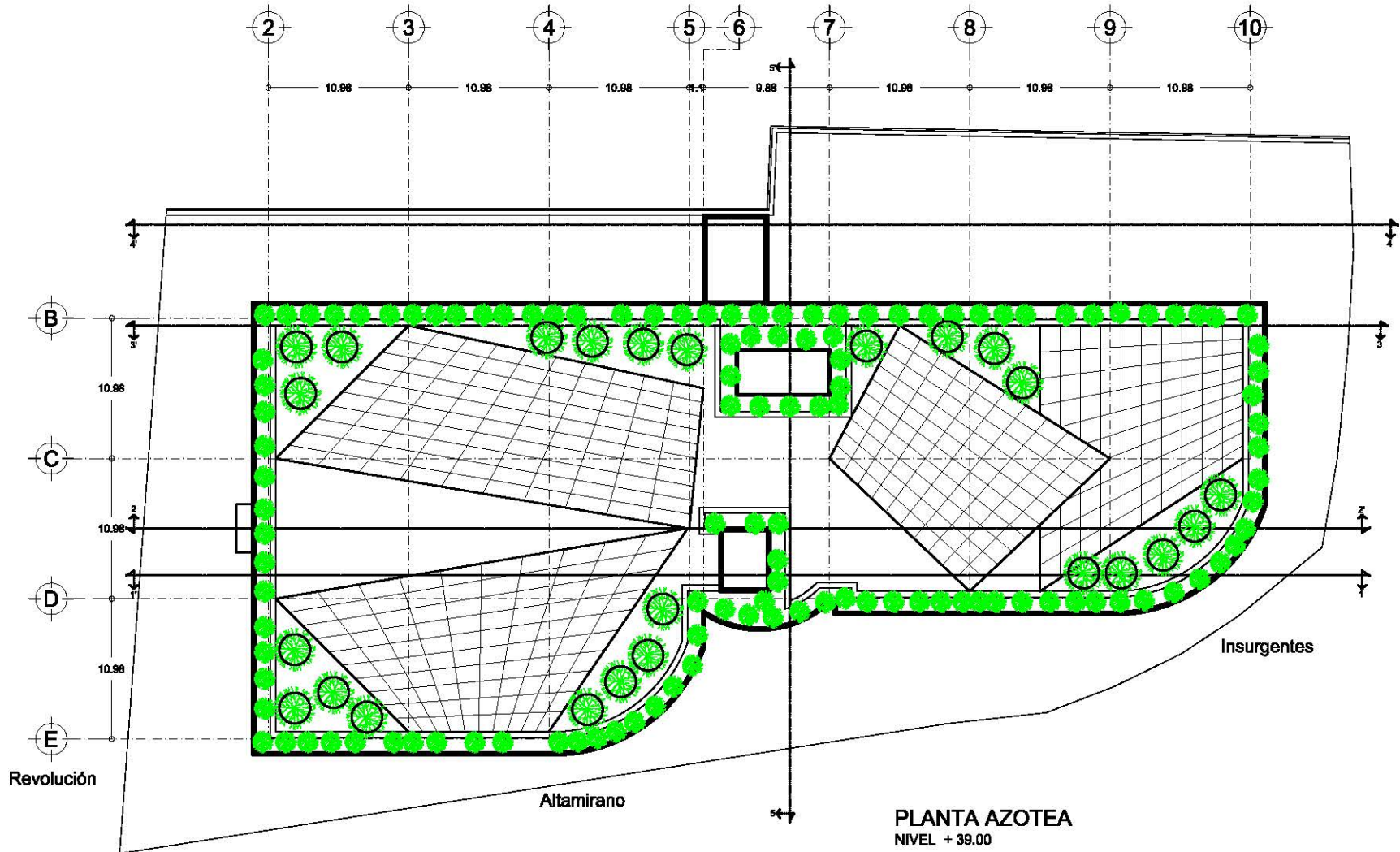
**PLANO:**  
ARQUITECTÓNICO

**TÍTULO DE PLANO:**  
PLANTA AZOTEA

**FECHA:** JUNIO DE 2000 **ESCALA:** 1:325



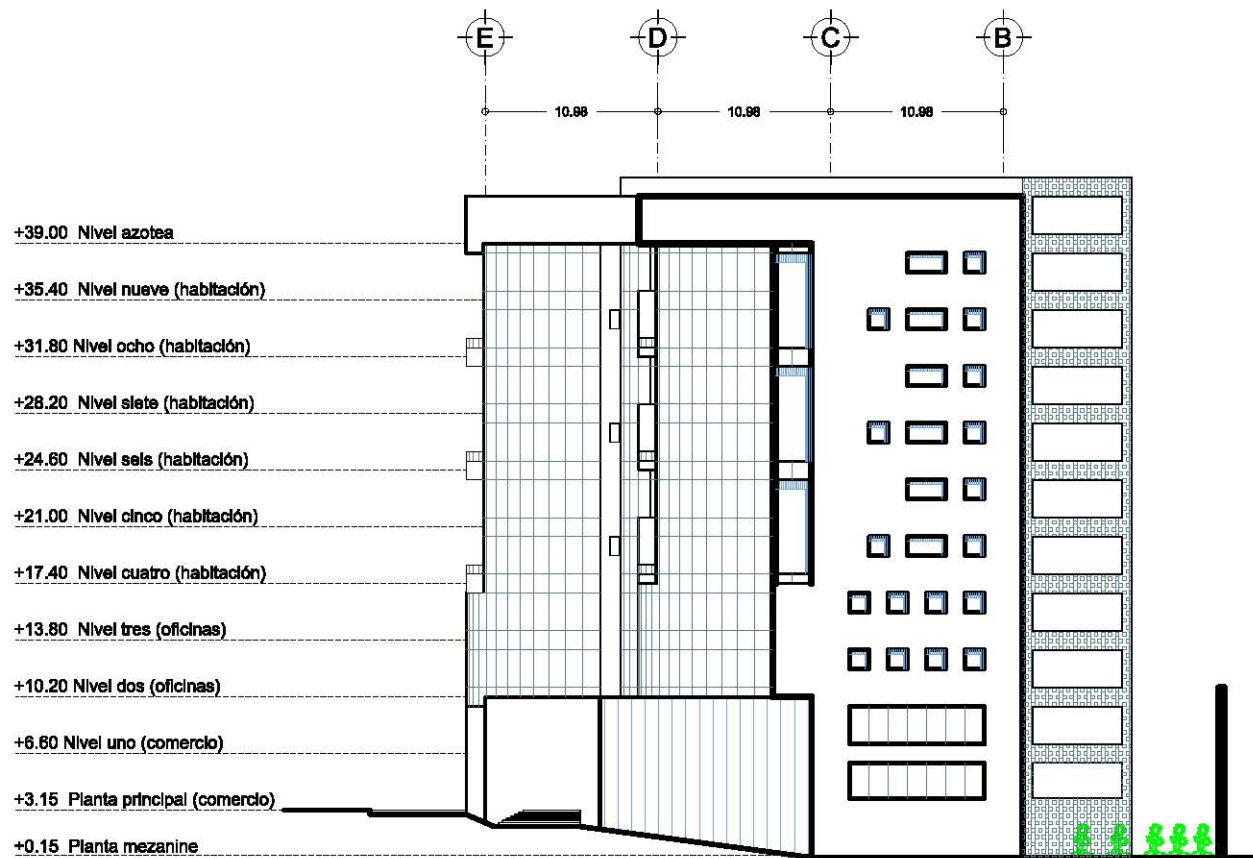
**PLANO:** A-10 **NOTA:**



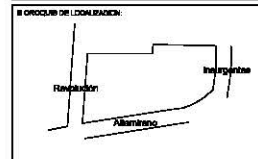
**PLANTA AZOTEA**  
NIVEL + 39.00







FACHADA INSURGENTES



IV SIMBOLOGIA Y NOTAS

- ◊ S.M.T. ... INDICA NIVEL PROYECTADO
- ◊ S.M.A. ... INDICA NIVEL DE FINES DE BARRIDO
- ◊ S.M.A.L. ... INDICA NIVEL LIMPIO ALTO DE TRINCH
- ◊ S.M.A.L. ... INDICA NIVEL LIMPIO ALTO DE MARG
- ◊ S.M.A.L. ... INDICA NIVEL LIMPIO BARRIDO DE LOMA
- ◊ S.M.A.L. ... INDICA NIVEL LIMPIO BARRIDO DE LOMA
- S.M.A. ... INDICA CORTES EN ESTEREA DEL PLANO
- S.M.A. ... INDICA DETALLE EN ESTEREA DEL PLANO
- S.M.A. ... INDICA NIVEL DE FINES TERMINADO EN PLANTA
- S.M.A. ... INDICA NIVEL DE FINES TERMINADO EN ALZADO
- S.M.A. ... INDICA CAMBIO DE NIVEL
- S.M.A. ... INDICA MARG

COTAS EN METROS

PROYECTISTA:  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

ALIANZA:  
Hernández Martínez Yull

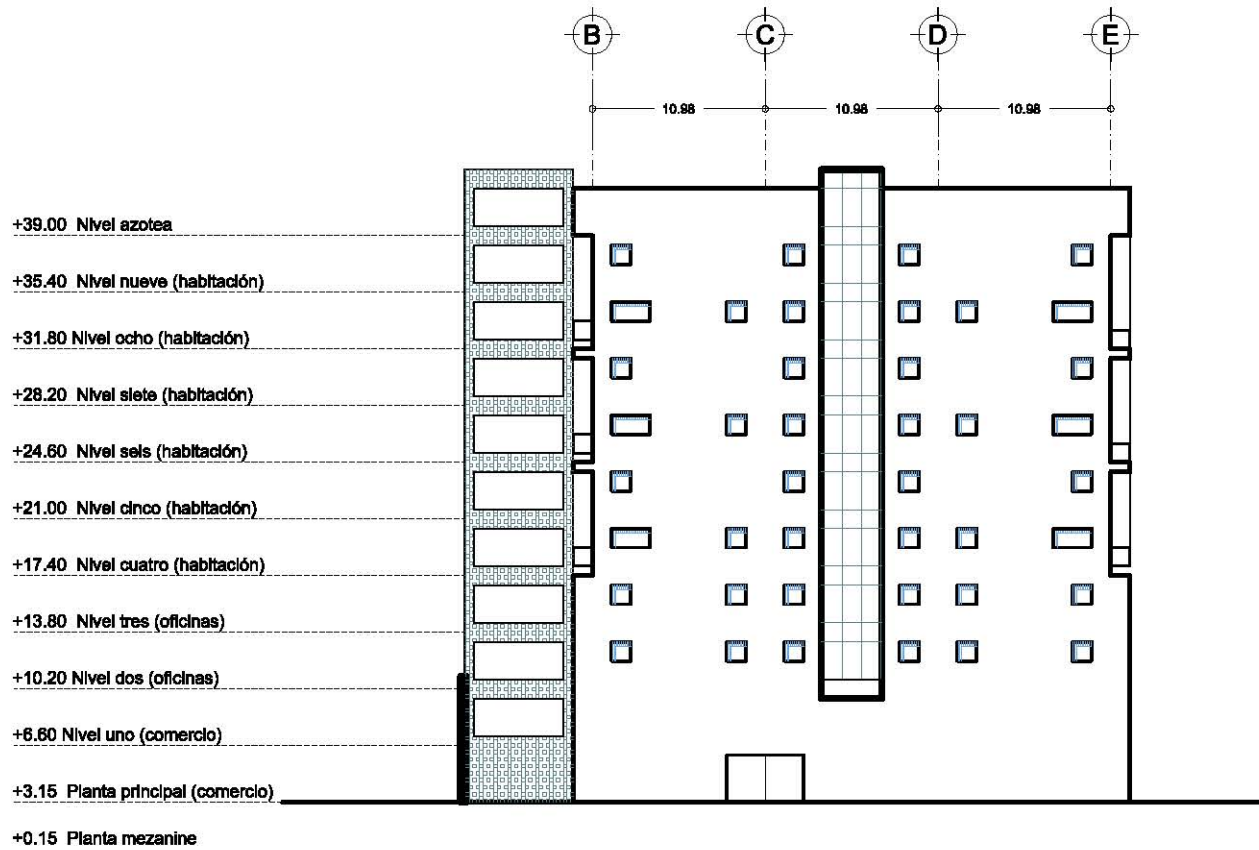
PLANO:  
ARQUITECTÓNICO

TÍTULO DE PLANO:  
FACHADA INSURGENTES

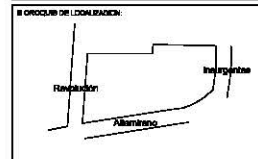
FECHA: JUNIO DE 2000 ESCALA: 1:325



PLANO:  
A-12



FACHADA REVOLUCIÓN



- IV SIMBOLOGIA Y NOTAS
- ◊ S.C.T. ... INDICA NIVEL PROYECTADO
  - ◊ S.M.A. ... INDICA NIVEL DE PISO DE BARRIDO
  - ◊ S.M.A. ... INDICA NIVEL LIMBO SUPERIOR DE TRINCHERA
  - ◊ S.M.A. ... INDICA NIVEL LIMBO INFERIOR DE TRINCHERA
  - ◊ S.M.A. ... INDICA NIVEL LIMBO SUPERIOR DE LOSA
  - ◊ S.M.A. ... INDICA NIVEL LIMBO INFERIOR DE LOSA
  - S.M.A. ... INDICA CORTES EN ESTEREA DEL PLANO
  - S.M.A. ... INDICA DETALLE EN ESTEREA DEL PLANO
  - S.M.A. ... INDICA NIVEL DE PISO TERMINADO EN PLANTA
  - S.M.A. ... INDICA NIVEL DE PISO TERMINADO EN ALZADO
  - S.M.A. ... INDICA CAMBIO DE NIVEL
  - S.M.A. ... INDICA MURO
- COTAS EN METROS

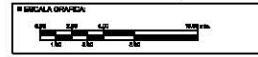
PROYECTISTA:  
 EDIFICIO ALTAMIRANO  
 PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

ALIANZA:  
 Hernández Martínez Yull

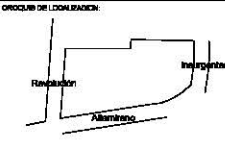
PLANO:  
 ARQUITECTÓNICO

TÍTULO DE PLANO:  
 FACHADA REVOLUCIÓN

FECHA: JUNIO DE 2000 ESCALA: 1:325



PLANO:  
 A-13



II CORTES INCLUIDOS

II SIMBOLIZA Y NOTAS

- ◊ S.C.T. BANDA NIVEL PROYECTADO
- ◊ S.B.A. BANDA NIVEL DE PISO DE BARRIDO
- ◊ S.B.A.L. BANDA NIVEL LINDA ALTO DE TRINCH
- ◊ S.B.A.L. BANDA NIVEL LINDA ALTO DE TRINCH
- ◊ S.B.A.L. BANDA NIVEL LINDA BARRIDO DE LINDA
- ◊ S.B.A.L. BANDA NIVEL LINDA BARRIDO DE LINDA
- ◊ S.C.T. BANDA NIVEL DE PISO TERMINADO EN PLANTA
- ◊ S.C.T. BANDA NIVEL DE PISO TERMINADO EN ALZADO
- ◊ S.C.T. BANDA NIVEL DE PISO
- ◊ S.C.T. BANDA NIVEL DE PISO

COTAS EN METROS

II PROYECTO: EDIFICIO ALTAMIRANO PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

II ALIADO: Hernández Martínez Yull

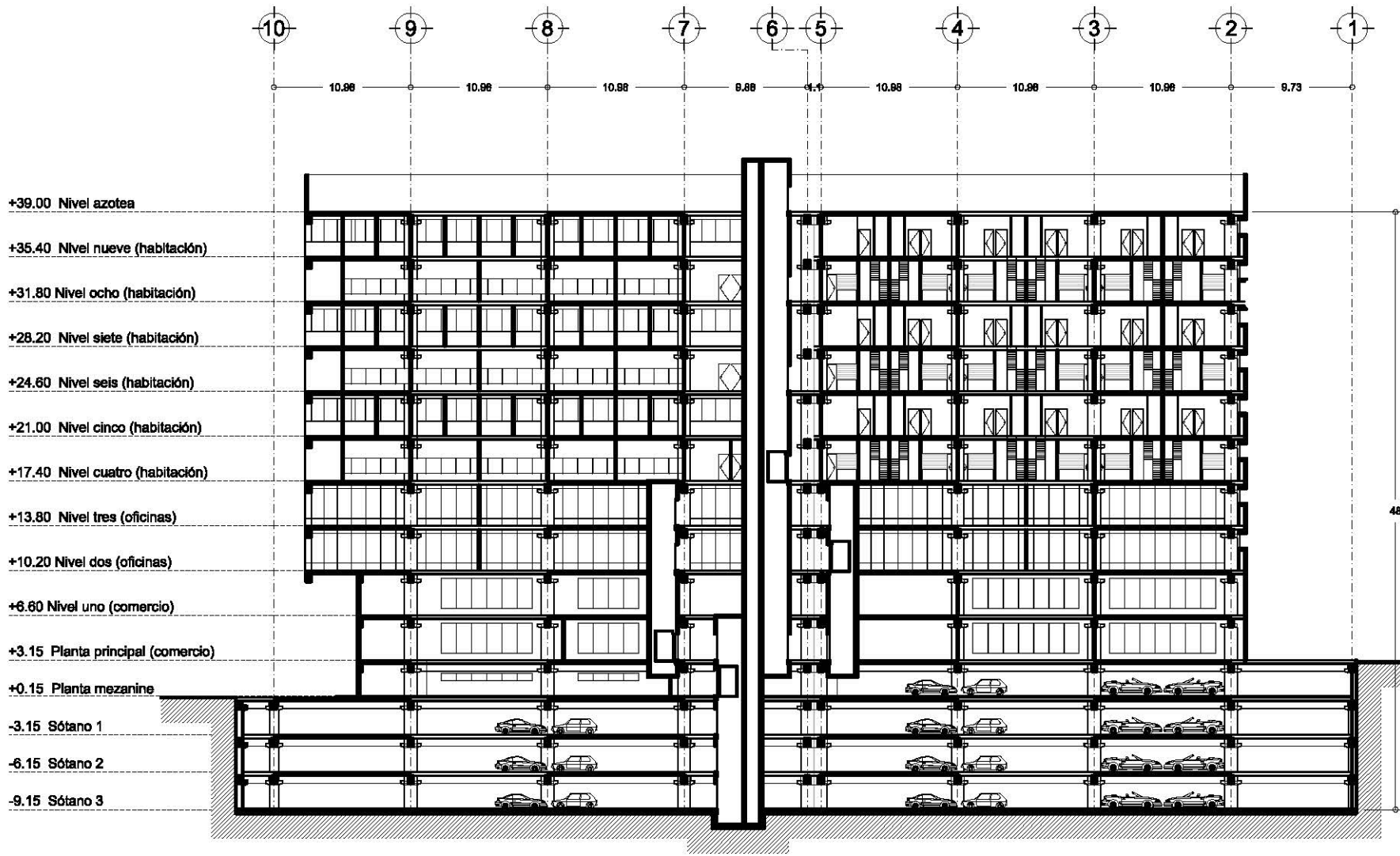
II PLANO: ARQUITECTÓNICO

II TÍTULO DE PLANO: CORTE 1-1'

II FECHA: JUNIO DE 2000 II ESCALA: 1:325



II PLANO: A-14



CORTE 1-1'

















## 2.8 PROYECTO ESTRUCTURAL

### 2.8.1 TIPO DE CIMENTACIÓN

Para saber que tipo de cimentación necesitaremos saber cual será el área de desplante de la cimentación, mediante este dato podremos saber que tipo de cimentación será comparando el área del desplante del edificio con el área de desplante de la cimentación.

Para obtener el área de desplante de la cimentación debemos dividir el peso del edificio entre la resistencia del terreno.

Así primero determinaremos el peso del edificio.

#### DATOS CONOCIDOS

Zona	I. Lomerio
Resistencia del terreno (Rt)	20 T/m <sup>2</sup>
Coefficiente sísmico (Cs)	0.16
Uso B	50%
Peso propio de la cimentación	15% del peso total

A continuación se presentan los factores de la carga muerta más carga viva, dependiendo el nivel del edificio.

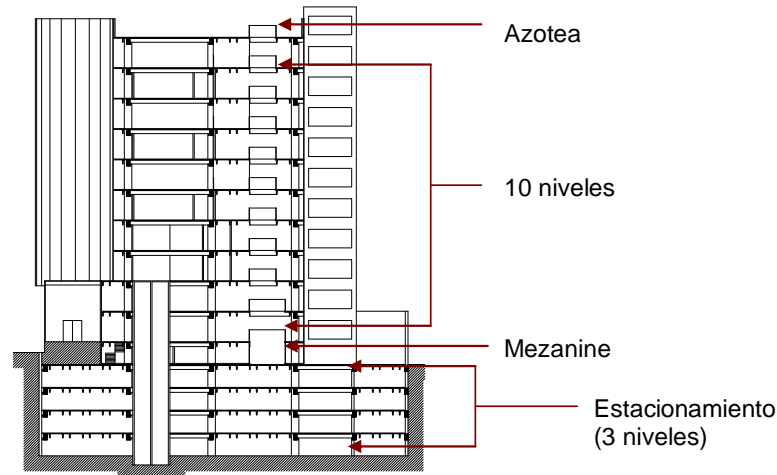


Fig. 2.8.1- Esquema de los niveles

En concreto armado (datos base)

NIVEL	CARGA MUERTA MÁS CARGA VIVA (CM+CV)
Azotea	0.90 T/m <sup>2</sup>
Nivel 1 a nivel 10	1.20 T/m <sup>2</sup>
Mezanine	1.20 T/m <sup>2</sup>
Estacionamiento	1.00 T/m <sup>2</sup>

Como comparativo veamos las cargas en una estructura de acero, que es 20% menor a la de concreto armado.<sup>1</sup>

NIVEL	CARGA MUERTA MÁS CARGA VIVA (CM+CV)
Azotea	0.72 T/m <sup>2</sup>
Nivel 1 a nivel 10	0.96 T/m <sup>2</sup>
Mezanine	0.96 T/m <sup>2</sup>
Estacionamiento	0.80 T/m <sup>2</sup>

En elementos de concreto prefabricado con presfuerzo (estructura propuesta para el proyecto del edificio) las cargas son 15% menos que en concreto armado.<sup>2</sup>

NIVEL	CARGA MUERTA MÁS CARGA VIVA (CM+CV)
Azotea	0.77 T/m <sup>2</sup>
Nivel 1 a nivel 10	1.02 T/m <sup>2</sup>
Mezanine	1.02 T/m <sup>2</sup>
Estacionamiento	0.85 T/m <sup>2</sup>

Ahora veamos las áreas de los distintos niveles:

NIVEL	ÁREA	No. NIVELES	ÁREA TOTAL
Azotea	2,203.00 m <sup>2</sup>	1.00	2,203.00 m <sup>2</sup>
Nivel 1 a nivel 10	2,203.00 m <sup>2</sup>	10.00	22,030.00 m <sup>2</sup>
Mezanine	3,057.00 m <sup>2</sup>	1.00	3,057.00 m <sup>2</sup>
Estacionamiento	4,189.00 m <sup>2</sup>	3.00	12,567.00 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>			<b>39,857.00 m<sup>2</sup></b>

## PESO DEL EDIFICIO

Para obtener el peso del edificio:

- Obtendremos el peso de la carga muerta más la carga viva multiplicado cada factor de carga muerta más carga viva por el área correspondiente de los diferentes niveles.
- Aplicaremos el coeficiente sísmico
- Multiplicaremos por el factor de uso
- Y por último, agregaremos el peso propio de la cimentación.

a)

(Factor CM+CV) x (área) x (Número de niveles)

Azotea

$$0.77 \text{ T/m}^2 \times 2,203 \text{ m}^2 \times 1 \text{ nivel} = 1,696.31 \text{ T}$$

<sup>1,2</sup> Fuente: industria prefabricadora

Niveles superiores

$$1.02 \text{ T/m}^2 \times 2,203 \text{ m}^2 \times 10 \text{ niveles} = 22,470.60 \text{ T}$$

Mezanine

$$1.02 \text{ T/m}^2 \times 3,057 \text{ m}^2 \times 1 \text{ nivel} = 3,118.14 \text{ T}$$

Estacionamiento

$$0.85 \text{ T/m}^2 \times 4,189 \text{ m}^2 \times 3 \text{ niveles} = 10,681.95 \text{ T}$$

TOTAL

$$a) = \boxed{37,967.00 \text{ T}}$$

b)

(a) x (coeficiente sísmico = 1.16)

$$37,967.00 \text{ T} \times 1.16 = 44,041.72 \text{ T}$$

$$b) = \boxed{44,041.72 \text{ T}}$$

c)

(b) x (uso = 1.50)

$$44,041.72 \text{ T} \times 1.50 = 66,062.58 \text{ T}$$

$$c) = \boxed{66,062.58 \text{ T}}$$

d)

(c) x (peso propio de la cimentación = 1.15)

$$66,062.58 \text{ T} \times 1.15 = 75,971.97 \text{ T}$$

$$d) = \boxed{75,971.97 \text{ T}}$$

EL PESO TOTAL DEL EDIFICIO ES **75,971.97 T**

### ÁREA DE CIMENTACIÓN

Para obtener el área de cimentación utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{Área de cimentación} = \frac{\text{Peso del edificio}}{\text{Resistencia del terreno}}$$

$$\text{Área de cimentación} = \frac{75,972.00 \text{ T}}{20 \text{ T/m}^2}$$

$$\text{Área de cimentación} = 3,798.60 \text{ m}^2$$

Ahora si comparamos el área de cimentación (3,798.60 m<sup>2</sup>) con el área del edificio que tenemos para desplantar (4,189.00 m<sup>2</sup>), que es el área del último nivel de

estacionamiento, nos podremos dar cuenta que el área de desplante es mayor al área que se tiene para desplantar el edificio, siendo muy poca la diferencia (390 m<sup>2</sup>)

$$3,798.60 \text{ m}^2 > 4,189.00 \text{ m}^2$$

Este dato nos dice que podemos optar por una **losa de cimentación** para transmitir las cargas del edificio al suelo.

Verifiquemos que el peso del edificio no sea menor al peso de la tierra que se excavará para formar los sótanos, ya que si es menor entonces el edificio entrará en estado de flotación.

$$\begin{aligned} \text{Volumen de tierra excavada} &= \text{Áreas de desplante} \times \text{profundidad de excavación} \\ &= 4,189.00 \text{ m}^2 \quad \times \quad 10.50 \text{ m} \\ &= \mathbf{43,984.50 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso de la tierra excavada} &= \text{Volumen de tierra} \times \text{peso específico de la tierra} \\ &= 43,984.50 \text{ m}^3 \quad \times \quad 1.6 \text{ T/m}^3 \\ &= \mathbf{70,375.20 \text{ T}} \end{aligned}$$

$$\text{Peso del edificio} = 75,972.00 \text{ T}$$

$$\text{Peso de tierra excavada} = 70,375.20 \text{ T}$$

El peso de la tierra excavada es menor al peso del edificio, por lo que el edificio no flotará.

### LOSA DE CIMENTACIÓN

Para obtener el peralte de la losa de cimentación ocuparemos la formula:  $P = \frac{L}{30}$

Donde:  $P = \text{Peralte}$   
 $L = \text{Longitud del claro (10.80 m. en este caso)}$

$$P = \frac{10.80}{30} = 0.36\text{m}$$

**El peralte de la losa de cimentación será de 0.40 m.**

### CONTRATRABES

Para obtener el peralte de las contratraves ocuparemos la formula:  $P = \frac{L}{8}$

Donde:  $P = \text{Peralte}$   
 $L = \text{Longitud del claro (10.80 m. en este caso)}$

$$P = \frac{10.80}{8} = 1.37\text{m}$$

**El peralte de las contratrabes será de 1.40 m.**

Si la forma de las contratrabes debe tener una proporción de 1:3 ó 1:2, entonces tomando la proporción 1:3 tenemos que el ancho de la contratrabe debe ser 1/3 de su peralte.

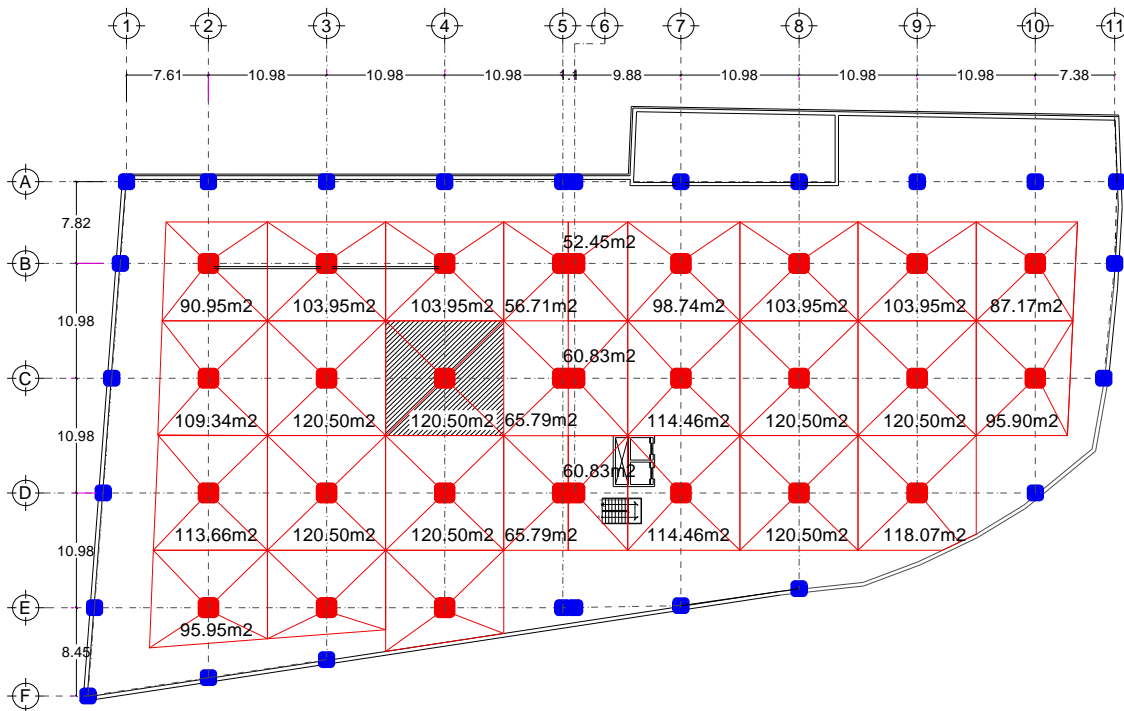
$$1.40\text{m} / 3 = 0.47\text{m}$$

**El ancho de las contratrabes será de 0.50 m.**

## 2.8.2 SECCIÓN DE COLUMNA

Para saber cual es la sección de las columnas, que serán prefabricadas de concreto presforzado, elegiremos la columna que según las áreas tributarias es la que más carga.

Primero analizaremos las columnas que cargan todo el edificio.



*Fig. 2.8.1- Área tributaria de las columnas del edificio*

Tomaremos el área tributaria mayor que es de 120.50m<sup>2</sup>, y obtendremos su peso.

### DATOS CONOCIDOS

Zona **I. Lomerio**  
 Coeficiente sísmico (Cs) **0.16**

Uso	50%
Área tributaria	120.50 m <sup>2</sup>

### PESO DEL ÁREA TRIBUTARIA

Para obtener el peso del área haremos lo siguiente:

- Obtendremos el peso de la carga multiplicado el factor de carga muerta más carga viva por el área tributaria y la multiplicaremos por el número de niveles.
- Aplicaremos el coeficiente sísmico
- Y multiplicaremos por el factor de uso

a)  
(Factor CM+CV) x (área) x (Número de niveles)

Azotea  
 $0.77 \text{ T/m}^2 \times 120.5 \text{ m}^2 \times 1 \text{ nivel} = 92.79 \text{ T}$

Niveles superiores  
 $1.02 \text{ T/m}^2 \times 120.5 \text{ m}^2 \times 10 \text{ niveles} = 1,229.10 \text{ T}$

Mezanine  
 $1.02 \text{ T/m}^2 \times 120.5 \text{ m}^2 \times 1 \text{ nivel} = 122.91 \text{ T}$

Estacionamiento  
 $0.85 \text{ T/m}^2 \times 120.5 \text{ m}^2 \times 3 \text{ niveles} = 307.27 \text{ T}$

TOTAL

a) = **1,752.07 T**

b)  
 (a) x (coeficiente sísmico = 1.16)  
 $1,752.07 \text{ T} \times 1.16 = 2,032.40 \text{ T}$

b) = **2,032.40 T**

c)  
 (b) x (uso = 1.50)  
 $2,032.40 \text{ T} \times 1.50 = 3,048.60 \text{ T}$

c) = **3,048.60 T**

EL PESO QUE CARGA LA COLUMNA ES **3,048.60 T**

### SECCIÓN DE COLUMNA

Obtendremos la sección de la columna mediante esta fórmula.  $P=1/3(Ac \times f'c)+(As \times fy)$

P = Capacidad de carga

Ac = Sección de la columna en cm<sup>2</sup>

f'c = Resistencia del concreto

As = Área de acero en cm<sup>2</sup> (del 4% al 8% del área de la sección de columna)

fy = Fluencia del acero



Se propone una sección de columna, se aplica a la fórmula y el resultado se compara con lo que carga la columna.

Los datos que utilizaremos serán.

$$P = 3,048.60 \text{ T}$$

$$A_c = \text{Propondremos una sección de } 110\text{cm} \times 110\text{cm} = 12,100 \text{ cm}^2$$

$$f'_c = 450 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = 8\% \text{ del área de la sección de columna} = 968.00 \text{ cm}^2$$

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = \frac{(A_c \times f'_c) + (A_s \times f_y)}{3}$$

$$P = \frac{(12,100 \text{ cm}^2 \times 450\text{kg/cm}^2) + (968 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ kg/cm}^2)}{3}$$

$$P = \frac{(5,545,000 \text{ kg}) + (4,065,600 \text{ kg})}{3}$$

$$P = \frac{9,510,600}{3}$$

$$= 3,170,200.00 \text{ kg}$$

$$= 3,170.20 \text{ T} > 3,048.60 \text{ T} \text{ LA SECCIÓN ESTA BIEN}$$

Ahora analizaremos las columnas que cargan solo el estacionamiento.

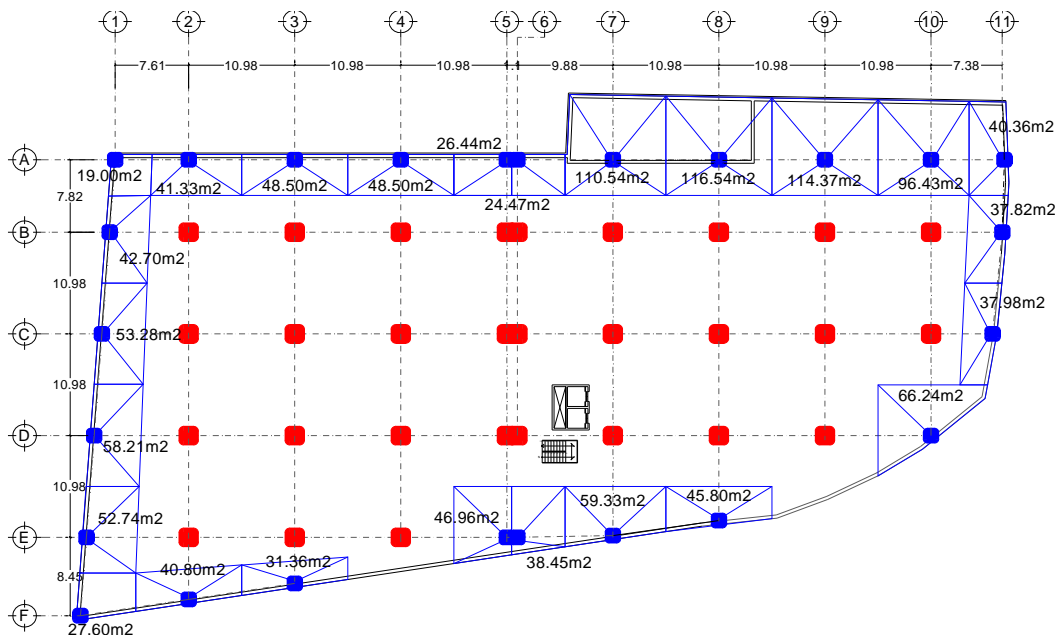


Fig. 2.8.2- Área tributaria de las columnas del estacionamiento

Tomaremos el área tributaria mayor que es de 116.54m<sup>2</sup>, y obtendremos su peso.

### DATOS CONOCIDOS

Zona	I. Lomerio
Coefficiente sísmico (Cs)	0.16
Uso	50%
Área tributaria	116.54 m <sup>2</sup>

### PESO DEL ÁREA TRIBUTARIA

Para obtener el peso del área haremos lo siguiente:

- d) Obtendremos el peso de las cargas multiplicado el factor de carga muerta más carga viva (0.85T/m<sup>2</sup>) por el área tributaria y la multiplicaremos por el número de niveles.
- e) Aplicaremos el coeficiente sísmico
- f) Y multiplicaremos por el factor de uso

a)

(Factor CM+CV) x (área) x (Número de niveles)

Estacionamiento

$$0.85 \text{ T/m}^2 \times 116.54 \text{ m}^2 \times 3 \text{ niveles} = 297.18 \text{ T}$$

$$a) = \boxed{297.18 \text{ T}}$$

b)

(a) x (coeficiente sísmico = 1.16)

$$297.18 \text{ T} \times 1.16 = 344.72 \text{ T}$$

$$b) = \boxed{344.72 \text{ T}}$$

c)

(b) x (uso = 1.50)

$$344.72 \text{ T} \times 1.50 = 517.08 \text{ T}$$

$$c) = \boxed{517.08 \text{ T}}$$

EL PESO QUE CARGA LA COLUMNA ES 517.08 T

### SECCIÓN DE COLUMNA

Obtendremos la sección de la columna mediante esta fórmula.  $P=1/3(Ac \times f'c)+(As \times fy)$

P = Capacidad de carga

Ac = Sección de la columna en cm<sup>2</sup>

f'c = Resistencia del concreto

As = Área de acero en cm<sup>2</sup> (del 4% al 8% del área de la sección de columna)

fy = Fluencia del acero

Se propone una sección de columna, se aplica a la fórmula y el resultado se compara con lo que carga la columna.

Los datos que utilizaremos serán.

$$P = 517.08 \text{ T}$$

$$A_c = \text{Propondremos una sección de } 50\text{cm} \times 50\text{cm} = 2,500 \text{ cm}^2$$

$$f'_c = 400 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = 6\% \text{ del área de la sección de columna} = 150.00\text{cm}^2$$

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = \frac{(A_c \times f'_c) + (A_s \times f_y)}{3}$$

$$P = \frac{(2,500 \text{ cm}^2 \times 400\text{kg/cm}^2) + (150 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ kg/cm}^2)}{3}$$

$$P = \frac{(1,000,000 \text{ kg}) + (630,000 \text{ kg})}{3}$$

$$P = \frac{1,630,000}{3}$$

$$= 543,333.00 \text{ kg}$$

$$= 543.33 \text{ T} > 517.08 \text{ T} \text{ LA SECCIÓN ESTA BIEN}$$

## 2.8.3 SUPERESTRUCTURA

### TRABES

Para obtener el peralte de las trabes portantes (elementos prefabricados) ocuparemos la fórmula:  $P = \frac{L}{18}$

Donde: P = Peralte

L = Longitud del claro (10.80 m. en este caso)

$$P = \frac{10.80}{18} = 0.60\text{m}$$

**El peralte de las trabes portantes será de 0.60 m.**

Si la forma de las trabes debe tener una proporción de 1:3 ó 1:2, entonces tomando la proporción 1:2 tenemos que el ancho de la contratabe debe ser 1/2 de su peralte.

$$0.60\text{m} / 2 = 0.30\text{m}$$

**El ancho de las trabes será de 0.30 m.**

## **LOSA ALVEOLAR**

El tipo de entrepiso a utilizar será losa alveolar para librar el claro de 10.80m.

Las dimensiones de la losa serán las siguientes, de acuerdo a los elementos prefabricado existentes en el mercado.

Peralte = 30 cm.

Ancho = 120 cm.

Longitud = variable de acuerdo a los claros

## **2.8.4 CONTENIDO DEL PROYECTO ESTRUCTURAL**

El proyecto estructural contiene los siguientes planos:

- E-01** Planta de cimentación
- E-02** Detalles de cimentación
- E-03** Estructura del sótano
- E-04** Estructura del mezanine
- E-05** Estructura de los comercios
- E-06** Estructura de oficinas
- E-07** Estructura de departamentos planta baja
- E-08** Estructura de departamentos planta alta
- E-09** Detalles de estructura
- E-10** Detalles de estructura
- E-11** Corte por fachada



■ SIMBOLOGÍA Y NOTAS

—	CONTRATRABE
□	CANDELERO
CT	CONTRATRABE
LS	LOSA DE CIMENTACIÓN
CA-1	CANDELERO TIPO

**NOTAS GENERALES**

1. ACOTACIONES EN METROS
2. TODAS LAS ACOTACIONES, NIVELES Y PAÑOS FLUJOS DEBERAN VERIFICARSE EN OBRA
3. TODO EL CONCRETO UTILIZADO EN LA OBRA DEBERÁ SER MEZCLADO MECANICAMENTE
4. LA CIMENTACIÓN DEBERÁ HACERSE EN SITIO
5. RECUBRIMIENTOS LIBRES 2 cm MÍNIMO
6. UBICAR Y PLOMEAR PERFECTAMENTE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

COTAS EN METROS

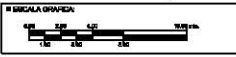
PROYECTO:  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

ALIADO:  
Hernández Martínez Yull

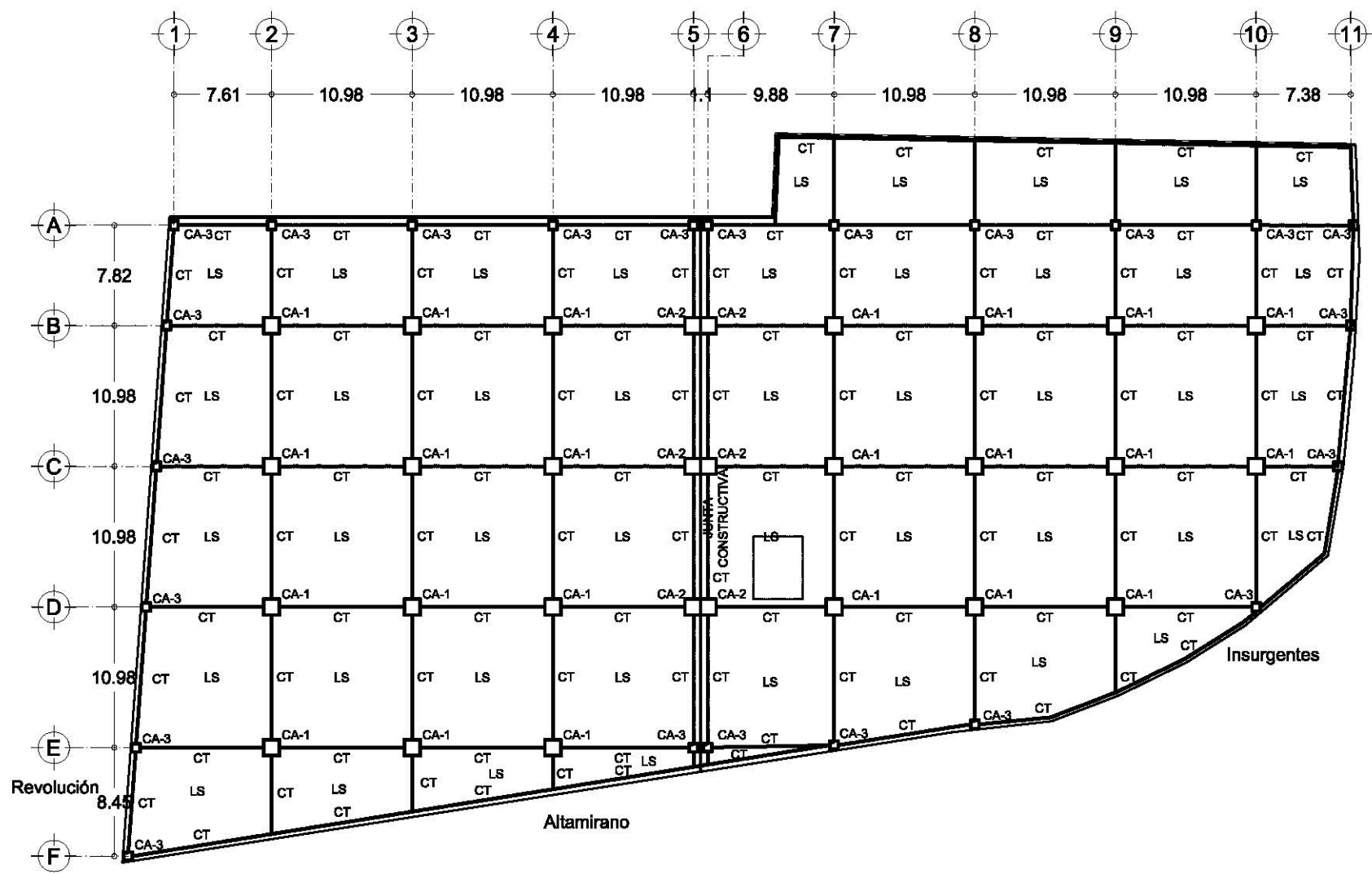
PLANO:  
ESTRUCTURAL

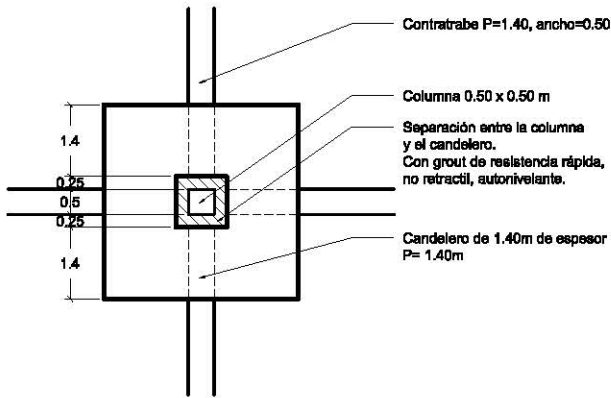
TÍTULO DE PLANO:  
CIMENTACIÓN

FECHA: JUNIO DE 2000 ESCALA: 1:325

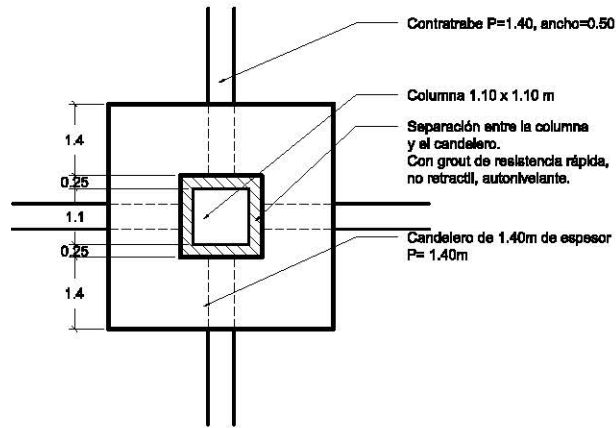


PLANO:  
E-01

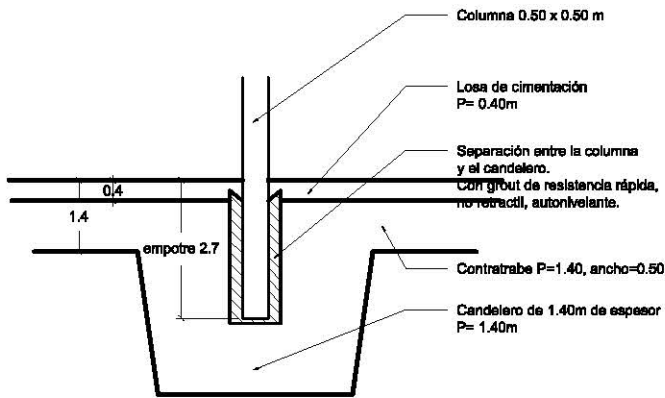




Planta cimentación

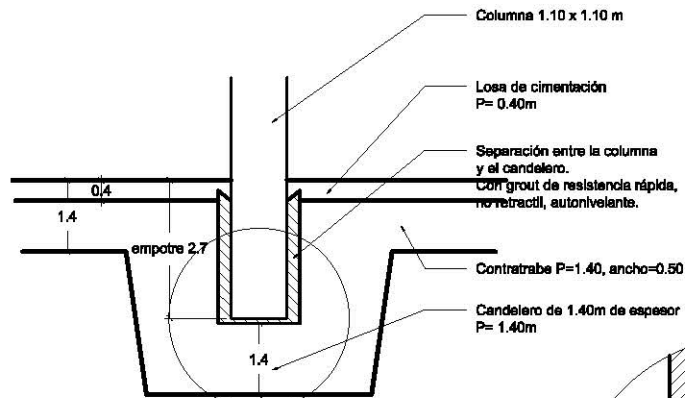


Planta cimentación



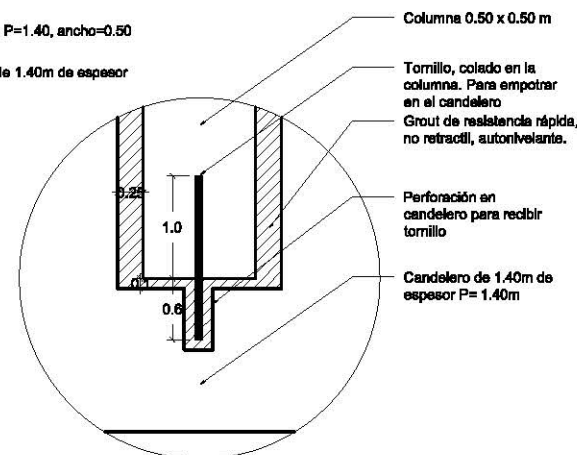
Alzado cimentación

Cimentación en columna del sótano



Alzado cimentación

Cimentación en columna del edificio



Detalle de la conexión



■ OBSOLECENCIA Y NOTAS

**NOTAS GENERALES**

1. ACOTACIONES EN METROS
2. TODAS LAS ACOTACIONES, NIVELES Y PAÑOS FIJOS DEBERAN VERIFICARSE EN OBRA
3. TODO EL CONCRETO UTILIZADO EN LA OBRA DEBERÁ SER MEZCLADO MECÁNICAMENTE
4. LA CIMENTACIÓN DEBERÁ HACERSE EN SITIO
5. RECUBRIMIENTOS LIBRES 2 cm MINIMO
6. UBICAR Y PLOMEAR PERFECTAMENTE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS
7. AL COLOCAR LA COLUMNA COLOCANDO EL GROUT, EL TORNILLO DEBE QUEDAR EN EL ESPACIO DESIGNADO Y LA GRUA DEBE SOPORTAR LA COLUMNA HASTA QUE EL GROUT SEQUE (3 HRS. APROX.)

COTAS EN METROS

■ PROYECTO:

EDIFICIO ALTAMIRANO PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

■ ALUMNO:

Hernández Martínez Yull

■ PLANO:

ESTRUCTURAL

■ TÍTULO DE PLANO:

DETALLES DE ESTRUCTURA

■ FECH: Junio de 2007

■ ESCALA: 1:100

■ ESCALA GRABADA: 1:50

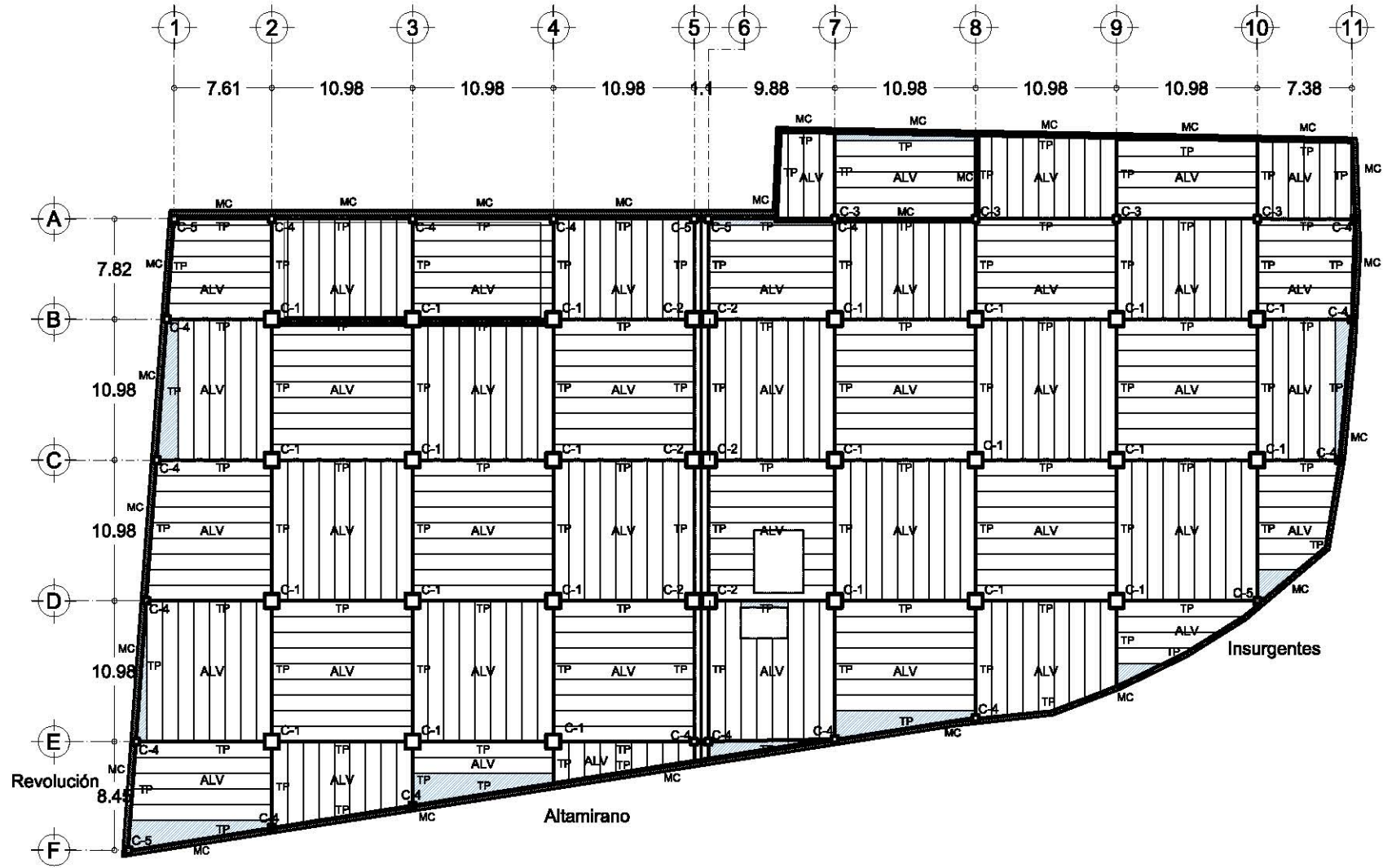


■ PLANES

E-02

■ NORTE





**PLANTA SÓTANO 1, 2, 3**  
N.P.T. -3.15, -6.15, -9.15

- SIMBOLOGÍA Y NOTAS**
- MURO DE CONCRETO
  - COLUMNA ESTACIONAMIENTO
  - COLUMNA EDIFICIO
  - TRABE
  - LOSA ALVEOLAR
  - ▨ LOSA MACIZA
  - TP TRABE PORTANTE
  - C-1 COLUMNA TIPO
  - ALV LOSA ALVEOLAR
  - MC MURO DE CONCRETO

- NOTAS GENERALES**
1. ACOTACIONES EN METROS
  2. TODAS LAS ACOTACIONES, NIVELES Y PAÑOS FIJOS DEBERAN VERIFICARSE EN OBRA
  3. TODO EL CONCRETO UTILIZADO EN LA OBRA DEBERÁ SER MEZCLADO MECÁNICAMENTE
  4. LA CIMENTACIÓN DEBERÁ HACERSE EN SITIO
  5. RECUBRIMIENTOS LIBRES 2 cm MINIMO
  6. UBICAR Y PLOMEAR PERFECTAMENTE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

COTAS EN METROS

PROYECTO:  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

ALIANZA:  
Hernández Martínez Yull

PLANO:  
ESTRUCTURAL

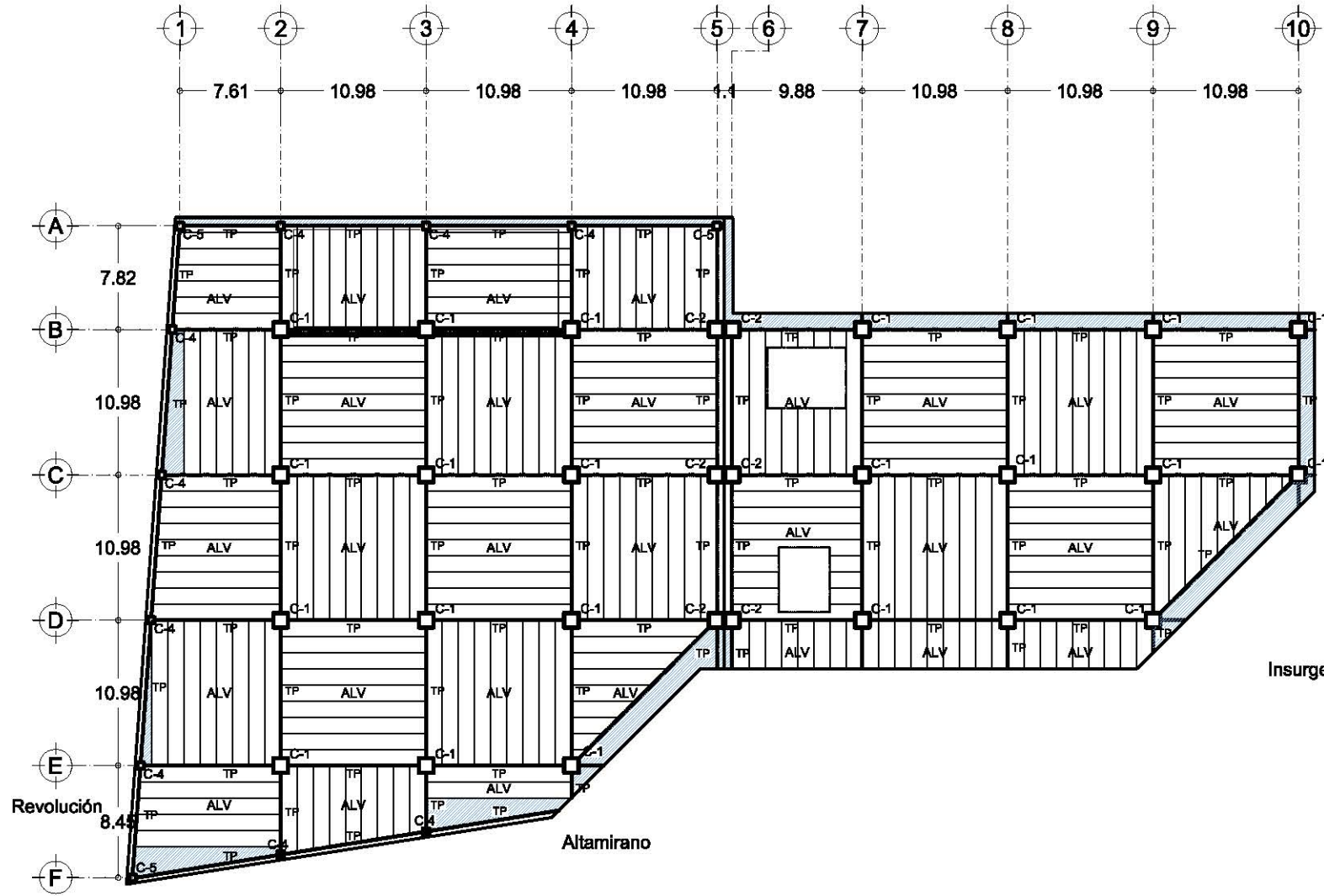
TÍTULO DE PLANO:  
ESTRUCTURA SÓTANO

FECHA:  
JUNIO DE 2000 ESCALA: 1:325



PLANO:  
E-03





**PLANTA MEZANINE**  
N.P.T. +0.15

**II SIMBOLOGIA Y NOTAS**

- COLUMNA ESTACIONAMIENTO
- COLUMNA EDIFICIO
- TRABE
- LOSA ALVEOLAR
- LOSA MACIZA
- TRABE PORTANTE
- COLUMNA TIPO
- LOSA ALVEOLAR
- MURO DE CONCRETO

**NOTAS GENERALES**

1. ACOTACIONES EN METROS
2. TODAS LAS ACOTACIONES, NIVELES Y PAÑOS FIJOS DEBERAN VERIFICARSE EN OBRA
3. TODO EL CONCRETO UTILIZADO EN LA OBRA DEBERÁ SER MEZCLADO MECÁNICAMENTE
4. LA CIMENTACIÓN DEBERÁ HACERSE EN SITIO
5. RECUBRIMIENTOS LIBRES 2 cm MINIMO
6. UBICAR Y PLOMEAR PERFECTAMENTE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

COTAS EN METROS

**III PROYECTO**

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

**IV ALIANCE**

Hernández Martínez Yull

**V PLANO**

ESTRUCTURAL

**VI TITULO DE PLANO**

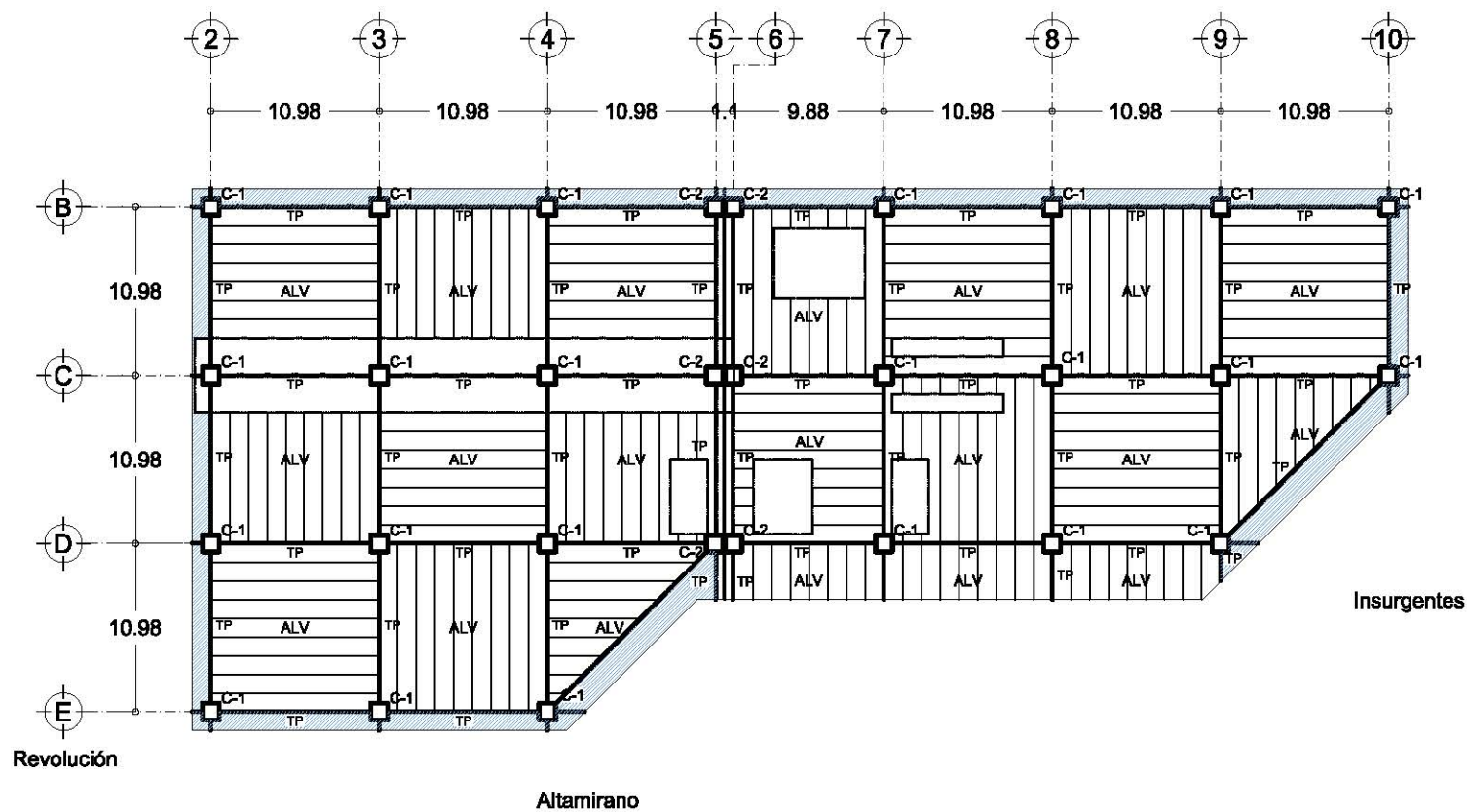
ESTRUCTURA MEZANINE

**VII FECHA:** JUNIO DE 2000 **VIII ESCALA:** 1:325

**IX ESCALA GRAFICA:**

**X PLANO:** E-04 **XI NORTE:**





Revolución

**PLANTA TIPO COMERCIOS**  
N.P.T. +3.15, 6.60

- COLUMNA EDIFICIO  
**—** TRABE  
**—** LOSA ALVEOLAR  
**▨** LOSA MACIZA  
**TP** TRABE PORTANTE  
**C-1** COLUMNA TIPO  
**ALV** LOSA ALVEOLAR  
**MC** MURO DE CONCRETO

- NOTAS GENERALES**
1. ACOTACIONES EN METROS
  2. TODAS LAS ACOTACIONES, NIVELES Y PAÑOS FIJOS DEBERAN VERIFICARSE EN OBRA
  3. TODO EL CONCRETO UTILIZADO EN LA OBRA DEBERÁ SER MEZCLADO MECÁNICAMENTE
  4. LA CIMENTACIÓN DEBERÁ HACERSE EN SITIO
  5. RECUBRIMIENTOS LIBRES 2 cm MINIMO
  6. UBICAR Y PLOMEAR PERFECTAMENTE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS
- COTAS EN METROS

**PROYECTADO:**  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

**ALIANZA:**  
Hernández Martínez Yull

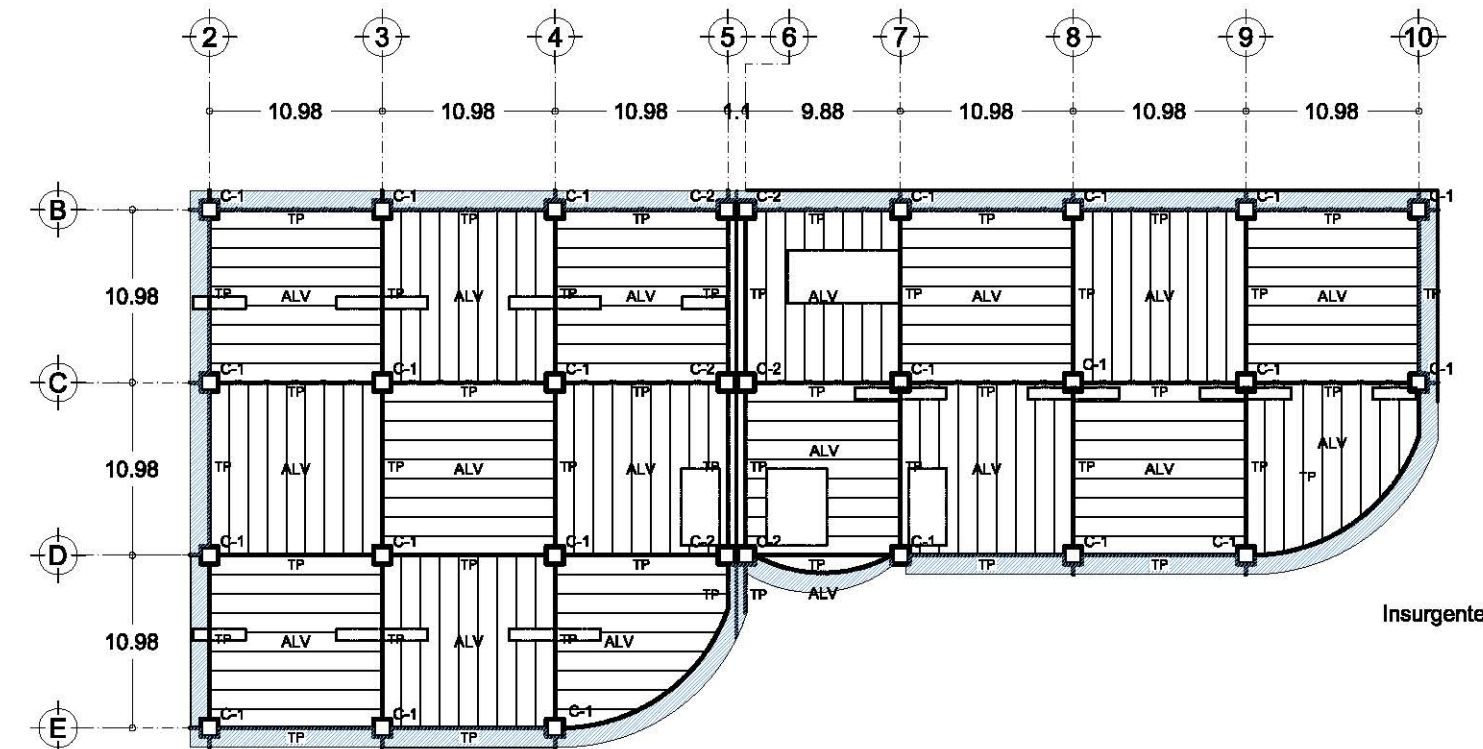
**PLANO:**  
ESTRUCTURAL

**TÍTULO DE PLANO:**  
ESTRUCTURA COMERCIOS

**FECHA:** JUNIO DE 2000 **ESCALA:** 1:325

**ESCALA GRAFICA:**  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 METROS

**PLANO:** E-05 **NORTE:**



Revolución

Altamirano

Insurgentes

**PLANTA TIPO OFICINAS**  
N.P.T. +10.20, +13.80

- COLUMNA EDIFICIO  
**—** TRABE  
**—** LOSA ALVEOLAR  
**▨** LOSA MACIZA  
**TP** TRABE PORTANTE  
**C-1** COLUMNA TIPO  
**ALV** LOSA ALVEOLAR  
**MC** MURO DE CONCRETO

**NOTAS GENERALES**

1. ACOTACIONES EN METROS
2. TODAS LAS ACOTACIONES, NIVELES Y PAÑOS FIJOS DEBERAN VERIFICARSE EN OBRA
3. TODO EL CONCRETO UTILIZADO EN LA OBRA DEBERÁ SER MEZCLADO MECÁNICAMENTE
4. LA CIMENTACIÓN DEBERÁ HACERSE EN SITIO
5. RECUBRIMIENTOS LIBRES 2 cm MINIMO
6. UBICAR Y PLOMEAR PERFECTAMENTE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

COTAS EN METROS

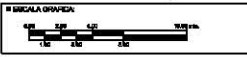
**PROYECTO:**  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

**ALIANZA:**  
Hernández Martínez Yull

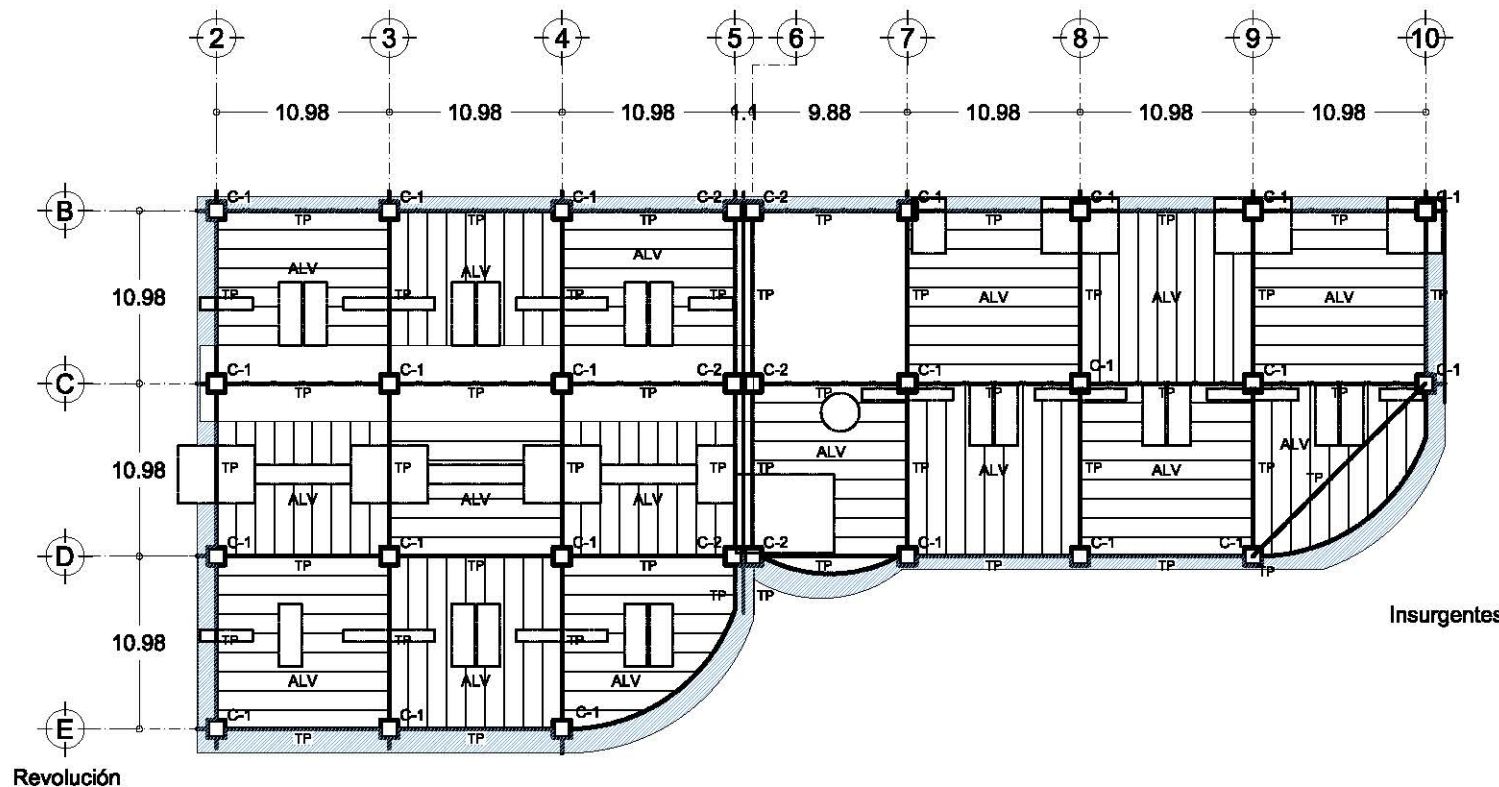
**PLANO:**  
ESTRUCTURAL

**TÍTULO DE PLANO:**  
ESTRUCTURA OFICINAS

**FECHA:** JUNIO DE 2000 **ESCALA:** 1:325



**PLANO:** E-06 **NORTE:**



**PLANTA TIPO DEPARTAMENTOS PB**  
N.P.T. +17.40, +24.60, +31.80

■ SIMBOLOGÍA Y NOTAS

- COLUMNA EDIFICIO
- TRABE
- LOSA ALVEOLAR
- ▨ LOSA MACIZA
- TP TRABE PORTANTE
- C-1 COLUMNA TIPO
- ALV LOSA ALVEOLAR
- MC MURO DE CONCRETO

**NOTAS GENERALES**

1. ACOTACIONES EN METROS
2. TODAS LAS ACOTACIONES, NIVELES Y PAÑOS FIJOS DEBERAN VERIFICARSE EN OBRA
3. TODO EL CONCRETO UTILIZADO EN LA OBRA DEBERÁ SER MEZCLADO MECÁNICAMENTE
4. LA CIMENTACIÓN DEBERÁ HACERSE EN SITIO
5. RECUBRIMIENTOS LIBRES 2 cm MINIMO
6. UBICAR Y PLOMEAR PERFECTAMENTE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

COTAS EN METROS

■ PROYECTO

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

■ ALIADO: Hernández Martínez Yull

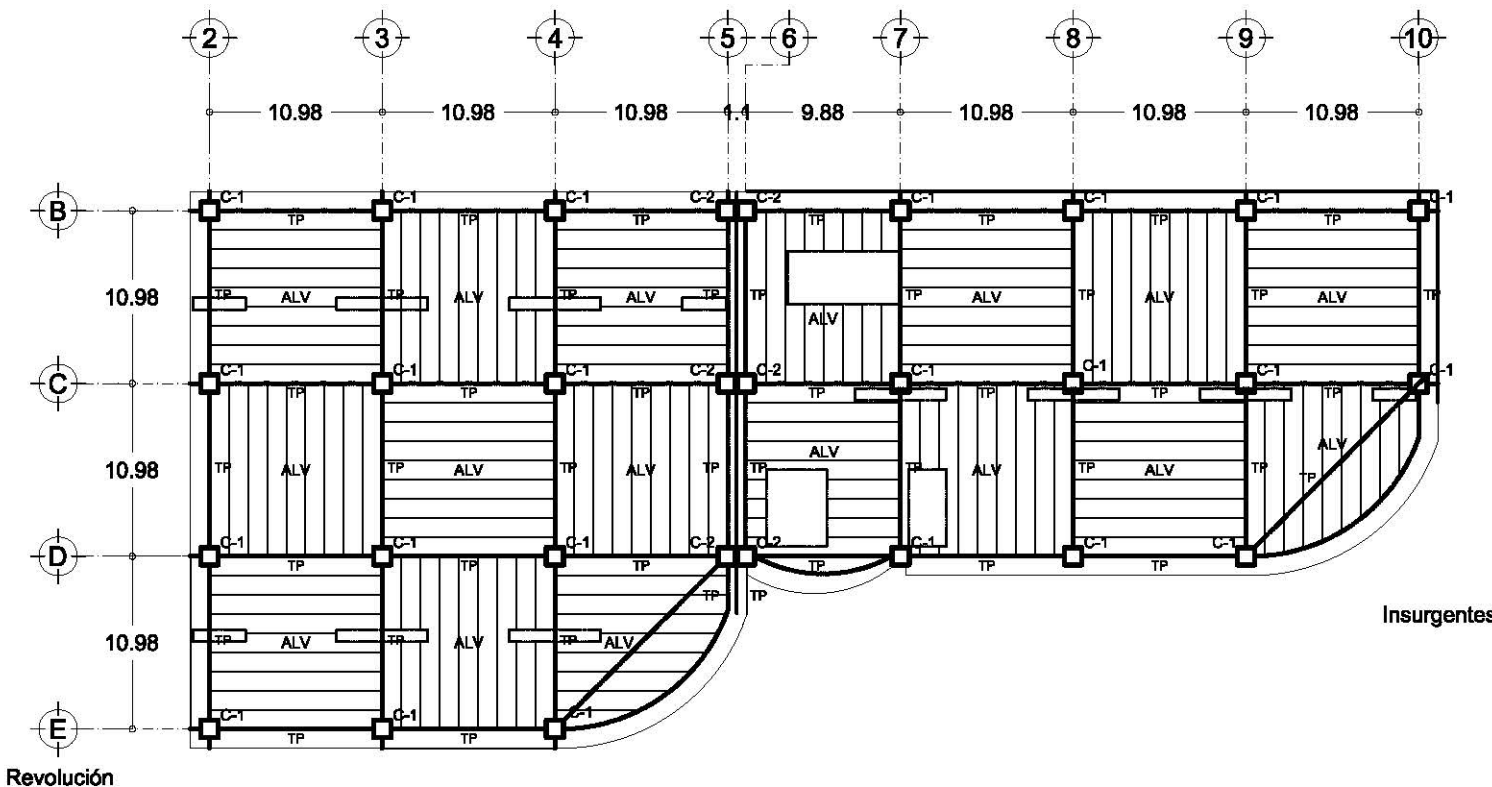
■ PLANO: ESTRUCTURAL

■ TÍTULO DE PLANO: ESTRUCTURA DEPARTAMENTOS PB

■ FECHA: JUNIO DE 2000      ■ ESCALA: 1:325



■ PLANO: E-07      ■ NORTE:



Revolución

Altamirano

Insurgentes

### PLANTA TIPO DEPARTAMENTOS PH

N.P.T. +21.00, +28.20, +35.40

**■** COLUMNA EDIFICIO  
**—** TRABE  
**—** LOSA ALVEOLAR  
**▨** LOSA MACIZA  
**TP** TRABE PORTANTE  
**C-1** COLUMNA TIPO  
**ALV** LOSA ALVEOLAR  
**MC** MURO DE CONCRETO

#### NOTAS GENERALES

1. ACOTACIONES EN METROS
2. TODAS LAS ACOTACIONES, NIVELES Y PAÑOS FIJOS DEBERAN VERIFICARSE EN OBRA
3. TODO EL CONCRETO UTILIZADO EN LA OBRA DEBERÁ SER MEZCLADO MECÁNICAMENTE
4. LA CIMENTACIÓN DEBERÁ HACERSE EN SITIO
5. RECUBRIMIENTOS LIBRES 2 cm MINIMO
6. UBICAR Y PLOMEAR PERFECTAMENTE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

COTAS EN METROS

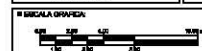
PROYECTO:  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

ALIANZA:  
Hernández Martínez Yull

PLANO:  
ESTRUCTURAL

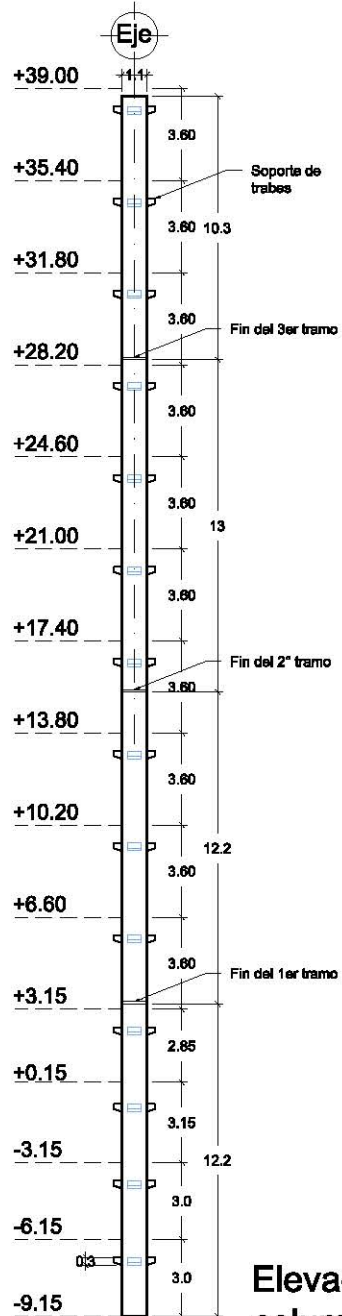
TÍTULO DE PLANO:  
ESTRUCTURA DEPARTAMENTOS PH

FECHA: JUNIO DE 2000 ESCALA: 1:325

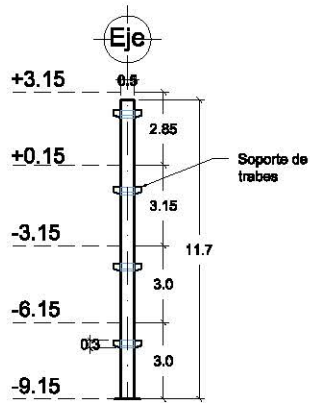


PLANO:  
E-08

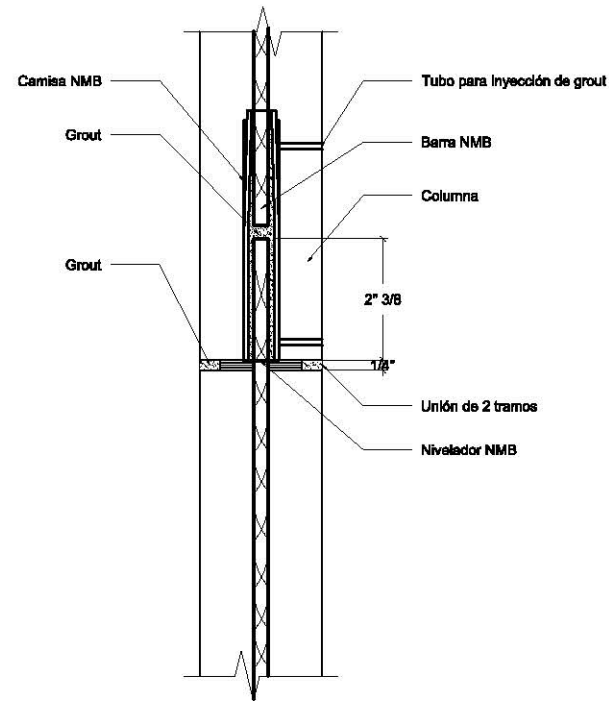
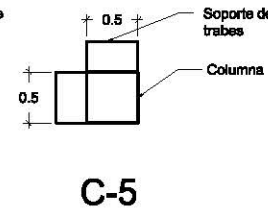
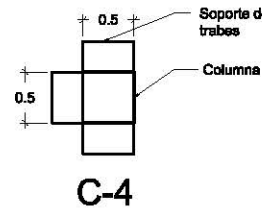
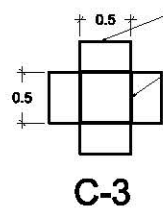
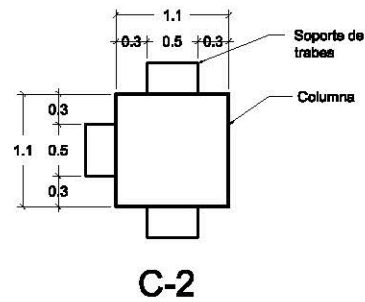
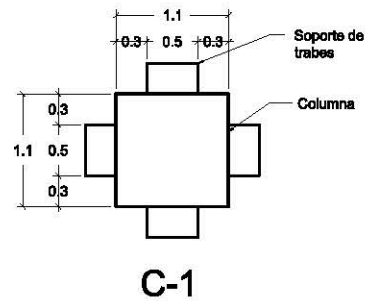




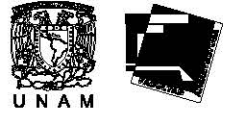
Elevación de columna. Edificio



Elevación de columna. Estacionamiento



CONEXIÓN COLUMNA-COLUMNA (PREFABRICADAS) Con conectores NMB



- NOTAS GENERALES**
1. ACOTACIONES EN METROS
  2. TODAS LAS ACOTACIONES, NIVELES Y PAÑOS FLOS DEBERAN VERIFICARSE EN OBRA
  3. TODO EL CONCRETO UTILIZADO EN LA OBRA DEBERÁ SER MEZCLADO MECÁNICAMENTE
  4. LA CIMENTACIÓN DEBERÁ HACERSE EN SITIO
  5. RECUBRIMIENTOS LIBRES 2 cm MÍNIMO
  6. UBICAR Y PLOMEAR PERFECTAMENTE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

COTAS EN METROS

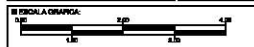
PROYECTO:  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

ALUMNO:  
Hernández Martínez Yull

PLANO:  
ESTRUCTURAL

TÍTULO DE PLANO:  
DETALLES DE ESTRUCTURA

FEDIC: Junio de 2007 ESCALA: VARIAS



PLANO: E-09 NORTE

**NOTAS GENERALES**

1. ACOTACIONES EN METROS
2. TODAS LAS ACOTACIONES, NIVELES Y PAÑOS FLUOS DEBERAN VERIFICARSE EN OBRA
3. TODO EL CONCRETO UTILIZADO EN LA OBRA DEBERÁ SER MEZCLADO MECÁNICAMENTE
4. LA CIMENTACIÓN DEBERÁ HACERSE EN SITIO
5. RECUBRIMIENTOS LIBRES 2 cm MÍNIMO
6. UBICAR Y PLOMEAR PERFECTAMENTE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

**COTAS EN METROS**

■ PROYECTO:

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

■ ALUMNO:

Hernández Martínez Yull

■ PLANO:

ESTRUCTURAL

■ TÍTULO DE PLANO:

DETALLES DE ESTRUCTURA

■ FECHA:

Abril de 2007

■ ESCALA:

VARIAS

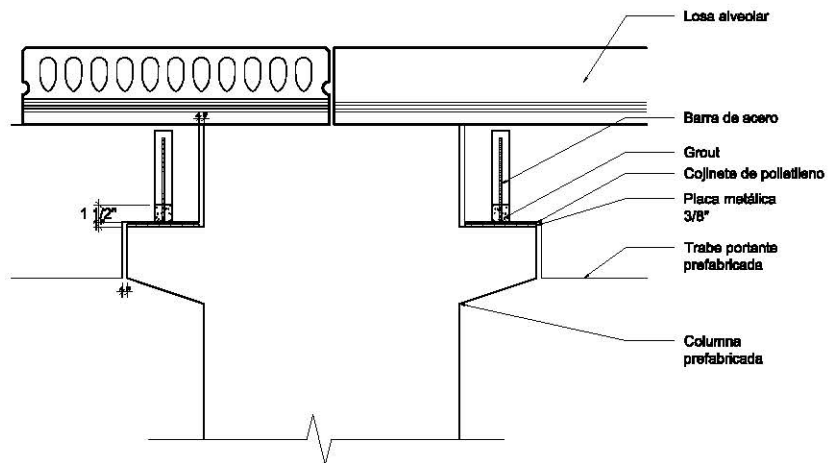
■ ESCALA GRÁFICA:



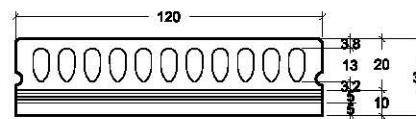
■ PLANES:

E-10

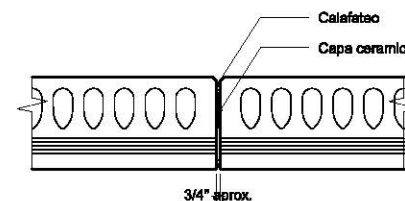
■ NORTE:



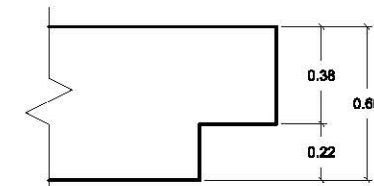
**CONEXIÓN COLUMNA -TRABE  
(PREFABRICADAS)**



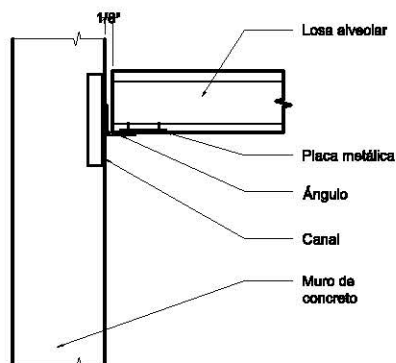
**LOSA ALVEOLAR**  
Peralte = 13 cm  
Cotas: cm



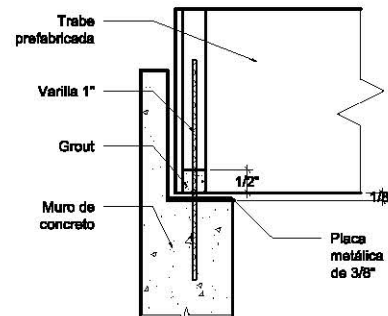
**Juntas entre losa alveolar**



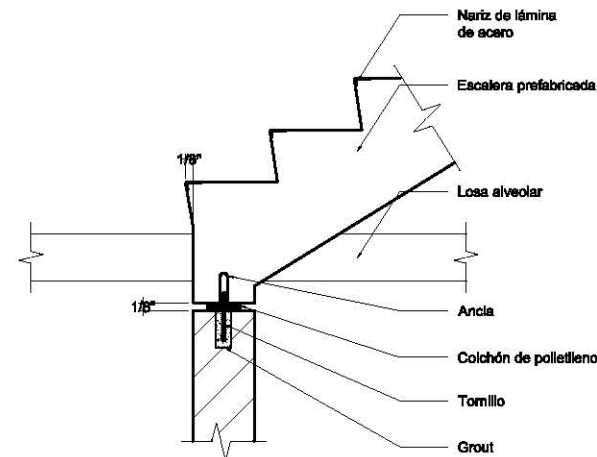
**TRABE PREFABRICADA**  
Peralte = 60 cm



**CONEXIÓN MURO DE  
CONCRETO - LOSA  
ALVEOLAR**



**CONEXIÓN MURO DE  
CONCRETO -TRABE  
PREFABRICADA**



**CONEXIÓN DE ESCALERA  
PREFABRICADA**

■ SIMBOLOGÍA Y NOTAS

**NOTAS GENERALES**

1. ACOTACIONES EN METROS
2. TODAS LAS ACOTACIONES, NIVELES Y PAÑOS FLUOS DEBERAN VERIFICARSE EN OBRA
3. TODO EL CONCRETO UTILIZADO EN LA OBRA DEBERÁ SER MEZCLADO MECÁNICAMENTE
4. LA CIMENTACIÓN DEBERÁ HACERSE EN SITIO
5. RECUBRIMIENTOS LIBRES 2 cm MÍNIMO
6. UBICAR Y PLOMEAR PERFECTAMENTE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

**COTAS EN METROS**

■ PROYECTO:

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

■ ALUMNO:

Hernández Martínez Yull

■ PLANO:

ESTRUCTURAL

■ TÍTULO DE PLANO:

CORTE POR FACHADA

■ FECH:

Junio de 2007

■ ESCALA:

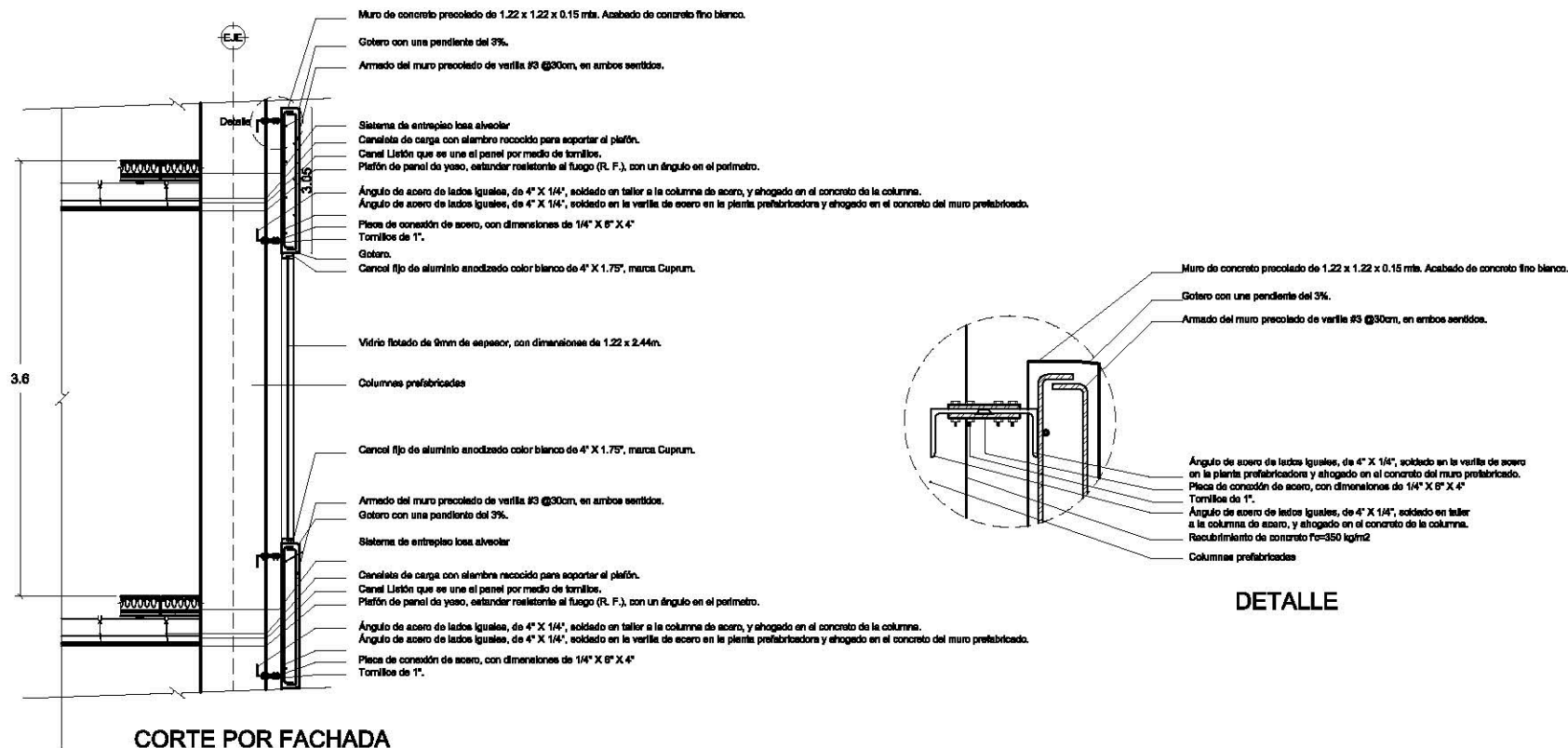
VARIAS

■ ESCALA ORMAPA:

■ PLANES:

E-11

■ NORTE:



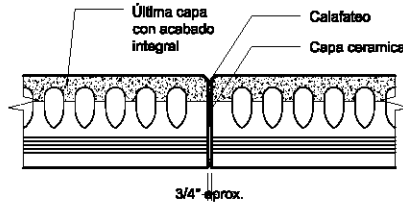
## 2.9 PROYECTO DE ACABADOS



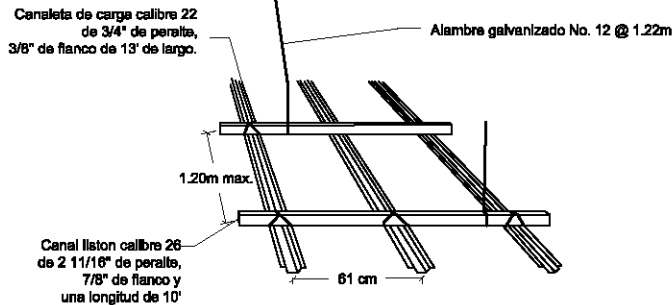
## 2.9 PROYECTO DE ACABADOS

Los acabados en el caso de los pisos están incluidos dentro de la estructura. Las losas alveolares al fabricarse se les incluye en la última capa el acabado.

El acabado de los pisos solo se coloca en las áreas comunes, al igual que los plafones, ya que las áreas interiores se entregan sin estos acabados para que cada persona (cliente) le de los acabados que ellos requieran.



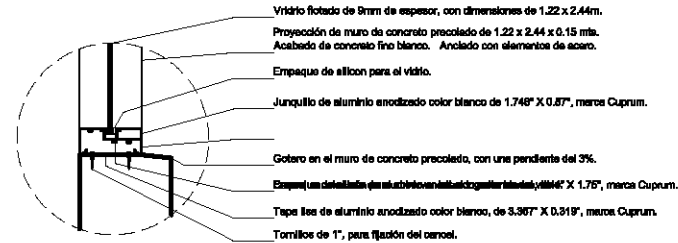
Acabado en losa alveolar



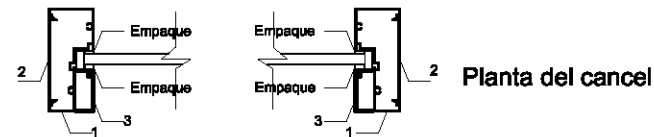
Los canales listón se colocan a una distancia de 61 cm cada uno en forma contraria para formar una "cuadrícula con canaleta de carga."

PLAFÓN DE PANEL DE YESO

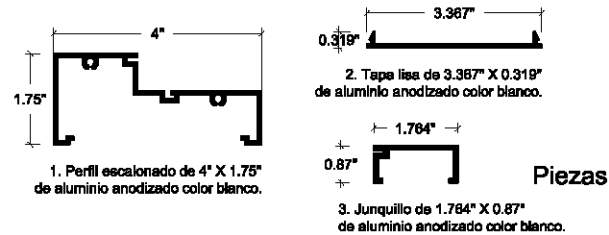
La cancelería se coloca en los muros (en los casos que así se requiera) para ser montados al mismo tiempo y no después de la colocación de los muros.



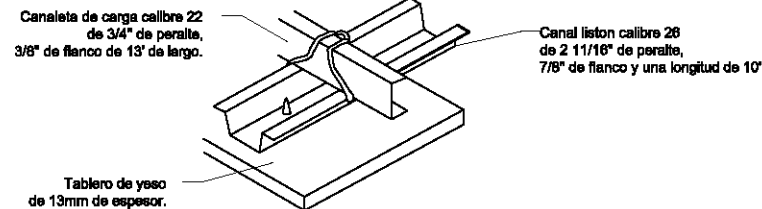
Detalle de cancel con muro



Planta del cancel



Piezas



Los tableros de yeso se cuelgan en forma transversal a los canales listón con los tornillos autorroscantes espaciados a cada 30cm. máximo.

PLAFÓN DE PANEL DE YESO



■ SIMBOLOGÍA Y NOTAS

### NOTAS GENERALES

1. ACOTACIONES EN METROS
2. TODAS LAS ACOTACIONES, NIVELES Y PAÑOS FIJOS DEBERAN VERIFICARSE EN OBRA

COTAS EN METROS

■ PROYECTO:

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

■ ALUMNO:

Hernández Martínez Yull

■ PLANO:

ACABADOS

■ TÍTULO DE PLANO:

DETALLES DE ACABADOS

■ FECH:

Junio de 2007

■ ESCALA:

VARIAS

■ ESCALA ORIENTA:

■ PLANO:

AC-01

■ NORTE:

## 2.10 PROYECTO DE INSTALACIONES

### 2.10.1 INSTALACIÓN HIDROSANITARIA

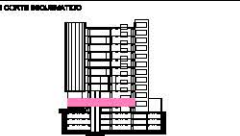
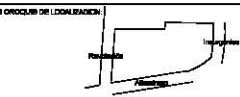
El proyecto de instalación hidrosanitaria contiene los siguientes planos:

IHS-01	Planta principal	+3.00
IHS -02	Planta mezanine	+0.15
IHS -03	Planta sótano 1	-3.15
IHS -04	Planta sótano 2	-6.15
IHS -05	Planta sótano 3	-9.15
IHS -06	Planta primer nivel	+7.00
IHS -07	Oficina tipo	
IHS -08	Departamento tipo	

### 2.10.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El proyecto de instalación sanitaria contiene los siguientes planos:

IE -01	Planta principal	+3.00
IE -02	Planta mezanine	+0.15
IE -03	Planta sótano 1	-3.15
IE -04	Planta sótano 2	-6.15
IE -05	Planta sótano 3	-9.15
IE -06	Planta primer nivel	+7.00
IE -07	Oficina tipo	
IE -08	Departamento tipo	



IV SIMBOLOGÍA Y NOTAS

- Instalación hidráulica AGUA FRÍA
- Instalación hidráulica AGUA CALIENTE
- Instalación sanitaria AGUAS NEGRAS
- Instalación sanitaria AGUAS PLUVIALES

COTAS EN METROS

PROYECTO:  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

ALIANZA:  
Hernández Martínez Yull

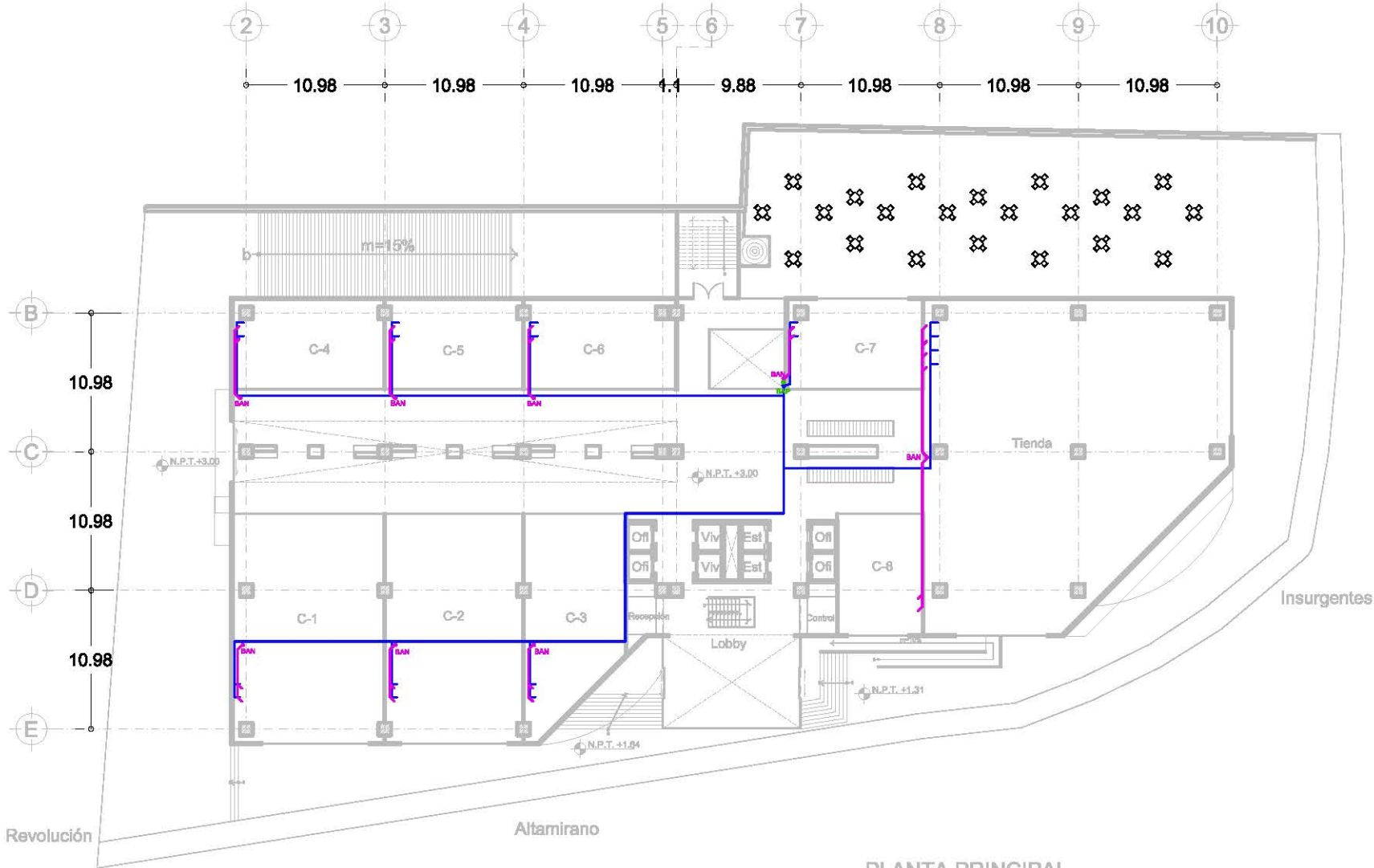
PLANO:  
INSTALACIÓN HIDROSANITARIA

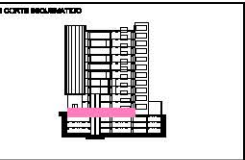
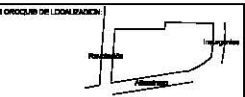
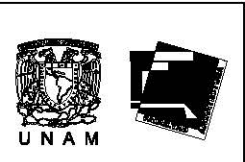
TÍTULO DE PLANO:  
PLANTA PRINCIPAL

FECHA: JUNIO de 2000 ESCALA: 1:325



PLANO: IHS-01 NORTE





II SIMBOLIZA Y NOTAS

- Instalación hidráulica AGUA FRÍA
- Instalación hidráulica AGUA CALIENTE
- Instalación sanitaria AGUAS NEGRAS
- Instalación sanitaria AGUAS PLUVIALES

COTAS EN METROS

II PROYECTO

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

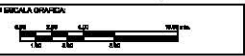
II ALIADO: Hernández Martínez Yull

II PLANO: INSTALACIÓN HIDROSANITARIA

II TÍTULO DE PLANO: PLANTA MEZANINE

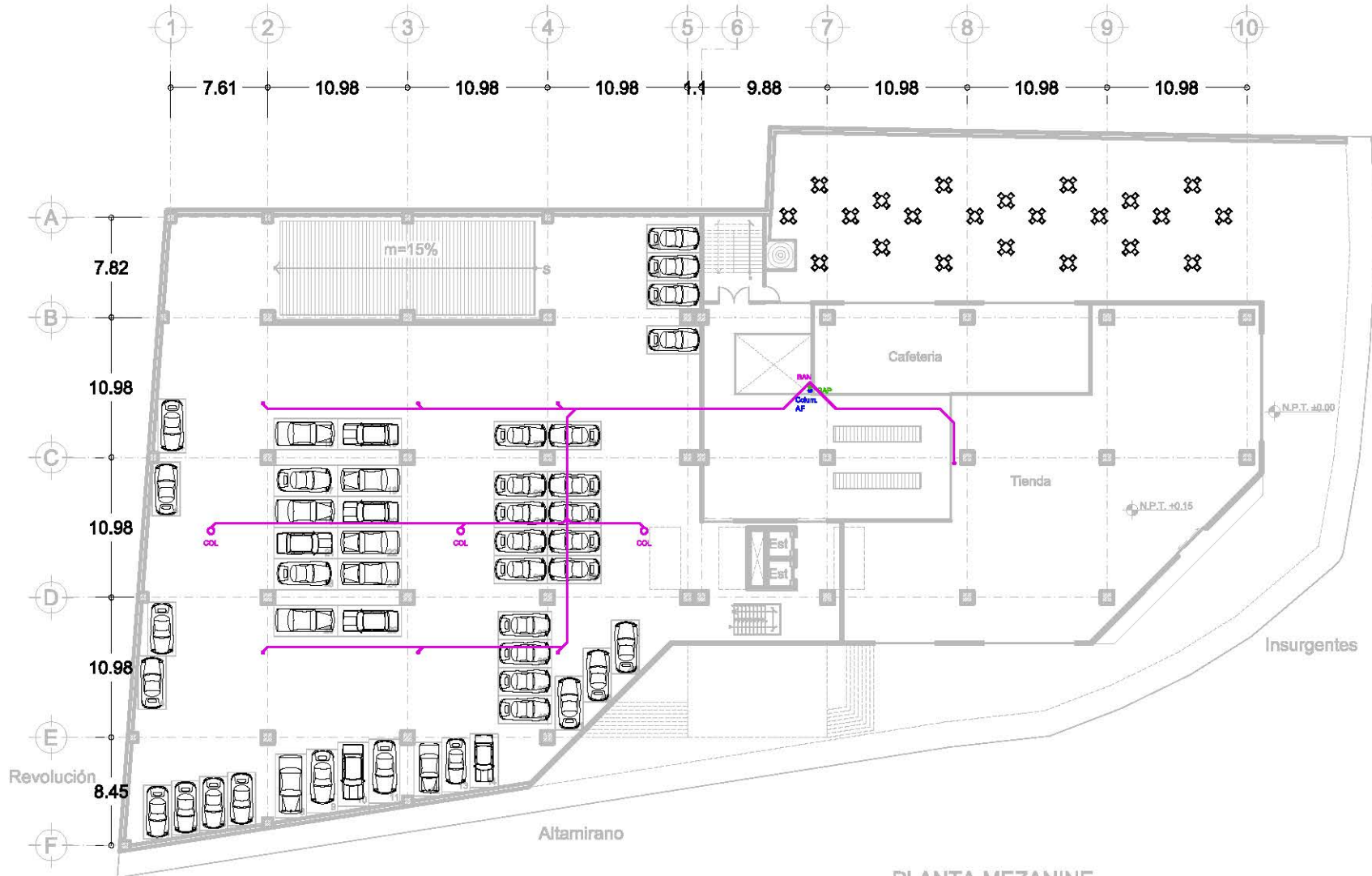
II FECHA: JUNIO de 2000

II ESCALA: 1:325

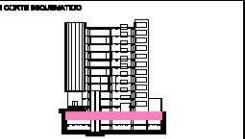
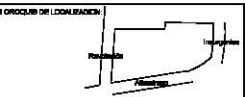


II PLANO: IHS-02

II NORTE:



PLANTA MEZANINE  
N.P.T. +0.15



II SIMBOLIZA Y NOTAS

- Instalación hidráulica AGUA FRÍA
- Instalación hidráulica AGUA CALIENTE
- Instalación sanitaria AGUAS NEGRAS
- Instalación sanitaria AGUAS PLUVIALES

COTAS EN METROS

II PROYECTO:  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

II ALIADO:  
Hernández Martínez Yull

II PLANO:  
INSTALACIÓN HIDROSANITARIA

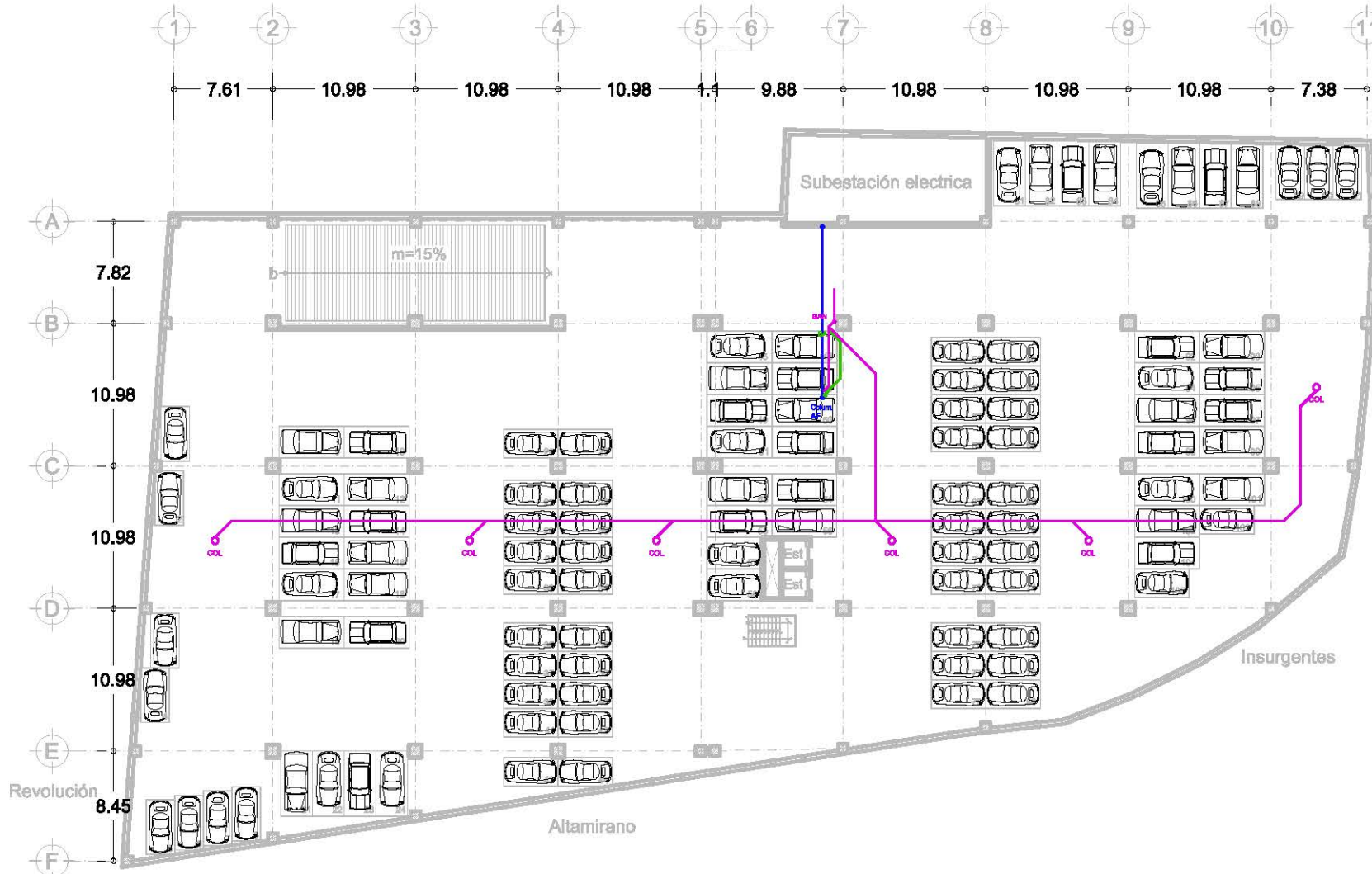
II TÍTULO DE PLANO:  
PLANTA SÓTANO 1

II FECHA:  
JUNIO DE 2000

II ESCALA:  
1:325

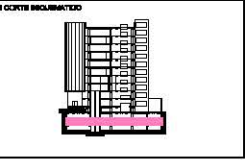
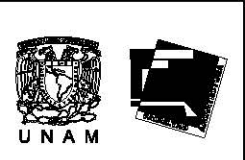


II PLANO:  
IHS-03



PLANTA SÓTANO 1

N.P.T. -3.15



II SIMBOLOS Y NOTAS

- Instalación hidráulica AGUA FRÍA
- Instalación hidráulica AGUA CALIENTE
- Instalación sanitaria AGUAS NEGRAS
- Instalación sanitaria AGUAS PLUVIALES

COTAS EN METROS

II PROYECTO

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

II ALIADO: Hernández Martínez Yull

II PLANO: INSTALACIÓN HIDROSANITARIA

II TÍTULO DE PLANO: PLANTA SÓTANO 2

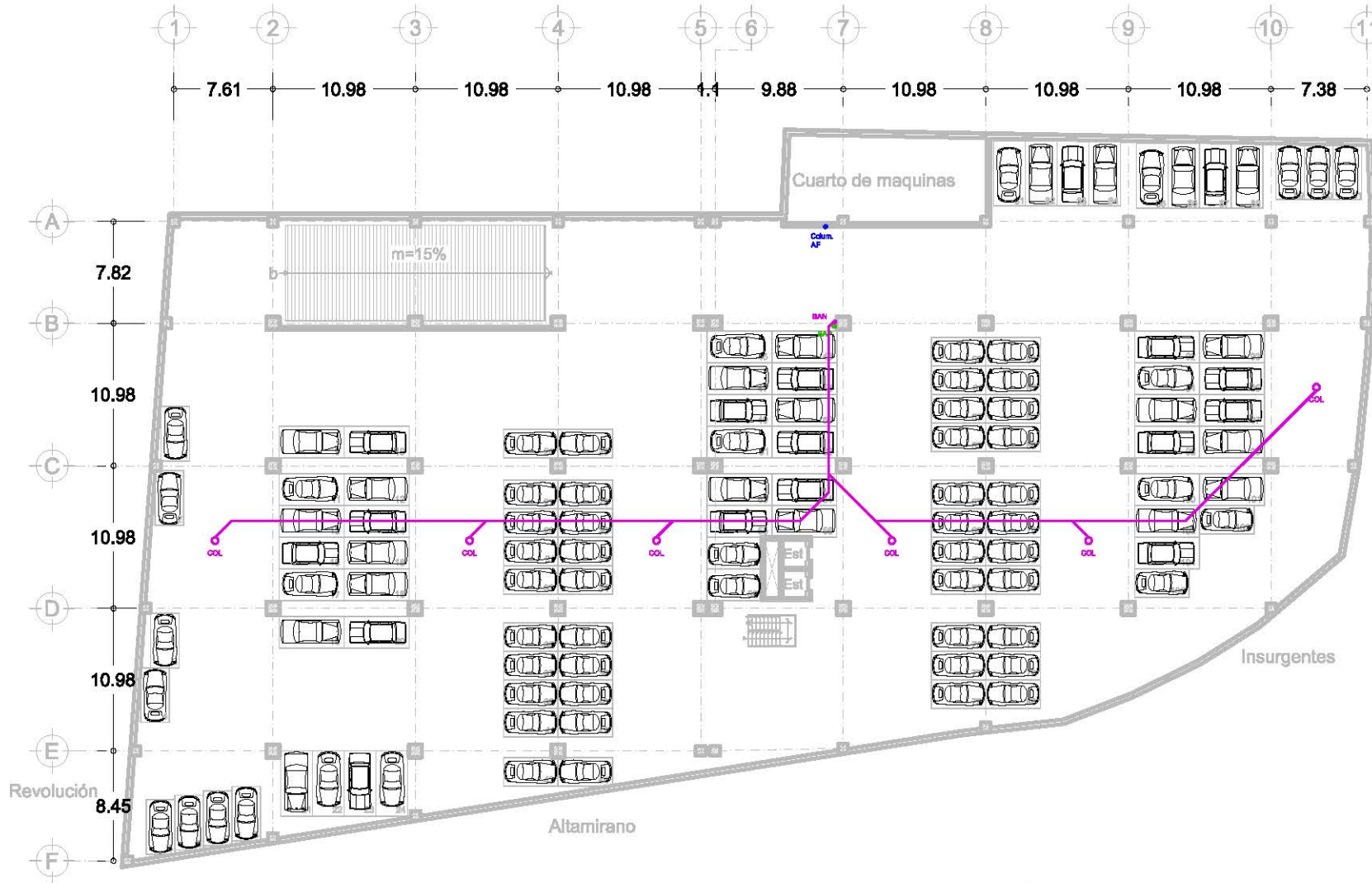
II FECHA: JUNIO DE 2000

II ESCALA: 1:325



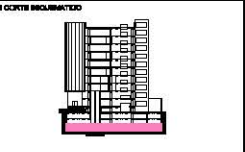
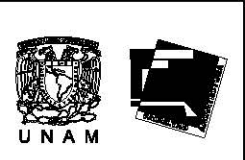
II PLANO: IHS-04

II NORTE:



### PLANTA SÓTANO 2

N.P.T. -6.15



II SIMBOLIZA Y NOTAS

- Instalación hidráulica AGUA FRÍA
- Instalación hidráulica AGUA CALIENTE
- Instalación sanitaria AGUAS NEGRAS
- Instalación sanitaria AGUAS PLUVIALES

COTAS EN METROS

II PROYECTO:

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

II ALIADO:  
Hernández Martínez Yull

II PLANO:  
INSTALACIÓN HIDROSANITARIA

II TÍTULO DE PLANO:  
PLANTA SÓTANO 3

II FECHA:  
JUNIO DE 2000

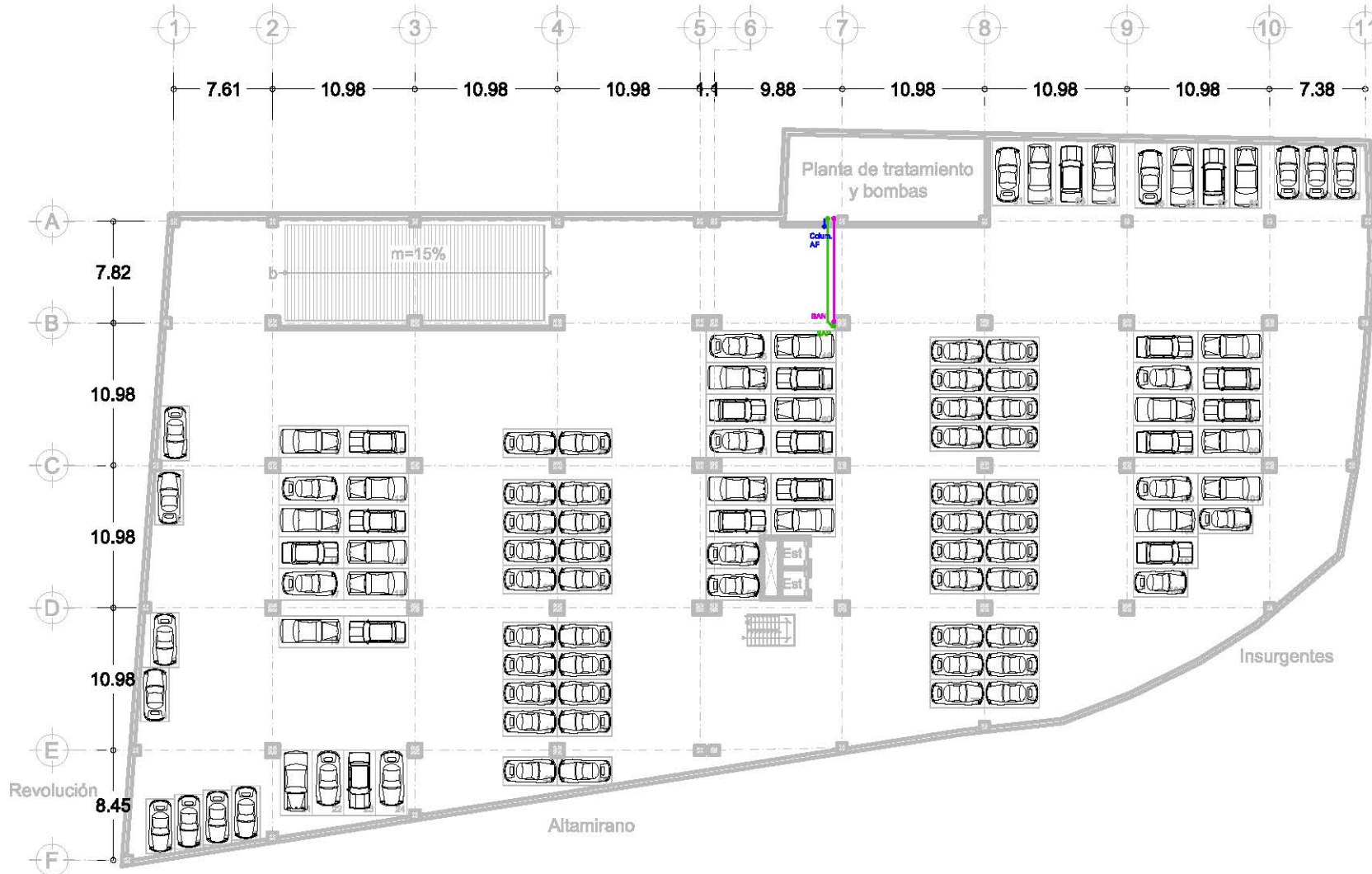
II ESCALA:  
1:325



II PLANO:

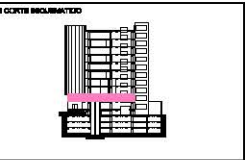
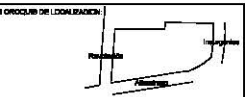
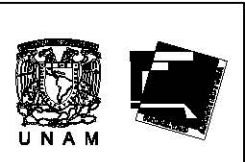
IHS-05

II NORTE:



### PLANTA SÓTANO 3

N.P.T. -9.15



II SIMBOLOS Y NOTAS

- Instalación hidráulica AGUA FRÍA
- Instalación hidráulica AGUA CALIENTE
- Instalación sanitaria AGUAS NEGRAS
- Instalación sanitaria AGUAS PLUVIALES

COTAS EN METROS

III PROYECTOS

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

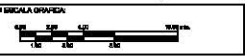
IV ALIANCE  
Hernández Martínez Yull

V PLANO  
INSTALACIÓN HIDROSANITARIA

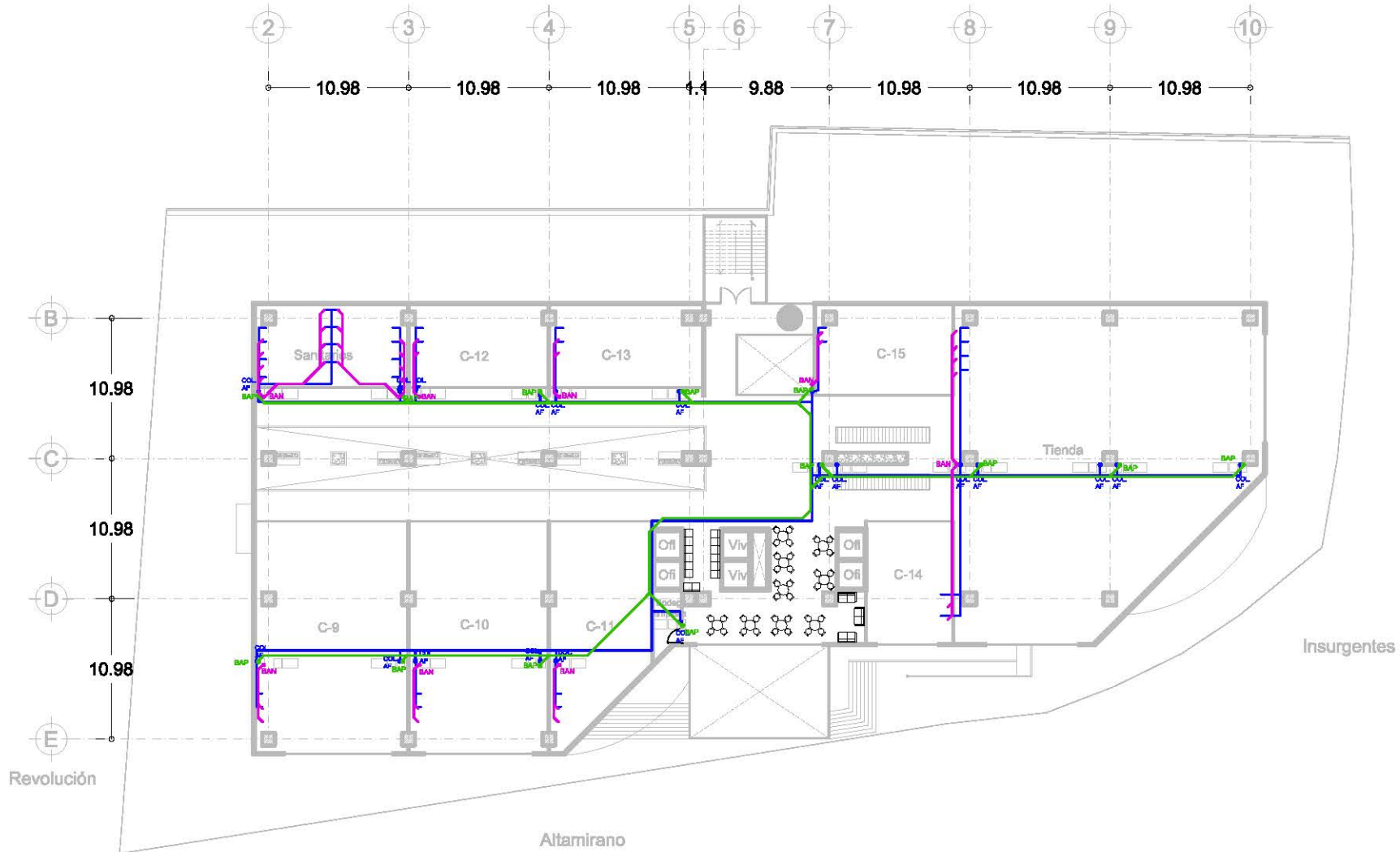
VI TÍTULO DE PLANO  
PLANTA PRIMER NIVEL

VII FECHA: JUNIO DE 2000

VIII ESCALA: 1:325

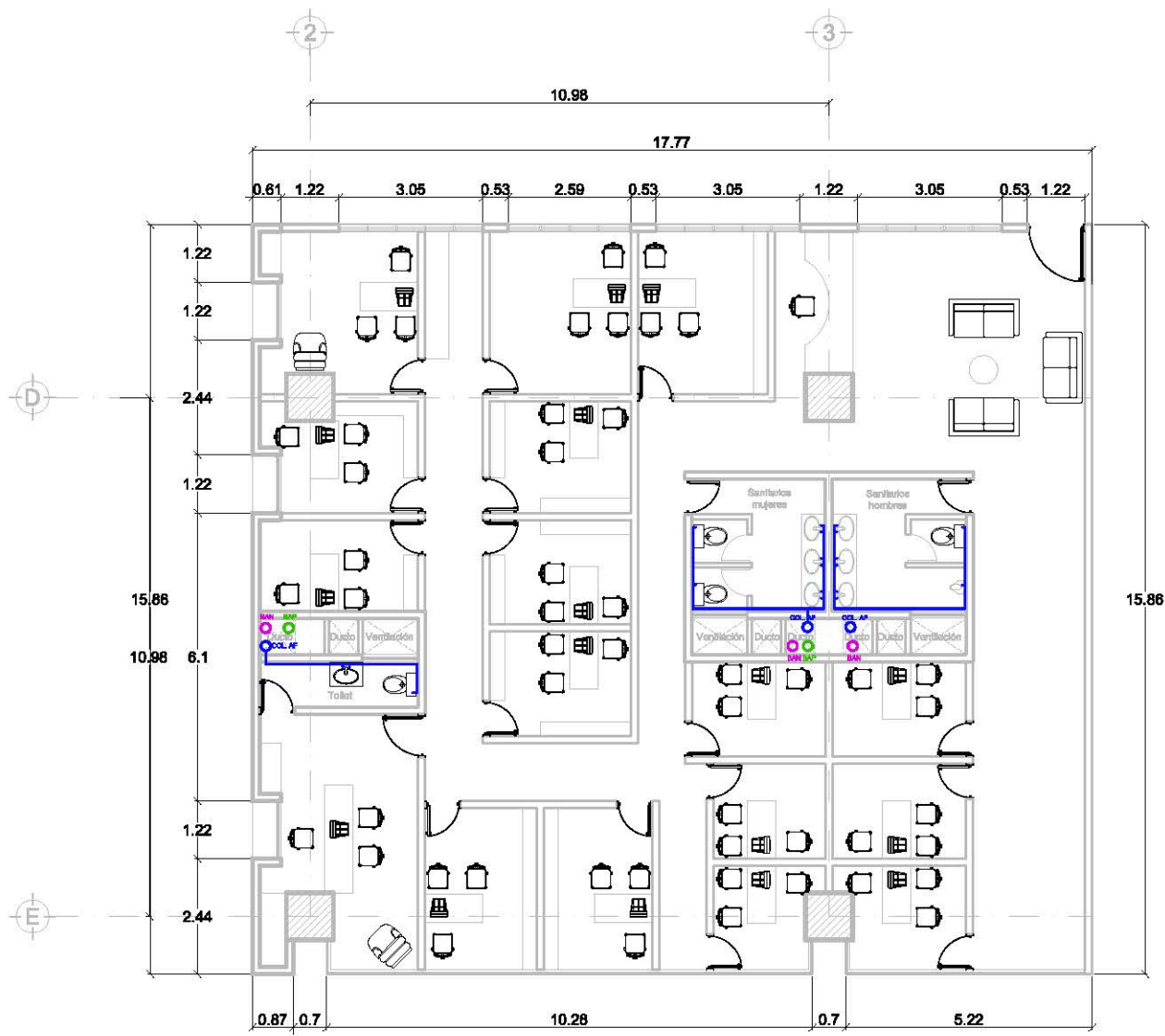


IX PLANO: IHS-06



PLANTA PRIMER NIVEL. Comercios  
N.P.T. +6.60m





PLANTA TIPO OFICINAS



**UNAM**

# ORDEN DE LOCALIZACION



# DOTE EQUIPAMIENTO



# MEMORIA Y NOTAS

- Instalación hidráulica AGUA FRÍA
- Instalación hidráulica AGUA CALIENTE
- Instalación sanitaria AGUAS NEGRAS
- Instalación sanitaria AGUAS PLUVIALES

COTAS EN METROS

# PROYECTO:

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

# ALUMNO:

Hernández Martínez Yull

# PLANO:

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

# TITULO DE PLANO:

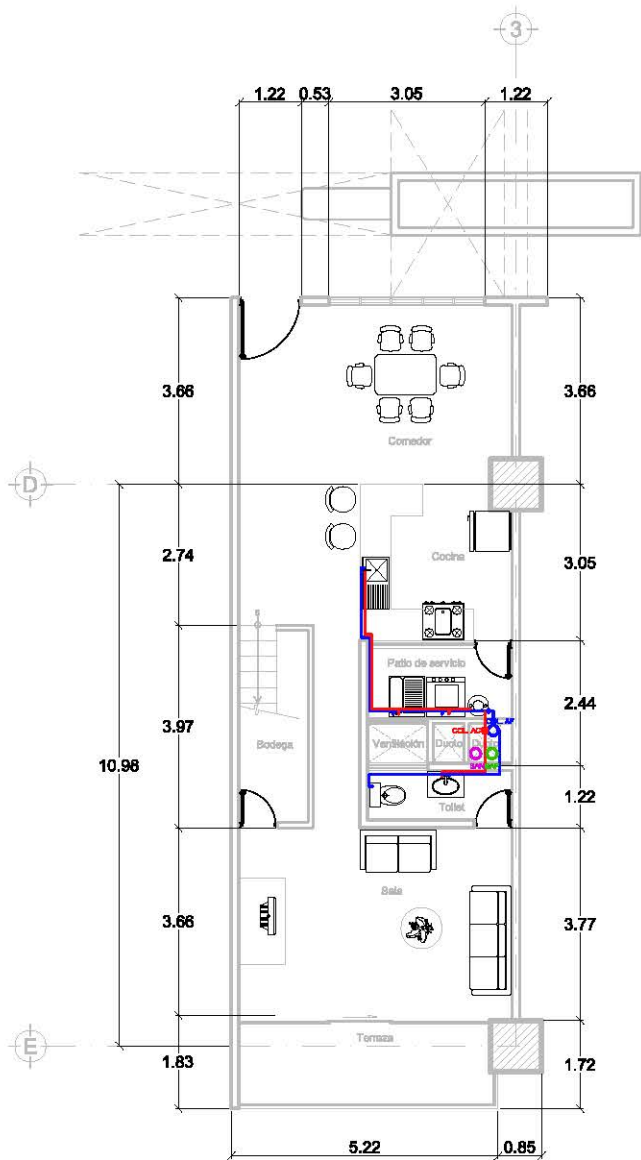
OFICINAS

# FECHA: Junio de 2007	# ESCALA: 1:100
---------------------------	--------------------

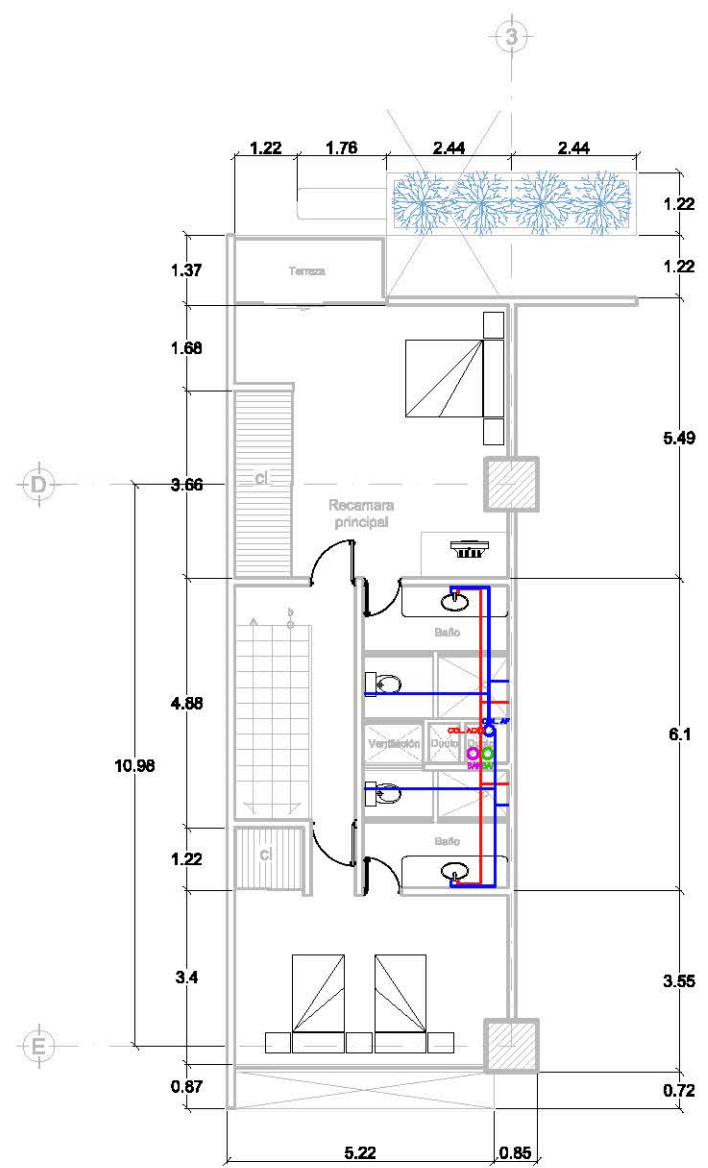
# ESCALA GRÁFICA:




# PLANO: <b>IHS-07</b>	# NORTE: 
---------------------------	---



**DEPARTAMENTO TIPO 1  
PLANTA BAJA**

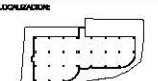


**DEPARTAMENTO TIPO 1  
PLANTA ALTA**

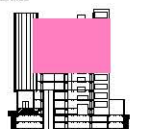


**UNAM**

# UNICIÓN DE LOCALIZACIÓN



# DONDE ENCONTRARLO



# DESCRIPCIÓN Y NOTAS

**COTAS EN METROS**

# PROYECTO:

**EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS**

# ALUMNO:

**Hernández Martínez Yull**

# PLANO:

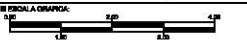
**INSTALACIONES HIDROSANITARIAS**

# TÍTULO DE PLANO:


**DEPARTAMENTOS**

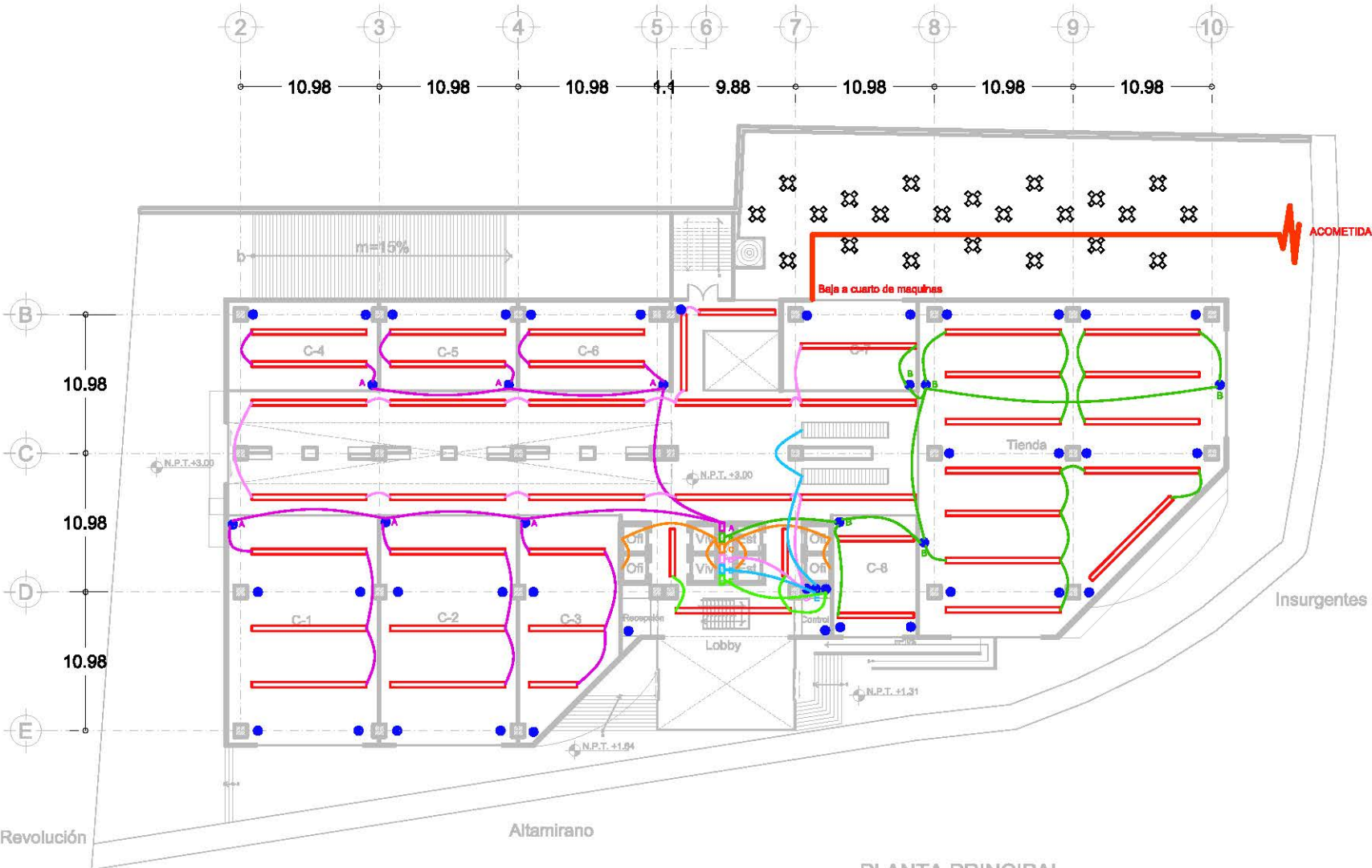
# FECHA: Junio de 2007	# ESCALA: 1:100
---------------------------	--------------------

# ESCALA GRÁFICA:



# PLANES: <b>IHS-08</b>	# NORTE:
----------------------------	----------





Revolución

Altamirano

**PLANTA PRINCIPAL**  
N.P.T. +3.15

UNAM

---

**PROYECTO DE DOMICILIO:**

---

**CORTE SECCIONADO:**

---

**SIMBOLOGIA Y NOTAS:**

ALUMBRADO

- Luminerie de plafond
- Luminerie de plafo
- Lámpara fluorescente
- Apagador
- Contacto

TABLEROS	CABLEADO CIRCUITOS
A	A
B	B
C	C
D	D
E	E
F	F
G	G
H	H

COTAS EN METROS

---

**PROYECTO:**

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

---

**ALIANC:**

Hernández Martínez Yull

---

**PLANO:**

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

---

**TÍTULO DE PLANO:**

PLANTA PRINCIPAL

---

<b>FECHA:</b> JUNIO de 2000	<b>ESCALA:</b> 1:325
--------------------------------	-------------------------

---

**ESCALA GRAFICA:**

---

<b>PLANO:</b> <span style="font-size: 24px; font-weight: bold;">IE-01</span>	<b>NOORTE:</b>
---	----------------

**UNAM**

PROYECTO DE DOMINIO

CORTE BLOQUEADO

SEMIOLÓGICA Y NOTAS

**ALUMBRADO**

- Luminaria de plafón
- Luminaria de piso
- Lámpara fluorescente

Apagador

Contacto

**TABLEROS**

A, B, C, D, E, F, G, H

**CABLEADO CIRCUITOS**

A, B, C, D, E, F, G, H

**COTAS EN METROS**

PROYECTADO

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

ALIANZA: Hernández Martínez Yull

PLANO:

TÍTULO DE PLANO: PLANTA MEZANINE

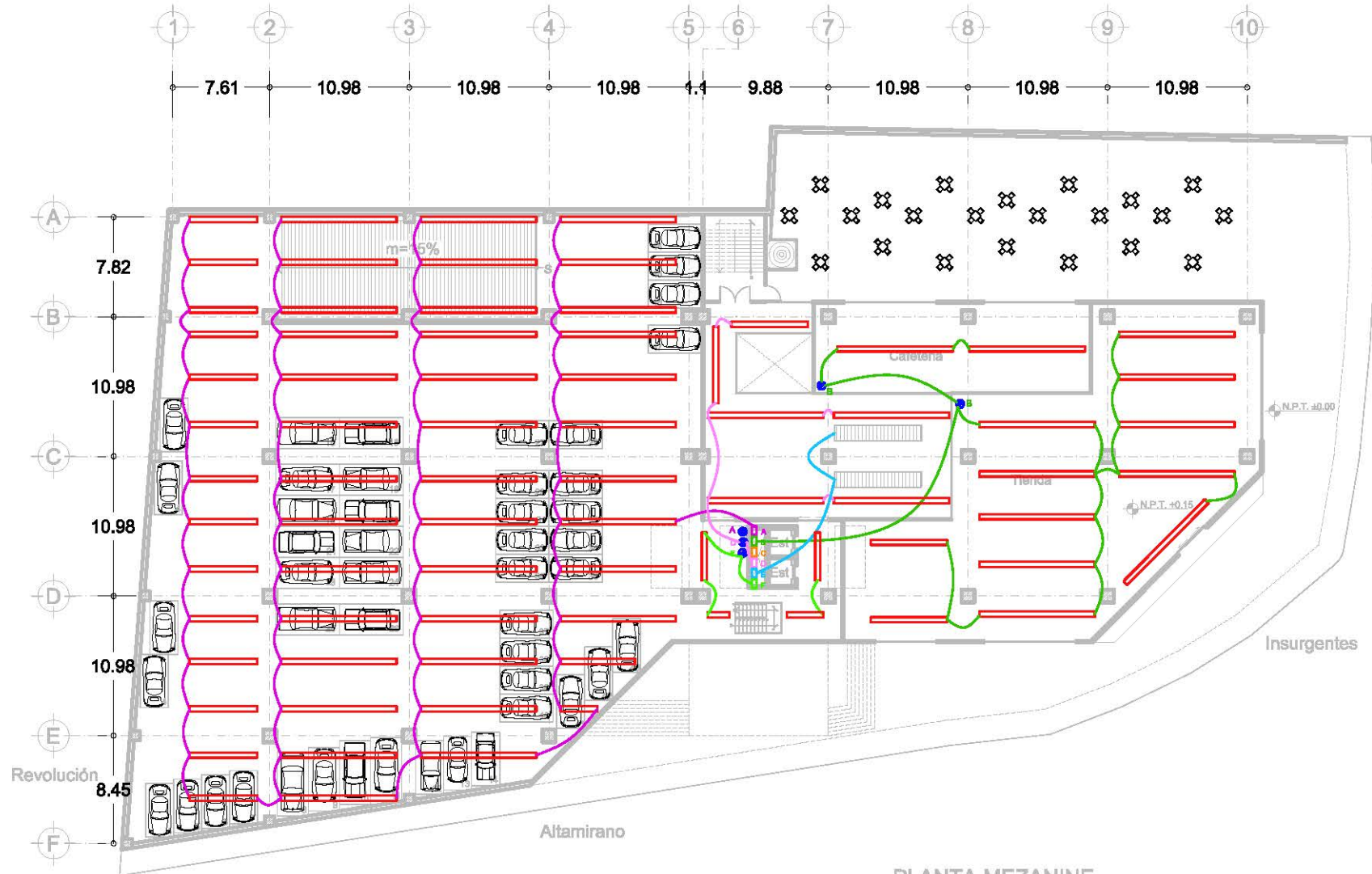
FECHA: JUNIO DE 2000

ESCALA: 1:325

ESCALA GRAFICA

PLANO: IE-02

NOTA:



**PLANTA MEZANINE**  
N.P.T. +0.15

**UNAM**

**II PROYECTO DE FUNDACION**

**III CORTE BARRIQUETADO**

**IV SIMBOLIA Y NOTAS**

**ALUMBRADO**

- Luminaria de plafón
- Luminaria de piso
- Lámpara fluorescente

**Apagador**

**Contacto**

**TABLEROS**

**CABLEADO CIRCUITOS**

**COTAS EN METROS**

**PROYECTADO**

**EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS**

**ALIANZA:** Hernández Martínez Yull

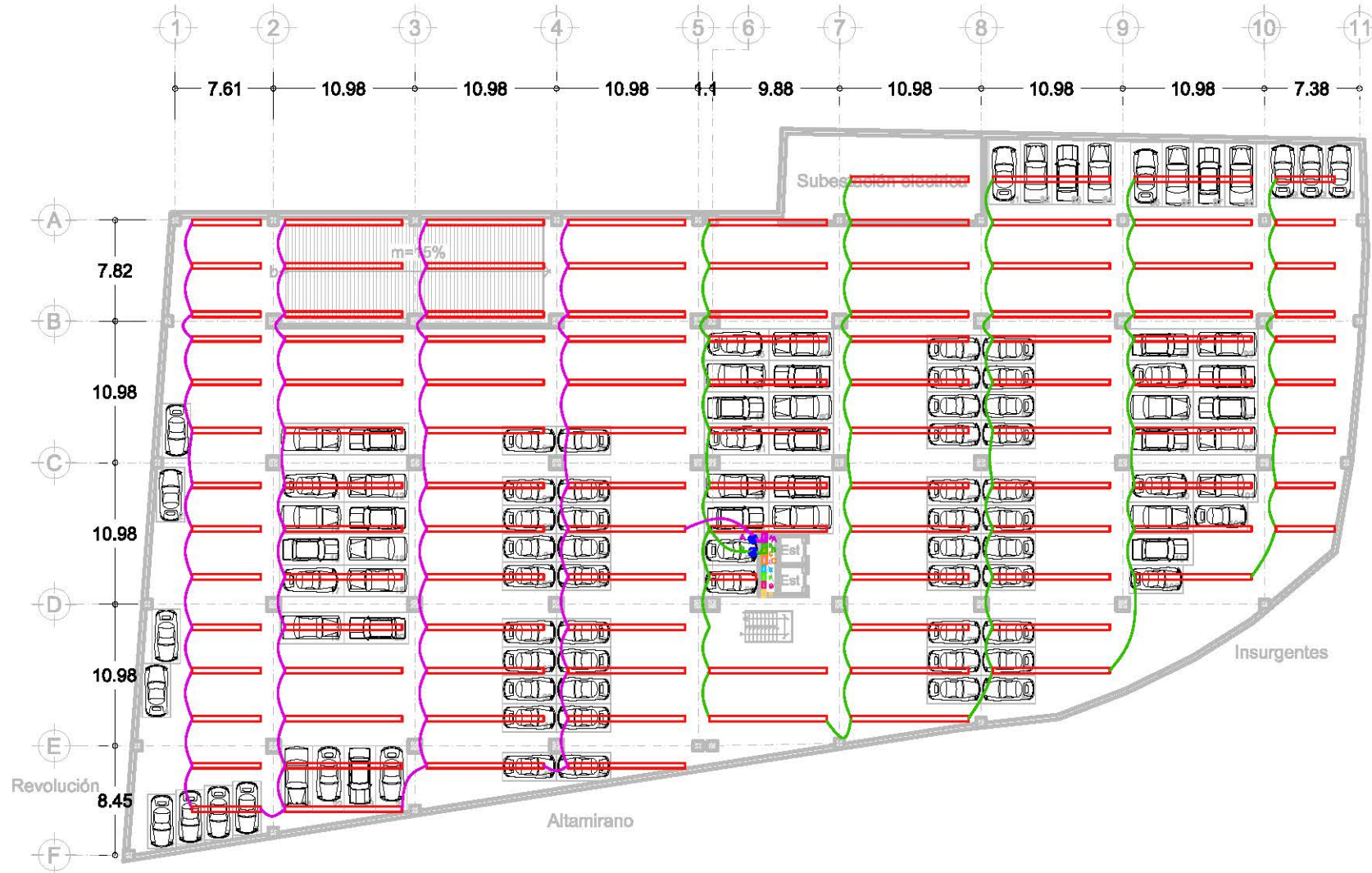
**PLANO:**

**TÍTULO DE PLANO:** PLANTA SÓTANO 1

**FECHA:** JUNIO DE 2000 **ESCALA:** 1:325

**ESCALA GRAFICA:**

**PLANO:** IE-03 **NORTE:**



**PLANTA SÓTANO 1**  
N.P.T. -3.15

**UNAM**

**II PROYECTO DE FUNDACION**

**III CORTE BARRIQUETEO**

**IV SIMBOLIZA Y NOTAS**

**ALUMBRADO**

- Luminaria de plafón
- Luminaria de piso
- Lámpara fluorescente

**Apagador**

**Contacto**

**TABLEROS**

**CABLEADO CIRCUITOS**

**COTAS EN METROS**

**PROYECTADO**

**EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS**

**ALIANZA:** Hernández Martínez Yull

**PLANO:**

**TÍTULO DE PLANO:**

**PLANTA SÓTANO 2**

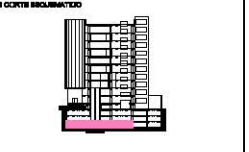
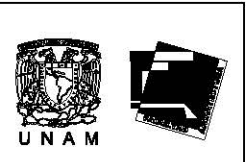
**FECHA:** JUNIO DE 2000 **ESCALA:** 1:325

**ESCALA GRAFICA:**

**PLANO:** IE-04 **NORTE:**



**PLANTA SÓTANO 2**  
N.P.T. -6.15



III. SIMBOLOGÍA Y NOTAS

- ALUMBRADO**
- Luminaria de platfond
  - Luminaria de piso
  - Lámpara fluorescente

- Apagador
- Contacto

- TABLEROS**
- A
  - B
  - C
  - D
  - E
  - F
  - G
  - H
- CABLEADO CIRCUITOS**
- A
  - B
  - C
  - D
  - E
  - F
  - G
  - H

COTAS EN METROS

PROYECTO:  
EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

ALIANZA:  
Hernández Martínez Yull

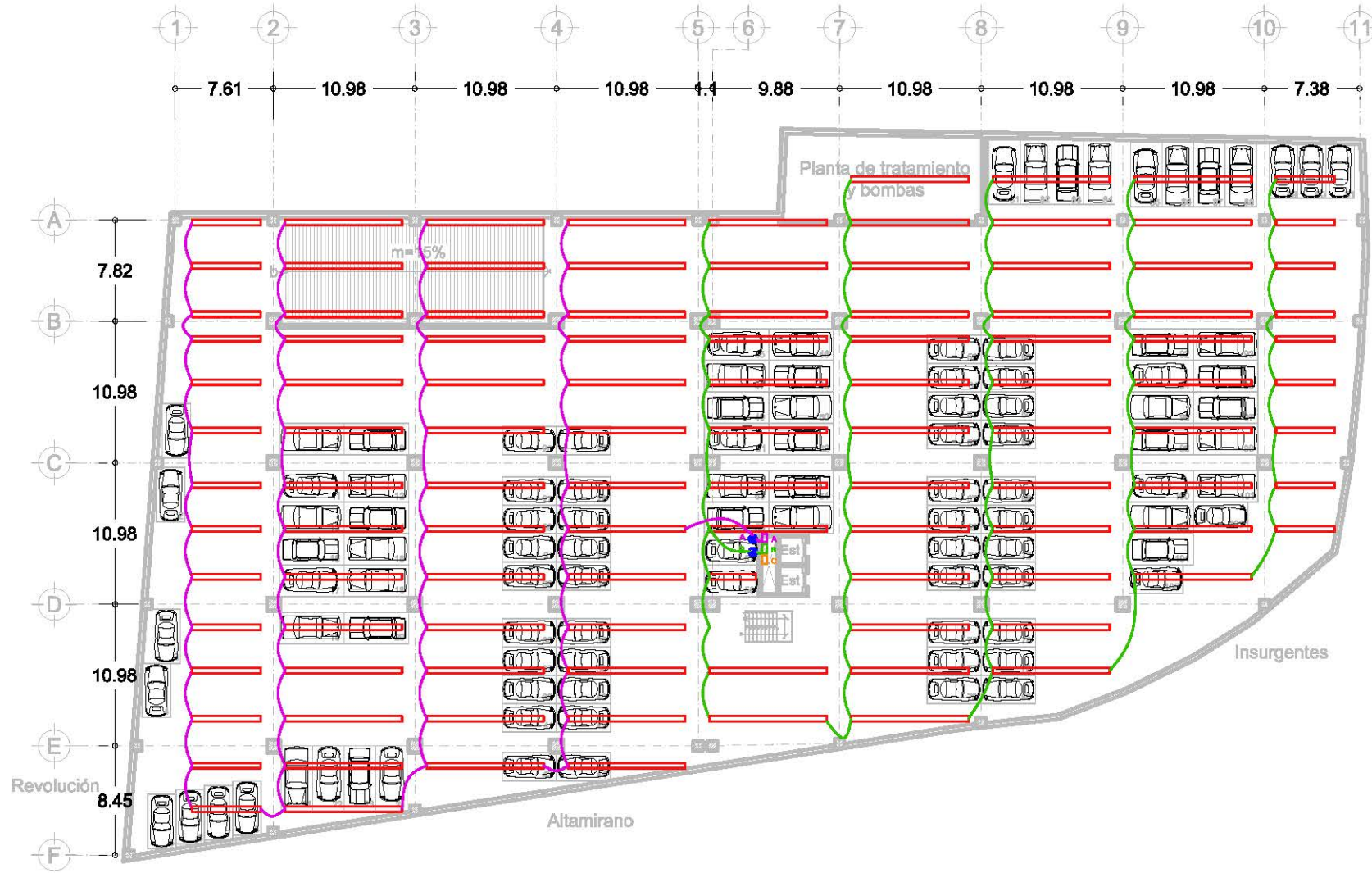
PLANO:

TÍTULO DE PLANO:  
PLANTA SÓTANO 3

FECHA: JUNIO DE 2000 ESCALA: 1:325



PLANO: IE-05 NORTE



PLANTA SÓTANO 3  
N.P.T. -9.15

UNAM

II PROYECTO DE DOMINIO: [Diagrama]

III CORTE BLOQUEADO: [Diagrama]

IV SIMBOLIA Y NOTAS

**ALUMBRADO**

- Luminerie de plafón
- Luminaria de piso
- Lámpara fluorescente

Apagador

Contacto

**TABLEROS**

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G
- H

**CABLEADO CIRCUITOS**

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G
- H

COTAS EN METROS

II PROYECTO: EDIFICIO ALTAMIRANO PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

III ALIANCE: Hernández Martínez Yull

II PLANO:

II TÍTULO DE PLANO: PLANTA PRIMER NIVEL

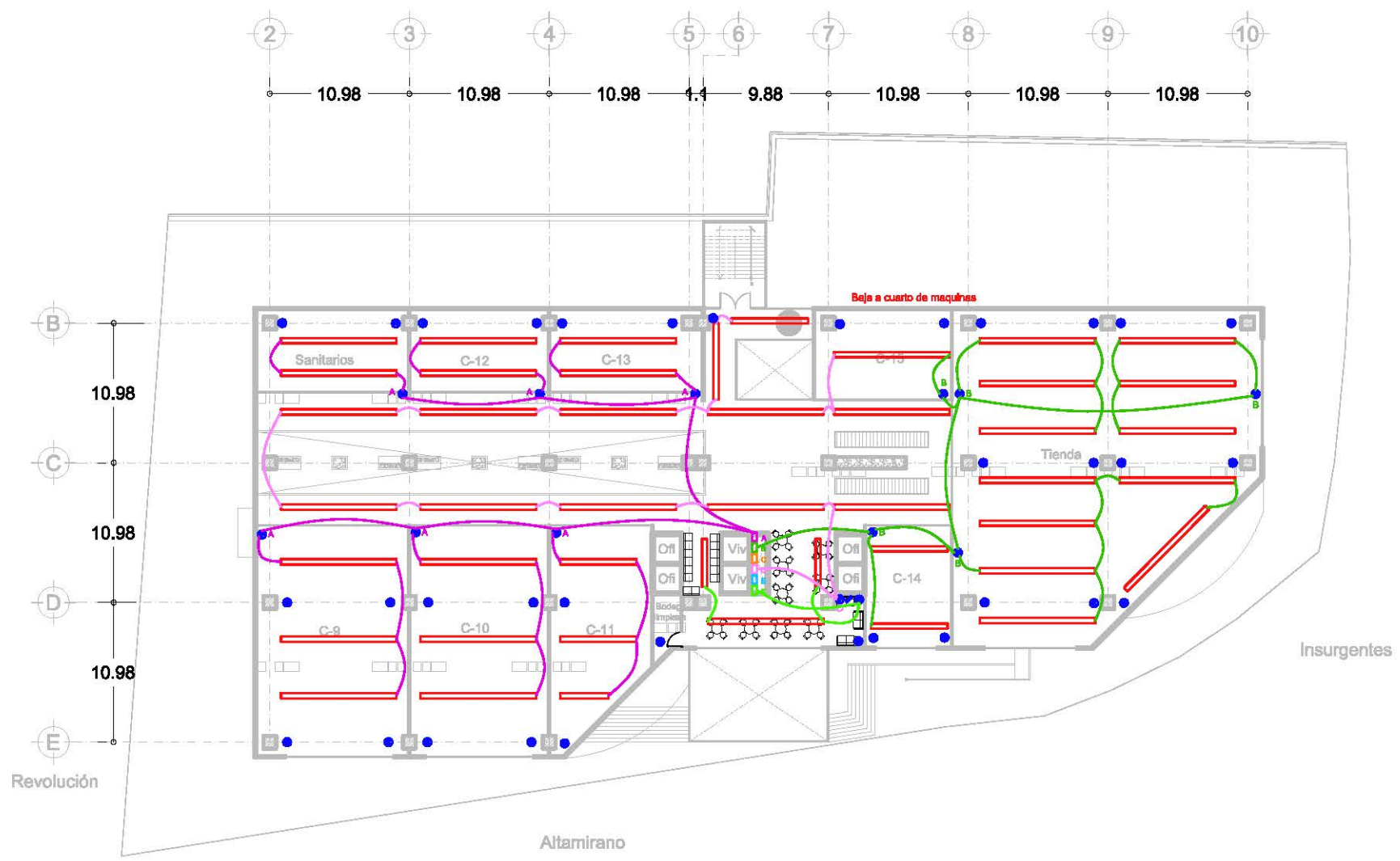
II FECHA: JUNIO DE 2000

II ESCALA: 1:325

II ESCALA GRAFICA: [Escala gráfica]

II PLANO: IE-06

II NORTE: [Compass rose]



PLANTA PRIMER NIVEL. Comercios  
N.P.T. +6.60m



UNAM

# UBICACIÓN DE LOCALIZACIÓN:

# DÓNDE ENQUADRADO:

# MEMORIA Y NOTAS:

**ALUMBRADO**

- Luminaria de plafón
- Luminaria de piso
- Lámpera fluorescente

Apagador

Contacto

**TABLEROS**

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G
- H

**CABLEADO CIRCUITOS**

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G
- H

COTAS EN METROS

# PROYECTO:

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

# ALUMNO:

Hernández Martínez Yull

# PLANO:

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

# TÍTULO DE PLANO:

OFICINAS

# FECH: Junio de 2007

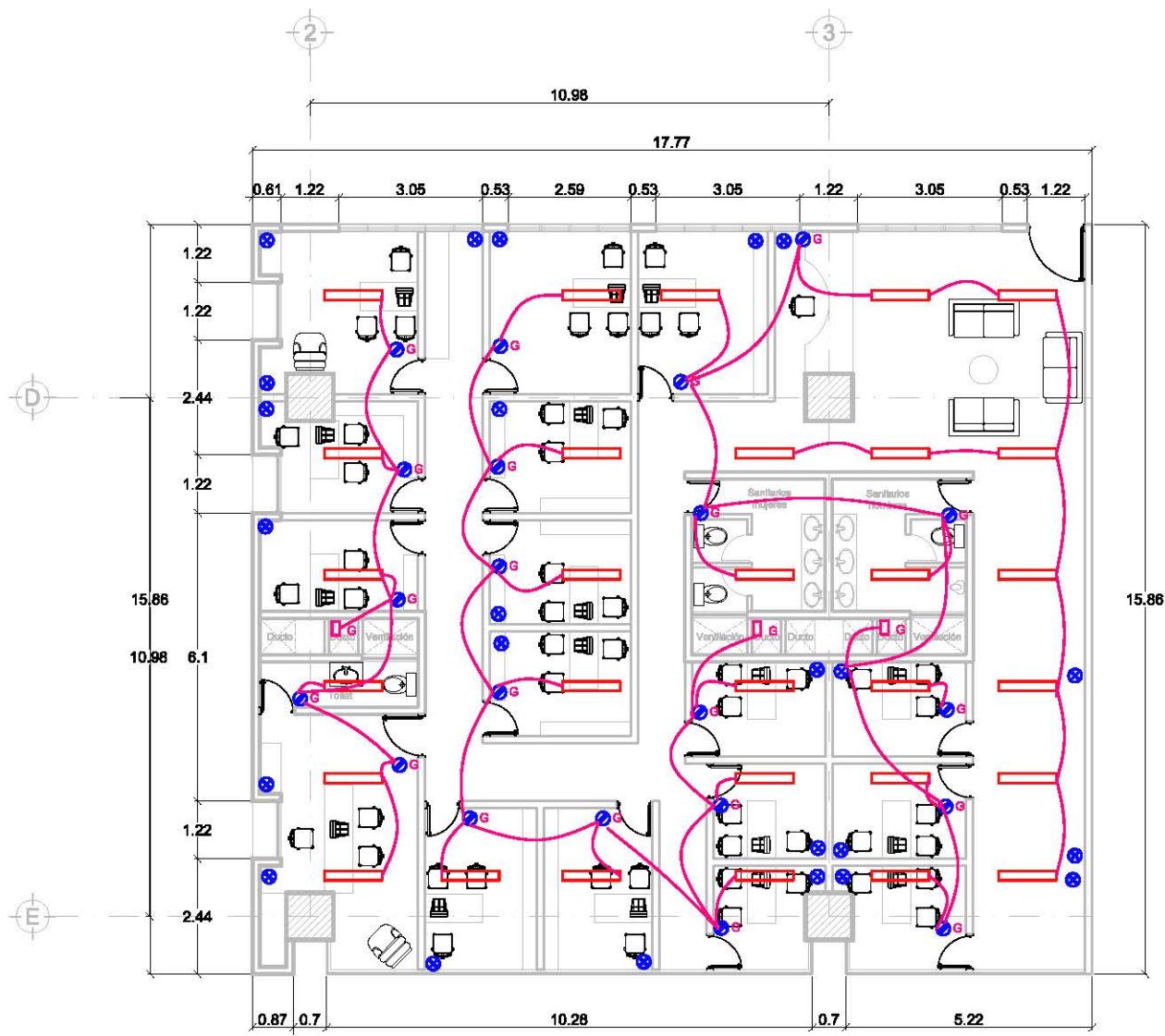
# ESCALA: 1:100

# ESCALA GRÁFICA:

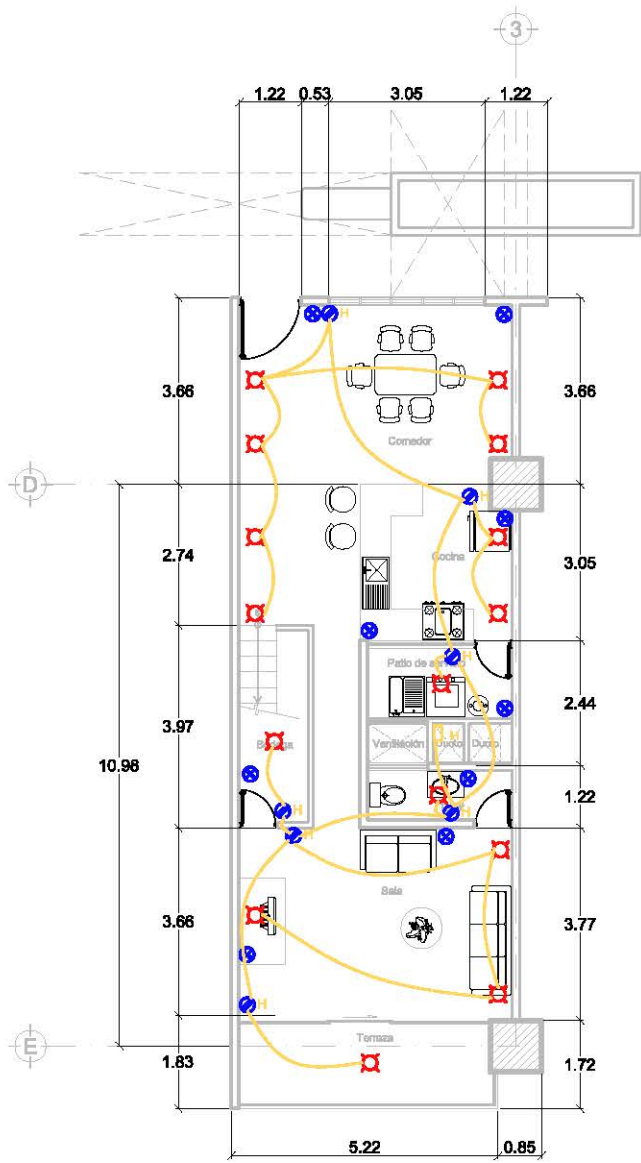
# PLANES:

IE-07

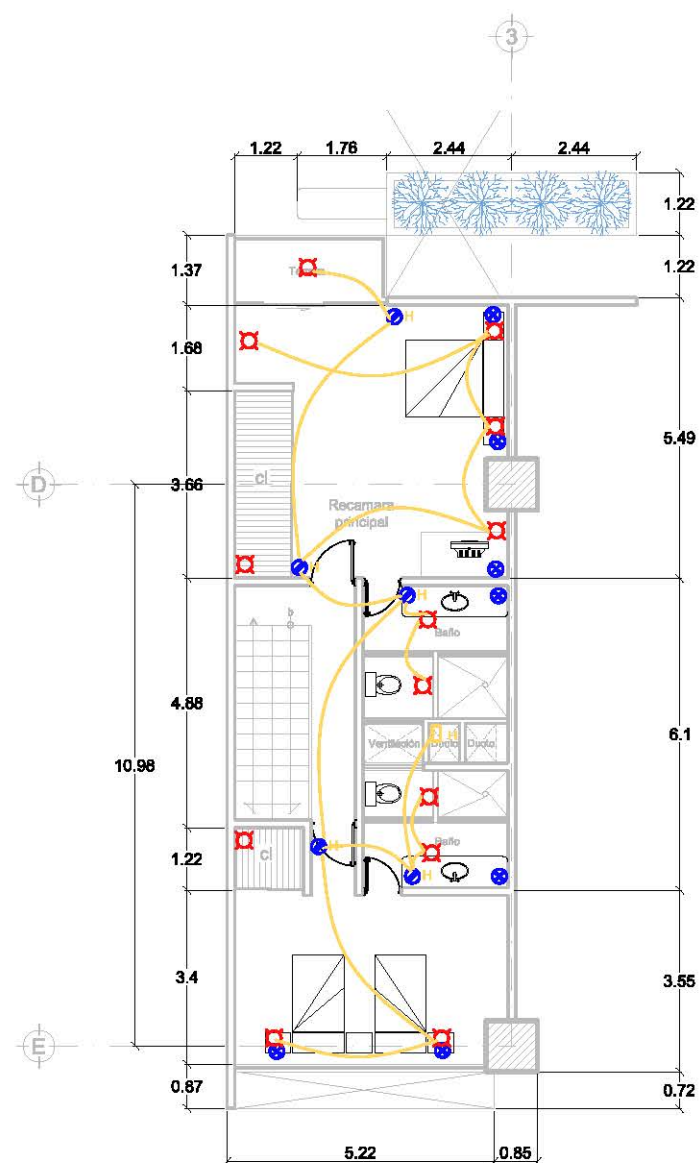
# NORTE:



PLANTA TIPO OFICINAS



DEPARTAMENTO TIPO 1  
PLANTA BAJA



DEPARTAMENTO TIPO 1  
PLANTA ALTA



UNAM

# UNIDADES DE LOCALIZACION:



# DONDE ENCONTRARLO:



# SIMBOLOGIA Y NOTAS:

**ALUMBRADO**

- Luminaria de plafond
- Luminaria de piso
- Lámpera fluorescente

**Apagador**

Apagador

**Contacto**

Contacto

<p><b>TABLEROS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> A</li> <li> B</li> <li> C</li> <li> D</li> <li> E</li> <li> F</li> <li> G</li> <li> H</li> </ul>	<p><b>CABLEADO CIRCUITOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> A</li> <li> B</li> <li> C</li> <li> D</li> <li> E</li> <li> F</li> <li> G</li> <li> H</li> </ul>
---	---

COTAS EN METROS  
COTAS EN METROS

# PROYECTO:

EDIFICIO ALTAMIRANO  
PREFABRICADO DE USOS MIXTOS

# ALUMNO:

Hernández Martínez Yull

# PLANO:

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

# TÍTULO DE PLANO:

DEPARTAMENTOS

# FECH:	Junio de 2007	# ESCALA:	1:100
---------	---------------	-----------	-------

# ESCALA GRÁFICA:



# PLANES:	# NORTE:
IE-08	

## 2.11 COSTO DE LA EDIFICACIÓN

### 2.11.1 COSTO DEL EDIFICIO

Costo de la estructura de acuerdo a datos proporcionados por SEPSA, del día 5 de mayo de 2006, tomando como edificio análogo el Metrópolis Patriotismo, por la similitud de género de edificio, tipo de estructura, y secciones de la misma.

Elementos prefabricados	Columnas	\$1,418.00	por m2
	Trabes portantes		
	Trabes de rigidez		
	Losa alveolar		
Trabajo en obra	Acero negativo	\$310.00	por m2
	Empotre de columnas		
	Conexiones		
Firmes		50.00 \$	por m2
<b>Total</b>		<b>1,778.00 \$</b>	<b>por m2</b>

El costo de la estructura es:

$$39,857.00 \text{ m}^2 \times \$1,778.00 \text{ por m}^2 = \$70,865,746.00$$

A este costo debemos agregar el costo de las conexiones de columna a columna.

\$1,000.00 por conexión

29 columnas X 3 conexiones por columna = 87 conexiones

$$87 \text{ conexiones} \times \$1,000.00 = \$87,000.00$$

Estructura	\$78,865,746.00
Conexión columna-columna	\$87,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$79,952,746.00</b>

El costo de la estructura por m2 es:

$$\$79,952,746.00 / 39,857.00 \text{ m}^2 = \$1,780.00$$

La estructura representa el 30% del costo total de la obra, por lo que:

$$\begin{aligned} \$79,952,746.00 &= 30\% \\ ? &= 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? &= (\$79,952,746.00 \times 100\%) / 30\% \\ &= \mathbf{\$266,509,153.00} \text{ es el costo total de la obra} \end{aligned}$$

ELEMENTO	%	COSTO				
Cimentación	10%	\$23,650,915.30				
Superestructura	30%	\$70,952,746.00				
Instalaciones	25%	\$59,127,288.25	Hidrosanitaria	32%	=	\$18,920,732.24
			Eléctrica	48%	=	\$28,381,098.36
			Aire Acond.	20%	=	\$11,825,457.65
Acabados	12%	\$28,381,098.36	Vestíbulos, núcleos y escaleras			
Complementos	23%	\$54,397,105.19	Ventanearía y fachadas	75%	=	\$40,797,828.89
			Puertas y lambrines	15%	=	\$8,159,565.78
			Jardinería ornato y señalización	10%	=	\$5,439,710.52
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>\$236,509,153.00</b>				

Los honorarios representan el 12% del costo total de la obra:

$(\$236,509,153.00 \times 12\%) / 100\%$

= **\$28,381,098.36**

De los cuales:

ELEMENTO	%	COSTO
Licencias, permisos, asesorías, seguros	16.50%	\$4,682,981.00
Utilidad directa	67.00%	\$19,015,336.11
Gastos de obra	16.50%	\$4,682,981.00
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>\$28,381,098.36</b>

El mantenimiento representa el 2% del costo total de la obra:

$(\$236,509,153.00 \times 2\%) / 100\%$

= **\$4,730,183.06**

De los cuales:

ELEMENTO	%	COSTO
Instalaciones	70%	\$3,311,128.14
Limpieza	10%	\$473,018.00
Acabados	20%	\$946,036.61
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>\$4,730,183.06</b>

Hasta el momento el costo total del edificio es de:

Obra	\$236,509,153.00
Honorarios	\$28,381,098.36
Mantenimiento	\$4,730,183.06
<b>TOTAL</b>	<b>\$269,620,043.40</b>

El costo por m2 del edificio es:

$$\mathbf{\$269,620,043.40} / 39,857.00 \text{ m}^2 = \mathbf{\$6,765.60}$$

## 2.11.2 HONORARIOS DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

La formula para calcular los honorarios del proyecto arquitectónico es:

$$\mathbf{H = [(S)(C)(F)(I) / 100] (K)}$$

Donde:

**H** – Importe de los honorarios en moneda nacional

**S** – Superficie total para construir en metros cuadrados

**C** – Costo unitario estimado para la construcción en \$ / m<sup>2</sup>

**F** – Factor para la superficie a construir

**I** – Factor inflacionario

**K** – Factor correspondiente a cada uno de los componentes arquitectónicos

Según el proyecto se tienen los siguientes datos:

**H** – ?

**S** – 39,857.00 m<sup>2</sup>

**C** – \$ 6,765.60 / m<sup>2</sup>

**F** – 0.73

**I** – 1.00

**K** – 4.000 para FF (Funcional y Formal)

0.885 para CE (Cimentación y Estructura)

### Honorarios Funcional y Formal

$$H = [(39,857.00 \text{ m}^2)( \$ 6,765.60 / \text{m}^2)( 0.73)( 1.00) / 100] (4.000)$$

$$\mathbf{H = \$ 7'873,970.36}$$

### Honorarios Cimentación y Estructura

$$H = [(39,857.00 \text{ m}^2)( \$ 6,765.60 / \text{m}^2)( 0.73)( 1.00) / 100] (0.885)$$

$$\mathbf{H = \$ 1'742,115.94}$$

### TOTAL

$$\mathbf{H = \$ 9'616,086.30}$$

### 2.11.3 COMPARATIVO DE COSTOS

A continuación se presenta una tabla con los costos por m<sup>2</sup> de edificios de departamentos construidos con diferentes tipos de estructuras comparándolos con la estructura prefabricada propuesta.

NOMBRE	TIPO DE ESTRUCTURA	COSTO/m <sup>2</sup>
Altamirano	Prefabricada concreto	\$6,765.00
Reforma 222	Acero	\$15,000.00
Maralinda Diamante	Mixta (Concreto armado y acero)	\$10,000.00
Polanco	Concreto armado	\$8,500

Con esto se observa que la edificación en base a elementos prefabricados es más barata que las otras edificaciones.

### COMPARATIVO DE TIEMPOS

ELEMENTO	TIPO DE ESTRUCTURA	PROCEDIMIENTO	TIEMPO PROMEDIO (1 cuadrilla)
Columna	Concreto armado	Armado y habilitado de acero, cimbra, colado descimbrado, curado	1.5 - 2 días por ml
	Acero	Montaje, conexión a cimentación, plomeado	2 – 3 hrs.
	Concreto prefabricado	Montaje, conexión a cimentación, plomeado	3 hrs.
Trabe	Concreto armado	Armado y habilitado de acero, cimbra, colado descimbrado, curado	2 – 2.5 días por ml
	Acero	Montaje	20 min.
	Concreto prefabricado	Montaje	20 min.
Losa	Losa plana	Armado y habilitado de acero, cimbra, colado descimbrado, curado	0.5 – 1 día por m <sup>2</sup>
	Losacero	Colocación de losacero, colocación y soldado de pernos, armado y habilitado de malla, cimbra, colado, descimbrado, curado	0.5 – 1.5 día por m <sup>2</sup>
	Vigueta y bovedilla	Colocación de vigueta y bovedilla, cimbra, armado y habilitado de malla, colado, descimbrado, curado	0.5 día por m <sup>2</sup>
	Alveolar	Colocación de losa	10 min.
Pisos	Colocación de pisos	Firme de nivelación, pegado de pisos, lechada	1 hora por m <sup>2</sup>
	Integrados	----	nada
Muros	Mampostería	Pegado de mampostería, acabado	
	Concreto armado	Armado y habilitado de acero, cimbra, colado descimbrado, curado	2 – 2.5 días por m <sup>2</sup>
	Prefabricados	Montaje	20 min.

---

## 3. CONCLUSIONES

### 3.1 VENTAJAS

Intentemos elaborar una lista de las principales ventajas que aportan la industrialización y la prefabricación al desarrollo de la arquitectura y la construcción:

1. La posibilidad de una producción masiva, en base a los principios de repetividad y de fabricación en serie.
2. Una reducción notable en el tiempo de ejecución de las obras.
3. La elevación de la calidad de la construcción, ya que la industrialización impone un estricto control de calidad que sólo se logra en la fábrica.
4. La reducción a la larga de los costos de la construcción, una vez que se amortizan las inversiones (como bien es sabido, el costo de la mano de obra es el que tiene el más alto índice de crecimiento).
5. Una mejoría en las condiciones humanas y sociales del obrero de la construcción. Su trabajo se vuelve más seguro, lo realiza protegido de la intemperie, sus horarios son controlados de manera más regular y legal, hay una demanda más estable del trabajo, evitándose así los empleos temporales o intermitentes.
6. Se logra una continuidad más eficiente de la producción, independientemente del mal tiempo y otros factores.
7. Permite una mayor racionalización en la organización y administración de la construcción, optimizándose los ritmos de trabajo y los recursos técnicos, económicos y humanos.
8. Permite el logro de un enfoque global o integral de todo el proceso de la construcción e inserta al arquitecto de manera más decisiva y universal dentro de este proceso.
9. Imparte orden y disciplina a la edificación, evitándose el caos y la confusión que privan en el urbanismo de hoy.
10. Contribuye al desenvolvimiento económico e industrial de las naciones, creando nuevas fuentes de trabajo, desarrollando el nivel tecnológico (se propicia así el abandono del estado de sub-desarrollo que caracteriza a muchos países) e

impulsando el comercio internacional (apoyándose éste en principios de normalización).

11. Brinda a los gobiernos la oportunidad de llevar a cabo, de manera eficiente, amplios programas de contenido social, que son difíciles de llevar a cabo mediante procesos convencionales.
12. Se obtiene un mayor nivel de limpieza en el lugar de la obra.
13. Se logra un ahorro total o parcial de obra falsa.
14. Se obtienen acabados aparentes de buena calidad directamente en la fábrica.
15. Permite frecuentemente la desmontabilidad y flexibilidad de partes estructurales o no estructurales, si es que así se desea.
16. Mejor comportamiento ante cargas de servicio por el control del agrietamiento y la deflexión.
17. Permite el **uso óptimo** de materiales de alta resistencia.
18. Se obtienen elementos más **eficientes y esbeltos**, con menos empleo de material.
19. La **producción en serie** en plantas permite mayor control de calidad y abatimiento de costos.
20. **Mayor rapidez de construcción** al atacarse al mismo tiempo varios frentes o construirse simultáneamente distintas partes de la estructura; esto en general conlleva importantes ventajas económicas en un análisis financiero completo.
21. Si el proyecto nace desde el principio con la idea de la prefabricación, y se modula tomando en cuenta las dimensiones de los elementos existentes en el mercado, se crea un orden y los desperdicios de material son menores.
22. No se trata de tener un elemento que sea prefabricado al 100%, porque entonces se producirían edificaciones en serie totalmente iguales, se trata de utilizar elementos prefabricados que armen como un rompecabezas nuestra idea y que nos den una cantidad infinita de opciones para el resultado final del edificio.
23. Al precomprimir el concreto se logra que el material de toda la sección de un miembro sometido a flexión y cortante participe aportando resistencia para niveles de carga de servicio, al contrario de lo que sucede con los miembros de concreto reforzado, al estar una parte de la sección agrietada no participa en la resistencia pero si en la carga muerta.



### 3.2 DESVENTAJAS

Intentemos elaborar una lista de las principales desventajas que existen en la industrialización y la prefabricación:

1. La falta de coordinación en el transporte de los elementos prefabricados pueden encarecer el montaje.
2. Un alto costo en la inversión inicial.
3. Se requiere también de un diseño relativamente especializado de conexiones, uniones y apoyos.
4. Se debe planear y ejecutar cuidadosamente el proceso constructivo, sobre todo en las etapas de montaje y colados en sitio.
5. Se requiere un conocimiento de los elementos prefabricados si se quiere que el proyecto nazca prefabricado. En las escuelas este conocimiento es muy superficial, y espero que la investigación y el edificio proyectado con elementos prefabricados sirva a alguien más, despierte curiosidad de que existen otras opciones, y este punto ya no sea una desventaja, y que se convierta en una ventaja.
6. Las conexiones son un punto débil en estas estructuras ya que se pierde la continuidad.
7. En estructuras muy irregulares el prefabricado no es una gran opción.

### 3.3 CONCLUSIONES FINALES

La utilización de los elementos prefabricados no es nueva, ha existido desde que el hombre sistematizó su forma de construir. La utilización de la tecnología en los prefabricados proviene de la industrialización, esto permite desarrollar gran cantidad de elementos iguales que darán forma a un elemento de mayor dimensión.

Los prefabricados son un rompecabezas que el arquitecto puede armar y darle cada vez una forma e intención diferentes, ya que las combinaciones son tantas como ideas en el universo.

La falta de conocimiento de los prefabricados que proviene desde la enseñanza y la falta de interés de los arquitectos por las estructuras provee la limitante mayor para la utilización de estos elementos. Es necesario por lo tanto tomar más en serio la enseñanza de estos en las escuela de arquitectura.

Si bien, el costo inicial de la prefabricación es alto puesto que el inversionista debe desembolsar la casi totalidad del costo de los elementos desde un principio, lo que parecía muy caro, con la reducción de tiempos se abaten costos en mano de obra e intereses de los bancos, permitiendo terminar la obra en un menor tiempo y recuperar más rápido la inversión.

Con la realización de este documento pude darme cuenta de la gran cantidad de elementos que existen mismos que dan una amplia variedad de posibilidades a las edificaciones, creyendo que si se realizaba un edificio que se proyectará desde un inicio como prefabricado podría hacerse 100% prefabricado.

Esto no funcionó como se proponía, ya que aunque se proyecte un edificio pensándolo totalmente prefabricado, la arquitectura es tan versátil que de pronto no es posible (desperdicios, costos) tener el 100% de elementos prefabricados.

Se tienen volados, pequeños espacios, la cimentación, que no son recomendables prefabricarlos.

El prefabricado es una gran opción arquitectónica, rápida, de buen costo, excelente calidad que puede tomar ayuda de otros sistemas constructivos para hacer de las edificaciones elementos de calidad, costo accesible y estética.

---

## 4. BIBLIOGRAFÍA

- ◆ Reglamento de construcciones del Distrito Federal.
- ◆ Normas Técnicas Complementarias
- ◆ Aranceles de los Servicios Profesionales de Arquitectura, 2002, Colegio de Arquitectos de la Ciudad de México, A.C.
- ◆ Manual de Diseño de Estructuras Prefabricadas y Presforzadas, ANIPPAC, México, 2002
- ◆ Vázquez Vera Alejandro, La evolución de la construcción en México, como consecuencia del sismo de 1985, Fundación ICA, México, 1997.
- ◆ Ceballos Lascuráin Héctor, La prefabricación y la vivienda en México, México, 1975.
- ◆ Millar Myron, Industrialized Housing, Copenhagen, 1970
- ◆ Cornejo Escobar Francisco, Prefabricados en la Edificación, Conferencia, 1994
- ◆ J. G. Richardson, Productos Prefabricados de Concreto, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, México, 1981
- ◆ Ortiz Bonet Ángel, Las estructuras prefabricadas ante la acción sísmica
- ◆ Burón Manuel, Estructuras prefabricadas en zonas sísmicas, España, 2003
- ◆ Rosmalen Cansen Jan Van, Prefabricación e industrialización en la industria de la construcción, Conferencia UNAM, México, 1997
- ◆ Ríos Berrazueta Víctor, Sistema de prefabricación de edificios PREDIF, Conferencia
- ◆ Posada Cárdenas María Ángela, Otra visión en el uso de sistemas prefabricados, Construcción
- ◆ Los prefabricados ganan terreno, Construcción y Tecnología, No. 207, México, agosto 2005

- ◆ Los prefabricados y las conexiones, Construcción y Tecnología, No. 206, México, julio 2005
- ◆ Reyes Bojorges Fabiola, El esfuerzo previo vale la pena, Obras, julio, 2001
- ◆ Obregón Rubén, Prefabricación y Presfuerzo, Obras
- ◆ Gutiérrez López Alberto, El concreto en la prefabricación, Expresión Urbana, Edición 50, Acapulco Guerrero, 2005
- ◆ Walter Mike, Arquitectura Prefabricada, Concrete, 1993
- ◆ Cortés Pablo, Proyecto arquitectónico de vivienda prefabricada
- ◆ Dolores J., (2005), "**Edificios de usos mixtos, La sinergia de la mezcla afortunada**", Habitat, Num. 05, México, agosto, (pp. 120-130).
- ◆ Catalogo de elementos prefabricados, ANIPPAC
- ◆ Catálogos de ITISA
- ◆ Catálogos de PRETECSA
- ◆ Catálogos de SEPSA
- ◆ Catálogos de PRETENCRETO