

00164

4  
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

PREFABRICACION A PIE DE OBRA.  
UNA SOLUCION EN LA CONSTRUCCION MASIVA.

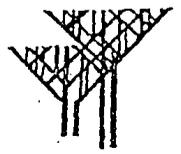
Tesis que presenta  
Rafael Sámano Ibáñez  
para obtener el grado de  
Maestría en Arquitectura - Tecnología.

1994.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA





Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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 Samano's:

Rafael Manuel,

Alejandro José y

Tania Margarita

A Margarita Palacios Sierra.

## RECONOCIMIENTOS:

A mis queridos ALUMNOS universitarios de quienes tanto aprendí a lo largo de treinta y cinco años.

a mis MAESTROS, sembradores de la semilla del saber y del tesón para adquirir el conocimiento científico y artístico:

Arg. Honorato Carrasco Navarrete (en ausencia), Profesor Emérito, amigo generoso, consejero siempre vivo.

Dr. Alvaro Sánchez González, incomparable maestro, destacado profesional.

M. en Arq. Xavier Cortés Rocha, especial amigo y jefe, cuya confianza me ligó para siempre a la educación continua.

Dr. Jesús Aguirre Cárdenas, por sus fructíferas observaciones durante mi desarrollo profesional y universitario.

M. en Arq. Francisco Reyna Gómez, por su dirección y atinados señalamientos durante la realización de este trabajo.

A mi familia, la cual me ha apoyado siempre en mis aventuras intelectuales y de trabajo profesional y político.

A la señora Martha Hernández de Lozano por su eficiencia durante la elaboración de este documento .

Cuernavaca, Primavera de 1994.

PREFABRICACION A PIE DE OBRA.  
UNA SOLUCION EN LA CONSTRUCCION MASIVA.

I N D I C E .

1.	PRESENTACION Y MARCO DE REFERENCIA	1
1.1	La construcción en México. Su realidad ante el problema de la modernización. Su rezago ante las nuevas tecnologías.	5
1.2	Sobre la necesidad de crear un trabajo estable, disminuir la eventualidad y propiciar la continuidad de los programas constructivos.	8
1.3	El crecimiento demográfico y la construcción masiva.	10
1.4	La necesidad de la tipificación. Relaciones entre el diseño urbano y el arquitectónico en la construcción.	12
1.5	El requisito de la coordinación modular,	14
1.6	Objetivos de esta investigación.	17
1.7	Una propuesta flexible con opciones varias.	19
2.	ANTECEDENTES DE PREFABRICACION Y ORGANIZACION DE OBRAS CONSTRUIDAS EN FORMA MASIVA.	21
2.1	Sumer y Babilonia. Adobes, tabique y mosaicos. Las bibliotecas.	23
2.2	Egipto. Su grandiosa monumentalidad. Pirámides y necrópolis.	29
2.3	Grecia en el siglo de Pericles. Ciudades, templos y esculturas.	34
2.4	Los mayas y su medio natural. Tabique, estuco y piedra.	39

3.	LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN MEXICO. SU EVOLUCION HACIA LA PREFABRICACION APLICADA.	41
3.1	Ejemplos en México de diseño, prefabricación y organización en las obras.	43
3.2	Sistemas constructivos tradicionales.	47
3.3	Sistemas tradicionales evolucionados.	51
3.4	Sistemas evolucionados mecanizados.	55
3.5	Sistemas mixtos con prefabricación aplicada.	59
3.6	Sistemas constructivos integrales patentados.	63
3.7	Construcción a base de grandes paneles y grandes bloques prefabricados.	65
3.8	Uso de la madera en la construcción masiva. Otros materiales.	67
3.9	Conclusiones.	72
4.	EL IMPACTO DEL DISEÑO URBANO Y ARQUITECTONICO EN LA CONSTRUCCION MASIVA.	75
4.1	Factores a ponderar en la toma de decisiones para seleccionar el sistema a diseñar, que sea óptimo en la construcción masiva.	75
4.1.1	Mano de obra y salarios.	76
4.1.2	Materiales e insumo en general.	77
4.1.3	Herramienta y equipos.	78
4.1.4	Transporte y estiba. Montajes.	80
4.1.5	Efectos en la ecología.	83
4.1.6	Conclusiones.	84

4.2	Diseño Urbano.	86
4.2.1	Acerca del plan maestro. Crecimiento futuro.	87
4.2.2	Factibilidad de servicios.	88
4.2.3	Coordinación, programación y control de la obra de urbanización. Normatividad.	89
4.3	Diseño Arquitectónico - Industrial. adecuado a la construcción masiva.	92
4.3.1	Diseño de los anteproyectos a multiplicar.	93
4.3.2	Selección de alternativas, con industriales.	94
4.3.3	Desarrollo del proyecto ejecutivo-industrial.	95
4.3.4	Coordinación, programación y control de la obra de edificación.	96
4.3.5	Construcción de módulos tipo.	98
LA PREFABRICACION A PIE DE OBRA, COMO OBJETIVO.		101
5.1	Explicación del sistema, Capacitación.	101
5.2	El proceso industrial en obra. El Combinado	104
5.2.1	Línea Uno. Fabricación con insumos pétreos.	106
5.2.2	Línea Dos. Ensamble de arneses de instalaciones.	106
5.2.3	Línea Tres. Herrería, aluminio y vidrio.	108
5.2.4	Línea Cuatro. Carpintería, cerrajería, pintura y varios.	109
5.3	Control de insumos.	113
5.3.1	Insumos pétreos.	113
5.3.2	Aglutinantes y cementantes. Agua.	114

5.3.3	Productos semielaborados y terminados.	114
5.3.4	Insumos metálicos y mixtos.	116
5.3.5	Materiales de origen vegetal y sintéticos.	117
5.4	Control del proceso industrial en obra.	122
5.4.1	Fabricación en la línea uno.	123
5.4.2	Ensamblés en la línea dos.	124
5.4.3	Control del proceso en líneas tres y cuatro.	126
5.4.4	Equipamiento y normas de higiene, seguridad y medio ambiente.	127
6.	ESTIBA, TRANSPORTE Y MONTAJE. PRODUCTO FINAL.	129
6.1	Estiba y almacenamiento.	129
6.2	Transporte.	133
6.3	Montaje y ensamble.	135
6.4	El producto terminado. El espacio final.	137
6.4.1	Acabados en los elementos y en el producto.	137
6.4.2	El espacio final.	138
7.	EVALUACION DEL COMBINADO INDUSTRIAL Y DEL PRODUCTO,	141
7.1	Evaluación de aspectos municipales y urbanos.	143
7.2	Evaluación de la edificación.	145
7.3	Conclusiones de carácter iterativo.	147
7.4	Conclusiones sobre los objetivos iniciales.	150
7.5	Sobre las incidencias del tratado de libre comercio	153
7.6	Hacia una fábrica móvil.	155
8.	BIBLIOGRAFIA	157

## 1. PRESENTACION Y MARCO DE REFERENCIA.

La Universidad Nacional Autónoma de México es el crisol en el que se forjan los profesionales que han tomado y tomarán las decisiones más importantes para el desarrollo de América Latina y especialmente de México. Estudiantes de todas las latitudes de nuestro continente hispano parlante pasan los años más importantes de su preparación académica, en nuestra Universidad y regresan a sus países para ejercer las distintas profesiones, con la mayor capacidad y el más claro sentido social.

La participación en la satisfacción de las necesidades que nuestros pueblos expresan, es un compromiso de aquéllos que hemos participado de la educación superior a nivel de posgrado, en beneficio de ese gran sector social demandante. Una de las necesidades expresadas reiteradamente por el sector social en nuestros países, compete directamente con la intervención de los especialistas en las diferentes áreas de la construcción. Esta demanda es un complejo mosaico en el que forman parte los siguientes aspectos:

- El trabajo. El cambio del trabajo en las empresas constructoras, para pasar del rango de la eventualidad e inseguridad, al trabajo de base, con continuidad, seguridad y mejor salario.

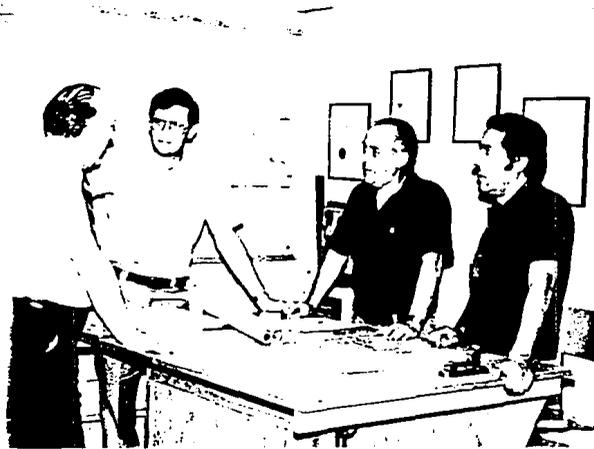


**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**



*Facultad de Arquitectura*





- La capacitación. El mejoramiento del nivel académico, de adiestramiento y capacitación de los recursos humanos, que se hace imperioso para lograr el objetivo de un trabajo estable.
- La modernización. La introducción de nuevas tecnologías, básicamente de origen nacional y el cambio de mentalidad de empresarios, empleados, trabajadores y propietarios hacia un proceso de modernización en la construcción y
- La continuidad. Todo esfuerzo que convoque la consecución de los aspectos anteriores, estará íntimamente relacionado con una demanda equilibrada y constante, proveniente de un sistema socioeconómico de desarrollo continuado, que proponga los recursos para la construcción de un país más justo, más seguro y más democrático.

Dentro de este horizonte tan amplio de demandas sociales relativas a la salud, la alimentación, la vivienda, la educación, el trabajo y el descanso, como beneficiario de la formación profesional recibida en nuestra Universidad, pretendo a través de esta tesis para obtener el grado de Maestro en Arquitectura, plantear una serie de reflexiones sobre la realidad histórica de la construcción en los aspectos motivo de la tesis, la síntesis de esa realidad en México y la concepción de un sistema realista, aplicable a nuestro país, para aumentar la eficiencia del trabajo profesional en nues-

tras empresas constructoras que a nivel micro y medio presentan una enorme resistencia al cambio, indiferencia respecto a la capacitación continua y una desvinculación de los sistemas de autoridad entre diseñadores, contratistas, supervisores, trabajadores, proveedores y operadores de las obras producidas.

El costo social de esta desvinculación resulta inadmisibles ante el advenimiento en el siglo XXI, tiempo en el cual sobrevivirán únicamente los más aptos, los mejor organizados y los más justos.

El tema de la relación entre la prefabricación y la producción masiva de espacios urbanos y arquitectónicos lo trataré a lo largo de esta tesis, con la intención de aportar las experiencias y difundir los resultados que hemos obtenido, en un esfuerzo limitado por hacer más justo y más eficiente el proceso de diseño, construcción y mantenimiento de esos espacios, en beneficio de los usuarios y de las empresas constructoras que participen en el proceso.

Quiero resaltar el que este esfuerzo, es el resultado de la etapa inicial de una investigación que pretende ir descubriendo y poniendo en práctica las diferentes etapas del proceso de construcción masiva, siempre tratando de llegar a proponer el concepto que, con base en el conocimiento de la producción industrial, adaptada a.





Nueva ciudad residencial en Bucarest



Bloque de viviendas de 19 plantas. en Wolfsburg

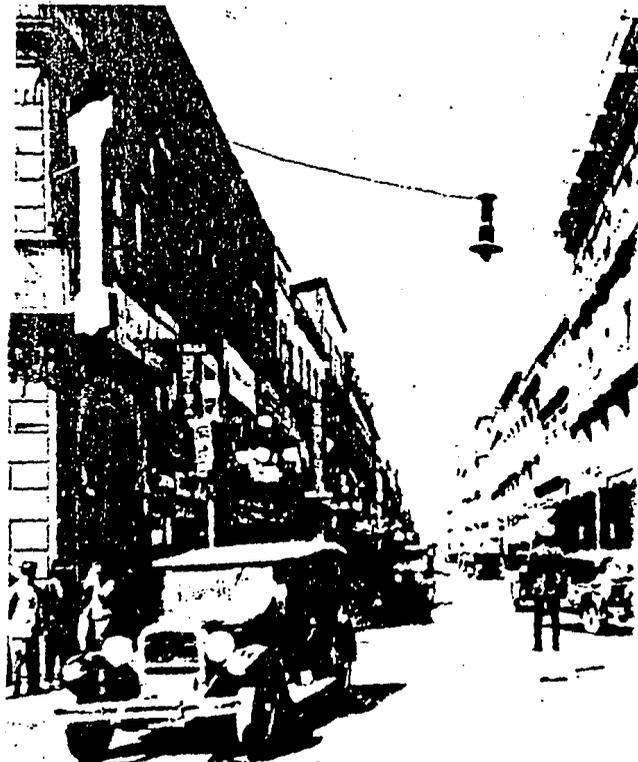
las empresas constructoras, permita establecer lo que denomino la "fábrica móvil", objetivo que trataré de alcanzar en una etapa subsecuente, en la continuidad de esta investigación, en el nivel del doctorado.

En el contexto de la construcción masiva, como más adelante observaremos en diferentes temas, no es frecuente la obtención del número de horas-hombre invertidas en la construcción de una obra determinada, ni el uso de los parámetros de horas-hombre por especialidad y de materiales e insumos utilizados, por conceptos. Será indispensable llevar a cabo los controles que nos permitan conocer estas variables, verificando a lo largo del proceso constructivo, el impacto que la aplicación de los procesos racionalizados en la construcción, tengan en la inversión de horas-hombre por unidad producida, por especialidad, así como de los materiales utilizados en cada especialidad.

Si hablamos de racionalización, el impacto se manifestará en una mayor productividad y en consecuencia, en una reducción paulatina del número de horas-hombre invertidas. Los insumos y materiales utilizados, serán siempre menores, por su utilización de una manera racional, aunque su ahorro es menos evidente.

1.1 LA CONSTRUCCION EN MEXICO. Su realidad ante el problema de la modernización. Su rezago ante las nuevas tecnologías.

Para hablar de la construcción en México, disciplina del conocimiento que exporta su experiencia a otros países del mundo, a través de las macroempresas formadas en los últimos cuarenta años, y que por otro lado atestigua la desaparición de un gran número de micro y medianas empresas, que luchan por sobrevivir en un mercado inestable y de bajo rendimiento, hace necesario poner en claro que hay dos universos en lo que conocemos como industria de la construcción. La construcción la realizan empresas constructoras, con productos provenientes de las industrias de la construcción. La problemática, los beneficios, la productividad y las realidades en estos dos ámbitos son absolutamente distintas. Las industrias del acero, el cemento, vidrio, madera, eléctrica, mecánica, del cobre, etc., están ajenas a la problemáticas de las empresas constructoras y siendo la relación de arquitectos, ingenieros y constructores, mucho más estrecha y dependiente de las empresas constructoras, trataré en esta tesis, algunos aspectos que propicien el cambio de actitud ante el problema de la modernización y la evidencia de la necesidad de la capacitación en todos los niveles, así como la urgencia de la coordinación entre diseñadores, fabricantes, financieros



ros y constructores, para optimizar el resultado del proceso constructivo.

El rezago con el que apareció en México la revolución industrial, la dependencia económica hacia los capitales extranjeros y el acendrado malinchismo de los estratos sociales superiores de nuestro país, fomentados por la protección brindada por el gobierno a los comerciantes e industriales, acaudalados durante el proceso de consolidación de los regímenes revolucionarios, ha dado por resultado un completo desinterés por el establecimiento de una tecnología de la construcción, netamente mexicana, lo que propicia una continua dependencia hacia las tecnologías extranjeras que en muchos casos son de aplicación dudosa en nuestro país. Existe una ausencia de educación continua en nuestros medios directivos y la indiferencia hacia la capacitación de mandos medios y elementales es evidente. Nuevamente, esta tesis pretende mostrar de manera evidente, los grandes beneficios que pueden lograr las empresas constructoras medianas y pequeñas, en un proceso sencillo de modernización y organización, fomentando el desarrollo de las tecnologías locales.

Para evidenciar la falta de coordinación, mencionaré que de las 400,000 viviendas nuevas que requiere anualmente el país para los dos millones de nuevos mexicanos, cada año, más de la mitad de ellas, las realiza el pue-



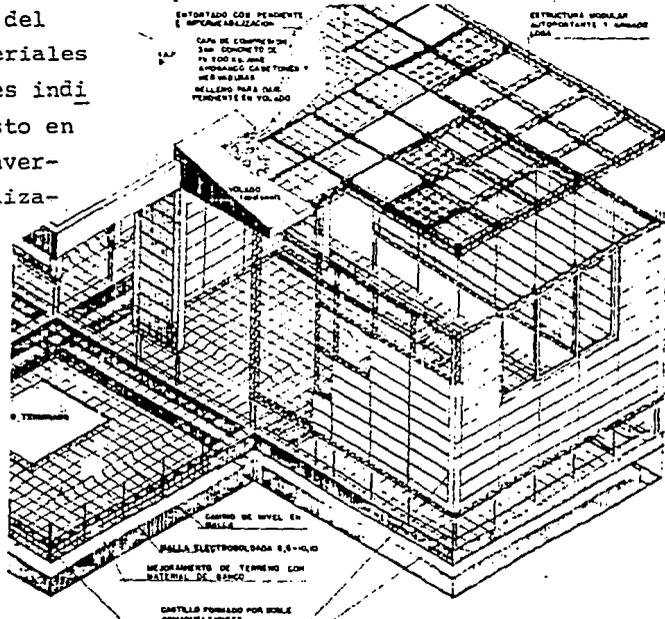
blo de México sin apoyo técnico ni financiero, lo que se manifiesta cada vez de manera más evidente, en todo el territorio nacional.

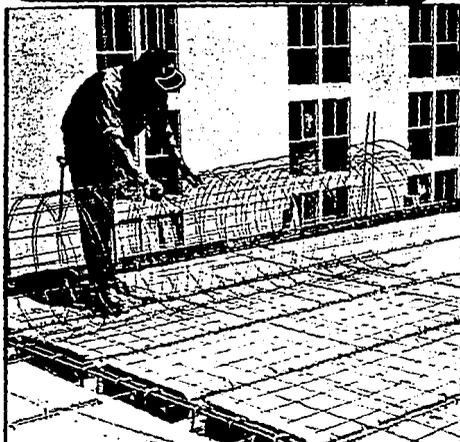
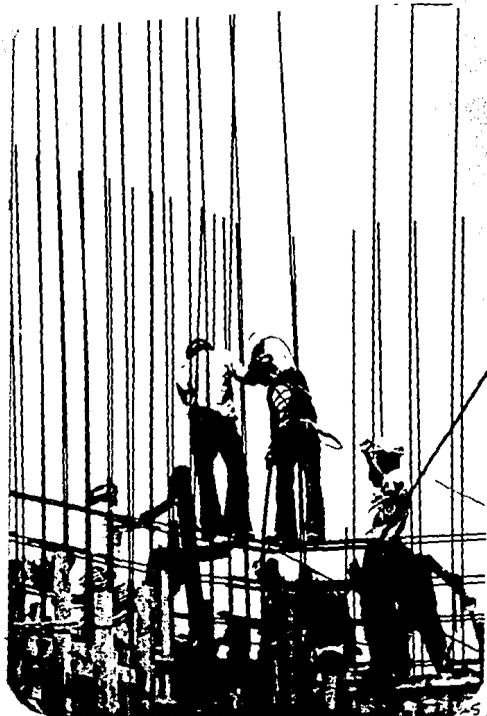
El gobierno federal, en coordinación con las entidades del sector público, responsables de la producción de la vivienda urbana y campesina, ha puesto en práctica algunos programas, con el propósito de hacer llegar al sector social organizado, materiales e insumos para la construcción a menor costo. Estos programas son conocidos como parques de materiales, materiales conasupo, etc.

Cualquier esfuerzo que realicen el sector público y la iniciativa privada, para fomentar la organización del sector social que permita la compra masiva de materiales e insumos, para hacerlos llegar a los constructores individuales del sector social, provocará un menor costo en la realización de las obras y una más eficiente inversión de los recursos del sector social en su movilización hacia la obtención de sus viviendas.



Viviendas sin acabados características de las colonias proletarias.





## 1.2 SOBRE LA NECESIDAD DE CREAR UN TRABAJO ESTABLE, DISMINUIR LA EVENTUALIDAD Y PROPICIAR LA CONTINUIDAD DE LOS PROGRAMAS CONSTRUCTIVOS.

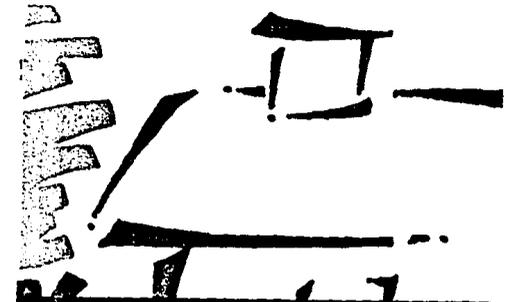
Ante un detenido análisis de la realidad laboral en México, en las empresas constructoras la eventualidad en el trabajo es sinónimo de falta de capacidad. La mano de obra no calificada, en todos los aspectos de la industria, se mantendrá mientras no sea posible capacitar al trabajador, en función de la falta de continuidad en su trabajo. Ningún empresario invertirá en la capacitación de sus recursos humanos, si los mismos tienden a desaparecer en tiempos indeterminados. Debemos reconocer la dualidad empleo fijo-capacitación o en otras palabras: trabajo estable-mayor productividad.

Las premisas anteriores sólo pueden intentarse por las empresas constructoras, cuando existe una continuidad en los programas de construcción. Es por ello que para lograr los objetivos y establecer las mecánicas de trabajo y organización que en esta tesis menciono, será conveniente considerar que la construcción masiva está ligada a programas establecidos por los grandes consorcios de construcción o bien por dependencias gubernamentales responsables de estos programas.

Es conveniente mencionar que las industrias de la cons

trucción, dedicadas a la fabricación de acero, cemento, vidrio, madera, aluminio, cerrajería, etc., producen y distribuyen mediante sistemas más o menos complejos, sus artículos al mercado consumidor, sin embargo el producto inmueble, puesto en el mercado por las empresas constructoras, tienen unas características de temporalidad, muy diversas a las de bienes muebles producidos por las industrias de la construcción, además de que, el mantener en inventario de las empresas estos inmuebles, significa un alto costo financiero para el proceso constructivo en general.

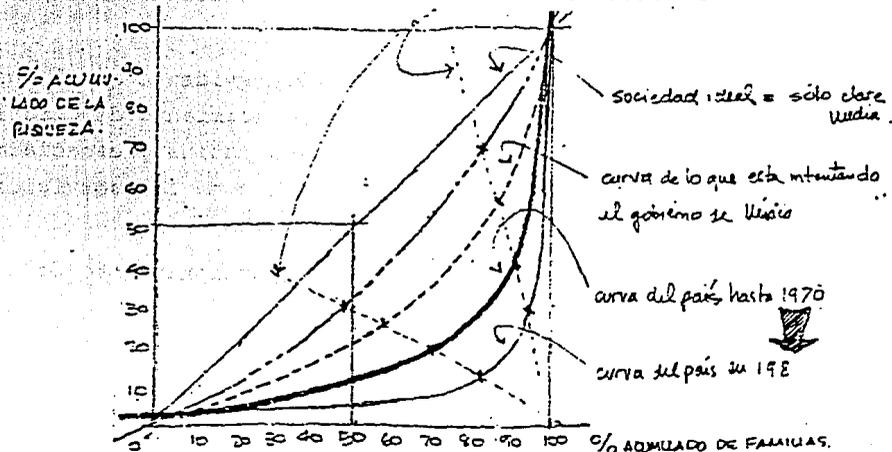
Por lo antes expuesto, los organismos gubernamentales que pueden ofrecer una continuidad de estos programas, deben modificar la forma de asignación de los contratos de construcción, cuando se trata de construcciones masivas, tratándose de vivienda, mercados, escuelas, clínicas y centros de salud, etc.



## UN NUEVO PLAN PARA REFORZAR LOS CIMIENTOS DE SU INVERSION

**Banca Hipotecaria  
Bancomer**

Abertura del cono de la clase media.





#### **EL ESTADO DE MEXICO ES LA ENTIDAD FEDERATIVA CON MAYOR NUMERO DE HABITANTES**

De todas las entidades federativas del país, el estado de México es el que cuenta con mayor volumen de población. Según los resultados preliminares al 12 de marzo de 1990, en este estado residían 9 815 701 habitantes, cifra más elevada que la de países como Guatemala, Costa Rica y Panamá.

#### **BAJA CALIFORNIA SUR TIENE 4 HABITANTES POR KILOMETRO CUADRADO**

Entre los estados de menor población se encuentran Colima y Baja California Sur, éste último con 317 326 habitantes, que al relacionarlos con su superficie territorial resulta que hay 4 habitantes por kilómetro cuadrado, contrastando con la del Distrito Federal que es de 5 494 habitantes por kilómetro cuadrado.

### **1.3 EL CRECIMIENTO DEMOGRAFICO Y LA CONSTRUCCION MASIVA.**

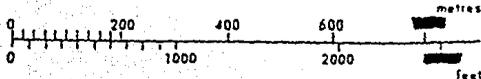
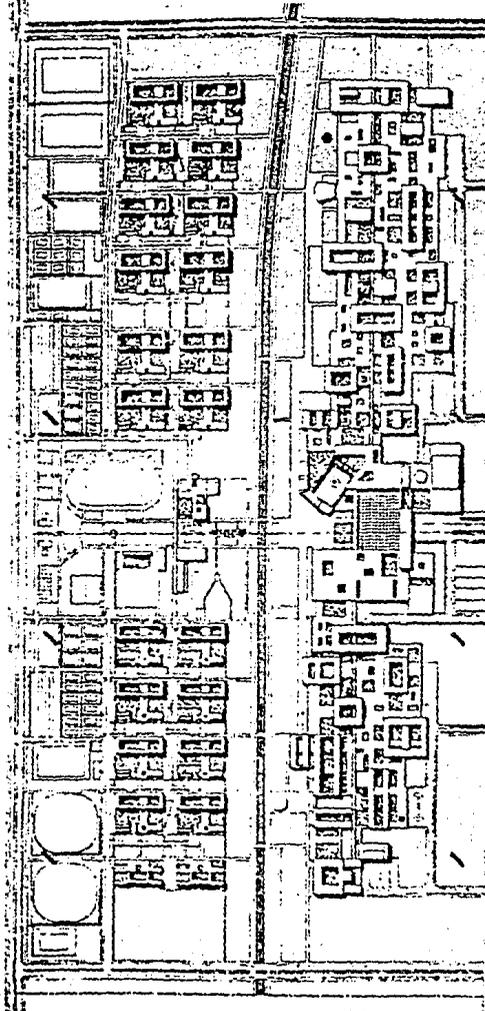
Los procedimientos tradicionales de fabricación industrial, se establecen para producir elementos terminados o componentes cuyo diseño y aplicación es libre, aplicables a construcciones aisladas y no necesariamente a un sistema integrado de producción masiva. Este procedimiento tiene por objeto diseñar, producir, almacenar, transportar, montar y terminar elementos de un proceso integral de construcción masiva.

Ante la constante explosión demográfica en el mundo, y de manera muy especial, en la América Latina, es evidente la necesidad de conocer y desarrollar técnicas de planeación, financiamiento, construcción, y mantenimiento de los espacios que requiere la sociedad en su conjunto, mediante la participación de profesionales especializados que permitirán la solución de los problemas de construcción masiva de nuestros pueblos latinoamericanos.

Resulta evidente que la necesidad prioritaria ante el alto crecimiento demográfico en el tercer mundo, en la América Latina y especialmente en México, es la vivienda, así como los servicios de infraestructura y estructura urbanas.

El proporcionamiento de espacios físicos, para satisfa-





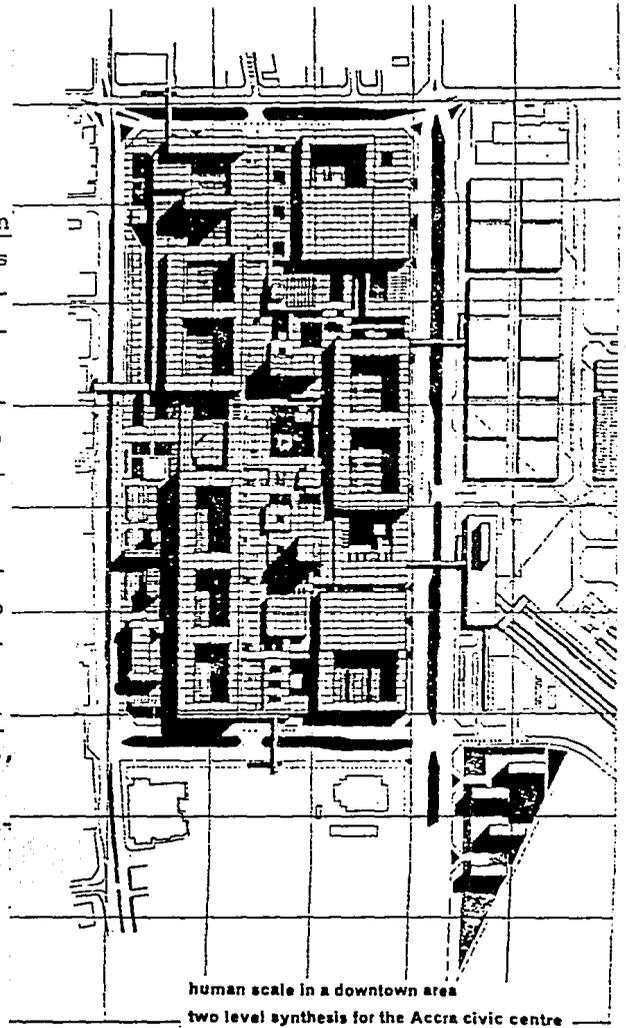
#### 1.4 LA NECESIDAD DE LA TIPIFICACION. RELACIONES ENTRE EL DISEÑO URBANO Y EL ARQUITECTONICO EN LA CONSTRUCCION.

Al hablar de tipificación, trataremos de identificar el concepto de los "proyectos tipo" con el "producto standard", enunciado por las industrias de la construcción, las cuales en sus procesos de fabricación tienden a aumentar la eficiencia mediante la producción repetida de partes para diferentes modelos. Resulta identificable "el cuerpo" o estructura de un automóvil, que sirve lo mismo para un shadow que para un spirit o un new yorker o bien la resistente estructura de un golf que es idéntica a la de un jetta y así otros casos. "El cuerpo o chasis" para un refrigerador-congelador es el mismo - ante múltiples opciones de precio de venta de los objetos de línea blanca. Dicho refrigerador permite obtener agua fría, hielo en cubo o hielo triturado. Son los accesorios los que conforman las distintas calidades del producto .

En el caso de la construcción de inmuebles debemos -- acercarnos, gracias a la tipificación, a las opciones de oferta múltiple con una estructura o esqueleto común permitiendo que sean los acabados los que pongan el distintivo de propiedad y personalidad de los inmuebles.

Conviene aclarar que este esfuerzo por tipificar las partes de un todo inmueble, comprende aquellas fácilmente identificables como elementos de una vivienda, de un mercado o de una escuela, pero es igualmente conveniente identificar estos elementos tipo en todos los componentes del diseño urbano, desde sus redes, su infraestructura y todos y cada una de las partes del mobiliario urbano. El acierto en el diseño y construcción del mobiliario (postes, bancas, paradas de transporte, rampas, bebederos, arte público, teatros, etc.) propicia una identificación entre la comunidad, su barrio y la ciudad.

Una ventaja adicional mediante el uso de la tipificación, fácilmente identificable en el proceso de diseño y construcción, comprende además el relativo a la operación y mantenimiento de los sistemas urbanos (dotación de agua, alcantarillado, alumbrado, parques y jardines, vigilancia, seguridad, tránsito, baños públicos, casetas telefónicas, cajas de correo, etc.), mediante el uso de marcas y modelos de bajo costo y de fácil reposición, utilizando para su selección, la estadística proveniente de los modelos de reemplazo que operen las oficinas públicas respectivas.



human scale in a downtown area  
two level synthesis for the Accra civic centre  
Accra, Ghana (1962)

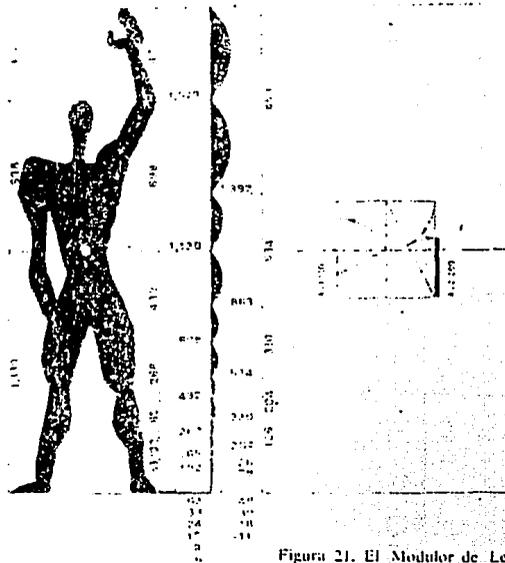
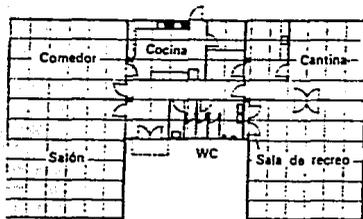


Figura 21. El Modulor de Le Corbusier.



Diseño en planta de un edificio para empleados

## 1.5 EL REQUISITO DE LA COORDINACION MODULAR.

Desde la época del Renacimiento a través de los dibujos de Leonardo, se establece claramente un sistema de coordinación modular basado en las dimensiones físicas del cuerpo humano y no es sino hasta el siglo XX, entre la primera y segunda Guerras Mundiales, con las aportaciones de Le Corbusier, quien difunde sus ideas de "El Modulor" y las propuestas industriales de Henry Ford, analizadas por el propio Le Corbusier, que se establece la necesidad de la repetición de elementos y la obtención masiva de productos o bienes muebles y por otro lado, de partes de inmuebles y edificios terminados.

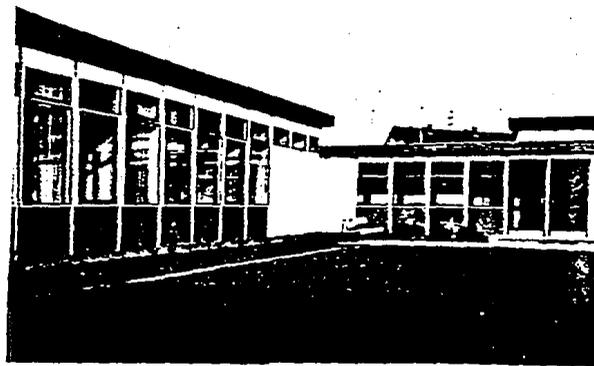
### La Coordinación Fabricantes - Constructores.

Le Corbusier habla sobre la ineficiencia de la ciudad moderna y pugna por dar otro sentido más práctico, realista técnicamente factible, a lo que él llama las grandes ciudades contemporáneas. Es el precursor del diseño masivo en el urbanismo, a través de sus propuestas para realizar ciudades con edificios tipo, compuestos por departamentos, oficinas o espacios a su vez repetitivos que proporcionan por primera vez una idea clara e identificada con una voluntad de integrar el diseño arquitectónico a la construcción, aplicando las ideas de la industrialización que compartió con Ford.

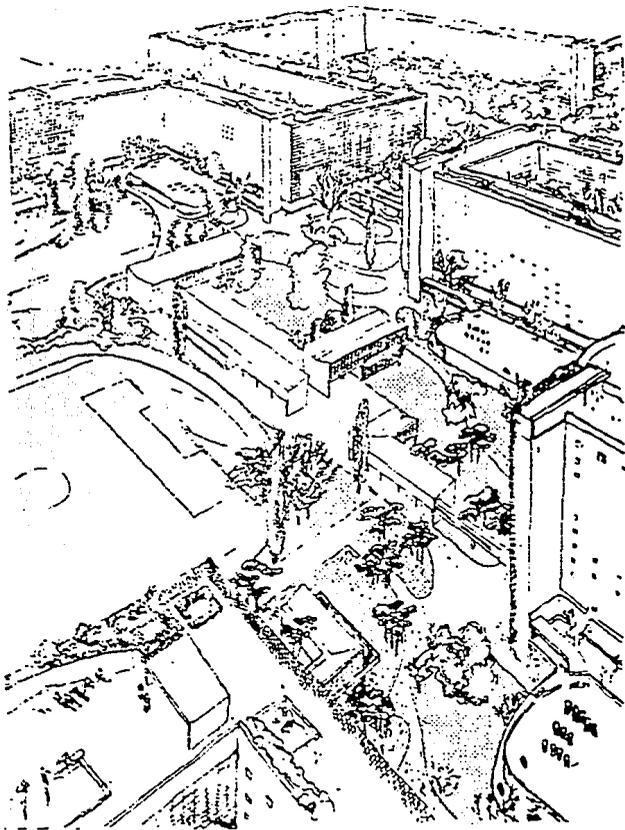
En época previa a la segunda guerra mundial y debido al desarrollo tecnológico y la aparición de nuevos materiales, se provoca, a nivel internacional una gran competencia, que en el campo que nos ocupa, hace surgir en Alemania la Bauhaus, coordinada por Walter Gropius. Louis Henry Sullivan, a principios de siglo y Frank -- Lloyd Wright después, inician en la arquitectura norteamericana las nuevas tendencias que contarían después con multitud de seguidores.

El gran esfuerzo que debió realizar Europa para reconstruirse después de la segunda guerra mundial, propició la creación de sistemas integrados de prefabricación y el desarrollo de diversas tecnologías, entre otras, la conocida como "coordinación modular", que en el caso de Inglaterra alcanza su máxima expresión en el C.L.A.S.P., procedimiento de prefabricación aplicada que tuvo como objetivo, restituir los planteles escolares destruidos durante la guerra. En Polonia se destacan las aportaciones para la reconstrucción de Varsovia.

Estos sistemas se desbordan del ámbito de la edificación al del urbanismo, mismos que en América Latina se ponen en práctica en diversas ciudades, especialmente en la creación de la nueva capital llamada Brasilia en la que Lucio Costa y Oscar Niemayer aplican la tecnología aprendida en los talleres de Le Corbousier.



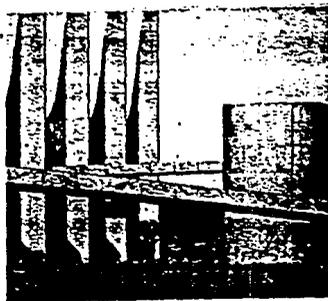
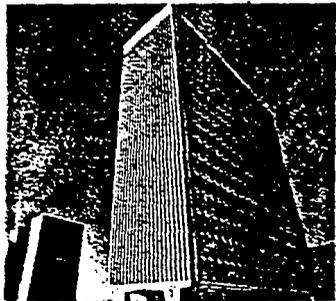
Detalles de fachadas de escuelas



*Antarquias federales*

Más tarde, el mejoramiento de la economía mundial propicia la creación de nuevas ciudades completas, como Chandigarh de Le Corbusier en la India, otras como la región Islamabad - Rawalpindi en Pakistán de Doxiadis, y las nuevas ciudades alrededor de París (Villes Nouvelles), como Evry, Montreuil, Cergy-Pontoise, Marne La Vallée, S' Quentin en Yveline, Melun Senart y la ciudad de Grasse de Oscar Niemeyer.

En el caso de México, a lo largo de los últimos veinte años, a partir de la creación de los institutos del Fondo para la Vivienda de los Trabajadores, del Fondo de la Vivienda ISSSTE y de la Vivienda Militar, se procuró con el trabajo conjunto de los industriales, gobierno y colegios de profesionales, el establecimiento de las normas y los catálogos de materiales sujetos a la coordinación modular. Este esfuerzo culminó con la publicación en 1988, del Catálogo de Elementos y Componentes Modulares del Infonavit, y a otra escala y con objetivos menos claros en cuanto a la Coordinación Modular, los catálogos CIHAC, Centro Impulsor de la Habitación que se publican anualmente.



*Palácio dos Departos*

*La adaptación de los conceptos elucubrados por Lúcio Costa, autor del plano base, a los edificios diseñados siguiendo "ciertos liberalismos formales" por Oscar Niemeyer produjo símbolos de líneas magníficas.*

## 1.6 OBJETIVOS DE ESTA INVESTIGACION.

La presente investigación pretende definir un sistema metodológico de aproximación al problema integral de la construcción masiva, con objeto de establecer un sistema de análisis, diseño, construcción y mantenimiento de los espacios logrados, cuyos fines son múltiples, al servicio de la comunidad.

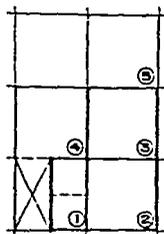
Los medios que este estudio propone, ilustrarán la importancia de modernizar los factores de la construcción, destacarán los procesos de toma de decisiones en cada una de las etapas del proceso, manifestando soluciones múltiples que permitan descubrir la óptima en cada caso.

Destacaré la necesidad de capacitar a los profesionales -- participantes en cada una de las etapas del proceso industrial en la producción masiva, para detonar a mediano plazo, la participación activa de arquitectos, ingenieros y constructores, en el logro de las metas y objetivos del sector social en la rama de la construcción, la arquitectura, el diseño y el urbanismo.

Con toda intención he procurado abstenerme de mencionar a la vivienda como un área de identificación con la construcción masiva, porque considero que los conceptos vertidos en esta investigación son aplicables a otro tipo de construcciones.

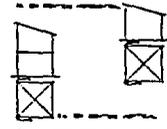


CONCEPTO ARQUITECTONICO

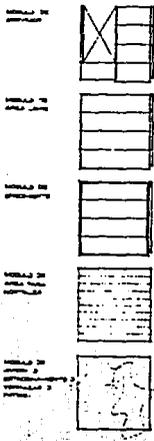


En este tipo de sistema se debe considerar:  
 El número de unidades  
 El número de plantas  
 El número de niveles  
 El número de pisos

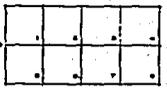
En este tipo de sistema se debe considerar:  
 El número de unidades  
 El número de plantas  
 El número de niveles  
 El número de pisos



CONCEPTO URBANISTICO



En este tipo de sistema se debe considerar:  
 El número de unidades  
 El número de plantas  
 El número de niveles  
 El número de pisos



Para cumplir con este objetivo fundamental será indispensable lograr paulatinamente la consecución de objetivos en los siguientes aspectos:

- . Producción masiva
- . Diseño conceptual industrial
- . Diseño urbano integral
- . Procedimiento constructivo factológico
- . Proceso industrial integral de alto rendimiento
- . Identificación de etapas
- . Control de procesos en calidad tiempo y costo
- . Verificación de sistema integral y de los subsistemas.
- . Toma de decisiones parciales e integrales
- . Flexibilidad en el sistema y en las soluciones adoptadas

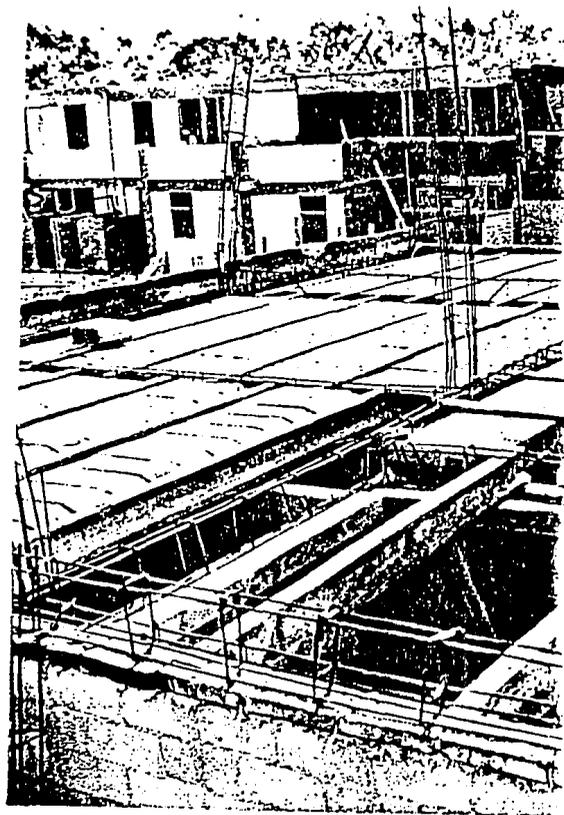
A lo largo de esta investigación entraremos en detalle respecto a cada uno de estos aspectos.

## 1.7 UNA PROPUESTA FLEXIBLE CON OPCIONES VARIAS.

Todo proceso intelectual se mide por los resultados obtenidos y la congruencia del proceso con los postulados establecidos. Toda investigación debe desarrollarse con el propósito de acertar en las soluciones, en conciencia de la posibilidad de falla y error.

Es por ello que la propuesta que contiene esta investigación pretende ser flexible y dar cabida a múltiples opciones producto de las aportaciones académicas y prácticas que una vida profesional pueda imponer. No se trata de establecer "la solución", sino simplemente aportar "una solución".

La experiencia profesional de más de treinta y cinco años de trabajo ininterrumpido y de treinta y tres años de academia en las aulas universitarias, me obliga a reconocer implícitamente otras opciones que pudieran resultar más adecuadas al problema que planteo y la solución que busco. La realidad vivida y el constante cuestionamiento, me han llevado a realizar esta propuesta de una manera modesta, debido a que los programas de construcción masiva a los que me he enfrentado, han sido de todas maneras limitados. Sin embargo, estoy seguro de que en el crisol de la inquietud y del cuestionamiento permanente, se ha iniciado la fragua de soluciones que poco a poco se vuelven realidad en el --



ejercicio profesional.

Los resultados obtenidos me permiten suponer la validez de los principios, en conciencia de que futuras experiencias me permitirán demostrar la dinámica y adaptabilidad de las propuestas aquí contenidas.

La flexibilidad de esta propuesta ha incluido experiencias en las áreas de vivienda, escuelas y mercados, pero estoy seguro que esta aventura intelectual es aplicable en las áreas de la salud pública, centros de trabajos, oficinas, mobiliario urbano y otras.

Tengo una gran confianza en que las empresas constructoras y bufetes de diseño en las áreas del urbanismo y la edificación, una vez familiarizados con algunas de las propuestas y objetivos mencionados a lo largo de este trabajo, desarrollarán soluciones propias, probablemente más versátiles e incluso más realistas, pero en todo caso, participaremos del proceso de modernización, que tanto requiere la industria de la construcción en nuestro país y en el continente latinoamericano, en el que las demandas de construcción masiva, son más enérgicas que en el resto del mundo desarrollado.

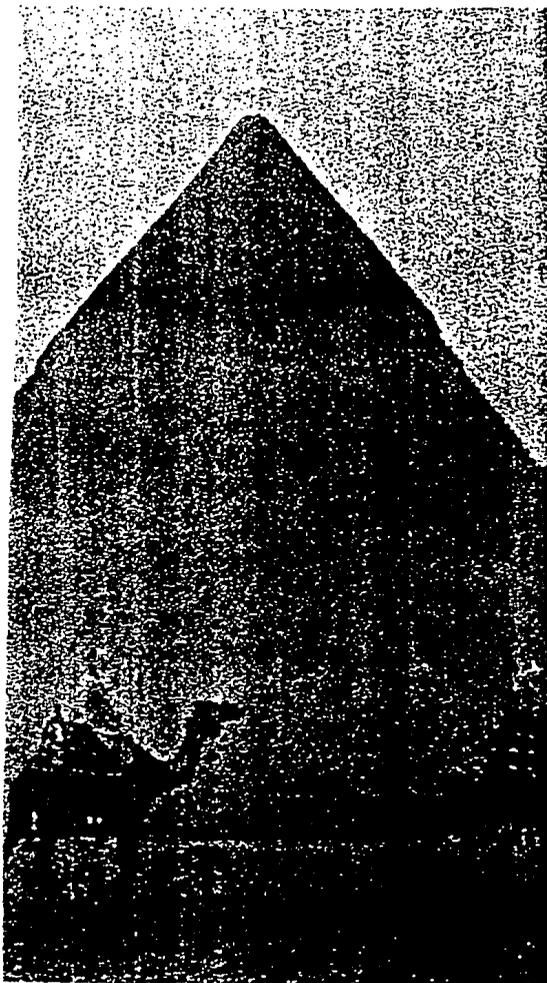


## 2. ANTECEDENTES DE PREFABRICACION Y ORGANIZACION DE OBRAS CONSTRUIDAS EN FORMA MASIVA.

Entiendo por prefabricación aplicada a la arquitectura, la producción anticipada de elementos constructivos, o de un conjunto de ellos, que finalmente ensamblados, forman parte de lo que conocemos como "edificios terminados"

Podemos afirmar que la humanidad siempre ha prefabricado, como los asirios y caldeos al producir los adobes y tabiques necesarios para elevar los zigurat o las pirámides de los jardines colgantes. Sabemos que los acadios prefabricaron tabiques y azulejos para recubrir con bello colorido los muros y portales de entrada de sus recintos sagrados; que los orientales aserraban sus maderas para producir los elementos constructivos necesarios en sus templos, palacios y toranas; que los esquimales cortan adecuadamente los bloques de hielo para acomodarlos y levantar sus iglues.

Podemos imaginar la extraordinaria capacidad de organización en talleres, canteras, obras, cocinas y dormitorios, que requirieron hace cuarenta siglos, constructores de la cultura egipcia para producir, transportar y eregir dos millones y medio de bloques de cantera, al





## 2.1 SUMER Y BABILONIA. ADOBES, TABIQUES Y MOSAICOS. LAS BIBLIOTECAS.

En relación al tema de la prefabricación aplicada y tratando descubrir evidencias de estas aportaciones, es indispensable mencionar lo sucedido en las culturas que florecieron entre los ríos Tigris y Eufrates. Estas zonas que afectadas por el famoso diluvio, quedaron destruidas de una manera prácticamente total, requirieron siglos para recuperar el conocimiento y la agricultura, y con ellos, el esplendor que renació en esta tierra arcillosa y de limos seculares.

- Barro y adobes.

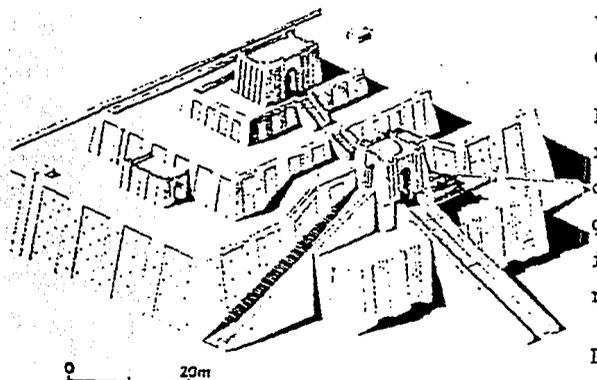
Estas culturas precursoras de la cultura egipcia y después desarrolladas cronológicamente paralelas a la egipcia, fueron siempre culturas de la tierra. Descubrieron el adobe y el tabique y con el conocimiento de los hornos, la tierra calcinada se barnizó con esmaltes, que ya cocidos, presentaron hermosos y durables recubrimientos para las construcciones de ladrillo, aplicaciones que se van difundiendo en todo este territorio en el tercer milenio A. C., que los arqueólogos denominan "protodinástico", en aquellas ciudades-estado como Ur, Eridú, Uruk y Larsa.

El uso de adobes se propició en las murallas de las ciu

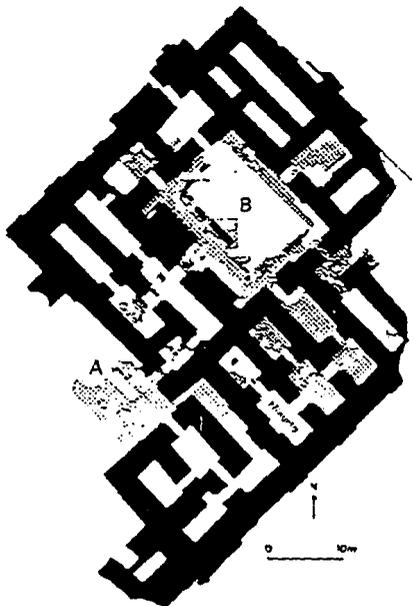


fase paleobabilónica de Larsa.

Zigurat del Dios Luna en Ur.



0 20m



el templo casita de Gula,

idades-estado y en la construcción de los Telles para levantarlas de los niveles del terreno y poner a salvo sus construcciones.

Los conocidos Zigurats, se elevan sobre el terreno natural, de una manera importante, considerando que cada uno de ellos, hasta los jardines colgantes de Babilonia seguían esta idea de elevarse, recordando quizás aquella inundación que hizo desaparecer los restos de las culturas de estas tierras.

Las investigaciones y excavaciones que llevó a cabo en los años cincuentas el arqueólogo francés André Parrot, sacaron a la luz ciudades de las que se había oído pero que no eran conocidas, como Mari, y otras descubiertas después de excavar estos montículos denominados "telles". Posteriormente Paolo Matthias, arqueólogo italiano descubre en los sesenta, en Siria cerca de Mesopotamia, la ciudad de Ebla, que resultó ser el reino fabuloso e ignorado que floreció en el tercer milenio A. C.

- Ladrillo y mosaicos.

En esas épocas los constructores prebabilónicos, desarrollan la tecnología del ladrillo y los mosaicos policromados.

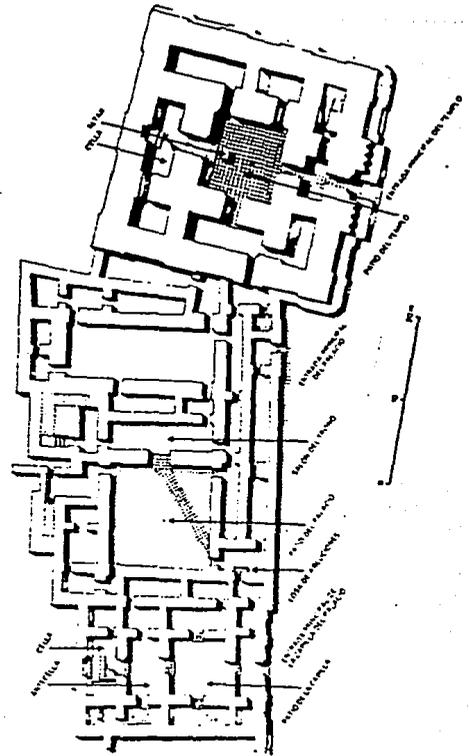
No llegan a cubrir grandes claros y deberían transcurrir siglos para lograr ampliar los espacios cubiertos inte-

riores, disminuyendo a la vez los grandes espesores de muros, cuando las cubiertas se hacían con intención de perennidad, pero se crea entonces la bóveda de "ladrillo escuadrado" más antigua que se conoce, en Tell el Rimah hacia 2100 A. C.

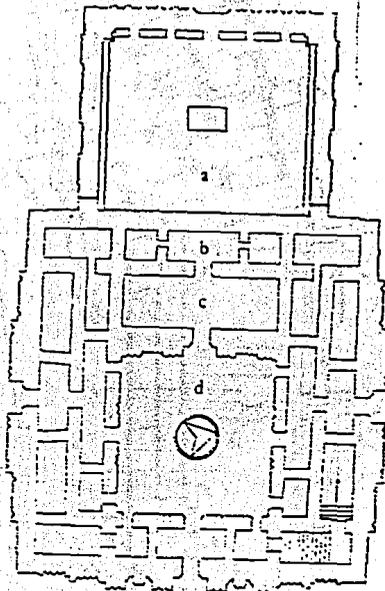
No habiendo otros antecedentes esta técnica creada en Mesopotamia, se reproduce más adelante con ladrillos cocidos, hasta llegar a construirse en el siglo V D.C. la bóveda de ladrillos no reforzada más grande del mundo en el Palacio Sasánida de Ctesifonte.

Al final del segundo milenio la cultura en Mesopotamia recibe . . influencia y es conquistada por los Arameos y al inicio del primer milenio vuelven a florecer la cultura y con ella la construcción y las técnicas para decorar y ornamentar las fachadas de los templos, pirámides y viviendas. De fuera de las fronteras llegan las influencias de Egipto y de los Hititas, que desde el final del segundo milenio influenciaban a los casitas y caldeos hasta la caída de Babilonia.

En este primer milenio la cultura babilónica había realizado grandes aportaciones en los campos de la ciencia (matemáticas, astronomía, trigonometría, etc.) y de las artes, sobre todo las denominadas artes liberales (derecho, literatura, retórica y otras), llegando a tener en



Palacio de los gobernadores y templo Shusin en Eshnunna.



Templo prebabilónico en  
Tell el Rimah.

el campo del derecho y del gobierno las aportaciones de Hammurabi y en el siglo VIII A.C. la presencia de Ptolomeo, quienes producen verdaderas revoluciones en el campo del conocimiento, de la astronomía y de la historia. En el siglo VIII A.C., se inicia una nueva era de la historia de Babilonia. Se comienzan a anotar de modo preciso y sistemático los acontecimientos históricos. La "crónica babilónica" como el "cánon ptolemaico", comienzan cuando este rey sube al trono, dando origen a una época de desarrollo de la astronomía, la economía, el control del agua y la medida del tiempo, los que posteriormente influencia la astronomía helenística y después la romana.

La mitad de este milenio es cronológicamente la que da origen a los grandes intercambios culturales en los que asirios, babilónicos, persas, griegos y arameos hacen fluir las corrientes de pensamiento científico, tecnológico, artístico y filosófico entre todos estos pueblos.

- Las bibliotecas.

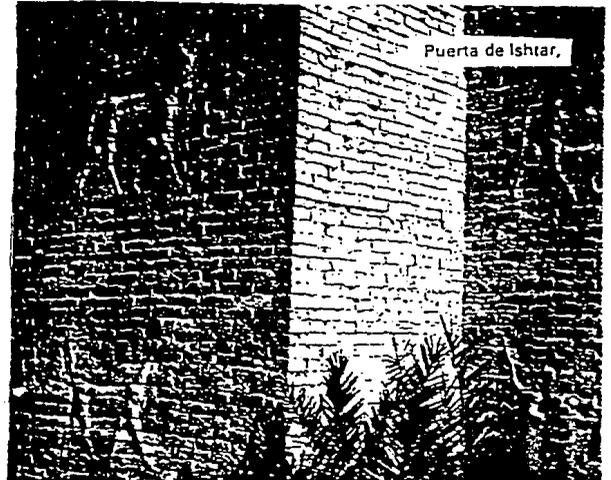
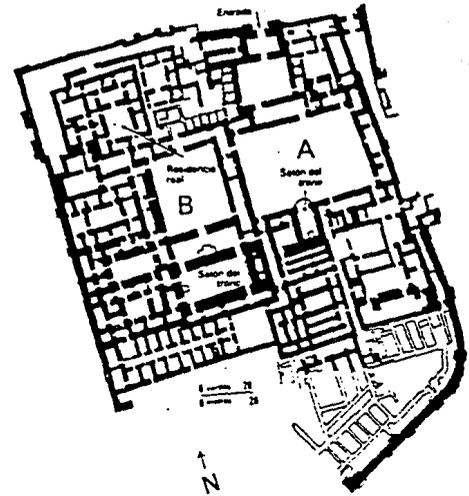
Probablemente el legado de mayor importancia para el mundo moderno sea la biblioteca de Nínive, que bajo la dirección personal de Asurbanipal, deja un enorme número de textos con obras maestras de la literatura tales como la Epopeya de Gilgamesh y el Génesis Babilónico que es la Epopeya de la creación. Este concepto de biblioteca

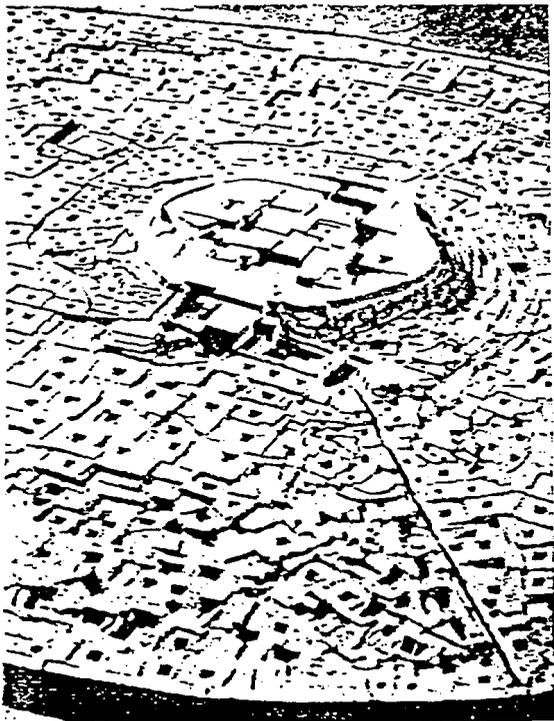
se compone de tablillas de barro escritas con cuchillas cuneiformes, las que eran posteriormente cocidas y ordenadas en diferentes idiomas y sobre diferentes áreas - del conocimiento. Estos testimonios permitieron proponer la reconstrucción de las ciudades estado de Babilonia y conocer los adelantos científicos logrados de aquellas lejanas épocas, en las que el año contaba con 365 días, de 24 horas cada una con 60 minutos y 60 segundos por cada minuto. Parrot descubre en sus excavaciones, la biblioteca de Mari tan importante como la de Nínive, en la que fueron encontrados textos que reflejan la exactitud de algunos pasajes bíblicos.

Los museos importantes del mundo moderno guardan los testimonios de la tecnología constructiva babilónica, con sus leones alados, los pórticos y muros de los momentos que hicieron brillar su estética policromía en adornos de toros, leones y dragones con los brillantes colores que dieron a los ladrillos y mosaicos. En Babilonia se conserva la puerta de Ishtar construida por Nabucodonosor II (604-562) que muestra en su forma original, la tecnología utilizada para producir y conservar tabiques, cerámica y mosaicos policromados.

El único código de Hammurabi existente, se encuentra en el Museo de Louvre, el cual encontrado en Susa conserva grabado en 49 columnas verticales, en estilo arcaico, el

El gran palacio de Zimrilim en Mari





código de leyes de este rey. Se considera que se erigieron en otros sitios del reino, estelas semejante a esta, para difundir en todos los rincones la legislación propuesta por Hammurabi.

He mencionado que en las épocas primitivas, se desconocía un procedimiento para cubrir grandes claros, por lo que el análisis de las plantas de los templos casitas y de la época prebabilónica, se asemejan a algunas plantas mayas, destacando los grandes espesores de muros con los pequeños espacios internos (Gula, Ur, Eridú, Tell el Rimah, Mari, Gípar-Ku en Ur).

Cabe destacar que la tecnología desarrollada en las diferentes etapas de esta cultura, se dedica a construir muros resistentes de gran altura, lográndose espacios internos en templos y palacios que llegaron hasta siete metros de altura, con fachadas ornamentadas con ladrillos de barro semejando columnas en espiral y troncos de palmeras.

## 2.2 EGIPTO. SU GRANDIOSA MONUMENTALIDAD. PIRAMIDES Y NECROPOLIS. EL ESTILO.

Un caso singular de enorme capacidad de organización en canteras, talleres y en el sitio de la obra, lo constituye Egipto. Nunca en la historia humana se dió ni se ha repetido la grandiosidad de las obras realizadas por los constructores egipcios. Es sin duda singular la capacidad de los escultores para labrar templos en la roca, con grandeza semejante a la que exhibieron los constructores de templos y pirámides.

### - La Monumentalidad.

Los testimonios existentes parecen condenar al silencio, toda duda sobre la grandeza egipcia. La destreza técnica de sus constructores se llegó a manifestar como un verdadero arte, que seguramente muestra lo que fue el resto de su existencia cultural. Todas sus obras forman un testimonio monumental de su pasado en la arquitectura y la escultura, las que adquieren dimensiones grandiosas.

Hace 34 siglos cuando Thutmes IV llegó a ser rey de Egipto, la Esfinge tenía ya 1100 años de vigilar el valle como encarnación de Harmakhis su Dios solar, que con los rasgos del rostro de Khafra, quedó como vigilante del desierto para ver transcurrir los siglos.

### - Pirámides

Herodoto, el historiador griego menciona que trabajaron cien mil esclavos en la construcción de la gran pirámide





de los cuales unos 4000 trabajaban al mismo tiempo y eran ciudadanos libres. Los obreros trabajaban en cuadrillas de 18 ó 20 y menciona el historiador que hacían su trabajo... "sin que un sólo hombre se agotara, sin que un solo hombre tuviera sed, y por fin volvían a casa con ánimo contento, saciados de pan, borrachos de cerveza, como si fuera el hermoso festival de un Dios". Como mencionamos antes, gran destreza, capacidad de organización, conocimiento del arte de construir y de diseñar requirieron los arquitectos egipcios, que siguiendo el ejemplo de Imhotep, perfeccionaron poco a poco los trabajos para la explotación de las canteras, el transporte de los bloques en barcasas preparadas para este efecto y deslizamiento de las grandes piedras a través de las arenas del desierto hasta su ubicación final y ordenada en la pirámide.

Los canteros terminaban con un trabajo de pulimento a la superficie exterior de las pirámides. Esta última capa se perdió y fue utilizada para construir muchos de los edificios de la ciudad cercana de El Cairo. Se conserva solo en el pináculo de la pirámide funeraria de Keops.

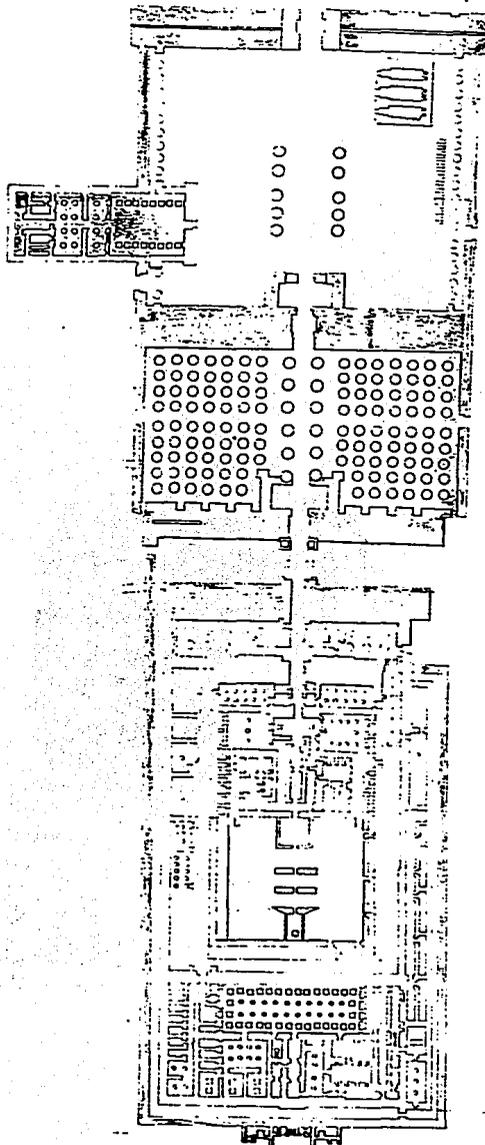
Diversos contrastes se plantean al estudiar el difícil trabajo que realizaron los obreros en todo el proceso de la obra, desde la explotación en las canteras, el transporte de las piedras a través del Nilo y su deslizamien-

to entre las eternas arenas; la alegría con que afrontaban el trabajo y el éxtasis que permitía lograr la culminación de las obras, que contrasta con la actitud apacible y ordenada que durante siglos guardaron la comunidad constructora y la sociedad egipcias. Es necesario entender que "el rasgo fundamental del alma egipcia es la incapacidad o resistencia de la voluntad a depender de las cosas. La horrible vanidad de creer que el alma humana es lo único valioso en el ámbito de la creación.. tal es la genuina herencia de la tierra del Nilo". Los egipcios por lo tanto, vivieron para el más allá, para la otra vida.

- El estilo.

La manifestación artística en Egipto muestra una "unificación estilística" pues el artista no tiene que combatir frente a resistencias ni problemas y carece de la evolución viva interior, signo primario de la vida profunda y nos hace preguntarnos ¿de dónde proviene la fortaleza y la pujanza que manifiesta la seguridad formal del arte egipcio?. Sólo podemos decir que proviene de su racionalidad objetiva; aquella desnuda y abstracta necesidad del espíritu constructivo; de su fría grandiosidad en su justa decisión, y su renuncia a toda articulación superflua. No existió ningún barroquismo en la arquitectura egipcia. Sólo a un pueblo artificial, ale-





jado de la naturaleza, le es posible encontrar tan rápida y seguramente esta precisión objetiva del estilo arquitectónico y de la construcción egipcios, que en su grandiosidad simplicidad, impacta por su enérgico contenido sintético.

La arquitectura egipcia no fué concebida para ser un arte sino para cumplir de la manera más sencilla posible las necesidades sociales que le dieron nacimiento. Su asombrosa y perfecta ejecución, nos hace hablar hoy "del arte egipcio", ejemplo insuperable de la transcendencia que alcanza el espíritu humano en su existencia sobre el planeta.

#### - Necrópolis

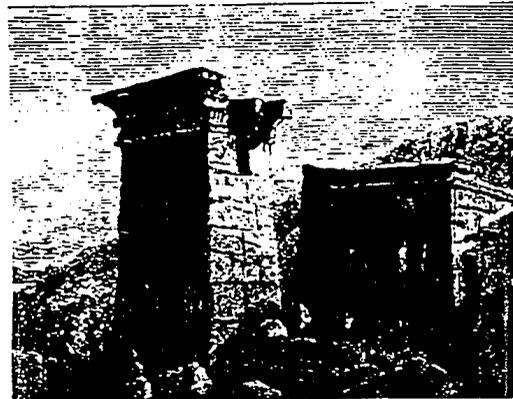
Los restos arqueológicos y monumentos que conocemos hoy en día como manifiestan la monumentalidad de sus creaciones. Necrópolis imperiales que para reyes y reinas perpetuaron su vida en el más allá, construcciones sagradas y sepulcros de dioses que requirieron la perfección de la mano de obra; riquezas y tesoros que demandaron nobleza y seguridad eterna. Este es el conjunto de metas que hicieron de la arquitectura egipcia un ideal a preservar, dando testimonio a los siglos por venir, de la grandeza lograda por faraones y reyes, hombres y mujeres en simbiosis con dioses y diosas, que dejaron testimonio en monumentos y muros, en estatuas y obeliscos, en sarcó

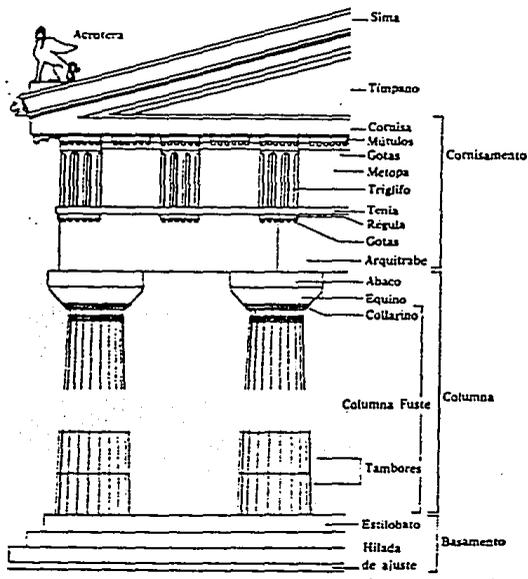
fagos y recintos funerarios, en patios y columnas, pilonos y pinturas, relieves, joyas, mobiliarios, ofrendas y sobre todo una extraordinaria pictografía que nos permite hoy en día conocer de costumbres, cultivos, sociedad, música, educación y cultura en general de esta increíble civilización.

La destreza de los artistas egipcios, apoyada en herramientas resistentes, les permitieron trabajar la cantera y labrar códigos, mensajes y testimonios de manera imperecedera. Hoy en día es posible leer y conocer figuras, ideogramas e imágenes plasmadas por sus artífices hace 35 y más siglos.

Es precisamente este estudio del acontecer egipcio, lo que nos puede ilustrar sobre el tema que nos ocupa, de la prefabricación aplicada. Basta pararse bajo las grandes columnas en Karnak para comprender que estos majestuosos templos, son el resultado del ensamble de diferentes piezas obtenidas en las canteras cercanas, preparadas en los talleres y finalmente erigidas en su lugar definitivo.

Muchas incógnitas prevalecen y quizás en los siglos por venir, continúe la ausencia de respuestas.



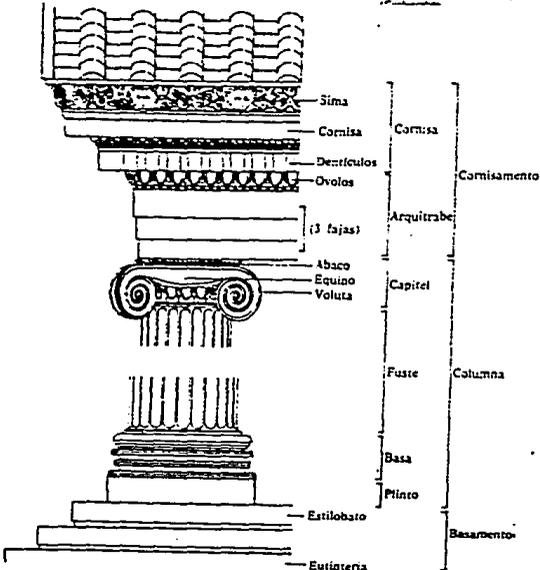


### 2.3 GRECIA EN EL SIGLO DE PERICLES. CIUDADES TEMPLOS Y CULTURAS.

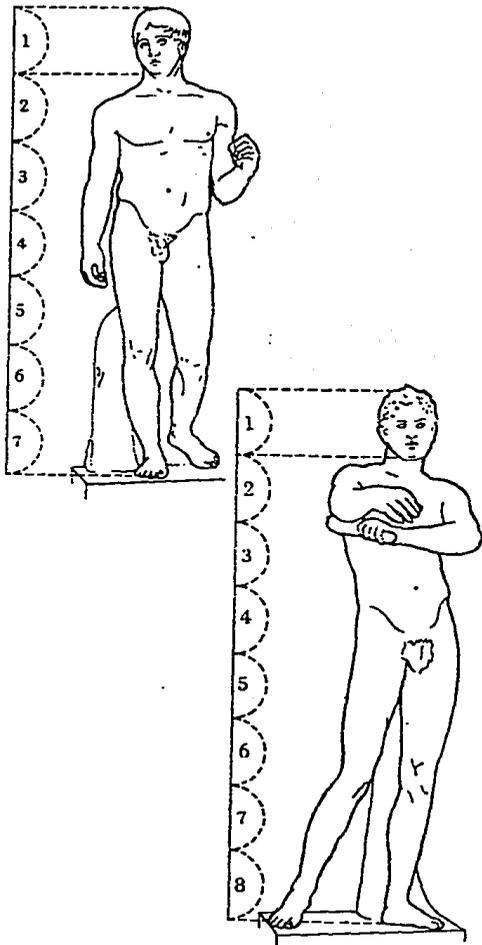
La necesidad de producir espacios en alto número y en corto tiempo, ha dado lugar a través de la evolución de la humanidad, a la aparición de diferentes sistemas constructivos adecuados a estos propósitos. En todo caso las aportaciones han comprendido tanto el proceso de diseño como la propuesta del sistema de construcción. Es indudable que la cultura griega, con ricos antecedentes sobre procedimientos, organización técnica y construcción de templos anteriores al siglo de Pericles, requirieron del desarrollo de sofisticados procedimientos de fabricación en talleres y el ensamble de las partes en obra para lograr templos y stoas como productos finales.

#### - Producción de templos.

El conocido "siglo de Pericles" es en realidad un período de 36 años de gobierno de este rey de Grecia, durante el que se construyen la mayor parte de los templos actualmente conocidos. La tipificación de elementos que permitieran la elaboración en talleres de los componentes para levantar los templos actualmente conocidos cuyas construcciones obedecieron a proyectos perfectamente definidos y cuyos elementos de cimentación, basa-



El Doriforo  
de Policleto:  
canon de las  
proporciones.



El Apoximeno  
de Lisipo:  
nuevo canon de

#### - Escultura

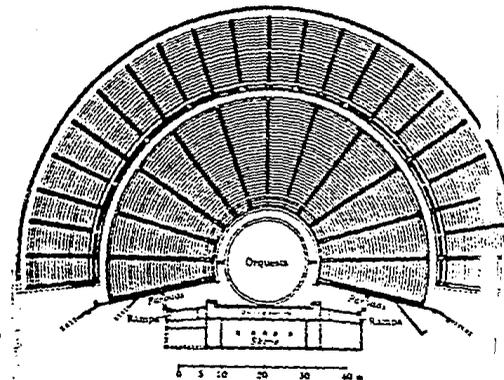
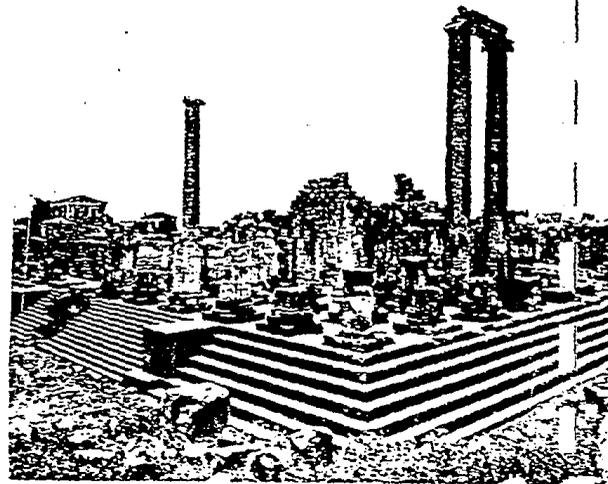
En la época clásica son dos escultores quiénes dominan el primer arte clásico: Fidias, quien fue invitado por Pericles para ser su ministro de bellas artes y quien coordinó el intenso programa de construcción de los templos, con todos los equipos de trabajo que distribuyó en el territorio de Grecia y Magna Grecia. Fidias esculpió numerosas estatuas de bronce y mármol, destacándose los frontones del Partenon, la colosal Atena Promachos en la Acrópolis, y la estatua de Zeus en su Templo en Olympia, realizados con su estilo Criselefantino, que se forma con placas de oro y marfil sobre base de madera, las que aplica en las estatuas rituales del Partenon y del templo de Zeus en Olympia, Policleto de Argos (1 a 7) crea un canon de las proporciones y que ilustra en su dorífico hacia 440, proporciones que se respetan durante un siglo.

Otros escultores del primer clasicismo fueron Agoráclito, Alcameno, (supuesto autor de las Cariátides de Erecteyon) Calimaco, Cresilas y Paeonio de Mende. Más adelante hacia 350 participan Timoteo, Briaxis, Leocares y sobre todo Lícipo de Sición, quien modifica el canon Policletico de las proporciones, modelo que da a conocer con su "apoximeno" que señala la proporción de la cabeza al cuerpo humano de 1 a 8, corrigiendo a Policleto quien estableció la proporción de 1 a 7. Lícipo fue el retratis-

mento, columnas y cornizamento fueron construidos de manera que permitieron la preparación de las piezas en taller. Este procedimiento fue igualmente válido en la preparación de las sillerías para los teatros, la construcción de las stoas para peregrinos e incluso en la producción de las estatuas para arte público.

Debo resaltar que los constructores griegos desarrollan, en los siglos anteriores al de Pericles, un extraordinario concepto del módulo, técnica de ensamble que provoca el desarrollo de los talleres de fabricación y montaje en sus construcciones. Es notable la selección de materiales para construir los basamentos, lo cual se logra con piedra (canteras y mármoles), de menor calidad pero de mayor resistencia. Las escalinatas correspondientes a los peristilos se realizaban aplicando el módulo que permitiría el nacimiento de las columnas, separadas las distancias necesarias para coincidir con los ejes de las arquivoltas y cerramientos para las techumbres.

El conocido detalle de disminuir el claro de las columnas en esquina en las columnatas de templos y otras construcciones, no obedece solamente a una función estética, sino a la aplicación estricta del procedimiento constructivo modular. Ejemplos muy claros son: 1) El Partenón cuya construcción dórica se llevó a cabo solamente en quince años del 447 al 432; 2) Clásico Dórico fué el Templo de Hera I en Paestum; 3) El Templo Jónico de Artemisa en Efe so (Templo de Diana) del siglo IV A.C.



Planta del teatro de Epicuro.

ta oficial del gran conquistador Alejandro Magno. De esta misma época, arquitecto y escultor contemporáneo de Praxíteles fue Escopas de Paros, quién construye hacia el 360 el nuevo templo de Atenea Alea en Tejea.

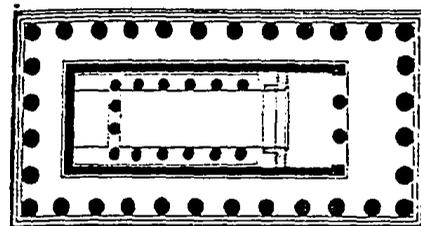
Cabe destacar la labor de los coroplastos quiénes fueron los modeladores de figuras de tierra cocida. Posteriormente a estas épocas que forman lo que llamamos el segundo clasicismo.

- Fabricación en talleres de escultura.

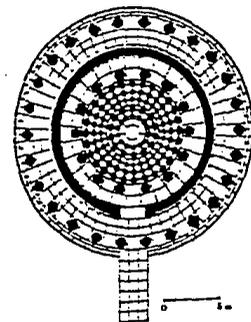
Considero que el templo más evidente de la prefabricación aplicada en los monumentos griegos de estas épocas, son los tolos, templos circulares construidos en los territorios griegos, que construyeron con elementos repetitivos en basamentos, columnas, arquitecra circular, plafón modulado, bóvedas y cornizas. (Ejemplos de estos tolos son los que se encuentran en Epidauró y Delfos).

- Talleres de Cantería.

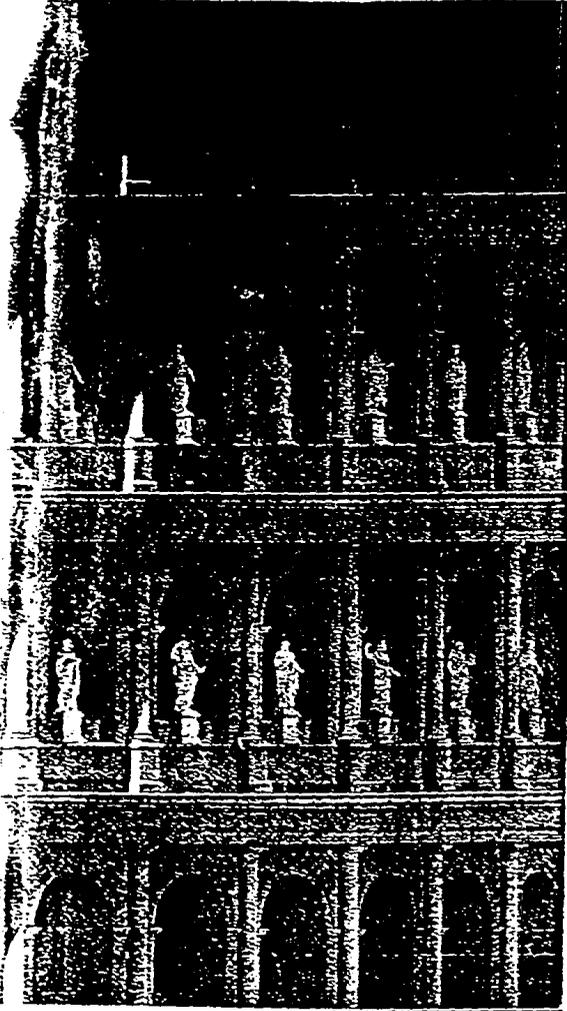
Las técnicas de labrado se difundieron en todo el territorio de Grecia, apoyados seguramente en los maestros canteros, pues no puede explicarse de otro modo que el procedimiento constructivo, de montaje de las piezas labradas en mármoles y canteras regionales, hayan manifestado un estilo auténtico y uniforme. La difusión de los procesos de construcción masiva en los talleres, se llevó a cabo con objetivos de excelente.



0 5 10 15 20 m



- tolos de Epidauró;



Una herencia trascendente de la tecnología constructiva que se transmitió de Grecia a Roma alcanzó una expresión máxima en el Anfiteatro Flavio (Coliseo) cuyas fachadas, siguiendo los órdenes griegos, se realizan en estilo dórico en la planta baja de acceso y salidas del recinto, el jónico en el primer nivel y el corintio en el segundo. Estos últimos dos niveles fueron una muestra de la estatuaria del arte público promovido por los Césares. Gran capacidad tecnológica y de organización se requirió para modular perfectamente el perímetro de esta gigantesca construcción elíptica.

El descubrimiento del concreto por lo romanos, a base del uso de las puzolanas, permitió desarrollar la tecnología para librar grandes claros, utilizando cimbras. Los ejemplos son obras como el Panteón las termas, diversas basílicas y otras todavía en pie después de 20 siglos.

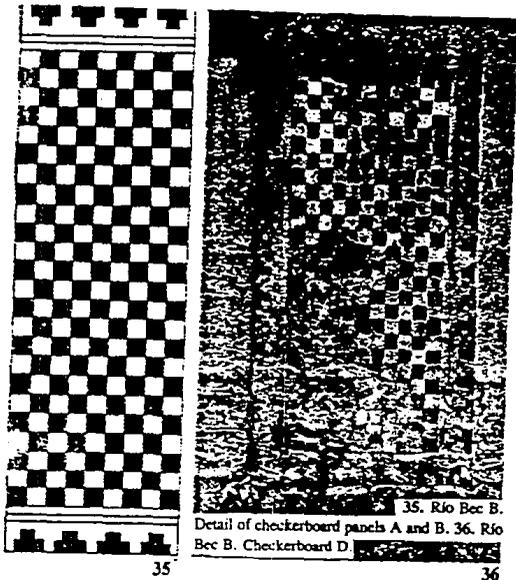
#### 2.4 LOS MAYAS Y SU MEDIO NATURAL. TABIQUE, ESTUCO Y PIEDRA.

En Mesoamérica, cada una de las culturas que se desarrollan en este territorio, imprimen a sus manifestaciones constructivas y monumentos, características de identidad íntimamente ligadas a los procedimientos constructivos, utilizables en la ejecución de sus pirámides, templos y construcciones civiles. Al igual que en el mundo griego, promovieron el diseño y la preparación de elementos constructivos en los talleres que para estos efectos fundaron y sostuvieron.

##### - Mamposterías y arcos.

El concepto de "prefabricar en taller" se manifestó en el mundo maya, aplicado fundamentalmente a las fachadas de sus construcciones, dado que la tecnología existente no permitió que se levantaran construcciones ligeras, fuera en elementos aislados en muros o techumbres. En el mundo maya la construcción, a semejanza de la técnica fue masiva, con grandes volúmenes de mamposterías y claros muy cortos, logrados con materiales existentes en los suelos de la península (sascab y cancab). El arco maya utilizado para librar claros en espacios destinados a uso civil o religioso, es un elemento constructivo logrado a base de piedras en saledizo, sostenidas por el peso de los grandes volúmenes de la mampostería de los





muros.

El cancab o piedra caliza dura, de grandes capas, se utilizó para construir muros y bases de los caminos o sacbe's. El sascab es piedra caliza suave, que permite trahajar morteros y aplanados.

Se usaron de manera muy aislada algunas vigas o dinteles de piedra. Las techumbres desaparecieron cuando se usó madera como elementos estructural.

- Producción de fachadas y columnas.

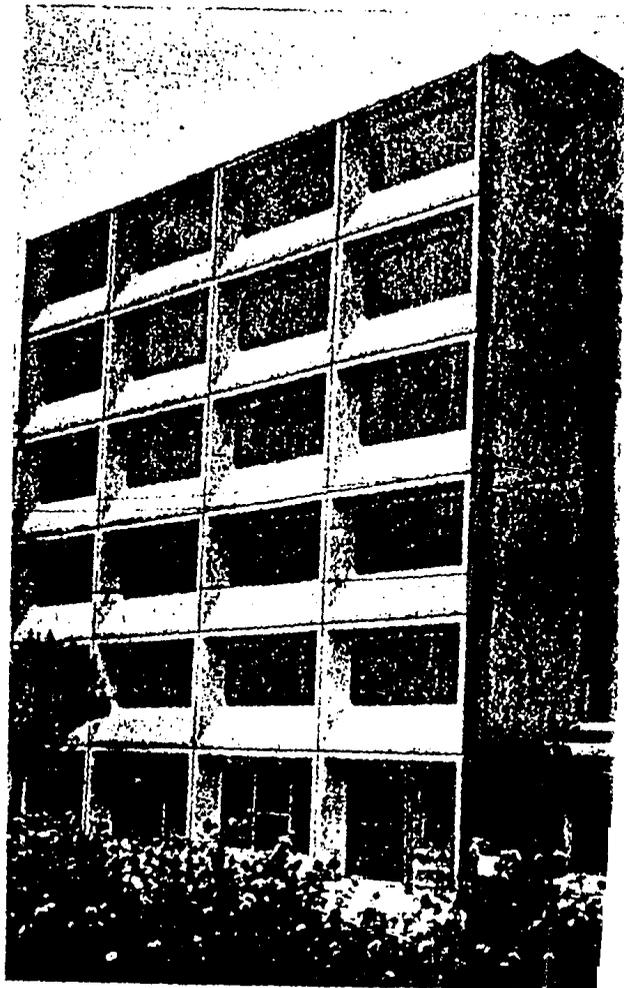
Un ejemplo típico de esta producción masiva de elementos aislados de fachadas se puede identificar en: cuadrángulo de las monjas de Chichén,- las máscaras del Chaac en Kabah,- el Arco en Labna.- el templo de los guerreros y el mercado de Chichén,- el Palacio del Gobernador en Uxmal y muchas obras más, que conservan las características de utilizar elementos repetitivos, modulares.

Los antecedentes de este tipo de construcción los encontramos en los monumentos de la cultura olmeca de El Tajín, en sus pirámides con nichos repetitivos y algunos mosaicos de piedra de La Venta, logrados con baldosas de piso de medidas modulares.

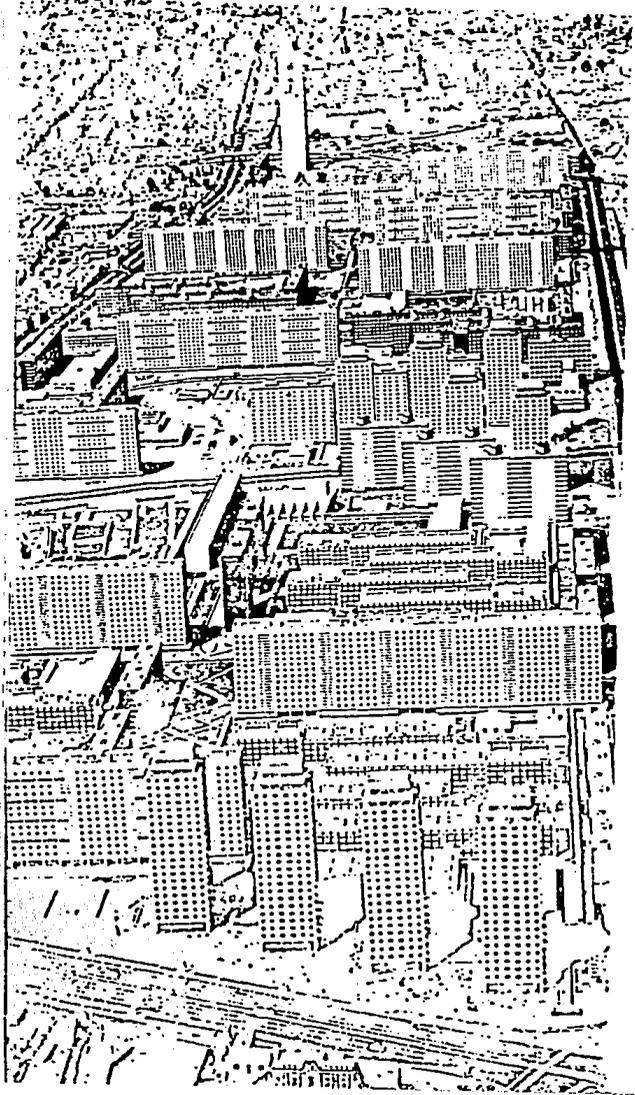
### 3. LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN MEXICO. SU EVOLUCION HACIA LA PREFABRICACION APLICADA.

Con objeto de aclarar mi criterio, relacionando los procesos constructivos con los procesos industriales para la producción de espacios terminados, he considerado necesario mencionar genéricamente la evolución de los procesos constructivos, de tal suerte que permita la identificación y selección de las alternativas óptimas a aplicarse en cada caso y en cada país en particular.

Debemos considerar que la industrialización como tal, es un medio para alcanzar los objetivos de calidad, costo y tiempo en la producción masiva de espacios. Este concepto lo mantendré vigente a lo largo de este trabajo, deseando aclarar que es el objetivo de los estudios de la maestría en tecnología, capacitar al estudiante para conocer, definir y seleccionar en cada caso los diseños arquitectónicos, urbanos e industriales, los procedimientos constructivos, el adiestramiento de la mano de obra, la mecanización y el grado al que deba llegarse y en su caso la industrialización de los procedimientos integrales, como diferentes estadios tecnológicos a aplicar de manera óptima, según las características vigentes en países, regiones y ciudades del continente latinoamericano.



Edificio en la Ciudad de México con paneles de fachada prefabricada



La construcción masiva en México y otros países latino-americanos, nos presenta antecedentes sobre la construcción masiva de espacios técnico-arquitectónicos logrados en diferentes épocas, especialmente a partir de la independencia de cada uno de ellos, de la incipiente industrialización que entonces se iniciaba y la consolidación de las ciudades que daban alojamiento a los migrantes del campo, al reducir en estos países sus características eminentemente rurales.

El proceso de industrialización aunque lento en el caso de México en la rama de la construcción, va dando paso a soluciones tecnológicamente más avanzadas, requiriéndose por la necesidad de producir viviendas en forma masiva y se experimentan en los años sesentas (cuando la construcción de la nueva ciudad de San Juan de Aragón) toda una gama de procedimientos constructivos, en los que la prefabricación aparece en el mercado de la construcción, por primera vez de manera importante;

En esta misma época, durante la construcción del Conjunto Urbano Nonoalco Tlatelolco, la prefabricación se aplica en edificaciones de equipamiento y estructura urbana fundamentalmente.

### 3.1 EJEMPLOS EN MEXICO DE DISEÑO, PREFABRICACION Y ORGANIZACION EN LAS OBRAS.

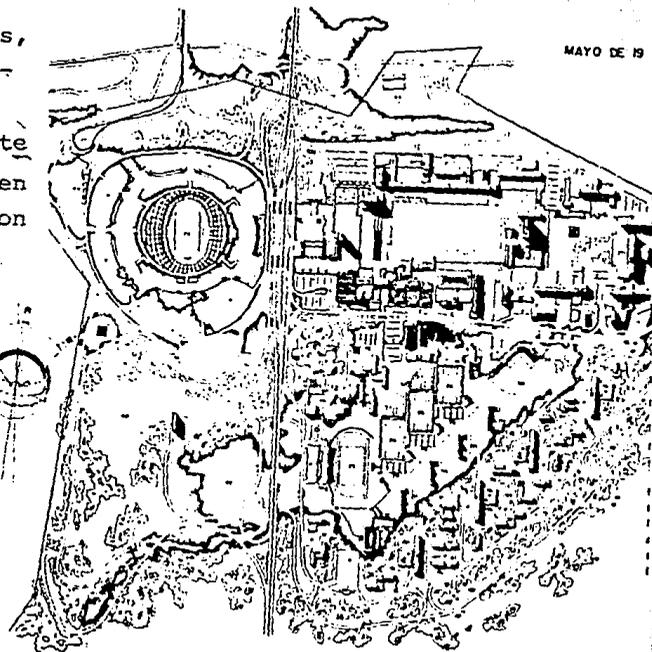
En México, la mayor parte de las edificaciones destinadas a habitación en la segunda mitad del siglo XIX, se lograron mediante la construcción de espacios modulares, con dimensiones repetitivas, utilizando iguales elementos constructivos. El resultado obtenido no sólo fué aceptable, sino admirable por la eficiencia de los sistemas empleados, lográndose experiencias muy destacadas en diferentes casos en los que los materiales usados fueron todavía tradicionales:

Ejemplos de estas edificaciones habitacionales son:

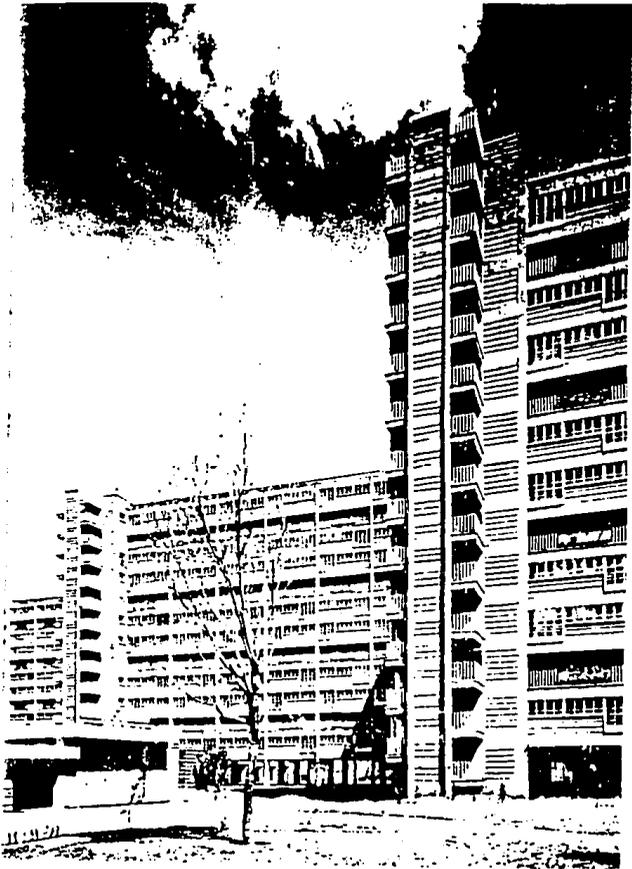
- . Conjunto de El Parián en Avenida Alvaro Obregón.
- . Edificio Condesa, en Avenida Mazatlán.
- . Casas del Buentono en las calles de Bucareli.
- . Edificio Viscaya en Plaza Río de Janeiro.
- . Diferentes vecindades en el centro histórico de la Ciudad de México.

#### - Diseño

Estos conjuntos fueron realizados mediante un diseño arquitectónico-constructivo integral o sea con el objetivo de lograr una construcción repetitiva. Sin embargo los procedimientos constructivos no acusan la aportación



Planta de conjunto de Ciudad Universitaria.



de nuevos métodos, por lo que nos servirán como antecedentes para conocer la experiencia de los profesionales de la construcción en el aspecto de la producción masiva de espacios,

Durante los años cincuentas se inicia en la ciudad de México el desarrollo de grandes proyectos, a través de los conjuntos multifamiliares como:

- Conjunto Miguel Alemán en Avenida Coyoacán.
- Conjunto urbano Presidente Juárez en los terrenos que fueron del Estadio Nacional.

En los años sesenta con la experiencia adquirida en estos conjuntos urbanos, durante la presidencia del Lic. Adolfo López Mateos se llevan a cabo los más ambiciosos proyectos urbanos que se han desarrollado en la ciudad de México:

- Conjunto urbano Nonoalco Tlatelolco
- Conjunto urbano San Juan de Aragón,

así como otros conjuntos de vivienda, entre los que destacan, por su relevancia a nivel internacional:

- Unidad Habitacional Independencia en San Jerónimo.
- Unidad Habitacional Santa Fé y otras.

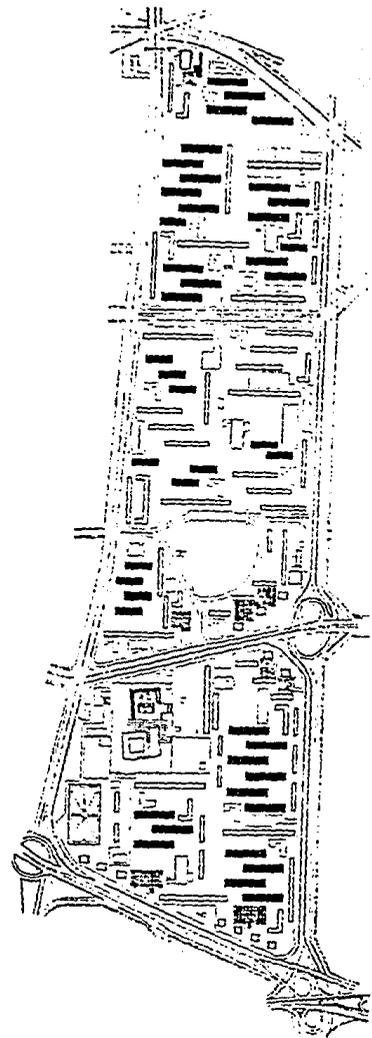
- Prefabricación.

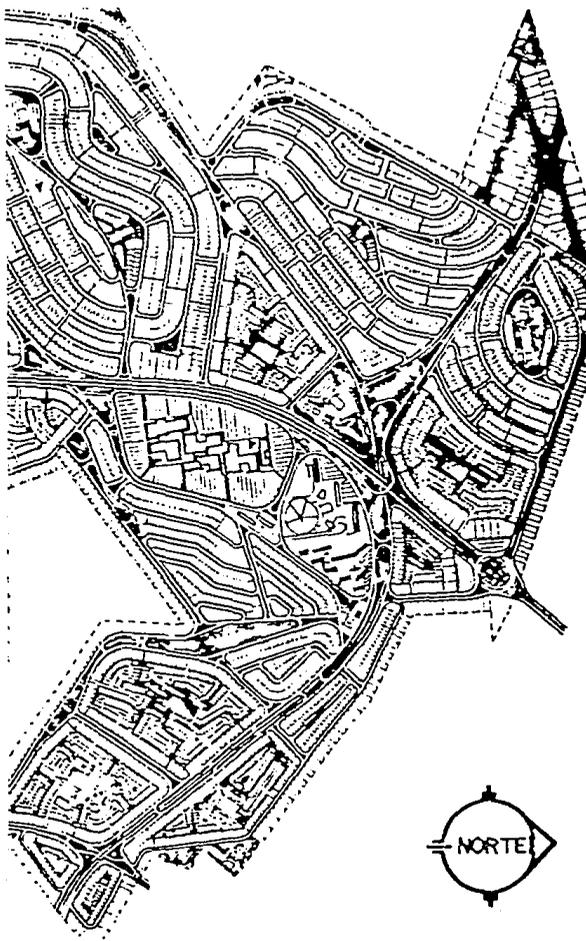
Estos programas se realizaron con recursos provenientes del Programa Financiero de Vivienda, establecido en ese sexenio en el que por primera vez el gobierno federal toma a su cargo la solución al problema del déficit de vivienda, con el apoyo de la iniciativa privada a través de los bancos.

A partir de los años setenta en que se fundan el Instituto Nacional del Fondo para la Vivienda de los Trabajadores (INFONAVIT), el Fondo de la Vivienda para los servidores públicos (FOVISSSTE), el Fondo para la Vivienda Militar (FOVIMI), se propaga en la República la construcción de conjuntos multifamiliares y se propicia el desarrollo de tecnologías aplicables a la construcción masiva, algunas de las cuales son de origen nacional, llegando algunas de ellas a consolidarse tecnológicamente, permitiendo su exportación a otros países y la aplicación de la prefabricación.

La tecnología nacional aplicable a la construcción masiva y a proyectos repetitivos culminó en los años setenta con el proyecto urbano relativo al Sistema de Transporte Metropolitano (METRO), en el que los edificios para estación llevaron el distintivo del diseño modular repetitivo, particularmente en sus fachadas.

También fueron los sistemas del drenaje profundo, del Anillo Periférico y del Circuito Interior, alentaron enormemente la aplicación de los sistemas de construcción conocidos como prefabricación.





### - Organización en las obras.

En los años cincuentas la mayor parte de las grandes obras (Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán, Obras de gran irrigación en Sinaloa y Sonora, Autopistas entre México, Cuernavaca, Querétaro y el gran proyecto de Ciudad Satélite, etc.) estaban en manos de empresas extranjeras, pero se realizan tres enormes proyectos innovadores en las áreas de diseño, organización y construcción:

- La Ciudad Universitaria del Pedregal
- El Centro SCOP en Xola y Universidad y,
- El Proyecto Urbano de Ciudad Satélite.

En esta época se fortalecen las instituciones de educación superior y los centros de capacitación y adiestramiento para los miembros de industria de la construcción y a través de su participación en los programas constructores del gobierno federal, las grandes empresas mexicanas del ramo se consolidan y crecen en magnitud y se tecnifican internamente, iniciando la formación de los grupos constructores empresariales, fomentando la capacitación de sus ejecutivos y directores.

El advenimiento de la era de la computación en México hace crecer estos consorcios fabricantes-constructores, estableciendo una gran diferencia tecnológica con las empresas constructoras pequeñas y medianas. Los sistemas de organización y control de obras alcanzan los mayores niveles de sofisticación.

### 3.2 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES.

Se define en estos procedimientos la aplicación y ejecución de obras, utilizando los métodos tradicionales de diseño y construcción, denominadas de la "caja negra".

#### - Características.

Las características que las empresas y profesionales de la construcción en este nivel, emplean recursos humanos sujetos a una relación laboral no estable, sino sujeta al régimen eventual tratándose de trabajadores o a honorarios por obra determinada, cuando contratan servicios profesionales. El diseño arquitectónico y urbano en estos sistemas, se realiza mediante el procedimiento de la caja negra y la realización de las obras con una organización incipiente, mano de obra no especializada o elemental y herramientas e instrumentos de manos tradicionales y elementales como son: plomo, nivel, escuadra, hilo, cinta, pico, pala, cinceles, martillos, cucharas, llanas, los equipos elementales que se usan son: cortadoras y revolvedoras portátiles, compactadoras por golpe o vibración, sin utilizar otros medios de carácter técnica, ni en el diseño, ni en la realización y control de dichas obras, tanto en el área de su ejecución como en la de administración y finan-





ciamiento de las mismas. Para el desplazamiento horizontal y vertical de los insumos necesarios, se utilizan carretillas, boggies, poleas y pequeñas plumas elementales.

#### - Diseño

La mayor deficiencia en el diseño arquitectónico y urbano en este nivel tradicional es el desarrollo incompleto del proyecto, que propicia errores y diversidad de criterios en la toma de decisiones las cuales no quedan bajo la responsabilidad del diseñador, finalmente.

El diseño no toma en cuenta normas de mantenibilidad que faciliten la operación y mantenimiento futuros. Se proponen variedad de marcas, diferentes modelos y tamaños, sin llegar a tipificar elementos, accesorios partes o equipos.

El diseño incompleto y un alto número de decisiones, que por las razones antes expuestas, se toman en obra por personal no capacitado, hacen que al final, la obra realizada difiera de la obra proyectada. Los planos finales no acusan una congruencia con la realización final de los trabajos.

Esta deficiencia provoca que la operación y mantenimiento de los inmuebles sea deficiente, al no contar con -

planos reales, guías mecánicas ni manuales de operación y mantenimiento, calendarios de remplazos, etc. Se dificulta la labor de intendencia por el desconocimiento de especificaciones, marcas y características de equipos y acabados.

#### - Ejecución.

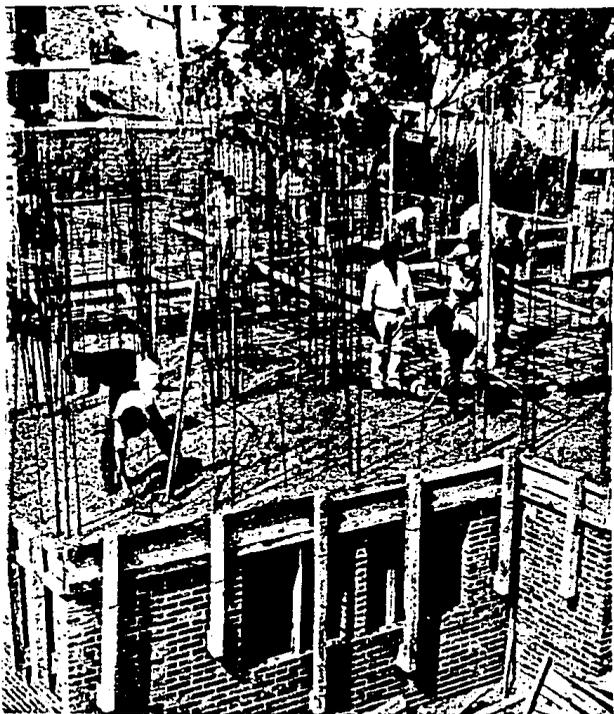
Un gran número de obras en México se realizan bajo estos procedimientos, sin optimizar el uso de los recursos humanos, técnicos, materiales y financieros, siguiendo el empleo tradicional de materiales y aplicando sistemas constructivos elementales, lo cual pone en claro que los equipos profesionales de diseño e ingeniería, no persiguen mayor objetivo que construir espacios abiertos y cerrados mediante la aplicación de métodos ampliamente conocidos por tradición y sin aportes tecnológicos algunos.

Este proceso no permite garantizar calidad, tiempo y costo de las obras.

#### ← Capacitación

El trabajo profesional de empresas y personas físicas dedicadas a la construcción, que utilizan estos sistemas tradicionales, es un trabajo profesional obsoleto, con grandes deficiencias de planeación, organización,





control y evaluación de los trabajos realizados.

El personal de campo, normalmente desconoce los objetivos a lograr en la obra y el esquema de órdenes no llega sino hasta el nivel de los "maestros de obra" en manos de quienes queda la responsabilidad de tomar decisiones e impartir órdenes.

La capacitación del personal, tanto en áreas administrativas como de ejecución de obras, es muy pobre en las empresas de este nivel.

Otra característica de las obras construidas en este nivel, es el de la desvinculación entre grupos diseñadores, constructores, fabricantes, financieros y usuarios, característica a la que haré referencia al analizar los procesos siguientes. Puede afirmarse que la falta de capacitación, característica de este nivel, se da en todas estas disciplinas, incluidos los trabajadores de medio y bajo nivel, quienes quedan fuera de todo programa de capacitación, realidad acentuada por su eventualidad en los trabajos de obra.

### 3.3 SISTEMAS TRADICIONALES EVOLUCIONADOS.

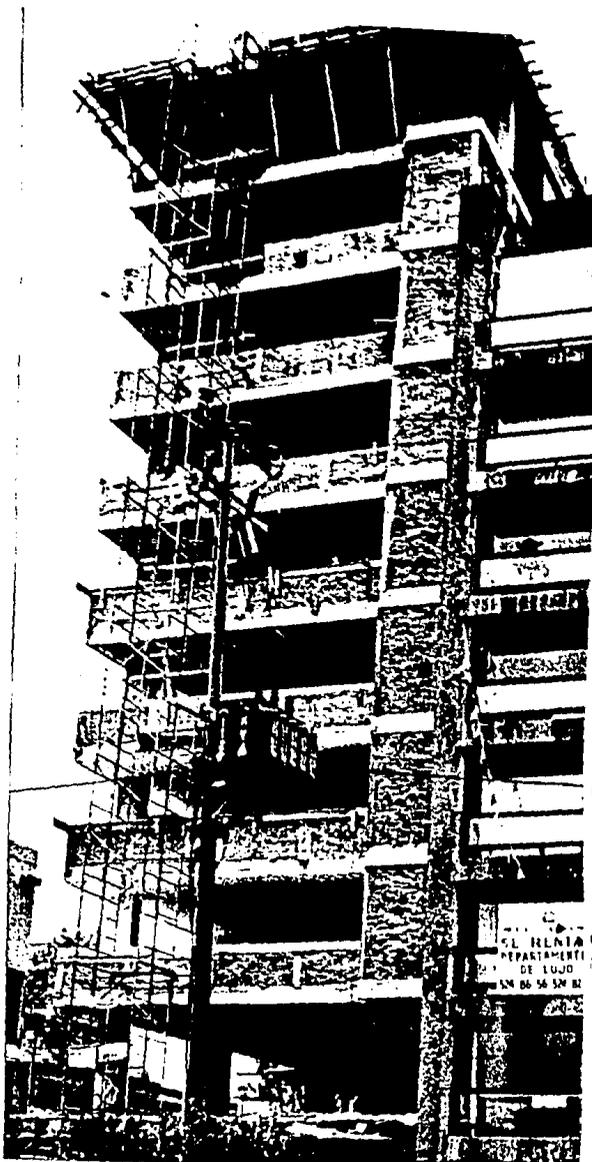
#### - Características.

Me refiero a los sistemas tradicionales evolucionados, como aquellos que, basados en las características antes descritas, han instrumentado avances de fácil aplicación, mediante aportaciones en las áreas de planeación, diseño y construcción, logrando disminuir el grado de eventualidad de empleados y trabajadores, tanto de oficina como de campo.

La primera aportación que la tecnología aplicada pueda hacer para mejorar la productividad del trabajo utilizando sistemas tradicionales, será la implementación de sistemas de mayor rendimiento, paralelamente a la ejecución de proyectos que conlleven desde su realización, el concepto de la evolución de los métodos tradicionales.

#### - Diseño

El diseño de "caja negra" evoluciona mediante el conocimiento y aplicación de la tecnología elemental, que manifestada en el diseño, repercutirá en mayor calidad, menor costo y menores tiempos de ejecución, si atendemos las siguientes áreas:



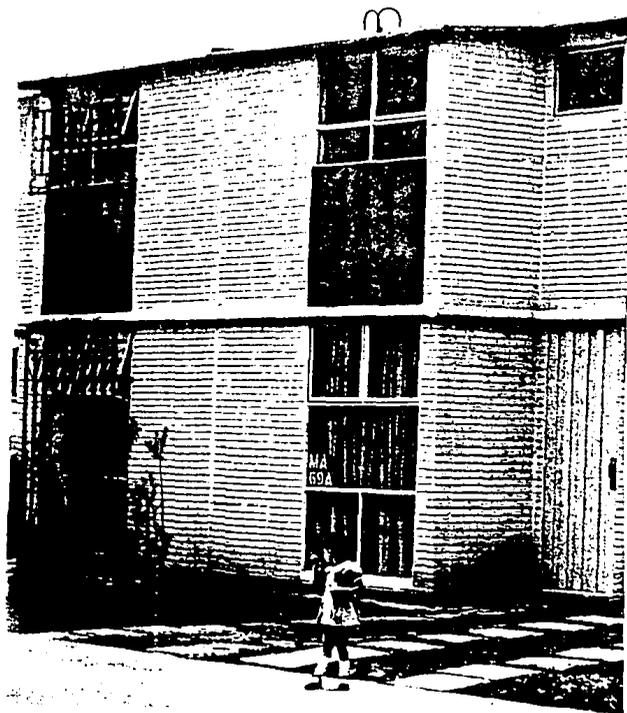
. Dimensionamiento. Una propuesta que tome en cuenta las medidas de los materiales a utilizar, tanto en el plano como en la elevación, lo que disminuirá los trabajos colaterales de adecuación de los materiales a las dimensiones del plano, sosteniendo que, será siempre más congruente y económico, adecuar el diseño al tamaño de los materiales existentes en la zona del proyecto.

. Especificaciones y materiales. El diseñador deberá estar conciente de los equipos que son de uso común en la zona de las obras, con objeto de facilitar un buen rendimiento de la mano de obra. Utilizar materiales regionales en este tipo de proyectos, resulta indispensable.

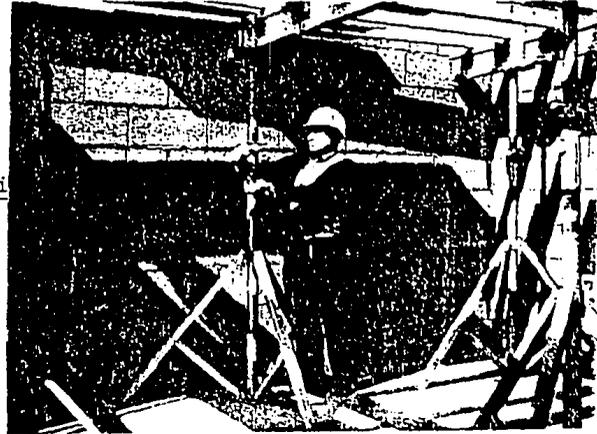
Tan absurdo será especificar piedra bola o tabique en la Península de Yucatán, como utilización de materiales calcáreos en zonas desérticas.

- Ejecución.

Herramientas y Equipo. Cuando deseamos evolucionar los sistemas tradicionales, debemos comprender el concepto de adecuación de herramientas y equipos, los cuales aún de manera elemental puedan ser modificados para mejorar el rendimiento y la eficiencia de los procesos como: planas o llanas de mayor tamaño, aunque se manejen de



manera distinta o con elementos mecánicos adicionales; el uso de cullas para la colocación de mortero en los muros, sustituyendo el procedimiento tradicional de colocar el mortero con cuchara; el uso de un control de ajuste a las hiladas de tabique que permite garantizar iguales espesores y avances más rápidos; el uso de equipos sencillos para el acarreo vertical y horizontal de los materiales de construcción; el uso de equipos mecánicos y eléctricos para preparar mezclas y lanzamiento de materiales, o para el afinado y terminación de los mismos.



Las obras ejecutadas reflejarán siempre el acierto del diseñador urbano-arquitectónico que se manifestará en una obra más rápida, de mayor calidad y menor costo.

La eficiente administración y la correcta planeación financiera, se reflejarán en una obra con adecuada continuidad y costos controlados. La continuidad permitirá lograr los trabajos de planta para trabajadores de campo de las empresas constructoras, reduciendo la eventualidad.

#### - Capacitación.

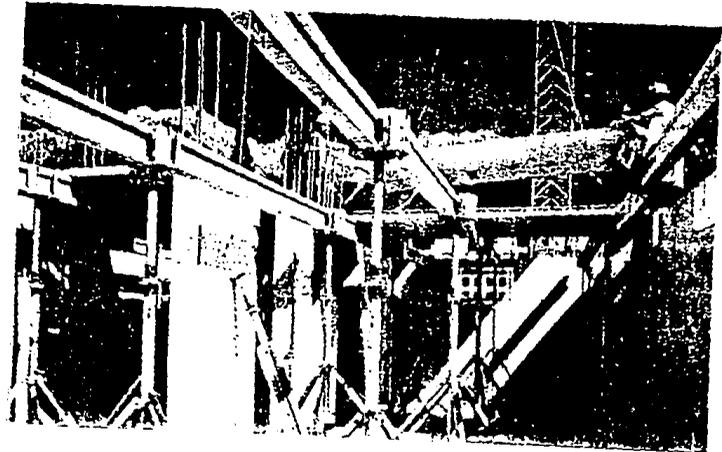
Cuando hablamos de "métodos evolucionados" debemos integrar el concepto de "capacitación" de tal manera que



el recurso humano participe de manera óptima. Mientras mayor sea el grado de evolución, mayor será el requerimiento de capacitación, mismo que deberá proporcionarse en el taller y la obra, ante las necesidades, realidades y objetivos específicos a lograr.

La capacitación debe involucrar al personal de planeación, diseño, construcción, mantenimiento, administración y ventas tanto más cuando se trata de construcción masiva, proyectos en los que podemos evaluar a corto plazo, los resultados de la capacitación impartida.

Es evidente que una empresa constructora capacitará mejor a los trabajadores de planta, que a los sujetos a un régimen eventual.



### 3.4 SISTEMAS EVOLUCIONADOS MECANIZADOS.

#### - Características.

Este tercer nivel en la clasificación de los sistemas constructivos, se define por el empleo de mecanismos y máquinas que desarrollan, controlados por el hombre, trabajos importantes que reducirán el empleo directo de la fuerza laboral no calificada.

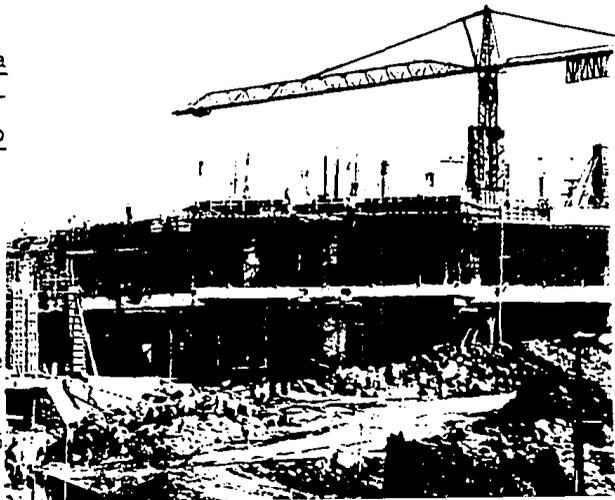
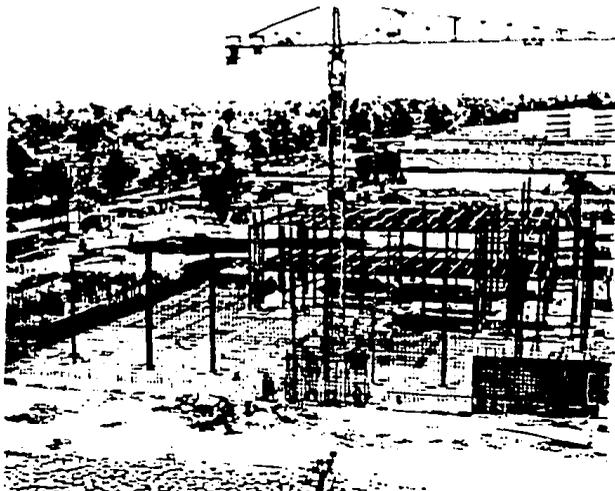
El procedimiento de toma de decisiones y emisión de órdenes es más centralizado y al mismo tiempo mejor conocido por todos los participantes en el proceso.

Al aparecer un mayor número de equipos y máquinas en la obra, se propicia un empleo más estable y se reduce la eventualidad.

Es de hacerse notar que en este nivel se realiza la planeación, diseño, programación y control mediante el empleo de las tecnologías accesibles tanto en hardware como diferentes softwares y programas CAM-CAD.

#### - Diseño.

Las empresas y personas físicas que realizan proyectos en este nivel deben mantener en su organización interna, un programa de modernización permanente, por lo que todas las etapas de planeación son verificadas en los

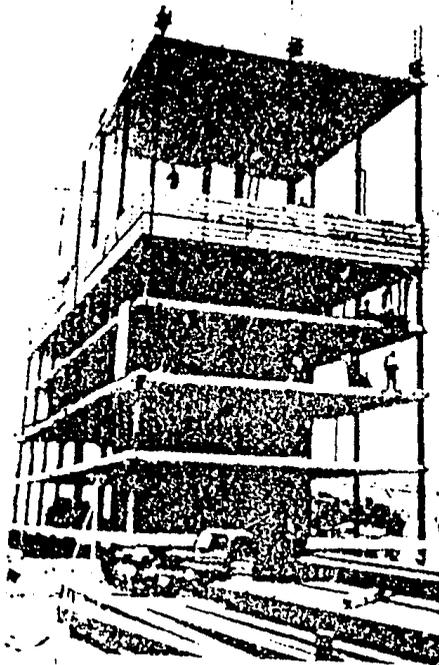


modelos, tendiendo a optimizar el uso de los recursos humanos, materiales y financieros.

- Ejecución.

En este tercer nivel de adecuación técnica de los sistemas constructivos aparecen, paralelamente a las aportaciones mencionadas en el nivel anterior, los siguientes mecanismos:

- 1) Maquinaria para movimientos de tierra, excavadoras y zanjeadoras.  
Equipos para montaje y movimiento de insumos semiterminados.  
Equipos para prueba de materiales.  
Compactadoras y planchas.  
Pavimentadoras.  
Extrusoras de elementos de concreto, repetitivos.
- 2) Bandas transportadoras de materiales, horizontal y verticalmente, Sistemas de elevación de personal y materiales terminados. Equipos de aplicación mecánica de materiales y revestimientos. Revolvedoras y dosificadoras, silos de almacenamiento.
- 3) Uso de aire y presión para lanzado de materiales. Soldadoras de diversos materiales. Máquinas eléctricas para colocación y terminados de acabados. Máqui-



Edificio de oficinas en la ciudad de México. Losas aligeradas e izadas hidráulicamente después de ser colocadas a nivel de terreno, postensadas en forma continua. Sistema Prescon.

nas eléctricas para trabajos de madera, recubrimien-  
tos y pétreos.

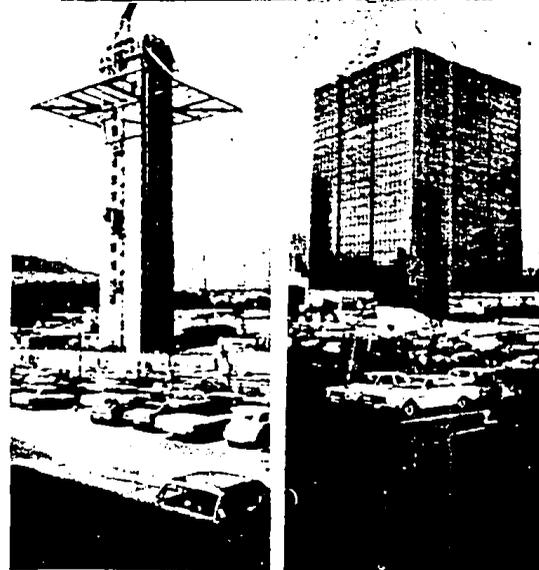
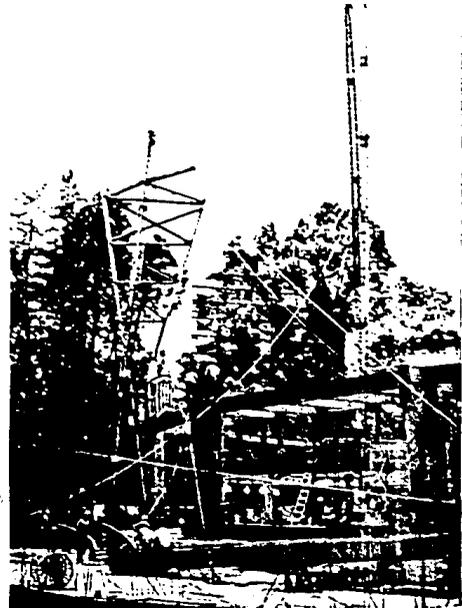
- 4) Pulidores de piso y acabados, taladros y perforado-  
ras. Máquinas de presión para prueba de instalacio-  
nes. Equipos de medición eléctrica.
- 5) Creación de la intendencia de control y manteni-  
miento en obra,

- Capacitación,

Cuando se tiene como objetivo trabajar en este nivel  
evolucionado y mecanizado, se destaca la existencia pre-  
via de un buen nivel de preparación profesional y sub-  
profesional del personal participante en el proyecto.

Al mismo tiempo deberemos destacar la necesidad de con-  
tinuar con el proceso de capacitación durante la planea-  
ción y ejecución del proyecto en todas sus fases y en  
todos los equipos participantes en las áreas de:

- Planeación, estudios y proyectos.
- Jurídico y legal,
- Contabilidad e impuestos,
- Diseño urbano y arquitectónico,
- Diseño industrial,
- Administración y adquisiciones,
- Construcción y entrega,



## Vivienda de calidad

En una vivienda de interés social, que tenga tres recámaras, dos baños, cocina, sala-comedor, realizada con este sistema, existe un ahorro de hasta un 20 por ciento, aunque los elementos que se utilizan sean caros, por ejemplo: el poliestireno expandido, de producción nacional, cuyo costo por kilo está alrededor de los de 14 mil pesos.

"Con este sistema se obtiene una casa tan bonita como se quiera, con un gran confort y un aislamiento acústico de primera. Esto último, a diferencia de un muro de tabique que tiene de cuarto a cuarto es del orden de los 37 decibeles, el sistema que tenemos anda en 52".

El Sr. Cifirán añade que el sistema de panel de concreto ligero es además un aislante térmico muy eficiente ya que, por ejemplo, si estamos en Chihuahua, donde la temperatura llega a los 35 grados centígrados, debido a que el sistema es 20 veces menos conductor de calor, lo hace más apreciado incluso que si fuera una losa de concreto tradicional.

## El sistema de cimbrado inteligente

Este innovador sistema de cimbrado se caracteriza por tener: Pies derechos metálicos, telescópicos y galvanizados, que son ligeros, resistentes y de gran duración, pues con un cuidado adecuado es posible, según experiencias, obtener una duración hasta de 800 usos.

Madrinas y vigas secundarias que se fabrican en madera especialmente tratada, cuya sección maciza de adecuada configuración y encolado multilaminar, dan como resultado una larga duración ( 800 usos). Estos elementos, al igual que los anteriores, por su crecimiento se adaptan a cualquier proyecto.

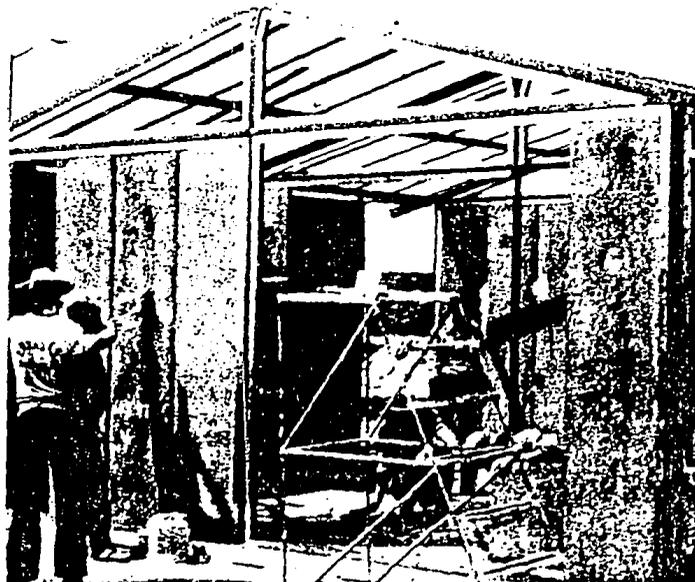
Superficie de contacto constituida por una plancha a base de hojas de urplay DOKA tratada con un revestimiento

- Programación y control,

- Promoción,

- Ventas y adjudicación,

para lograr la consecución de objetivos comunes y de las metas particulares en cada una de las áreas específicas y poder ascender más en este grado de productividad de los sistemas constructivos evolucionados mecanizados.



### 3.5 SISTEMAS MIXTOS CON PREFABRICACION APLICADA.

#### - Características.

Estos sistemas involucran el diseño especializado y el uso de materiales previamente seleccionados. Requieren de máquinas y equipos de precisión y alta capacidad, así como un conocimiento integral del diseño, los insumos, los recursos y los procedimientos constructivos. El trabajo conjunto de diseñadores, constructores e industriales se destaca de manera importante, por ser un método de alta productividad.

Como ejemplos de estos sistemas de prefabricación aplicada tenemos: el stcut bilt y otros semejantes, a base de moldes integrales de acero y estructuras de concreto armado; todos los sistemas de viguetas, bovedillas y losas a base de elementos; muros y techos a base de paneles y utilización integral de paneles de yeso, panel W, pamacón y otros paneles de bajo peso, aplicables a construcción de muros y techos.

#### - Diseño

Este grado de evolución en los sistemas constructivos solo pueden alcanzarse cuando el diseñador conoce los procedimientos de fabricación y ensamble de los prefabricados por utilizar, lo que permitirá adecuar el di-



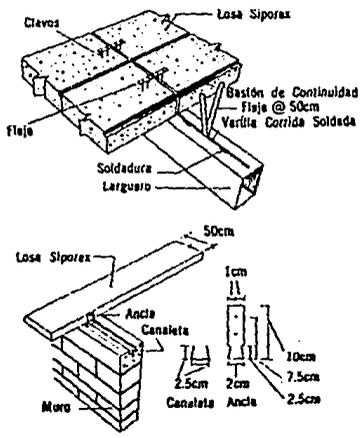
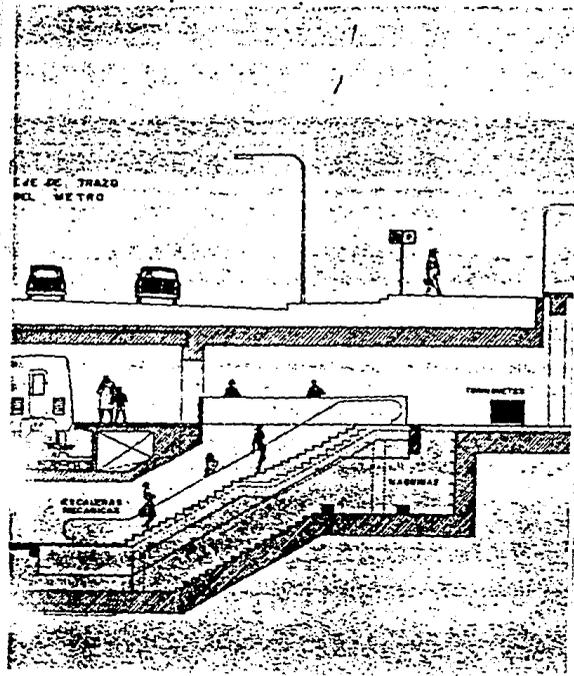
mensionamiento de los espacios por construirse, a los elementos prefabricados por ensamblarse.

Es dentro de este grado de evolución de los sistemas, en el que se vislumbra la posibilidad de la prefabricación a pié de obra, tema de esta investigación. La prefabricación aplicada contempla diferentes niveles, desde el uso de piezas aisladas hasta paneles de grandes dimensiones.

El sistema estará regido por el grado de mecanización, -- accesible en el lugar de la obra, la movilidad dentro de la misma y las posibilidades de montaje de las partes, tanto en estructura como en elementos de terminación y acabados.

- Ejecución.

A partir de este nivel de evolución de los sistemas constructivos, la ejecución de la obra estará limitada por los sistemas de montaje, la adecuación de partes, la adquisición de insumo y los inventarios en el sitio de la obra. Resulta indispensable que todos los esfuerzos durante el proceso de realización, se encaminen a un mismo fin establecido en el programa de avance de obra y se coordinen los calendarios de adquisición, arribo y montaje a efecto de minimizar los movimientos de elementos prefabricados. Es deseable que los elementos prefabricados



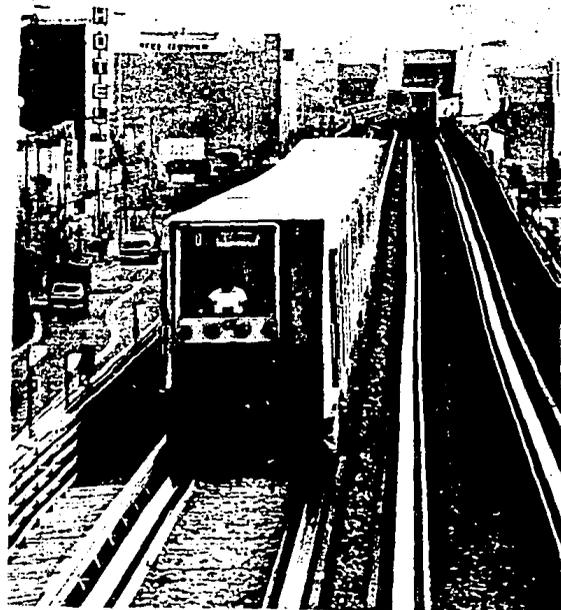
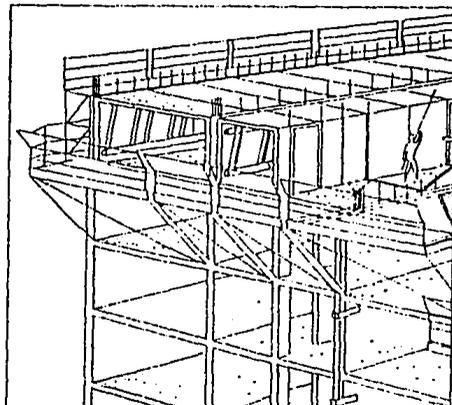
dos se instalen directamente de las plataformas de -- transporte a su sitio final. Los elementos que deban estibarse en obra hasta su colocación final deberán es ta adecuadamente protegidos y libres de contaminaciones.

Estos sistemas constructivos presentan un riesgo fundamental, sobre todo cuando se trata de llevarlos a cabo en zonas sísmicas, por lo que la supervisión deberá es tablecer un sistema de verificación y control en las juntas.

Cuando se trata de elementos prefabricados a pie de obra es igualmente importante extremar el cuidado en la supervisión de las zonas críticas de los elementos prefabricados, en su estiba, transporte, montaje y terminación.

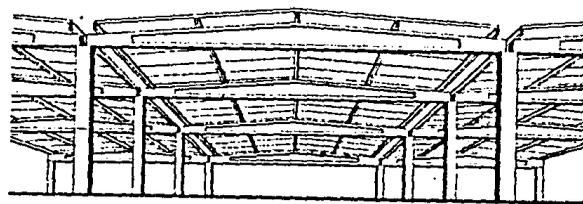
#### - Capacitación.

La aplicación de estos sistemas resulta imposible sin una capacitación especializada para ejecutivos, diseñadores, residentes y supervisores en la obra. Los procesos de decisión para la aplicación de estos sistemas requieren del conocimiento del sistema y de los alcances de su puesta en práctica, siendo este grado de capacitación indispensable de manera previa al proyecto. La ca



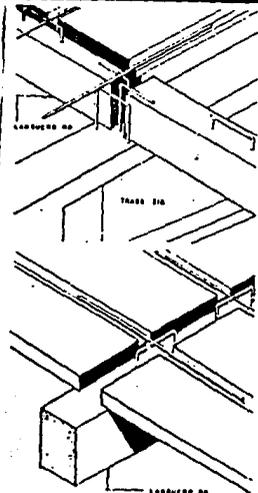
pacitación en campo deberá darse previamente y durante la realización de la obra, especialmente al personal que la llevará a cabo, debiendo incluir a los obreros no ca-  
lificados especialmente, pues son ellos quienes realizan las labores de transporte, estiba y montaje, en las que los elementos prefabricados pueden ser dañados por su ma-  
nejo inadecuado.

El diseño estructural deberá prever los armados necesari-  
os, en piezas de concreto, para reforzar en aquellos lugares en los que las piezas puedan ser dañadas por --  
esos movimientos.



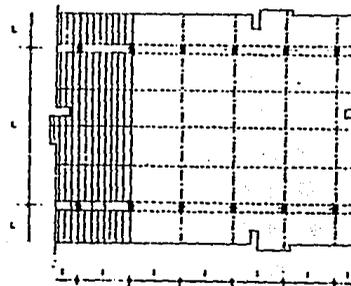
### NAVES INDUSTRIALES

CUBIERTA A DOS AGUAS — SOLUCION  
MULTIPLE



### CARACTERISTICAS

- 1- LA CUBIERTA ESTA FORMADA POR LOSETAS DE SIPorex DE 30-250 CM Y 3.5 CM. DE ESPESOR, LARGUEROS RECTANGULARES R8 (VER CATALOGO A-1) Y TRABES PRINCIPALES DE SECCION VARIABLE S18 (VER CATALOGO A-2).
- 2- LAS CONEXIONES LOSETAS-LARGUERO Y LARGUERO-TRABE PRINCIPAL SE APRECIAN EN LOS DETALLES ADJUNTOS. PARA LAS CONEXIONES TRABE PRINCIPAL-COLUMNA Y COLUMNA-CIMENTACION, VER LAS HOJAS B-2 Y B-1 RESPECTIVAMENTE DEL CATALOGO
- 3- PARA FINES DE CALCULO, LAS TRABES SE CONSIDERAN DOBLEMENTE ARTICULADAS Y LAS COLUMNAS EN VOLADIZO, AUNQUE ALGUNAS CONEXIONES PUEDEN PROPORCIONAR CONTINUIDAD A LA ESTRUCTURA.
- 4- EN GENERAL, EL ANALISIS Y DISEÑO ESTA BASADO EN LAS RECOMENDACIONES DEL REGLAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.
- 5- PREMESA CUENTA CON UN DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS QUE PUEDA RE-  
SOLVER SOLUCIONES DIFERENTES A LAS INDICADAS.



### PLANTA

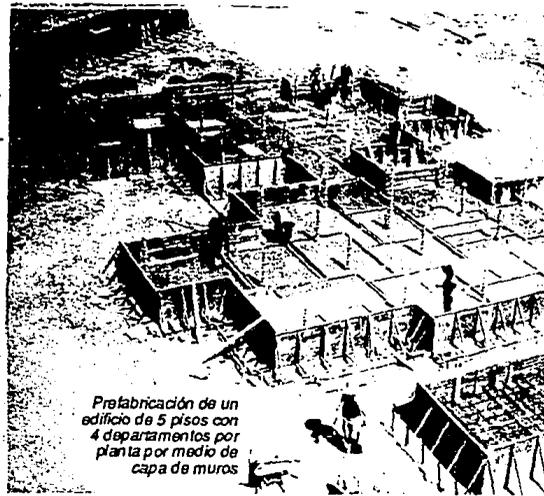
TRABES PRINCIPALES S18

### 3.6 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INTEGRALES PATENTADOS.

Estos sistemas son aplicables en países donde la industria de la construcción está altamente desarrollada, la especialización de la mano de obra es buena y están altamente difundidas las técnicas para la fabricación, transporte y montaje final, tanto de cimientos, columnas, travesaños, paneles y bloques o unidades terminadas.

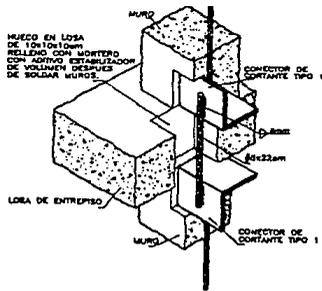
En nuestro país existen antecedentes aislados de la utilización de esta tecnología, como fueron los edificios para estacionamiento, de bloques de fabricación integrada y que fueron destruidos por el terremoto de 1985 en una gran mayoría, debido a las fallas de las juntas utilizadas en el sistema. De manera aislada, diversas plantas de prefabricados, han realizado edificaciones con sistemas integrales de prefabricación en forma limitada y con topes de altura a más o menos ocho niveles, con muy buenos resultados económicos y plásticos.

Estos sistemas de prefabricación integral corresponden a patentes de fabricación, en su mayor parte importadas, por lo que el diseño está sujeto a dichas patentes, correspondiendo a los representantes en México o a los poseedores mexicanos de sus respectivas patentes, verificar el comportamiento de esas estructuras en las zonas de alta sismicidad, condición de trabajo que afecta el diseño de las



*Prefabricación de un edificio de 5 pisos con 4 departamentos por planta por medio de capa de muros*

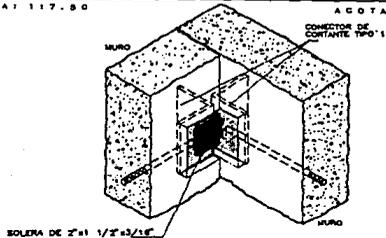




### UNION DE MUROS INTERIORES CON LOSA DE ENTREPISO

ESCALA: 1:17.00

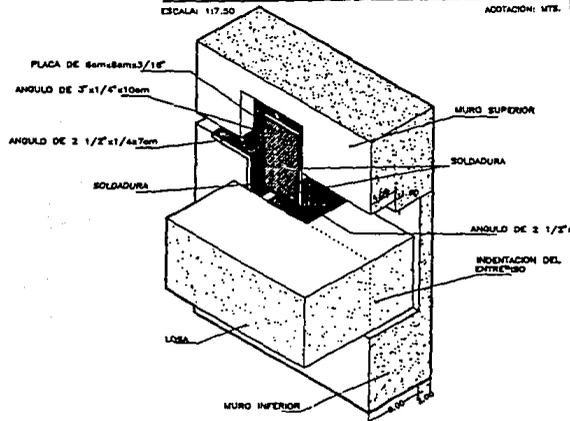
ACOTACION: M.T.



### UNION DE MUROS

ESCALA: 1:17.00

ACOTACION: M.T.



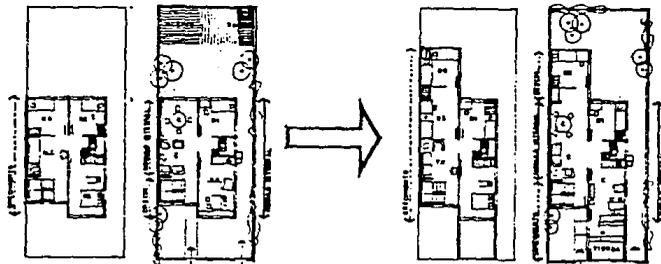
### UNION DE MUROS Y LOSA EN FACHADA

64

ACOTACION: C.M.

juntas de montaje, para garantizar el trabajo de los "nudos rígidos" en estas edificaciones.

Para que pueda llevarse a cabo el diseño y la construcción de una obra de prefabricación integral, sujeta a patentes, el sitio final debe tener las características adecuadas para el montaje de todos los elementos de obra y en su caso los espacios necesarios para instalar la planta de fabricación, estiba y montaje de todo el sistema integral. Es por ello que en el caso de México, debido a la conformación física de su desarrollo urbano y la alta densidad de las ciudades, la aplicación de los sistemas de prefabricación integral ha sido hasta la fecha muy reducida.

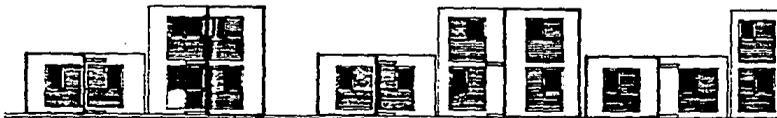


PUEDA CRECER  
HASTA:

150 m<sup>2</sup>

• SE SABERÁ A LO LARGO DE ESTANCIA CONOCER  
• CADA UNO DE LOS FAMILIARES.  
• EL MODO INTERNO, PUEDE CRECER UN POCO MAS  
• IMPEDINDO UNA ESCALERA SIN ROMPER LA TI-  
• CONSTRUCCION.  
• LA RECALZADA EN PLANTA BAJA PODRA SER PARA  
• UN "MÓDULO" O UNA PERSONA DE EDAD  
• EN PLANTA ALTA HAY UNA EDIFICADA PARA DE TI-  
• O DE CONSTRUIR.  
• EN EL FONDO PODRA HABER UN "MÓDULO" PUEBLA.  
• VER PLANO A-4-4.

• SE SABERÁ A LO LARGO DE ESTANCIA CONOCER  
• CADA UNO DE LOS FAMILIARES.  
• EL MODO INTERNO, PUEDE CRECER UN POCO MAS  
• IMPEDINDO UNA ESCALERA SIN ROMPER LA TI-  
• CONSTRUCCION.  
• LA RECALZADA EN PLANTA BAJA PODRA SER PARA  
• UN "MÓDULO" O UNA PERSONA DE EDAD  
• EN PLANTA ALTA HAY UNA EDIFICADA PARA DE TI-  
• O DE CONSTRUIR.  
• EN EL FONDO PODRA HABER UN "MÓDULO" PUEBLA.  
• VER PLANO A-4-4.



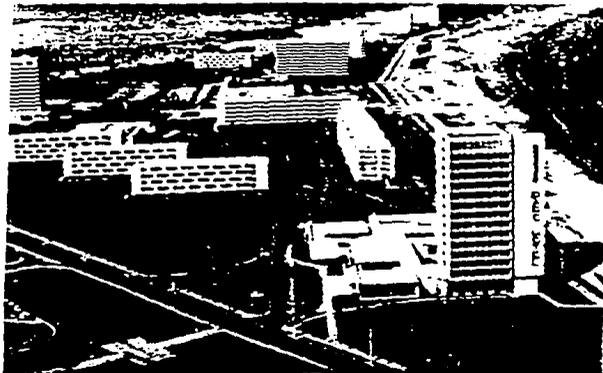
• SE SABERÁ A LO LARGO DE ESTANCIA CONOCER  
• CADA UNO DE LOS FAMILIARES.  
• EL MODO INTERNO, PUEDE CRECER UN POCO MAS  
• IMPEDINDO UNA ESCALERA SIN ROMPER LA TI-  
• CONSTRUCCION.  
• LA RECALZADA EN PLANTA BAJA PODRA SER PARA  
• UN "MÓDULO" O UNA PERSONA DE EDAD  
• EN PLANTA ALTA HAY UNA EDIFICADA PARA DE TI-  
• O DE CONSTRUIR.  
• EN EL FONDO PODRA HABER UN "MÓDULO" PUEBLA.  
• VER PLANO A-4-4.

### 3.7 CONSTRUCCION CON GRANDES PANELES Y GRANDES BLOQUES PREFABRICADOS INTEGRALES.

Este capítulo se refiere a los sistemas constructivos en México y su evolución hacia la prefabricación aplicada, pero considero necesario mencionar otros sistemas más -- evolucionados, disponibles en el mercado internacional y que hasta la fecha no han sido utilizados en la República. Estos sistemas, de gran aplicación en las potencias industriales del mundo occidental y de la órbita socialista, requieren de un alto grado de mecanización, equipos de muy alta capacidad de elevación, grandes inversiones en las plantas de fabricación y un desarrollo tecnológico muy evolucionado en la industria y las empresas constructoras.

Los sistemas a los que me refiero son conocidos como de "grandes paneles prefabricados" o bien de "grandes bloques" cuya aplicación en la república mexicana no ha sido tecnológicamente factible, debido a las condiciones tanto de carácter social, como financieras y técnicas. Considero que en un futuro la aplicación de estas tecnologías seguirá siendo excepcional, debido a que las mismas han ido disminuyendo su aplicabilidad en las economías que les dieron origen.

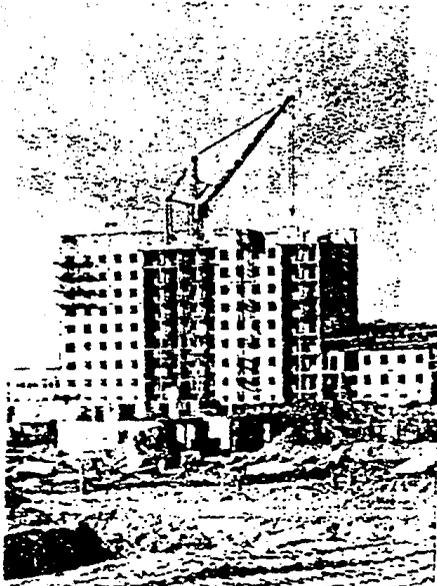
En la órbita soviética proliferaron estos sistemas debido a que los combinados industriales de la entonces U.R.S.S.



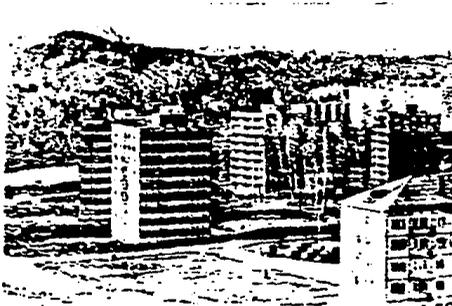
Mamala urbanización junto a la playa

Vista exterior de la fachada de un bloque de viviendas de 24 plantas en Berlin - Spandau





Junto con la fábrica "Atomash" crece rápidamente la ciudad de Volgodonsk.



Cerca de una de las más grandes centrales hidroeléctricas y la fábrica de celulosa, se levantan los barrios de la ciudad de Ust-Ilimsk, una joven ciudad siberiana muy confortable.

realizaron el diseño, transporte, montaje y mantenimiento de enormes conjuntos, que financiados por el estado soviético proporcionaron nuevas viviendas a razón de once unidades por cada mil habitantes anualmente, debido a que uno de los logros económicos más importantes del sistema de gobierno, fue el de proporcionar vivienda para el pueblo soviético que alcanzó los doscientos sesenta millones de habitantes, a partir de una realidad social en la que solamente el 17% de la población contaba con servicios de vivienda, con agua potable y drenaje al inicio de la revolución, o sea que de aquellos cuarenta millones de habitantes sólo siete millones contaban con una vivienda aceptable. El proceso de la revolución permitió llevar a los poblados rurales, los mismos niveles de desarrollo urbano con que cuentan las ciudades y entonces, mismos salarios y mismos niveles de educación, salud y vivienda y trabajo.

Los proyectos y conjuntos realizados, eran cambiados cada cinco años de acuerdo a la economía planificada del estado soviético, modificándose en consecuencia en ese período, el concepto de los combinados industriales respectivos, habiendo llegado en ese proceso de evolución, a perfeccionar los sistemas integrales para construir edificios multifamiliares que de seis niveles pasaron, en los años ochentas a contar con dieciseis niveles de altura.

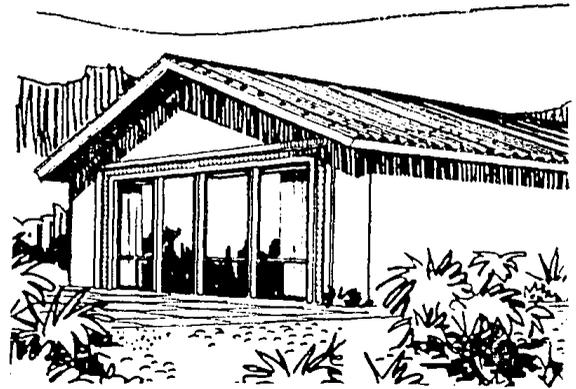
### 3.8 USO DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCION MASIVA. OTROS MATERIALES.

Una gran parte del patrimonio inmobiliario nacional, realizado bajo normas y reglamentaciones establecidas, ha requerido de ser financiado a largo plazo, con garantía hipotecaria, para poderse llevar a cabo. Los plazos de financiamiento en los créditos hipotecarios se han ido ampliando, debido a los condicionantes y realidades socioeconómicas del país de diez años en los cincuentas a quince y veinte años en los noventas. La construcción realizada por el sector social, de manera irregular y no controlada, no ha gozado de ningún sistema financiero a largo plazo y su participación en el área de la vivienda, ha ido reduciéndose, al participar con tres de cada cuatro casas en los cincuentas a un poco más de dos viviendas de cada cuatro en los noventas.

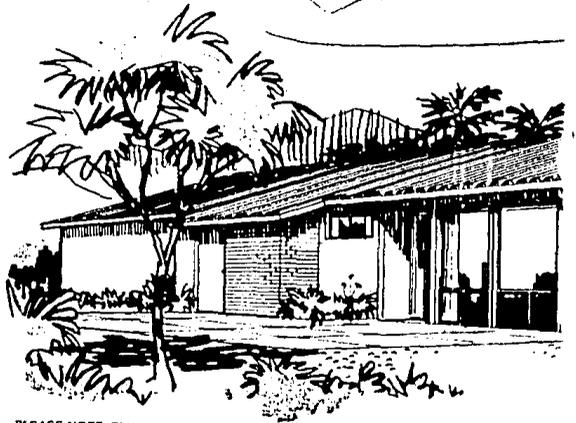
#### .. Madera

La construcción a base de madera, tan popular en el siglo XIX, ha venido observando una reducción en el número de viviendas así construídas y su aplicación en otras áreas

de la construcción ha sido prácticamente nula. Los estados del norte de la república, familiarizados con el uso de este material, tan abundante en ese territorio, continúan construyendo con estructura, muros y terminados a base de madera, cuando se trata de casas o viviendas aisladas pero no de conjuntos producidos masivamente.



the **Q** homes





Un importante factor que actua en contra de la utilización de la madera en forma masiva, es la falta de tecnología adecuada, que permita que el comportamiento de la madera sea estable, una vez terminada la construcción. No existen planeación en la explotación racional de este recurso renovable, lo que provoca la devastación de los bosques y las selvas tropicales, dando lugar a un uso y consumo de este material obtenido de manera ilegal, en muchos casos.

La falta de aceptación de los Bancos e instituciones hipotecarias, para otorgar créditos hipotecarios a las edificaciones construidas a base de madera, reduce la posibilidad de promover construcciones realizadas con este material.

La fabricación de paneles y materiales derivados de la fibra de la madera, con tecnologías extranjeras, ha permitido la obtención de elementos prefabricados incombustibles, teniendo como base el uso de la fibra de madera, sin embargo la difusión necesaria para el conocimiento de estos materiales no se ha dado y su aplicación es reducida y local.

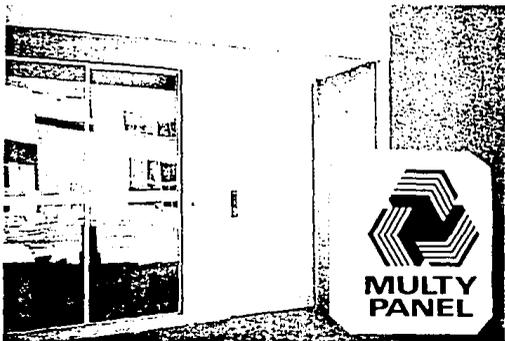
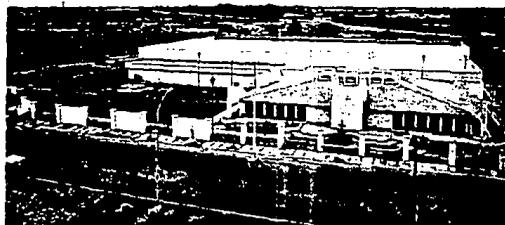
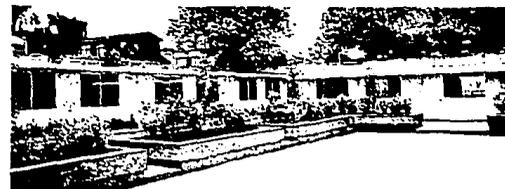
- Plásticos rígidos.

La aplicación del plástico rígido en la construcción tiene treinta años. Esfuerzos aislados de diseñadores y constructores se han manifestado en diferentes latitudes, sin que ninguno de estos diseños, producidos industrialmente hayan tenido una aceptación generalizada. La ideosincrasia del

del mexicano y su resistencia al cambio, han evitado la proliferación de estas tecnologías extranjeras, a pesar de su versatilidad y actualmente, de su costo moderado.

Partes utilizables en la construcción masiva, fabricadas con plásticos rígidos, tienen un uso muy aceptable y grandes conveniencias de durabilidad y bajo mantenimiento, por lo que actualmente su empleo más frecuente se relaciona con recubrimientos para muros y pisos, ventanería, puertas y aplicaciones en baños y cocinas.

Los proyectos integrales a base de maderas y de diferentes calidades de plástico deben considerarse dentro de lo que en este trabajo denominamos sistemas constructivos integrales patentados, habiéndose realizado en ambos casos "madera y plásticos", conjuntos experimentales para diferente climatología en el territorio. Los prototipos que se emplearon en estos conjuntos, se conservan como testimonio de una posibilidad tecnológica aún no explorada eficientemente en el contexto de la construcción masiva en México. Durante el sexenio ochenta y dos-ochenta y ocho y ante el fortalecimiento del Fondo Nacional para las habitaciones populares a nivel nacional, se llevaron a cabo concursos para el diseño de viviendas a base de madera, sin que su ejecución haya prosperado. Anteriormente en el setenta y cuatro-setenta y seis el Instituto Nacional para el Desarrollo de la Comunidad Rural y de la Vivienda Popular (I.N.D.E.C.O.) pa-



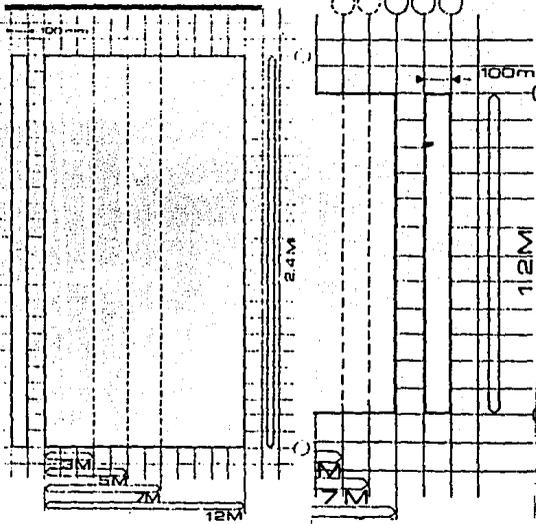


trocinó una experiencia de vivienda masiva a base de madera en el Estado de Chiapas, en la zona petrolera de Cactus, la cual resultó un fracaso.

Las industrias madereras más importantes de la república (Protimpos, Vicente Guerrero y Guadiana etc) han participado en exposiciones nacionales de vivienda, mostrando desde la unidad mínima, hasta los conjuntos de vivienda ensamblada.

A la fecha sobreviven solamente las fábricas de paneles de madera para construcción en Grupo Guadiana y Pamacón, explotando ambas patentes de origen extranjero.

## Covintec



- Otros materiales.

Para la utilización de materiales diversos a los tradicionales nos encontramos con problemas semejantes a los expuestos en este capítulo, haciéndose más crítica su aplicación, debido a la ignorancia de los diseñadores y constructores de las características técnicas de estos materiales y a la idiosincrasia nacional que se resiste al cambio en relación con los métodos tradicionales.

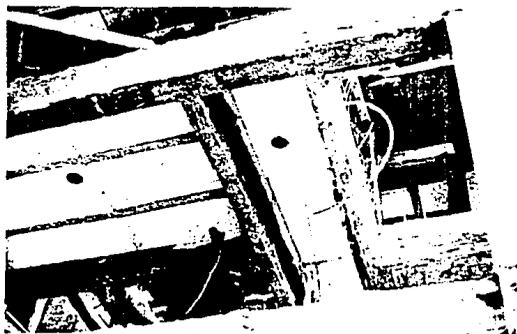
Dentro de este grupo de materiales se ubican panel W y otros realizados a base de malla y espuma de poliuretano, paneles de fibra larga de madera y concreto, covintec, multipanel y otros, cuya aplicación se limita a muros y lo-

sas, no habiéndose realizado sino de manera muy aislada, experiencias de construcción integral a base de sus materiales.

Otro tipo de productos de carácter industrial y de aplicaciones muy versátiles, se producen para fabricar en obra sistemas de techos (viguetas y bovedillas, elementos de placas planas, losas -trabes de bloques de arcilla, losas -trabes de bloques de concreto, etc.), que se complementan con trabajos adicionales en obra. Estos sistemas pueden considerarse dentro de lo que en este capítulo hemos denominado sistemas mixtos con prefabricación aplicada, que pueden ser una solución al problema de la construcción masiva, siempre y cuando se cumplan con las mecánicas señaladas en el acápite 3.5 anterior.



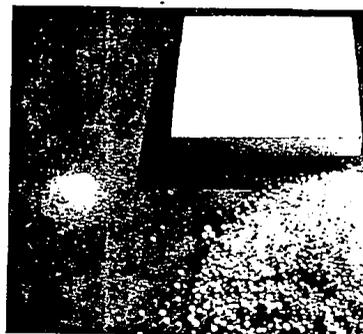
"Losa Reticular (Casetón)"



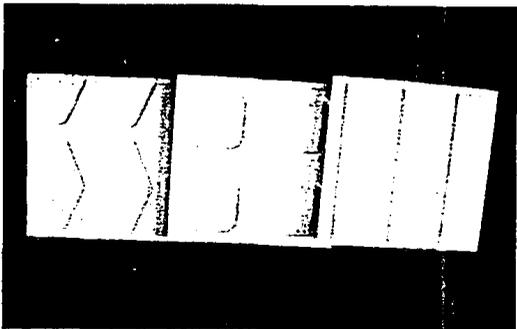
"Vigueta y Bovedilla (E.P.S.)"



"Sistemas Integrales"



"Expandén"



"Plafones (E.P.S.)"

hay que llevar al campo

beneficios de la técnica



### 3.9 CONCLUSIONES.

Una vez propuesto el análisis de los sistemas constructivos vigentes en la República Mexicana, enunciaré las conclusiones a las que he llegado a lo largo de mi ejercicio profesional, con objeto de proponer un sistema flexible que permita evolucionar a diferentes niveles, aquéllos que empleamos de manera frecuente en nuestro medio. Estas propuestas conformarán las Bases en las que se sustenta esta tesis.

El análisis de la realidad en México en los años noventa, ante la perspectiva del siglo XXI y de la incorporación de nuestro país al grupo económico de norteamérica, en el que participa el país más poderoso de la tierra, evidencia las enormes carencias que a nivel de capacitación en los tres niveles, (ejecutivos, mandos medios, trabajadores y empleados) existen en el gremio de la construcción, específicamente en las empresas constructoras.

Ningún cambio en evolución relacionada con el actual "status", será fácil. Ningún cambio podrá ser aislado o sectorial. Toda propuesta deberá ser integral, sólo de esta manera nacerá un cambio o se provocará, para que de una manera realista, las empresas constructoras aumenten su influencia dentro del panorama de la construcción masiva. Debemos concluir que la capacitación debe alcanzar al mismo tiempo a todos los niveles, respetando y estimulando los conductos

de autoridad y órdenes. Ninguna propuesta será factible si el último trabajador de la cadena, desconoce los objetivos fundamentales del proceso. La capacitación debe realizarse en obra, con la presencia de proveedores, fabricantes, residentes, directivos y en su caso de financieros especializados. La difusión de los sistemas y objetivos de proyecto, facilitarán la colaboración intersectorial.

Las empresas constructoras deberán convencer a propietarios y funcionarios sobre la necesidad de dar continuidad a los programas de construcción masiva, destacando los beneficios de este proceso y las pérdidas que se ocasionan por la suspensión de los ritmos de trabajo.

Debe hacerse notar que conforme evolucionan los sistemas constructivos, se propician mejores condiciones laborables para empleados y trabajadores e igualmente los diseñadores, ejecutivos y residentes de campo, verán mejoradas percepciones ante la mejoría en su productividad. Aunque los beneficios no son solamente económicos y de capacitación, estos provocarán un mejor trabajo profesional, tendiente a obtener la mejor calidad y costo de los inmuebles producidos dentro de los tiempos establecidos originalmente.

No se requiere revolucionar el ambiente de la construcción, no es necesario saltar etapas del proceso; es conveniente evolucionar y paso a paso, mediante pequeñas aportaciones





de carácter tecnológico en la administración, el diseño, la construcción, la supervisión y control y el mantenimiento en los conjuntos de construcción masiva, que será posible convertir los objetivos de racionalización de la construcción en realidades de gran beneficio social.

Por lo antes expuesto, esta investigación se orienta a definir un sistema metodológico de aproximación al problema integral de la construcción masiva y a la valoración de la prefabricación a pie de obra como un medio para racionalizar y optimizar el uso de los recursos existentes en el mercado local de la construcción y de las necesidades sociales de la comunidad.

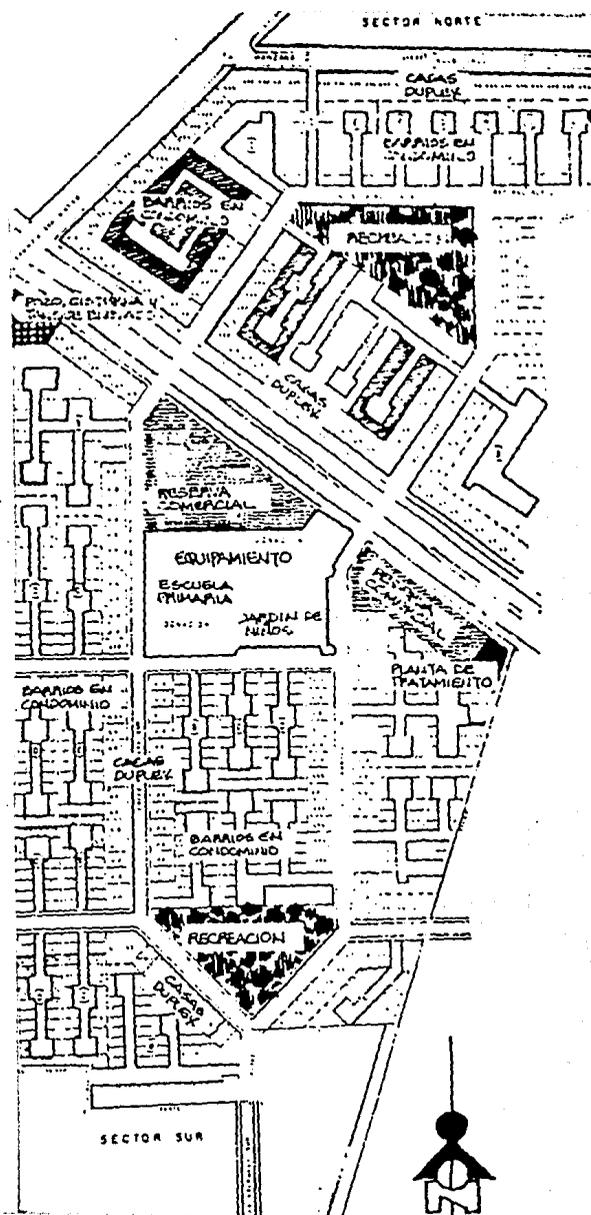
#### 4. EL IMPACTO DEL DISEÑO URBANO Y ARQUITECTONICO EN LA CONSTRUCCION MASIVA.

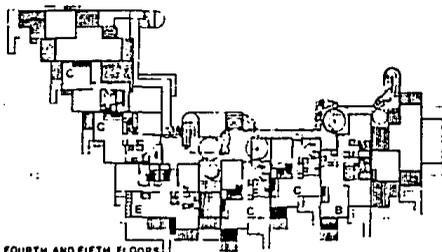
No podemos concebir la construcción masiva, sin un diseño urbano integral, adecuado a las etapas de construcción, al arranque de las redes de infraestructura y a la puesta en marcha de los sectores urbanos, que como parte del plan maestro integral, deben funcionar de manera autosuficiente desde su entrega inicial.

Así mismo, construcción masiva y diseño arquitectónico industrial deben ser sinónimos. El proyecto ejecutivo de las unidades repetitivas, debe incluir el criterio y la normatividad de la producción en serie de cada uno de los prototipos.

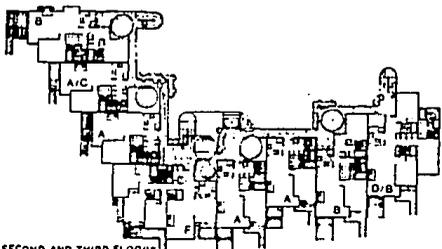
##### 4.1 FACTORES A PONDERAR EN LA TOMA DE DECISIONES PARA SELECCION DE ALTERNATIVA OPTIMA A UTILIZAR EN LA CONSTRUCCION MASIVA EN MEXICO,

Con objeto de llevar a cabo una selección de alternativas más aceptables para la realidad técnico-construccionista y ecológica de la construcción masiva en México, debemos considerar los factores de decisión que intervienen en la selección de las alternativas óptima y subóptima en cada caso.

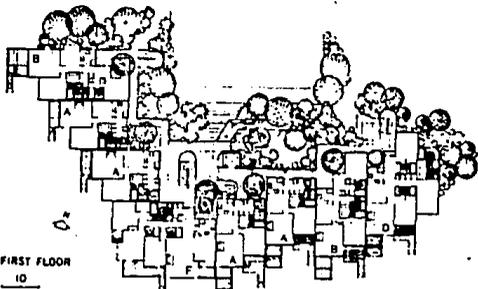




FOURTH AND FIFTH FLOORS



SECOND AND THIRD FLOORS



FIRST FLOOR  
10



Me gustaría definir que a este respecto me inclino de manera ferviente, por aquellas soluciones que en el caso de la vivienda, puedan realizarse con un menor peso, por las implicaciones ecológicas y económicas que esto significa. Esto quiere decir que deberemos trabajar para encontrar la solución óptima en diseño, planeación y ejecución para cada uno de los programas de construcción masiva que se lleven a cabo en nuestro país. Los considerandos que reflejan la realidad política, social y ecológica del país, serán catalizadores de aquellos aspectos de carácter técnico-constructivo que aquí analizaremos.

#### 4.1.1 MANO DE OBRA Y SALARIOS.

Siendo uno de los problemas fundamentales del país la creación de empleos y debido a la escasez de recursos de inversión, requerimos considerar la alternativa costo-beneficio de los programas de construcción masiva, lo cual seguramente impedirá la selección de programas integrados de prefabricación industrializada.

La capacitación de la mano de obra, en todo caso redundará en un mejor salario para los trabajadores, debido al aumento de su productividad, reducirá los tiempos de

ejecución y consiguientemente aminorará los gastos financieros. La repetición de los trabajos favorecerá la especialización y en consecuencia el establecimiento de programas permanentes de construcción, que conducirían a una disminución notable de la eventualidad en el trabajo, en las empresas constructoras y un aumento de los trabajos de planta en el sector construcción, tradicionalmente conocido por la irregularidad en los salarios y en la permanencia en el trabajo,

#### 4.1.2 MATERIALES E INSUMOS EN GENERAL.

Agudizándose cada vez más el problema de la energía y del equilibrio ecológico de los sistemas naturales, la selección de nuestra alternativa deberá considerar el costo social de ciertos sistemas de fabricación de gran consumo energético, o de alto impacto en el deterioro de las condiciones ambientales. Recordemos que la industrialización y la prefabricación son métodos para lograr la producción masiva y equilibrada de los espacios al servicio del hombre, acciones que no deberán realizarse con menoscabo de las condiciones naturales óptimas, por lo que preferiremos materiales cuya fabricación requiera de un bajo consumo energético,

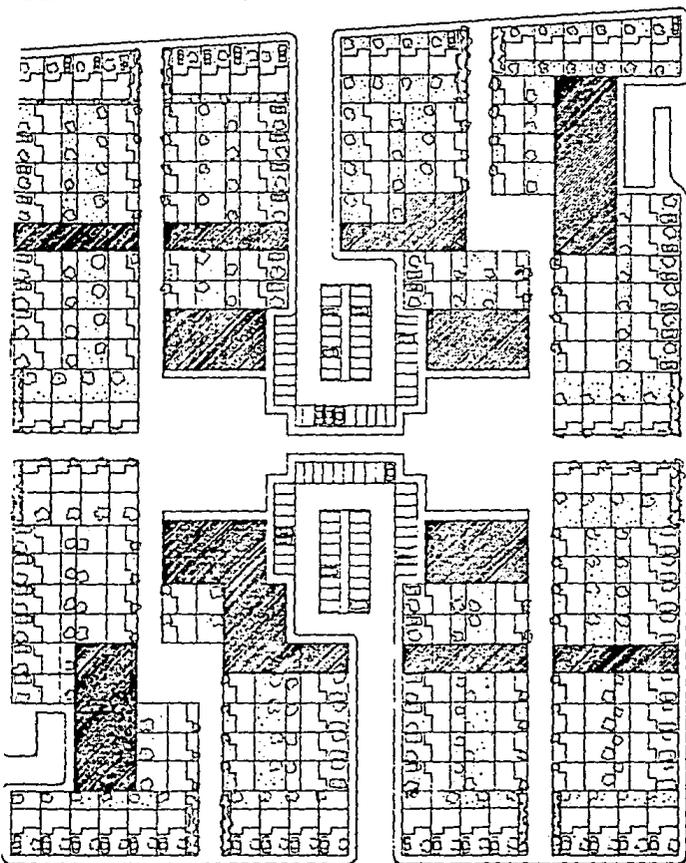


#### 4.1.3 HERRAMIENTA Y EQUIPOS

En nuestro medio, las empresas constructoras proporcionan a los trabajadores las herramientas de uso tradicional y equipos elementales, generalmente no especializados, dejando en muchos casos la selección y proporcionamiento de estos a los residentes de obras o a los propios maestros. Generalmente el pago de la herramienta es porcentual sobre el costo del salario, lo que ocasiona el uso de herramienta y equipos en desuso.

En este aspecto y ante una incorporación de México a un mercado de alta tecnología y de alto consumo, resulta indispensable fomentar el uso de herramientas y equipos adecuados a la producción masiva de los espacios inmobiliarios, provocando el diseño de los equipos necesarios para un aumento sustancial de la productividad y una minimización de los tiempos y movimientos.

Esta incorporación debe fomentar la capacitación en todos los niveles y la indispensable formación permanente en obra, en tanto no se cuente con un mayor número de trabajadores de planta. Reconoceremos que la eventualidad en los trabajos de la construcción es el enemigo a vencer, para alcanzar una capacidad competitiva en el nuevo ámbito de la construcción. Los equipos utiliza-

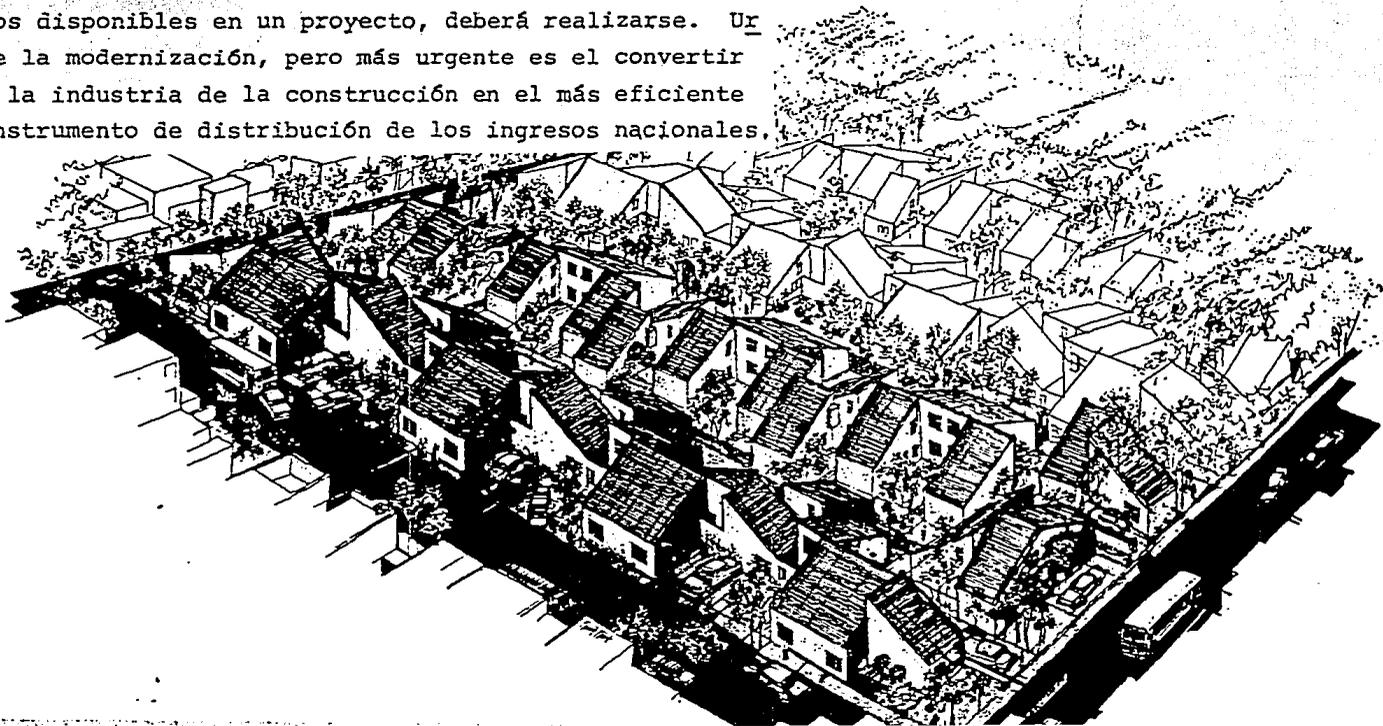


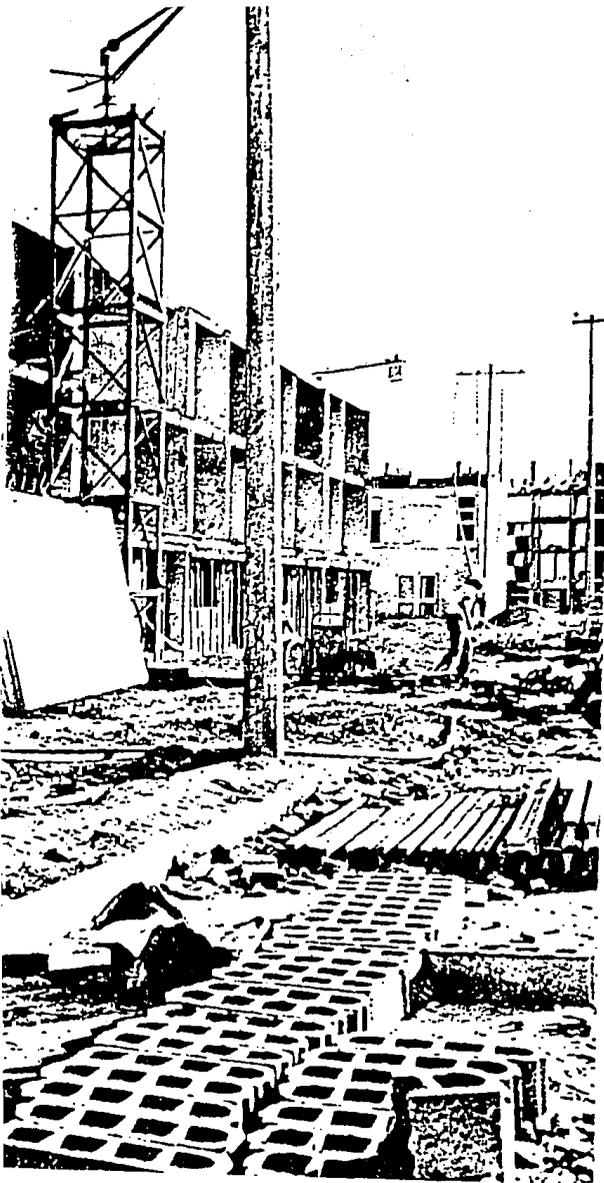
PLANTA DE CONJUNTO

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

dos para el diseño, administración y control de las obras deberán modernizarse con la consiguiente capacitación de ingenieros, arquitectos, contadores, administradores y compradores de insumos. La capacitación y educación continua, debe partir de los más altos niveles hasta el último de los trabajadores y desde las etapas de estudios de factibilidad hasta las de mantenimiento operación y renovación de las obras realizadas.

Toda acción tendiente a optimizar el uso de los recursos disponibles en un proyecto, deberá realizarse. Urge la modernización, pero más urgente es el convertir a la industria de la construcción en el más eficiente instrumento de distribución de los ingresos nacionales.





#### 4.1.4 TRANSPORTE, ESTIBA Y MONTAJE.

##### - Transporte

Después del propio sector energético, el mayor consumidor de los recursos de energía es el transporte, por lo que - las alternativas a adoptar deberán tender a soluciones de menor peso, con objeto de que el movimiento de las toneladas - kilómetro de materiales utilizados con la producción masiva, se minimice, dando por resultado una mejor conservación del medio ambiente y un menor consumo de combustible y de horas-hombre.

El transporte de los materiales dentro del sitio a la obra deberá proveerse solo de manera indispensable. Este debe evitarse, procurando que los insumos y productos, al arribar a la obra sean ubicados en el lugar donde serán finalmente colocados. Sólo materiales frágiles y de acabados deberán mantenerse en bodega. Todos los materiales y agregados de alto peso se ubicarán en su sitio final. El riesgo de pérdidas y robos, es siempre menor que el costo del transporte y/o movimiento de los materiales cuando estos se controlan en bodegas centrales, tratándose de una obra extensa.

##### - Estiba

El guardado, almacenamiento y estiba de productos semiterminados o de insumos básicos, es sinónimo de incremento en las pérdidas y daño en los productos, por lo que el almace

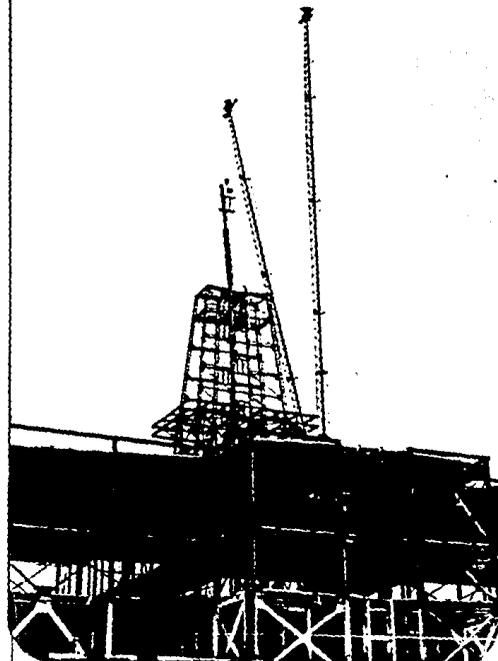
namiento deberá realizarse en lugar adecuado, protegido y que reúna las condiciones requeridas por los materiales almacenados y la estiba debe ser adecuada para evitar daños parciales o totales. Las normas de estibamiento se deben respetar en cuanto al orden, número de cajas que se pueden apilar, forma de abrirla, condiciones de humedad, calor y frío etc.

#### - Montaje

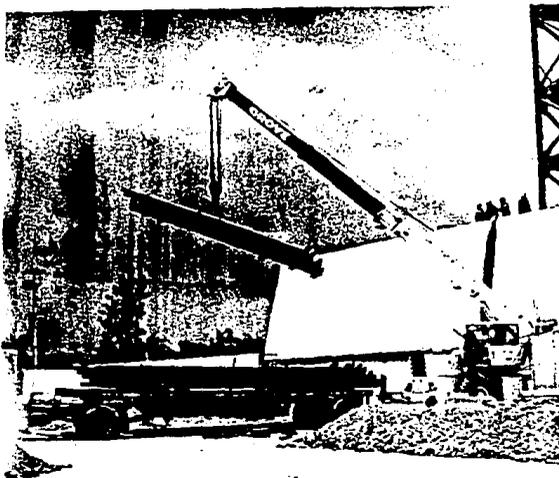
La falta de equipos adecuados para el montaje, provoca daños en los materiales y dificulta la realización de juntas y colocación definitiva de los elementos. El manejo de piezas con refuerzos en forma distinta a la de su ubicación final, puede provocar fallas estructurales, por lo que los equipos utilizados para transportar y montar en su lugar definitivo los componentes del inmueble deben tener la capacidad adecuada y el diseño que permita su fácil acceso y retiro en la zona de montaje.

Para la construcción masiva es conveniente diseñar equipos de montaje en colaboración con los fabricantes de las partes del inmueble, de tal manera que estas partes o elementos lleguen a la obra en el transporte, listas para instalarse o montarse en el inmueble, lo que permitirá minimizar los daños y hacer más eficiente el montaje.

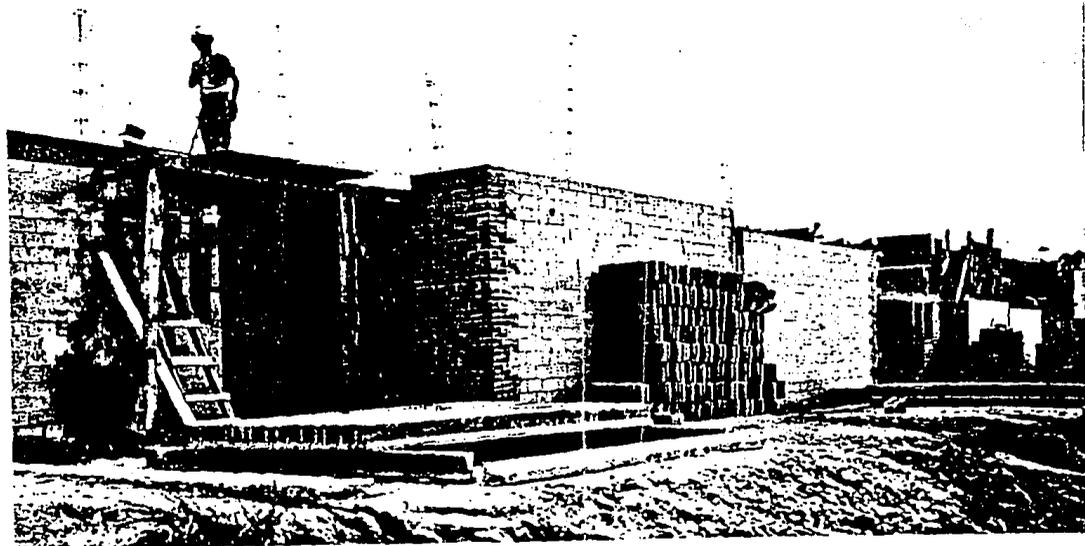
El objetivo del diseño del equipo adecuado de montaje en



Montaje



un proceso de construcción masiva, es lograr las grúas de montaje autoportantes, con las que sea posible avanzar paulatinamente en la obra, con un equipo de baja capacidad y móvil, lo que hará más eficiente el proceso total del montaje.



#### 4.1.5 EFECTOS EN LA ECOLOGIA.

Es motivo de otro tipo de estudios, el impacto de los programas de construcción masiva en la ecología y en el medio ambiente de nuestros países.

Es agobiante la difusión que realizan los fabricantes de cemento y acero, para el empleo del concreto armado, lo que ha resultado en una proliferación en el uso de productos derivados del cemento y el abandono de los de origen natural.

Sin negar en lo absoluto las grandes ventajas que ofrece el concreto armado en los programas de construcción masiva, debemos reconocer que es el momento de considerar el uso de nuevos materiales o bien el regreso al empleo de los aquellos que tienen grandes ventajas de carácter bioclimático y ecológico, con nuevas aplicaciones enriquecidas para la tecnología actual.

Un tema motivo de una tesis por separado, interesante y actual, será el de la vuelta a el uso de los materiales ecológicos, utilizados todos ellos antes de la aparición de la energía eléctrica y del uso del petróleo como fuente de energía a nivel mundial, combinados con el uso de nuevos sistemas para el aprovechamiento de la energía solar, sobre todo en países como el nuestro, que cuentan con una gran parte del territorio, con un número cercano a los trescientos días de sol por año.

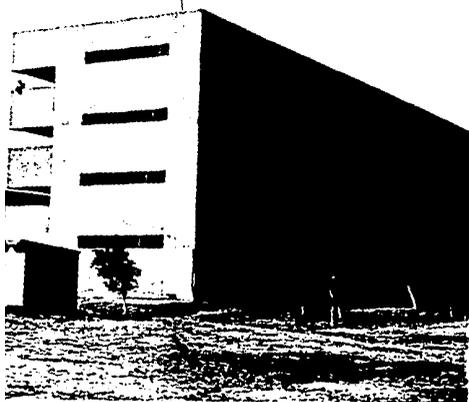


#### 4.1.6 CONCLUSIONES.

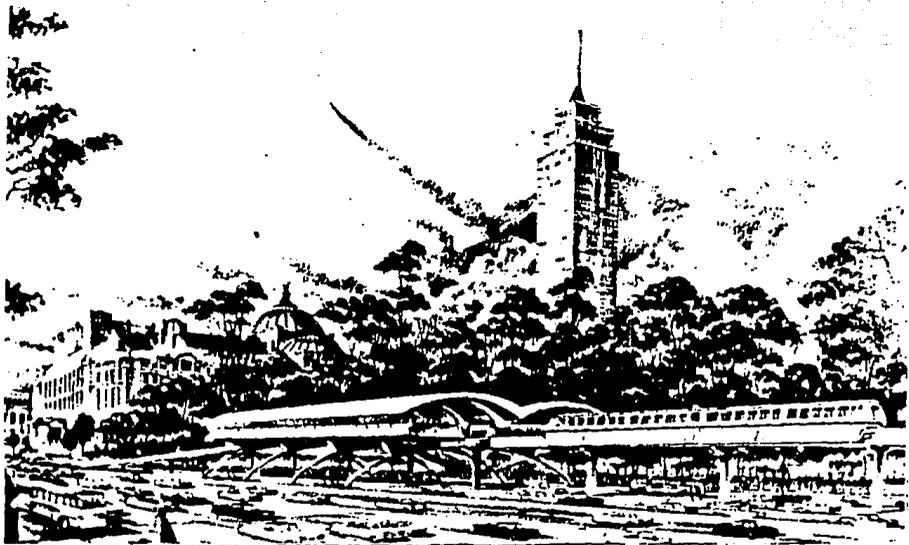
De manera primordial, una investigación de sitio deberá proporcionar toda la información que permita realizar un juicio de valor sobre las alternativas de solución, tanto en lo técnico, como en lo social, de tal manera de distribuir los recursos disponibles y determinar la temporalidad realista del proyecto de construcción masiva. La falta de adecuación entre la realidad y el proyecto definitivo se puede traducir en:

- . Escasez y encarecimiento de mano de obra.
- . Falta de disponibilidad de insumos para la construcción.
- . Encarecimiento del recurso tierra.
- . Abatimiento del mercado potencial en el mercadeo de inmuebles.
- . Agotamiento de las fuentes municipales o estatales para servicios públicos sobre todo del agua potable y alcantarillado.
- . Alteración de las condiciones normales de los sistemas de transporte individual y colectivo.
- . Modificación profunda en el proporcionamiento de los servicios públicos como recolección de basura, vigilancia, bacheo y jardines, alumbrado, etc.

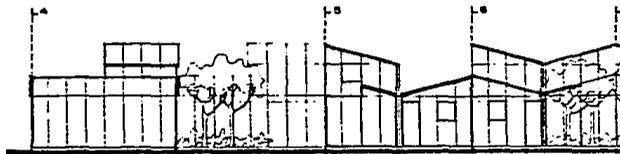
En casos excepcionales, la aparición de un proyecto de construcción masiva redundará en beneficio de las comunidades municipales, propiciando la capacitación de los recursos humanos, mejorando la prestación de los servicios y logrando la modernización del sistema urbano, en cuyo caso deben --



otorgarse todas las facilidades a este tipo de proyectos, cuando se planean de manera integral y en acuerdo previo con las autoridades municipales responsables hoy, del desarrollo urbano.

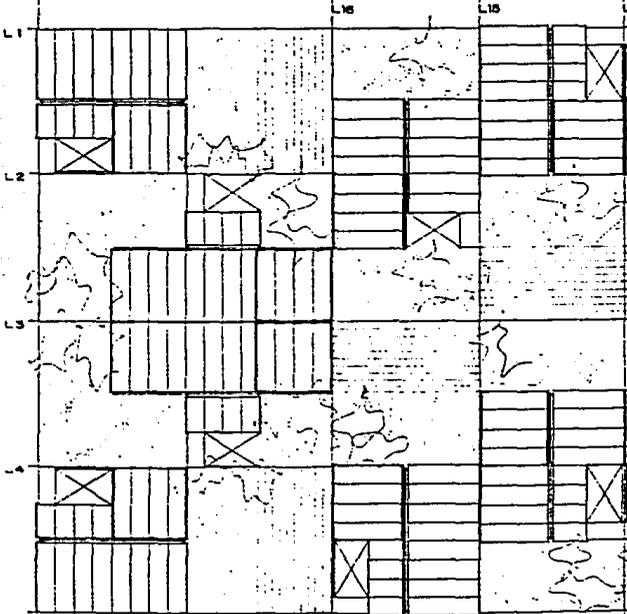


#### 4.2 EL DISEÑO URBANO.



ALZADO DE CONJUNTO

Esta información permitirá adecuar el proyecto urbanístico a las realidades de la zona, previniendo posibles desastres y tomando precauciones para el buen funcionamiento de las obras de infraestructura, estructura y equipamiento urbano.



PLANTA DE CONJUNTO

La disposición del proyecto urbanístico, especialmente la de sus áreas de donación y verdes, se adecuarán para permitir que los patios de fabricación, estén ubicados de tal manera que los tiempos y movimientos de insumos y materiales allí elaborados se minimicen. Las dimensiones de estos predios deberán ser adecuados para permitir la fabricación, el almacenamiento y maniobras de los insumos y los productos realizados en obra.

En todo caso el proyecto urbanístico considerará las etapas de producción en la construcción masiva, de modo que las etapas terminadas iniciales, cuenten con todos los servicios de infraestructura y estructura urbanas completas, evitando que la continuación de las -- obras, perjudique la obra terminada inicial, dañe las instalaciones existentes y ponga en peligro la vida de sus habitantes.

#### 4.2.1. ACERCA DEL PLAN MAESTRO. CRECIMIENTO FUTURO.

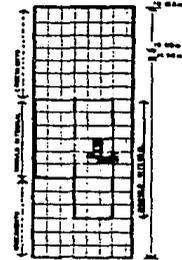
Las instalaciones para la fabricación a pie de obra, de  
berán tener un carácter no permanente y deberán ser ap-  
tas para su reubicación en diferentes terrenos del pro-  
yecto global, lo que quiere decir que será desmontable  
y fácilmente transportable, sin menoscabo de la eficien-  
cia de trabajo en la propia instalación. Es recomenda-  
ble contar con una fábrica en obra, pequeña pero de al-  
ta eficiencia. Su transportación y reubicación será más  
sencilla cuanto más pequeña y el costo inducido a los  
elementos prefabricados, tenderá a minimizarse, en bene-  
ficio general de la obra, su costo y la calidad.

Es recomendable que todas las instalaciones de carácter  
provisional, requeridas durante el proceso de obra, sean  
congruentes con el proyecto definitivo de la obra urba-  
nística, especialmente tratándose de tomas de agua, des-  
cargas a los drenajes, obras de reciclaje de desechos  
líquidos y sólidos, toma eléctrica, provisional, servi-  
cio telefónico e incluso transporte para los trabajado-  
res.

Es deseable que algunas instalaciones provisionales, pue-  
dan tener un uso posterior definitivo. En ocasiones será  
recomendable, dada la importancia de éstas, proponer a

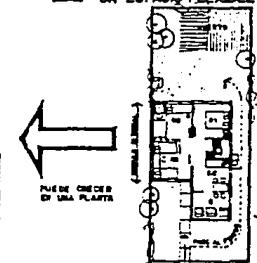
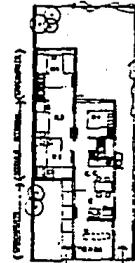
## 1 MATRIZ ESTRUCTURAL

UNA ESTRUCTURA BOCILLA DE CLAROS RECTANGULARES  
DE EDIFICIO APARIENTE COLADO EN OBRA EN  
VIGAS METÁLICAS HORIZALES (VER PLANO 14)  
Y DORNADO CON TABIQUE INTERIORES  
EL TIPO DE HERRAJE EN BOCILLA PERMITE LA  
SIMPPLICIDAD Y FLEXIBILIDAD DE LOS CLAROS Y  
UN APROMADO DISEÑO INTERIORE  
EL USUARIO PUEDE AMPLIARLA HACIA ADELANTE  
O HACIA ATRÁS DE EL LÍMITE, EN UNA O EN DOS  
PLANTAS Y PODRÁ VARIAR LA DISPOSICIÓN INTERNA  
DE LOS HABITAJES ADICIONANDO OBA A LAS INSTA-  
LACIONES REQUERIDAS  
ESTÉ TIPO DE OBRA UN PAÑO AL FONDO, UNO CERRADO  
EN EL CASO DE QUE UN SE HALLA EL SUJETO PA-  
RA LA BARRA, EL TALLER O UN DEPOSITARIO PARA  
MATERIA.



## 2 EL MÓDULO INTEGRAL TIPO 1 UN ESPACIO FLEXIBLE

SUPERFICIE:  
40.32m<sup>2</sup>



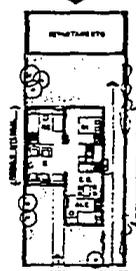
PUÉDESE CERRAR  
EN UNA PLANTA

## 4

CIERRE A O RECARARAS.  
EL HERRAJE INTERIOR PUEDE CERRARSE EN UNA  
PLANTA, AMPLIANDO UNA RECARARA EN LA  
EL FONDO A LA CUAL SE ACCEDERÁ PASANDO  
POR LA RECARARA O, EN SU ÚLTIMA VEZ, HAY  
EL HERRAJE INTERIOR. POR UNA PLANTA CON  
VERDICAL.  
HAY QUE RECARAR PUEDE CERRAR EN HERRAJE  
PARA PONER UNA TIENDA A LA CALLE.  
VER PLANO 4-43

## 3

2 RECARARAS + ALDORA + ESTANCIA + COCINA +  
CONFESION.  
SE EL FONDO PUEDE CONTRIBUIR UN ESPACIO  
PARA TALLER O UN PEQUEÑO DEPOSITARIO.  
EL USUARIO PUEDE VARIAR INTERIORMENTE EL USO  
DEL MÓDULO INTEGRAL, O PE DE CASA CAMBIANDO LA  
VENCION DE LA ESTANCIA O PONIENDO UNA ALDORA.





las autoridades municipales el intercambio de estas instalaciones de manera definitiva en las zonas de donación, a cambio de los derechos e impuestos de obra.

#### 4.2.2 FACTIBILIDAD DE SERVICIOS.

Con objeto de obtener el mejor resultado sobre la prestación de los servicios públicos, una vez terminados los conjuntos, será recomendable, establecer de común acuerdo con las autoridades municipales, las obras - que deban realizarse para permitir la prestación a bajo costo, de los servicios de limpia, alumbrado, vigilancia, bacheo, parques y jardines, etc.

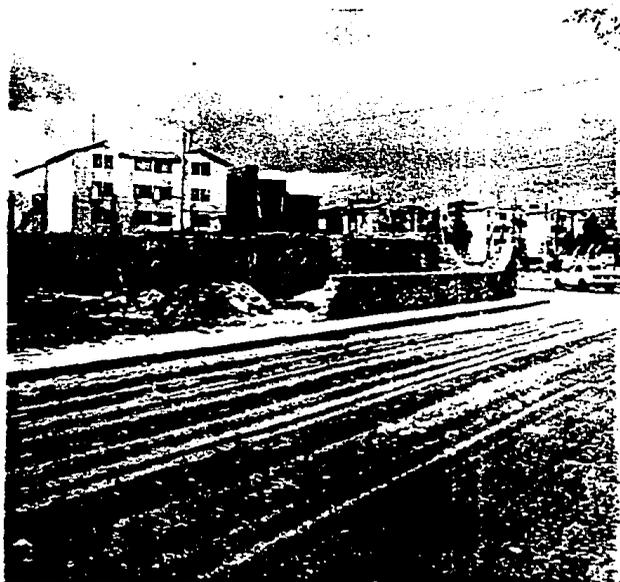
El mantenimiento adecuado del patrimonio inmobiliario urbano requerirá de una recuperación de recursos económicos que permitan la prestación permanente de estos servicios municipales. La preparación de una estadística, cuyo propósito sea realizar los emplazos de los accesorios a los servicios, con toda oportunidad, asignar las plazas al personal de servicios con cargo a los municipios o delegaciones, deberá ser objetivo de los diseñadores de los conjuntos de construcción masiva.

En todo caso deberá incluirse en la propuesta de un proyecto de este tipo, el estudio financiero que permita visualizar la autosuficiencia económica de poblados y ciudades.

Cada vez más, la participación de la iniciativa privada en la república, deberá incluir la propuesta de recuperación financiera de los servicios prestados por un municipio, con objeto de evitar el fenómeno actual, de la resistencia de los municipios a tomar a su cargo los grandes conjuntos, por falta de recursos financieros para su mantenimiento.

#### 4.2.3 COORDINACION, PROGRAMACION Y CONTROL EN LA OBRA DE URBANIZACION.

Tratándose del proyecto urbanístico, considero indispensable la participación de los fabricantes y contratistas en el proceso de diseño del arquitecto urbanista, con objeto de que el ordenamiento y coordinación general de las obras, sea soportado adecuadamente por el proyecto urbano. En algunos casos deberán participar los fabricantes externos al sistema integral de la obra, con objeto de que el arribo de los insumos a la misma, se lleve a cabo de tal modo de minimizar tiempos y movimientos y optimizar la relación costo-efectividad,





Una vez conocidos los resultados de la investigación de campo, el diseñador urbano deberá proponer la realización de obras con materiales disponibles y en su caso proponer la fabricación de elementos de alta resistencia y durabilidad al menor costo posible, conociendo los alcances de la industria local en cuanto a la aportación de elementos de uso masivo.

#### NORMATIVIDAD

Es recomendable establecer la normatividad que prevalecerá en el diseño, fabricación, construcción y terminación de los espacios urbanísticos, lo cual involucrará la necesidad de vigilar la correcta fabricación de elementos constructivos en las industrias productoras fuera del sistema integral. Esta normatividad deberá estar presente en los contratos para producción y abastecimiento de materiales. Los alcances de esta normatividad de la obra de urbanización incluirá:

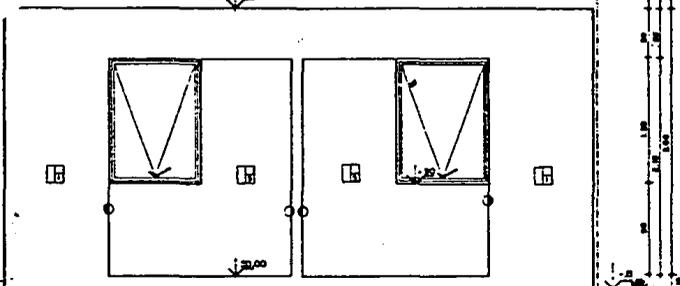
- . Origen y control de los insumos, básicamente pétreos.
- . Procedimientos comprobados de fabricación para tubería, postes, etc.
- . Control de calidad en el proceso de fabricación, transporte y de terminación final en rellenos, pavimentos, tuberías, guarniciones y banquetas, etc,

- Normas para aprobación y puesta en marcha de instalaciones.
- Normas para casos de emergencias.
- Establecimiento de las normas de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Recomendaciones para la intendencia de operación de los conjuntos o para las oficinas municipales respectivas.

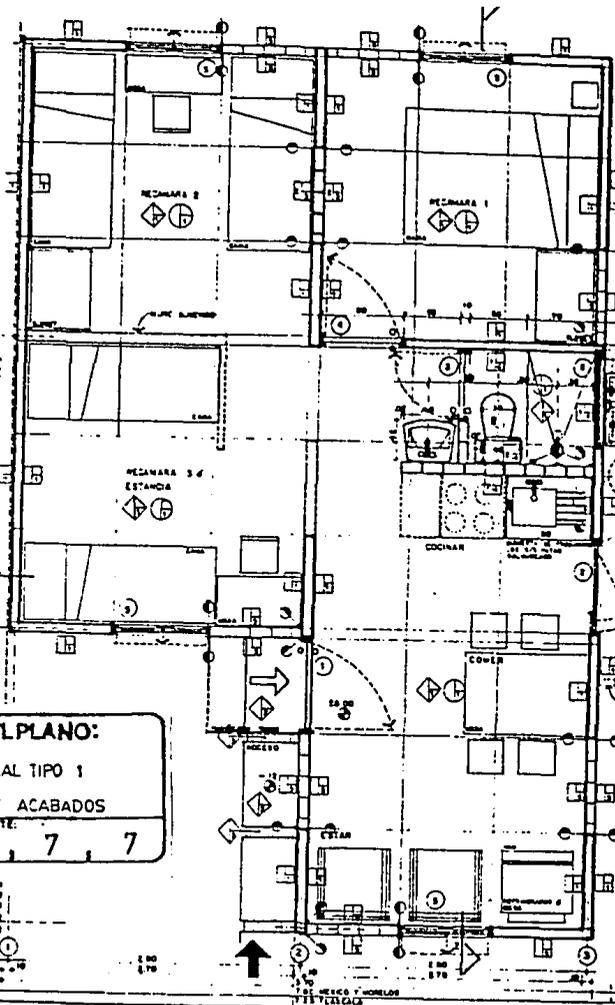
Este criterio sobre la normatividad será aplicable también a la obra de edificación, como veremos más adelante.

El proyecto arquitectónico-urbanístico deberá contener un criterio previo para la construcción masiva y para la fabricación de los elementos a pie de obra, para obtener el mejor uso del espacio urbanístico.

- ACABADOS**
- PISOS**
- 1 LEJA DE CONCRETO PULIDO
  - 2 CEMENTO ESCOBILLADO
  - 3 PIEDRAS DEL LARÁN
- MUROS**
- 1 CONCRETO APARENTE
  - 2 BLOQUE DE CONCRETO
  - 3 APLANADO FINO DE MEZCLA
  - 4 APLANADO DE CEMENTO PLASTO
  - 5 TABIQUE MOC APARENTE
- PLAFONES**
- 1 APARENTE DE CONCRETO.



**NOMBRE DEL PLANO:**  
 MODULO INTEGRAL TIPO 1  
 ALBAÑILERIA Y ACABADOS  
 CLAVE DEL CONCURSANTE:  
 M 7 7 7



# BANCO OBRERO

## CONCLUSIONES

### 4.3 DISEÑO ARQUITECTONICO INDUSTRIAL ADECUADO A LA CONSTRUCCION MASIVA.

1.-En cuanto al uso de la Coordinación Modular.

#### 1.1. Racionalización del diseño

El establecimiento de las normas de --- Coordinación Modular con carácter obligatorio para los proyectos del B.O. implicó la adopción de una disciplina de trabajo en sus equipos profesionales. Se hizo necesario un ordenamiento en cuanto a la conceptualización de la estructura, de las instalaciones y de los cerramientos. La utilización de una retícula de referencia simplificó el proceso de diseño.

Actualmente estas normas se aplican parcialmente en pocos proyectos del Instituto.

#### 1.2. Estandarización de componentes.

El uso de la Coordinación Modular, así como el desarrollo de sistemas industrializados, obligaron a una definición y ecogencia de componentes, como puertas, ventanas, fregaderos y bateas, de dimensiones adaptadas a los diseños y a la --- Coordinación, los cuales definitivamente han traído reducciones apreciables en --- los costos.

En algunos casos esta estandarización no responde actualmente a los conceptos de Coordinación Modular establecidos sino a proposiciones económicas de algunas industrias.

#### 1.3. Simplificación de cálculos y análisis de presupuesto.

#### 1.4. Simplificación de replanteos y operaciones durante la construcción.

Una vez realizada la investigación en el sitio de la obra, como se menciona en el capítulo anterior, será necesario que el arquitecto proyectista, conozca los resultados de dicha investigación, que deberá contar con información relativa a:

- . Materiales existentes en la zona.
- . Mano de obra disponible.
- . Calidad de la mano de obra.
- . Recursos financieros accesibles.
- . Sistemas constructivos de aplicación frecuente.
- . Maquinaria y equipo disponibles y de fácil adquisición.

Para proponer la estructura adecuada para las obras proyectadas, deberán realizar las pruebas de resistencia y análisis de suelo, en número y alcance que permitan la certidumbre sobre la calidad del suelo.

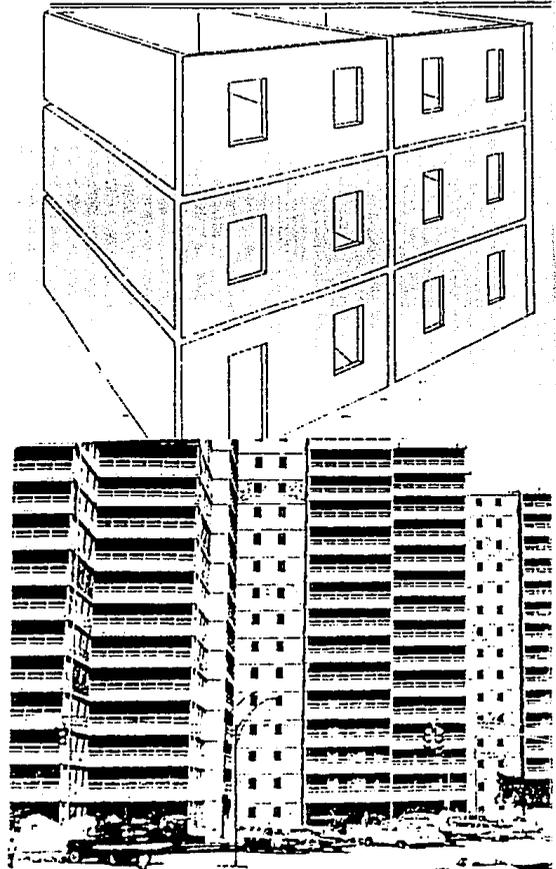
## 4.3.1 DISEÑO DE LOS ANTEPROYECTOS A MULTIPLICAR

Como mencionamos en capítulos anteriores, el equipo de diseñadores de los espacios arquitectónicos y del espacio urbano en el que estos se ubicará, en forma masiva, deberán estar capacitados para desarrollar un proyecto que contemple intrínsecamente los sistemas constructivos, los materiales a producir, las etapas a realizar y los sistemas de montaje de los espacios arquitectónicos. Tratándose de un prototipo a multiplicar en serie, el diseño arquitectónico tendrá que enriquecerse con conceptos de diseño industrial y los resultados repercutirán en dimensionamientos en planta y altura, selección de especificaciones y materiales, incorporación de mano de obra adecuada y proporcionamiento de equipo y herramienta necesarios para llevar a cabo el proyecto integral, tratándose de edificación y establecimiento de las fases del proyecto urbano con las características de temporalidad y seccionamiento que hemos comentado anteriormente.

La capacitación de los arquitectos-diseñadores industriales es específica y deberá tener como objetivo la propuesta de varios anteproyectos a multiplicar, mismos que serán analizados y seleccionados con el grupo asesor industrial.

## SISTEMAS

## INDUSTRIALIZADOS



#### 4.3.2 SELECCION DE ALTERNATIVAS CON INDUSTRIALES.

Una vez que el grupo de diseño culmina los anteproyectos de carácter urbano y de edificación, deberá reunirse con industriales y proveedores para establecer las alternativas óptima y subóptimas, determinando tanto las cualidades de cada alternativa como, detenidamente, sus inconvenientes. Los problemas que industriales y proveedores visualicen como negativos para la producción masiva deberán ser tomados en cuenta prioritariamente, sobre todo aquellas que repercutirán negativamente en el costo, el mantenimiento, la seguridad y la durabilidad de los conjuntos.

La aportación sistemática de la experiencia industrial, permitirá realizar ajustes en el proceso general de la obra, corregir desviaciones y modificar criterios, tendientes a optimizar el uso de los recursos y mejorar la calidad, el costo y el tiempo utilizado en la producción masiva de inmuebles.

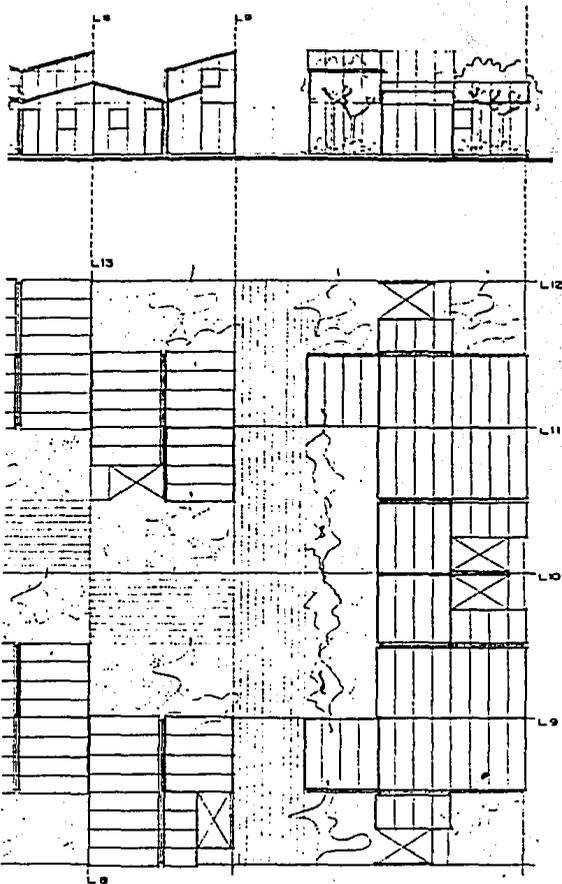
Una aportación poco explorada, que es apoyada actualmente por leyes y reglamentos, es aquella que tiende a conservar en mejores condiciones el sistema ecológico en municipios y ciudades, tema que requiere de capacitación profesional y en el que la aportación de los industriales del ramo ecológico, resulta indispensable.

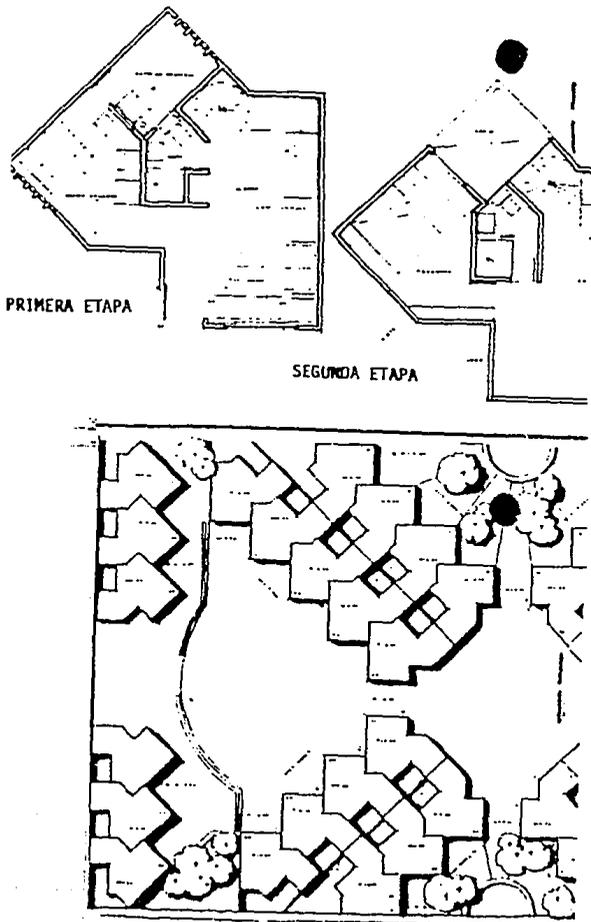
#### 4.3.3 DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO-INDUSTRIAL.

Una vez recabada la información necesaria para lograr un buen diseño urbano, deberemos emplear para proponer un desarrollo del proyecto de edificación, que lleve una congruencia total con la investigación realizada y enriquecida con una evaluación de la obra de urbanización - realizada, aunque sea parcial.

Como hemos mencionado antes (4.3] las aportaciones de la investigación de campo, nos llevarán a un proyecto ejecutivo-industrial en congruencia con los siguientes aspectos:

- . Dimensiones de acuerdo a los materiales, su despiece y colocación, en planta y alzado.
- . Dimensiones para los elementos prefabricados que permitan su transporte, montaje y terminación, según los procesos constructivos optimizados y el empleo de los equipos seleccionados.
- . Costeo realista de los materiales prefabricados,
- . Definición precisa de los procedimientos constructivos, de los avances de obra y organización de la mano de obra.
- . Propuesta del programa de obra y el flujo de caja, Pro





- propuesta de estimaciones tipo, para optimizar el flujo de caja.
- Propuesta de verificación y puesta en marcha de las unidades terminadas.
- Recomendaciones para la operación y mantenimiento del conjunto.

Una práctica muy útil para optimizar la multiplicación en obra del proyecto arquitectónico, es vertir en el diseño de los elementos a producir, el dimensionamiento idóneo, de tal suerte que los elementos resulten manejables de acuerdo a los equipos de montaje disponibles.

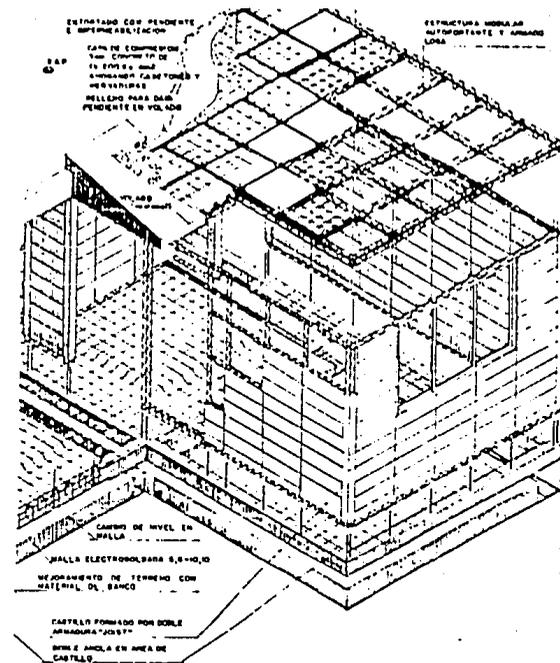
#### 4.3.4 COORDINACION, PROGRAMACION Y CONTROL EN LA OBRA DE EDIFICACION.

Al igual que en el caso del diseño urbano es recomendable que participen los fabricantes y contratistas, para definir con claridad y de manera óptima los sistemas de producción, transporte, montaje y terminación en el sistema integral de producción masiva. Normalmente el espacio disponible para la fabricación está muy limitado, por lo que es recomendable que el ritmo de producción y

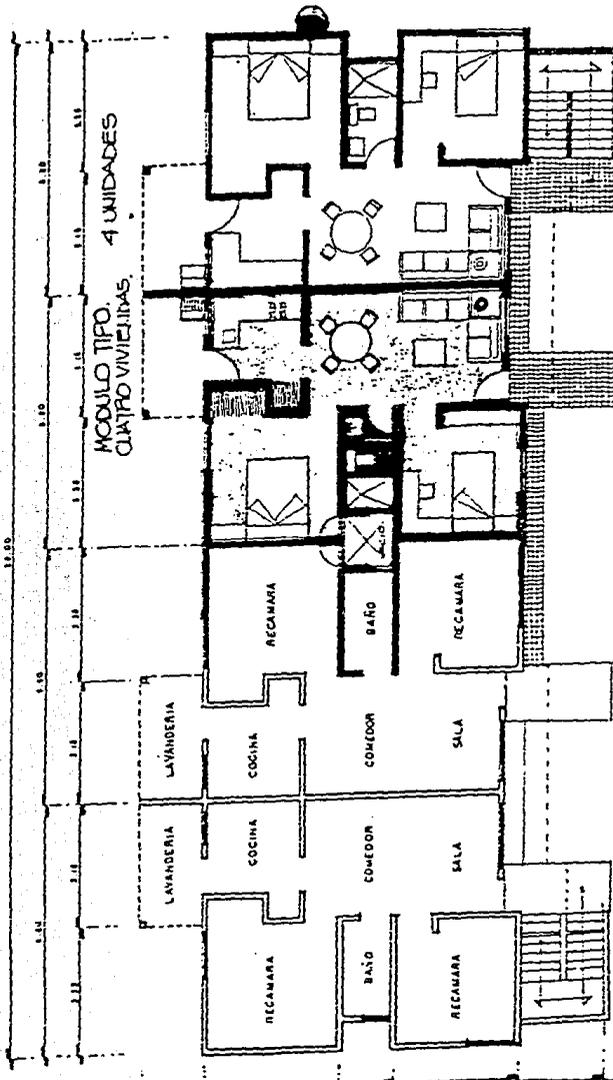
consumo de los elementos producidos en la obra, sea adecuado con el objeto de minimizar los inventarios en los patios de fabricación y reducir el costo financiero de la prefabricación.

En los casos en que en este sistema integral, participen empresas ajenas a la obra, se les deberá incorporar a los objetivos generales y particulares del proyecto y lograr la participación eficiente de estos fabricantes externos a lo que podemos llamar el Combinado Integral.

Los materiales producidos fuera de la obra, deberán ser supervisados en su proceso, en cuanto a insumos, calidad de fabricación, tiempo de ejecución y comprobación de costos, recalcando que el objetivo parcial será lograr materiales de buena calidad y mínimo precio, disponibles a tiempo en la obra y según la programación con la que se contratan originalmente. Una actitud colaboradora por parte del fabricante, se traducirá en una mayor eficiencia y mejor control de la obra, tanto en los avances físicos como financieros, lo cual es la meta del combinado integral. Al mismo tiempo los controles deberán abarcar a la mano de obra especializada y elemental, personal al que deberá dedicarse un tiempo semanal para su capacitación, y logrando que conozcan las metas a lograr,



MODULO TIPO. 123 UNIDADES  
OCHO VIVIENDAS



4.3.5 CONSTRUCCION DE LOS MODULOS TIPO.

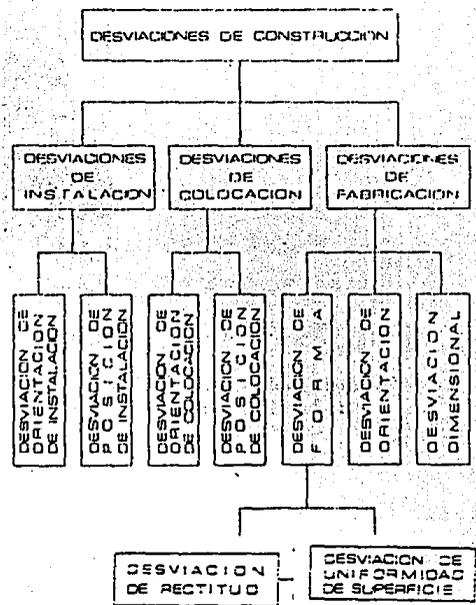
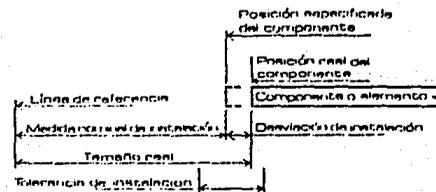
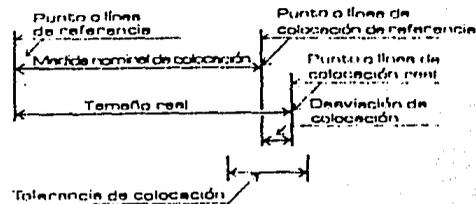
En todo proyecto de construcción masiva, un buen organizador deberá prever la construcción de uno o varios módulos tipo, tal y como lo contemplan el proyecto urbanístico y de edificación con anticipación suficiente para poder detectar fallas de criterio o errores de diseño, lo que evitará que estos errores se multipliquen durante la obra.

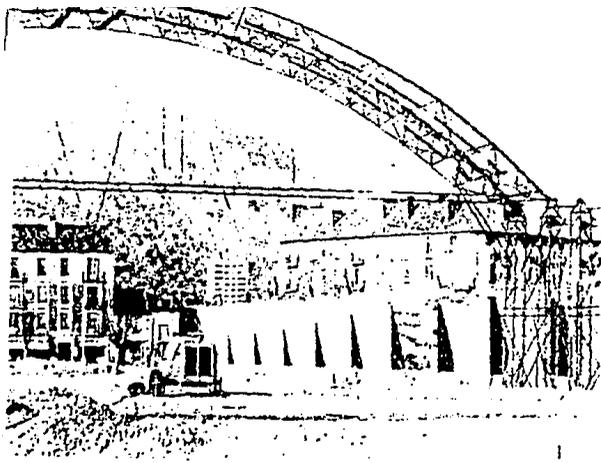
La construcción de estos módulos debe servir a la vez como laboratorio prototipo en el que se comprobará la eficiencia del diseño arquitectónico-industrial, aprovechando su realización para capacitar a los proyectistas residentes y jefes de grupo que participan en el proyecto integral. Desde esta primera etapa deberán emplearse los mecanismos, herramientas especiales y equipos que serán de uso común en la ejecución de la obra.

Los objetivos de este laboratorio prototipo instalado durante el proceso de construcción de los módulos tipo serán los siguientes a corto plazo:

- Determinar el número de horas-hombre empleados en la construcción de los modelos, definiéndolas por área o especialidad y nivel de capacitación.

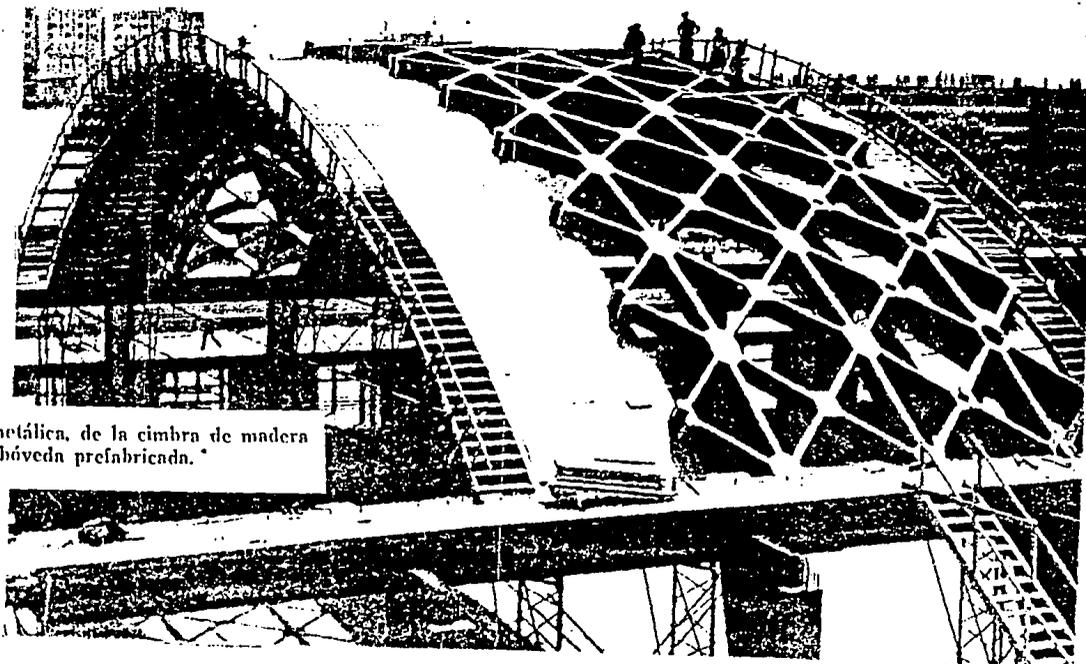
- Comprobar el número de elementos constructivos utilizados según especificaciones y procedimientos.
- Comprobar la cantidad de agregados e insumos utilizados en la construcción, por área y especialidad de trabajo.
- Realizar estudios de tiempo y movimientos de materiales.
- Definir los trabajos de armado, ensamblado y prueba que deben realizarse en los talleres de obra.
- Comprobar la calidad de las adquisiciones y el cumplimiento de los proveedores seleccionados.
- Evaluar constantemente la validez del proyecto arquitectónico integral en aspectos de:
  - elementos estructurales.
  - instalaciones hidráulicas.
  - instalaciones sanitarias.
  - instalaciones eléctricas.
  - otras instalaciones.
  - dimensionamiento de recubrimientos y muebles integrales.
  - dimensionamiento de herrería y ventanería.
  - soluciones para carpintería y muebles.
  - verificación de acabados en general.
  - conexiones a las obras de urbanización.





- Comprobación de la secuencia para avance de obra.
- Verificación de las propuestas para cobro de estimaciones.
- Comprobación de los gastos financieros y de los gastos indirectos en general.
- Control de las obras de modificación y/o ampliación que puedan realizar los propietarios.

La cimbra metálica móvil en pórtico articulado en la fase de montaje.



Colocación sobre la cimbra metálica, de la cimbra de madera y de los elementos de la bóveda prefabricada.

## 5. LA PREFABRICACION A PIE DE OBRA. UN OBJETIVO.

El objetivo de la prefabricación a pié de obra es lograr la producción y montaje de elementos componentes de la edificación, con mayor calidad, menor costo y a tiempo, de acuerdo al programa establecido previamente a la obra, abatiendo el costo financiero del proyecto total, en cada una de sus fases.

### 5.1 EXPLICACION DEL SISTEMA - CAPACITACION

El concepto debe ser integral, por lo que la fabricación incluirá elementos pétreos cuyos insumos son agregados naturales (arena, grava, cemento, mortero y cementantes en general), elementos componentes realizados a base de tierra y/o materiales naturales, (adobe, tabiques, bloques, etc.) elementos formados a base de piezas ensambladas o pegadas y otras armadas a base de productos semi-elaborados, que denominaremos arneses (cuadros de tubería para instalaciones, hidráulicas y sanitarias, cables y tuberías para instalaciones eléctricas, etc.), elementos producidos en base a perfiles y/o materiales de medidas standard/ensamblados y soldados (ventanería de acero y aluminio) y productos de madera e instalaciones especiales o acopladas en sitio.

Elementos de las obras exteriores a la edificación, son



SEMINARIO

## “LA VALUACION EN NUESTROS DIAS”

Normas, marco jurídico y  
perfil del valuador



## TERCER PREMIO Latinoamericano de

NICKEL DEVELOPMENT INSTITUTE ■ MEXINOX S.A DE C.V.

Diseño Industrial

■ UNIVER ■ DE MEXICO



## **Descripción general**

El Sistema Cortina se basa en la prefabricación en obra de las losas y muros y en el izaje y montaje de las losas y los muros de carga de la estructura tanto interiores como de fachada, permitiendo claros cortos y losas delgadas, economías que inciden también en la cimentación. El tiempo de construcción se reduce a la mitad del normal y los costos por lo tanto también disminuyen de manera considerable.

Este Sistema se aplica con mayor eficiencia en proyectos repetitivos para edificaciones de uno a ocho pisos, para vivienda, etc., y los conceptos básicos que determinan su seguridad son:

- Una estructura de izaje cuyos componentes tienen una interacción muy definida, evitando variaciones imprevistas entre cargas y reacciones.
- Equipo, mecanismos y accesorios de izaje diseñados para asegurar que los esfuerzos calculados ocurran tal como fueron concebidos.
- Un análisis profundo de cada una de las etapas de operación del Sistema, y desarrollo del diseño de cada componente para disminuir el error humano en su colocación y operación.
- La continua investigación y desarrollo basado en la experiencia acumulada, ha contribuido al mejoramiento continuo de los componentes del Sistema que abarcan: proyectos más económicos y estéticos, seguridad y constructibilidad, que amplía la gama de soluciones y productos.

susceptibles de producirse en las líneas de fabricación en la obra, así como partes de mobiliario que usamos de manera integral a la estructura urbana repetitiva.

En base al proyecto arquitectónico detallado, podrán estimarse el número de piezas por emplearse, su forma, sus características, su dimensionamiento y especialmente su ensamblado y terminación final en la obra, procedimiento que debe comprobarse durante la realización de las casas muestra modelo.

Para que el mencionado proyecto proporcione toda la información requerida en la producción masiva, será recomendable que dicho proyecto señale el alcance del mismo, expresado en alzados y plantas por cada espacio componente, señalando el despiece de los elementos a utilizarse tanto en planta como en alzado, definiendo con precisión alturas, perforaciones, ductos y en su caso cambios de materiales en cada uno de estos espacios, especialmente cuando se trata de recubrimientos, que requieren la realización de actividades previas muy específicas o sea, los planos de un espacio que deberá repetirse n veces en la obra.

Estos planos deberán realizarse con el mayor detalle posible, pues su correcta ejecución no sólo permitirá la fabricación de los elementos, sino permitirá una correc

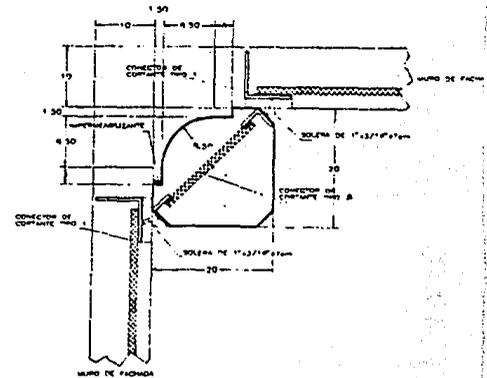
ta estimación previa de los costos de la obra y evitará errores en la realización de la obra.

Un objetivo adicional que debemos buscar, es realizar un costeo adecuado previo, definiendo los volúmenes de materiales a utilizar en cada una de las actividades del proceso de obra, información necesaria para una correcta planeación en el aprovisionamiento y control de materiales y en los tiempos y movimientos de los mismos.

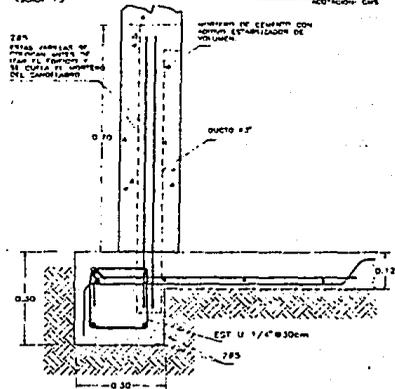
- Capacitación.

Lo anterior destaca de manera importante, la necesidad de realizar un proyecto arquitectónico industrial de la edificación, que sea detallado, realista y maduro y un diseño urbano que haga factible el cumplimiento de las premisas requeridas para aplicar ventajosamente la prefabricación a pié de obra y, en un futuro próximo la incorporación en el diseño urbano y arquitectónico, del concepto relativo a la "fábrica móvil".

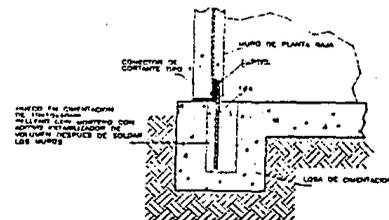
Para lograr el diseño urbano y el proyecto industrial aplicable a la edificación, se requerirá capacitar al personal responsable de estos trabajos profesionales, para que los trabajos conjuntos permitan lograr el resultado óptimo de los procesos de planeación, ejecución, control y costo, calidad y tiempo de las obras.



UNION DE MUROS Y COLUMNAS PREFABRICADAS  
CON CORTANTE TIPO A  
ESCALA 1:3

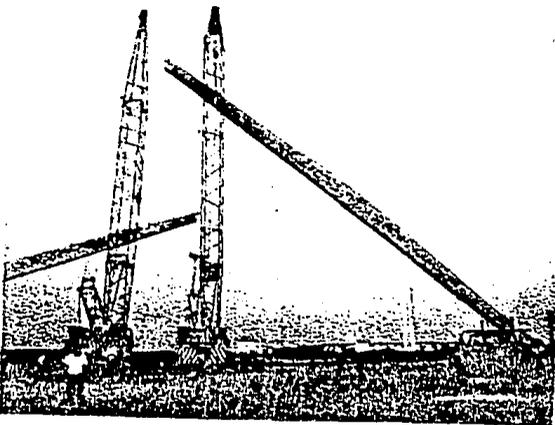
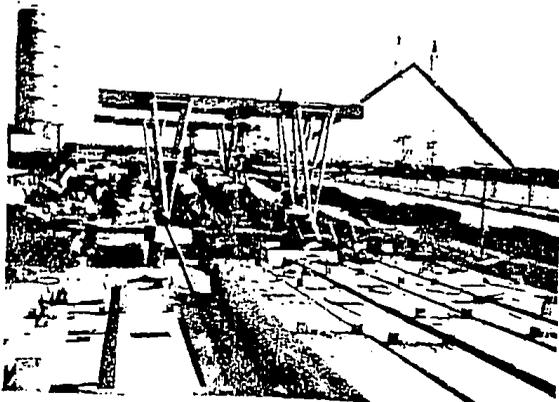


UNION DE COLUMNAS  
CON CORTANTE TIPO  
ESCALA 1:10



UNION DE MUROS

Vista parcial de la planta portátil, a "Pie de Obra", en Cd. Lázaro Cárdenas-Las Truchas, Mich. donde se producen las "Trabes canal de sección variable", prestozadas, más grandes del Mundo y de menor peso. Longitud total 45.00 mts. Peso 48 toneladas.



Procedimiento de montaje de las trabes, insertadas en las zapatas aisladas de la cimentación, formando un marco triarticulado.

## 5.2 PROCESO INDUSTRIAL EN OBRA. EL COMBINADO

En un capítulo final de este trabajo hablaré del concepto de la "fábrica móvil", que se refiere al proceso integral de realización de la obra y cuyas características de fabricación industrial difieren completamente de los procedimientos tradicionales de la industria, sin embargo la fabricación en obra, relativa a los componentes de la producción masiva, se apega en principio, a los conceptos tradicionales de la industria pequeña.

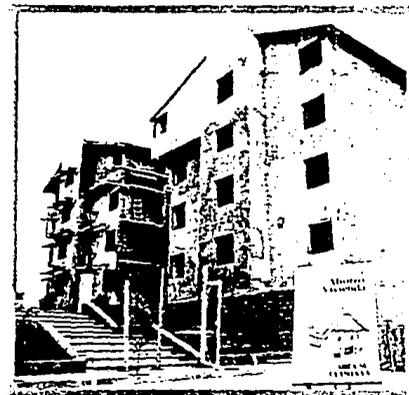
Como resultado de la investigación y práctica de estas premisas en mi experiencia profesional, señalaré que el "combinado" en obra requerirá de cuatro líneas de fabricación, la diferenciación de estas características, hace nacer un concepto que es la base de la propuesta de la prefabricación a pié de obra: el combinado.

Si consideramos que el procedimiento de fabricación industrial, se basa en la transformación de los insumos, en una "fábrica" fija, de la cual salen los productos terminados o componentes semiterminados, nos daremos cuenta de la imposibilidad de hacer llegar los insumos para la construcción a una "fábrica o planta" de la que salgan clínicas, salones de clase, viviendas u otros.

Es por ello que en nuestro medio latinoamericano, no se

producen las casas móviles.

Esta investigación se dedica a lograr una propuesta de integración industrial en obra, que he denominado, como señalé: "el combinado" las cuales analizaremos a continuación en este estudio.





### 5.2.1 LINEA NUMERO 1.

#### FABRICACION CON INSUMOS PETREOS.

Se identifica en esta línea de fabricación de productos realizados a base de insumos pétreos y cementantes varios, tales como bases de postes, guarniciones, bardas, bloques huecos y macizos, losas de entrepiso, viguetas y bovedillas y otros. Dentro de esta línea se ubicará la fabricación de todo tipo de paneles compuestos, utilizados para la realización de la "obra negra", como pueden ser los paneles de estructura de alambre soldado y alma de poliuretano, de madera y concreto, paneles de yeso en placas, etc. En general se producen en esta línea los elementos de mayor peso, por lo que se requiere contar con el equipo necesario para el transporte vertical y horizontal de estos productos. Su peso y dimensionamiento estarán condicionados por el sistema de montaje más adecuado a los recursos disponibles, según el diseño arquitectónico industrial y el diseño urbano integral.

### 5.2.2 LINEA DOS. ENSAMBLE DE ARNESES DE INSTALACIONES.

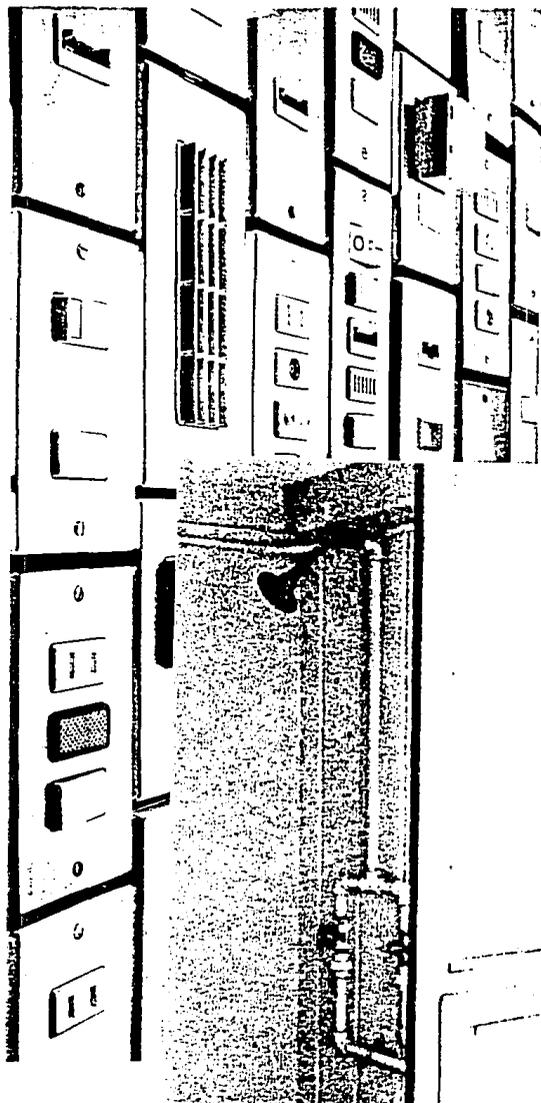
Se producirá en esta línea los ensambles de partes, elementos, marcos completos para las instalaciones hidráulicas y sanitaria, los que requerirán de colores de --

identificación de los ensambles y de su sitio definitivo.

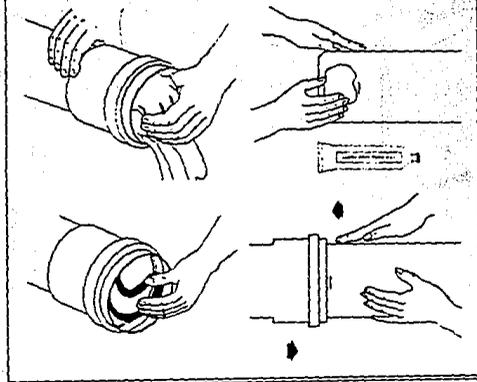
En el caso de las instalaciones eléctricas se procura que las tuberías sean flexibles o rígidas, puedan ser colocadas en el sitio final, llegando preparadas desde el taller, para evitar cortes y/o habilitación en campo.

La línea dos deberá contar con los equipos necesarios para realizar pruebas, de manera previa a su fijación definitiva en las obras, garantizando de esta manera la calidad y durabilidad de estas instalaciones. Cuando se procura un mínimo de juntas en la obra, se disminuye considerablemente el riesgo de falla, por lo que el arquitecto-diseñador deberá tener conocimiento de los sistemas constructivos y el proceso de obra que se empleará en la construcción masiva.

La realización de las casas muestra permitirá comprobar la funcionalidad de las instalaciones proyectadas y al mismo tiempo permitirá verificar la correcta especificación de los materiales y su dimensionamiento. Debemos recordar que en México es costumbre ranurar muros para alojar instalaciones, práctica que va en detrimento de la calidad de obra y de la resistencia de los propios muros donde se alojan las instalaciones, por lo que es recomendable en un futuro, que el arquitecto propondrá



Sistema de unión para tubos de P.V.C.



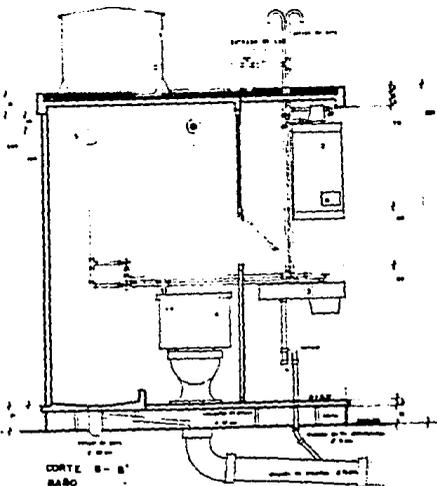
el uso de instalaciones hidráulicas y sanitarias aparentes, plásticamente diseñadas, de tal suerte que las fallas sean fácilmente detectadas durante el proceso de vida útil de las edificaciones. Cancelar el proceso de ranuración de muros nos permite ahorrar tiempos, disminuir costos, reducir riesgos y modernizar los conceptos de especificaciones y procedimientos constructivos en la obra.

A partir de los años setenta, ha sido práctica constante en los países industrializados, el empleo de las instalaciones aparentes, en las unidades habitacionales - que diseñadas en forma adecuada y atractiva, reducen el rechazo de los usuarios para estas soluciones y conducen posteriormente a la aceptación de las mismas por su facilidad en el mantenimiento.

### 5.2.3 LINEA TRES. HERRERIA, ALUMINIO Y VIDRIO.

Esta línea de fabricación se destinará a los productos de perfiles tubulares de lámina de acero, perfiles extruados de aluminio en sus diferentes calidades y perfiles y derivados de plástico rígido, para la fabricación de diferentes elementos componentes de la construcción masiva.

El diseñador arquitecto deberá conocer las caracterís-



ticas de estos insumos en cuanto a sus medidas, cali--  
bres y dimensiones, proponiendo la fabricación de ele--  
mentos que permitan la utilización racional de estos  
perfiles, disminuyendo al máximo sus desperdicios,

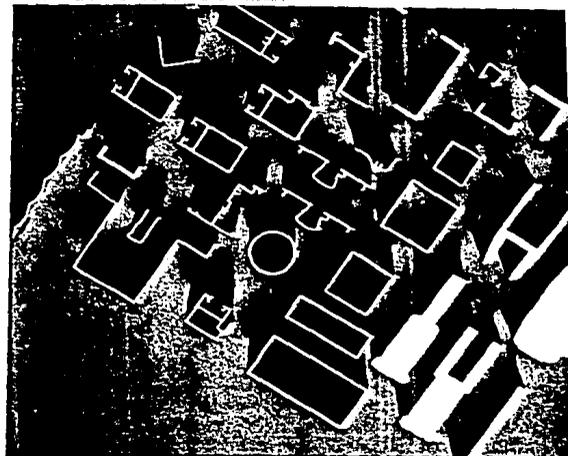
En esta línea se incluirán los elementos complementa--  
rios a los perfiles ensamblados, de manera que al pro--  
ducto semiterminado le sea colocado el vidrio, las cha--  
pas, picaportes, etc., siempre tomando en cuenta la -  
forma de estibe, transporte y montaje de dichos elemen--  
tos en su ubicación final.

Deberán aplicarse las protecciones que estos elementos  
deban tener para su transporte y montaje en su ubica--  
ción final (pintura, protección plástica, película de  
aislamiento, etc.)

Deberán definirse los accesorios que deban colocarse --  
una vez que los componentes hayan sido montados en su -  
sitio final.

#### 5.2.4 LINEA CUATRO. CERAMICA, IMPERMEABILIZANTES Y VA-- RIOS.

En esta línea se fabricarán todos los productos que de--  
ban realizarse en cerámica, papel, tablaroca, madera -  
y/o productos derivados de la misma (aglomerados, com--



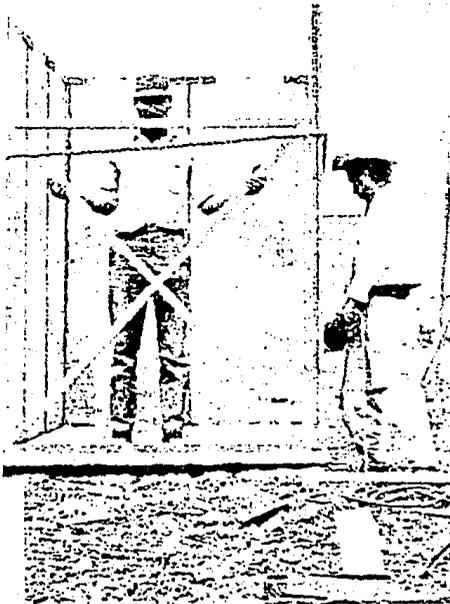
pactados, paneles, fibras, membranas, etc.).

La cerámica, más conocida como azulejo y otros recubrimientos varios, deberán colocarse en su ubicación final en el sitio de la obra por lo que, en forma general, no pueden realizarse trabajos de ensamble en forma previa en esta línea de fabricación.

Solo cuando se trata de paneles prefabricados con acabado integral, se haría la colocación al fabricar el panel.

Conviene mencionar que cuando se colocan recubrimientos cerámicos, de mármol, plástico u otros, se procurará mezclar las cajas y paquetes de estos insumos para evitar que se acusen las diferencias de color, dimensiones o espesor, en lugares definidos.

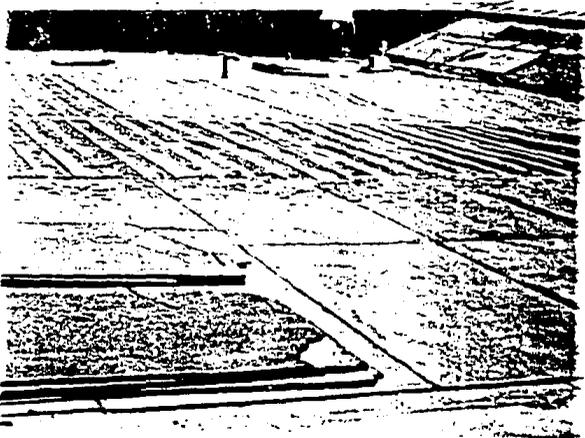
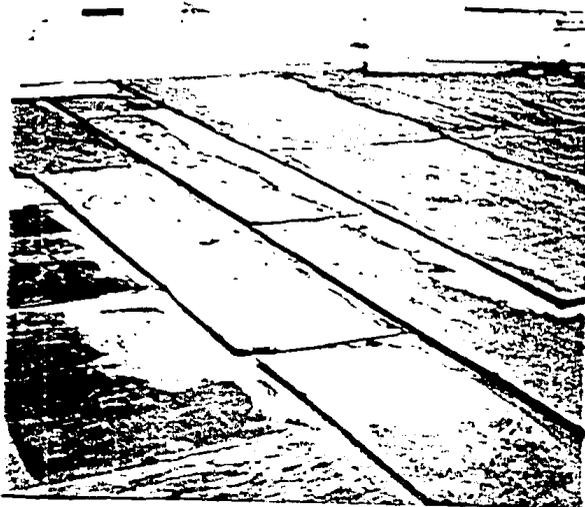
Para la colocación de los elementos y componentes producidos en las líneas tres y cuatro con excepción de la cerámica, es recomendable la elaboración de "escantillones" que permitan el montaje exacto, debido a que las medidas de cada componente serán adecuadas a los vanos ya preparados. El montaje de esta línea permite el uso de puertas interiores y exteriores prefabricadas, que con acabado incluido, sean colocadas en su sitio, disminuyendo el deterioro de las mismas, logrando una mayor



calidad en la colocación final.

En esta línea se adecuarán los muebles integrales como closets, cocinetas, bases de lavabos, etc. Se llevará a cabo el control de materiales destinados a acabados, tales como: recubrimientos cerámicos, pinturas vinílicas, esmaltes, anticorrosivos y barnices, con objeto de lograr el control de la calidad de los productos a utilizarse y de las herramientas y equipos de aplicación de estos materiales. De igual manera deberá hacerse para materiales impermeabilizantes para el interior y exterior de las obras, particularmente los materiales necesarios para la impermeabilización de las techumbres.

El proceso industrial al que me refiero en este capítulo, está destinado fundamentalmente a su empleo en la producción masiva de obras nuevas, sin embargo, es indispensable contemplar su aplicación en conjuntos ya construidos, pues dentro de nuestras economías actuales y la perspectiva de su deterioro a futuro, cada vez será más necesario renovar los cascos urbanos existentes, favoreciendo el otorgamiento de recursos financieros individuales y colectivos, para aquellas comunidades que pretendan, organizadamente renovar, remodelar y reestructurar los conjuntos de habitación, salud, educación, recreación y trabajo ya existentes.

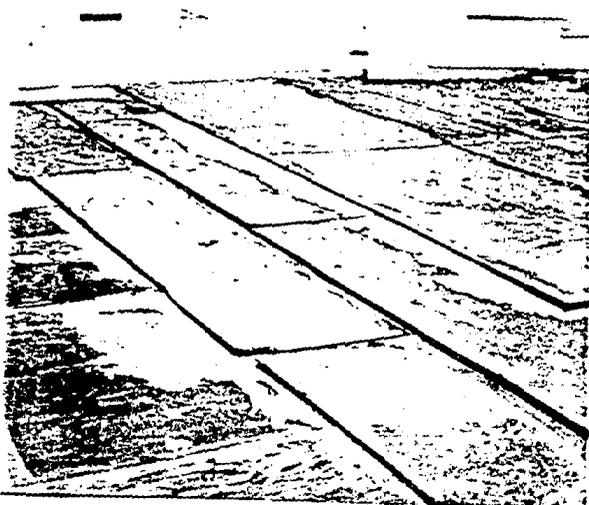


Para estos casos, el proceso industrial propuesto es aplicable y deberá visualizarse en estos procesos de remodelación, la transformación y modernización en el diseño de las instalaciones y partes accesorias a las obras realizadas, para favorecer la renovación y el saneamiento del inventario inmobiliario nacional, especialmente el de vivienda y la complementación del mismo con los servicios de estructura urbana de los que actualmente carecen. La necesidad es antigua, las soluciones deben ser modernas y eficientes.

calidad en la colocación final.

En esta línea se adecuarán los muebles integrales como closets, cocinetas, bases de lavabos, etc. Se llevará a cabo el control de materiales destinados a acabados, tales como: recubrimientos cerámicos, pinturas vinílicas, esmaltes, anticorrosivos y barnices, con objeto de lograr el control de la calidad de los productos a utilizarse y de las herramientas y equipos de aplicación de estos materiales. De igual manera deberá hacerse para materiales impermeabilizantes para el interior y exterior de las obras, particularmente los materiales necesarios para la impermeabilización de las techumbres.

El proceso industrial al que me refiero en este capítulo, está destinado fundamentalmente a su empleo en la producción masiva de obras nuevas, sin embargo, es indispensable contemplar su aplicación en conjuntos ya -  
construidos, pues dentro de nuestras economías actuales y la perspectiva de su deterioro a futuro, cada vez será más necesario renovar los cascos urbanos existentes, favoreciendo el otorgamiento de recursos financieros in  
dividuales y colectivos, para aquellas comunidades que pretendan, organizadamente renovar, remodelar y reestructurar los conjuntos de habitación, salud, educación, re  
creación y trabajo ya existentes.



Para estos casos, el proceso industrial propuesto es aplicable y deberá visualizarse en estos procesos de remodelación, la transformación y modernización en el diseño de las instalaciones y partes accesorias a las obras realizadas, para favorecer la renovación y el saneamiento del inventario inmobiliario nacional, especialmente el de vivienda y la complementación del mismo con los servicios de estructura urbana de los que actualmente carecen. La necesidad es antigua, las soluciones deben ser modernas y eficientes.

### 5.3 CONTROL DE INSUMOS

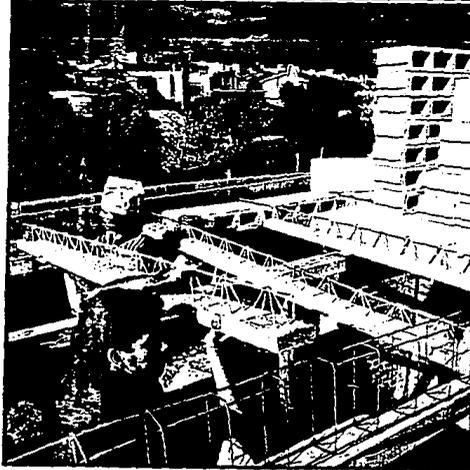
En la producción masiva, el control de todo tipo de insumos a utilizarse tanto en la obra como en las líneas de producción, deberá realizarse primero en los lugares de origen (minas, quebradoras, fábricas, talleres y almacenes), lo que permitirá la verificación de calidad en los productos a utilizarse y en la propia obra.

Los controles a los que haremos referencia se impondrán para obtener las calidades establecidas en la normatividad mencionada en los puntos 4.2 y 4.3, debiendo aprobarse o rechazarse de común acuerdo con proveedores y fabricantes, las diferentes etapas de producción en fábricas y talleres fuera del combinado.

#### 5.3.1 INSUMOS PETREOS.

La arena, grava, confitillos y agregados en general, de origen pétreo, deberán verificarse en su calidad, granulometría y pureza, desde los lugares de extracción natural o de obtención a través de equipo de molienda, en plantas destinadas a este efecto. Deberá evitarse la introducción de materiales contaminantes que perjudiquen las características estructurales de los insumos pétreos y sus derivados.





### 5.3.2 AGLUTINANTES Y CEMENTANTES. AGUA.

Estos insumos son recibidos en obra y en las líneas de producción, generalmente sujetos a buen control de calidad y un adecuado envase, lo que disminuye su riesgo de contaminación.

Cuando se usan plantas con aglutinantes a granel deben cuidarse la limpieza de la instalación y evitarse la introducción de materiales extraños en las tolvas y silos de almacenamiento, al igual que en las artesas de preparación de morteros y concretos así como de mezclas en general. En el caso del yeso, mezclas y recubrimientos para acabados con espesores mayores a los óptimos, deberá recomendarse una variación en la dosificación de mezclas y proporcionar el tiempo necesario para el endurecimiento y fijación de los morteros de adherencia inicial.

### 5.3.3 PRODUCTOS SEMIELABORADOS Y TERMINADOS.

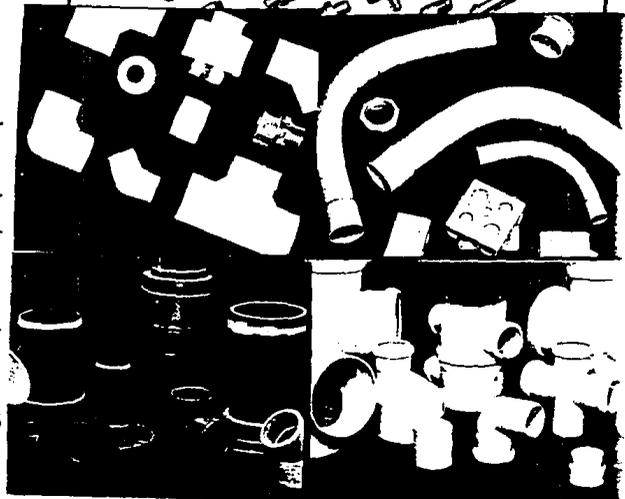
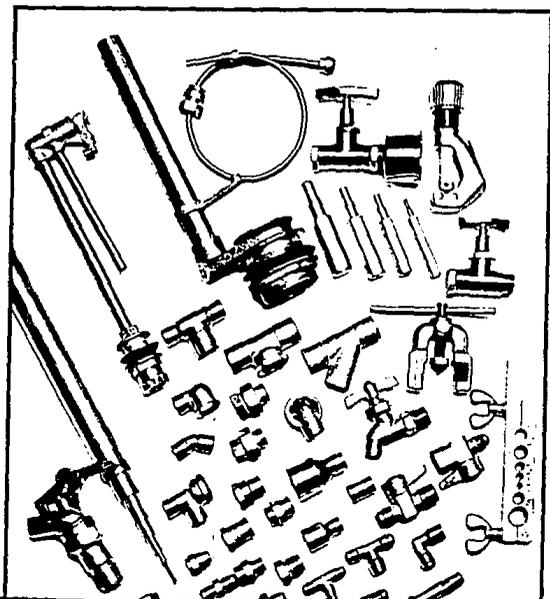
Dentro de este grupo se encuentran los bloques compactos y huecos, tabiques, ladrillos, tejas bovedillas, viguetas, posteria, etc., además de los derivados de asbesto y laminados de diferentes tipos de concretos extruidos.

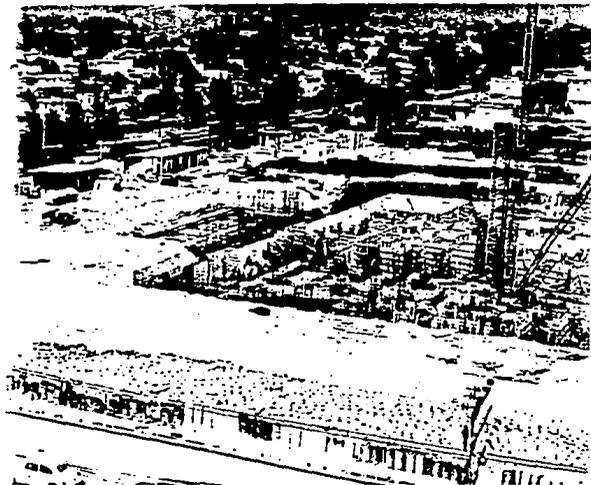
Para el control de estos insumos, deberán visitarse las plantas ajenas al combinado y verificar sus proporcionamientos y la calidad de sus propios insumos, comprometiéndose los fabricantes a realizar pruebas de durabilidad y capacidad de carga en su caso. Deberá existir la norma para la preparación de morteros, para la instalación definitiva de materiales pétreos provenientes de arcillas especializadas y tabiques sílico calcareos, de tal manera que los fabricantes, en su caso provean las materias primas necesarias para la producción de los morteros. El rechazo de estos materiales, deberá realizarse antes de su envío a la obra, por los supervisores vigilantes de la producción, evitando su devolución al recibirlos en obra.

La verificación de los procesos constructivos, pruebas de resistencia de materiales, control de calidad en la fabricación, se debe realizar en las empresas ajenas al combinado.

En el caso de paneles de diferente tipo, deberán verificarse en planta los controles de dimensionamiento y espesor de los paneles, debido a que las fallas en estos controles se manifestarán como defectos en la realización de la obra y su acabado general,

Respecto a los materiales de arcilla extruidos, tipo -





bloques vidriados, baldosas y ladrillos, deberán revisarse en planta las características de las arcillas - desde su lugar de origen y establecer con el fabricante las tolerancias de contracción, expansión y variación en los dimensionamientos.

De la misma forma, en colaboración con los fabricantes, se verificarán pegamentos, resinas, soldaduras que garanticen el buen funcionamiento y la durabilidad de las instalaciones, durante la vida útil de las obras realizadas.

#### 5.3.4 INSUMOS METALICOS Y MIXTOS PARA HERRERIA, CERRAJERIA Y ALUMINIO.

Los perfiles llegados a las líneas de producción, ya sean tubulares en lámina metálica o extruidos en aluminio así como láminas y placas planas, deberán aceptarse sin fallas en su acabado y de preferencia, como antes se mencionó con las películas que garanticen su protección adecuada y su durabilidad durante el proceso de fabricación.

Deberán rechazarse los materiales que presenten abolladuras, pérdida de las películas protectoras o variaciones en las dimensiones acordadas según la normatividad. La residencia de obra procurará que se produzcan elemen

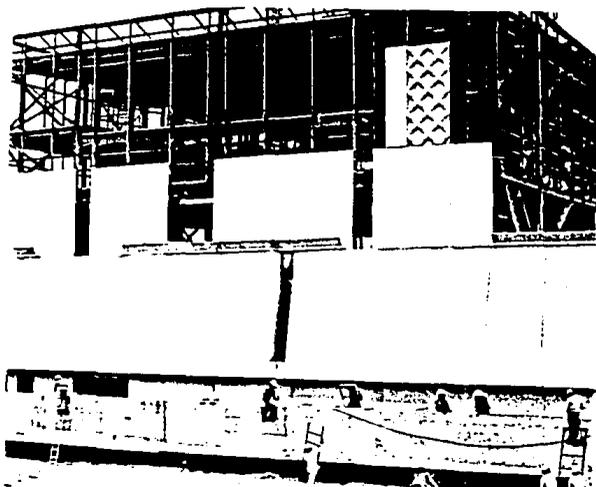
tos semiterminados tipo, para probarlos como modelos, en cuanto a su resistencia y funcionalidad. Especial cuidado deberá tenerse en los productos provenientes de fábricas ajenas al combinado cuyo uso es frecuente y su funcionamiento básico, por ejemplo: bisagras, chapas y cerraduras, válvulas, llaves, porcelanas, accesorios, equipamiento, etc.

Los materiales para sello y empaque se verificarán en tamaño, color y forma de aplicación para que se garantice su funcionamiento durante la vida útil de la obra.

Además de realizarse la verificación, el trabajo de supervisión relacionado, debe ponderar la eficiencia de los productos analizados, su costo efectividad y en consecuencia, proponer las marcas que signifiquen la mejor operatividad y garantía de duración.

#### 5.3.5 MATERIALES DE ORIGEN VEGETAL Y SINTETICOS.

Dada la realidad del mercado nacional, el manejo de la madera presenta una problemática especial: se vende sin tratamientos, protección, ni control de calidad. De acuerdo a la normatividad a la que nos hemos referido, el tratamiento de la madera, particularmente lo relacionado a su grado de humedad, deberá realizarse en ocasiones en la línea de fabricación, permitiendo que la ma-



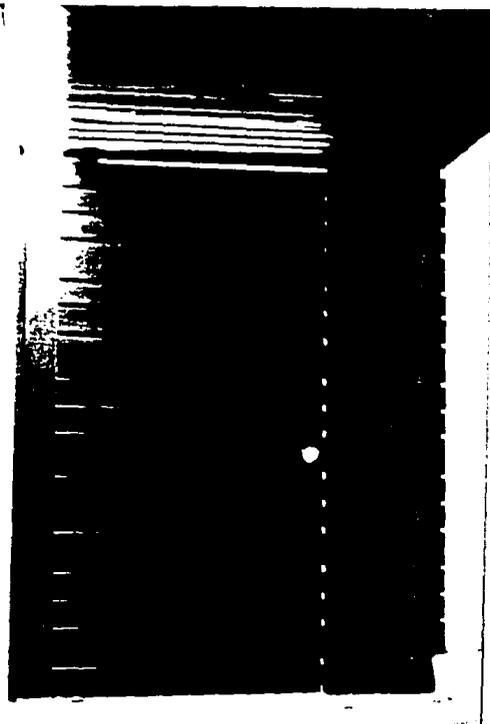
se encuentre en condiciones óptimas de humedad y resistencia, evitando así deformaciones y alteraciones en las dimensiones de los elementos fabricados e instalados.

Una práctica importante es determinar la compatibilidad entre el trabajo de la madera y otros con los que se combine la misma, debiendo prever los diferentes coeficientes de dilatación de estos materiales ante la presencia de un medio ambiente húmedo, seco, cálido o frío, tropical o extremoso.

La difusión en el uso de aglomerados y paneles derivados de la madera y combinados con materiales químicos nos determinan las características de estos compuestos, pero en todo caso los enemigos de estos productos son la humedad y los parásitos, por lo que el diseño y ejecución de los elementos, deberá tomar en cuenta estas características y prevenir oportunamente la contaminación y deterioro de estos productos. Deberán analizarse las alternativas en el uso de pegamentos de tecnología moderna, comparativamente al empleo de clavos y tornillos que puedan dañar seriamente los paneles de aglomerados diversos y proponer soluciones mixtas.

Tratándose de fibras químicas, plásticos y materiales sintéticos, los diseñadores deben considerar las dimen

siones de fabricación standard, procurando el empleo de los materiales de manera óptima, disminuyendo los desperdicios y seleccionando acabados que no se dañen, tomando en cuenta el uso para el que se les destina en la obra.



### 5.3.6 CONCLUSIONES

Siendo cada vez más común el uso de nuevos materiales cuyo origen es más diversificado y enfrentando la humanidad, en especial América Latina, el problema de producir cada vez un mayor número de viviendas a costos más bajos, es de esperarse que esta diversificación de los materiales se acreciente, requiriéndose que estas líneas de producción a pie de obra que se proponen para fabricar y/o ensamblar las partes integrantes del combinado, se evalúen al término de cada una de las obras en las que se pongan en práctica para permitir que sigan siendo válidas, al devenir de las nuevas tecnologías aplicables en el área de la construcción masiva de vivienda.

Cada vez más, en los albores del siglo XXI, se nos revela como una realidad la necesidad de construir obras para permanecer, pues ninguna economía seguirá resistiendo opciones de construcción masiva, cuyo producto enfrente una perspectiva de vida efímera, por lo que debo hacer notar que la formación de los nuevos profesionales y la capacitación de los actuales deberá contemplar en su perspectiva profesional, la alternativa de recuperación y renovación del inventario urbano -- existente y sobre todo, que la construcción de los nuevos asentamientos deberán estar ligados a los criterios

de operación y mantenimiento que permitan prolongar la vida útil de estos nuevos conjuntos y mejorar los servicios de estructura urbana que se deben proporcionar.



#### 5.4 CONTROL DEL PROCESO INDUSTRIAL EN OBRA.

Las líneas de fabricación establecidas con los números 1 a 4 se apegan en principio, aisladamente, al proceso de fabricación industrial tradicional. Se caracterizan por los siguientes pasos:

- a) Recepción de insumos no elaborados, semiterminados o terminados, formando todos ellos parte de un elemento a utilizarse en el combinado.
- b) Selección y ordenamiento de los insumos para iniciar el proceso de fabricación.
- c) Corte, habilitación y preparación de partes.
- d) Colocación en mesas de ensamble y fijación, para su ubicación en el elemento básico.
- e) Combinación de elementos para lograr elementos compuestos definitivos.
- f) Acabado final del elemento compuesto definitivo.
- g) Desmoldeo, desmonte, ensamble y preparación para su estiba en la línea.

Cada una de las cuatro líneas de fabricación presenta cualidades diferentes, por lo que apegados a este proce

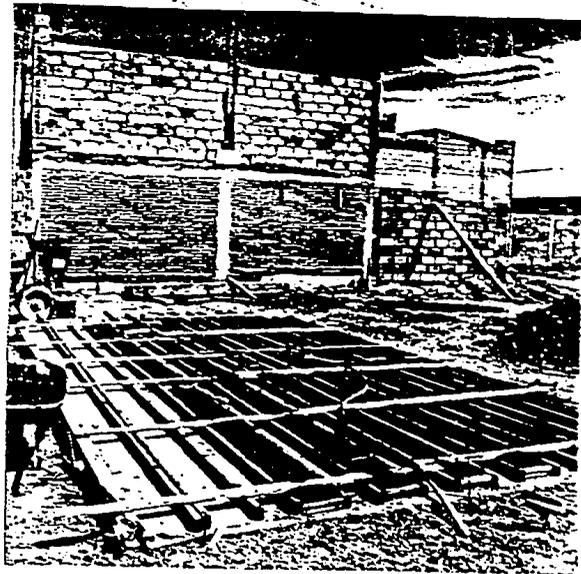
so tradicional, destacaremos características de cada uno.

#### 5.4.1 CONTROL DE FABRICACION. EN LA LINEA UNO.

Como hemos mencionado antes, esta línea es la que requiere mayores espacios y su ubicación será preponderante en el combinado de fabricación. En ocasiones se requiere de ubicar una dosificadora, bandas elevadoras para los agregados pétreos, prensas, moldeadores y silos para almacenamiento de cementantes, patio para corteado y doblado de acero, vibradores y moldes. Su distribución dependerá básicamente del número y características de las piezas de los elementos y del número de insumos que forman parte de los mismos.

Deberá atenderse a la especialización de la mano de obra en el proceso industrial de esta línea, considerando que la repetición de las actividades nos conducirá al aumento de la eficiencia, mejoría en la calidad y ahorro de tiempo en la ejecución.

Cabe aclarar que el moldeo en este tipo de elementos puede hacerse con moldes pulidos de cemento o bien moldes metálicos preparados para el mismo efecto. Deberán analizarse las alternativas de costo y durabilidad en cada caso. Recientemente hemos realizado experien-





cias con moldes de fibra de vidrio de alta resistencia, que nos han permitido obtener la mejor calidad de los elementos, facilitando el desmoldeo y permitiendo el -- transporte de los propios moldes, de una manera accesible, debido a su bajo peso.

Cuando se trata de piezas de concreto, es recomendable que los elementos colados, tengan depresiones después del vaciado, que permitan dejar agua permanente después del fraguado inicial, proceso que facilita el endurecimiento inicial del concreto inmerso en presencia de -- agua, facilitando el desmoldeo y manejo de las piezas -- al día siguiente, con una resistencia inicial que disminuya las posibilidades de fractura y fallas en los elementos. Otro proceso recomendable para piezas de esta línea coladas a base de concreto y morteros de cemento, es la construcción de tinas en paralelo que permitan la colocación de producto colado y su inundación en dichas tinas, utilizando para el efecto mangueras en sifón, para el desplazamiento de la misma agua de una u otra tina, agregando sólo agua faltante. Se revisará la calidad del agua para determinar cuando se deba eliminar.

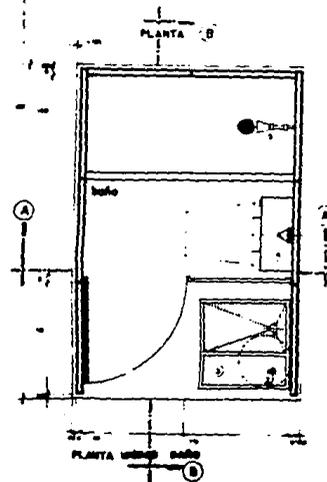
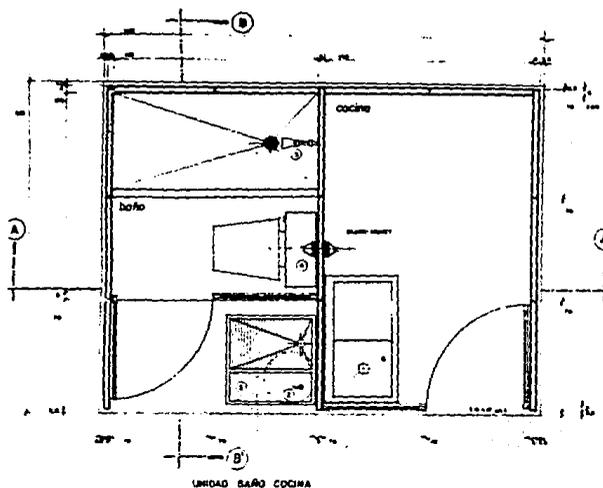
#### 5.4.2 CONTROL EN LOS ENSAMBLES EN LA LINEA DOS.

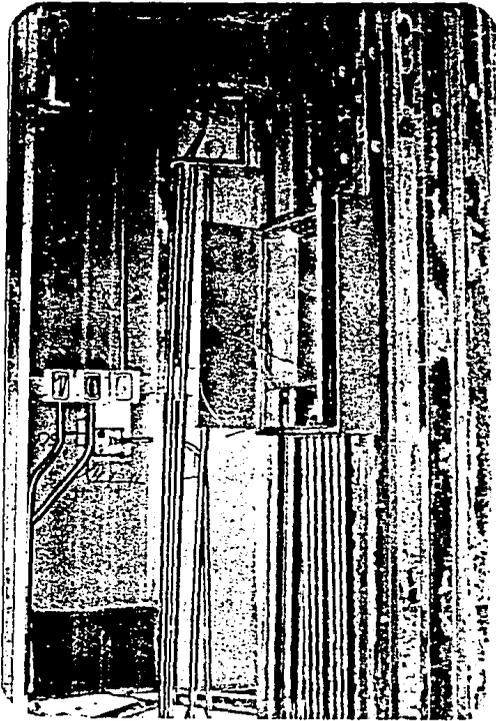
Con la información proveniente de los planos arquitectó

nicos de instalaciones y disponiendo de las tuberías galvanizadas, de cobre, de PVC rígidas y otras, en esta línea se prepararán tres diferentes tipos de elementos llamados arneses que incluirán tuberías cortadas a la medida, conexiones adecuadas, válvulas y llaves con soldadura probada en circuito cerrado. Para estas pruebas se utilizará aire a alta presión o bien agua a presión normal, para no provocar fallas en los empaques o en los sellos. Una vez probado se entregarán para su fijación en los sitios definitivos, debiendo realizarse algunas soldaduras de campo para su arranque definitivo.

El trabajo de esta línea deberá planearse de acuerdo a las etapas de avance de las obras, tomando en cuenta que al realizar las redes de drenaje deberán quedar conectadas las puntas de instalaciones sanitarias y pluviales. El resto de las instalaciones se programarán según el avance establecido de manera inicial.

El desglose de materiales será indispensable para minimizar los inventarios en obra y las erogaciones necesarias para la adquisición de insumos, deberán programarse según el avance de obra, para la recuperación a corto plazo de las inversiones realizadas. Los elementos producidos se fijarán en diferentes etapas del avance de obra, por lo que la coordinación y control de fabri-





cación es muy estricto, debido al alto costo del financiamiento y a la inconveniencia de mantener un inventario excesivo.

Esta característica es aplicable a los trabajos de instalaciones, sanitarias, hidráulicas y eléctricas.

Quando se trata de construcción masiva, será recomendable la previsión a futuro, del equipamiento para el mejoramiento ambiental y reciclaje de desechos sólidos y líquidos, por lo que el diseño urbano y arquitectónico para la edificación deberán contener esta flexibilidad, aunque en principio, las plantas de tratamiento y los sistemas de reuso no queden instalados desde las primeras etapas del plan maestro.

#### 5.4.3 CONTROL DEL PROCESO EN LAS LINEAS TRES Y CUATRO.

Anteriormente se ha mencionado el equipamiento con que deben contar estas líneas al hablar de los escantillones. El acierto en el manejo de un mismo patrón de dimensionamiento en la línea de producción y en los vanos de montaje, con las holguras necesarias, permitirán una alta eficiencia en la colocación final de los elementos producidos en estas líneas.

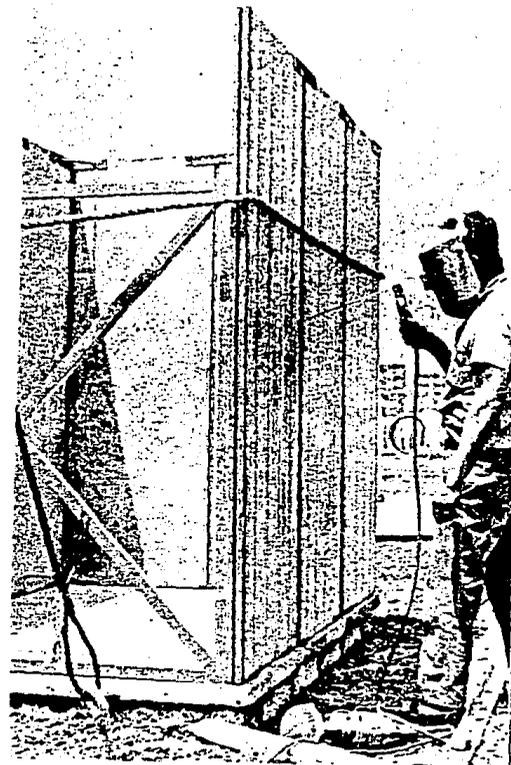
Hemos hablado del control de calidad en la recepción de

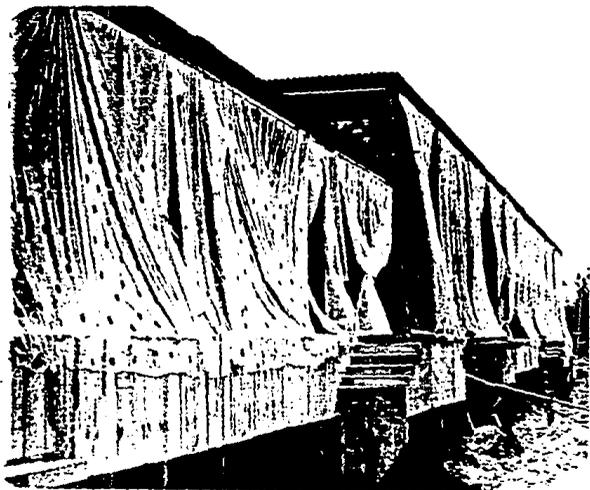
los insumos, la cual es definitiva en la calidad del producto elaborado en estas líneas, caracterizadas por el corte y ensamble adecuado de las piezas semi elaboradas y materias primas que constituyen sus insumos.

Dada la escasez de espacios, en ocasiones no será posible realizar los trabajos de secado y control de humedad en los productos derivados de la madera, trabajos que deberán realizarse en los espacios propios del proveedor y fabricantes.

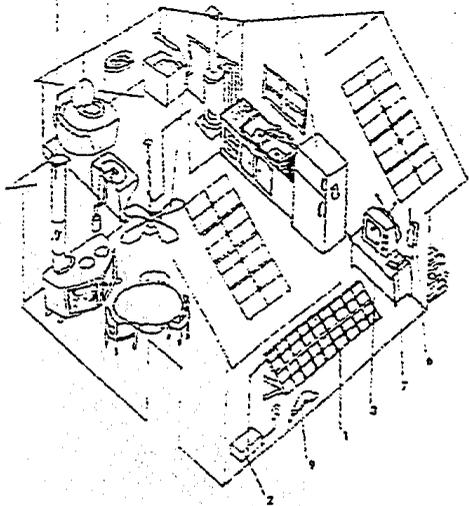
#### 5.4.4 EQUIPAMIENTO Y NORMAS DE HIGIENE; SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE.

Como hemos expuesto, los trabajos de producción de elementos en todas las líneas de fabricación en obra, requerirán del empleo de herramientas y equipos, cuyo grado de complejidad dependerá del número y calidad de los mismos, pero en todo caso se requerirá de herramienta especializada o adaptada y equipos elementales para carga, descarga y transporte local de los elementos producidos que de no encontrarse disponibles en el mercado deberán fabricarse, para su empleo en obra y revisando los procesos, características de la industria tradicional, los trabajadores deberán contar con todas las facilidades que garanticen las mejores condiciones de higiene y el cumplimiento de las más estrictas normas de se-





14 12 8 5 10 4 13 11



LA VIVIENDA AUTONOMA

Reina Meni de WeatherDec

guridad. Esto significa que en las líneas de fabricación y ensamble, el personal técnico deberá evolucionar respecto a la imagen tradicional de un trabajador eventual en la construcción, debiendo utilizar calzado, guantes, mascarillas, lentes, petos y cascos adecuados para la realización de su trabajo. Las características de estos equipos se definirán para cada una de las líneas.

El establecimiento de una cocina y comedor provisionales en la obra, redundará siempre en un beneficio económico para el trabajador y de productividad para las empresas, disminuyendo el ausentismo y mejorando las condiciones de trabajo en general. Estas instalaciones se complementarán con agua corriente para el aseo de los trabajadores antes de ingerir sus alimentos y al término de sus horarios de trabajo diarios.

## 6. ESTIBA, TRANSPORTE Y MONTAJE. PRODUCTO FINAL.

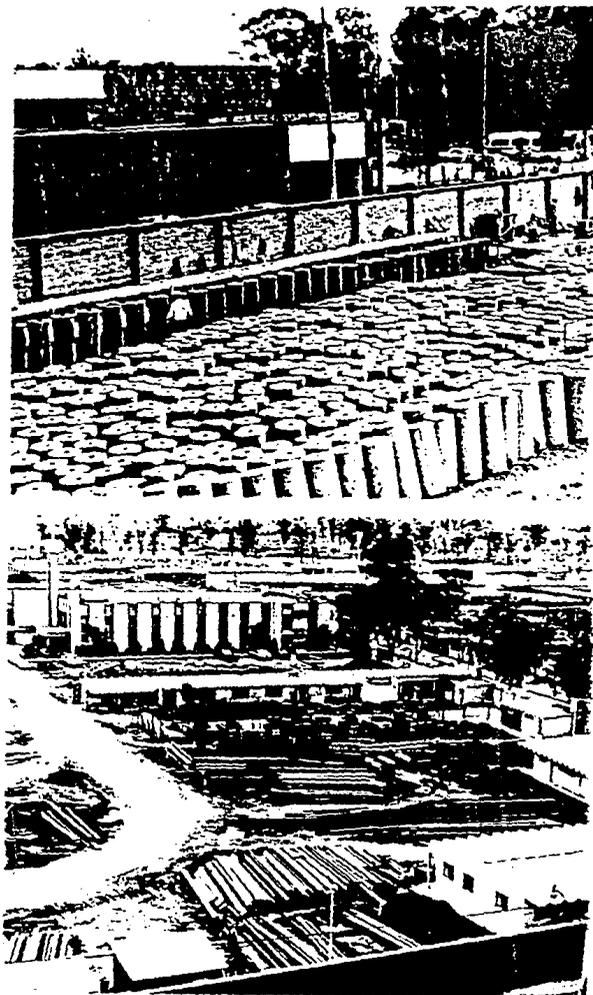
### 6.1 ESTIBA Y ALMACENAMIENTO.

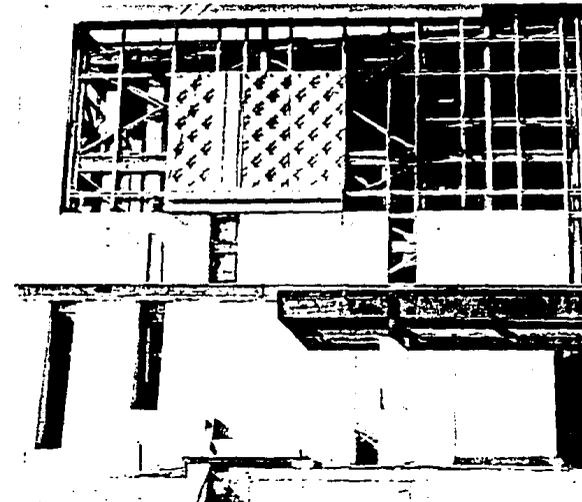
Cada uno de los materiales producidos en estas líneas, requiere de un sistema de almacenamiento diferente, por lo que debe contarse en obra con las facilidades que permitan mover y trasladar y almacenar los elementos, preservando sus condiciones de calidad, lo que requiere contar con los equipos y dispositivos necesarios para, en su caso, desmoldeo, izaje, estiba, empaque, almacenaje, control, etc.

Cuando se requiere el almacenaje, antes de su utilización definitiva, deberán proveerse camas de colocación que disminuyan posibilidades de fractura y fallas en los elementos. Para este efecto se proveerán tiras de neopreno sobre las que descansen los elementos de alto peso. Será necesario que el encargado de la línea de producción conozca las características de los equipos de transporte y montaje, a efecto de que las asas y/o ganchos queden colocados de manera que faciliten su estiba, transporte y montaje. Al hablar del transporte mencionaremos nuevamente estos aspectos.

#### - Línea Uno.

Algunos elementos producidos en la línea uno requerirán la presencia de agua durante el tiempo de estiba, por -





lo que deberá proveerse llaves y ductos para contar con el agua necesaria, misma que puede ser agua tratada, para evitar el dispendio de agua potable, aclarando que el agua de fabricación deberá reunir las características de calidad que señalan las especificaciones técnicas respectivas.

En ocasiones se requieren de patios de lavado para dar a los elementos el acabado final de proyecto, cuando sean utilizados retardantes de fraguado o aditivos para lograr un acabado determinado. Deberá tomarse en cuenta el lugar de vertido de las aguas producto de este trabajo. No será recomendable hacerlo a las raíces de drenaje nuevas o existentes, dado que pueden constituir bloques o tapones muy dañinos para la operación de la red urbana.

#### - Línea Dos

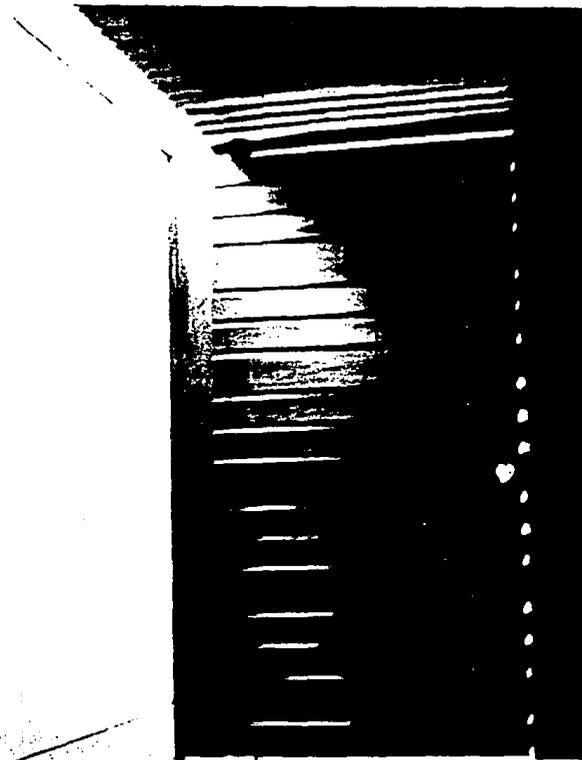
En el caso de los elementos terminados en la línea dos, es ideal disponer de ganchos para colgar los arneses producidos, carga que deberá tomar en cuenta el diseño original de las instalaciones provisionales. Hemos encontrado que la mejor forma de manejar estos cuadros de instalaciones es colgándolos, evitando así la falla de tuberías o su fractura, especialmente cuando se trata de tuberías de pared delgada.

Deberá contarse con aire y agua para realizar pruebas una vez que los arneses estén ensamblados y se deban probar.

- Línea tres y cuatro.

Las hojas de cartón y los ejes de plástico resultan los auxiliares idóneos para la estiba y su transporte posterior de los elementos producidos en las líneas tres y cuatro, por lo que deberá procurarse que ventanerías y puertas se terminen en superficies planas pero con las preparaciones necesarias para colocar la cerrajería, operación que debe hacerse en la etapa final de terminación de obra en el sitio. Los picaportes, contra marcos y otros aditamentos para puertas y ventanas, resultan un grave problema para manejarlos sin dañarlos y conservar la calidad de estos productos, por lo que su ensamble final debe preverse en el sitio definitivo de la obra.

En todo caso es útil identificar algunas piezas con bandas o pinturas de color, ubicadas en lugares donde desaparecerán al instalarlas en forma definitiva, pero muy necesarias para identificar elementos de dimensiones semejantes, colocados en diferentes sitios de la misma obra. Esto significa que los encargados de fabricación deberán coordinarse con los equipos de montaje, respecto al código de identificación de los materiales almace





nados.

Será indispensable llevar un sistema de remisión para llevar una contabilidad de obra de elementos terminados facilitando su identificación y disposición en todas las etapas. Este trabajo facilitará a su vez, el que deberá realizarse para proponer la intendencia de los conjuntos.

Es obvio mencionar que las marcas de equipo y capacidades de los mismos, deben uniformizarse, para contar fácilmente con repuestos originales o reemplazos a cambio.

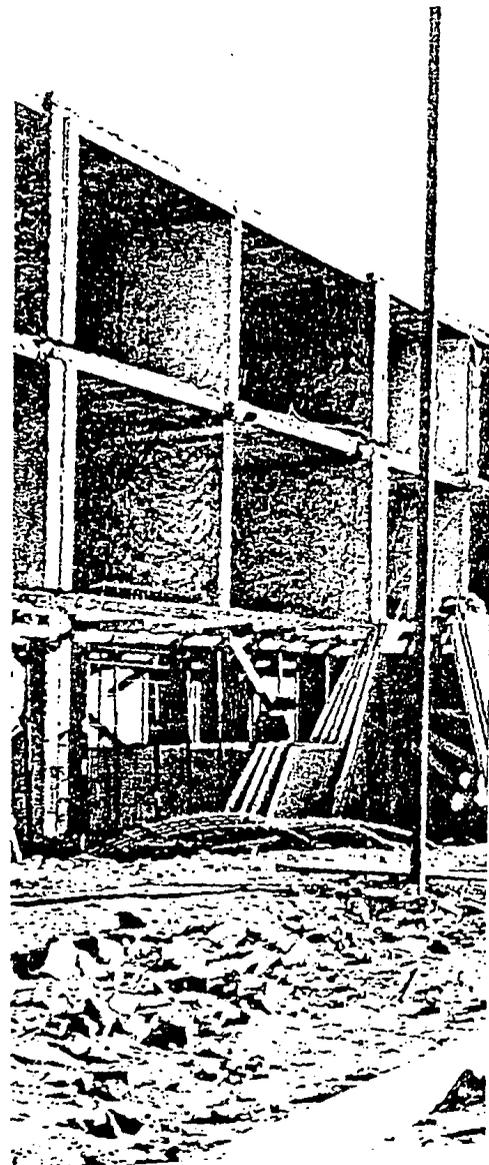
Por otro lado es claro que el control de almacén, será más accesible cuanto menor sea el número de elementos a controlar, conceptos que deben ser conocidos por los arquitectos y urbanistas que desarrollan el proyecto.

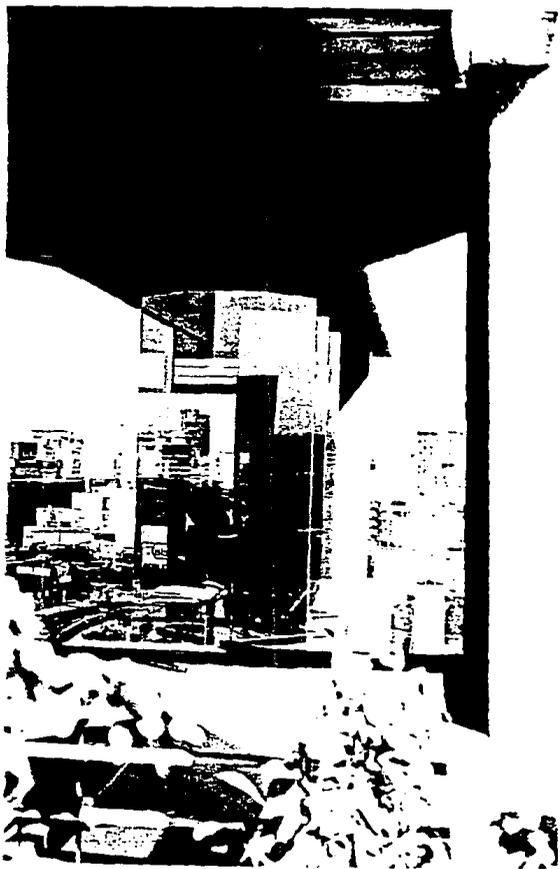
## 6.2 TRANSPORTE.

En este capítulo deberán considerarse dos aspectos diferenciales en el transporte y que son el requerido para transportar elementos de las industrias externas al combinado y el movimiento de elementos en el sitio de la obra.

Dentro del primero, debemos considerar que cada industria mantiene normas y costumbres relacionadas con el transporte de sus productos. Sin embargo los requerimientos de nuestro sistema de construcción masiva, impondrá restricciones y condicionantes adicionales al transporte de los elementos desde las industrias hasta el sitio de arribo en la obra, procedimiento que debe ser supervisado y realizarse de acuerdo con la normatividad establecida en el coordinado. Un diálogo directo entre urbanistas, arquitectos, fabricantes y proveedores, tendrá siempre un breve resultado, bajo la supervisión del coordinado, y minimizará los efectos negativos de un transporte inadecuado.

Generalmente las empresas fabricantes y proveedoras estarán de acuerdo en adaptarse a los requerimientos del coordinado, dado el alto número de elementos que venderán y con ellos mismos se establecerá el sistema de embalaje y transporte adecuados, siempre tomando en cuen-





ta que el agrupamiento de elementos es ideal cuando se trata de números cerrados, adecuados para cada una de las unidades de la construcción masiva.

A este respecto no existe una limitación precisa, ya - que siempre habrá disposición de los industriales, para experimentar un avance tecnológico en beneficio del mercado.

Esta coordinación y su ordenamiento resultante, serán aplicables desde los primeros materiales necesarios en la obra, hasta los últimos y el transporte se realizará de acuerdo a los requerimientos del combinado.

Para estos efectos, las industrias deberán contar con - equipos de transporte adecuados a los propósitos del - combinado, lo que significa que en ocasiones deberán implementar en sus vehículos, guardas de protección, cojines de asiento y estructuras portantes desmontables que garanticen la óptima conservación de los elementos producidos fuera del combinado.

En ocasiones es necesario explicar a los operadores los objetivos de un sistema de transporte mejorado y controlado, provocando que los resultados obtenidos se generalicen en las operaciones de las mismas empresas.

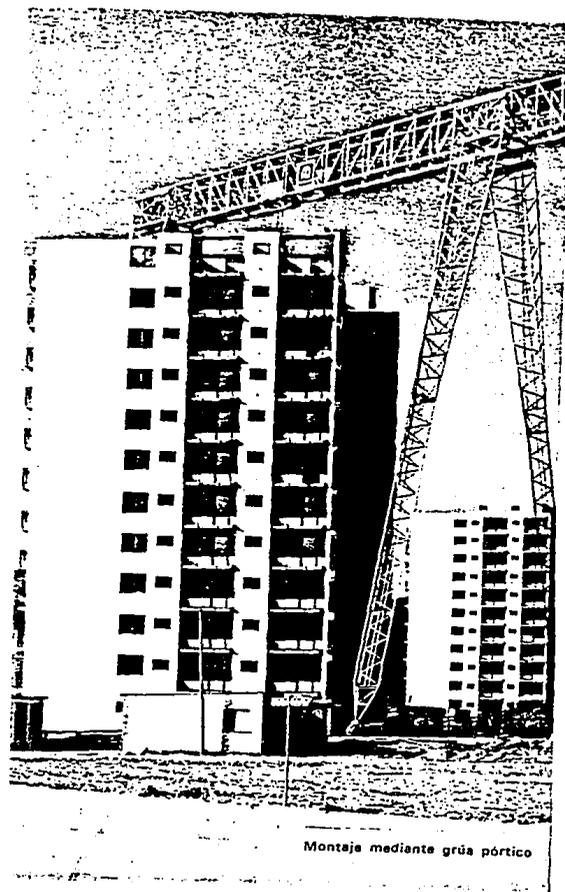
En ocasiones más escasas, estos objetivos comentados -

con las empresas, dan por resultado el intercambio de experiencias y metas que las mismas industrias persiguen, mejorando el interés general por optimizar la -transportación de elementos componentes.

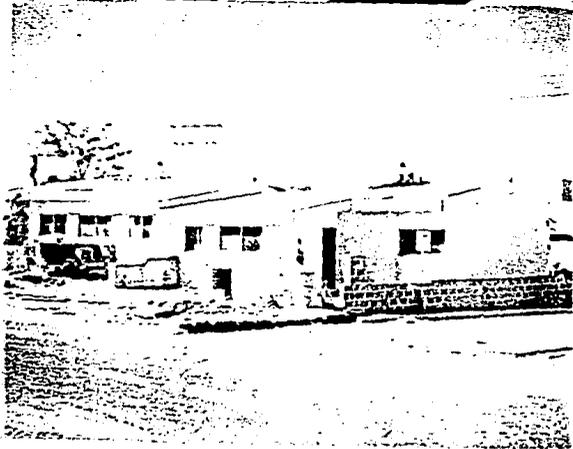
### 6.3 MONTAJE Y ENSAMBLE EN SITIO.

Ya hemos mencionado anteriormente, que las normas de fabricación deberán tomar en cuenta los sistemas propuestos para el montaje, diseñando elementos cuyo peso sea adecuado al sistema que utilizaremos para montar. Es por ello que deberemos considerar procesos de montaje desde los más elementales hasta los más complejos. La investigación de sitio a la que nos hemos referido antes en este trabajo, nos aportará información sobre los equipos de montaje disponible y de uso común y nos permitirá visualizar aquellas aportaciones que podamos realizar, en beneficio de una optimización de los procesos.

Cuando hablamos de construcción masiva, generalmente -identificamos el concepto con la vivienda. Ha sido propósito de este trabajo el no identificar la construcción masiva, necesariamente con la vivienda, dado que los principios aquí sustentados son aplicables a cualquier tipo de construcción en serie, sin embargo, hemos de aceptar que la identificación es indispensable para



Montaje mediante grúa pórtico



hablar de los procesos de montaje, dado que estos podrán ser más elementales, cuanto menor sea la altura de las edificaciones y llegará a ser más compleja en cuanto aumente la altura de las mismas. Cabe mencionar que el concepto de producción masiva podrá estar íntimamente relacionado con edificios de usos varios y -- grandes alturas, siempre y cuando estos proyectos sean de carácter repetitivo y los espacios a construirse, sean idénticos. Experiencias de esta naturaleza, como construcción masiva de edificios altos, se llevan a cabo frecuentemente en América Latina, en Venezuela, Argentina y Brasil, y a menor escala en nuestro país. Mencionaré solo como punto de referencia la construcción masiva de edificios altos que se llevó a cabo en la Unión Soviética durante treinta años, tomando como base los combinados industriales regionales, llevando a la URSS a ser el más grande constructor de vivienda masiva, con cifras cercanas a las once viviendas por cada mil habitantes por año, durante la década 75-85.

La realidad en México, indica que el concepto de construcción masiva es identificable con la vivienda, por lo que, al hablar del problema de montaje, incluiremos desde sus procesos elementales, hasta algunos con cierto grado de mecanización, para los que las empresas constructoras requerirán el uso de equipos y maquina--

ria algo más que elemental. (garruchas, polipastos, tirafos, poleas, malacates, plumas, etc.)

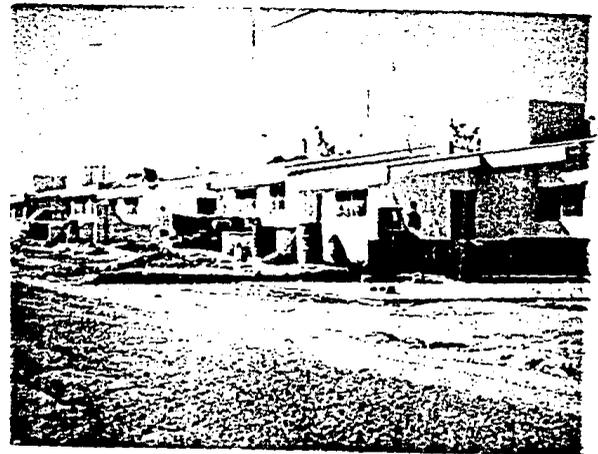
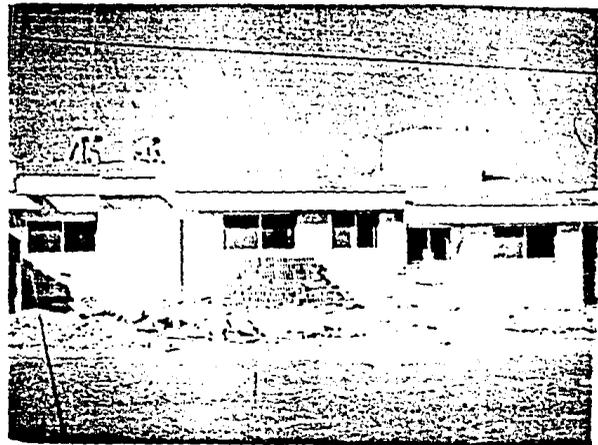
#### 6.4 EL PRODUCTO TERMINADO, EL ESPACIO FINAL

El diseño urbano el proyecto arquitectónico y el proceso de fabricación de los elementos, deberán tomar en cuenta el acabado final que se les dará a los elementos componentes, entendiéndose que será necesario estudiar juntas constructivas, elementos de unión, soldaduras de montaje, recubrimientos y algunos otros trabajos de terminación de las unidades.

##### 6.4.1 ACABADOS DE LOS ELEMENTOS Y DEL PRODUCTO.

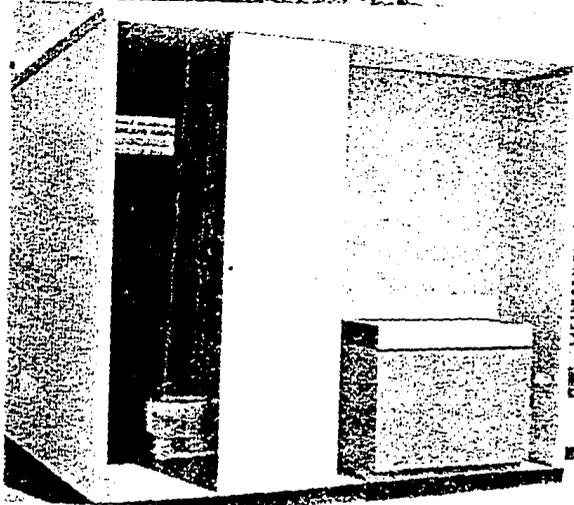
Todo elemento producido en las líneas uno a cuatro deberá quedar absolutamente terminado, lo que significa que las instalaciones subterráneas, juntas de construcción, los recubrimientos, acabados, llaves y válvulas, tornillería y taquetes de montaje, vidrios, protecciones, sellamientos, impermeabilizaciones y membranas deberán quedar perfectamente revisados y protegidos.

El arquitecto diseñador deberá proponer los acabados que deban llevar los productos, tomando en cuenta los costos del acabado final y su efecto plástico en la terminación de la obra. Es recomendable disminuir las aplicaciones de acabados que implique un trabajo de





mantenimiento más frecuente y costos, propiciando el uso de materiales aparentes de mínimo mantenimiento, debido a que en México, el mantenimiento inmobiliario es una práctica no difundida, desconocida en sus alcances generales y en muchos casos rechazada. Es por ello que el arquitecto diseñador deberá tener conciencia de la mantenibilidad o sea, la disciplina del diseño arquitectónico que nos señala la metodología a seguir durante el proyecto, tomando en cuenta las necesidades de mantenimiento y operación de los inmuebles. En un capítulo posterior hablaremos de la necesidad de evaluar las experiencias realizadas, con objeto de que estos productos terminados sean corregidos en sus deficiencias, etapa por etapa de la producción masiva.



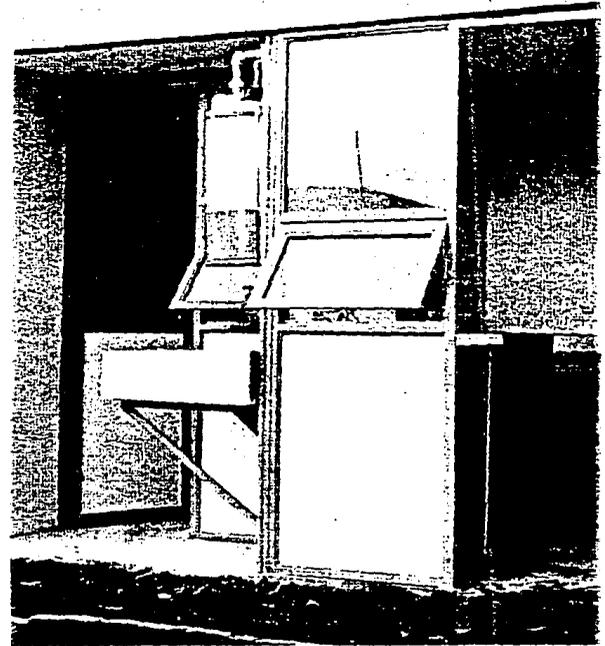
#### 6.4.2 EL ESPACIO FINAL.

En todo proyecto urbanístico y arquitectónico, en forma independiente del destino a que se dediquen los inmuebles, los conjuntos deberán terminarse completos, o sea por ejemplo: si se trata de vivienda deberán contar con la estructura urbana y los equipamientos necesarios para llevar a cabo una vida socialmente integral para sus habitantes. Si se trata de construcciones escolares, las instalaciones y obras exteriores deberán permitir realizar todas las actividades inherentes a la educación.

Si hablamos de ciudades para el trabajo o el descanso, el espacio final debe dotarnos de todos los servicios necesarios. Al tratar de un centro de readaptación social, el concepto de espacio final deberá ser completamente integral y acorde a su destino específico.

Es conveniente mencionar que los conjuntos realizados bajo las técnicas de construcción masiva, deberán proporcionar los espacios físicos que permitan el desarrollo integral de la vida del hombre en comunidad, aún cuando algunas de estas edificaciones se realicen sin relación con la construcción masiva. En la república mexicana se han realizado importantes proyectos masivos, sin instrumentar y difundir los criterios óptimos para la construcción masiva. Llevamos treinta años de realizar proyectos masivos (Nonoalco, Acueducto Guadalupe, Santa Fe, Villa Olímpica, Villa Coapa, Ciudad Lázaro Cárdenas, Ixtapa Zihuatanejo, Cancún y más recientemente Canal de Miramontes, Culhuacanes, Fuentes Brotantes, Villa Panamericana, Sistema Conalep, planteles Cetis, etc., en los que a través de tantos años, cada empresa constructora se ha valido de sus propias experiencias para tratar de optimizar los sistemas constructivos en plan masivo, sin que sus experiencias se hayan podido capitalizar de manera ordenada y permanente por las empresas del sector público y privado que han promovido la construcción masiva.

Unidad Sanitaria completa compuesta por cuarto de baño, cocina y lavadero.



Es oportuno recalcar que la construcción masiva no debe identificarse necesariamente con la vivienda, sino que es una disciplina constructiva de las aplicaciones más diversas, siempre que el proyecto original contemple la construcción del inmueble bajo un proceso repetitivo, ya sean oficinas gubernamentales, escuelas y centros de educación, hoteles, oficinas privadas y desde luego unidades habitacionales con todas sus variedades.



## 7. EVALUACION DEL COMBINADO INDUSTRIAL Y DEL PRODUCTO.

Como hemos mencionado a lo largo de este trabajo, esta disciplina de la investigación y del conocimiento aplicado, no sólo permite, sino exige una evaluación permanente de los procedimientos inicialmente propuestos, por lo que debemos realizar las evaluaciones del sistema, en diferentes etapas: una durante los diferentes estadios del proceso de construcción masiva, y otra posterior a la terminación y entrega de los espacios físicos finales.

La primera evaluación, durante el proceso de obra permitirá establecer un proceso iterativo de intercambio de información y resultados, característica esencial para perfeccionar los procedimientos de diseño urbano-arquitectónico. Esta evaluación deberá realizarse metodológica y sistemáticamente, por escrito, estableciendo testimonios comprobables durante el proceso y analizables a la distancia en el tiempo. Sólo una evaluación sistemática permitirá obtener resultados verídicos a corto plazo. Esta evaluación deberá comprender el estudio de los siguientes aspectos :

- . Diseño Urbano y de cada una de las redes (alcantarillado, agua potable, aguas pluviales, aguas tratadas, vialidad, energía eléctrica, red telefónica y cable





en su caso).

- . Evaluación de los programas de obra y su puesta en marcha.
- . Evaluación de las especificaciones, materiales y precios propuestos inicialmente.
- . Evaluación plástica del espacio físico final.
- . Evaluación de la prestación de servicios operativos del sistema urbano y del mantenimiento de los mismos.
- . Conclusiones de estas evaluaciones, recomendaciones.
- . Evaluación del proyecto arquitectónico de edificación.
- . Validez de los procesos iniciales propuestos.
- . Evaluación de la eficiencia de la fábrica en obra, por cada una de sus líneas.
- . Evaluación plástica de las soluciones.
- . Evaluación social relativa al usuario. Efectos sociales.
- . Evaluación de los servicios urbanos integrales al conjunto de producción masiva.

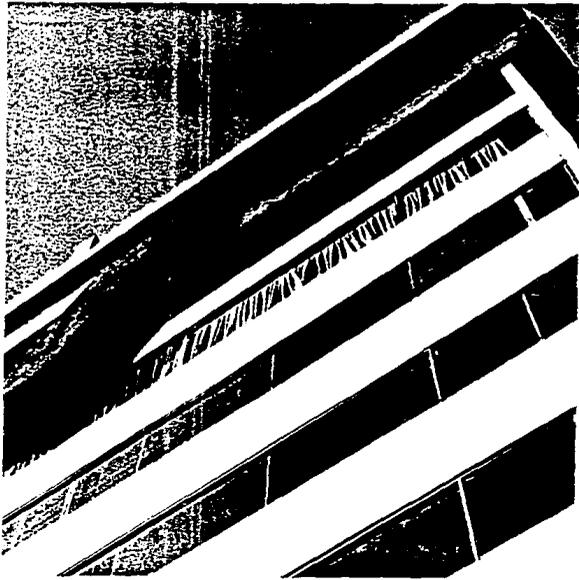
Los resultados obtenidos por medio de estas evaluaciones deberán enriquecer y/o modificar la normatividad inicialmente propuesta.

## 7.1 EVALUACION DE ASPECTOS MUNICIPALES Y URBANOS.

La realización de una obra de construcción masiva, parte de la propuesta de un plan maestro, que debe ser aprobado, en general por las autoridades estatales y municipales, responsables del desarrollo urbano. Como equipo técnico los diseñadores urbanos deberán evaluar la validez de sus propuestas, en relación con las diferentes redes de infraestructura, de las especificaciones propuestas y de los procesos constructivos que se recomendaron para la realización de todas las obras. El proceso de evaluación debe ser periódico, durante el tiempo de vigencia de la obra y deberá tener un carácter interactivo, con objeto de hacer ajustes durante el proceso de realización. La realización sistemática de estas evaluaciones, redundará en una corrección y ajuste permanente a las propuestas iniciales en todas las etapas del proceso (anteproyectos, proyecto ejecutivo, diseño de redes, de agua potable, alcantarillado, aguas tratadas, pluviales, sistemas de reciclaje, distribución de energía eléctrica, telefonía, comunicaciones, transportes, etc.).

Es deseable que estas evaluaciones se realicen con la participación de las propias autoridades municipales y estatales, porque tratándose de un proyecto de construcción masiva, las experiencias aportadas por la realiza-





ción de una obra de esta magnitud, deberán enriquecer el acervo tecnológico de los grupos profesionales de trabajo y de las autoridades responsables del desarrollo urbano en sus diferentes niveles, federal, estatal y municipal, cuando sea posible.

La participación de la iniciativa privada, bien como proveedores, industriales, contratistas es en extremo deseable, ya que el carácter interactivo de estas evaluaciones, propiciará una mejor calidad, un menor costo y un tiempo adecuado de ejecución de las obras, optimizando los costos financieros en el desarrollo de estos planes maestros.

Las empresas constructoras - promotoras, deberán propiciar la participación sectorial integral en todos los procesos de evaluación de los proyectos propuestos a nivel urbano y municipal, alentando la aplicación de nuevas tecnologías nacionales y la salvaguarda de los recursos naturales y el bienestar ecológico de la comunidad. Evaluar es renovar, renovar es optimizar, optimizar es modernizar. Ante el desafío del siglo XXI de bemos sacudir nuestra conciencia profesional y planear, construir, operar y evaluar lo realizado, de una manera integral. Lo mejor está por ocurrir. El desafío es constante, las respuestas deben ser múltiples.

## 7.2 EVALUACION DE LA EDIFICACION.

Si enlistamos las aportaciones que un buen proyecto ejecutivo aporta en la realización de una obra, destacaremos que la concepción del espacio final, generalmente creado por arquitectos, es sólo una parte de un proceso creativo que incluirá estructura, especificaciones, materiales, sistemas constructivos, control de insumo y proceso de fabricación, costos y su optimización, programación y control, mantenimiento, operatividad y muchos otros, que involucra necesariamente, los efectos que tiene el diseño de espacios edificados al servicio de la comunidad, por lo que, la evaluación de la edificación deberá entenderse con la participación de todas las partes participantes en el combinado (industriales, proveedores, profesionistas, trabajadores, etc.) y de los usuarios de los inmuebles producidos bajo estos conceptos.

En estas evaluaciones el cuerpo diseñador-promotor de profesionales, deberá fomentar la participación de los usuarios, quienes son los más estrictos jueces de dicho trabajo profesional y son quienes reciben las bondades y sufren en su caso por los errores en el diseño de la edificación.

En este trabajo se ha mencionado insistentemente, la -



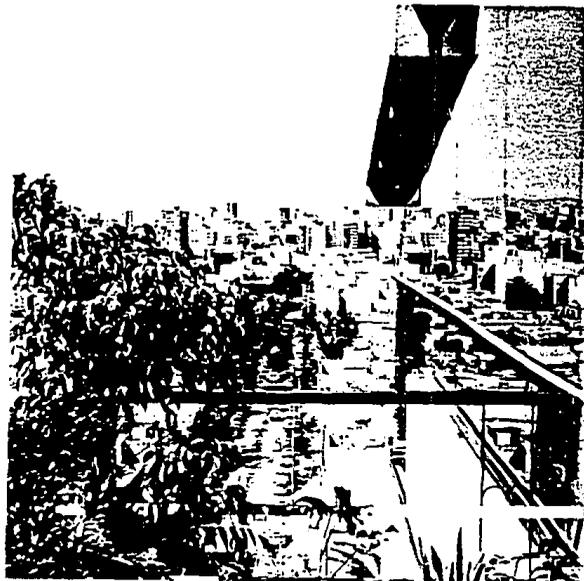
conveniencia de que participen los industriales, fabricantes, diseñadores, constructores y vendedores de los espacios productivos masivamente y debo mencionar que ese trabajo armonioso durante las etapas anteriores a la entrega física de los espacios, debe culminar con la participación de todos los equipos integrantes del combinado y las conclusiones de la evaluación en sus diferentes aspectos, deberá aportarse sistemáticamente, para enriquecer las etapas de diseño y construcción subsecuentes, siempre manteniendo los objetivos de calidad costo y tiempo, de respeto ecológico y de acierto en la aportación de los espacios hacia la comunidad y el sector social.

He insistido en desligar el concepto de producción masiva con el de la vivienda, porque los principios son válidos en cualquier caso pero cuando se trate de modernizar el campo mexicano, debido a las recientes modificaciones al artículo 27 Constitucional, que transforma los conceptos tradicionales de los sistemas de producción agropecuaria, las experiencias y conclusiones obtenidas en la evaluación de los espacios físicos, no permitirán, a corto plazo, realizar propuestas para construir masivamente, centros de acopio, de transformación industrial agropecuaria, de edificaciones para apoyo a dicha transformación del medio rural en México.

### 7.3 CONCLUSIONES DE CARACTER ITERATIVO .

En la presentación de este trabajo menciono la característica universal del conocimiento que se adquiere en nuestra Universidad. Esa universalidad debe prevalecer en el juicio de nuestras conclusiones y en relación a los diferentes procedimientos y sistemas metodológicos de diseño, tanto urbano como arquitectónico, que emplean los bufetes a quienes se contratan estos proyectos, en el ámbito de nuestra América Latina. Muy poco a poco se va cambiando el sistema de la "caja negra" por alguno de los sistemas metodológicos de análisis y síntesis del programa arquitectónico. Se ha iniciado una época en que las computadoras, programadas por especialistas ajenas a las disciplinas del diseño arquitectónico, empiezan a sustituir a los arquitectos y urbanistas en los procesos de diseño.

Experiencias aisladas dentro de nuestro campo profesional, involucran sistemas de "software", aportados por profesionales en estas disciplinas. En esta área del diseño las aportaciones son escasas, siendo sin embargo, super abundantes en las áreas tecnológicas de supervisión y control, costos y financiamientos, flujos de caja y aún de sistemas CAM CAD, propuestos por tecnologías extranjeras.



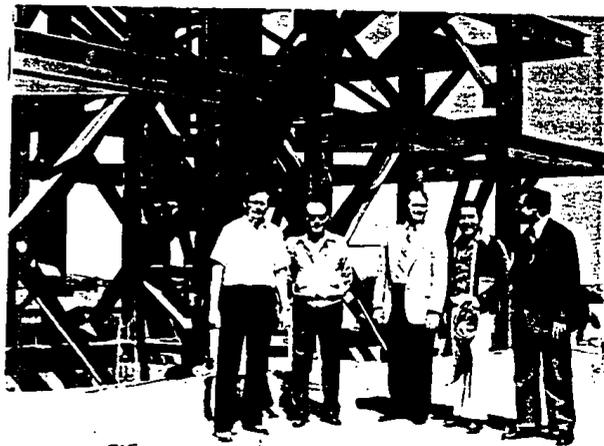
Un botón de alarma debe encenderse, para aclarar que el proceso de toma de decisiones, a lo largo de las actividades contenidas en nuestra propuesta, debe seguir bajo el control del grupo diseñador-promotor, siguiendo las normas del más estricto sentido común, sin permitirle que los ordenadores sujetos a conceptos preestablecidos, decidan en nuestro lugar. Es por ello que considero indispensable consolidar un sistema de conclusiones (síntesis), que obtenidas sectorialmente, se conviertan en bases de análisis nuevamente, en los aspectos de función, forma, economía, tiempo y energía, estableciendo así un proceso iterativo de enriquecimiento en nuestro proceso.

Los aciertos obtenidos en un proceso de investigación aplicada son siempre estimulantes, sin embargo son los errores en la aplicación de nuestra teoría, las que hacen fracasar nuestros intentos o nos hacen dudar de su validez. Toda investigación conlleva en sí misma la probabilidad de un error, en ocasiones parcial, en otras sectorial y a veces un error total fundamental. La evaluación debe presuponer una apertura intelectual y profesional sincera. Muchas veces el objetivo último es válido y los medios aplicados para obtenerlo son erróneos. El proceso iterativo permite corregir errores, afirmar aciertos y fortalecer decisiones.

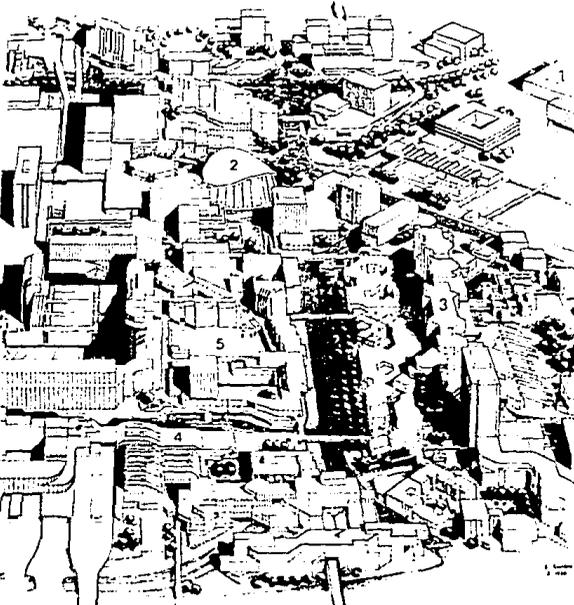
Para la mentalidad del arquitecto, de su yo individualista, resulta indispensable que acepte desde su inicio, su papel en un importante grupo de trabajo, donde son tan importantes las conclusiones y juicios aportados por los usuarios como las observaciones de proveedores y fabricantes, de funcionarios públicos y de trabajadores y responsables de la construcción, así como las obtenidas en su propio grupo de diseño urbano y arquitectónico.

Ningún proceso creativo de bienes inmuebles, de carácter repetitivo, será completo sin la alimentación de un proceso de evaluación permanente. Esta actividad se realiza de una manera objetiva en los talleres de mantenimiento automotriz, en muelles y astilleros para diferentes embarcaciones, talleres de mantenimiento de línea blanca, contratos de mantenimiento y renovación de equipos electrónicos, y talleres de mantenimiento de aeronaves, en los que las fallas detectadas se corrigen de inmediato a nivel industrial, para evitar reclamaciones y fallas algunas de ellas catastróficas.

En nuestro medio este tipo de evaluación, no se realiza. Es por ello que no puedo terminar este trabajo sin señalar la importancia de estos procesos permanentes de evaluación, mismos que deben realizarse, aún cuando no exista la continuidad en los programas de producción masiva de espacios inmobiliarios.



#### 7.4 CONCLUSIONES SOBRE LOS OBJETIVOS INICIALES.



En capítulo anterior comenté "todo proceso intelectual se mide por los resultados obtenidos y su congruencia con los postulados establecidos"..... en conciencia de posibilidad de falla y error". Mucho enriquecerá la aplicación del sistema propuesta en esta investigación, si las conclusiones y correcciones en el proceso, a las que me refiero en el punto anterior, se toman en cuenta. Pretendí conformar el sistema metodológico de acercamiento al problema integral de la construcción masiva, definiendo criterios de toma de decisiones, orientadas a enriquecer nuestro sistema de análisis y síntesis. Destacamos la necesidad de modernizarnos en todas las áreas profesionales participantes en el proceso. Insistimos en la necesidad de capacitar a los participantes en todos los niveles y mencionamos siempre el importante papel que juegan en el proceso los empleados y trabajadores y la comunidad receptora de los inmuebles producidos.

Queriendo destacar la importancia de formar equipos interdisciplinarios, participantes en la solución al problema de la construcción masiva, es probable que haya reducido la importancia que los grupos diseñadores tienen en el proceso. Es por ello que me refiero repeti-

damente al "grupo diseñador-promotor", pues cada vez más las actividades profesionales de las que somos responsables, estarán íntimamente relacionadas con muchas otras que en ocasiones nos han sido ajenas. No ha sido la intención reducir la importancia de los proyectos urbanísticos, arquitectónicos o de diseño industrial; en cambio he pretendido ubicarnos con toda la capacidad profesional en dos ámbitos que nos han sido tradicionalmente ajenos: el diseño arquitectónico industrial y la producción masiva, bajo normas incipientes de industrialización.

Estoy consciente y soy un convencido de que es fácil mejorar, menos fácil modernizarnos y muy difícil industrializar nuestros procesos, pues el ámbito en el que se realizan las decisiones para lograr la continuidad de los programas de producción masiva, es ajena a nuestro ejercicio profesional. Es allí donde reside la quimera de esta propuesta, el sueño del trabajo continuo, el propósito de mejores trabajadores y modernas empresas constructoras, pero ¿no es justo perseguir un ideal, quizás inalcanzable, pero siempre justo y superior y morir en el intento?. La propuesta ha sido factible, más y más, poco a poco y es realista.

Nunca me hubiese sentido satisfecho de realizar una propuesta solamente práctica y cien por ciento realizable. Debía llevar en sí una buena dosis de quimera, de



sueño, de ideal que me caracteriza.

No me corresponde obtener las conclusiones sobre los objetivos iniciales, pues este trabajo no está terminado, es sólo la semilla en un camino encontrado entre miles.

Terminaré tomando las palabras de especialistas en la teoría del conocimiento, que en relación con nuestra disciplina mencionan: ... "La utilidad práctica del diseño no depende de su capacidad de predecir el futuro, de descubrir leyes causales respecto a las persistencias y al cambio, es decir, principios generales en virtud de los cuales, de datos suficientes sobre ciertas regiones de espacio tiempo, es posible inferir algo sobre otras determinadas regiones de espacios temporales...."

.... "Las probabilidades son, en realidad, la materia prima del universo arquitectónico...."

## 7.5 SOBRE LAS INCIDENCIAS DEL TRATADO DE LIBRE COMERCIO.

Ante la perspectiva de la terminación del siglo XX y el segundo milenio, un nuevo marco jurídico económico abarca las actividades industriales, comerciales y de servicio en los países de América del Norte. Esto significa que se -- abren nuevas perspectivas en los sectores agropecuario y - profesional, mismas que sin ser necesariamente positivas, nos obligan a un replanteamiento en nuestra forma tradicio<sub>nal</sub> de hacer las cosas.

El tratado de libre comercio pretende fomentar el intercambio de tecnologías y para México en particular, el desarrollo de la innovación tecnológica. Es por ello que en el panorama a corto y mediano plazo estamos obligados a mejorar el ejercicio profesional, aumentando la eficiencia y productividad de todas las etapas de planeación, diseño, costeo, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento de los proyectos llevados a cabo en la construcción masiva.

Es aquí donde cabe preguntarnos: ¿qué tan aplicables pueden ser las tecnologías importadas? y ¿qué perspectiva tenemos para exportar nuestra experiencia del tercer mundo?. De las respuestas a estos planteamientos dependerá en buena medida el trabajo profesional para las empresas constructoras, al inicio del tercer milenio.



Considero que en la primera etapa de aplicación del tratado, los profesionales de la construcción sufrirán la tentación de ceder en la defensa de los intereses y tradiciones nacionales, adoptando las tecnologías importadas, sin embargo, es bien claro que por razones de carácter socioeconómico fundamentales, de tradición y formas de vida y de falta de capacidad de ahorro, un número importante (una de cada dos viviendas) seguirá realizándose en nuestros países en desarrollo, sin el contacto mínimo e indispensable con la nueva tecnología, en los procedimientos constructivos modernizados y la adopción de nuevos materiales. Los procesos que hoy conocemos como de autogestión, seguirán prevaleciendo al menos por una generación más.

Indudablemente el reclamo social para los profesionales del ramo es relativo a la eficiencia, calidad y adecuación de los procesos tradicionales. Ese es el gran desafío que reclama nuestra presencia: debemos racionalizar, evolucionar y mecanizar los procesos tradicionales, mediante importantes programas de capacitación y concientización del sector social para el uso racional de los recursos disponibles. A corto plazo estaremos exportando nuestras experiencias al resto del tercer mundo. Ese es el desafío que reclama la acción inmediata de los profesionales especializados tanto en la iniciativa privada como en el sector gubernamental. La responsabilidad está a la medida de nuestra capacidad de desarrollo.

## 7.6 HACIA UNA FABRICA MOVIL.

La metodología a seguir y las propuestas contenidas en este documento, mismas que hemos tenido la fortuna de comprobar en la realización de diferentes obras, es sólo el principio de una investigación posterior que pretende encontrar los detalles e informaciones técnicas, que me conduzcan a la propuesta de una fábrica móvil - integral.

Dentro de mi experiencia profesional, la aportación tecnológica más avanzada la encontré en la oficina de vivienda de Londres, en donde un grupo de ocho trabajadores especializados, con la ayuda de una pequeña grúa autmontante, realizan la fabricación, montaje y terminación de cuatro núcleos de 24 departamentos cada uno, en cuatro niveles, en diez meses de trabajo. El sistema era vigente en 1970.

Esta realidad sólo puede concebirse con un equipo de alta especialidad en la coordinación de la obra y con diseños urbano y arquitectónicos, que conocen perfectamente los procedimientos de fabricación que se seguirán en la obra y sobre todo, con continuidad en la producción, garantizada con contratos permanentes.

Diversas realidades de carácter profesional, técnico,





laboral y de organización, conforman los estigmas de la industria de la construcción masiva y el objetivo de lograr una fábrica móvil, factible en la investigación y en la realidad, requerirá para su conformación total, de una continuidad en la demanda de trabajo profesional, factor que hasta la fecha no ha podido garantizar la existencia de empresas constructoras con trabajadores de planta y mercado constante de construcción

Sin embargo es deseable que se conozcan y establezcan los principios bajo los cuales este milagro puede suceder, por lo que en etapas posteriores a esta investigación, daremos a conocer los resultados de nuestras experiencias de campo, de la conformación de las cuadrillas tipo, del establecimiento de trabajos repetitivos para dichas cuadrillas y los consiguientes beneficios de carácter salarial y de capacitación para los trabajadores de la mejoría en calidad del ahorro en tiempos y minimización de gastos financieros para las empresas constructoras.

Esta aventura de la investigación aplicada, se denomina "Hacia una Fábrica Móvil" en la producción masiva, en la que trabajo hace tiempo, con una profunda fé en que el sistema es y será aplicable en la realidad constructora del México del Siglo XXI.

8. BIBLIOGRAFIA.

- BENEVOLO Leonardo - Historia de la Arquitectura Moderna - Gustavo Gilli, 1982.
- CASSON Lionel, Krieger Leonard - Egipto Antiguo - Time Life Int. (Nederland 1973.)
- FINLEY M.I. - El Legado de Grecia - Edit. Grupo Grijalbo, 1983.
- KONCZ Tihamér Dr. Ing. - Manual de la Construcción Prefabricada. - Tomo I, II y III - Editorial Blume, Barcelona 1968.
- LOPEZ EIRE Antonio - La Cultura Helénica - Edit. La Muralla, 1982.
- MARGARIT J. y Buxadé C. - Introducción a una teoría del conocimiento de la Arquitectura y del Diseño - Editorial Blume, 1969.
- ROBERTSON Martin - El arte griego - Ediciones Paidós, 1984.
- RUIZ Lhuillier Alberto - La civilización de los antiguos mayas - Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1980.
- SOUSTELLE Jacques - Los Mayas - Fondo de Cultura Económica, 1988.
- SUAREZ Salazar Carlos - Costo y tiempo en edificación. 3a. edición - Limusa, 1977.
- WORRINGER Wilhelm - El Arte Egipcio - Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires, 1965.
- ZANOT Mario, Ebla, un reino olvidado, Edit. Javier Vergara, Buenos Aires 1981.
- ZAPATA Alonzo Gualberto, Gufa PUUC - INAH, 1985
- SANCHEZ González Alvaro, Dr. -
- ALEXANDER Christopher, Hirshen, Ishikawa, Coffin, Angel. - Houses Generated By Patterns, Center for environmental structure - Berkeley, Calif, 1969.
- COTTRELL Leonard - The Lost Pharaohs - The Universal Library, New York, 1963.

- DESROCHES Noblecourt Christiane, Tutankhamen - Editorial Doubleday + Co. Inc. New York, 1965
- DOXIADIS Constantinos A. Ekistics - Hutchinson of London, 1966.
- ENVIRO-Management research, Inc. Total energy management - National Electrical contractors Associations - Washington D.C. USA, 1979.
- GHOVAMI, K. - Low-Cost and energy saving construction Materials. Vol. I y II - Exped-Expressao e Cultura, Rio de Janeiro, 1986.
- HAMILTON Edith - The Greek Way - Edit. A. Mentor Book, 1930
- PEÑA William, (CRS) Problem Seeking, CBI Publishing Company Inc. 1977.
- STIERLIN Henri - Ancient Mexican, Edit. 1968.
- WENDT Herbert - It began in Babel - Editorial Delta Book, New York, 1964.
- DARMAGNAC André, Desbryvères, Mottez. - Créer un centre villes Evry - CEP Editions Moniteur, 1980.
- MOATTI Claude - A la recherche de la Rome antique - Edit. Decouertes Gallimard, Paris, 1989.
- RIBOUD Jacques - La ville heureuse - CEPT Editions Moniteur, 1981.
- ABADI Isaac, y Goldberg Mariano Arquitectos. - La Coordinación Modular y Dimensional en Venezuela. Banco Obrero, 1973.
- CEVALLOS Osorio Jaime - Los recursos humanos en la rama de la construcción - Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM 1969.
- COORDINACION de Actualización, Facultad de Arquitectura, UNAM - Financiamiento para la vivienda - Nuevas Reglamentaciones - Diferentes conferencistas en el curso DEPA/FA/UNAM, Septiembre, 1984.
- DIVISION de Estudios Superiores, Escuela Nacional de Arquitectura, UNAM. - Aspectos Jurídicos del Desarrollo Urbano, diferentes conferencistas al curso, DES/ENA/UNAM y División de Posgrado, Facultad de Derecho, UNAM. Septiembre, 1976.
- COORDINACION, Investigación Científica PUE/UNAM. - Tecnologías Energéticas del Futuro. - Programa Universitario de Energía, 1983.

- GONZALEZ Baudillo y Pulido Francisco, Arquitectos. - Sistema de Construcción Normalizada Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, 1973.
- I.N.E.G.I. - XI Censo General de Población, 1990. INEGI 1991.
- INFONAVIT. - Catálogo de elementos y componentes modulares. - Subdirección Técnica. Programa de investigación técnica, 1988.
- INFONAVIT. - Manual para el diseño bioclimático y ecotécnica en conjuntos habitacionales. - Subdirección Técnica, Departamento de Diseño e Investigación, 1989.
- NACIONAL FINANCIERA. II Simposio sobre costos de Urbanización en México. Conferencias. Jurica, Querétaro, Junio 1974.
- SECRETARIA de Industria y Comercio, Dirección General de Estadística  
IX y X Censos Generales de Población y Vivienda, 1970 y 1980.
- FRANCO I. Ernesto. - Industrialización de la mano de obra en Centros Penitenciarios - Tesis profesional - Facultad de Ingeniería, UNAM, 1975.
- MURILLO Silva José María. - El Sistema Mexicano de Financiamiento a la vivienda popular. Tesis profesional-Facultad de Derecho, UNAM, 1976.
- CAMARENA Castro Porfirio, Sámano Ibañez Rafael - Aplicación de racionalización para el caso de la construcción de casas para obreros de la industria azucarera en la R.M. - Primer Simposium Latinoamericano sobre racionalización de la construcción. - Caracas, Venezuela, 1973.
- VILLAGRAN, Garcia José. - El problema mayor de la Arquitectura Actual. - Conferencia en el Congreso Nacional de Arquitectura - Acapulco, Mayo 1971.
- SAMANO Ibañez Rafael .- Financiamiento para la Vivienda. - División de Estudios de Posgrado UNAM - Recopilación y apuntes a los diferentes cursos:  
Alfredo Araujo Moreno, DEPA/UNAM 1986, Arq. Wayne Smith Hadley, DEPA/UNAM, 1988, Ing. Jorge Figueroa DEPA/UNAM, 1989-1990, Ma. del Rocio Urban, DEPA/UNAM, 1990.

- SAMANO Ibáñez Rafael - Conjuntos Habitacionales - visitas guiadas en diferentes ciudades de la república mexicana. Relatorias. Octavio Medina Chávez, DES/FA/UNAM, 1991.
- SAMANO Ibáñez Rafael - Políticas Financieras de la Vivienda en América Latina - relatorias al curso - Doris Tarchopoulos S. Colombia, 1990. - Yovance Gilles Félix, Haití, 1991. - Jorge Francisco Figueroa Arriaza, Guatemala, Fernando Gómez León, Ecuador. DEPA/FA/UNAM.
- SAMANO Ibáñez Rafael - Programa Nacional de Solidaridad - Trabajo de Investigación al curso de financiamiento para la vivienda, Ma. del Rocío Urban, DEPA/FA/UNAM 1990.
- SAMANO Ibáñez Rafael - Apuntes al curso de Actualización sobre desarrollo urbano y vivienda para la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Agosto 1988.
- SAMANO Ibáñez Rafael - Relatoria al curso de investigación de campo en Aguascalientes - Márquez Macías Fernando, Santa Olalla Sánchez J. UNAM/1990.