

# Candado Circular y Módulos Estructurados



Tesis Profesional que para  
obtener el título de

**LICENCIADO EN  
DISEÑO INDUSTRIAL**

presenta:

Federico Cárdenas Flores



diseño  
industrial  
unam  
1985



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.

LA ESPERANZA ES EL SUEÑO DEL HOMBRE DESPIERTO

ARISTOTELES

Indice

## T I T U L O .

AGRADECIMIENTOS.	pag. 1
1.- I N D I C E .	pag. 3
2.- P R O L O G O .	pag. 6
3.- I N T R O D U C C I O N .	pag. 8
4.- A N T E C E D E N T E S .	pag. 12
5.- C O N C E P T O S B A S I C O S .	pag. 17
5.1 Clasificación de estructuras.	pag. 24
5.2 Tolerancias.	pag. 22
5.3 Juntas y Conexiones.	pag. 26
5.4 Montaje.	pag. 29
5.5 Construcción Ligera.	pag. 30
5.6 Coordinación Modular.	pag. 34

6.-	A N A L I S I S .	pag. 39
	6.1 Observaciones.	
7.-	D I S E Ñ O .	pag. 43
	7.1 Requerimientos.	pag. 45
	7.2 Candado Circular.	pag. 48
	7.3 Módulos Estructurados.	pag. 55
	7.4 P l a n o s .	pag. 59
	7.5 Especificaciones y Procesos.	pag. 119
	7.6 Memoria de Cálculo.	pag. 129
	7.7 Ventajas.	pag. 149
	7.8 Costos.	pag. 142
	7.9 Patente.	pag. 152
8.-	CONCLUSION.	pag. 158
9.-	BIBLIOGRAFIA.	pag. 160

" LA IMAGINACION GOBIERNA EL GENERO HUMANO.

NAPOLEON BONAPARTE

Prologo

El Diseñador Industrial debe participar en la vida profesional con un sentido práctico de la realidad, siendo capaz de apoyar sustancialmente a todos los sectores de la sociedad, atendiendo problemas y detectando necesidades, involucrándose en acciones con resultados apreciables, significativos; no en la solución de necesidades ficticias, consumistas y caprichosas, sino en soluciones que representen un beneficio sustancial al desarrollo del país.

CRITICO POR CREAR, NO POR ENCONTRAR ERRORES

MIGUEL ANGEL

# Introducción

Vivimos en una época en la cual la humanidad tiene cada vez más conciencia de la posibilidad de fabricar y producir su ambiente, y no sólo la posibilidad de crearlo, sino también de destruirlo.

El hombre no sólo se adapta pasivamente al ambiente como una masa al molde, sino que interviene activamente reorganizando y modificando, creando y destruyendo. No puede, simplemente, aceptar o conformarse con el mundo de los objetos que lo rodean, sino que debe formar parte del suyo. Es decir, transformar los objetos de este mundo, con lo cual se realiza en los mismos y a través de ellos.

Un caso de autorrealización colectiva de la sociedad la presentan entre otros, los Arquitectos y los Diseñadores Industriales, pues intervienen en el ambiente, afectando definitivamente el mundo circundante.

Estos dos campos de Diseño caen en la categoría histórica y antropológica de proyectarse en la creación de estructuras físicas, tangibles y perceptibles que rodean al hombre.

La prefabricación sustituye y reduce grandemente la participación a pie de obra como una nueva modalidad en el campo de la construcción.

En este campo no hay todavía resultados definitivos, ni modelos generales con lo que se subraya la importancia de su experimentación. Además con to

das las orientaciones técnicas de la construcción tradicional, incluidos los detalles de acabados en las obras y los procesos de las mismas.

Sabemos que dentro de las ventajas indudables que tiene el uso de materiales prefabricados estan:

Una mayor economía en moldes, matrices, rendimiento de herramientas y equipos de montaje y construcción, el ahorro de mano de obra por unidad o tiempo de realización en comparación con los sistemas tradicionales.

Tanto Arquitecto como el Diseñador Industrial, deben responder siempre al reto de las limitantes que les presenta la técnica y los materiales de construcción que tienen a su alcance, y más aún, con todas las diversidades que les caracterizan; es decir, las del clima, los materiales regionales, las necesidades sociales, la de los contrastes económicos e, incluso las de las distintas limitaciones y carencias. A todas ellas debe responderse con una explosión de soluciones que demuestren que se puede aplicar la suma de conocimientos que la humanidad ha venido heredando, para lograr nuevas formas de expresión utilizando la inata creatividad sin límite que posee el hombre.

Fundamentalmente, este proyecto parte de la detección de desventajas en diversos sistemas constructivos, ya que son muchos los factores que intervienen en la solución de necesidades constructivas. Una de ellas, es la de poder contar con una construcción que sea fácil de armar y que sea recuperable en un 100% en el menor tiempo posible; en el mercado americano hay solucio-

nes que van desde casas rodantes, casas modulares y casas prefabricadas, hasta casas móviles o remolques-habitación (conocidas como "trailers"), "motor-homes" etc. Sus desventajas por otro lado, van, desde restricciones para circular en la vía pública, hasta dificultades para estacionarse, o bien la utilización de camiones y gruas; costos elevados, mano de obra especializada, falta de versatilidad, etc. De este modo, el presente trabajo se convierte en una alternativa a los sistemas ya existentes.

Para la presentación de este trabajo, veremos una breve retrospectiva en lo -- que a la prefabricación se refiere, analizando también algunos conceptos básicos para comprender el problema en su totalidad, y así pasar a la propuesta -- concreta que aquí se presenta, esperando que ésta sea una aportación apreciable a las necesidades del país.

EL PRUDENTE SACA PROVECHO DE LOS ERRORES AJENOS

SETANTI .

**Antecedentes**

## ANTECEDENTES.

Aunque la prefabricación y la industrialización constituyen el tema central de la actualidad arquitectónica, en realidad sus antecedentes son - remotos y los encontramos en diversas épocas de la historia de la construcción.

Aún hoy es difícil (conceptuándola históricamente) desligar con precisión lo que se entiende por construcción tradicional o convencional y -- construcción industrializada o prefabricación.

Hurgando un poco en el pasado podemos, sin embargo, señalar algunos de - los hechos más importantes en este campo.

Las culturas prehispánicas de Mesoamérica tuvieron diversas experiencias relacionadas con la prefabricación. Como los Toltecas, con sus Atlantes (Tula) y pilares del templo de Tlahuizcalpantecuhtli llegaron a una solución de prefabricación en piedra, formada de diversas partes que se ensamblan conforme al principio de "caja y espiga".

Los elementos decorativos de las fachadas de algunos templos Mayas, concebidos en base a principios de repetitividad y producción masiva, constituyen otra remota aportación. Los arquitectos prehispánicos empleaban maquetas de piedra como medios auxiliares de representación, las cuales estaban constituidas por piezas prefabricadas que se ensamblan perfectamente entre sí (frisos de Mitla).

En Europa, ya para el año 1516, aquel genio del renacimiento italiano, Leonardo da Vinci, había diseñado una ciudad ideal sobre el río Loire, construída por casas tipo prefabricadas y desmontables, en las cuales sólo la cimentación era realizada en el sitio de obra.

El autor norteamericano Burham Kelly, en su libro "The prefabrication of houses" 1951, menciona que desde 1727 se tienen noticias de dos casas hechas en Nueva Orleans, que fueron llevadas a las Antillas y rearmadas allá.

Dex Harrison, Arquitecto Inglés, autor de "A survey of prefabrication of houses", habla de una casa en fierro fundido hecha en 1834.

En 1851 Sir Joseph Paxton realizó el Criystal Palace (Palacio de Cristal), para la exposición universal de Londres, a base de elementos prefabricados en metal y vidrio y cordinados modularmente. (70,000 m<sup>2</sup>). El palacio fué desmontado en 1854 y rearmado en Sydenham y consumido finalmente por un incendio en 1936.

A partir de éste momento aparecen en rápida sucesión numerosas estructuras como puentes, almacenes, auditorios y estaciones a base de elementos prefabricados soportantes.

A fines del siglo XIX la técnica de ensamble de ladrillo se emplea en Gran Bretaña. Desde 1860 ya se prefabricaba en Alemania en escala considerable.

El genial inventor Tomás Alva Edison, crea en 1905 un sistema de prefabricación de concreto "in situ", empleando para ello cimbra metálica, e inventa en 1907, una casa colgante de acero.

Para 1915 se realizan los primeros precolados en forma industrial.

En 1920 y 1925 la escuela de Chicago realiza estructuras de rascacielos en los que los espacios están compartimentalizados y modulados.

En 1924 las ideas y realización de Walter Gropius y la Bauhaus constituyeron otra importante aportación.

En 1928 R. Buckminster Fuller, con su casa Dymaxion I buscaba el límite último de la arquitectura: el máximo espacio con la mínima cubierta.

Para 1946 Fuller había diseñado y construido su Dymaxion II, Las posteriores aportaciones de Fuller en el campo de las geodésicas son de sobra conocidas y su influencia y difusión también.

Muchos de los grandes arquitectos y diseñadores de la primera mitad del siglo XX, han hecho valiosas contribuciones individuales, por mencionar algunos como: Ludwig Mies Van der Rohe, Richard Neutra, Le Corbusier, Marcel Breuer, Skidmore, Owings, Merrill, etc.

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

Al menos mencionaremos los nombres de aquellos que han hecho las más significativas y recientes aportaciones, ya que son muy diversas tanto en el campo teórico como en el práctico, y que constituyen la vanguardia de la actual arquitectura, entre otros apuntaremos los siguientes: Yona Friedman, - Paul Maymont, Walter Jonas, los metabolistas del Japón, el grupo Archigram de Londres, Team 10, Moshe Safdie, Christopher Alexander, Kenzo Tange, John Johansen, Paul Rudolph, Louis Kahn, Ralph Knowles, Frei Otto, etc.

En México, entre otros: Augusto Alvarez, Agustín Hernández, Manuel González Rul, Julio Villegas, P. Ramírez Vázquez, Abraham Zabludowski, etc.

CUANDO HACES UNA COSA, UNA COSA QUE ES NUEVA CREARLA RESULTA TAN COMPLICADO QUE FORZOSAMENTE ES FEA. PERO QUIENES LA IMITAN NO TIENEN QUE PREOCUPARSE - POR CREARLA. Y LA PUEDEN HACER BONITA Y ASI PUEDE GUSTAR A TODOS, CUANDO -- LOS OTROS LA HAN HECHO IMITANDOTE.

P. PICASSO

# Conceptos Básicos

## CONCEPTOS BASICOS.

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

LA PREFABRICACION: Se refiere a la transferencia en diversas proporciones y niveles, de las operaciones de fabricación de componentes que integran un edificio, del sitio de la obra a las fábricas ó talleres. Dichas operaciones pueden ser absolutamente independientes del sitio de la obra o asociadas a ésta (prefabricación o pie de obra). Las únicas operaciones que no se realizan en el taller son pues, la transportación de los -- componentes al sitio de la obra y el montaje de éstos en la misma. La -- prefabricación es la fabricación de componentes de la construcción. antes de que éstos llequen al sitio de la obra. Esta fabricación puede --- poseer diversos grados de sofisticación, desde un nivel que podríamos llamar tradicional o artesanal, hasta uno totalmente tecnificado y por ende - industrializado.

Otra manera de clasificación de sistemas de prefabricación, se hace en base al peso de los elementos que los construyen, como a la necesidad de maquinaria para su montaje.

LA INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION : En cambio, es el empleo en forma racional y mecanizada de materiales, medios de transporte y técnicas de

la construcción con el fin de obtener una mayor productividad. La industrialización tiende a reducir el número de "horas-hombre" empleadas en la obra, mediante un alto grado de mecanización. Generalmente abarca la normalización y tipificación en la coordinación modular y la prefabricación de los componentes utilizados, así como procedimientos especiales de administración, organización y programación.

Los mejores resultados se obtienen a través de un equipo interdisciplinario de proyectistas, ingenieros, fabricantes y contratistas.

La expresión System Building, la cual podríamos traducir por "Construcción Sistematizada" (llamada ocasionalmente, Sistemática), está basada, como su nombre lo indica, en el concepto sistema, que se entiende como -- una totalidad funcional u operante, formada por partes que pueden ser diversas, pero siempre integradas y sujetas a un plan común, o sirviendo a un mismo propósito. Este podría definirse, como un conjunto de partes -- constructivas que han sido concebidas y fabricadas para ser ensambladas -- sin requerimiento de ajuste o desperdicio.

Este sistema está constituido a su vez por subsistemas, Un subsistema espues, una serie de partes identificadas, completas, diseñadas, físicamente integradas, coordinadas dimensionalmente e instaladas, las cuales funcionan como una unidad dentro del límite de funcionamiento y trabajo a un

rendimiento prescrito.

Básicamente la construcción sistematizada consiste en el planteamiento -- del proceso de la edificación, concentrándose en el problema de como orga nizar éste proceso y obtener un nivel óptimo de productividad. Es la --- aplicación de procedimientos integrados de control de calidad, cantidad, - costo y tiempo de proceso entero de la construcción.

La construcción sistematizada implica la identificación y descomposición-- de las partes básicas de un edificio, seguida por una síntesis o recons-- trucción de partes en varias soluciones que satisfagan los requerimientos planteados por los usuarios. La industrialización, es el medio o herra-- mienta más eficaz que emplea la construcción sistematizada para alcanzar-- sus fines.

Al hablar de la industrialización de la construcción, podemos distinguir-- entre dos conceptos:

**EL SISTEMA CERRADO Y EL SISTEMA ABIERTO.**

**EL SISTEMA CERRADO:** Es aquél que utiliza componentes fabricados en serie, no previstos para la posibilidad de intercambiarlos con otros de proceden-- cia ajena al propio sistema y que exigen una coordinación estricta en las-- faces de proyecto, fabricación, transporte y montaje. También puede enten

derse como una selección específica y unívoca de componentes y subsistemas, hecha a partir de la gama total que constituye un sistema abierto.

EL SISTEMA ABIERTO: Es aquél que utiliza componentes fabricados en serie de distinta procedencia, que se presentan al montaje según combinaciones muy variables y por consiguiente, intercambiables en alto grado.

19.- Prefabricación ligera, es aquella que cuenta con elementos hasta de 500 kilos de peso, independientemente de su volumen.

20.- Prefabricación media, es la que requiere maquinaria para manejar elementos cuyo peso está entre los 500 y los 1000 kilos.

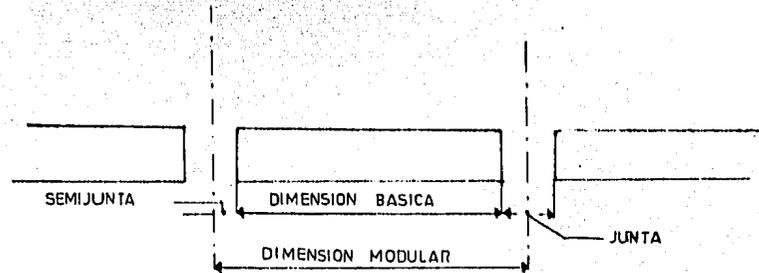
32.- Prefabricación pesada, es la que requiere maquinaria para manejar elementos cuyo peso sobrepasa a los 1000 kilos.

## T O L E R A N C I A S .

Las dimensiones generales de coordinación indican auéllas que determinan la unión de un componente constructivo con las restantes. Como regla, las dimensiones principales, longitud, anchura, altura, estarán determinadas por dichas dimensiones de coordinación.

Cuando los elementos están unidos obtenemos las juntas, cuyo tamaño y tipo dependerán de los materiales y del método de construcción que se utilice y que además afectan a las dimensiones teóricas del componente ó la dimensión modular básica.

Cada elemento, incluyendo la junta, ocupa cierta proporción de la longitud de la fila. A esta proporción se le llama dimensión de coordinación del elemento y tiene que ser divisible entre  $M/\text{MODULO}$



Dimensión básica + junta = dimensión de coordinación divisible entre  $M$ .

### TOLERANCIA DE FABRICACION

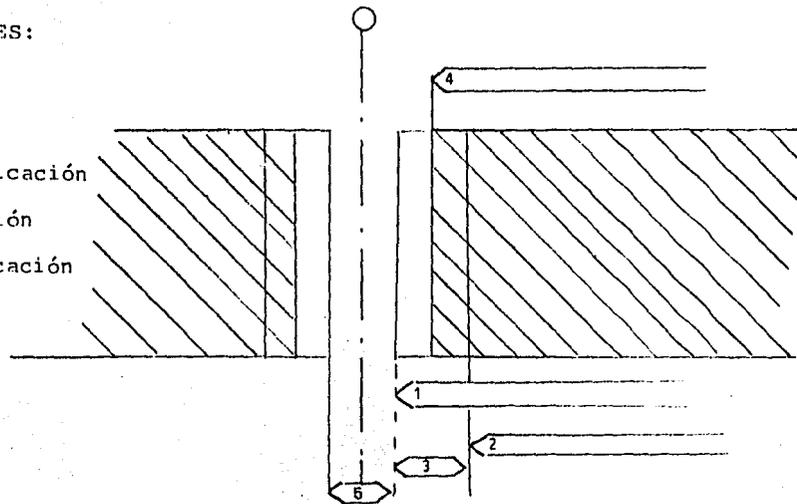
Es el máximo error dimensional admisible en más o menos, que se puede permitir en la producción del elemento.

### LA TOLERANCIA DE COLOCACION

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

### TOLERANCIAS DIMENSIONALES:

1. Medida máxima
2. Medida Mínima
3. Tolerancia de fabricación
4. Medida de fabricación
5. Tolerancia de colocación



### CLASIFICACION DE ESTRUCTURAS :

En muchos casos, los edificios construídos hasta ahora como prefabricados, sólo lo son en parte.

Por motivos económicos y de racionalización han sido adoptadas algunas novedades de la prefabricación, pero por otro lado se han seguido manteniendo por tradición viejas modalidades constructivas. Así se ven por todas partes combinaciones más o menos felices de esos dos elementos, en tanto que faltan ejemplos de una prefabricación consecuente y total.

La prefabricación exige, además, de la tipificación y normalización con patrones o estandares, garantizar una completa adaptación de los métodos de fabricación previa. Esto no significa ni la necesidad de la uniformidad de todas las construcciones de igual aplicación, ni la unificación de diversos tipos de edificios. La posibilidad de una diferenciación tanto horizontal como vertical queda siempre asegurada. Es misión del Diseñador y Proyectista tomar como base una determinada construcción y estilo a decudo a la obra a él encargada.

Han sido desarrollados muchos métodos de prefabricación que se diferencian entre sí según los materiales y según las características constructivas.

Fundamentalmente hay cuatro métodos diferentes para construir con piezas prefabricadas.

- 1) Construcción de entramado de madera, así como la construcción de armazón o esqueleto de acero o de concreto armado, rellenos con materiales integrados o de elementos suspendidos.
- 2) Construcción ligera, con elementos en forma de bastidores y de tableros o paneles que se conocen con la denominación de construcción sandwich.
- 3) La construcción con grandes placas de concreto, que es la forma de --- construcción prefabricada maciza.
- 4) La construcción de elementos de volumen, que es una construcción prefabricada en última instancia, con elementos prefabricados geométricos - de locales enteros y grupos de locales que con sencillos enlaces pueden agruparse al ponerlos en obra.

JUNTAS Y CONEXIONES :

Distinguamos primero los términos junta y conexión:

**JUNTA:** Entendemos el espacio físico que existe entre dos elementos montados de manera adyacente o contigua, independientemente de que dicho espacio esté ocupado por un material o no.

**CONEXION:** Es el mecanismo físico (que ocupa el espacio de la junta) mediante el cual se unen, en el proceso de montaje en obra, dos elementos adyacentes o contiguos.

Según su manera de funcionar las conexiones pueden ser de los siguientes tipos:

- a) **CONEXION POR GRAVEDAD:** un elemento simplemente se apoya sobre otro, existiendo frecuentemente de por medio un material amortiguante, (neopreno, caucho, etc.) Se utiliza en caso de usar elementos pesados, generalmente concreto armado.
- b) **CONEXION HUMEDA:** es una conexión realizada a base de colado de concreto o mortero en situ. Se dejan varillas de refuerzo sobresalientes dentro del espacio de la junta, que quedarán embutidas dentro del colado posterior.
- c) **CONEXION SOLDADA:** Se integran anclajes metálicos que, al yuxtaponer los elementos, se sueldan en obra.

- d) CONEXION APERNADA: Se lleva a cabo con pernos o tornillos y tuercas, que se colocan en obra, lo cual requiere anclajes ranurados o reforzados.
- e) CONEXION POSTENSADA: Se emplean elementos prefabricados de concreto, dejando preparaciones previas a las piezas que irán yuxtapuestas y proceder al tensado de los cables de acero.
- f) CONEXIONES MIXTAS: Usualmente se trata de soluciones que combinan una conexión húmeda con otra apernada, soldada o postensada; hay numerosas variantes.
- g) CONEXION CAJA ESPIGA: Consiste en un machimbrado el cual funciona por gravedad y en el que se ha controlado el movimiento lateral, No requiere colado en obra, ni pernos, ni soldadura.
- h) CONEXION A BASE DE "CLIPS": Consiste en emplear "clips" o pasadores metálicos o de plástico que se enqanchan en obra, conforme a diversos procedimientos.

Generalmente en el análisis estructural de las conexiones se tiene la incertidumbre de su comportamiento real, ya que además de los esfuerzos que se transmiten de una pieza a otra, existen otros esfuerzos locales producidos por cambios volumétricos debidos a temperatura o al flujo plástico que en ocasiones alcanzan efectos notorios y difíciles de precisar. Es por eso, que se acostumbra diseñar las conexiones con un factor de carga adicional al diseño de los elementos estructurales.

Aunque varía mucho, normalmente los factores de carga están entre 1.1. y 1.33, en el caso de diseño elástico y en el diseño plástico, entre - 1.5 para cargas accidentales y 3 para cargas verticales.

### MONTAJE :

Al industrializar la construcción se busca realizar la mayor proporción de trabajo en la fábrica o taller, dejando para la obra únicamente las operaciones de montaje y trabajos de acabado, los cuales deber ser mínimos. Es por ello que debe darse especial cuidado a los aspectos de montaje de los elementos, de manera que estas operaciones puedan realizarse fácil y económicamente.

Hay dos factores que condicionan la modalidad de montaje: el peso y el tamaño de los componentes, normalmente en función de ellos se clasifican los diversos métodos de montaje, así como la maquinaria si es el caso que se requiera.

En la construcción ligera los elementos solo requieren la intervención de obreros o del usuario.

En construcciones en las que los elementos exceden los 500 kg., se requieren dispositivos especiales que varían en complejidad, desde la polea y el cable, hasta la utilización de grandes grúas.

### CONSTRUCCION LIGERA :

La obra de construcción tradicional (mampostería, ladrillo), sirve para soportar las cargas, para los aislamientos térmicos y acústicos; sirve también de protección mecánica y efectúa el cierre de los locales.

Los sistemas de construcción ligera exigen en cambio, elementos que emplean materiales diferentes y múltiples para sus numerosas y diversas funciones.- En todos ellos se combina un alto valor funcional, un reducido volumen ocupado, un escaso peso y una pequeña cantidad de material. Se obtienen así elementos constructivos de fácil manejo y que guardando una determinada relación modular, permite cada uno según sus dimensiones una variada disposición constructiva.

Así se han producido elementos que por estar formados por varias capas han sido denominados "construcciones sandwich" y así se les conoce.

Los marcos o bastidores de los elementos ligeros se hacen con madera o con laminados metálicos, también han dado buenos resultados las placas de fibrocemento, metálicas, de vidrio, de cerámica, con forro de madera o con revestimiento plástico.

Como capas aislantes, también sirven la espuma de plástico, la fibra de vidrio, lana mineral. Su superficie interior puede ser de yeso o de aglomerado de viruta, de fibrocemento o de tableros de madera.

Los elementos "sandwich" sirven también en las obras de entramado o de esqueleto, como forjados o rellenos y se emplean así mismo en la construcción de cancelos y fachadas colgadas.

En México todavía no se ha desarrollado de manera decisiva la pre-fabricación e industrialización de la construcción, aunque sí hay empresas nacionales que producen elementos pre-fabricados, pero no dentro de un proceso integral como sistemas totales, para resolver un edificio completo.

Se han hecho intentos aislados de aplicación de la pre-fabricación a la solución del problema de la vivienda popular. Sin embargo éstos intentos no han obtenido resultados económicos interesantes, puesto que las economías que aporta la pre-fabricación sólo son operantes cuando se logra una producción en grandes series.

En lo que se refiere a construcción ligera, entre otros, existen fábricas de módulos y cancelas que ofrecen soluciones similares, por ejemplo: Multi panel, que consiste en un sandwich de lámina pintada con espuma de poliuretano como relleno, con el cual se puede construir casetas y habitaciones - que resultan ser complicadas e indefinidas, faltas de un confort aceptable para considerarse habitables, más bien se hacen casetas de guardado como - bodegas, naves industriales, etc., que no permiten instalación interior, - necesitan refuerzo estructural y su sistema de montaje no es fácil, lo que los sitúa en desventaja con el sistema propuesto. Existe otro fabricante de tableros de yeso que son más económicos pero no resisten la humedad y - fácilmente se rompen, por lo que son utilizados como plafones y muros falsos cubriéndolos con papel tapiz para dar una apariencia más o menos aceptable, teniendo la desventaja de no ser recuperables, ya que al removerlos se tienen que destruir.

También existen fábricas de casas pre-fabricadas en madera que suelen ser bastante caras y nada versátiles, pues sus proposiciones son fijas y se venden como paquete, el cual, al ser costoso, reduce su mercado sólo a las clases de alto poder adquisitivo.

La competencia extranjera cuenta con una gran industria, sobre todo la Americana, la cual fabrica casas pre-fabricadas completamente terminadas y que son trasladadas al lugar definitivo con camiones y pesadas grúas, que complementan la acción de montaje.

Considerando la realidad mexicana, encontramos que el tipo de casas mencionado no existe y, si existiera, los trabajos de transporte y disposición de maquinaria pesada representarían un elevado costo de producción.

TODOS NOSOTROS ESTAMOS EN LA CUNETETA, PERO ALGUNOS MIRAMOS LAS ESTRELLAS

OSCAR WILDE

Coordinación Modular

## COORDINACION MODULAR :

La coordinación modular es una técnica de racionalización, normalización y ordenamiento lógico de medidas que tiende al mutuo acoplamiento de los elementos de la construcción, de tal manera, que hace posible un ajuste directo en obra que no requiere mayor acabado y que, además, permite un empleo repetitivo e intercambiable de los elementos. Esto es con el objeto de -- eliminar desperdicios en los materiales, de ahorrar tiempo en la ejecución de la obra y de obtener la máxima flexibilidad en el diseño arquitectónico.

La Coordinación Modular propicia :

- Un número limitado de tipos.
- Un ensamble aleatorio que no requiere acabados posteriores.
- Una intercambiabilidad de elementos.

Evidentemente, al elemento que ocupa una zona modular se le puede denominar "elemento modular ó modulado". Dentro de un mismo sistema pueden existir simultáneamente elementos modulados y no modulados.

Después de definirse en los planos las zonas modulares, se llega a la operación de combinaciones y ensamble de los elementos sobre los planos, lo - que constituye propiamente dicho el diseño arquitectónico.

Existirán espacios vacíos en torno a las líneas de la retícula que conforman las zonas modulares. Estos espacios normalmente se utilizan para resol

ver el junteo de los elementos, pudiéndose incluir aquí los materiales de aislamiento hermético y dilatación, cierre, etc.

De aquí surge una importante ventaja de la coordinación modular. El hecho de que las medidas modulares sean aditivas, independientemente de las inexactitudes en el dimensionamiento o colocación de los elementos individuales. No existe posibilidad de un error dimensional acumulativo.

La teoría de los acoplamientos y tolerancias, permite la evaluación de los límites intrínsecos a las realizaciones dimensionales de los elementos --- (estática del dimensionado) y de las exigencias de ensamble de los mismos (dinámica del dimensionado).

Las mediciones actuales, establecen por ejemplo: una correspondencia biunívoca entre la serie natural de los números y la serie de magnitudes a través del metro.

Si en particular, esta unidad de medida es una magnitud adaptada específicamente para establecer relaciones entre las dimensiones de los elementos de la edificación, representa al mismo tiempo el denominador común, el factor dimensional y el incremento unitario de las dimensiones.

A esta unidad de medida, que transforma la serie numérica en una serie de dimensiones coordinadas múltiplos enteros de dicha medida, le daremos el -

nombre de módulo base indicándola con la letra "M". Se llamará secuencia normal la serie de los múltiplos enteros de tal magnitud.

La unidad elegida y aceptada internacionalmente mide un decímetro en los países con sistema métrico decimal, y cuatro pulgadas para aquellos que emplean el sistema inglés.

La coordinación de las dimensiones mediante el módulo, tomará el nombre de Coordinación Modular (del Latín "modulus" o pequeña medida).

El módulo es la unidad que controla las dimensiones de los elementos constructivos y de los espacios constituidos a base de dichos elementos. Además, es el incremento dimensional mínimo (y básico a la vez) empleado en el diseño de elementos y espacios. De ahí que el módulo contiene una dualidad conceptual: de unidad de medida y factor numérico. Es decir todas las dimensiones deberán ser múltiplos exactos del módulo, sin ser necesariamente múltiplos unas de otras.

La diferencia de las coordinaciones y las dimensiones y la red modular son debidas, a la introducción del módulo base. Mientras que en la coordinación de las dimensiones, la serie numérica puede usarse con cualquier unidad de medida: centímetro, metro, pulgada, etc., en la coordinación modular existe una sola unidad de medida: el módulo, particularmente estudiado para las medidas de la edificación. La dimensión será única y adaptada específicamen--

te a las dimensiones de estos productos.

Resulta de este modo, que la coordinación modular es el nombre particular dado a la coordinación de las dimensiones de la edificación, cuando éstas se obtienen utilizando el módulo base.

" EN VEZ DE PERMITIRSE QUEDAR PARALIZADO POR LAS PEQUEÑAS DIFICULTADES, HAY QUE PROSEGUIR Y VER QUE IDEAS INTERESANTES, ESTIMULANTES Y UTILES PUEDEN DESARROLLARSE "

WARREN WEAVER

de la **Análisis**  
**demandas**

De acuerdo con un estudio realizado por la Cámara Nacional de Comercio de la Ciudad de México (CANACO), el déficit actual en materia de habitación llega - en la urbe a dos y medio millones de viviendas y requiere para su solución - la construcción de 400 mil a 600 mil casas anuales entre 1982 y 1986. Cifra que se antoja abrumadora, tomando en cuenta que la edificación no rebasa las 150 mil y los organismos dedicados a ella carecen de los recursos necesarios para cubrir la demanda, que va en aumento como producto del explosivo crecimiento demográfico, que por otra parte, registra las presiones de la incon-- trolable inmigración del medio rural hacia el urbano.

De seguir las actuales tendencias de crecimiento, para el año 2000 la ciudad capital de la República se habrá convertido en la mayor del mundo, con una - población estimada en 34 millones de habitantes posibilidad cuyo sólo enun-- ciamiento eriza los cabellos.

Históricamente, el problema aparece como una consecuencia de la política cen-- tralista seguida por los distintos regímenes que han gobernado el país, y cu-- yo resultado es la macrocefalia que se advierte alarmante.

Aunque el área metropolitana de la Ciudad de México representa apenas el --- 0.005% del territorio nacional, según datos de la Secretaría de Programación y Presupuesto y hablando en términos porcentuales, concentra el 25% de la po-- blación nacional; 42% de los empleos; 50% de potencial de producción manufac-- turera; 53% del total de los sueldos y salarios generados en el país; 38% --

Valor Agregado de la Industria; 75% de las escuelas profesionales del país; 47% de los afiliados al IMSS; 58% de los automóviles; 60% de los teléfonos; 49% de la venta de productos de uso duradero; 91% de la producción de artículos farmacéuticos y medicinas; 90% de los aparatos eléctricos; 80% de los productos de oficina y 55% de la inversión pública Federal en bienestar social, entre 1965 y 1978.

Por otra parte, ya en 1960 un habitante capitalino ganaba 4 veces y media más que los pobladores de los estados más pobres de la República, como Tlaxcala o Hidalgo. Para 1980 la brecha en ese renglón había crecido hasta llegar a 8.6 veces, y de seguir la situación actual sin modificaciones, para el año 2000 un capitalino ganará un promedio 37 veces más que lo que recibe un habitante de aquellas entidades estatales.\*

Estos datos, aunados a la marginación que tradicionalmente ha registrado el campo, han determinado el crecimiento demográfico de la Ciudad y han derivado consecuentemente que el problema habitacional se agudice año con año.

De acuerdo con un estudio realizado por la Universidad Autónoma Metropolitana UAM, los asentamientos irregulares ocupaban el 23.48 % de la superficie construida en el D. F. y en ellos vivía el 14.2% de la población, para 1970 esta superficie había aumentado hasta constituir el 41.5% del área urbana. La población ahí asentada se elevó hasta convertirse entre el 35% del total demográfico capitalino.

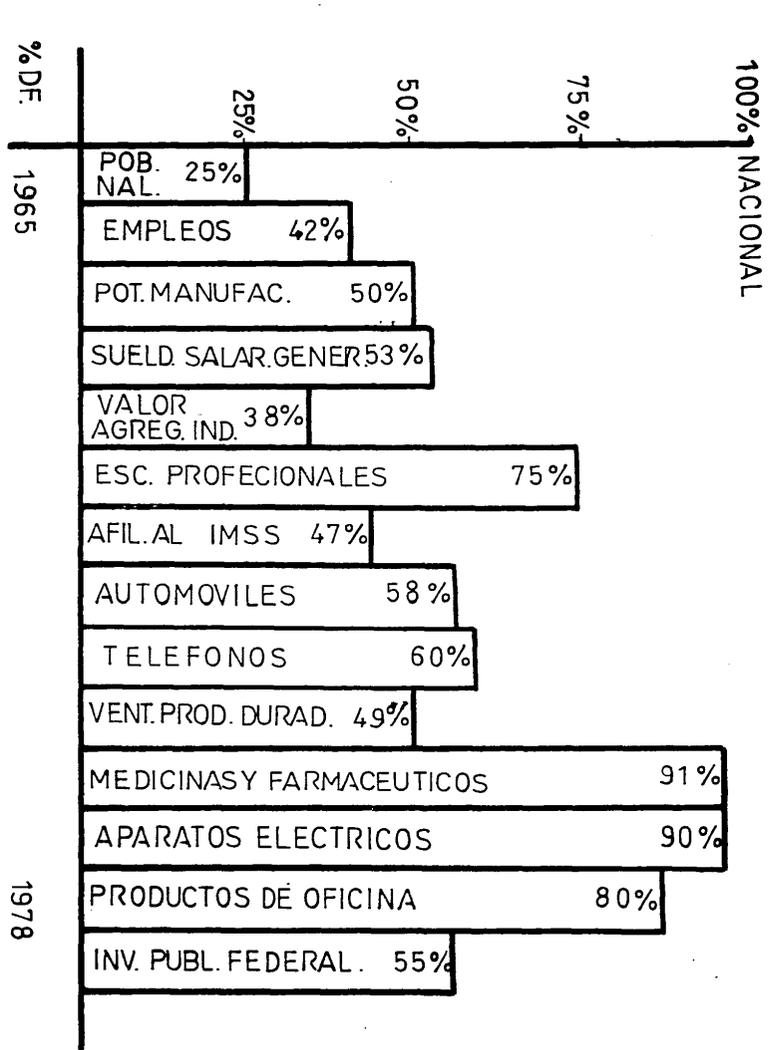
\* Visión, 16-nov. 81

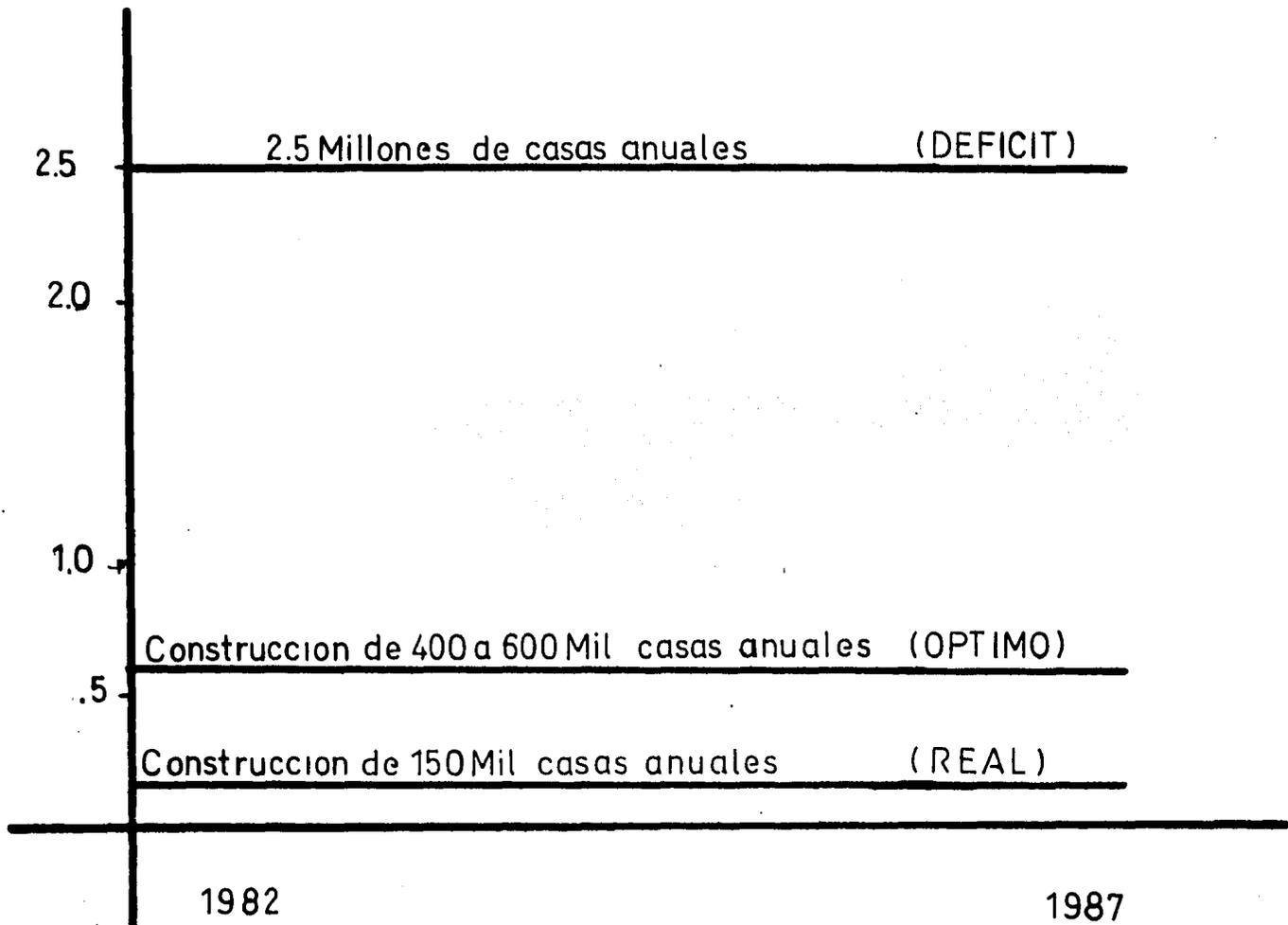
## OBSERVACIONES:

De lo anterior se deduce que el déficit de la vivienda se debe, por el lado de la demanda, a la alta tasa de crecimiento demográfico, la migración, y - la distribución del ingreso, en el cual la mayoría de las familias no es -- tán en condiciones de comprar o alquilar el grueso de la viviendas que se-- construyen dentro del mercado.

Por el lado de la oferta, existe una variedad de elementos que van desde -- diferentes tipos de viviendas en los que se aprecian marcados contrastes, - hasta la restricciones y el encarecimiento del crédito hipotecario, pasando por una inexistente planeación del crecimiento urbano y regulación racional del sueldo. Si a ésto le sumamos el aumento de intereses en los depósitos- de ahorro, lo cual motiva a los capitalinos a no intervenir en el sector -- construcción por su bajo rendimiento anual, el panorama se torna desolador.

Una de las soluciones del actual problema de la vivienda, es forzar el cre- cimiento vertical de la ciudad en zonas que cuentan ya con una amplia infra estructura de servicios; también alentando la autoconstrucción con diversos elementos progresivos que permitan al usuario la máxima libertad de elección para programar el crecimiento de su vivienda acorde a su presupuesto y rit- mo de crecimiento familiar. Otras son el requerimiento del apoyo de orga-- nismos gubernamentales y la revisión de la tarifas de impuestos, procurando una descentralización que canalice el desarrollo y lo conduzcan a un equili- brio más estable.





SALARIOS

37.0

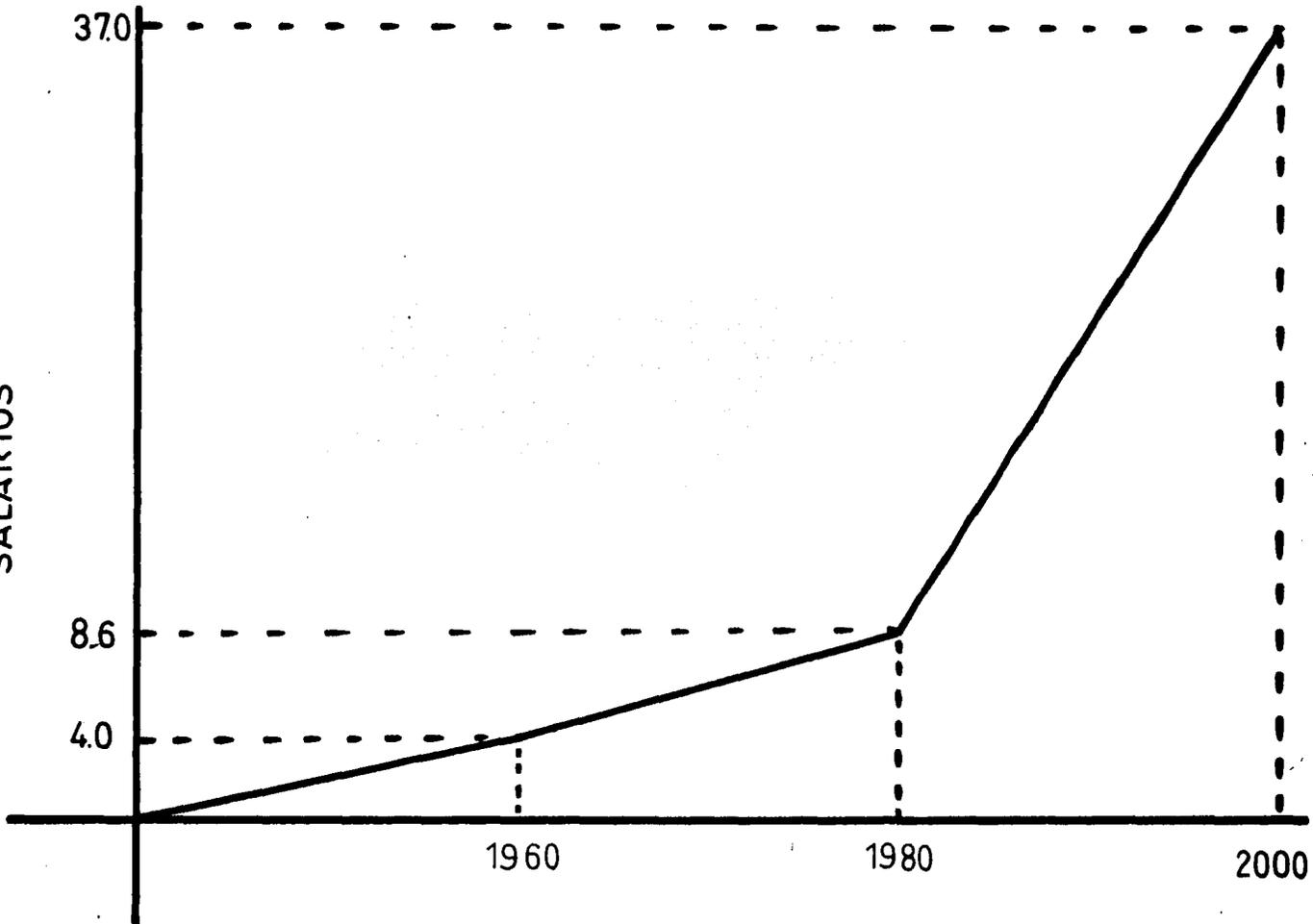
8.6

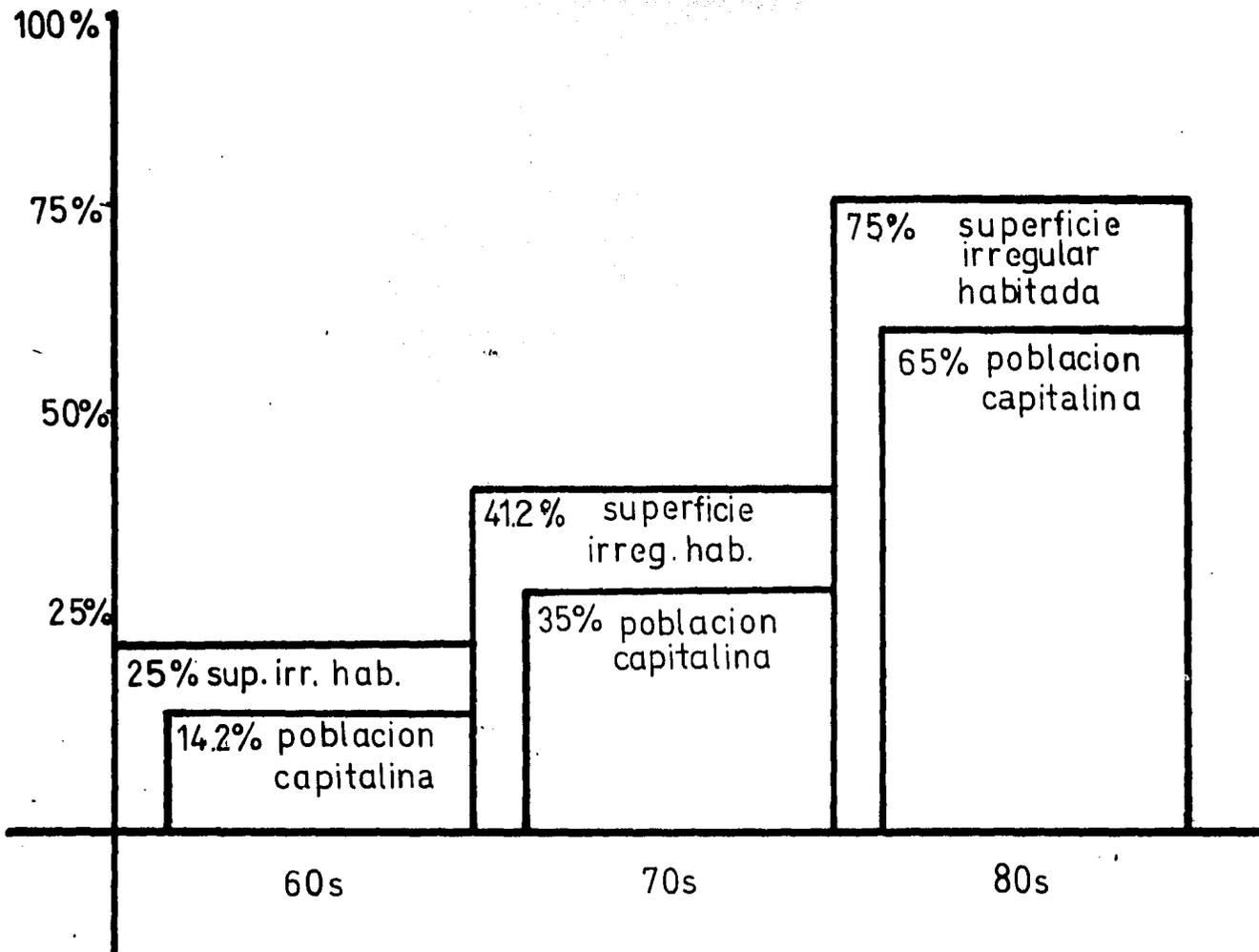
4.0

1960

1980

2000





HAY QUIENES VEN LAS COSAS TAL COMO SON Y SE PREGUNTAN ¿ POR QUE ? YO  
SUEÑO CON COSAS QUE NUNCA EXISTIERON Y ME PREGUNTO ¿ POR QUE NO ?

ROBERT. F. KENNEDY

**Diseño**

De lo ya visto, nos podemos dar cuenta que el problema es complejo y el querer dar una panacea que solucione todas las necesidades a la vez, resultaria muy -  
dificil, pero si se pueden tomar los aspectos mas importantes para asi definir los requerimientos del diseño.

Si analizamos los materiales que se utilizan en la construcción, notaremos que existen gran variedad y que no todos son utilizados adecuadamente, ya que la -  
gran mayoría de las construcciones son de materiales petreos - mamposteria tra  
dicional y que la demanda y escases de estos, eleva sus precios haciendolos ---  
inaccesibles.

Si observamos los problemas de este tipo en otros países vemos que recurren a  
diferentes sistemas de construcción. Entre ellos y hablando de productos acce  
sibles a la mayoría, estan la prefabricación y la construcción ligera, con di  
ferentes materiales, si analizamos mas de cerca estos sistemas vemos vemos que  
tambien tienen sus limitaciones; lo ideal seria tomar sus desventajas tanto tec  
nicas como funcionales y economicas, para asi lograr un diseño que represente  
ventajas apreciables.

Entre las limitantes encontramos casas que no pueden crecer o que no son auto-  
construibles, muy pesadas o muy caras.

Si uno de los objetivos es permitir la autoconstrucción, se debe ofrecer un sistema de union fácil de accionar por el usuario, sin caer en soluciones tipo tornillo - tuerca, que elevan el costo de la construcción y hacen sofisticada la tarea de armado. Es por esto que el titulo de este trabajo se refiere al sistema de union.

Siguiendo en el análisis de los materiales, estos tienen que ser de producción nacional para evitar importaciones.

A estos materiales hay que modularlos de tal modo que no exista desperdicio o que este sea el mínimo.

Definiendo los requisitos arquitectónicos, tenemos que el soporte de la estructura básica de la construcción deba ser de muros que no solo definan, la espacialidad necesaria, sino que simultáneamente tomen y transmitan las cargas -- verticales. Su separación será determinada por el ancho y claro de la cubierta, la cual deberá prescindir de elementos de cimbra, tener una vida suficientemente larga, de bajo costo y el tiempo de producción y construcción, ser tan corto como sea posible; al mismo tiempo los elementos tendrán que ser ligeros y manuales permitiendo al usuario instalarlos por su cuenta.

La construcción tiene que ser sistemáticamente progresiva y permitir la incorporación de la mayor variedad de elementos de relleno que sean seleccionados-

por los usuarios; y por supuesto ser accesible a cualquier presupuesto y muy-fácil de armar.

En pocas palabras, habra que pasar de una construcción, de producción artesanal aislada a una verdadera industria, planteada dentro de un marco real, - que contribuya al desarrollo nacional.

CANDADO CIRCULAR :

En la unión de paneles estructurales para la erección de muros, bardas, bodegas, viviendas, etc., ha sido hasta ahora una práctica común el efectuar las uniones de dichos paneles mediante elementos o herrajes complicados, los cuales, a la vez que son costosos consumen demasiado tiempo en su instalación; - además, de que una vez instalados dichos elementos de unión tienden a oxidarse y por lo tanto se vuelven difíciles de retirar, haciendo de las uniones - temporales, uniones más bien permanentes.

Estos elementos normalmente consisten en una combinación de barrenos, escuadras y tornillos, esto es para uniones temporales, las cuales normalmente - se llevan a cabo "in situ", para lo cual requieren de herramientas adecuadas - así como de un personal calificado.

Para el caso de uniones permanentes, es común en el arte hacer uso de soldadura, lo cual, en cierta medida viene a hacer aún más complicado el problema - de la disponibilidad de los medios adecuados en el lugar de la obra.

Existen ya en el mercado diversos medios de construcción de bardas, muros, - viviendas, etc., que hacen de los sistemas estructurales modulares un verdadero arte, Sin embargo, todos ellos carecen realmente de un medio adecuado para erigir con el menor tiempo posible y sin complejidad. la construcción propuesta mediante los módulos adecuados, estén éstos últimos constituyendo todo el muro o bien solamente una sección de éste; siendo necesario en todos -

los casos el uso de herramientas complicadas para llevar a cabo un trabajo - adecuado o bien, debiéndose aceptar uniones defectuosas o inseguras entre los diversos paneles o módulos que conforman la estructura en cuestión.

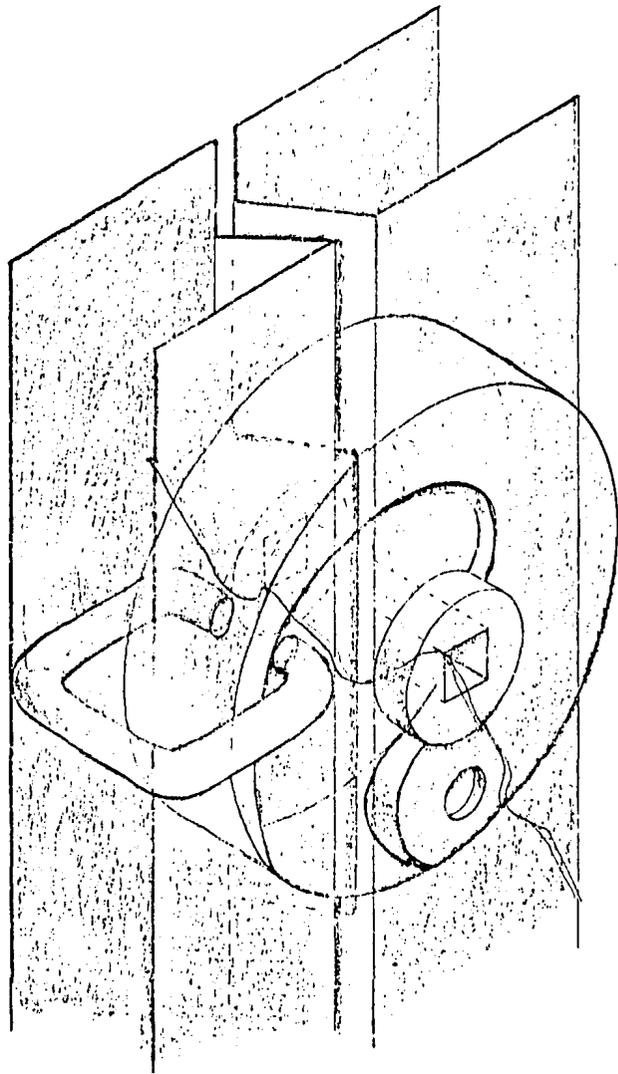
Por lo tanto, es una aportación principal de esta tesis el proveer un elemento de unión, canto a canto o entre paneles o tableros estructurales, el cual garantice la unión adecuada entre por lo menos dos de dichos paneles, confiéndole a la vez a dichas uniones una rigidez estructural adecuada.

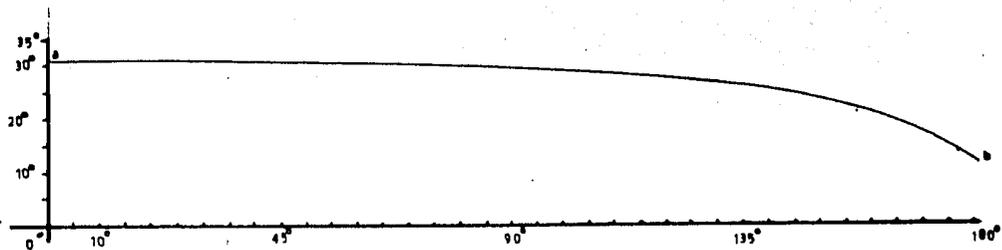
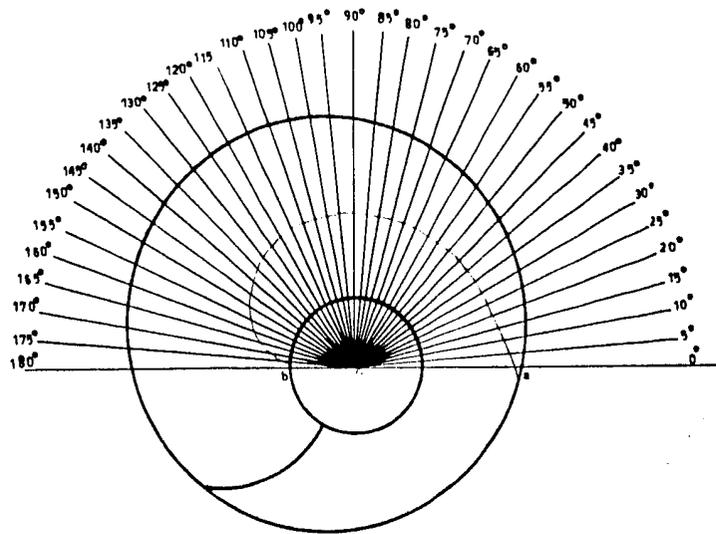
Otra característica funcional del sistema de unión, es la de proveer un elemento fácil de accionar, que evita el uso de herramientas complicadas en el sitio de erección de la construcción. Es parte del sistema de unión el que los cantos sean machimbrados, obligando a ajustarse entre sí y facilitando su fijación.

El elemento de unión - candado circular - cuyo eje es excéntrico y del cual se proyectan sus extremos más allá de las paredes laterales sirven para el montaje de aquél en el cuerpo del módulo estructural. El cuerpo del candado lleva en sus costados sendas pestañas periféricas parcialmente interrumpidas, cuya anchura varia conforme circundan la periferia del cuerpo del candado.

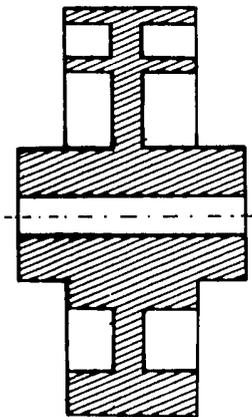
Este se complementa con un elemento en forma de "C", contruido en elambrón, cuyas patas extremas se insertan en las pestañas del cuerpo circular. Dicho elemento se monta en forma fija al otro de los paneles por unir; siendo operado el candado por una llave de sección cuadrada, la cual es accionada con un simple movimiento de rotación para trabar o destrabar los paneles entre sí.

Cabe mencionar que su aplicación puede ser muy valiosa sobre todo en elementos que requieran un rápido montaje, por ejemplo: habitaciones, campamentos, hospitales provisionales, escenografías, exposiciones, cancelas, cuartos de refrigeración móviles, etc.

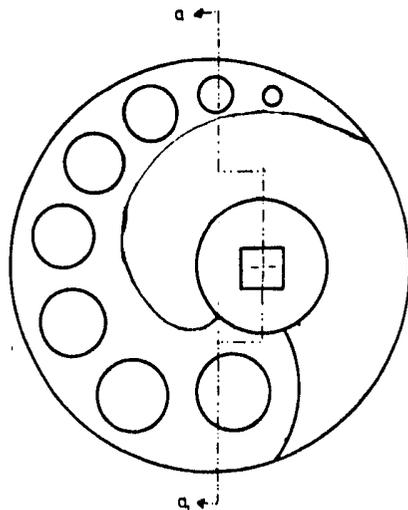




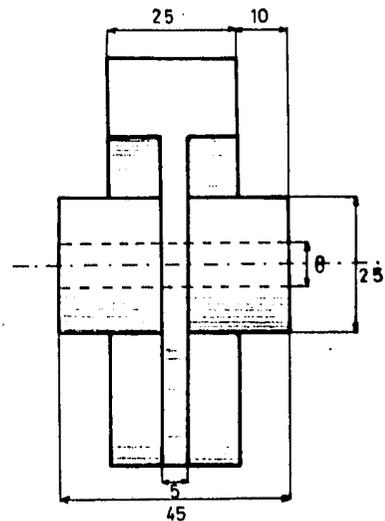
DESARROLLO CANDADO



CORTE α-α,

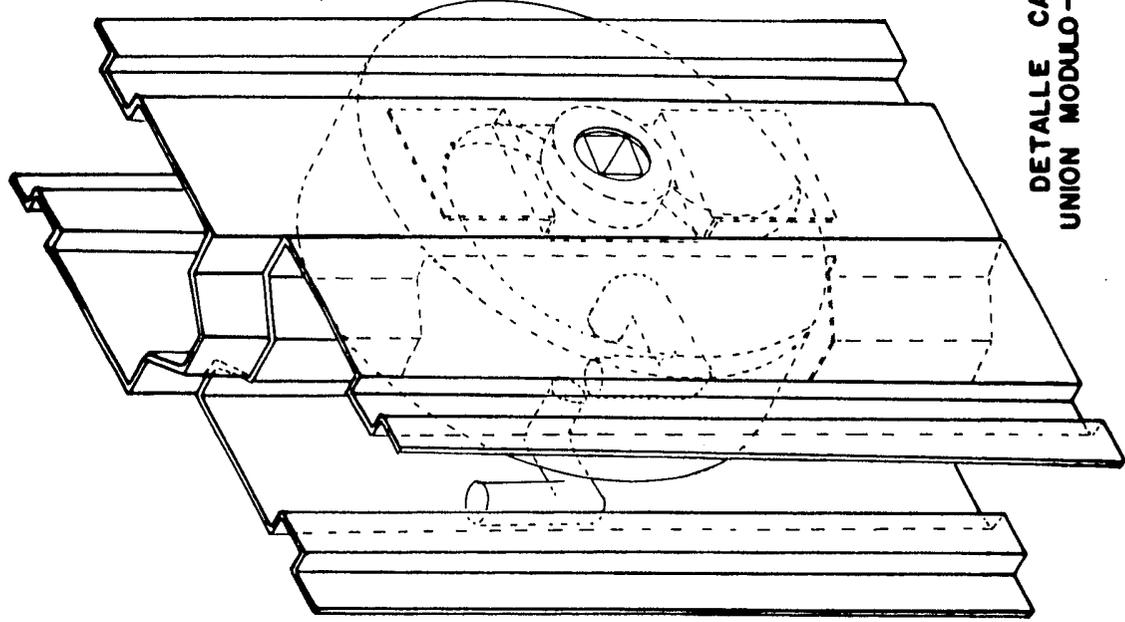


V. LATERAL

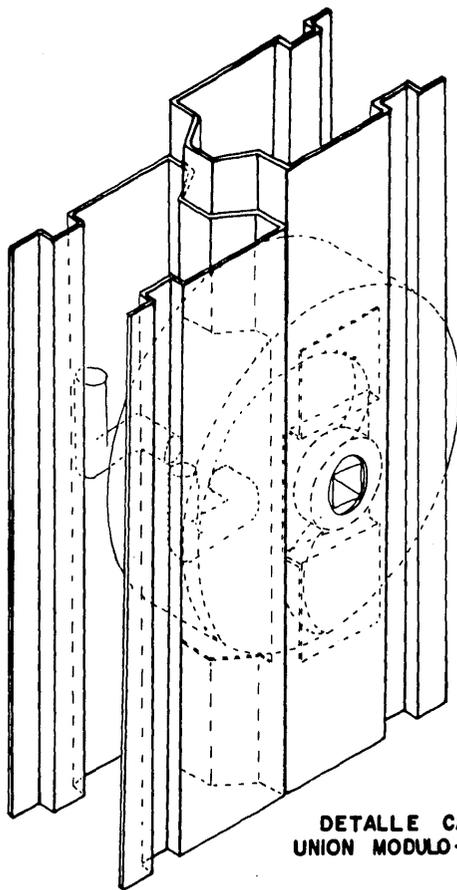


V. FRONTAL

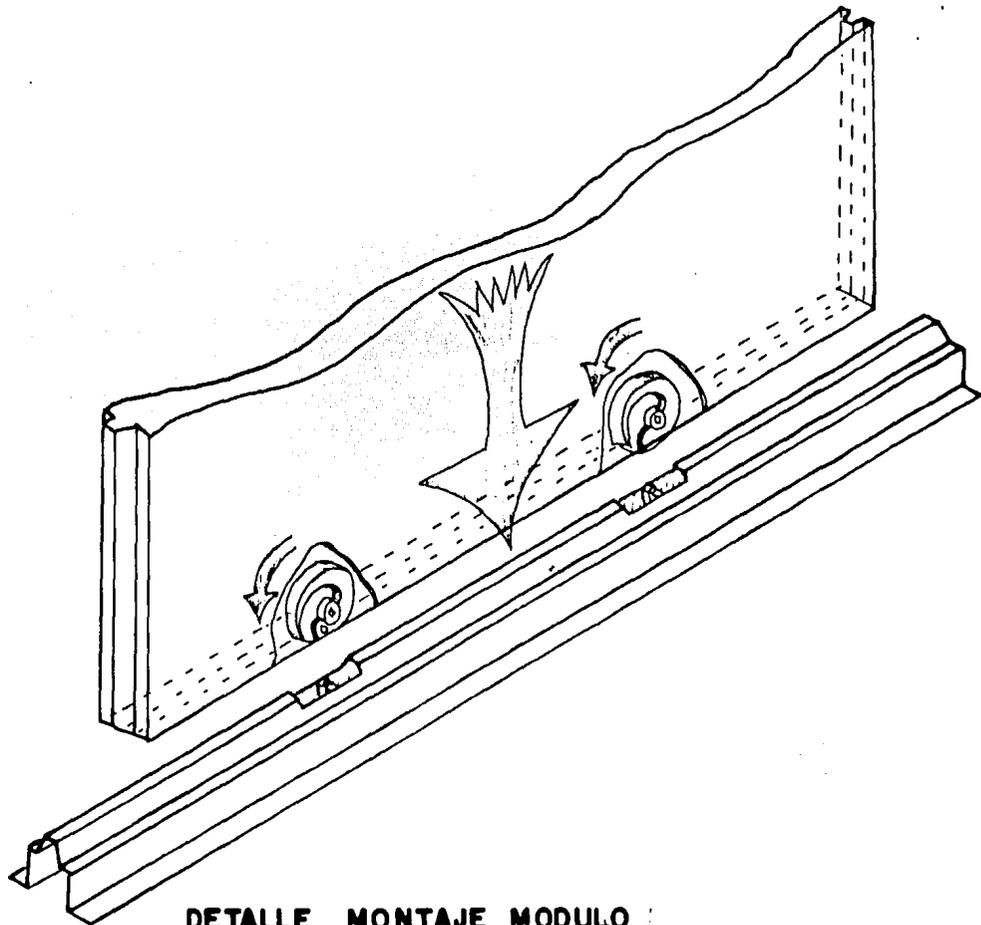
**C A N D A D O**



DETALLE CANDADO  
UNION MODULO - MODULO



DETALLE CANDADO  
UNION MODULO-MODULO



DETALLE MONTAJE MODULO

## MODULOS ESTRUCTURADOS :

El diseño y el concepto de construcción modular que se expone en adelante, - responde a la necesidad de utilizar nuevas técnicas y nuevos procedimientos constructivos para solucionar construcciones, las cuales puedan ser completamente recuperables en un 100%.

El concepto de este tipo de arquitectura adquiere nuevos puntos de vista cuando se considera hacer un diseño en materiales que dan la posibilidad de --- síntesis en un sistema de construcción ligera.

Las definiciones de elementos tradicionalmente consideramos como componentes-estructurales del espacio arquitectónico (muros, losas, traves, columnas, mampostería, ladrillo, etc.), se traduce a la consideración de secciones envolventes auto estructurales y de fácil manejo. Ya que combinan un alto valor - funcional y un reducido volumen ocupado con muy poco peso, menor cantidad de material y con acabados controlados en fábrica y fácilmente transportables al pie de la obra; obteniendo así elementos constructivos de fácil manejo, que guardando una determinada relación con una cuadrícula modular permite a cada uno, según sus dimensiones, una variada disposición constructiva consiguiendo así diseños con flexibilidad arquitectónica, que ofrezcan soluciones acordes a diversas necesidades.

Entre los materiales para construcción que actualmente tienen más posibilida-

des en México son las espumas rígidas termo-acústicas, derivadas del petróleo; perfiles laminados plegados, madera contra-chapada recubierta (triplay); láminas roladas, etc.

Se seleccionaron estos materiales por su fácil adquisición en el mercado Nacional, por sus ventajas particulares, permitiendo la realización de elementos -- arquitectónicos, cuyas características de innovación sean bastante considerables.

Los módulos pueden realizarse en fábricas relativamente pequeñas, ya que su -- producción no implica una alta sofisticación tecnológica, uso intensivo de capital etc., sino que puede abarcar un abanico amplio de niveles técnicos y modalidades de producción, acordes a las condiciones del lugar en cuestión.

Normalizar los componentes no implica llegar a un diseño único que se repita -- al infinito (tipificación), sino que permita posibilidades de combinación, lo cual, lejos de propiciar una uniformidad monótona, permita mayor flexibilidad y versatilidad en el diseño final.

El sistema modular propuesto, consiste en secciones de techos y paredes fabricadas a partir de lámina anticorrosiva, doblada y estructurada, de diferentes calibres; con los cuales se construyen los bastidores que, al ser llenados y -- recubiertos, forman los paneles modulados. Formalmente pueden ser:

paredes, puertas, ventanas, esquinas, techos, etc.; el techo tiene una modulación similar a las paredes, lo cual permite agrandar el sistema indefinidamente. El diseño de los modulos fue el resultado de un equilibrio entre la función arquitectónica para la cual serán destinados, su economía, las limitaciones en los transportes, sus materiales y la construcción en sí misma.

Sus medidas parten de los materiales disponibles en el mercado Nacional (no -- hay desperdicios), de cálculos estructurales y estudios antropométricos (modulaciones(, sintetizando de esta forma el concepto "Módulo prefabricado".

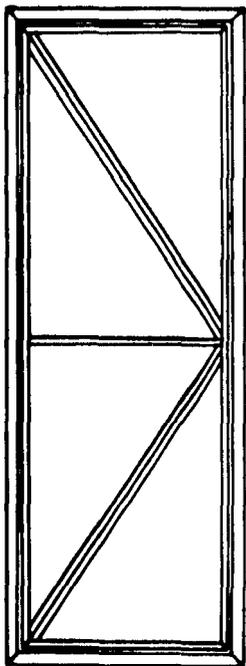
El diseño de los perfiles, además de resistencia estructural y fácil ensamblaje permite que la instalación eléctrica se incluya dentro del mismo de una forma fácil y económica. La solución para el ensamble, es la misma que para todos los casos de unión: Piso-pared, pared-pared, pared-techo, techo-techo, etc.

Cabe mencionar que si bien los elementos del sistema se proponen terminados -- totalmente, otra solución sería proveer los elementos estructurales, exis---tiendo la libertad de incorporar los elementos de relleno que se juzguen convenientes según el lugar de uso y permitiendo la iniciativa a la autoconstruc---ción y la autodeterminación del usuario.

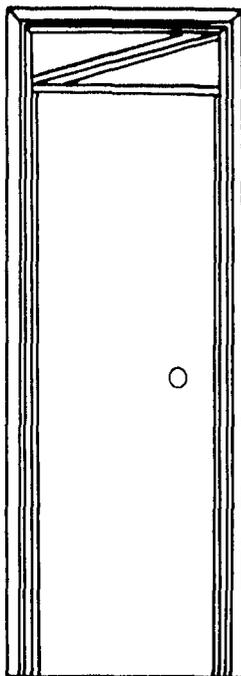
En la instalación, el primer panel se asegura en su lugar y los otros se unen a él conformando la construcción total progresivamente.

El reglamento de construcciones establece sacar permiso en construcciones fijas que excedan de  $75M^2$ ; en construcciones temporales no necesita de permisos; esto es aprovechado en casas que requieren usar áreas útiles como azoteas o patios y ocuparlas en forma diversa; su ligero peso no afecta la cimentación de construcciones tradicionales.

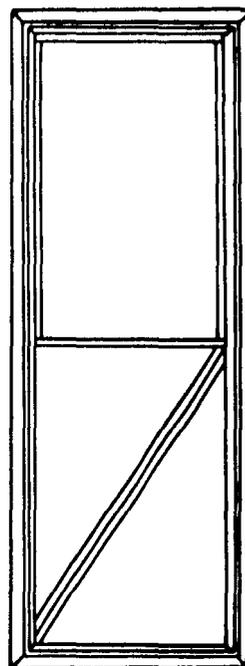
El almacenamiento, como el acarreo hacia los medios de transporte, se puede hacer en forma manual. El transporte hasta el lugar de la obra se realiza por lo general en transportes convencionales: Camiones de carga, Pick-ups, remolques ligeros, sin requerir pesados trailers y grúas.



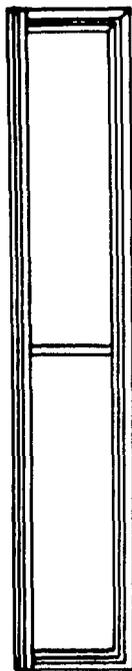
*pared*



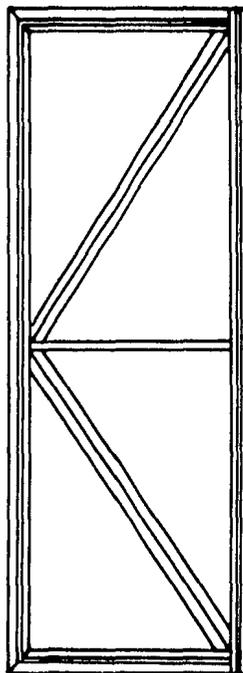
*puerta*



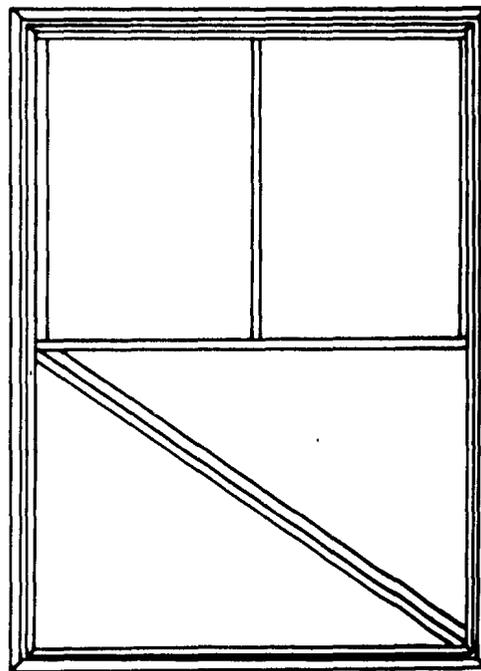
*ventana*



*esquina  
chica*

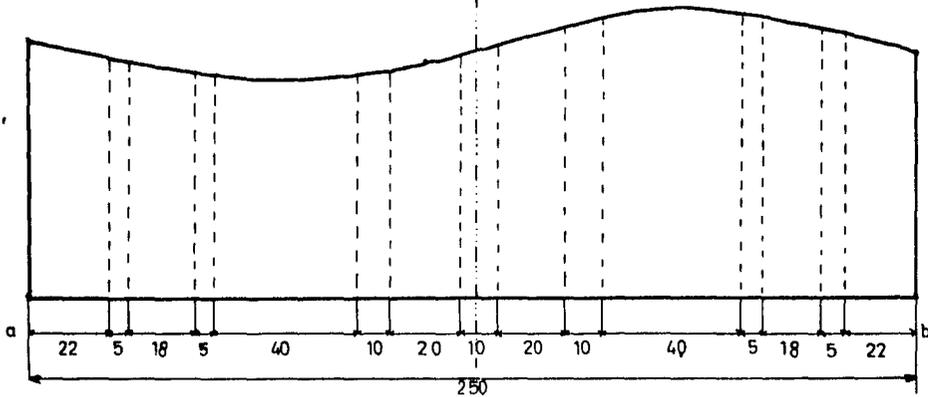


*esquina  
grande*



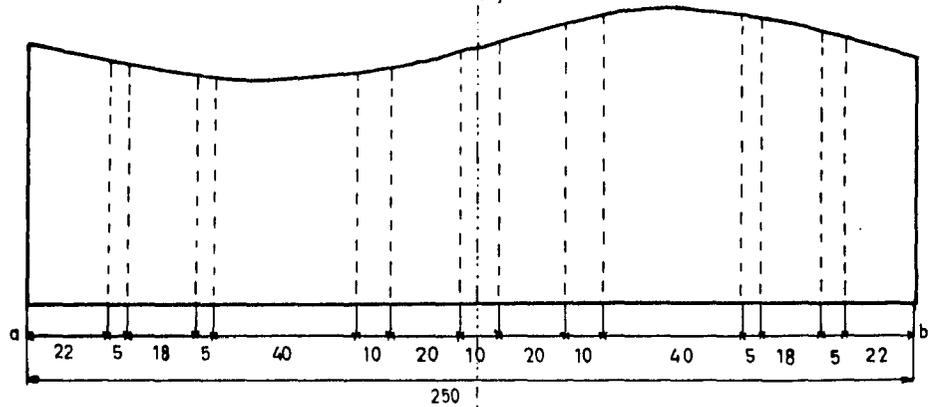
*ventana  
grande*

900, 2400 mm.



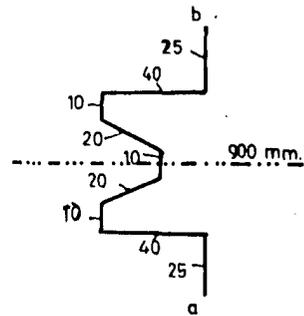
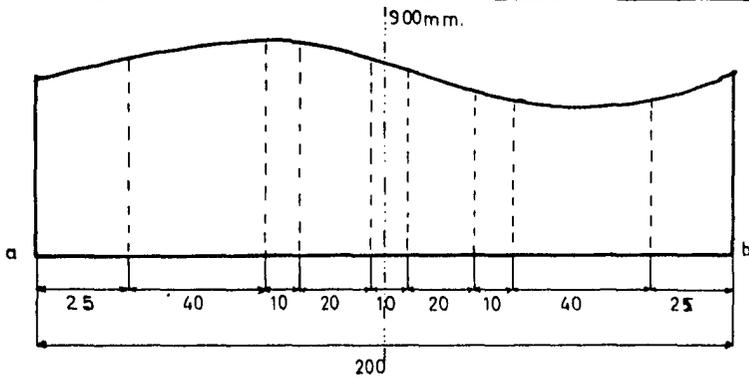
CLAVE PO1

900, 2400 mm.

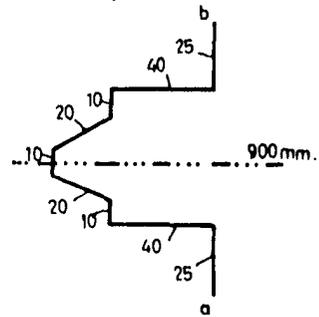
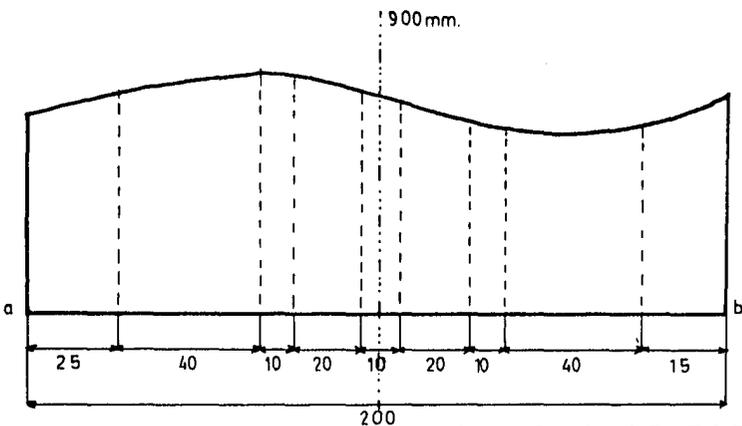


CLAVE PO2

### DESARROLLO PERFILES

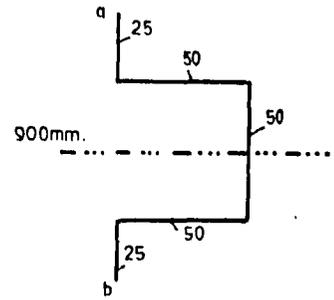
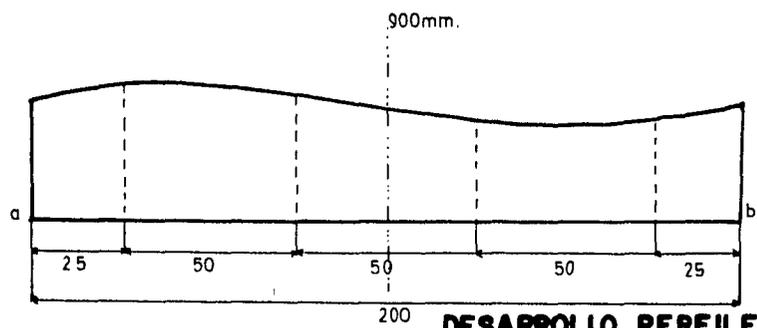
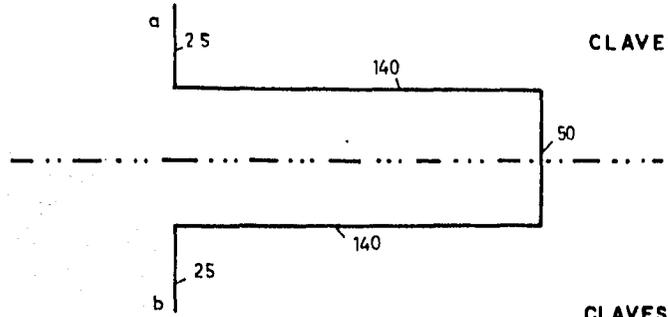
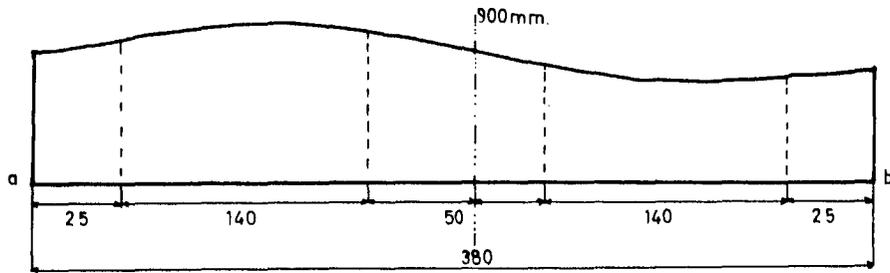


CLAVE P06

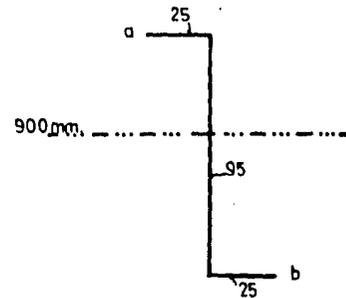
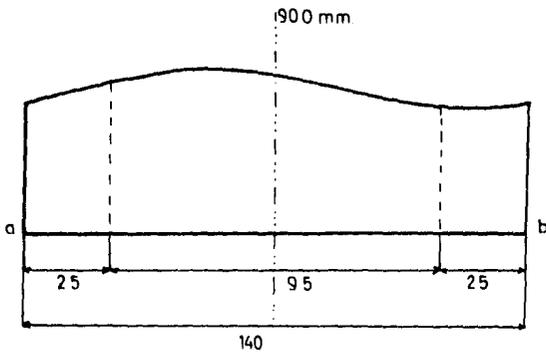


CLAVE P05

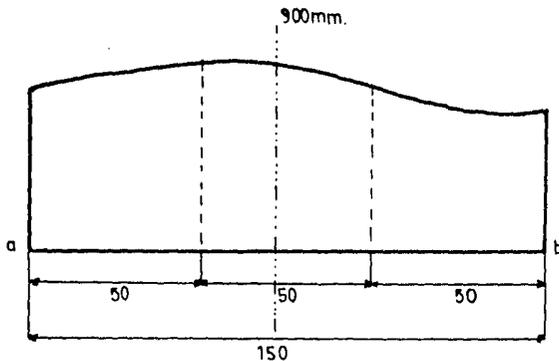
DESARROLLO PERFILES



**DESARROLLO PERFILES TECHO**

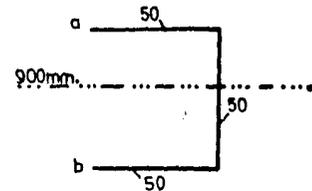


CLAVE P09

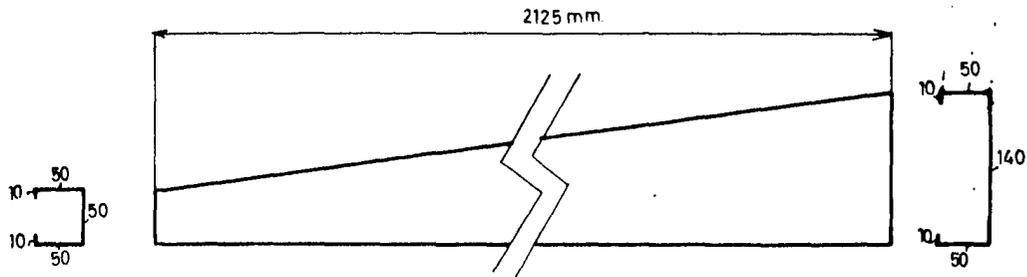


P07

CLAVE P08

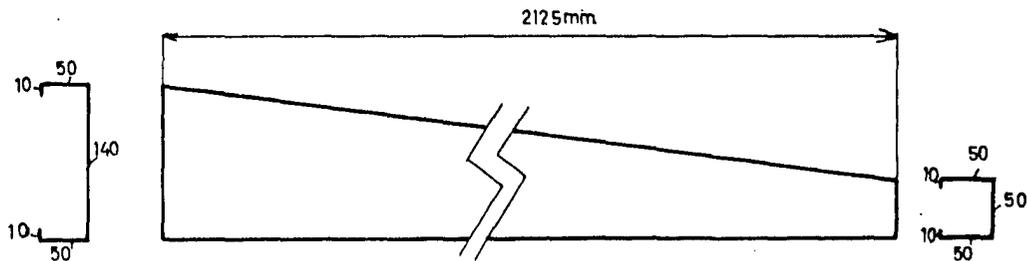


DESARROLLO PERFILES PARED

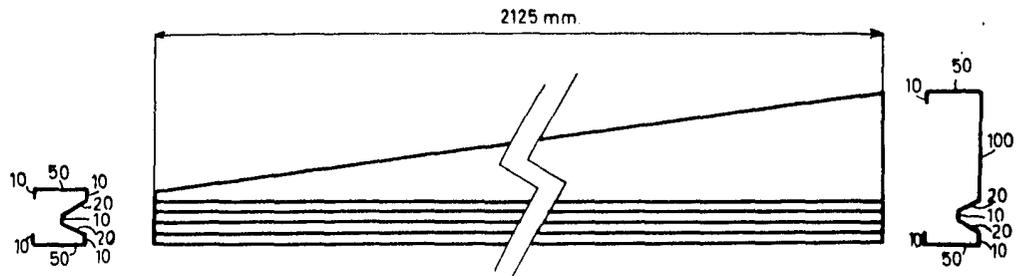


CLAVE P13

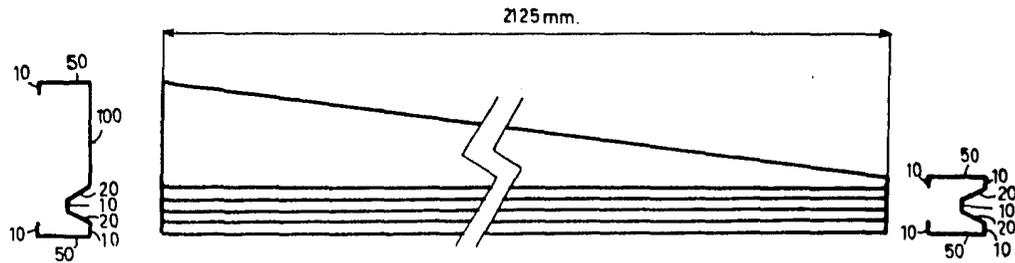
P14



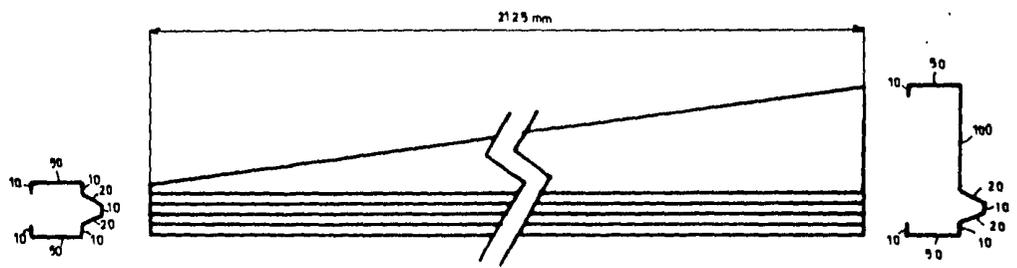
PERFIL REMATE LATERAL TECHO



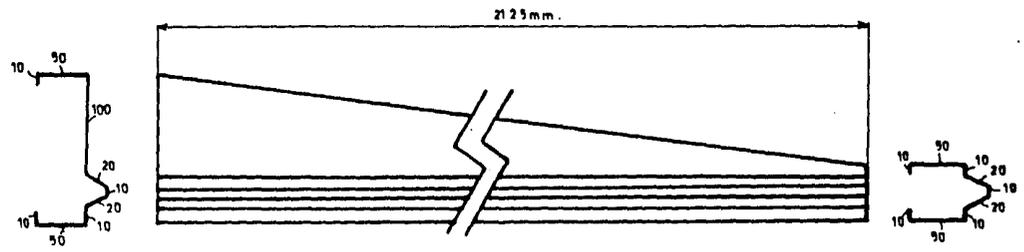
CLAVE P12



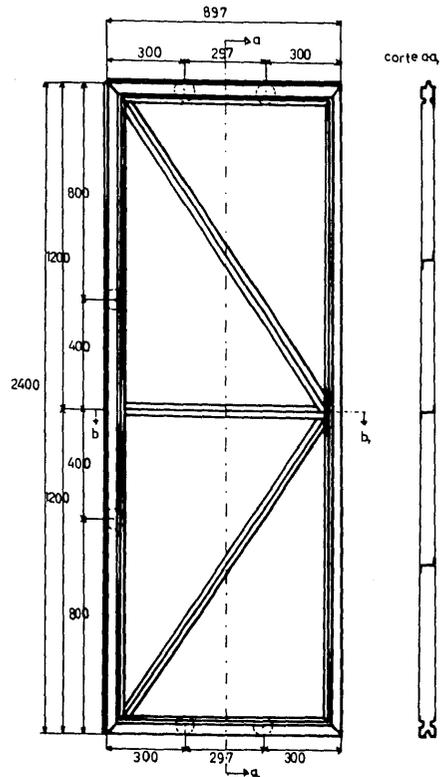
**PERFIL LATERAL TECHO**



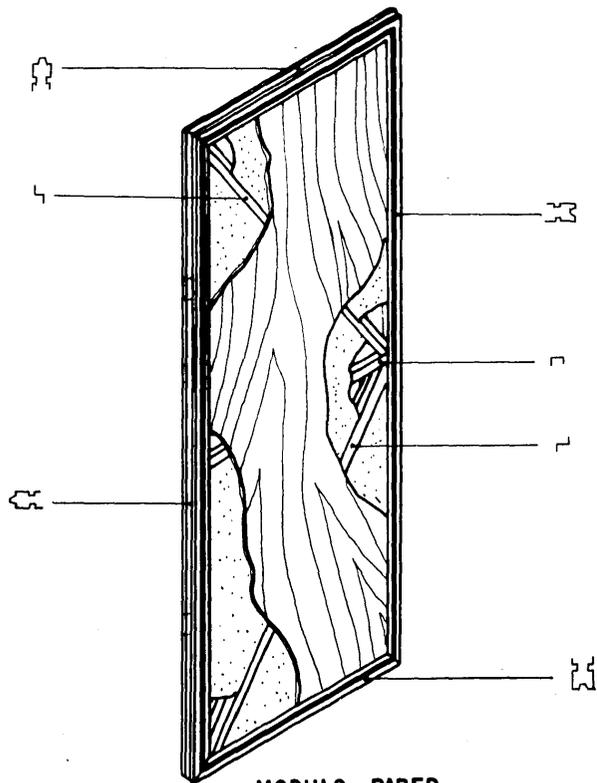
CLASE P17



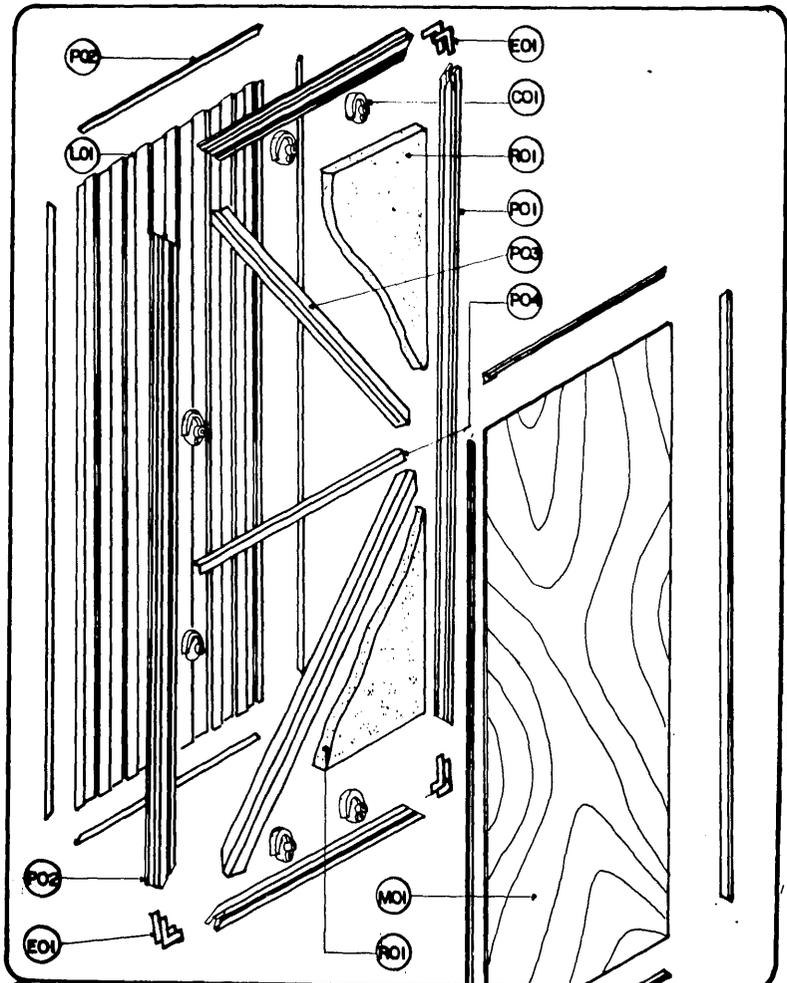
PERFIL LATERAL TECHO



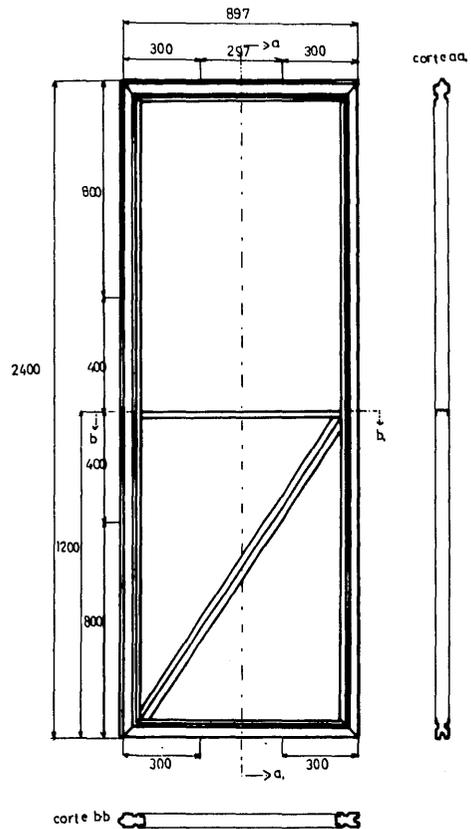
**ESTRUCTURA MODULO PARED**



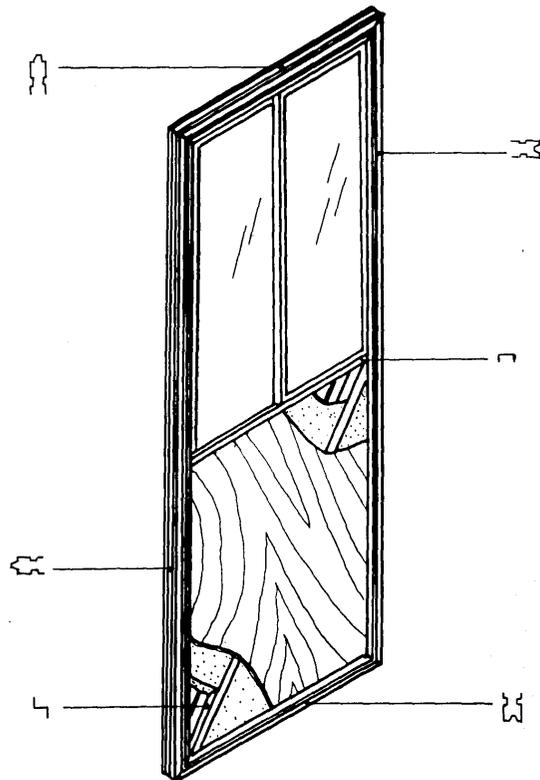
MODULO PARED



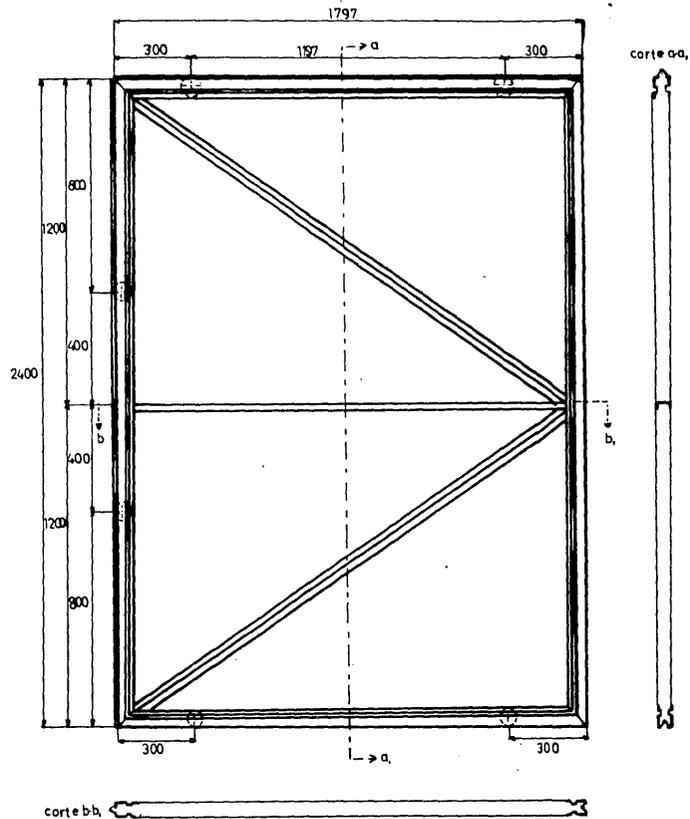
UAD I unam CANDO CIRCULAR Y MODULOS ESTRUCTURADOS FEDERICO CARDENAS F. 70



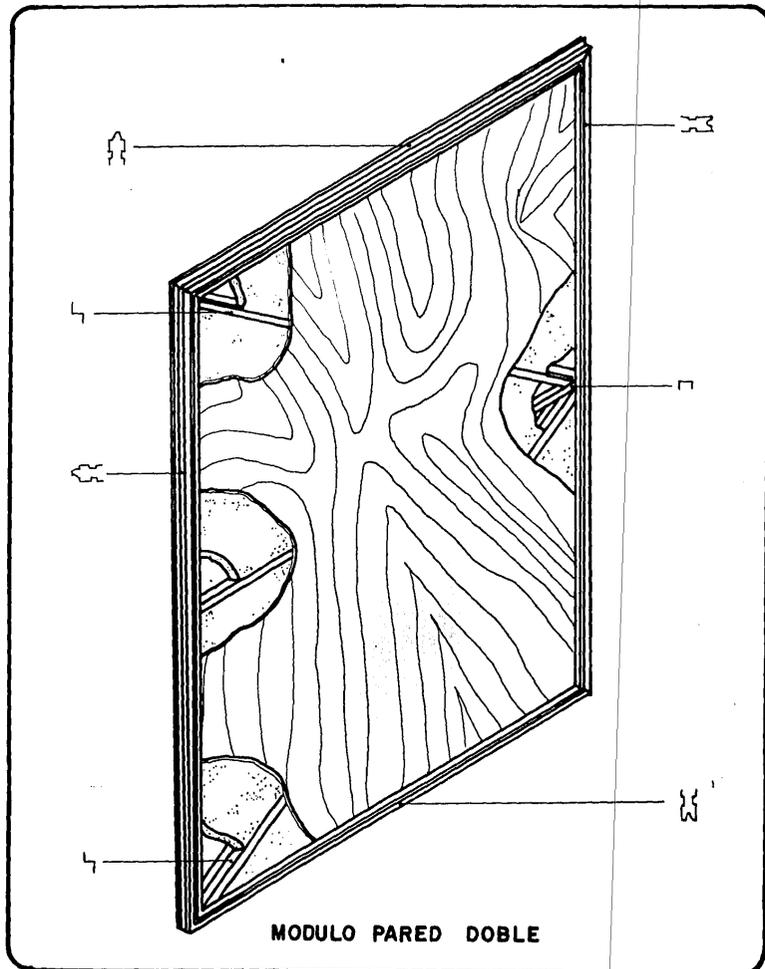
**E ESTRUCTURA MODULO VENTANA**



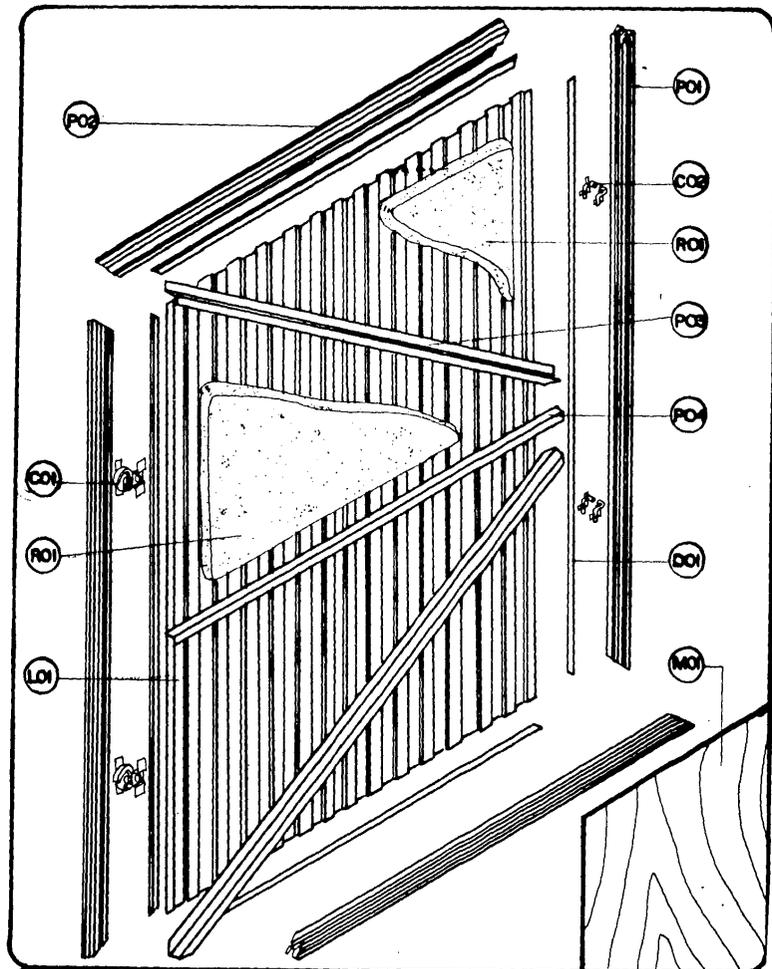
MODULO VENTANA

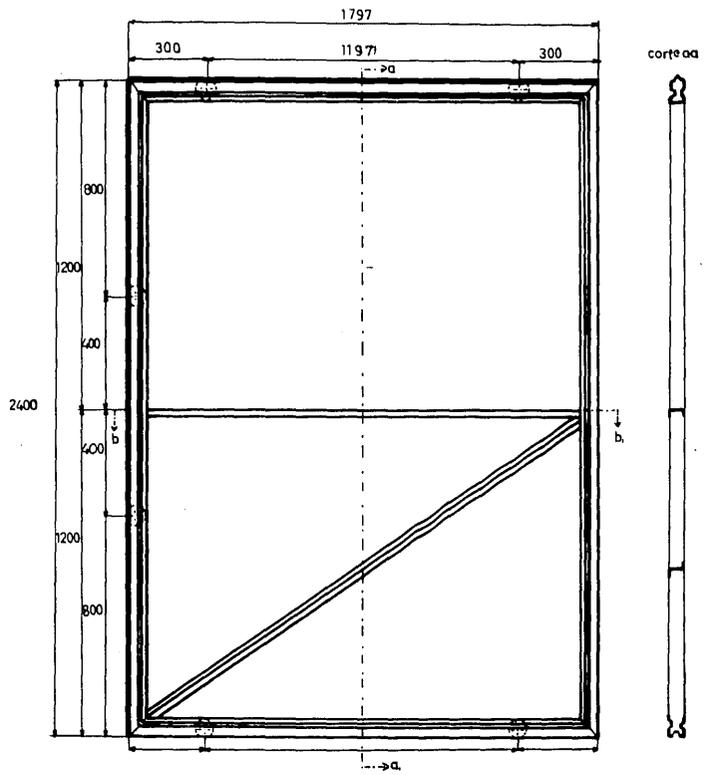


ESTRUCTURA MODULO PARED DOBLE

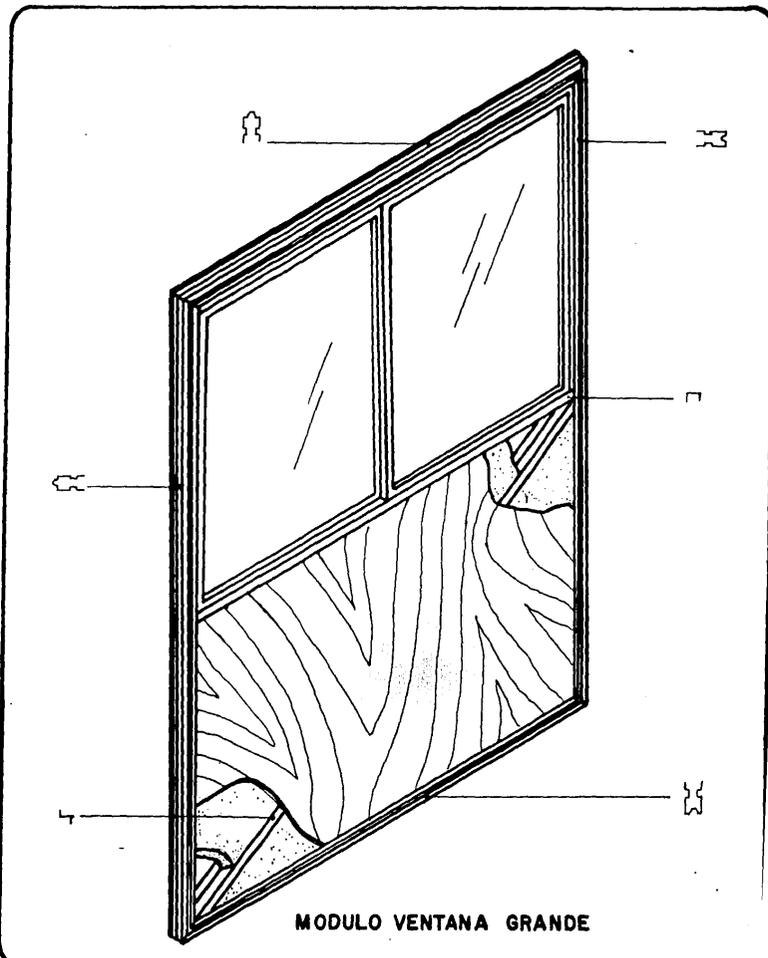


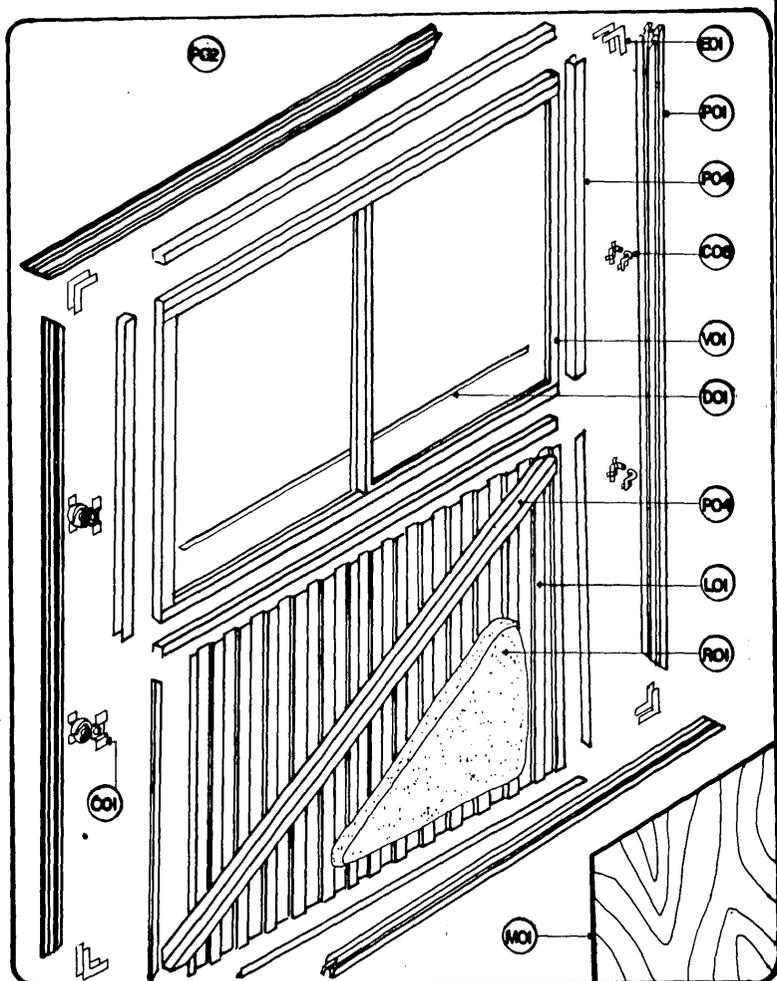
MODULO PARED DOBLE

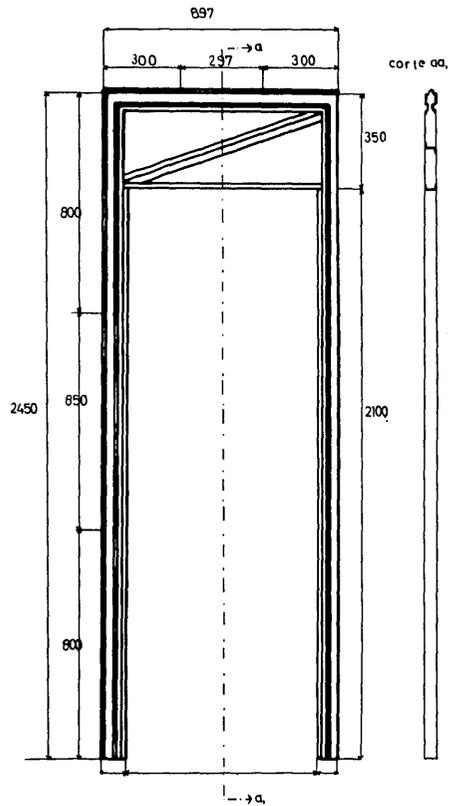




**ESTRUCTURA MODULO VENTANA GRANDE**

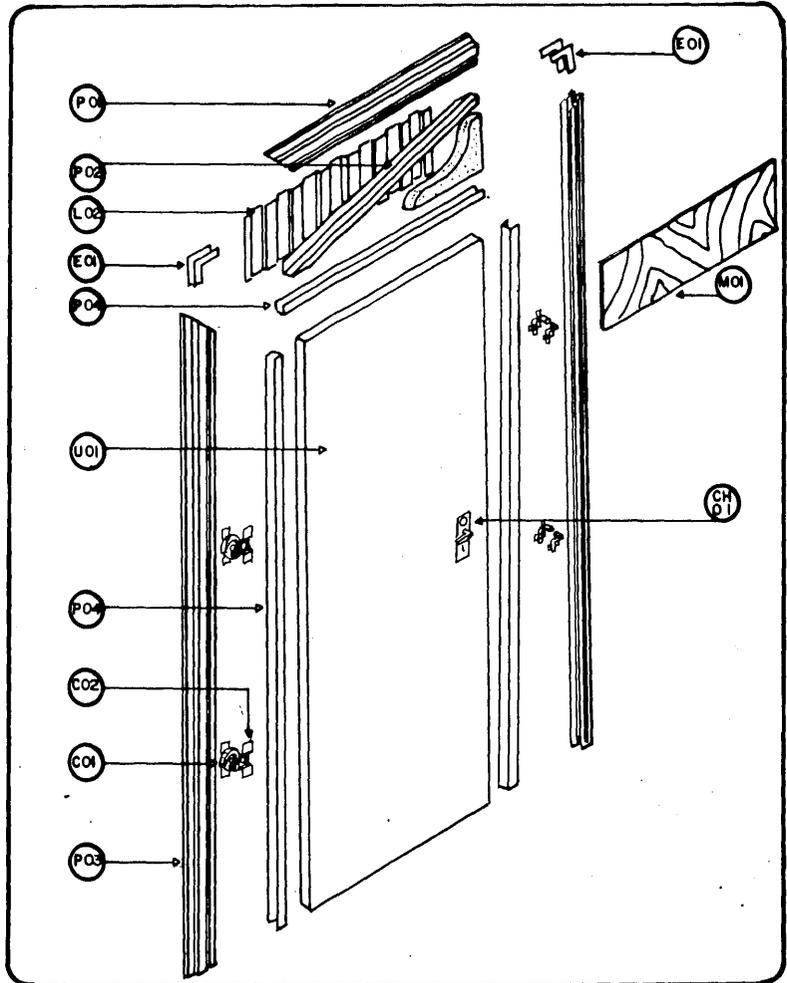


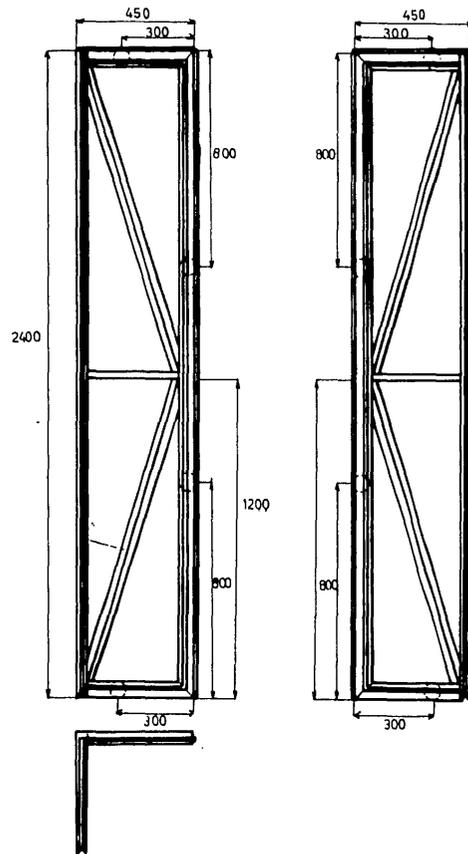




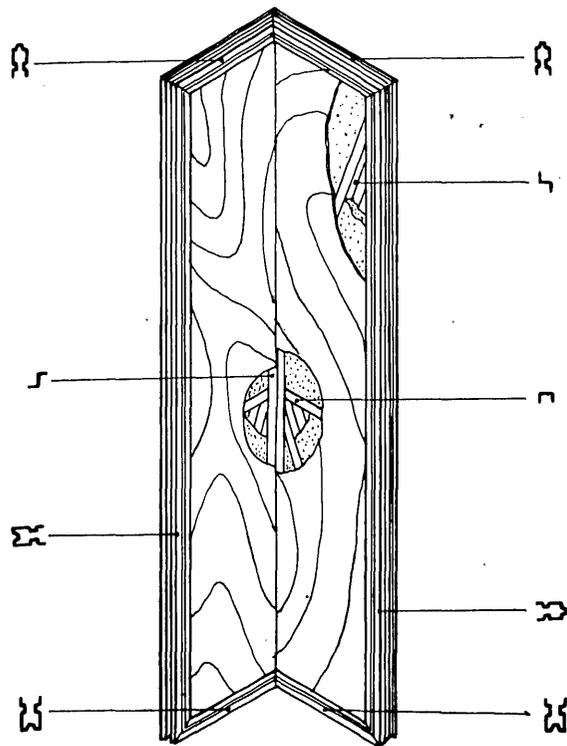
ESTRUCTURA MODULO PARED



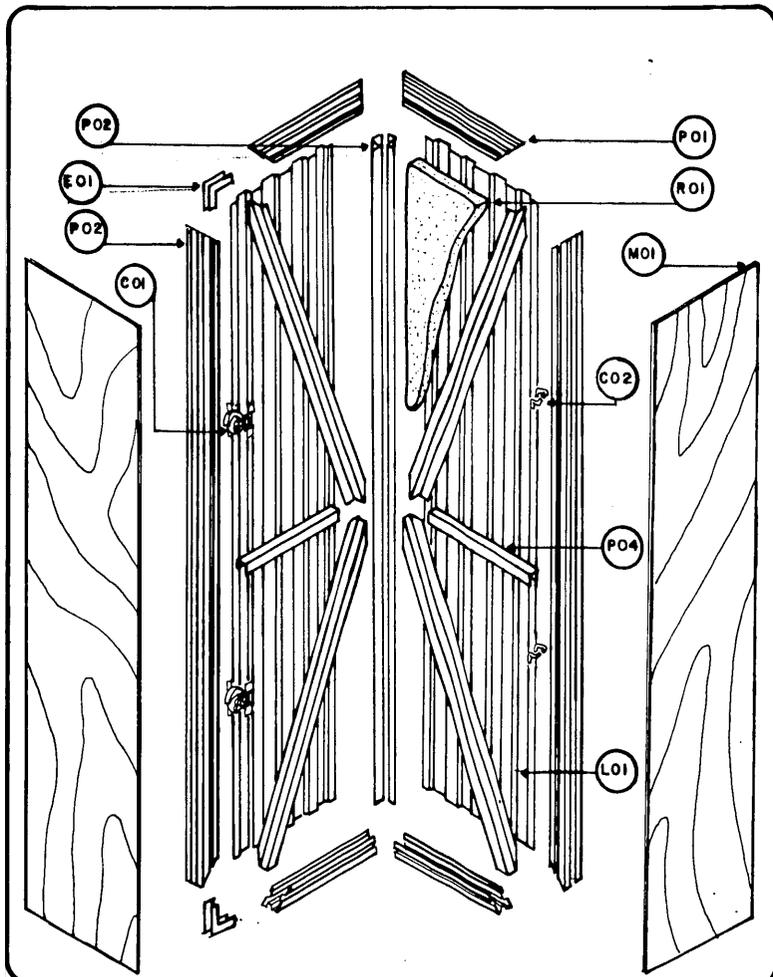


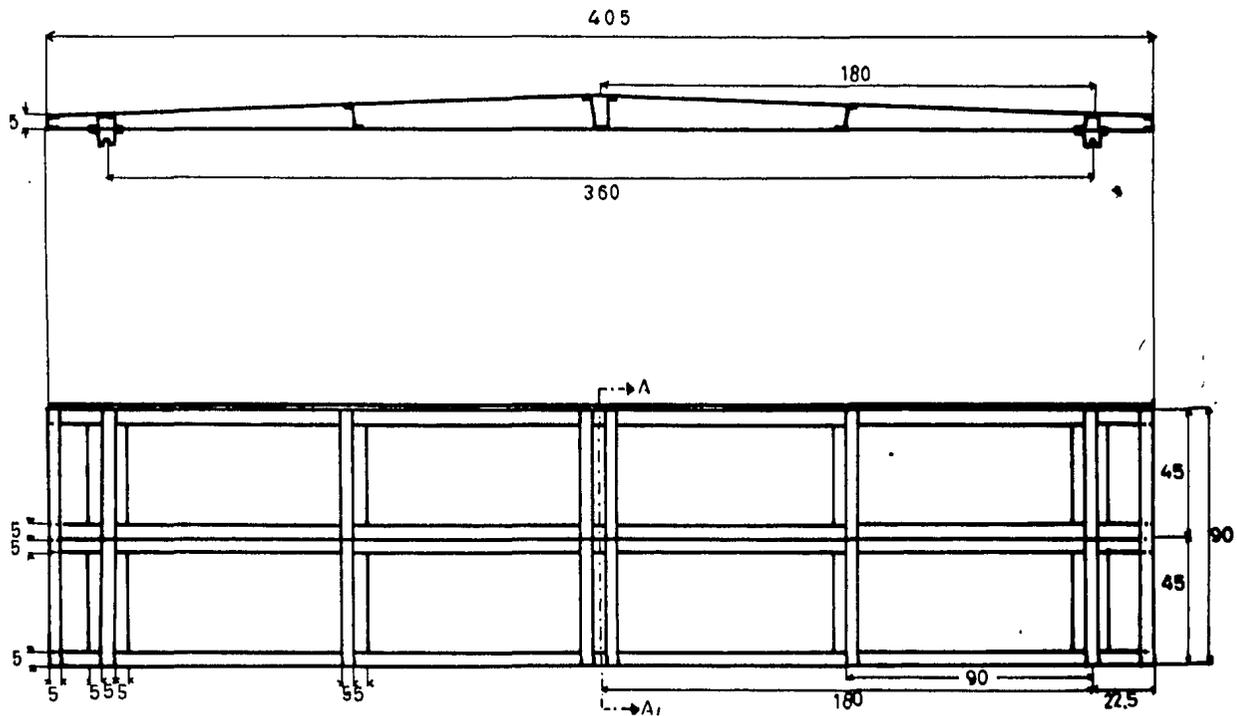


ESTRUCTURA MODULO ESQUINA



MODULO ESQUINA

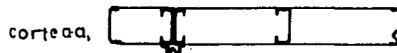
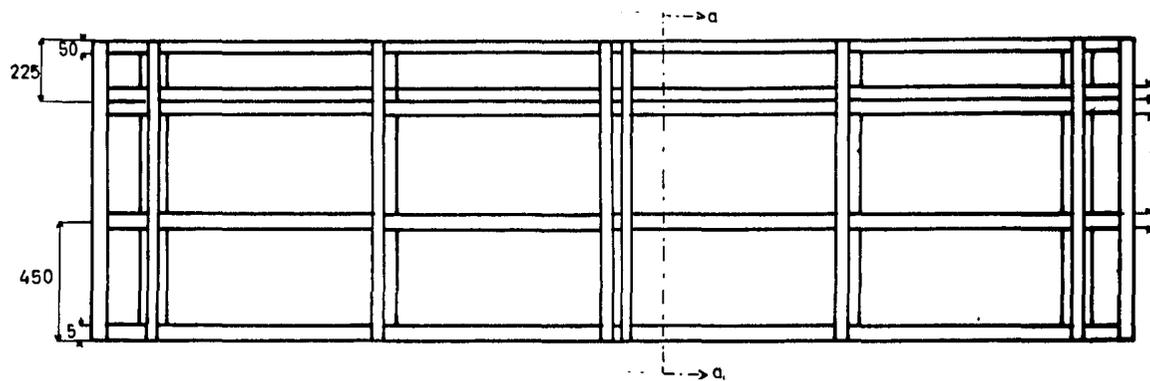
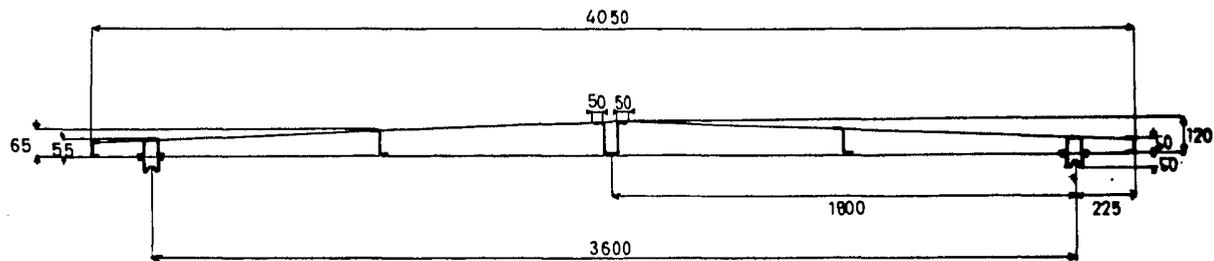




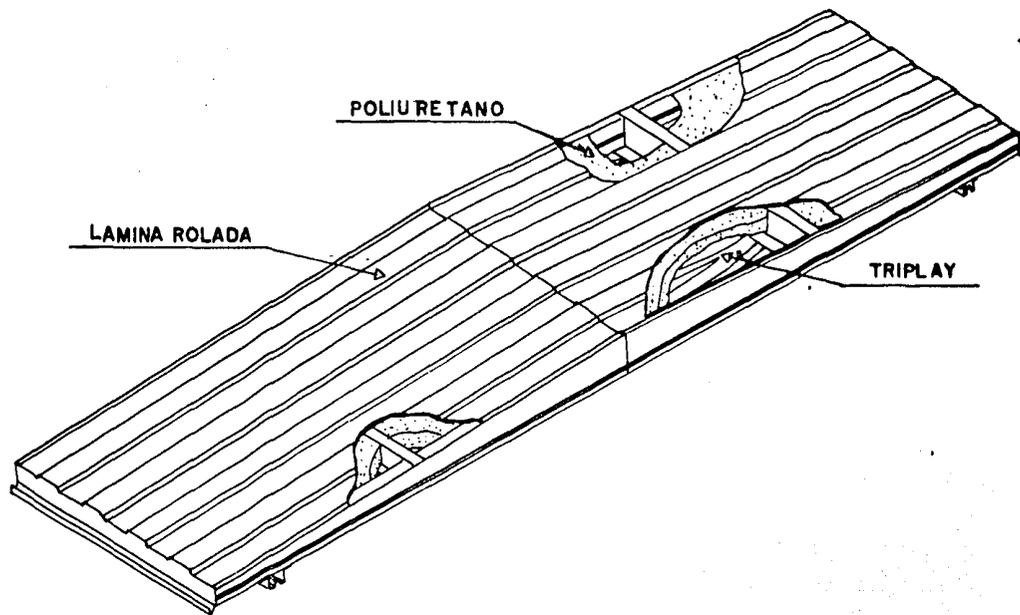
CORTE A-A,

ESTRUCTURA MODULO TECHO

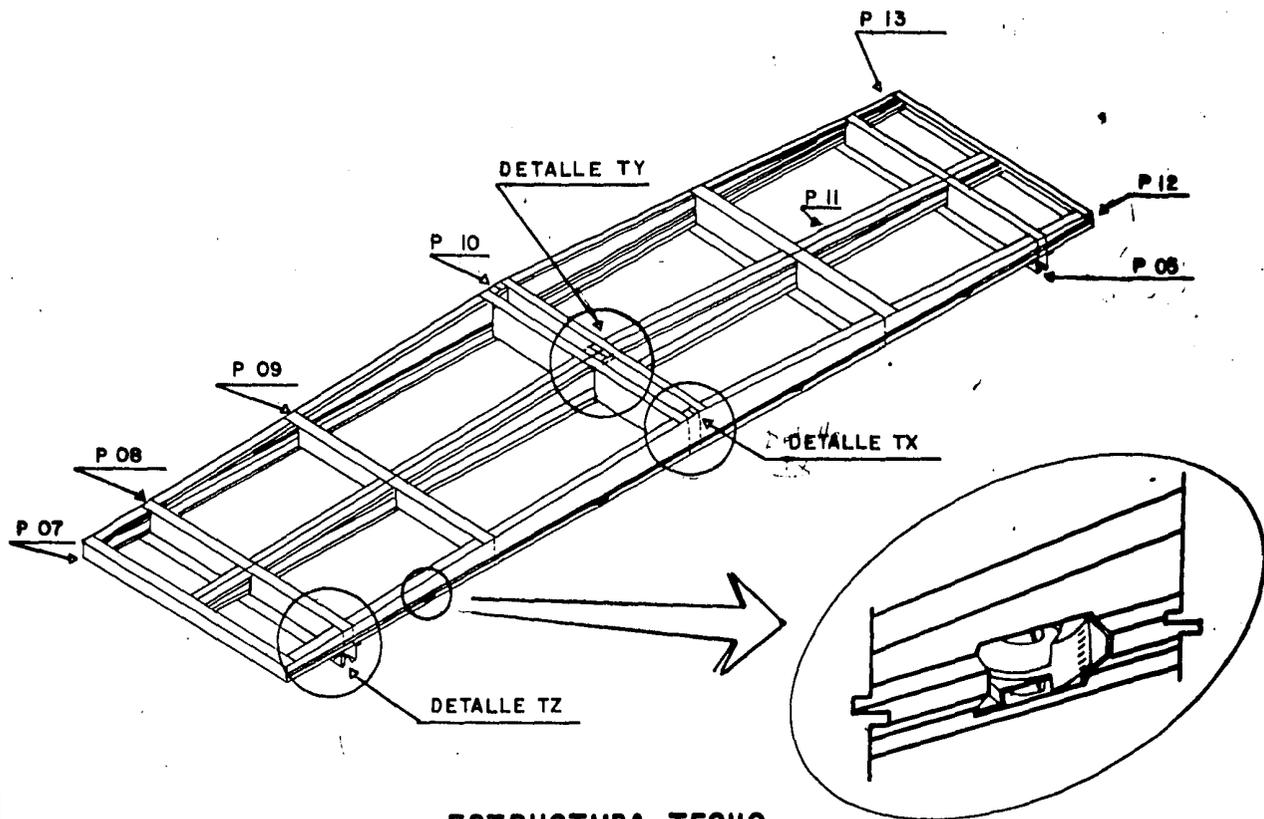


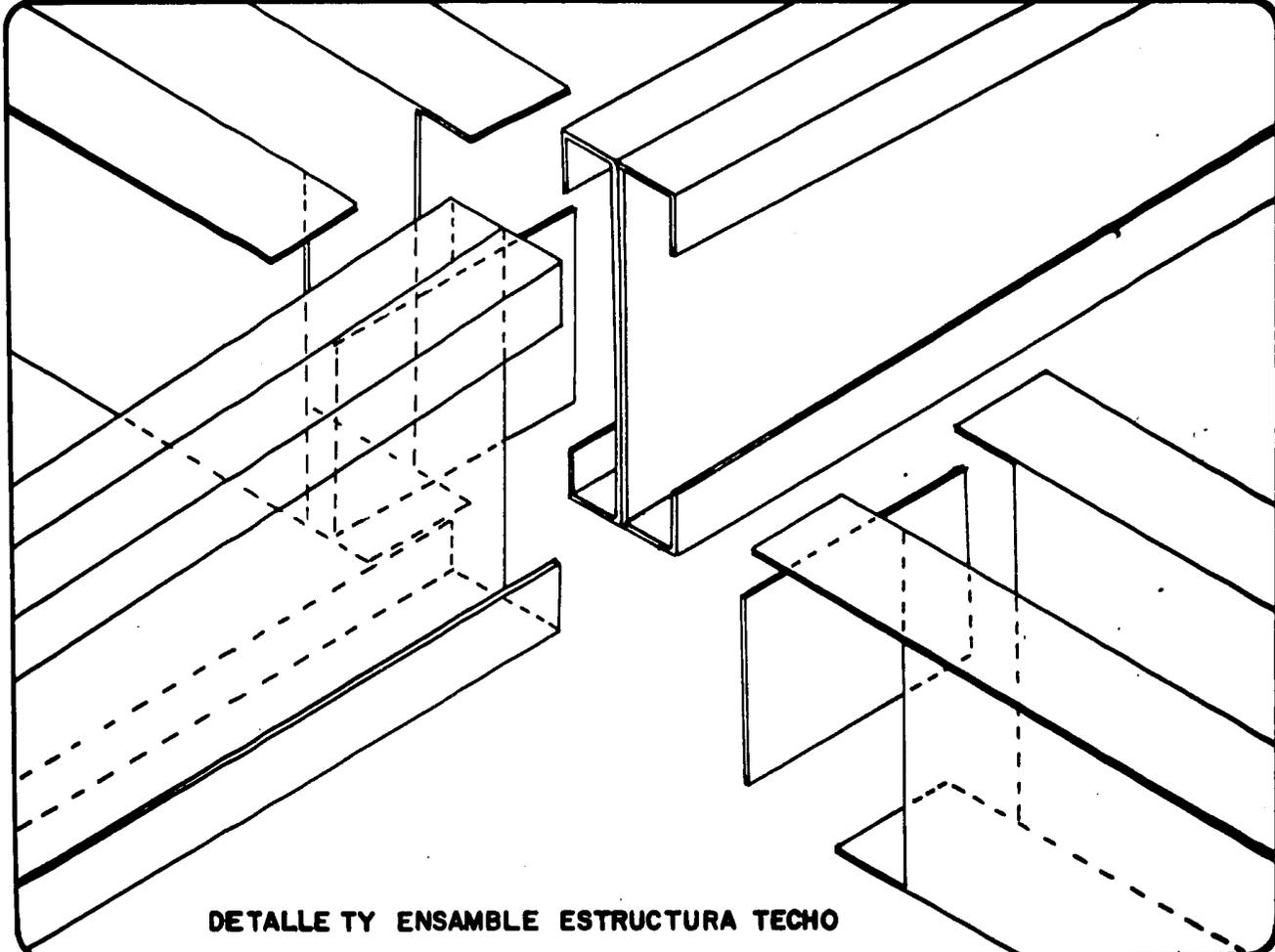


**ESTRUCTURA MODULO TECHO REMATE**

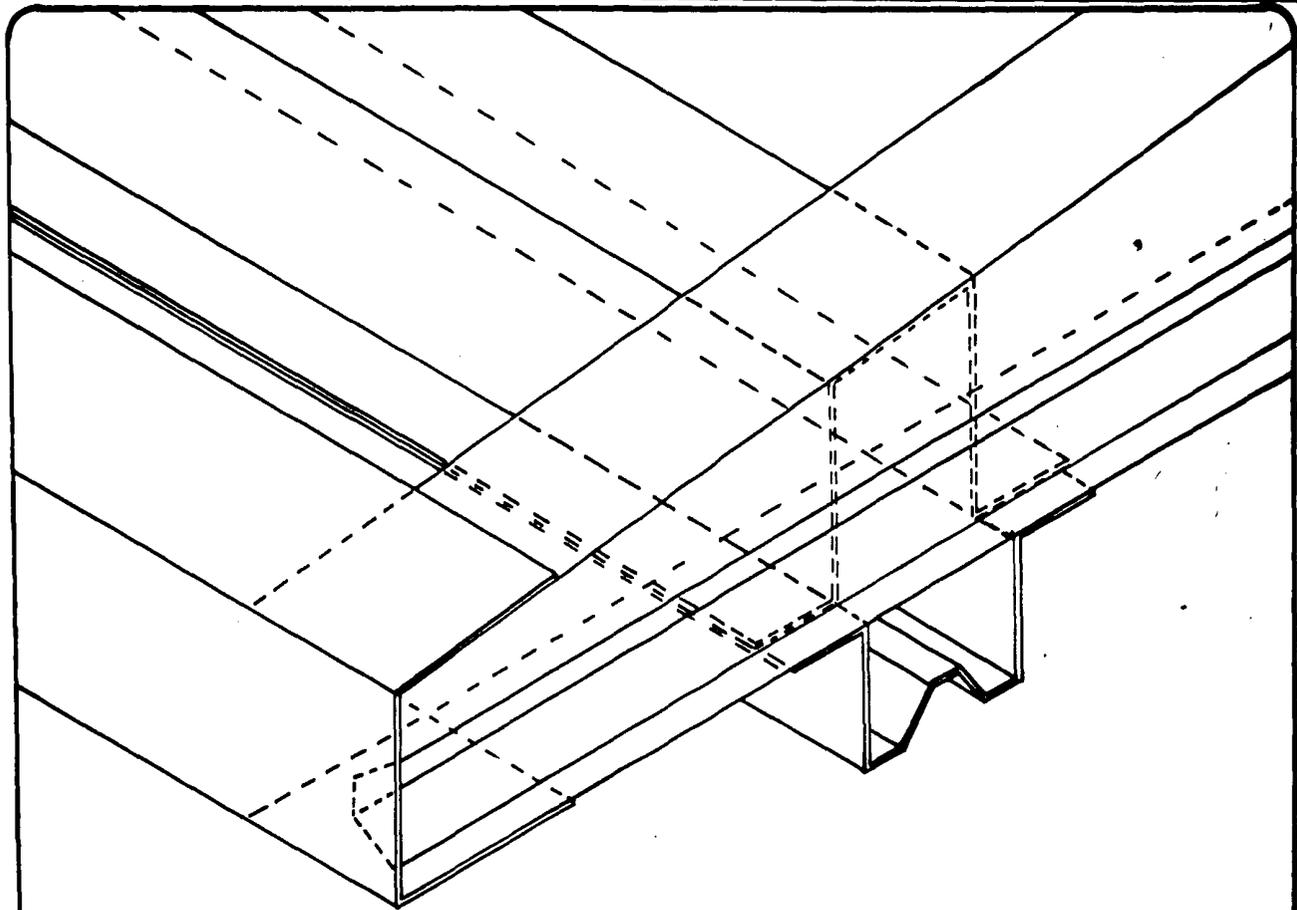


MODULO TECHO



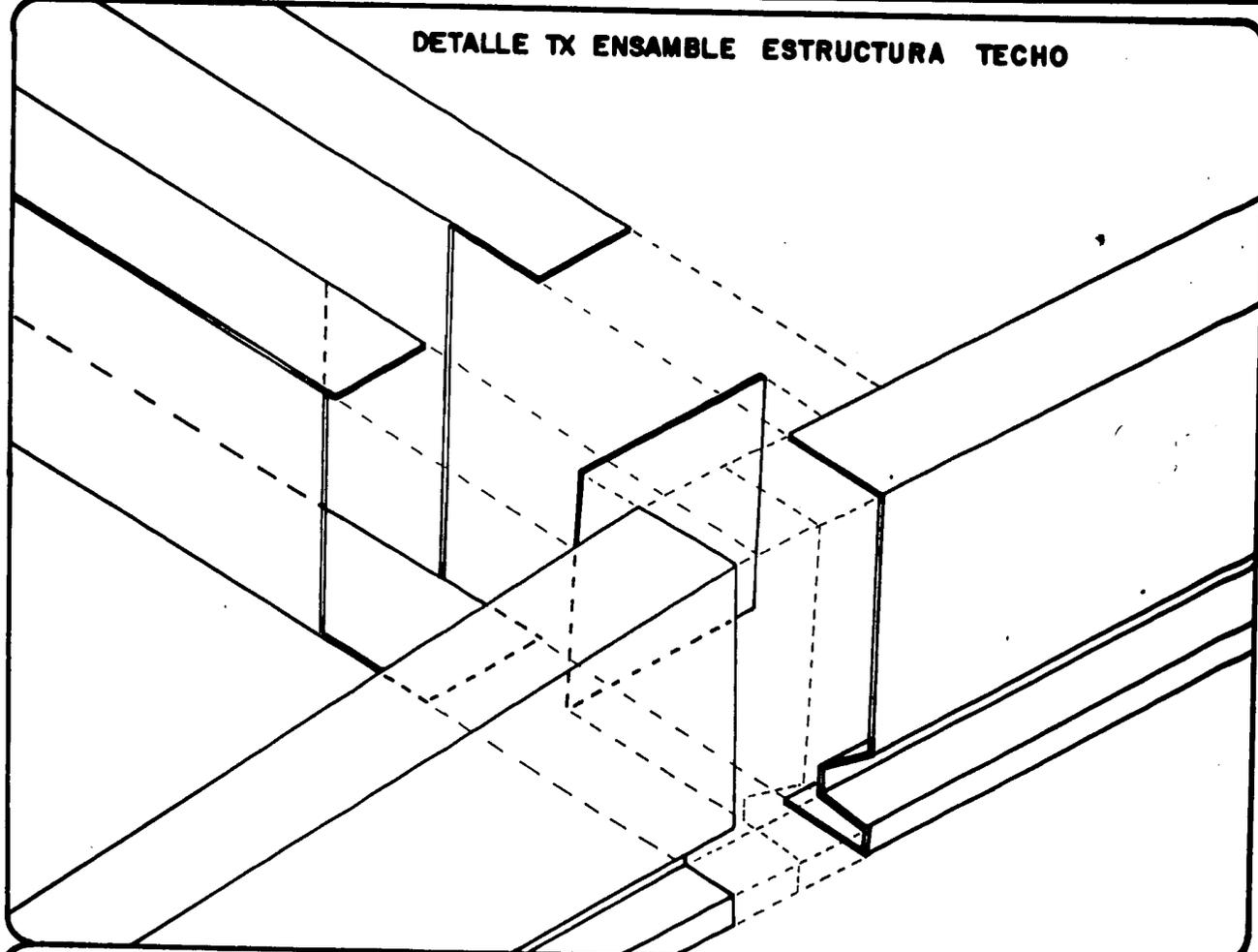


DETALLE TY ENSAMBLE ESTRUCTURA TECHO

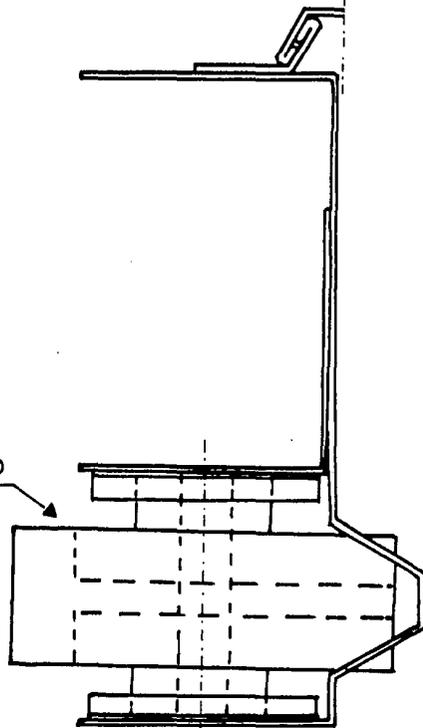


DETALLE TZ ESTRUCTURA TECHO

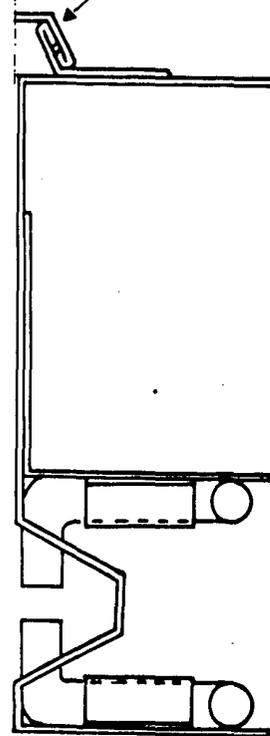
DETALLE TX ENSAMBLE ESTRUCTURA TECHO



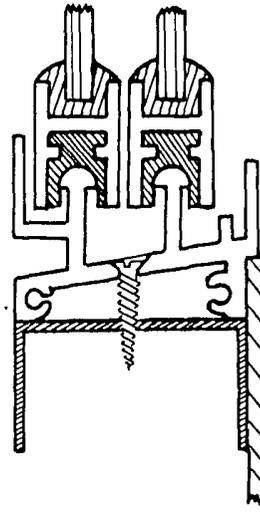
CANDADO



TAPA JUNTAS TECHO

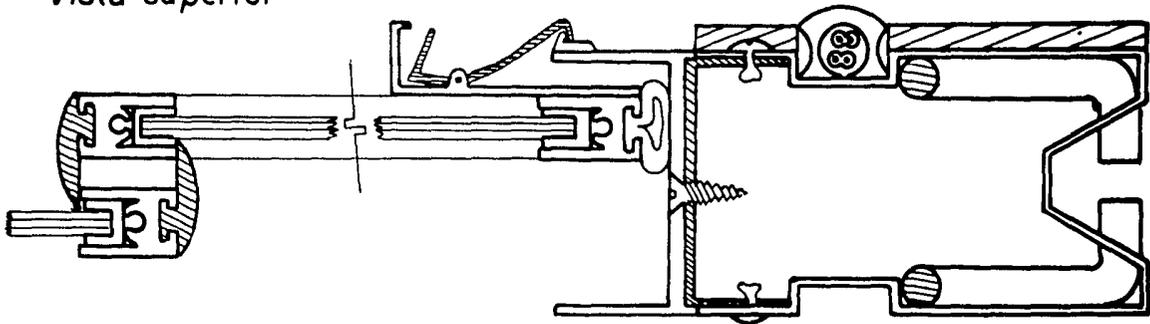


DETALLE UNION TECHO-TECHO

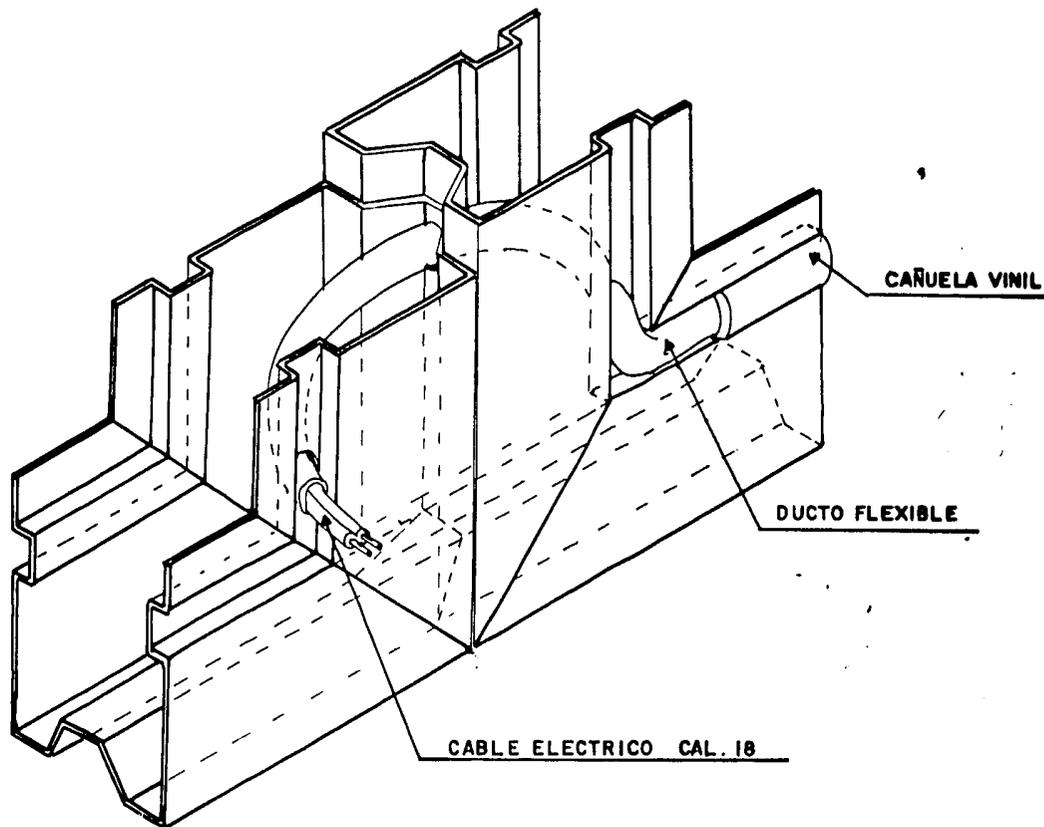


*corte  
lateral*

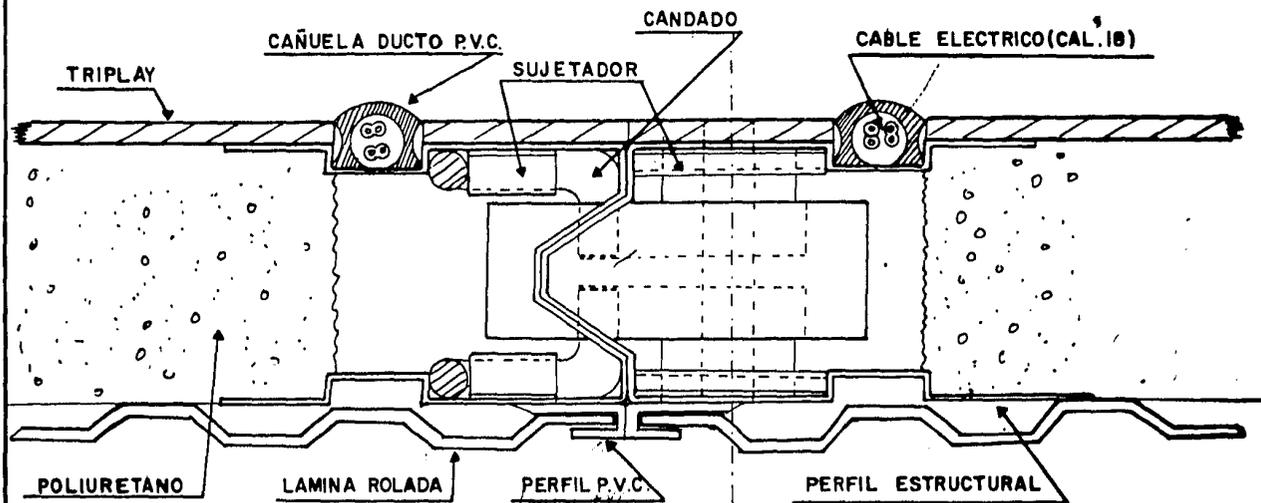
*corte  
vista superior*



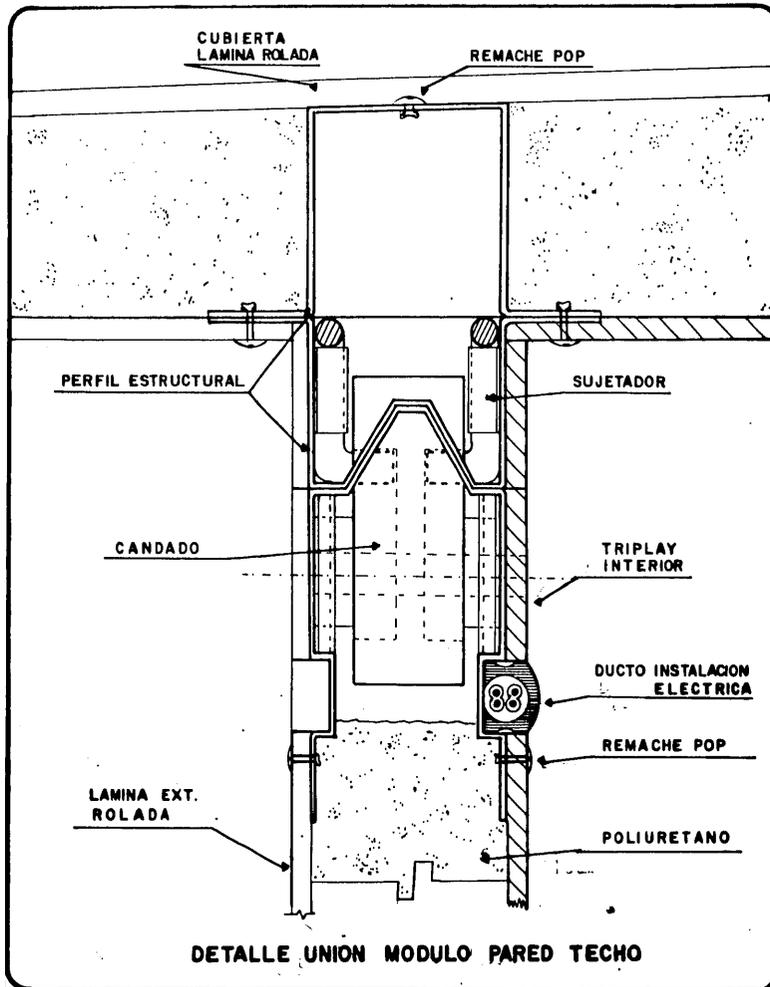
**DETALLE FIJACION VENTANA**

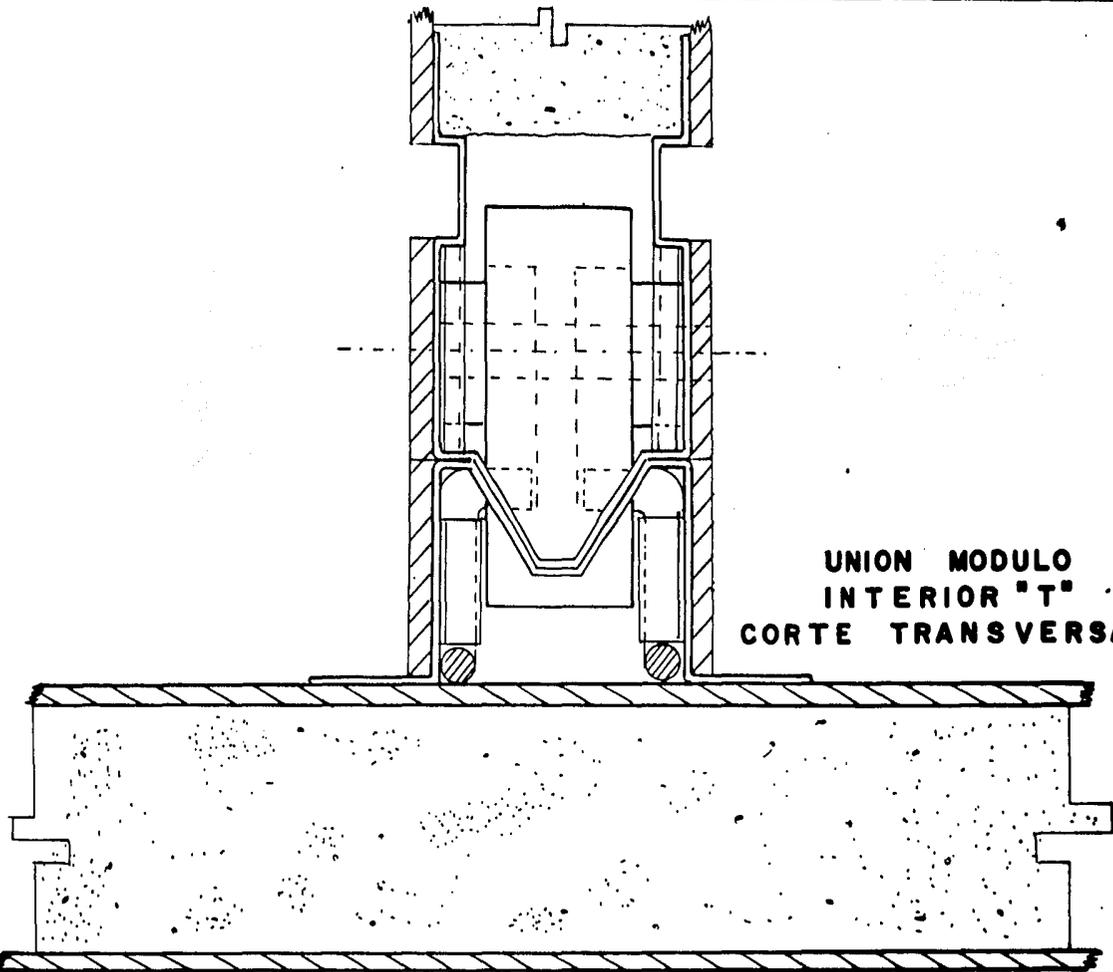


**DETALLE INSTALACION ELECTRICA**

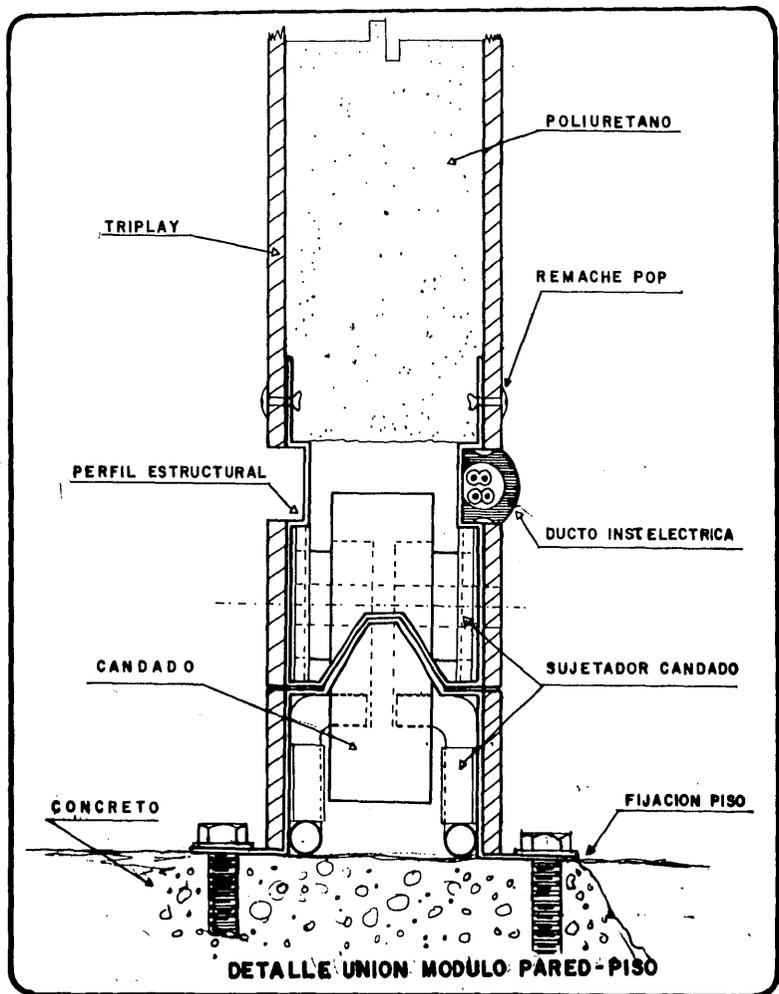


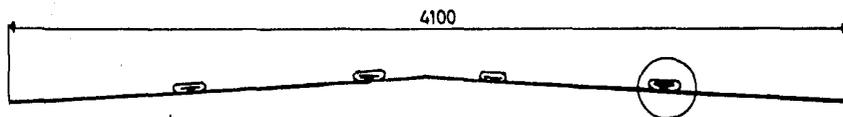
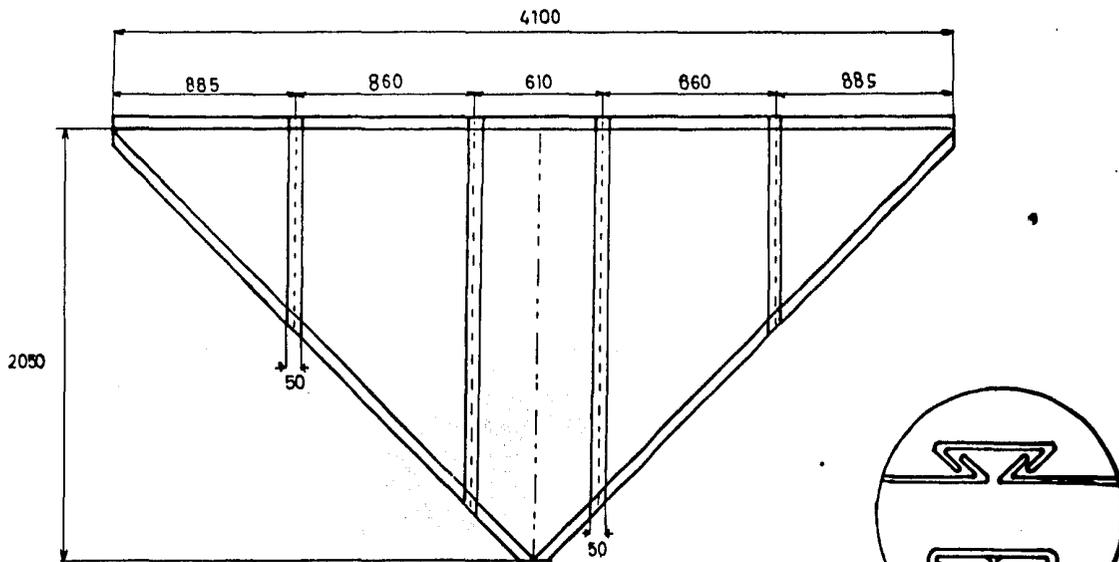
DETALLE UNION MODULOS



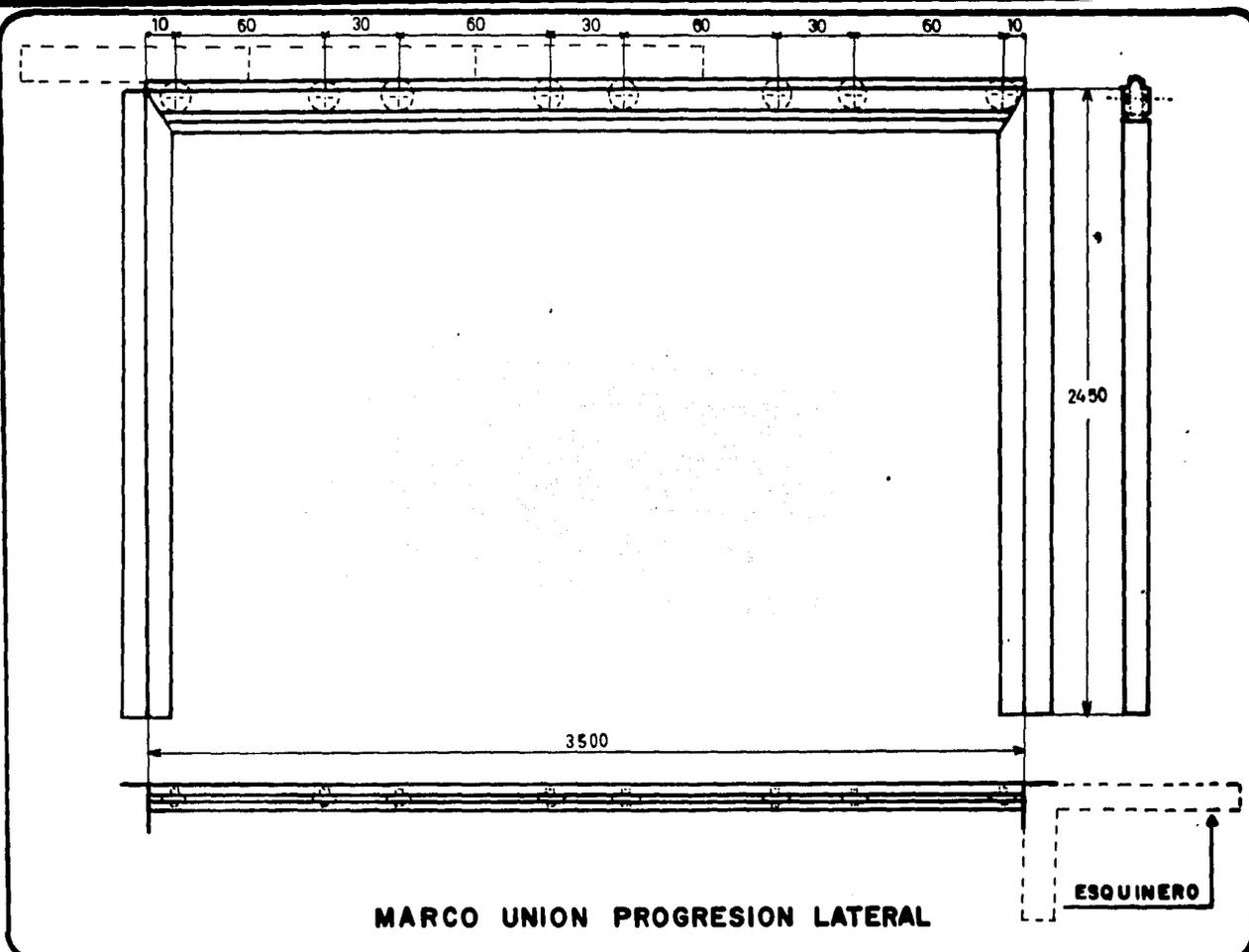


UNION MODULO  
INTERIOR "T"  
CORTE TRANSVERSAL

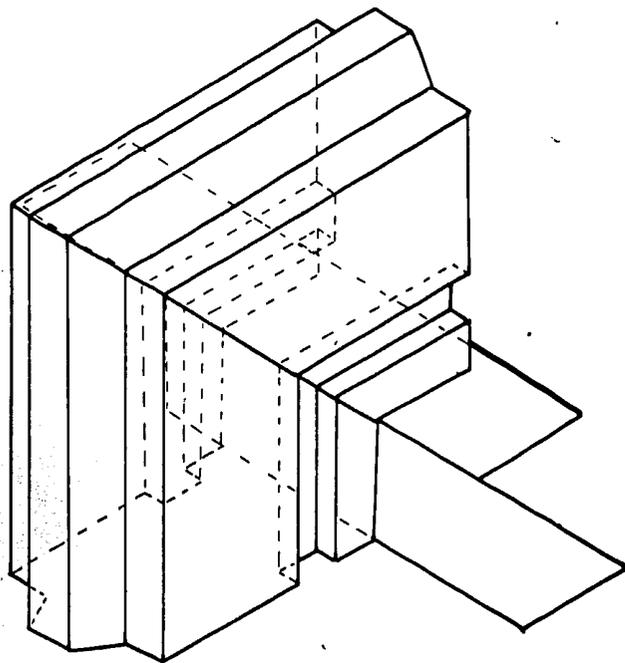




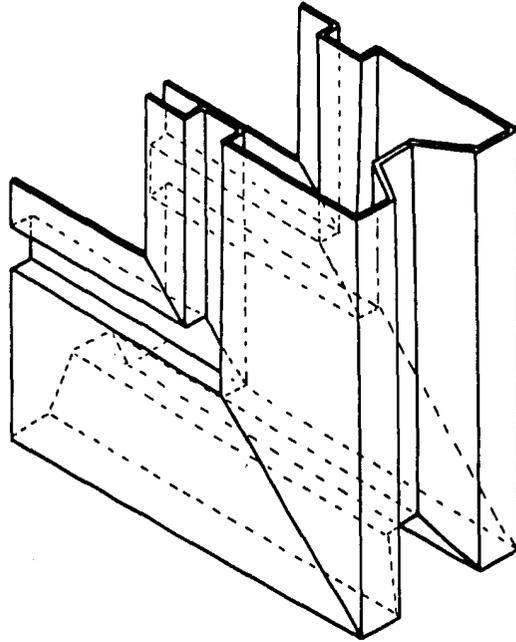
**CUMBRERA UNION PROGRESION  
LATERAL**



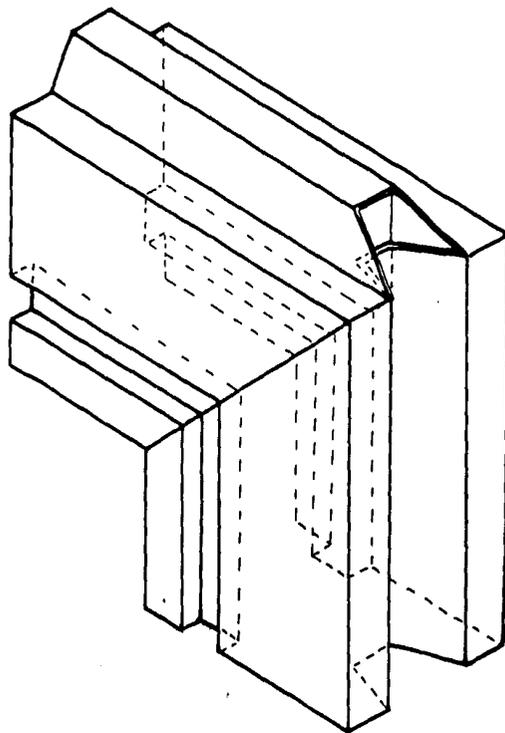
MARCO UNION PROGRESION LATERAL



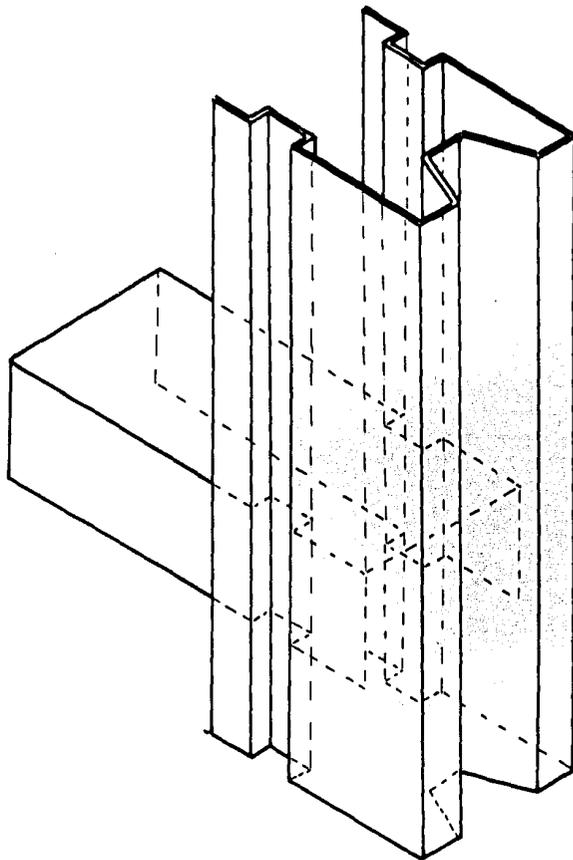
DETALLE MODULO ESQUINA SUP- DER.



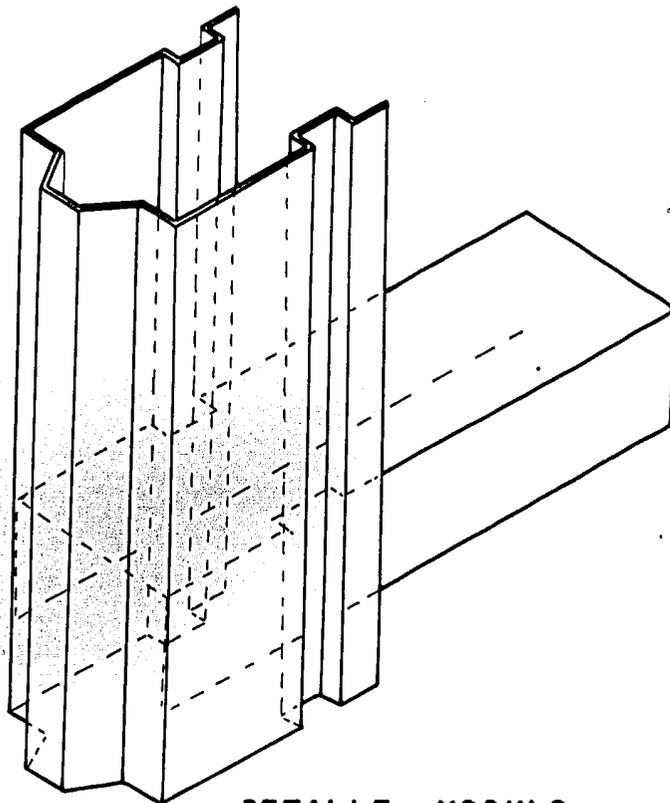
DETALLE MODULO



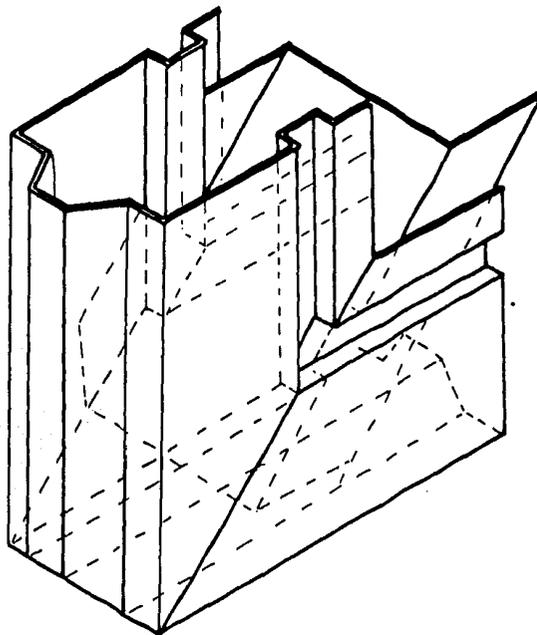
DETALLE MODULO



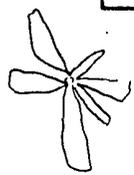
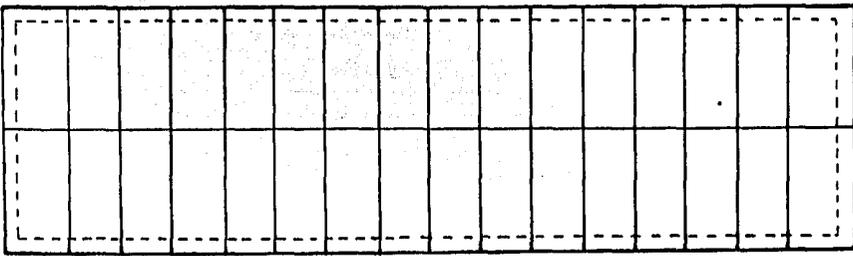
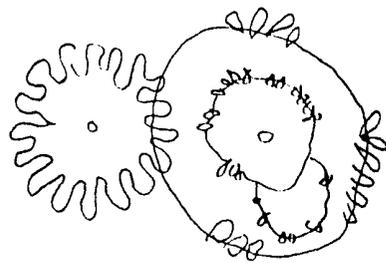
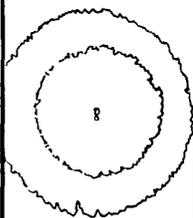
DETALLE MODULO



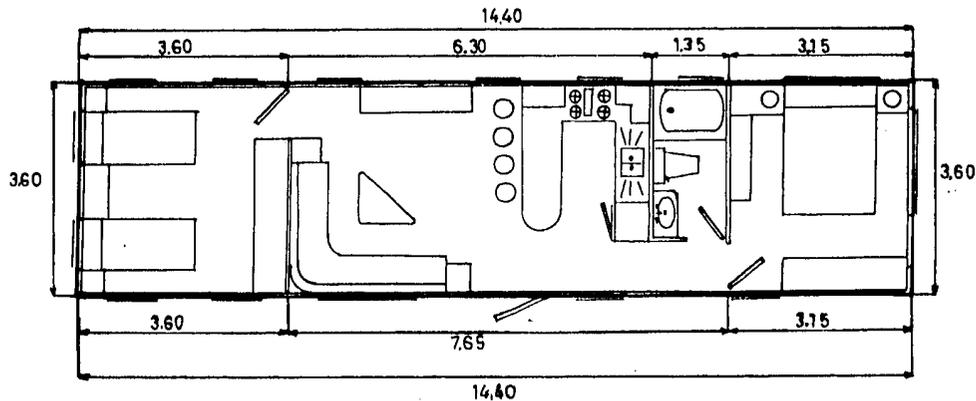
DETALLE MODULO



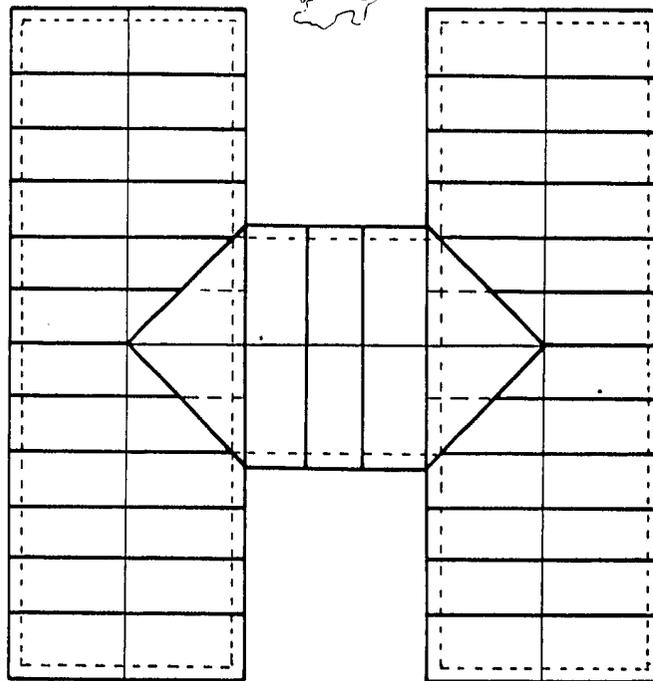
DETALLE MODULO ESQUINA INF - DER



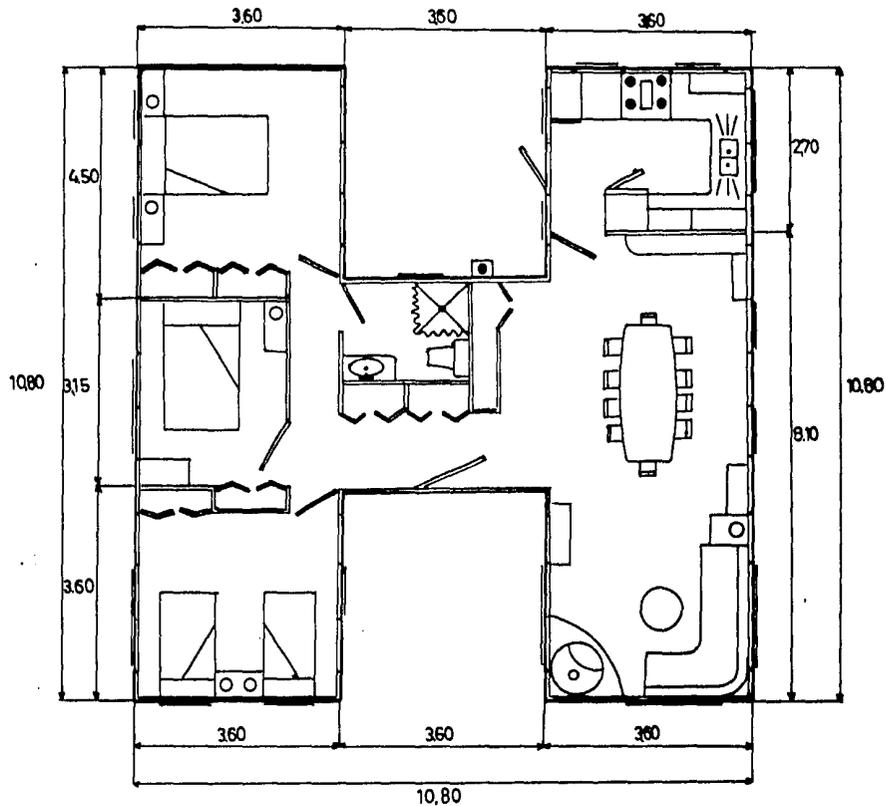
**COLOCACION TECHO CABAÑA UNIFAMILIAR**



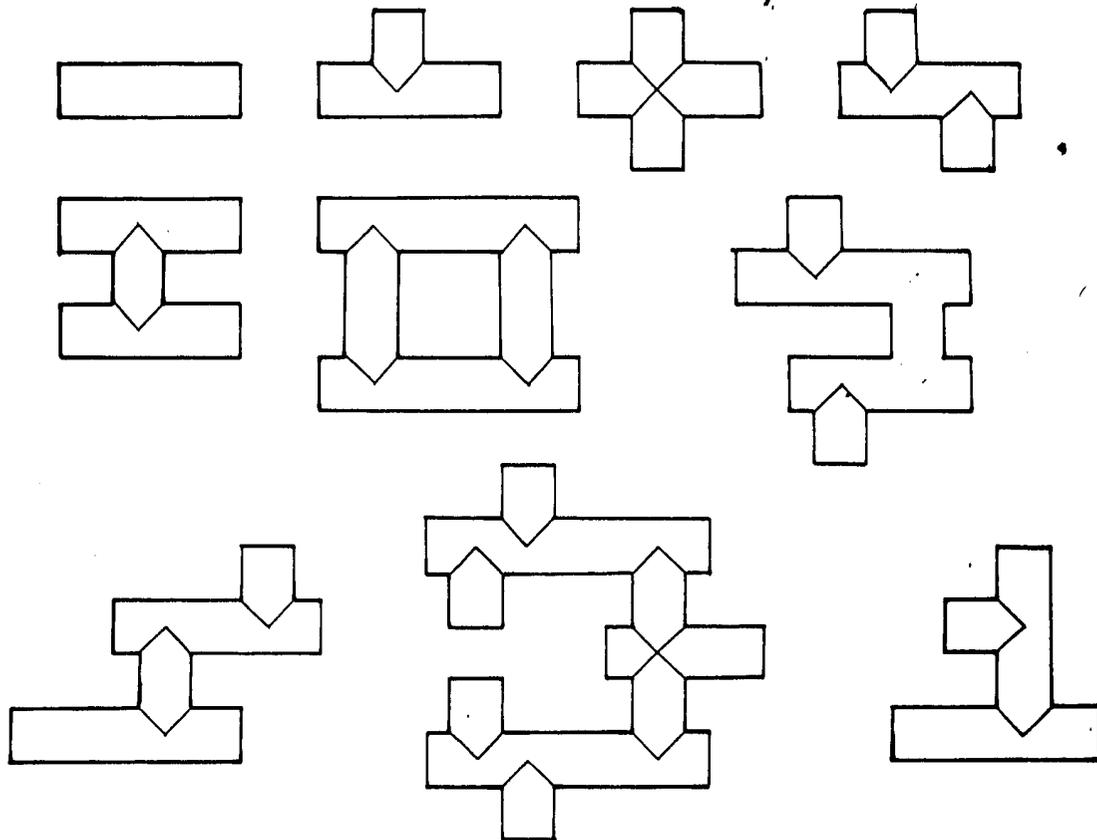
DISTRIBUCION CASA UNIFAMILIAR



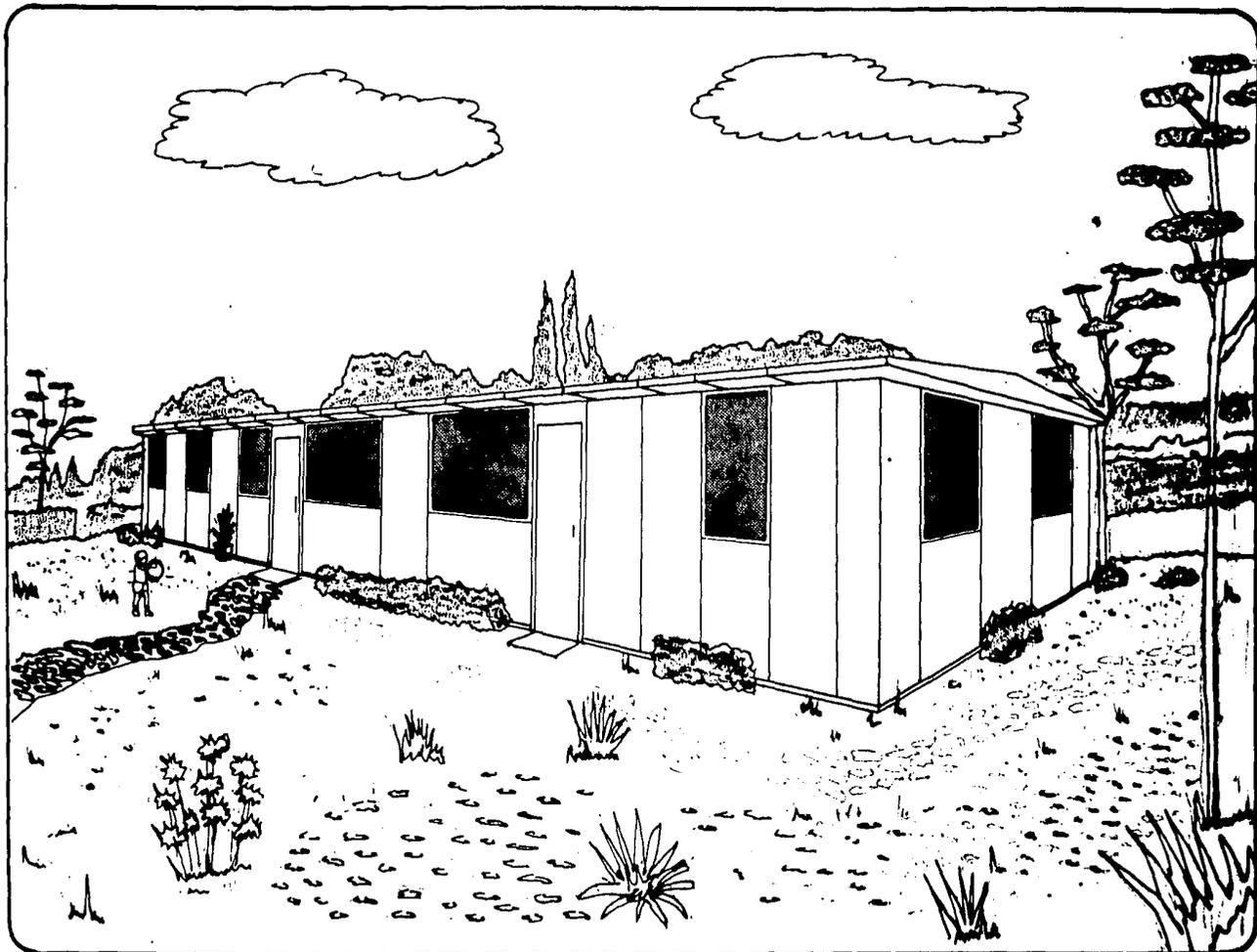
COLOCACION TECHOS  
BUNGALOW



**CASA UNIFAMILIAR O BUNGALOW**



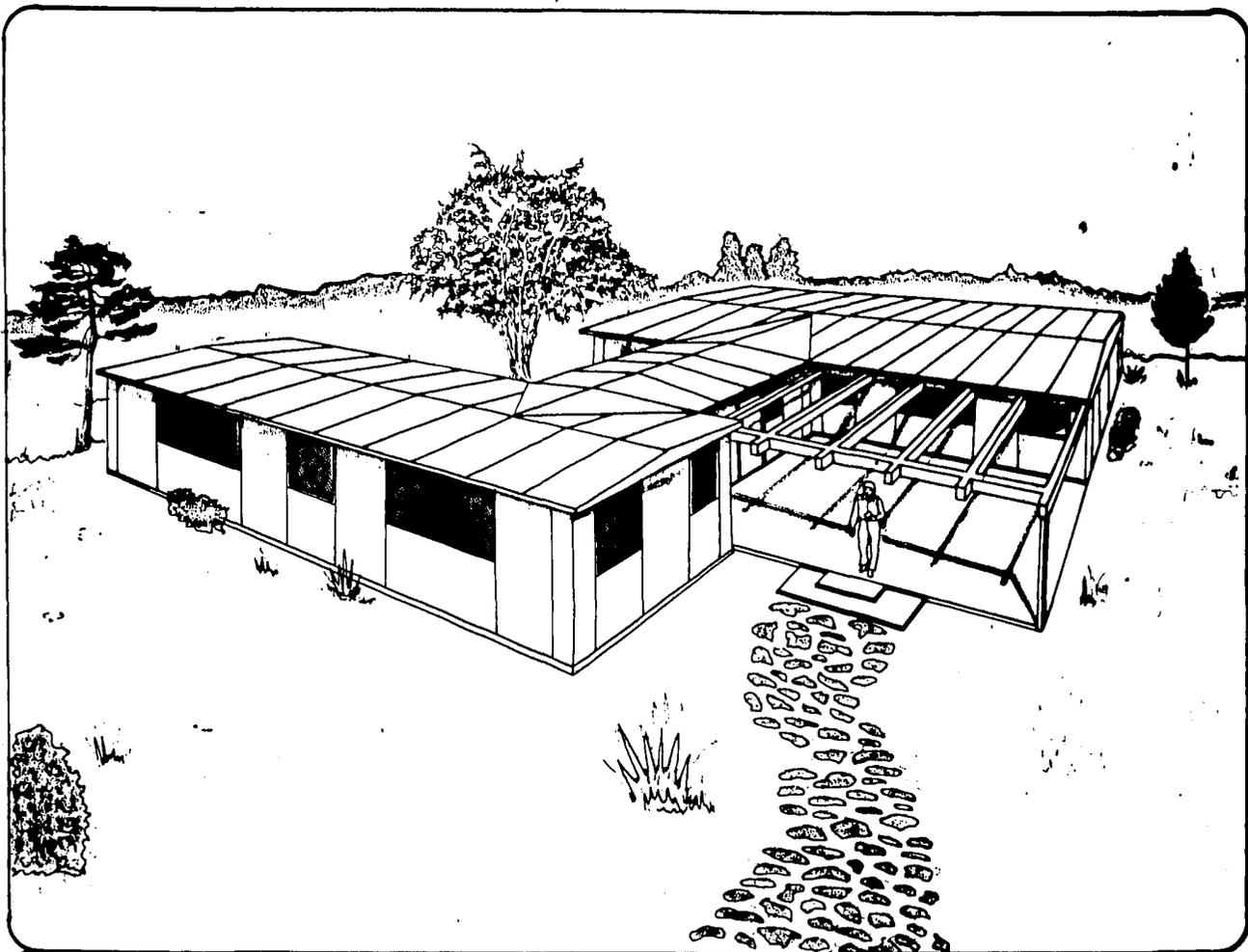
POSIBILIDADES DE PROGREGION

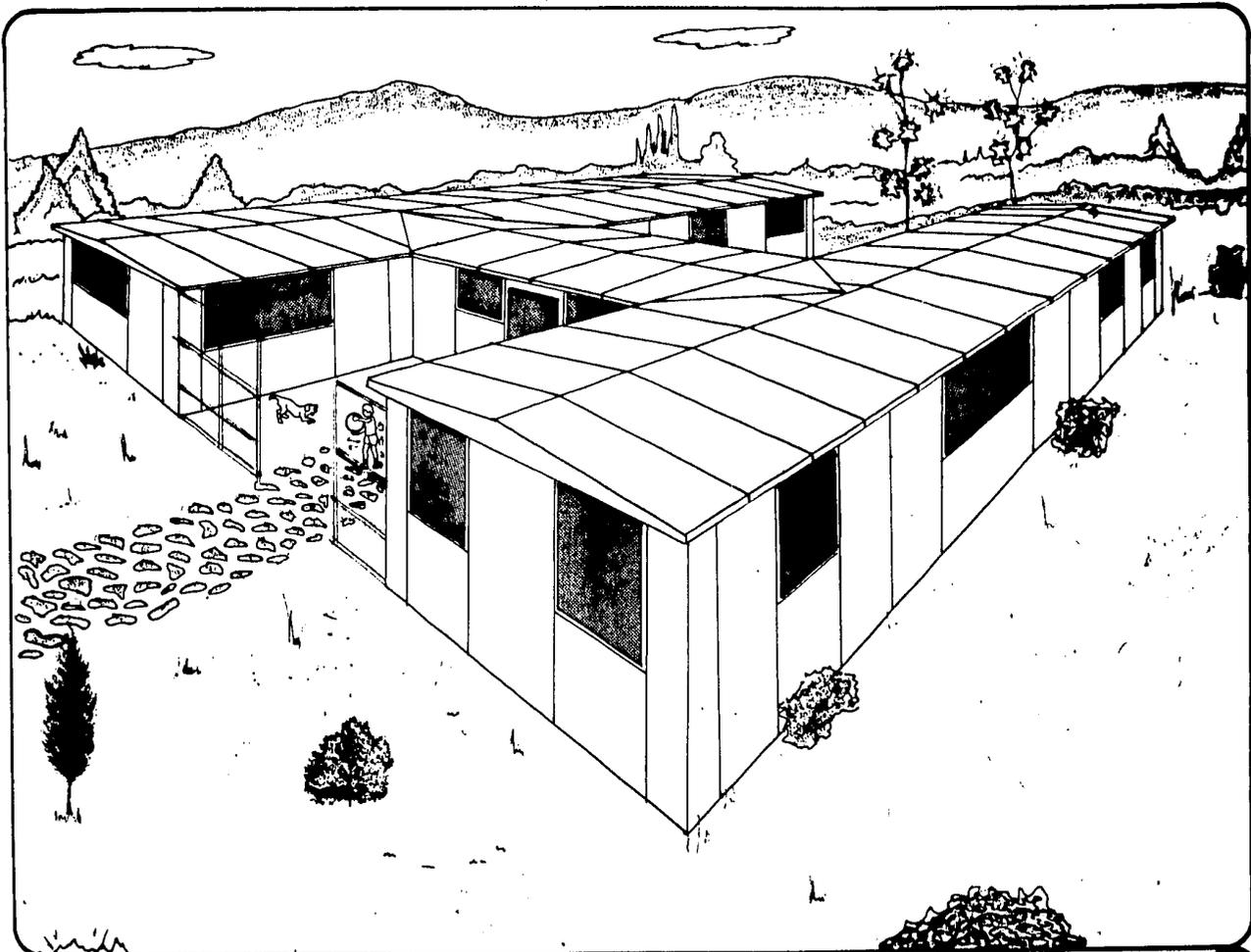


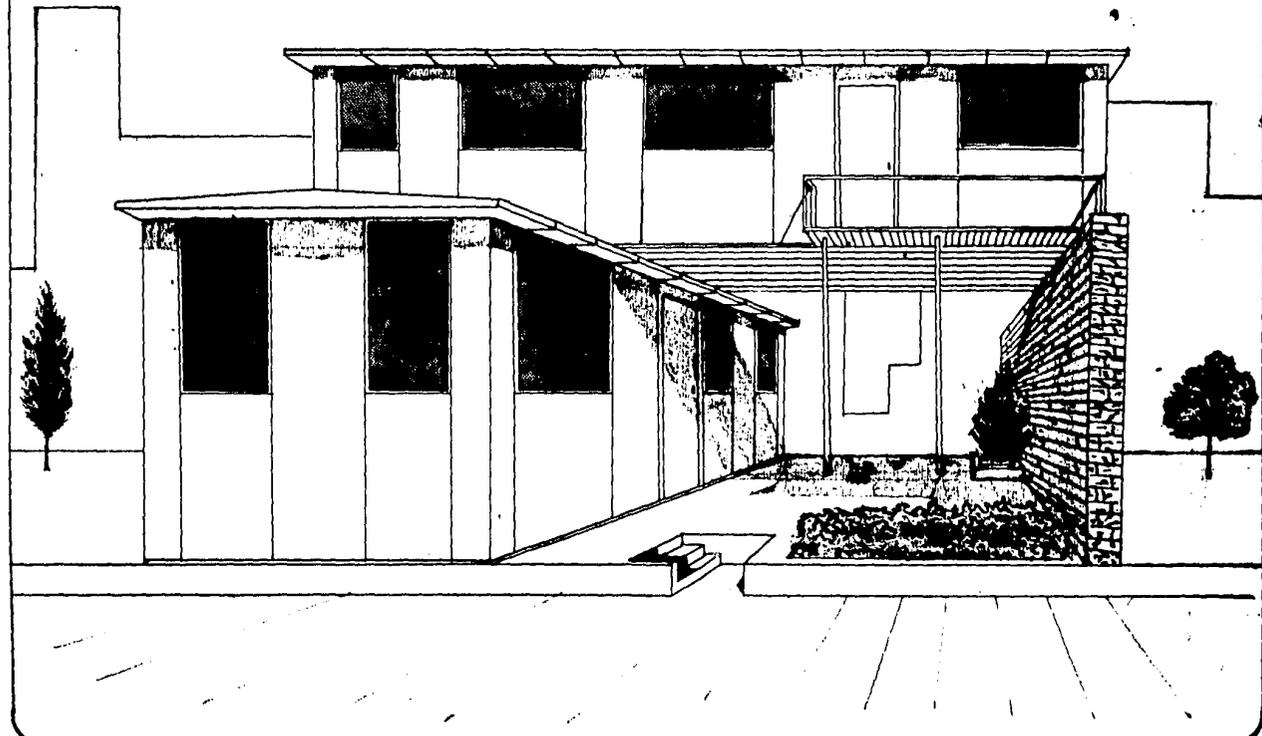
UADI  
unam

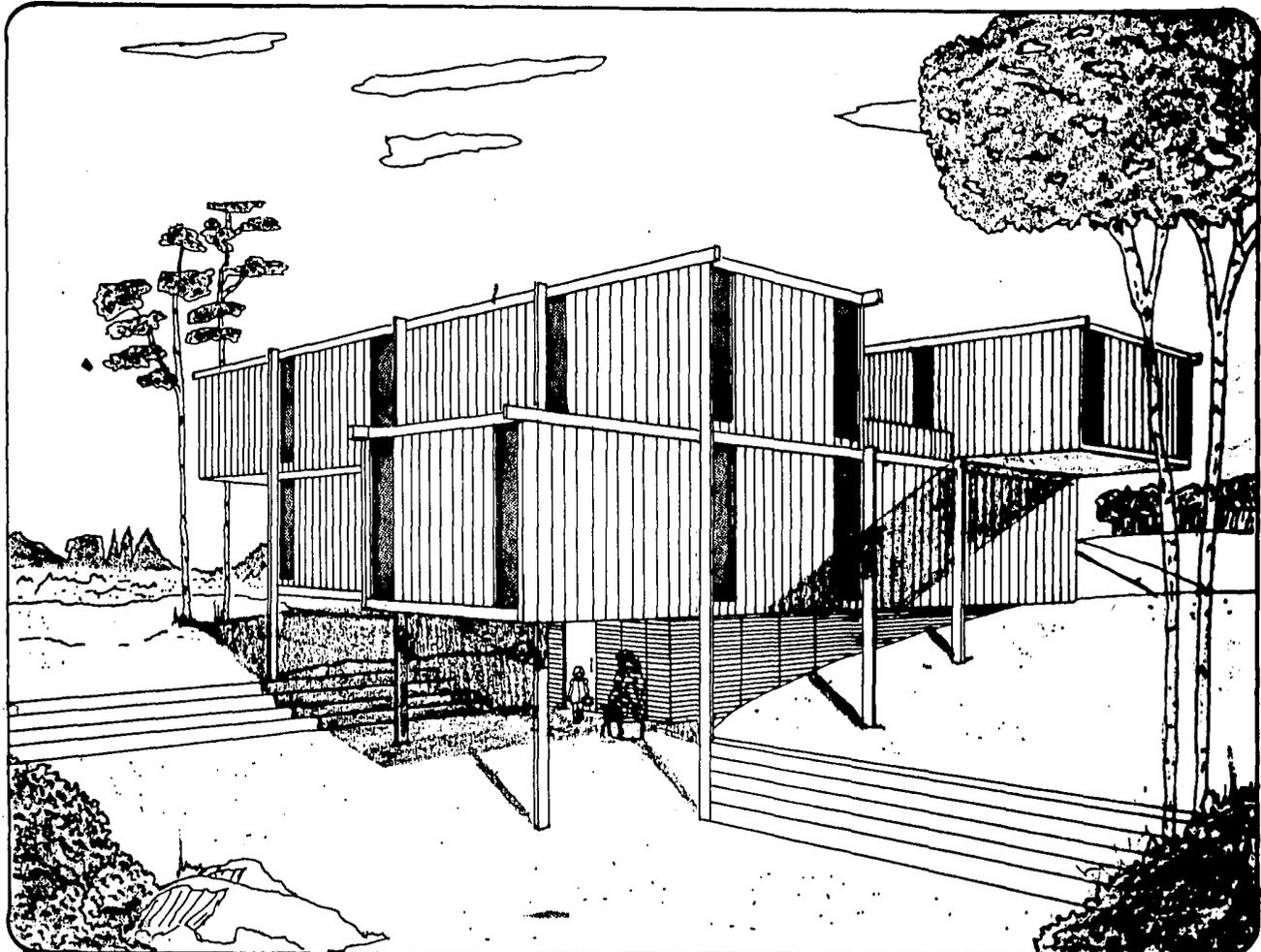
CANDADO CIRCULAR Y MODULOS ESTRUCTURADOS FEDERICO CARDENAS F.

114









UADI  
unam

CANDADO CIRCULAR Y MODULOS ESTRUCTURADOS FEDERICO CARDENAS F.

UNA MIRADA HACIA ATRAS VALE MAS QUE UNA HACIA ADELANTE

ARQUIMEDES.

**Esp. y Procesos**

## TABLA DE ESPECIFICACIONES

## MODULO MURO CHICO

CLAVE	DENOMINACION	CANT	MATERIAL	PROCESO	ACABADO
P01	PERFIL	2	LAMINA GALVANIZADA CAL.16	ROLADO	GALVANIZADO
P02	PERFIL	2	LAMINA CAL.16	ROLADO	GALVANIZADO
P03	PERFIL	2	LAMINA CAL.20	ROLADO	GALVANIZADO
P04	PERFIL	1	LAMINA CAL.20	ROLADO	GALVANIZADO
C01	CANDADO	6	PLASTICO AL.	INYECCION	PLASTICO
C02	PORTA CAND.	12	LAMINA CAL.20	DOBLADO	GALVANIZADO
M01	TRIPLAY	1	MADERA <sup>3mm.</sup> 1.22 X 2.44	CORTADO	PLASTICO
L01	LAMINA EXT.	1	LAMINA GALV. CAL. 2 #	ROLADO	PINTADO EPOX.
D02	CAÑUELA	2	VINIL P.V.C.	EXTRUIDO	PLASTICO
R01	RELLENO	1	POLIURETANO	ESPREADO	ESPUMADO
E01	ESCUADRAS	8	LAMINA CAL.20	CORTADO	PINTADO
A01	REMACHES	16	ALUMINIO	REMACHADO	PINTADO

## TABLA DE ESPECIFICACIONES

## MODULO MURO GRANDE

CLAVE	DENOMINACION	CANT	MATERIAL	PROCESO	ACABADO
P01	PERFIL	2	LAMINA GALVANIZADA CAL. 16	ROLADO	GALVANIZADO
P02	PERFIL	2	LAMINA CAL. 16	ROLADO	GALVANIZADO
P03	PERFIL	1	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
C01	CANDADO	10	PLASTICO AL.	INYECCION	PLASTICO
C02	PORTA CAND.	20	LAMINA CAL. 20	DOBLADO	GALVANIZADO
M01	TRIPLAY	2	MADERA	CORTADO	PLASTICO
L01	LAMINA EXT.	2	LAMINA GALV CAL. 28	ROLADO	PINTADO EPOX
D01	CAÑUELA	2	VINIL	EXTRUIDO	PLASTICO
R01	RELLENO	1	POLIURETANO	ESPREADO	ESPUMADO
E01	ESCUADRAS	8	LAMINA CAL. 16	CORTADO	PINTADO
P04	PERFIL	2	LAMINA CAL. 16	CORTADO	GALVANIZADO
A01	REMACHES	24	ALUMINIO	REMACHADO	PINTADO

# TABLA DE ESPECIFICACIONES      MODULO PUERTA

CLAVE	DENOMINACION	CANT	MATERIAL	PROCESO	ACABADO
P01	PERFIL	2	LAMINA <sup>GALVANIZADA</sup> CAL. 16	ROLADO	GALVANIZADO
P02	PERFIL	1	LAMINA CAL. 16	ROLADO	GALVANIZADO
P03	PERFIL	1	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
P04	PERFIL	3	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
C01	CANDADO	6	PLASTICO	INYECCION	PLASTICO
C02	PORTA CAND.	12	LAMINA CAL. 20	DOBLADO	GALVANIZADO
M01	TRIPLAY	1	MADERA	CORTADO	PLASTICO
L01	LAMINA REC.	1	LAMINA <sup>GALV.</sup> CAL. 26	ROLADO	PINTADO
D01	CAÑUELA	1	VINIL	EXTRUIDO	PLASTICO
R01	RELLENO	1	POLIURETANO	ESPREADO	ESPUMADO
E01	ESCUADRAS	4	LAMINA CAL. 16	CORTADO	PINTADO
A01	REMACHES	12	ALUMINIO	REMACHADO	PINTADO
U01	PUERTA	1	MADERA	COMERCIAL	PINTADO
CH01	CHAPA	1	METAL	COMERCIAL	CROMO
B01	BISAGRA	1	METAL	COMERCIAL	PINTADO

# TABLA DE ESPECIFICACIONES      MODULO VENTANA CHICA

CLAVE	DENOMINACION	CANT	MATERIAL	PROCESO	ACABADO
P01	PERFIL	2	LAMINA GALVANIZADA CAL.16	ROLADO	GALVANIZADO
P02	PERFIL	2	LAMINA CAL.16	ROLADO	GALVANIZADO
P04	PERFIL	1	LAMINA CAL.20	ROLADO	GALVANIZADO
P03	PERFIL	4	LAMINA CAL.20	ROLADO	GALVANIZADO
C01	CANDADO	6	PLASTICO AI	INYECCION	PLASTICO
C02	PORTA CAND	12	LAMINA	DOBLADO	GALVANIZADO
M01	TRIPLAY	1	MADERA	CORTADO	PLASTICO
L01	LAMINA EXT.	1	LAMINA CAL.20	ROLADO	PINTADO
D01	CAÑUELA	2	VINIL	EXTRUIDO	PLASTICO
R01	RELLENO	1	POLIURETANO	ESPREADO	ESPUMADO
E01	ESCUADRAS	8	LAMINA CAL.16	CORTADO	PINTADO
A01	REMACHES	16	ALUMINIO	COMERCIAL	ALUMINIO
V01	VENTANA	1	ALUMINIO	COMERCIAL	ANODIZADO

# TABLA DE ESPECIFICACIONES MODULO VENTANA GRANDE

CLAVE	DENOMINACION	CANT	MATERIAL	PROCESO	ACABADO
P01	PERFIL	2	LAMINA CAL.16	ROLADO	GALVANIZADO
P02	PERFIL	2	LAMINA CAL.16	ROLADO	GALVANIZADO
P03	PERFIL	4	LAMINA CAL.20	ROLADO	GALVANIZADO
P04	PERFIL	1	LAMINA CAL.20	ROLADO	GALVANIZADO
C01	CANDADO	10	PLASTICO AL.	INYECCION	PLASTICO
C02	PORTACAND	20	LAMINA	DOBLADO	GALVANIZADO
M01	TRIPLAY	1	MADERA	CORTADO	PLASTICO
L01	LAMINA EXT	1	LAMINA CAL.20	ROLADO	PINTADO
D01	CAÑUELA	1	VINIL	EXTRUIDO	PLASTICO
R01	RELLENO	1	POLIURETANO	ESPREADO	ESPUMADO
E01	ESCUADRAS	4	LAMINA CAL.16	CORTADO	PINTADO
A01	REMACHES	24	ALUMINIO	COMERCIAL	ALUMINIO
V01	VENTANA	1	ALUMINIO	COMERCIAL	ANODIZADO

# TABLA DE ESPECIFICACIONES      MODULO ESQUINA CHICA

CLAVE	DENOMINACION	CANT	MATERIAL	PROCESO	ACABADO
P01	PERFIL	3	LAMINA CAL. 16	ROLADO	GALVANIZADO
P02	PERFIL	3	LAMINA CAL. 16	ROLADO	GALVANIZADO
P04	PERFIL	2	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
P03	PERFIL	4	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
C01	CANDADO	6	PLASTICO A.I.	INYECCION	PLASTICO
C02	PORTA CAND.	12	LAMINA CAL. 16	DOBLADO	GALVANIZADO
M01	TRIPLAY	1	MADERA	CORTADO	PLASTICO
L01	LAMINA EXT	1	LAMINA CAL. 26	ROLADO	PINTADO
D01	CAÑUELA	2	VINIL	EXTRUIDO	PLASTICO
R01	RELLENO	1	POLIURETANO	ESPREADO	ESPUMADO
E01	ESCUADRAS	8	LAMINA	CORTADO	PINTADO
A02	REMACHES	16	ALUMINIO	REMACHADO	ALUMINIO

# TABLA DE ESPECIFICACIONES      MODULO ESQUINA GRANDE

CLAVE	DENOMINACION	CANT	MATERIAL	PROCESO.	ACABADO
P01	PERFIL	3	LAMINA CAL. 16	ROLADO	GALVANIZADO
P02	PERFIL	3	LAMINA CAL. 16	ROLADO	GALVANIZADO
P03	PERFIL	4	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
P04	PERFIL	2	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
C01	CANDADO	6	PLASTICO AL.	INYECCION	PLASTICO
C02	PORTA CAND.	12	LAMINA CAL. 20	DOBLADO	GALVANIZADO
M01	TRIPLAY	1	MADERA	CORTADO	PLASTICO
L01	LAMINA EXT.	1	LAMINA CAL. 26	ROLADO	PINTADO
D01	CAÑUELA	1	VINIL	EXTRUIDO	PLASTICO
R01	RELLENO	1	POLIURETANO	ESPREADO	ESPUMADO
E01	ESCUADRA	8	LAMINA CAL. 16	CORTADO	PINTADO
A01	REMACHES	16	ALUMINIO	REMACHADO	ALUMINIO

# TABLA DE ESPECIFICACIONES MODULO TECHO CENTRAL

CLAVE	DENOMINACION	CANT	MATERIAL	PROCESO	ACABADO
P06	PERFIL	2	LAMINA CAL.20	ROLADO	GALVANIZADO
P07	PERFIL	2	LAMINA CAL.20	ROLADO	GALVANIZADO
P08	PERFIL	2	LAMINA CAL.20	ROLADO	GALVANIZADO
P09	PERFIL	2	LAMINA CAL.20	ROLADO	GALVANIZADO
P10	PERFIL	1	LAMINA CAL.20	ROLADO	GALVANIZADO
P11	PERFIL	2	LAMINA CAL.20	ROLADO	GALVANIZADO
P12	PERFIL	1	LAMINA CAL.20	ROLADO	GALVANIZADO
P13	PERFIL	1	LAMINA	ROLADO	GALVANIZADO
C01	CANDADO	4	PLASTICO	INYECCION	PLASTICO
C02	PORTACAND.	8	LAMINA CAL.20	DOBLADO	GALVANIZADO
M01	TRIPLAY	2	MADERA	CORTADO	PLASTICO
L01	CUBIERTA	2	LAMINA CAL.20	ROLADO	PINTADO
R01	RELLENO	1	POLIURETANO	ESPREADO	ESPUMADO
A01	REMACHES	50	ALUMINIO	REMACHADO	PINTADO

# TABLA DE ESPECIFICACIONES      MODULO    TECHO    REMATE

CLAVE	DENOMINACION	CANT	MATERIAL	PROCESO	ACABADO
P06	PERFIL	2	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
P07	PERFIL	2	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
P08	PERFIL	2	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
P09	PERFIL	2	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
P10	PERFIL	1	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
P11	PERFIL	2	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
P14	PERFIL	1	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
P15	PERFIL	1	LAMINA CAL. 20	ROLADO	GALVANIZADO
C01	CANDADO	4	PLASTICO	INYECCION	PLASTICO
C02	PORTACAND.	8	LAMINA CAL. 16	DOBLADO	GALVANIZADO
M01	TRIPLAY	2	MADERA	CORTADO	PLASTICO
L01	CUBIERTA	2	LAMINA CAL. 20	ROLADO	PINTADO
R01	RELLENO	1	POLIURETANO	ESPREADO	ESPUMADO
A01	REMACHES		ALUMINIO	REMACHADO	PINTADO

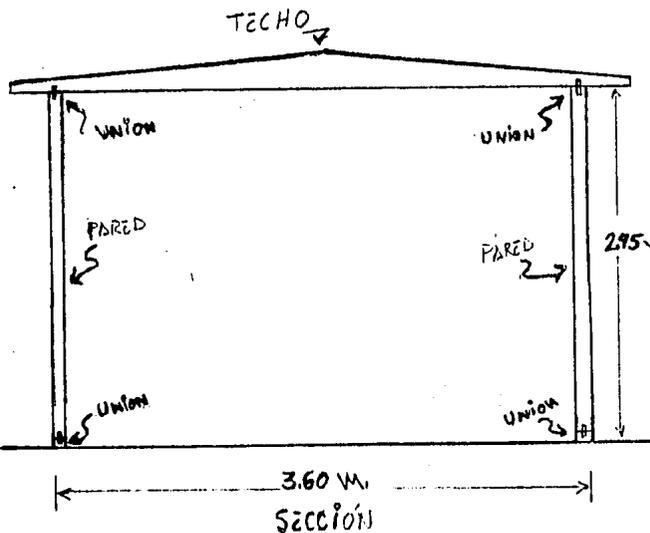
YA SE HA PENSADO EN TODO; LO DIFICIL ES PENSAR EN ALGO POR SEGUNDA VEZ.

G O E T H E

Memoria de cálculo

CALCULO ESTRUCTURAL  
MODULOS ESTRUCTURALES

LAMINA ACERO CAL 22	6.10 Kg/m <sup>2</sup>
AISLANTE DE ESPUMA DE POLIURETANO	35 Kg/m <sup>3</sup>
TRIPLAY DE 6 mm	5.4 Kg/m <sup>2</sup>
EMPUJE LATERAL DEL VIENTO	50 Kg/m <sup>2</sup>
CARGA VIVA SOBRE TECHOS	100 Kg/m <sup>2</sup>

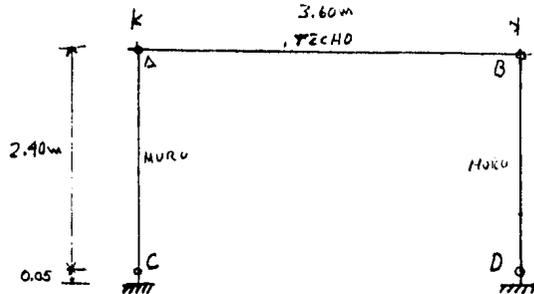


## CARGA PARA TECHOS

LAMINA	6.10 Kg/m <sup>2</sup>
AISLANTE 35 X 0.10	3.5 Kg/m <sup>2</sup>
TRIPLAY	5.4 Kg/m <sup>2</sup>
CARGA VIVA	100.00 Kg/m <sup>2</sup>
	<hr/>
	115.00 Kg/m <sup>2</sup>
PESO PROPIO ESTRUCTURA	+ 15%
	<hr/>
TOTAL	= 132.25 Kg/m <sup>2</sup>
	≈ 135 Kg/m <sup>2</sup>

## CARGA PARA MUROS

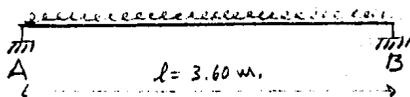
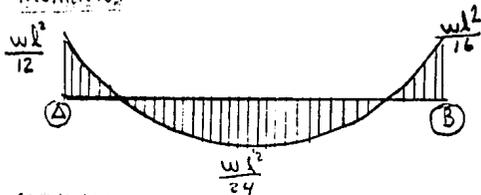
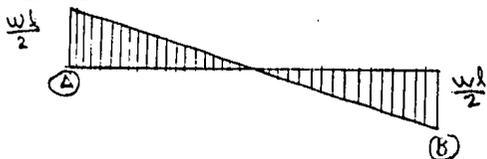
LAMINA	6.10 Kg/m <sup>2</sup>
AISLANTE	1.80 Kg/m <sup>2</sup>
TRIPLAY	5.40 Kg/m <sup>2</sup>
	<hr/>
	13.30 Kg/m <sup>2</sup>
ESTRUCTURA	19.20 Kg/m <sup>2</sup>
15% MUROS +	<hr/>
TECHO	32.50 Kg/m <sup>2</sup>



DIAGRAMA

TECHO

$$wT = 133 \text{ Kg/m}^2$$

MOMENTOSCORTANTE

CONDICIONES DE APOYO

PARA LOS NUDOS "A" Y "B" SE CONSIDERA UN EMPOTRAMIENTO IGUAL AL DOBLE DEL MOMENTO EN EL CENTRO DEL CLARO.

PARA LAS UNIONES "C" Y "D" CONSIDERAMOS 100% DE CONTINUIDAD.

EL MODULO ESTRUCTURAL TIENE 90cm POR TANTO CALCULEMOS UNA SECCION DE IGUAL PROFUNDIDAD.

$$W = \text{CARGA} \times \text{VIENTO LINEAL}$$

$$W = 133 \times 0.9 = 120 \text{ Kg/m}$$

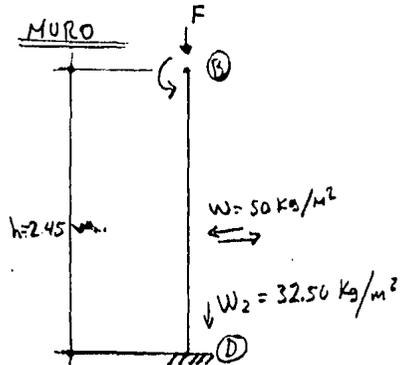
MOMENTO = M

$$M \text{ APOYOS} = \frac{w l^2}{12} = 129.60 \text{ kg/m}$$

$$M \text{ CENTRO} = \frac{w l^2}{24} = 64.80 \text{ Kg/m}$$

CORTANTE = V

$$V = \frac{w l}{2} = \frac{120 \times 3.60}{2} = 215 \text{ Kg}$$



LAS FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE LOS MUROS SERAN

$$F = \text{CARGA DEL TECHO} = 216 \text{ Kg/90 cm}$$

$$M = \text{MOMENTO DE EMPOTREMIENTO DEL TECHO} 97.20 \text{ Kg/m}$$

$$W_1 = \text{CARGA POR VIENTO EN AMBOS SENTIDOS} 50 \text{ Kg/m} \times 90 \text{ cm PROF.} = 45 \text{ Kg/m LINEAL}$$

$$W_2 = \text{CARGA POR PESO PROPIO DEL PANEL} = 32.50 \text{ Kg/m}^2$$

#### CARGA SOBRE EL TERRENO

$$\text{PESO PROPIO} = 32.50 \times 0.9 \times 2.45 = 71.67 \text{ Kg}$$

$$\text{CARGA TECHO} = \underline{216.00 \text{ Kg}}$$

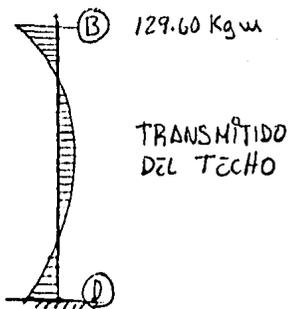
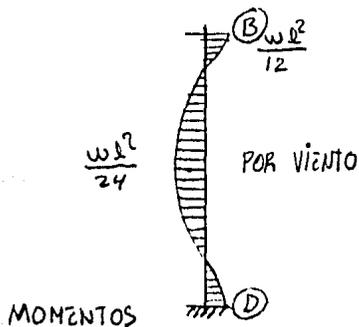
$$287.67 \text{ Kg}$$

$$\frac{287.67}{0.90}$$

$$= 319.63 \text{ Kg/m LINEAL}$$

$$0.90$$

$$320 \text{ Kg/m LINEAL}$$



#### MOMENTOS

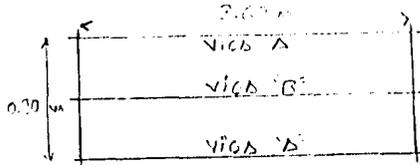
$$M \text{ APOYOS} = \frac{w_1 l^2}{12} = \frac{45 \times (2.45)^2}{12} = \underline{22.50 \text{ Kg m}}$$

$$M \text{ CENTRO} = \frac{w_1 l^2}{24} = 11.25 \text{ Kg/m}$$

MOMENTO TOTAL EN APOYO B

$$M \text{ TECHO} + M \text{ VIENTO} = 129.60 + 22.50 = \underline{\underline{152.10 \text{ Kg/m}}}$$

## SECCION VIGAS TECHO



## MOMENTOS ACTUALES

APOYOS = 12960 Kg/m

CENTRO = 6480 Kg/m

	VIGA A	VIGA B
APOYO	3240	6480
CENTRO	1620	3240

MOMENTO ACTUANTE = MOMENTO DE INERCIA X ESFUERZO DE TRABAJO DE MATERIAL  
DISTANCIA DEL EJE NEUTRO A LA FIBRA MAS ALEJADA DE -  
LA PIEZA.

$$MA = \frac{I \times C}{C}$$

$$I = \frac{Ma \times C}{C}$$

$$= 1,200 \text{ Kg/cm}^2$$

C = 5 cm EN EL CENTRO

2.5 cm EN EL APOYO

I APOYO

$$\text{VIGA A} = \frac{3240 \times 2.5}{1200} = 6.75 \text{ cm}^4$$

I CENTRO

$$\text{VIGA A} = \frac{1620 \times 5}{1200} = 6.75 \text{ cm}^4$$

I APOYO

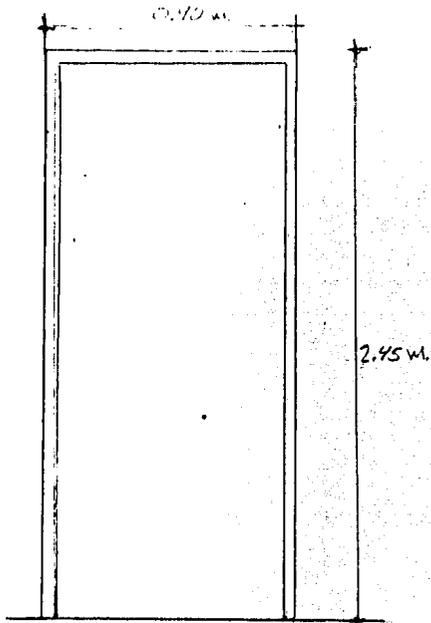
$$\text{VIGA B} = \frac{6480 \times 2.5}{1200} = 13.5 \text{ cm}^4$$

I CENTRO

$$\text{VIGA B} = \frac{3240 \times 5}{1200} = 13.5 \text{ cm}^4$$

(VERIFICAR QUE LOS MOMENTOS DE INERCIA NECESARIOS SEAN MENORES A LOS QUE  
DAN LOS PERFILES)

## SECCION VIGAS MURO



## MOMENTOS ACTUANTES

EN ESTE CASO SE TOMA EL MAYOR QUE ES EL APOYO SU  
PERIOR Y ES IGUAL A:

$$M_A = 15210 \text{ Kg/cm} \div 2$$

$$M_A = 7605 \text{ Kg/cm}$$

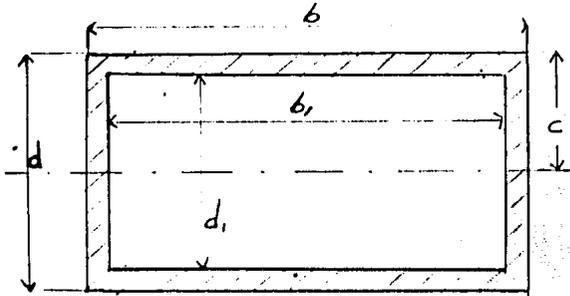
LAS VIGAS "A" Y "B" ESTAN EN IGUAL CONDICION ES-  
TRUCTURAL.

$$M_A \text{ EN APOYOS} = 7605 \text{ Kg/cm}$$

$$= 1200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I = \frac{M_a \cdot C}{1200} = \frac{7605 \times 2,5}{1200} \quad C = 2,5 \text{ cm}$$

$$I = 15,84 \text{ cm}^4$$



$$\begin{aligned}
 b &= 10 \text{ cm} \\
 b_1 &= 9.75 \text{ cm} \\
 d &= 5 \text{ cm} \\
 d_1 &= 4.75 \\
 &= 1200 \text{ Kg/cm} \\
 c &= 2.5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$I = \frac{bd^3 - b_1d_1^3}{12}$$

$$I = \frac{10 (5)^3 - 9.75 (4.75)^3}{12}$$

$$I = \frac{1250 - 1044.92}{12} = \frac{205.07}{12}$$

$$I = 17.08 \text{ Kg/cm}$$

$$M_r = \frac{I}{c}$$

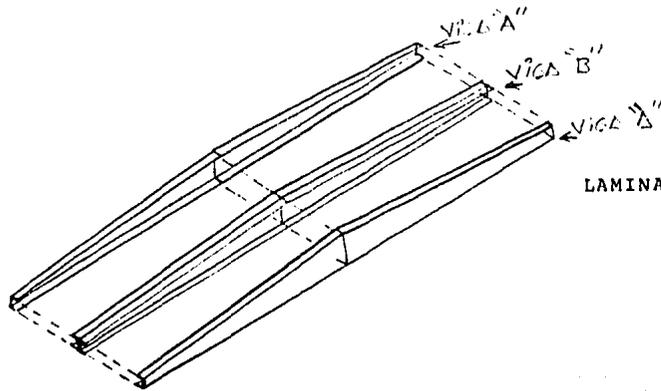
$$M_r = \frac{1200 \text{ Kg/cm} \cdot 17.08 \text{ Kg/cm}}{2.5}$$

$$M_r = 8202.96 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S = \frac{I}{c} \quad S = \frac{17.08}{2.5} \quad S = 6.83 \text{ cm}$$

$$M_r = 1200 \text{ Kg/cm} \quad 6.83 \text{ cm}$$

$$M_r = 8198.4 \text{ Kg/cm}$$



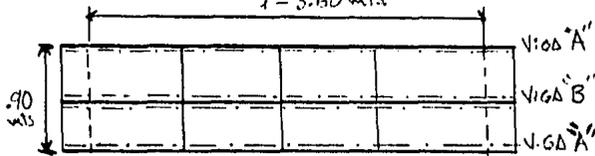
DATOS.

LAMINA CAL. 22 = 6.10 Kg/m<sup>2</sup>  
 l = 3.60 mts.  
 Wv = 100 Kg/m<sup>2</sup>  
 T = 1200 Kg/m<sup>2</sup>

Wv = CARGA VIVA  
 Wm = CARGA MUERTA  
 Wv + Wm = W  
 Wt = CARGA TOTAL  
 Wa = CARGA POR AREA

W(m1) = 100 Kg/m<sup>2</sup> (.90 m) = 90 Kg/m  
 Wa = 6.10 Kg X 0.9 m = 5.49 Kg/m  
 Wt = Wv + Wa = 90 + 5.49 = 95.49 Kg/m  
 Wt = PARA VIGA "A" =  $\frac{95.5}{4}$  = 23.87 Kg/m  
 Wt = PARA VIGA "B" =  $\frac{95.5}{2}$  = 47.75 Kg/m

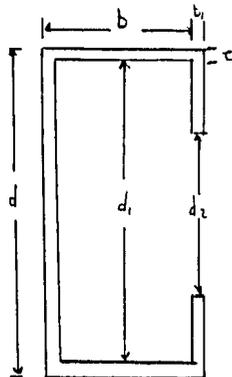
DISTANCIA ENTRE APOYOS.  
 l = 3.60 mts.



CONDICIONES DE APOYO:

PARA EL DISEÑO SE CONSIDERA LIBREMENTE APOYADO EN LOS EXTREMOS IRA SUJETO CON CANDADOS CIRCULARES - PARA LO CUAL SE CONSIDERA UN SEMIEMPOTRAMIENTO -- IGUAL A LA MITAD DEL MOMENTO MAXIMO

MOMENTOS MAXIMOS EN EL CENTRO =  $\frac{Wl^2}{8}$



$$\text{MOMENTOS MAXIMOS EN EL APOYO} = \frac{w_1^2}{16}$$

VIGA A

$$b = 4.84 \text{ cm.} \quad I = \frac{t \cdot d^3}{3} + \frac{b (d^3 - d_1^3)}{12} + \frac{d^3 - d_2^3}{12}$$

$$d = 12 \text{ cm}$$

$$d_1 = 11.84 \text{ cm}$$

$$b_1 = .076 \text{ cm}$$

$$d_2 = 10 \text{ cm}$$

$$t = .076 \text{ cm}$$

$$Q = 1200 \text{ Kg cm}$$

$$c = d$$

$$I = 43.77 + 27.50 + 4.61$$

$$I = 75.89 \text{ Kg cm.}$$

CENTRO

$$M_r = \frac{T \cdot I}{c}$$

$$M_r = \frac{1200 \cdot 75.89}{12} \quad M_r = 7589 \text{ Kg cm}$$

$$c$$

$$b = 4.84 \text{ cm}$$

$$d = 6 \text{ cm}$$

$$d_1 = 4.84 \text{ cm}$$

$$b_1 = .076 \text{ cm}$$

$$d_2 = 3 \text{ cm}$$

$$t = .076 \text{ cm}$$

$$c = 4$$

$$Q = 1200 \text{ kg cm}$$

$$M_r = \frac{T \cdot I}{c}$$

$$c$$

$$I = \frac{.076 (5)^3}{3} + \frac{4.84 (5^3 - 4.84)}{12}$$

$$.076 (5^3 - 3^3)$$

$$12$$

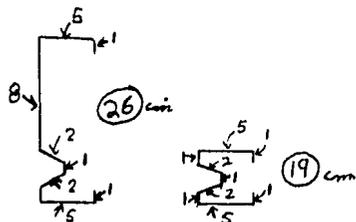
$$I = 3.16 + 4.68 + 0.62$$

$$I = 8.47 \text{ Kg cm.}$$

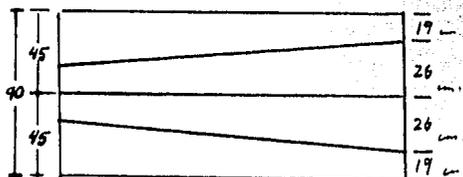
$$M_r = \frac{1200 \cdot 8.41}{5}$$

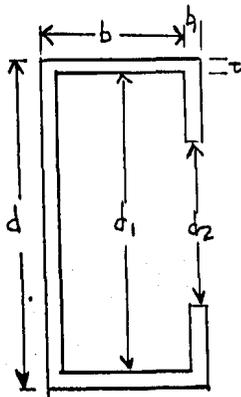
$$5$$

$$M_r = 2032.8 \text{ Kg cm}$$

APOYO

DESARROLLO





$$c = .076 \text{ cm} \quad I = \frac{c \cdot d^3}{3} + \frac{b(d^3 - d_1^3)}{12} + \frac{b_1(d^3 - d_2^3)}{12}$$

$$d = 12 \text{ cm}$$

$$b = 5.84 \text{ cm} \quad I = \frac{.076(12^3)}{3} + \frac{5.84(12^3 - 11.84^3)}{12} +$$

$$d_1 = 11.84 \text{ cm} \quad \frac{.076(12^3 - 8^3)}{12}$$

$$d_2 = 8 \text{ cm}$$

$$b_1 = .076 \text{ cm}$$

$$c = \quad I = 43.77 + 33.19 + 7.70$$

$$\nabla = 1200 \text{ Kg cm} \quad I = 84.66 \text{ Kg cm}$$

$$Mr = \frac{\nabla \cdot I}{C} \quad Mr = 1200 \times 84.66 = 84.66 \times 2 = 16933.84 \text{ Kg}$$

$$C \quad Mr = 16933.84 \text{ Kg cm} \quad \text{CENTRO}$$

$$c = .076 \text{ cm} \quad I = \frac{.076(12)^3}{3} + \frac{5.84(5^3 - 5.84^3)}{12} +$$

$$d = 5 \text{ cm} \quad \frac{.076(5^3 - 3^3)}{12}$$

$$b = 5.84 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5.84 \text{ cm}$$

$$d_2 = 3 \text{ cm}$$

$$I = 43.7 + (-36.09) + 0.62$$

$$b_1 = .076 \text{ cm} \quad I = 8.23 \text{ Kg/cm}$$

$$c = d$$

$$\nabla = 1200 \text{ Kg cm} \quad Mr = \frac{1200 \times 8.23}{5} = 195.2$$

$$Mr = \frac{\nabla \cdot I}{C} \quad Mr = 195.2 \times 2$$

$$C \quad Mr = 390.4 \text{ Kg cm} \quad \text{APOYO}$$

## CALCULO DE MOMENTOS PARA VIGAS "A" Y "B"

$$\text{VIGA "A"} \quad \text{CENTRO} = \frac{w_1^2}{8} = \frac{23.87 (3.60)^2}{8} = \frac{23.87 \times 12.96}{8} = 38.66 \text{ Kg m}$$

$$\text{APOYO} = \frac{w_1^2}{16} = \frac{23.87 (3.60)^2}{16} = \frac{23.87 \times 12.96}{16} = 19.33 \text{ Kg m}$$

$$\text{VIGA "B"} \quad \text{CENTRO} = \frac{w_1^2}{8} = \frac{47.75 (3.60)^2}{8} = \frac{47.75 \times 12.96}{8} = 77.35 \text{ Kg m}$$

$$\text{APOYO} = \frac{w_1^2}{16} = \frac{47.75 (3.60)^2}{16} = \frac{47.75 \times 12.96}{16} = 38.67 \text{ Kg m}$$

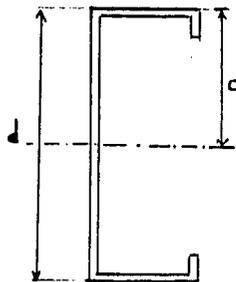
## SIMBOLOGIA:

M = MOMENTO RESISTENTE = Kg  
 Fb = ESFUERZO DE TRABAJO =  $1200 \text{ Kg/m}^2$   
 I = MOMENTO DE INERCIA =  $\text{cm}^4$   
 C = DISTANCIA DEL EX -  
 TREMO AL EJE NEUTRO = cm

## CALCULO DE SECCION EN EL CENTRO POR LA FORMULA DE LA FLEXION.

$$\begin{aligned} M_r &= 3866 \text{ Kg cm}^2 \\ F_b &= 1200 \text{ Kg/cm}^2 \\ c &= d/2 = 6 \text{ cm} \\ I &= \end{aligned}$$

$$I = \frac{M_r}{F_b} = \frac{3866 (6)}{1200} = 19.33 \text{ cm}^4$$



VIGA "A"

$$\begin{aligned} M_r &= 1933 \text{ Kg cm}^2 \\ F_b &= 1200 \text{ Kg/cm}^2 \\ c &= d/2 = 6 \text{ cm} \\ I &= \end{aligned}$$

$$I = \frac{M_r}{F_b} = \frac{1933 (6)}{1200} = 9.66$$

$$\frac{\text{CENTRO}}{I} = 19.33 \text{ cm}^4$$

$$\frac{\text{APOYO}}{I} = 9.66 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned} M_r &= 7735 \text{ Kg cm}_2 \\ F_b &= 1200 \text{ Kg/cm} \\ C &= d/2 = 6 \text{ cm} \\ I &= ? \end{aligned}$$

$$I = \frac{M_r}{F_b} = \frac{7735 (6)}{1200} = 38.67 \text{ cm}^4$$

$$\frac{\text{CENTRO}}{I = 38.67 \text{ cm}^4}$$

$$\begin{aligned} M_r &= 3867 \text{ Kg cm} \\ F_b &= 1200 \\ C &= d/2 = 6 \text{ cm} \\ I &= ? \end{aligned}$$

$$I = \frac{M_r}{F_b} = \frac{3867 (6)}{1200} = 19.33 \text{ cm}^4$$

$$\frac{\text{APOYO}}{I = 19.33 \text{ cm}^4}$$

### MOMENTO ACTUANTE VIGA "A"

$$t \times l = 3.60 \times .22 = 0.79$$

$$\frac{0.79}{3.60} = 0.22 \text{ Mt.} \times 100 \text{ Kg} = 22 \text{ Kgm}$$

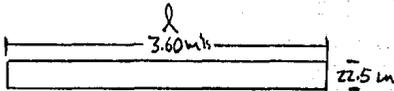
$$M_a = \frac{22 (3.60)^2}{8}$$

$$M_a = 35.64 \text{ Kg m} \times 100 \text{ Kg}$$

$$M_a = 3564 \text{ Kg m} \quad \text{CENTRO}$$

$$M_a = \frac{22 (3.60)^2}{16}$$

$$M_a = 1782 \text{ Kg cm} \quad \text{APOYO}$$



$$l = 3.60 \text{ mts}$$

$$W = 100 \text{ Kg/m}^2$$

## MOMENTO ACTUANTE VIGA "B"

$$t \times l = 3.60 \times .45 = 1.62 \text{ Mts.}^2$$

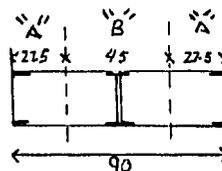
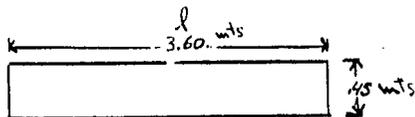
$$\frac{1.61}{3.10} = .45 \text{ Mts.} \times 100 \text{ Kg/m} = 45 \text{ Kg m}$$

$$M_a = 45 \text{ Kg} (3.60)^2 \text{ m} = 72.9 \text{ Kg m} \times 100$$

$$M_a = 7290 \text{ Kg cm} \quad \underline{\text{CENTRO}}$$

$$M_a = \frac{45 \text{ Kg} (3.60)^2}{16} = 36.45 \times 100$$

$$M_a = 3645 \text{ Kg cm} \quad \underline{\text{APOYO}}$$



$$\text{centro} \quad M_a = \frac{w l^2}{8}$$

$$\text{apoyo} \quad M_a = \frac{w l^2}{16}$$

EN CUALQUIER ASUNTO DE ESTE MUNDO, LAS OPORTUNIDADES SURGEN DE LOS PROBLEMA  
MAS MISMOS.

NELSON ROCKEFELLER

**Costos**

## COTIZACION PARA LA ELABORACION DE UN PROTOTIPO

MODULO : MURO CHICO

PERTENECE : SISTEMA TECNIMODULO

DESCRIPCION DE MATERIALES EMPLEADOS PARA SU FABRICACION				4
DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR DE DESPERDICIO	IMPORTE
PERFIL P01	2 PZA	\$ 1 650.00 PZA	0.00	\$ 3 300.00
PERFIL P02	2 PZA	1 650.00 PZA	0.00	3 300.00
PERFIL P03	1 PZA	660.00 PZA	0.00	660.00
PERFIL P04	5 PZA	660.00 PZA	0.00	330.00
CANDADO CIRCULANTE	6 PZA	100.00 PZA	0.00	600.00
TRIPLAY RECUBIERTO 3 mm	1 PZA	2 000.00 PZA	0.02	2 000.00
LAM.GALV. CAL. 24 0.61 mm	1 PZA	2 600.00 PZA	0.00	2 600.00
POLIURETANO ESPREADO	2.19 MTS	1 368.00 MTS <sup>2</sup>	0.02	5 991.84
ESCUADRAS	8 PZA	10.00 PZA	0.02	80.00
CAÑUELA DE VINIL	6 MTS	5.00 MTS	0.00	30.00
REMACHES "POP" 1/8"	16 PZA	1.20 PZA	0.02	19.20
			APROX.	\$ 18 911.04
VARIOS : TAPONES DE PLASTICO, PINTURA, ETC.....				2 400.00
MANO DE OBRA.....				7 564.00
			SUB TOTAL	\$ 28 875.04
INDIRECTOS : 15%.....				4 331.25
			TOTAL	\$ 33 206.29
UTILIDAD 30%.....				9 961.29
				43 168.17
			IVA 15%	6 475.22
			PRECIO VENTA.	\$ 49 643.39
			M <sup>2</sup> =	\$ 22 668.21

## COTIZACION PARA LA ELABORACION DE UN PROTOTIPO

MODULO : MURO GRANDE

PERTENECE : SISTEMA TECNIMODULO

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR DE DESPERDICIO	IMPORTE
PERFIL P01	2 PZA	\$ 1 650.00 PZA	0.00	\$ 3 300.00
PERFIL P02	2 PZA	1 650.00 PZA	0.00	3 300.00
PERFIL P03	1 PZA	1 320.00 PZA	0.00	1 320.00
PERFIL P04	2 PZA	1 320.00 PZA	0.00	2 640.00
CANDADO	8 PZA	100.00 PZA	0.00	800.00
TRIPLAY RECUBIERTO	2 PZA	2 000.00 PZA	0.02	4 000.00
LAMGALV. CAL.24 (0.61mm)	2 PZA	2 600.00 PZA	0.00	5 200.00
POLIURETANO ESPREADO	6 KG	1 368.00 M <sup>2</sup>	0.02	8 208.00
ESCUADRAS	8 PZA	10.00 PZA	0.02	80.00
CAÑUELAS DE VINIL	8 MTS	5.00 PZA	0.00	40.00
RÉMACHES "POP"	24 PZA	1.00 PZA	0.02	28.80
			APROX.	\$ 28 916.80
VARIOS : TAPONES PLASTICOS,PINTURA, SELLADOR, ETC.....				2 890.00
MANO DE OBRA.....				11 566.40
			SUB TOTAL	43 373.20
INDIRECTOS.15%.....				6 505.98
			TOTAL	\$ 49 879.18
UTILIDAD 30%.....				14 963.75
				64 842.93
			15% IVA	9 726.44
			PRECIO VENTA	\$ 74 569.37
			M <sup>2</sup> =	\$ 17 261.42

## COTIZACION PARA LA ELABORACION DE UN PROTOTIPO

MODULO : PUERTA

PERTENECE : SISTEMA TECNIMODULO

## DESCRIPCION DE MATERIALES EMPLEADOS PARA SU FABRICACION

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR DE DESPERDICIO	IMPORTE
PERFIL P01	2 PZA	\$ 1 650.00 PZA	0.00	\$ 3 300.00
PERFIL P02	1 PZA	1 650.00 PZA	0.00	1 650.00
PERFIL P03	1 PZA	660.00 PZA	0.00	660.00
PERFIL P04	3 PZA	660.00 PZA	0.00	1 980.00
CANDADO	6 PZA	100.00 PZA	0.00	600.00
TRIPLAY RECUBIERTO 3 mm	1 PZA	2 000.00 PZA	0.02	2 000.00
LAM.GALV. CAL.24 (0.61mm)	1 PZA	2 600.00 PZA	0.02	2 600.00
POLIURETANO ESPREADO	.27 MTS	1 368.00 M <sup>2</sup>	0.02	364.36
CAÑUELA VINIL	5 MTS	5.00 MT	0.00	25.00
REMACHES "POP"	12 PZA	1.20 PZA	0.02	14.40
PUERTA PREFABRICADA	1 PZA	10 000.00 PZA	0.00	10 000.00
			APROX.	\$ 26 528.76
VARIOS : TAPONES, PINTURA, SELLADOR, ETC.....				2 650.00
MANO DE OBRA.....				10 611.50
			SUB TOTAL	\$ 39 790.26
INDIRECTOS 15%.....				5 968.53
			TOTAL	\$ 45 758.79
UTILIDAD 30%.....				13 727.64
				\$ 59 486.43
			IVA 15%	8 922.96
			PRECIO VENTA	68 409.39
			M <sup>2</sup> =	31 671.01

## COTIZACION PARA LA ELABORACION DE UN PROTOTIPO

MODULO : VENTANA CHICA

PERTENECE : SISTEMA TECNIMODULO

DESCRIPCION	CANTIDAD	DESCRIPCION DE MATERIALES EMPLEADOS PARA SU FABRICACION			IMPORTE
		PRECIO UNITARIO	FACTOR DE DESPERDICIO		
PERFIL P01	2 PZA	\$ 1 650.00	PZA	0.00	\$ 3 300.00
PERFIL P02	2 PZA	1 650.00	PZA	0.00	3 300.00
PERFIL P03	1 PZA	660.00	PZA	0.00	660.00
PERFIL P04	4 PZA	660.00	PZA	0.00	2 690.00
CANDADO CIRCULAR	6 PZA	100.00	PZA	0.00	600.00
TRIPLAY RECUBIERTO 3 mm	.5 PZA	2 000.00	PZA	0.02	1 000.00
LAM.GALV. CAL.24 (0.61mm)	.5 PZA	2 600.00	PZA	0.02	1 300.00
CAÑUELA DE VINIL	4 MTS	5.00	MT	0.00	20.00
POLIURETANO ESPREADO	1.08 M <sup>2</sup>	1 368.00	M <sup>2</sup>	0.02	1 477.44
ESCUADRAS	8 PZA	10.00	PZA	0.00	80.00
REMACHES "POP"	16 PZA	1.20	PZA	0.02	19.20
VENTANA ALUM. ANODIZADO	1 PZA	9 000.00	PZA	0.00	9 000.00
				APROX.	\$ 23 396.64
VARIOS; TAPONES, PINTURA, SELLADOR, ETC.....					2 340.00
MANO DE OBRA.....					9 358.65
				SUB TOTAL	\$ 35 095.29
INDIRECTOS 15%.....					5 264.29
				TOTAL	\$ 40 359.59
UTILIDAD 30%.....					12 107.87
					\$ 64 575.33
				IVA 15%	9 686.30
				PRECIO VENTA	\$ 74 261.63
				M <sup>2</sup> =	\$ 34 380.38

## COTIZACION PARA LA ELABORACION DE UN PROTOTIPO

MODULO : ESQUINA CHICA

PERTENECE : SISTEMA TECNIMODULO

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARA SU FABRICACION FACTOR DE DESPERDICIO	IMPORTE
PERFIL P01	2 PZA	\$ 1 650.00 PZA	0.00	\$ 3 300.00
PERFIL P02	2 PZA	1 650.00 PZA	0.00	3 300.00
PERFIL P03	1 PZA	660.00 PZA	0.00	600.00
PERFIL P04	5 PZA	660.00 PZA	0.00	330.00
CANDADO CIRCULAR	6 PZA	100.00 PZA	0.00	600.00
TRIPLAY REC. UNA CARA 3mm	1 PZA	2 000.00 PZA	0.02	2 000.00
LAM. GALV. CAL. 24 (0.61mm)	1 PZA	2 600.00 PZA	0.02	2 600.00
POLIURETANO ESPREADO	2.19 MTS <sup>2</sup>	1 368.00 PZA	0.00	5 991.84
ESCUADRAS	8 PZA	10.00 PZA	0.00	80.00
CAÑUELA DE VINIL	6 MTS	5.00 PZA	0.00	30.00
REMACHES "POP"	16 PZA	1.20 PZA	0.02	14.20
			APROX.	\$ 18 911.04
VARIOS : TAPONES, PINTURA, SELLADOR, ETC.....				2 400.00
MANO DE OBRA.....				7 564.00
			SUB TOTAL	\$ 28 875.04
INDIRECTOS 15%.....			TOTAL	4 331.25
				\$ 33 206.29
UTILIDAD 30%.....				9 961.29
				43 168.17
			IVA 15%	6 475.22
			PRECIO VENTA	\$ 49 643.39
			M <sup>2</sup> =	\$ 22 668.21

## COTIZACION PARA LA ELABORACION DE UN PROTOTIPO

MODULO : TECHO CENTRAL

PERTENECE : SISTEMA TECNIMODULO

## DESCRIPCION DE MATERIALES EMPLEADOS PARA SU FABRICACION

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	FACTOR DE DESPERDICIO	IMPORTE
PERFIL P06	2 PZA	\$ 2 040.00 PZA	0.00	\$ 4 080.00
PERFIL P07	2 PZA	2 040.00 PZA	0.00	4 080.00
PERFIL P08	2 PZA	2 040.00 PZA	0.00	4 080.00
PERFIL P09	2 PZA	2 040.00 PZA	0.00	4 080.00
PERFIL P10	1 PZA	3 500.00 PZA	0.00	3 500.00
PERFIL P11	2 PZA	4 080.00 PZA	0.00	8 160.00
PERFIL P12	2 PZA	4 080.00 PZA	0.00	8 160.00
PERFIL P13	2 PZA	4 080.00 PZA	0.00	8 160.00
CANDADO CIRCULAR	4 PZA	100.00 PZA	0.00	400.00
TRIPLAY REC. 3MM	2 PZA	2 000.00 PZA	0.02	4 000.00
LÂM. GALV.CAL.24 (0.61mm)	2 PZA	2 600.00 PZA	0.02	5 200.00
POLIURETANO ESPREADO	3.24 M <sup>2</sup>	1 368.00 M <sup>2</sup>	0.02	8 864.64
REMACHES "POP" 1/8"	50 PZA	1.20 PZA	0.02	60.00
			APROX.	\$ 62 824.64
VARIOS: TAPONES, PLASTICOS, PINTURA, SELLADOR, ETC.....				6 300.00
MANO DE OBRA.....				25 129.60
			SUB TOTAL	\$ 94 254.24
INDIRECTOS 15%.....				14 138.13
			TOTAL	108 392.38
UTILIDAD 30%.....				32 517.71
				140 910.08
			15% IVA	\$ 21 136.51
			PRECIO VENTA.	\$ 162 047.31
			M <sup>2</sup> =	\$ 42 869.65

TODOS LOS FENOMENOS DEL UNIVERSO, YA SEAN ESTOS PRODUCIDOS POR LA MANO DEL HOMBRE, O BIEN POR LAS LEYES UNIVERSALES DE LA FISICA, NO NOS DAN LA IDEA DE CREACIONES ACTUALES, SI NO UNICAMENTE DE MODIFICACION DE LA MATERIA UNIR Y SEPARAR SON LOS UNICOS ELEMENTOS QUE EL INGENIO HUMANO-ENCUENTRA ANALIZANDO LA IDEA DE LA REPRODUCCION Y MUCHO ES REPRODUC---CION DE VALOR.

P. VERRI

Ventajas

V E N T A J A S .

Las ventajas mas apreciables del sistema, entre otras son:

- Recuperable 100% - El diseño fue pensado para este propósito.
- Confort - Cuenta con propiedades térmicas y acústicas y acabados en madera.
- Colocación rápida - Sus juntas machimbradas permiten armarlo fácilmente.
- Se puede montar en cualquier sitio - Para armar no requiere soldadura ni grúas in Situ.
- Aislamiento integral - Todos los muros y techos están esparados interiormente con poliuretano.
- Cuenta con ductos para instalación eléctrica - Se incluyeron en el diseño.
- No requiere mano de obra especializada - Fue pensado para ser armado por el usuario.
- No requiere acabados - Estos ya están dados en fábrica si así se desean.
- No requiere cimbra - Su diseño y bajo peso lo hace fácilmente maneobrable.
- No requiere herramientas sofisticadas - El sistema es el mismo en todos --

- los casos de unión.
- Transporte y estiba fácil-por su bajo peso.
- Asegura una calidad continua en fábrica - Es una característica de la prefabricación.
- Permite visualizar completamente del proceso de construcción.
- Brinda al gobierno la oportunidad de llevar a cabo de manera eficiente amplios programas de contenido Social, que son difíciles de llevar mediante procesos convencionales.

EL QUE TIENE IMAGINACION SIN CONOCIMIENTOS, TIEN ALAS, PERO NO PIES

JOSEPH JOUBERT.

Patente

C. DIRECTOR GENERAL DE INVENCIÓNES Y MARCAS.

DE INVENCIÓNES Y  
MARCAS

Ruego a usted conceder a mi representada una pa-  
tente de MEJORAS, para lo cual acompaño los documentos pres-  
critos por el Reglamento de la Ley de Invencciones y Marcas  
que al calce se especifican autorizados con mi firma.

Al efecto, suministro los siguientes datos:

INVENCIÓN: "MEJORAS EN CANDADO CIRCULAR PARA LA  
UNION DE MODULOS ESTRUCTURALES".

INVENTOR Y TITULAR: SR. FEDERICO CARDENAS FLORES,  
estudiante, mexicano, con domicilio en Palenque No. 121-Bis,  
Col. Narvarte, 03020 México, D. F., no causa Impuesto sobre la  
Renta por no haber trabajado a la fecha de esta solicitud.

APODERADO: Lic. Sergio L. Olivares, Ing. Javier  
Saucedo C. y Sr. José Luis Salgado Pérez, indistintamente.

México, D. F., a 7 de diciembre de 1981

POR SR. FEDERICO CARDENAS FLORES

APODERADO  
Lic. Sergio L. Olivares

600-  
8 Dic/81  
8326283

ANEXOS: Descripción, por triplicado.  
DOMICILIO PARA OIR NOTIFICACIONES: Río Amazonas N° 46-9ª Piso  
06500 México, D. F.

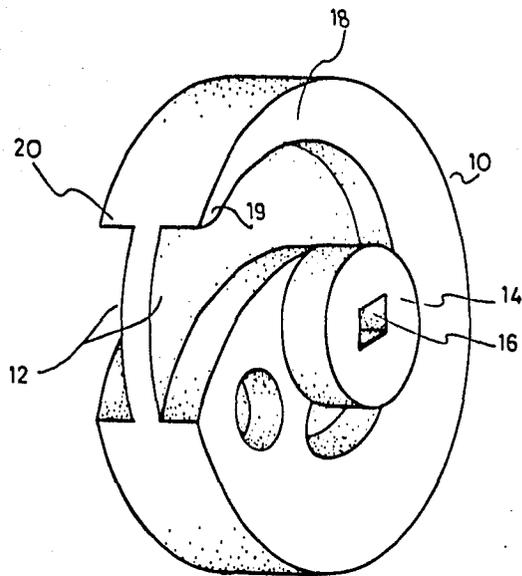


FIG. 1

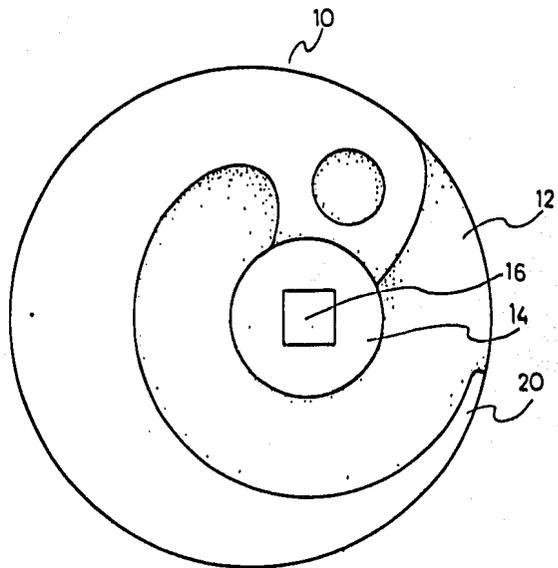


FIG. 2

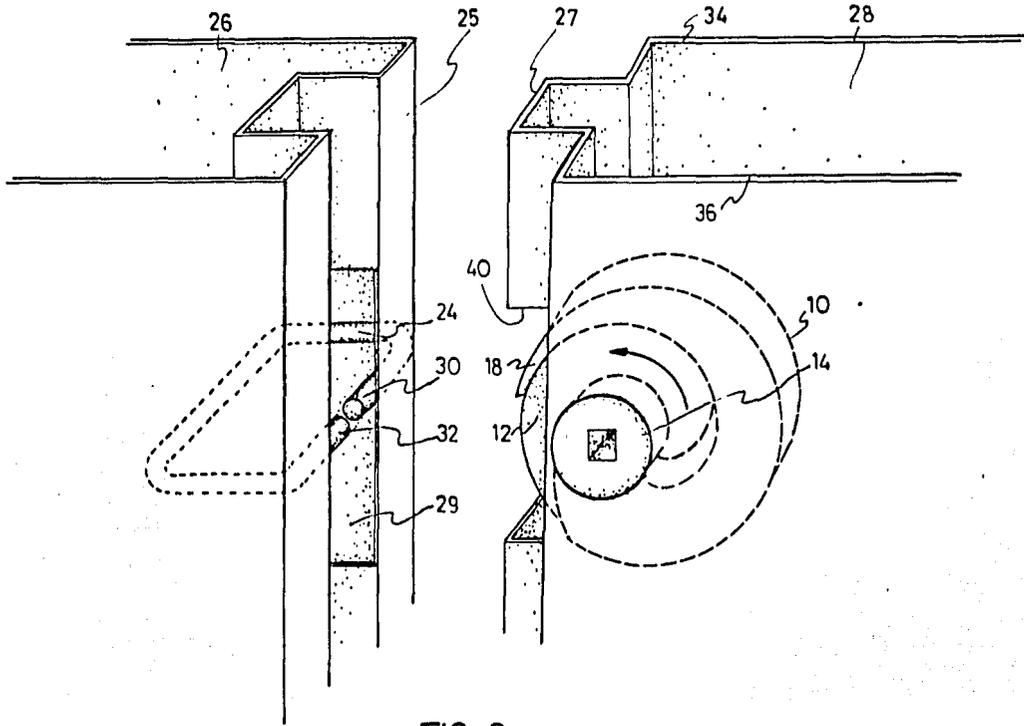


FIG. 3

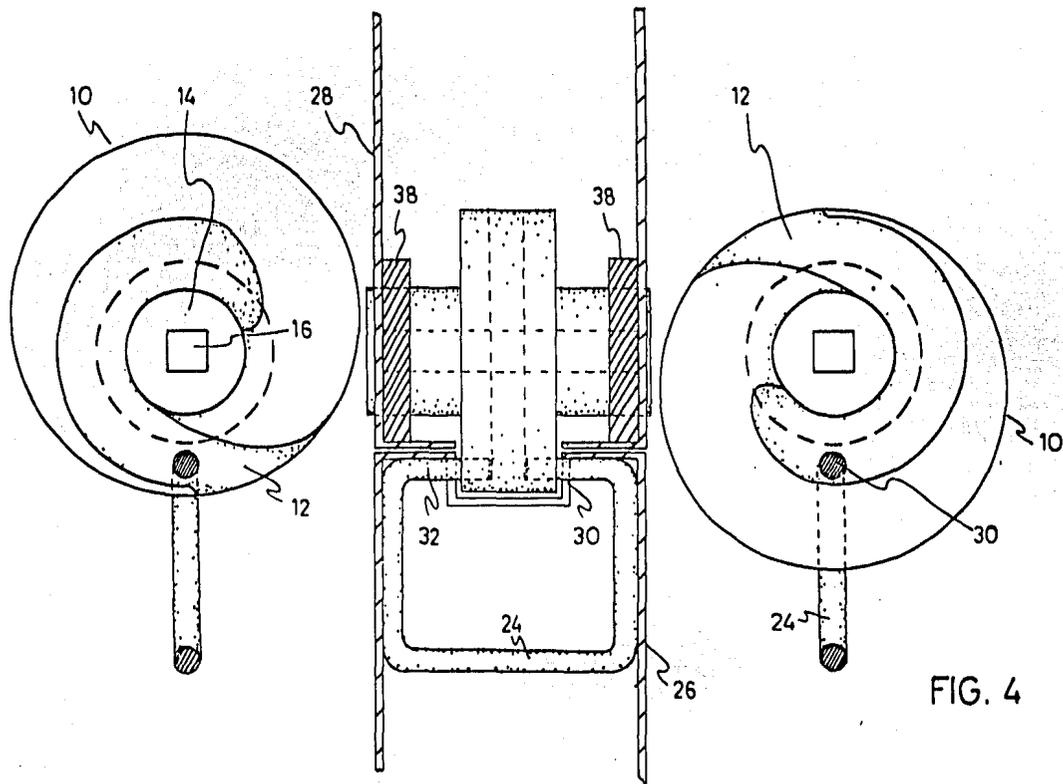


FIG. 4

NUESTRO ENEMIGO ES LA SATISFACCION CON NOSOTROS MISMOS : DEBEREMOS  
ELIMINARLO SI QUEREMOS EMPEZAR A APRENDER.

MAO TSE - TUNG .

Conclusión

Todo aquel que se ocupa de problemas constructivos debe reconocer que las exigencias que se plantean a una construcción, no son constantes, cambian y el ritmo de cambio es mayor hoy que antes. No debemos descuidar la importancia de comprender que utilizando inteligentemente la técnica se pueden resolver necesidades reales y objetivas; sobre todo en momentos en que el país requiere de un apoyo de autosuficiencia tecnológica.

Entendiendo que el trabajo universitario es el primer escalón del camino alcanzable hacia una integración del sistema humano, la terminación de --- este trabajo es el final del principio; abre las posibilidades en el futuro de alcanzar la plenitud, como elemento social.

SI USTED QUIERE SER DISEÑADOR, TIENE QUE DECIDIR QUE LE INTERESA MAS:  
HACER COSAS QUE TENGAN SENTIDO O HACER DINERO.

R. BUCK MINSTER FULLER

Bibliografía

- INVESTIGACIONES EN AUTOCONSTRUCCION, CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA.
- CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA Y DISEÑO MODULAR, H. NISSEN, EDITORIAL H. BLUME EDICIONES.
- P R E F A B R I C A C I O N , WALTER MEYER-BOHE, EDITORIAL BLUME
- LA PREFABRICACION Y LA VIVIENDA EN MEXICO, HECTOR CEBALLOS LASCURAIN, EDIT. UNAM.
- DISEÑO INDUSTRIAL TECNOLOGIA Y DEPENDENCIA, GUI BONSIPE, EDITORIAL EDICOL.
- ANALISIS Y DISEÑO DE LOS ESPACIOS QUE HABITAMOS, PAOLA COPPOLA PIGNATELLI, EDITORIAL CONCEPTO, S. A.
- DISEÑAR PARA EL MUNDO REAL, V. PAPANEK, EDITORIAL H. BLUME EDICIONES.
- ARQUITECTURA DE EMERGENCIA, IAN DAVIS, EDITORIAL, G. GILI

- RESISTENCIA DE MATERIALES, F. B. SELLY, EDITORIAL UTEHA
- MODULAR HOUSING IN THE REAL, J.A. REIDELBEACH, JR. P.E. HOUSING INDUSTRY CONSULTANT PUBLISHED BY: MODRO INC. ANNANDALE VIRGINIA..
- EL SISTEMA MEXICANO DE PROPIEDAD INDUSTRIAL, CESAR SUPULVEDA , - EDITORIAL PORRUA, S.A.
- MANUAL DE DISEÑO DE SECCIONES ESTRUCTURALES DE ACERO FORMADAS - EN FRIO DE CALIBRE LIGERO, CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO.
- REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL, EDITORIAL PORRUA, 1983