

DL
02
T(175)

CONSIDERACIONES SOBRE PREFABRICACION

TESIS

de graduación profesional presentada a
la Junta Directiva de la Facultad de
Arquitectura de la Universidad de San
Carlos por

CARLOS RENE VALENCIA DUQUE

Al conferírsele el título de

ARQUITECTO

Guatemala, Abril de 1971.

JUNTA DIRECTIVA
DE LA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

Decano	Arq. Carlos Asensio Wunderlich
Vocal 1o.	Arq. Victor del Valle Noriega
Vocal 2o.	Arq. Carlos De León Pelaez
Vocal 3o.	Arq. Victor Cohen H.
Vocal 4o.	Br. Arturo Villagrán
Vocal 5o.	Br. Juan Zea
Secretario	Arq. Augusto Vela

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

Decano	Arq. Carlos Asensio Wunderlich
Secretario	Arq. Augusto Vela
Examinador	Arq. Victor Del Valle Noriega
Examinador	Arq. Lionel Méndez D.
Examinador	Ing. Rony Sarmiento

Agradecimiento:

**al Arq. Hermes Marroquín
Asesor**

**al Ing. Anibal Rodas
del Laboratorio de Materiales de la
Universidad de San Carlos**

EL PRESENTE TRABAJO FUE ELABORADO
CONJUNTAMENTE POR LOS BACHILLERES:

SANTIAGO TIZON CHOCANO
CARLOS RENE VALENCIA DUQUE

CONTENIDO

1. INTRODUCCION.
2. ANALISIS GENERAL SOBRE LA SITUACION ACTUAL DE LA VIVIENDA DE TIPO SOCIAL
3. CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA (GENERALIDADES)
4. ASPECTOS GENERALES DEL PANORAMA DE LA PRECONSTRUCCION (GENERALIDADES)
5. TENDENCIAS CONTEMPORANEAS DE LA PRECONSTRUCCION (GENERALIDADES)
6. LA ARQUITECTURA Y LA INVESTIGACION TECNOLOGICA
7. EL MODULO
8. MATERIALES DE POSIBLE USO EN LA VIVIENDA DE TIPO SOCIAL
9. MATERIALES A UTILIZARSE EN EL PROYECTO PROPUESTO
10. RECOMENDACIONES
- II. BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION



Uno de los problemas más graves a resolver en los países Latino-Americanos es el de la vivienda. Naturalmente los sistemas constructivos disponibles para solucionar el problema en el tiempo perentorio pueden resultar demasiado lentos. Nos aproximamos pues, al momento de decidir, mediante un justo balance entre ventajas y desventajas entre las posibles alternativas de construcción, que de acuerdo a un inventario muy general; las podemos considerar así:

- 1) Sistemas constructivos tradicionales
- 2) Sistemas constructivos industrializables

Este trabajo tiene como meta considerar algunos argumentos que a nuestro criterio, deben ser tomados en cuenta para iniciar una meditación alrededor de la industrialización de la vivienda de tipo social. Además, se sugieren algunos de los materiales de posible utilización y una solución de vivienda mínima edificada a base de concreto liviano.

Ante una situación de déficit en el campo de la vivienda, es posible plantear dos grandes preguntas acerca de su solución:

Cómo se va a resolver?

Con qué?

Actualmente la institución encargada de resolver el problema se encuentra asis-

2

tida por programas nacionales e internacionales de financiamiento y de engranar dentro de estos programas a un grupo de personas que pueden ser ayudados debido a su margen de salarios, que les permite optar a tal asistencia.

Los ejecutores de estos planes de construcción (dotar de vivienda a los calificados por el INVI); recaen directamente sobre las empresas constructoras, que hasta ahora emplean únicamente sistemas tradicionales. Pero, además se debe considerar que la actividad constructiva se encuentra en distintos grados de evolución: a veces falta de organización, enredada en complejos procesos de construcción y en una producción pluralizada dispersa y de calidad incierta. Nos encontramos ante una industria de construcción que ha quedado a la zaga respecto del campo de la industrialización. Y que debe hacer frente a una demanda efectiva, íntimamente relacionada con la posibilidad adquisitiva. Esto exige, pues, que el problema debe estudiarse en conjunto, analizando su verdadera naturaleza; de tal manera que como objetivo se tenga un producto destinado a una sociedad que necesita cambiar rápidamente.

Ante la situación anterior, consideramos que uno de los planteamientos generales a tener en cuenta con el fin de situarnos dentro de los lineamientos que nos conduzcan a resolver el problema es la producción en masa.

Construir masivamente conlleva ciertos principios de tipo general:

Ordenar y Coordinar las etapas preliminares y de construcción;

Aplicación de los principios de la industrialización;

Adopción de políticas que la favorezcan, considerando que la construcción es un instrumento del desarrollo urbano y económico.

Es posible de esta manera, o al menos con esta filosofía, pretender llegar a una solución al problema de construcción mejorando la productividad, acortando los tiempos, investigando sobre los posibles grados de calidad en la vivienda de acuerdo a la capacidad del sector demandante a través de diversos tipos de materiales de construcción y sobre todo mediante la utilización de los de origen local. En resumen buscar la manera de cubrir las necesidades de desarrollo y proporcionar un producto de costo y calidad congruente a las necesidades de Centro América y dentro del tiempo mínimo.

Debemos entonces buscar los rumbos que se deben imprimir a la industrialización dentro de los marcos de la realidad de nuestros países.

Dentro del trabajo que se presenta a continuación, la atención se dirige casi exclusivamente a la prefabricación. Esto es debido a que existe cierto vínculo entre el tema a tratar por el trabajo y la industrialización, conceptuando por lo

tanto, a la preconstrucción o prefabricación como una técnica de posible empleo dentro de determinado tipo de industrialización de la vivienda. *

ANALISIS GENERAL SOBRE LA
SITUACION ACTUAL DE LA VI-
VIENDA DE TIPO SOCIAL.



La falta actual de vivienda, ya sea que se considere en Guatemala o en Latino América, obedece principalmente a dos factores, a saber:

1. La migración de las áreas rurales y urbanas de poca importancia
2. A la alta tasa de crecimiento geográfico.

Actualmente todos los países se encuentran enfrascados en los trabajos que conllevan como meta la solución de los problemas habitacionales, que a su vez traen a colación otros: como son los servicios que deben acompañar a estos programas. Sin embargo el problema común es la falta de fondos para su solución, como dentro de pocos años también lo será el tiempo; ya que como vemos éste se hace cada vez más escaso.

Según algunas fuentes, el año de 1967 se estima que el déficit de viviendas en todo Latinoamérica fué de 22 millones de unidades aproximadamente; y se estima que para el año 2000 esta cifra se habría traducido a 100 millones. Para eliminar este déficit en el tiempo que resta para alcanzar esta fecha (a partir de 1967) se estima que habrán de construirse 3 millones de unidades por año. Si se asume que el costo por unidad, sin incluir servicios, fuese Q.2,000.00 la inversión anual subiría a 6×10^9 dólares (seis mil millones) o sea más o menos el 7% del producto interno bruto de toda la región. La realidad de lo que aconteció ese año, en cuan-

to a inversiones en la vivienda social, fué la utilización de más o menos 3.8% del producto interno bruto o sea tres mil millones de dólares.

6
SITUACION ACTUAL EN GUA-
TEMALA (GENERALIDADES)

Se pasa ahora a hacer una recopilación de datos sobre las situaciones particulares por las que atraviesa Guatemala.

POBLACION: 4,209.820 HABITANTES.

Sin embargo son pocos los asentamientos urbanos de crecimiento, y los que existen se encuentran creciendo algunos, otros decreciendo (INVI Pag. 17-22).

Según el censo de 1964, el total de población registrada arriba de 50,000 personas se dá en los siguientes departamentos: Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Escuintla, Quezaltenango y Suchitepéquez.

El mayor número corresponde a Guatemala con 631,120 habitantes y con una tasa media anual de crecimiento de 4.2 (superada por Escuintla 5.1) y el menor Suchitepéquez con 52,840 habitantes) y una tasa anual de 2.7. Se sitúa pues a Guatemala y a Escuintla como los departamentos de crecimiento más rápido dentro del ámbito, así como los de mayor distribución geográfica de la población.

Conviene también hacer un análisis breve, sobre la situación de déficit por la que atraviesa la vivienda en Guatemala. Como déficit se contempla la falta de vivien-

da, es decir la carencia de ella, reposición urbana, alto nivel de nacimiento (Nivel permisible 2.0 ocupantes/dormitorio) y unidades en mal estado (100%). Las últimas características son típicas de todos los casos graves y por lo general se presentan al mismo tiempo.

La suma total de viviendas en déficit es como sigue:

SECTOR URBANO	135,140 unidades
SECTOR RURAL	<u>400,520 unidades</u>
TOTAL	<u><u>535,660 unidades</u></u>

De estas cifras, el 40% debería corresponder a viviendas destinadas a albergar de 5 a 6 personas del ámbito urbano, y aproximadamente el 36% dentro del rural, para el mismo número de personas en una familia.

Se ha seleccionado la vivienda para este número de miembros en una familia, ya que corresponde a las necesidades del mayor número de personas o familias. El resto se reparte entre hogares compuestos por menor o mayor número de miembros al índice seleccionado.

Se contempla que la meta para la reducción de este problema deberá ser el año 2,000 o sea a partir de 30 años. Esto hace necesario que el número de casas que se deba construir anualmente se eleve a más o menos, 10,000 casas (aproximadamente

30% sector urbano).

Pero actualmente las necesidades planteadas no se llenan sino en el 10% de las necesidades anuales.

Se utilizó como fuente de información el trabajo "Diagnóstico Preliminar del Problema de la Vivienda en Guatemala", INVI - Octubre 1967.

CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA .

Generalidades

3

Dentro de las políticas de desarrollo nacional, se lleva a cabo un intento de construcción de viviendas económicas, y mejores que las utilizadas actualmente, para dar a las familias la oportunidad de llevar a cabo una vida más digna. Si actualmente no se han encontrado soluciones de aplicación general y adaptadas a condiciones actuales es porque no se ha prestado ninguna atención a la investigación científica en cuanto a la construcción y diseño de vivienda de tipo social.

Hoy en día el alojamiento de la gente es un problema de gran envergadura; es decir proporcionar a esta gente un tipo de vivienda normalizada producto de una construcción en serie. Dicha responsabilidad cae en parte sobre la industria de la construcción; el problema se encuentra en que ésta actualmente emplea sistemas deficientes. Lo que se necesita pues, es una nueva solución al problema y que lo encarare desde distintos puntos de vista, a saber: económico, tecnológico, físico y social.

Actualmente la reducción del costo de la vivienda es un problema de tipo internacional, que se agudiza con más profundidad en nuestro medio, por encontrarse en vías de desarrollo. Todo intento de reducir estos costos se han llevado dentro de los procedimientos clásicos, obteniendo ligeras reducciones en él. Por tanto el nuevo objetivo sería la producción de la vivienda dentro de un concepto de Industria o sea, construirla dentro de una fábrica, en la que elaborarían los componentes o piezas principales que la constituyen, a saber: muros, cubiertas, pisos, etc.

Un proceso así concebido resulta posible dentro de un proyecto de amplias bases financieras y que únicamente encontraría mercado, dentro de un inmenso número de consumidores; lo que permitiría un precio de venta relativamente más bajo (40%-50%) a los encontrados actualmente.

Algunas Características de la Producción en Serie

La vivienda debe ser proyectada de tal modo que satisfaga las necesidades elementales y particulares de cada familia, concebidas dentro de la flexibilidad que pueda ofrecer una vivienda prefabricada, por lo que "no debe tender en primer plano a normalizar y producir en masa la casa entera sino solo aquellas partes con las que puedan armarse diversos tipos de casas". (GROPIUS)

Los elementos que compongan las partes principales de la casa deben poseer simultáneamente características estructurales y aislantes, similares a las paredes de mampos-

10

tería, pero de menor volumen y peso de tal modo que sea fácilmente manejables en piezas que permitan cubrir vanos de piso a cielo, en otras palabras sean elementos de pared. Lo mismo debe suceder con las piezas que compongan la cubierta.

Debido a lo comentado anteriormente se cree que los materiales más adecuados para este fin lo constituyen el acero y el concreto, por el conocimiento físico que se tiene de los materiales así como de su comportamiento dentro de los patrones de diseño, no así otros materiales v. gr. madera, la que se encuentra sujeta a muchas variaciones impredecibles.

El resto de los elementos ha alcanzado ya un nivel del proceso de industrialización por lo que es fácilmente acoplable a la prefabricación. La meta sería, por lo tanto, tratar de alcanzar al ingeniero dedicado al diseño de carros de ferrocarril, aereoplanos, automóviles, etc., que actualmente ha sobrepasado al ingeniero constructor en el desarrollo de métodos y materiales de comportamiento homogéneo y elaborados industrialmente (vidrio, aluminio, etc.)

Los primeros pasos que deben darse en la estructuración de un plán de este tipo debería ser la formación de un equipo de técnicos y empresarios que participen en la estandarización del producto a través de pruebas de tipo experimental, sin olvidar que el estado debe tomar la iniciativa principal en el caso de países como el nuestro.

Las casas modelo o patrón indudablemente serán caras, como ocurre con cualquier producto de este tipo antes de lanzarlo a los consumidores, pero los ahorros conseguidos en última instancia serán más grandes que la primera inversión.

Dicho cambio en los sistemas de producción llegará algún día a nuestro medio y encontrará su primera aplicación dentro de la vivienda de tipo social, ya que sus ventajas sobre el trabajo manual innecesario, los desperdicios y tiempos excesivos redundarán únicamente sobre la gente que hoy día se encuentra más necesitada en forma de beneficios positivos, como es tener un techo bajo el cual albergarse.

ASPECTOS GENERALES DEL PANORAMA DE LA PRECONSTRUCCION - Hay algo que hace que la Arquitectura contemporánea difiera de la practicada en el pasado. La actual depende y está íntimamente ligada a la industria.

Generalidades



La construcción de las partes en el levantado de un edificio giran alrededor de las fábricas y no a individuos aislados. Hubo una época en que estos individuos llegaban a la obra con los materiales en bruto y con las herramientas para transformarlos en elementos; piedra o madera para las paredes, más madera para los techos, puertas y pisos, levantando así el edificio en el mismo lugar y fabricando cosas que hacían falta para la conclusión de la obra.

Más tarde, por facilidad y conveniencia, las puertas, ventanas, pernos, etc., se fa-

12
bricaban en pequeños talleres, pero siempre contra pedido y según se fueran necesitando. La primera muestra importante de lo que ahora llamamos preconstrucción, esto es: la fabricación de elementos previamente concebidos, lo constituye la industria del ladrillo.

Los primeros ladrillos probablemente se moldearon en la propia obra, pero tan pronto como su uso se generalizó (Inglaterra, fines del siglo XV), las ladrilleras comenzaron a satisfacer las demandas, constituyéndose en la primera industria de elementos destinados a la producción.

A partir de entonces, estas industrias se han convertido en el procedimiento más normal de hacer las cosas. Hoy en día un gran número de los elementos a utilizarse llegan hechos a la obra; a saber: ventanas, vigas, puertas, artefactos sanitarios, etc. Esto conlleva una concepción distinta sobre la construcción de un edificio, puesto que ahora se ha convertido en proceso de reunir un grupo de partes o piezas ya manufacturadas. Actualmente se ha llegado a tal punto dentro del nuevo concepto de construcción, hasta experimentar en armados de casas que se pueden completar en pocos días.

Las ventajas de la prefabricación se pueden ver desde varios puntos de vista:

- a.) más rápida
- b.) disminuye los puntos críticos dentro de los factores de incertidumbre.
- c.) baja los costos unitarios

Actualmente la velocidad es de importancia ya sea para tener varias obras terminadas dentro de un mínimo de tiempo, como en el caso de vivienda social; o para explotar cuanto antes un terreno cuyo costo es elevado y que unos meses o años más pueden retrasar un reembolso al empresario. Por otro lado, una obra de este tipo se puede construir con más certeza debido a que sus elementos son de tipos normalizados a los cuales se les conoce en su comportamiento físico y el cual ha sido probado.

Esto permite pues, que si alguno de ellos es defectuoso, sea cambiado con más confianza que si se tuviera que fabricar de nuevo, como ocurre con los sistemas tradicionales. Vemos pues que hoy en día podemos disponer de casi todos los elementos a utilizarse en una construcción y considerarlos como prefabricados. Sin embargo, existen diversas inquietudes respecto de como apresurar al proceso de construcción. La manera de lograrlo es a través de la utilización de elementos relativamente grandes que conformen los espacios a utilizarse y que permitan ensamblarse rápidamente entre si. Para este fin se debe contar con que estos elementos sean de una dimensión y peso tal que se puedan manejar por unos pocos operarios y que cuando sobrepasen las limitaciones

humanas se manejen con la ayuda de la máquina.

Dichos procedimientos se utilizan actualmente en los países en que la construcción debe sostener una oferta constante de elementos constructivos, frente a una demanda que tiene un alto costo que pagar por su tiempo. Sin embargo, no es esta la única ventaja que se ofrece con la prefabricación; ya anteriormente se han mencionado otras y en el transcurso del trabajo se descubrirán algunas más.

Preconstrucción en nuestro medio

En nuestro medio la prefabricación de elementos constructivos orientada hacia la satisfacción de las necesidades de vivienda y su producción en masa, no se ha iniciado; y no sabemos que tanto tiempo transcurrirá antes de iniciarla ya que hasta el presente no constituye más que una alternativa para solución de los problemas habitacionales del medio.

Pero, antes de lanzarse por el camino que nos lleve hacia el incremento de nuestra capacidad de producción, debemos situar nuestro potencial ante las metas deseadas y por sobre todo tratar de conseguirlas dentro del marco de nuestras realidades sociales, económicas, etc.

Algunos Elementos a Tener Presente

Es de todos sabido que actualmente el medio eficaz para contratar la producción en masa en todos sus aspectos, es la industrialización.

Entendamos pues como industrialización la "continuidad de producción, implicando un flujo de demanda estable, normalización, integración de las diferentes etapas del proceso total de producción, un alto grado de organización del trabajo, mecanización reemplazando el trabajo manual donde sea posible, investigación y experimentación organizada integrada con el proceso". (ONU. GINEBRA 1959)

Vemos pues que la industrialización de la vivienda exige un marco analítico muy amplio para su aplicación posible en nuestros países, así:

- 1) Aspectos técnicos;
- 2) Aspectos económicos.

1) Aspecto Técnico

Algunos de estos aspectos a considerar en la industrialización e incluyendo a la prefabricación como un resultado de la misma serían:

- Un sistema de normalización que permita la producción continua de un mayor volumen de los elementos de construcción; a la vez que permita un aprovechamiento más efectivo de los mismos.
- Soslayar procesos sofisticados con máquinas complicadas que induzcan al desalojo irracional de mano de obra.
- Llevar a la prefabricación por sendas que permitan al máximo la utilización de nuestros recursos (proceso de construcción bien organizados y control de continuidad).

16

2) Aspecto Económico

- Elaboración de proyectos en conjunto así:

- * Diseñador y peritos de construcción e instalaciones;
- * Contratista y peritos en administración;
- * Inversor;
- * Usuarios.

- Investigar probables reducciones en: el costo de los materiales y sistemas de construcción, ya que la mano de obra en general tiene un costo relativamente bajo comparada con materiales y sistemas.

- Actualmente la inversión en vivienda es baja y según observadores tiende a reducirse en el futuro al disminuir los créditos externos (BID 1966). Frente a esta situación debemos aprender a manejar mejor los fondos utilizados con estos fines, entre otros:

Promoción de un producto de costo y calidad compatible con la capacidad de pago del consumidor.

- Estimular el nivel de construcción en cooperación con los técnicos a través de recomendaciones dirigidas hacia la industrialización.

- Ofrecer productos de costos reducidos;

- Lograr una demanda constante haciendo un análisis de la capacidad econó-

mica de los consumidores y del diseño que por ellos pueda ser adquirido.

Interesar al Estado para promover la actividad constructora.

TENDENCIAS CONTEMPORANEAS DE LA PRECONSTRUCCION

Generalidades



Dentro de los países industrializados cuya tecnología permite el pensar en soluciones totalmente mecanizadas para el problema de la vivienda, se experimentan en la actualidad métodos de prefabricación que permitan al individuo ejercer una libre selección entre los elementos a su gusto: lo que vendría a dar como resultado una individualidad en la vivienda habitacional. Dicha idea se concibe a través de unidades habitacionales enchufables que a su vez forman una ciudad dentro del concepto PLUG-IN CITY. Este concepto se canalizaría únicamente a través de la industrialización de dichas unidades y mediante el uso de nuevos materiales (talves plásticos y vidrio). Dicho producto se concibe como un conjunto de células que conforman una unidad familiar, la cual como una familia puede ser aumentada o reducida. Puede existir un intercambio entre sus elementos permitiendo una flexibilidad total y además la riqueza emocional que puede proporcionar el cambio. Esta idea aún no ha cristalizado en ninguna parte del mundo, pero constituye una de las ideas de vanguardia respecto de la arquitectura dentro del movimiento ARCHIGRAM, el cual propone la erección de una estructura vertical, a la cual puedan

ser enchufadas unidades habitacionales y la hagan crecer, disminuir o cambiar según los deseos de sus usuarios o su capacidad de consumo.

Estas torres comunicarían a sus moradores con el suelo a través de circulaciones verticales y con otras unidades de vivienda similares, por medio de comunicaciones horizontales, dejando la tierra para el uso exclusivo de autos y tráfico pesado.

La filosofía y metas planteadas anteriormente encuentran su inicio en la década de 1950 a través de ALISON y PETER SMITTON, que como consecuencia de las ideas planteadas por RICHARD L. DAVIES, crean un módulo habitacional industrializable, con muy poco éxito, pero sí sentando el primer paso para lo que ellos profetizan que será lo más común en la década de 1980.

Posterior a estos arquitectos aparecen otros con idénticas ideas, pero con conceptos ligeramente distintos, como es el de poder acoplar o desacoplar una vivienda en sus partes integrales. Esta idea es dada por IONEL SCHEIN y J. COULON.

En 1959 el Arq. BONNON (Belga) concibe un diseño muy parecido al de SCHEIN y COULON, pero introduciendo ya el término CLIP-ON, que más tarde se transforma en PLUG-ON por el grupo ARCHIGRAM. Continúa pues con la idea de enchufar elementos entre sí, concibiendo que un ambiente o elemento arquitectónico es susceptible a ser complemento de otro; y no es más que un ente indiferenciado

hasta no tener otro que juegue precisamente el papel de complemento.

La idea se hace más completa cuando a este módulo indiferenciado ya no se le hace depender de otro similar o modificado sino de las instalaciones que se le puedan enchufar (PLUG-ON); es decir, el elemento puede formarse en dormitorio, servicio sanitario o cocina según el tipo de instalaciones con que se complemente, y desde luego con las modificaciones internas necesarias.

Esto pues, no es más que una de las corrientes en la filosofía o pensamiento, que actualmente gira alrededor del concepto de vivienda industrializada. Sin ir muy lejos dentro de las proyecciones que se puedan tener para el futuro, se debe mencionar que actualmente hay arquitectos que ya lo están haciendo realidad, entre ellos DIAS INFANTE en México, a través de sus experiencias y proyectos de vivienda industrializada en fibra de vidrio. En los Estados Unidos, el exponente en esta tendencia es el Arquitecto PAUL RUDOLPH, quién ha elaborado ya ciertos proyectos formales para el GRAPHIC ARTS CENTER y la Universidad de Virginia. En estos se tiene la idea de albergar a grupos de gente dentro del concepto PLUG-IN; y utilizando unidades metálicas (de aluminio y cuya dimensión es de 60 pies por 28 pies, 18x8.5 mts.).

Otras Tendencias

Actualmente todos los países avanzados parten básicamente del concepto Plug-in o enchufable, aunque no toman muy en serio la filosofía de la transformación de los

ambientes, según la necesidad.

Este sistema, como se comprende apela en gran escala a la mecanización o industrialización de sus componentes y a la utilización de equipo pesado en su manejo final.

Los Estados Unidos de Norteamérica son los que más se han aprovechado de estos conceptos recientes (prefabricación, desarrollo de nuevos materiales, nuevos sistemas de construcción) y sobre todo las investigaciones han sido impulsados a través de organizaciones oficiales de construcción y se esperan aplicar dentro de los programas de vivienda para familias con ingresos bajos.

Como ejemplo de este programa de investigaciones tenemos la más reciente: La operación BREAK THROUGH, que aporta como resultado una serie de sistemas nóveles de construcción en los que se incluyen una diversidad de materiales como: acero, aluminio, madera (plywood), concreto, resinas, asbesto, cemento, etc.

Los materiales que intervienen en la construcción de las viviendas planificadas dentro de esta operación se procesan industrialmente para obtener elementos de gran tamaño y que en última instancia se acoplan unos con otros para conformar los espacios habitables. Se tienen, pues, casas de los materiales apuntados anteriormente y diversos sistemas de ensamble que con el tiempo podrán tomarse como experiencias realizadas en el campo de la prefabricación y que puedan utilizarse, si así conviene, como

otro elemento más para solucionar el problema de la vivienda.

Se conocen también varios experimentos realizados dentro de este campo en algunos países latinoamericanos, entre otros, México, Venezuela, Argentina y Chile.

Las experiencias en general han sido satisfactorias y merecen tomarse muy en cuenta ya que el medio para el que han sido ideadas es muy similar al nuestro (materiales de construcción, mano de obra, economía, usuarios, etc.) por lo que pueden servir, en algún momento, de guía para la empresa a realizarse en nuestra área.

LA ARQUITECTURA Y LA INVESTI- GACION TECNOLOGICA



En nuestro medio los sistemas de construcción actuales son casi idénticos a los usados hace 20 o 30 años, quizá más. Se han introducido nuevos materiales y se ha conseguido rebajar el tiempo de construcción quizá un 10%. El procedimiento constructivo es largo y engorroso a veces, pero cumple su cometido. Toca pues al Arquitecto investigar sobre probables sistemas que sean de mayor rendimiento en la construcción, sugerir el uso de nuevos materiales, etc. Lo anterior se aplica a viviendas encargadas por un solo cliente, el cual paga el precio y espera el tiempo necesario para su entrega, como también se aplica a colonias con uno o varios tipos de casas; en los cuales el tiempo y el factor económico se deben reducir considerablemente. Es aquí pues donde interviene la utilización de sistemas constructivos basados en elementos normaliza-

22
dos (estandarizados).

Es pues necesario efectuar la investigación técnica y científica que conduzca a la creación de elementos normalizados a utilizarse en los diversos tipos de construcción económica. Dentro de esta investigación, además de llegar al modelo de casa adecuada a construirse en un asentamiento urbano, utilizándose elementos normalizados; se hace necesario considerar la posible obtención de los mismos a través de cierto tipo de industria.

Lo anterior al mismo tiempo que contribuye a hacer más rápido y económico el desarrollo de un proyecto, absorbe mano de obra que probablemente sería desalojada por otros procedimientos más industrializados.

Esta revisión a los sistemas tradicionales incluso puede poner al arquitecto en contacto con nuevos materiales y sistemas constructivos lo cual hace más auténtica su labor. Incluso sería posible lograr el desarrollo de nuevos materiales despertando su interés por el trabajo investigado en el laboratorio.

Estos nuevos rumbos y metas definitivamente pondrían al Arquitecto dentro de las corrientes actuales de la técnica moderna, ya que ingenieros y diseñadores de tipo industrial alcanzaron hace ya tanto tiempo, manteniéndose al día con los nuevos materiales y técnicas a su alcance, para ponerlos al servicio del consumidor. Como un ejemplo se podría citar la industria del automovilismo.

23

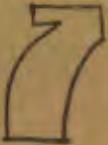
Con lo anterior se quiere afirmar que se deban obtener casas idénticas como actualmente sucede; se debe respetar el derecho a la individualidad que los hombres y sus familias poseen. Se debe pues tratar de que con los elementos normalizados se satisfaga la aspiración particular, mediante pequeñas variaciones en el proyecto, de cada uno de los usuarios. Esto no sería más que trabajar con ladrillos más grandes que los actualmente conocidos; y como es por todos sabido con estos se puede hacer lo que uno deseé: Muros grandes, largos, bajos, etc. Todo para satisfacer las necesidades de un proyecto.

De esta forma se logra ubicar mejor al individuo dentro de su medio y dentro de sus aspiraciones, a la vez que proporciona al arquitecto un campo más de trabajo sobre el cual proyectarse.

En resumen el arquitecto tiene que encarar la época en que vivimos, la época de la velocidad, y como tal tenemos que acoplarnos al sistema, el arquitecto no puede ni debe mantenerse ajeno, de espaldas a un desarrollo incontenible, sino que debe estar en disposición de dominarlo y guiarlo, vencer las dificultades impuestas por cada situación ya sea ésta temporal o bien conservadora.

El arquitecto tiene que influir en la forma sobre el conjunto del ambiente que nos rodea. La cultura de las formas individuales y aisladas toca a su fin, ha comenzado la cultura de las relaciones concientes. El trabajo de equipo frente a los problemas que plantean los conglomerados humanos y la sociedad actual.

EL MÓDULO



El Módulo como Unidad de
Medido

Es una magnitud dada que se toma como unidad, para seleccionar en función de ella la mayor cantidad posible de necesidades que permitan una inmediata colocación y ensamblaje, tanto para la construcción en su conjunto, como para los elementos de construcción o de equipamiento.

El tamaño del módulo, se elige como una longitud igual a: 1 dm ó 100 mm.

El término módulo connota dos conceptos diferentes, se toma al mismo tiempo como unidad y como coeficiente numérico.

La palabra módulo deriva del Latín "Modulus" (medida); en la arquitectura griega y más tarde en los trabajos de VITRUVIO, el módulo era de una manera general una unidad de proporción; actualmente su propósito principal es obtener el máximo de economía en el uso de elementos tipificados que pueden ser utilizados con propósitos diversos en la construcción.

22
25
★
El Módulo como Coeficiente
Númerico

La palabra módulo también puede significar una regla o norma que permita relacionar diferentes números y tamaños.

Tal es el caso de una serie geométrica; la razón de la progresión, sería el módulo o multiplicador constante.

Tipificación Modulada

Este concepto presupone una bien entendida ordenación de medidas, tomando en consideración que en la construcción industrializada es de especial importancia el trabajo sistemático en planta con el objeto que se tenga margen a variabilidades; estructurándose sobre una base natural; y para nuestro caso sobre las dimensiones del cuerpo humano.

★
El problema de la tipificación consiste en la fijación de sistemas adecuados de módulos y por ende en armonía con el sistema estático, requiriendo ésta, investigaciones; y patrones de comparación basados en:

- 1.) Metros cuadrados por metros cúbicos de volumen
- 2.) Número de camas por vivienda
- 3.) Costo del metro cuadrado de la superficie de la vivienda.

Como punto primordial y sobre todo básico, es tener el concepto: Que una casa prefabricada debe ser referida para que sea habitada por una familia anónima, y como tal para que pueda llenar su predicado y no desvirtue su finalidad, presupone un pro-

26
Coordinación Modulada

fundo estudio e investigación de orden sociológico, urbanístico y arquitectónico.

La coordinación modular deriva del término módulo, proporcionando un vínculo entre el diseño, la planificación, la fabricación de componentes y su instalación; en el caso de los componentes modulares es necesario que cada uno se mantenga dentro de su propio espacio modular definido de antemano en el plano de referencia, siendo las líneas de referencia la base de las dimensiones moduladas.

La coordinación modular, implica una serie de requisitos previos para poder emplear materiales de construcción y componentes prefabricados con más amplitud, utilizando la modulación a fin de establecer un orden sistemático en las dimensiones de los espacios. Instalándose los componentes en el lugar asignado sin modificaciones que originen pérdida de tiempo y gastos.

La coordinación modular, lleva como meta lo siguiente:

- a.) Medidas modulares en relación con el cuerpo humano
- b.) Medidas modulares funcionales
- c.) Tamaños modulados para puertas, ventanas, armarios, equipo de cocina, etc.
- d.) Normalización de elementos para muros, tabiques y cubiertas.

Estos componentes deben fabricarse con arreglo a diseños específicos, teniendo en

cuenta el espacio requerido para unirlos al componente adyacente, pues su tamaño no debe ser menor que el espacio estipulado en la retícula modular.

El estudio del detalle de las juntas debe hacerse en una de las primeras etapas de la planificación, pues son estas las que determinan las medidas de los componentes.

Las dimensiones de los componentes modulares son expresadas como medida de fabricación con una tolerancia que tiene en cuenta las propiedades de los materiales, los movimientos, etc., así como el desgaste de los moldes, o cualquier otro error que de su fabricación podría surgir. La medida de fabricación deberá tener en cuenta el espesor de la junta requerida para las uniones.

Definiciones Usadas en la Coordinación Modular

Se hace alusión a algunas de las utilizadas por diferentes autores versados en la materia.

Medida Modular

Medida que es un múltiplo entero del módulo de 1 dm.

Reticulado Modular

Retícula en la cual la separación entre dos líneas consecutivas es igual al módulo, en las dos direcciones de los dos ejes de coordenadas por igual.

Reticulado Espacial Modular

Reticulado tridimensional ortogonal en el cual la separación entre dos líneas consecutivas es igual al módulo, en las direcciones de los tres ejes de coordenadas por igual.

Línea Modular

Línea de un reticulado modular o de un reticulado espacial modular.

Punto Modular

Intersección de dos líneas modulares.

Plano Modular

Plano que pasa por una línea modular y es paralelo a uno de los ejes de coordenadas perpendiculares a dicha línea modular.

Espacio Modular

Por espacio modular se entiende:

- a.) Una longitud que es múltiplo entero del módulo de 1 dm.
- b.) Una superficie cuyo largo y ancho sean múltiplos enteros del módulo de 1 dm.
- c.) Un volumen cuyo largo, ancho y alto sean múltiplos enteros del módulo de 1 dm.

Medida de Posición

Medida que determina la posición de un objeto o de un detalle con relación a un plano, una línea o un punto modular.

Medida Nominal

Medida que se utiliza para designar una magnitud.

Medida de Fabricación

Medida escrita en los dibujos, etc., que es utilizada directamente para la fabricación de un objeto, y que debe ser la de ese objeto terminado, dentro de los límites de los errores inevitables de fabricación y de las tolerancias correspondientes.

Medida Efectiva

Medida que se obtiene midiendo el objeto fabricado. Puede diferir de la medida de fabricación.

29
Sistema Cerrado

Sistema constructivo en que los elementos son dimensionados por el constructor y las reglas de ensamble son dispuestas por él.

Sistema Abierto

La combinación de los elementos y reglas de ensamble son de tipo universal.

Coordinación Dimensional

Normalización de las dimensiones de los edificios con objeto de reducir la variedad en los componentes.

Coordinación Modular

Organización de las dimensiones de un edificio respecto de un módulo básico, que permita utilizar los elementos de la obra sin modificarlos.

Módulo

Dimensión conveniente usada como incremento o coeficiente.

Módulo Básico: (M)

Usado para coordinar las dimensiones del edificio.

Multi-Módulo

Usado como múltiplo del módulo básico.

Tamaño Modular

Un tamaño que es igual al módulo básico o a un múltiplo del mismo. Los tamaños modulares se refieren al tamaño del componente incluyendo holgura para su junta.

Componentes

Productos industriales manufacturados como unidades independientes, tales como: secciones, bloques, ventanas, etc. Teniendo dimensiones fijas en dos sentidos (por lo menos) y consecuentemente presentan dificultad de alterarse en la obra. Son de tres tipos: secciones, unidades y unidades compuestas.

Sección

Material de construcción elaborado para definir una sección transversal pero de longitud no determinado v. gr. ángulos, tubos, cable, etc.,

36
Unidad

Material de construcción elaborado como un artículo simple con sus tres dimensiones especificadas. Completo por sí mismo pero con el fin de ser parte de un elemento funcional o de una unidad compuesta v. gr. ladrillo, dintel, hoja de puerta, etc.

Unidad Compuesta

Material de construcción formado como artículo complejo, con sus tres dimensiones especificadas, completo por sí mismo pero con el objetivo de ser parte de un elemento funcional v. gr. puerta y su marco, refrigerador, fregadero, etc.

Elemento Funcional

Parte constitutiva de un edificio que tiene su identidad funcional: muro, cubierta, pisc, etc.

Tamaño Preferencial

O múltiplo preferencial o una fracción del módulo básico seleccionado para fines específicos, tales como tamaño básico recomendado para un componente.

Espacio Básico

Espacio asignado para recibir un componente incluyendo la holgura de las juntas, dicho espacio se encuentra limitado por los planos de retícula. En el sistema modular, los espacios básicos son espacios modulares.

Espacio Modular

Un espacio dedicado a un componente limitado por sus planos modulares.

Dimensión Modular

La distancia entre líneas o planos en el sistema modular

Retícula Modular

Retícula empleada en la preparación de los diseños de un edificio. La retícula normalmente es rectangular y los intervalos entre líneas son múltiplos del módulo básico. Las líneas de preferencia sirven para definir la planta y distribución de un edificio

así como la posición y ubicación de sus componentes.

Componente Modular

Una componente cuyas dimensiones de coordinación son tamaños modulares y que se acomoda en la retícula básica modular.

Junta

Espacio entre (2) dos componentes adyacentes, independientemente de que sea ocupado o no por un material para juntas.

LA PRODUCCION EN MASA ES UN FENOMENO CARACTERIS-
TICO DE NUESTROS TIEMPOS. SIN EMBARGO, SOLO ADQUIE-
RE IMPORTANCIA Y ARRIGO CUANDO LA COMPRESION
TECNICA VA ACOPLADA A UN PUNTO DE VISTA INTELIGEN-
TE EN LAS ASPIRACIONES Y NECESIDADES DE LA HUMANIDAD.

RICHARD NEUTRA, 1954

MATERIALES DE POSIBLE USO
EN LA VIVIENDA DE TIPO SO-
CIAL



Actualmente se utilizan los materiales que se han venido empleando tradicionalmente en la construcción de la vivienda, a saber: ladrillo, caña, paja, etc. De utilización más reciente: block de cemento, acero, asbesto cemento, etc.

Sin embargo es probable que se puedan utilizar otros materiales, los cuales solo esperan ser descubiertos o combinados con otros para experimentarlos como posibles materiales en la construcción de viviendas económicas.

Actualmente la investigación sobre nuevos materiales la ha efectuado el Laboratorio de Materiales de la Universidad, ya sea por iniciativa propia, o bien a solicitud de personas interesadas.

A continuación se enumeran algunos de los materiales de probable utilización en la construcción, los cuales han sido investigados a través de tesis profesionales de graduación, investigaciones privadas, por conducto de centros de investigación *), investigaciones propias de dichos centros.

Y algunas sugerencias de este trabajo:

- 1.) BAMBU
- 2.) AZUFRE

- 4
- 3.) TABLEX Y ADITIVO PLASTICO (*)
 - 4.) ASBESTO-CEMENTO Y ADITIVO PLASTICO (*)
 - 5.) CONCRETO LIGERO
 - 6.) CITRONELA (*)
 - 7.) ARCILLA
 - 8.) ASBESTO CEMENTO

(*) Los resultados de dichas investigaciones no se conocen por ser de carácter confidencial. Unicamente se sabe que sus características les permite utilizarlos en la construcción.

Bambú

La principal característica de esta madera para el punto que nos interesa, es su posible utilización como refuerzo de tensión al combinarla con el concreto. Lo que permitiría la obtención de elementos relativamente livianos y económicos.

Azufre

Este material ha sido investigado por el Laboratorio de Materiales y sus resultados han sido halagadores.

Es un elemento de fácil obtención en nuestro país, y su costo es relativamente bajo, si se le compara con otros materiales de la construcción.

Se investigó como mortero para juntas en elementos de construcción (block de cemento y ladrillos) aceptando cargas hasta de 189 # antes de fracturar a los miembros con él unidos. Cabe decir que los elementos de construcción fallaron antes que la junta.

La resistencia a la ruptura comienza a partir de la aplicación de cargas de 0 # a 130 # y se incrementa hasta 189 # según las combinaciones que se hagan del azufre con otros elementos y de la manera de aplicarse a los elementos investigados. Su máxima resistencia se alcanza mezclando Azufre, Asbesto y un plastificante químico que se encarga de dar flexibilidad al mortero y de hacerlo anti-combustible.

Otra de sus aplicaciones, consiste en su utilización para la impermeabilización de superficies.

Combinando estas características se nos ocurre pensar que probablemente se puede uti-

24

lizar en combinación con fibras vegetales (bagazo de caña, yute, kenaf, etc.), ya sea como elemento de recubrimiento a estas fibras o mezclándose íntimamente con ellas y prenzándolas en forma de paneles.

Uno de los experimentos con este mortero fué la impermeabilización de un cesto hecho con fibras vegetales, el cual dió muy buenos resultados. Esta misma impermeabilización se podría aplicar a las paredes de caña; con lo que se obtendría por resultado una pared liviana pero que daría perfectamente protección contra las inclemencias del medio ambiente.

En los Estados Unidos de Norteamérica han sido utilizadas mezclas similares a las descritas, con la diferencia de que se han aplicado a superficies corrugadas de cartón. Estos elementos fueron utilizados en casas livianas durante la segunda guerra mundial en las cuales funcionaron como elementos expuestos a la intemperie (muros y techos) e incluso como miembros portantes de la cubierta (muros portantes).

La duración de estos elementos fué de más o menos 1 año o sea cuando el cartón perdía su rigidez debido a penetraciones de agua. Es pues, interesante experimentar con las mezclas desarrolladas en Guatemala y averiguar que tan buen impermeabilizante puede resultar; como para aplicarlo a nuestras fibras vegetales y cual sería su duración.

Es interesante notar que las casas construídas con el auxilio de este elemento tuvieron

Tablex y Aditivo Plástico

un costo aproximado de US\$ 60,00 (valor de cartón y mezcla de azufre).

El tablex en este caso se ha combinado con un elemento a base de resinas plásticas, para prestar esta última al primero características estructurales.

Con el tablex se arma un panel hueco por dentro; y posteriormente se le inyecta a presión la resina plástica. El panel así obtenido adquiere características estructurales, térmicas y acústicas que antes no tendría si se hubiera utilizado aisladamente. *)

Asbesto Cemento y Aditivo Plástico

Se utiliza en este caso planchas de asbesto cemento, las cuales forman una cajuela, dentro de las que se inyectó la resina plástica a presión. Los resultados son similares a los del TABLEX en combinación con la resina plástica, con la diferencia que el asbesto cemento es perfectamente impermeable, pero con la desventaja de ser quebradizo cuando se somete a cargas dinámicas no muy fuertes.

Concreto Ligero

Existen diversos tipos de concretos ligeros y distintos medios de obtenerlos.

Se pueden clasificar en dos grupos:

Concreto ligero a base de Agregados de Peso Liviano y Concretos Aireados o Gaseoso.

Los primeros se obtienen mediante la mezcla de cemento con agregados livianos entre

los que se enumeran los siguientes:

- 1.) Escoria de Hulla
- 2.) Arcilla expandida

- 3.) Vermiculita exfoliada
- 4.) Perlita expandida
- 5.) Piedra volcánica (Escoria)
- 6.) Pomez
- 7.) Agregados orgánicos, etc.

Los concretos del segundo grupo o gaseosos se obtienen mediante la combinación del cemento con mezclas químicas que produzcan burbujas en el volumen a obtenerse. Esto se puede lograr con polvos de Aluminio, Peróxido de Hidrógeno y Cloruro de cal, mezclas espumosas especialmente preparadas, etc.

Algunos de sus Usos en la Historia

Se utilizó en la antigua Roma y en la bóveda del Panteón, uno de los tantos elementos así construídos. En este caso se empleó concreto con agregados livianos de piedra pomez.

En la construcción de lanchones de transporte y muelles flotantes durante la pasada conflagración mundial. Se usa concreto con agregados de arcilla.

Usado a partir de 1950 en la construcción de edificios en INGLATERRA.

Actualmente el Laboratorio de Materiales de la Universidad de San Carlos, ha venido efectuando experiencias con el concreto ligero; a continuación se incluyen algunas de sus características generales.

DEFINICIONES

Concreto Normal (Concreto)

Una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua.

Concreto Ligero o Liviano Estructural

Un concreto que contiene agregados ligeros y que no pesa más de 90 a 115 libras/pie cúbico.

Comparación de algunas de las características entre concreto ligero y concreto normal.

	<u>LIVIANO</u>	<u>NORMAL</u>
Compresión ($F'c$)	2000 psi	3000 psi
Tensión	0.13 $f'c$	0.15 $f'c$
Flexión	0.12 $f'c$	0.15 $f'c$
Adherencia	$2\sqrt{f'c} *$	$2\sqrt{f'c} *$
Corte	15% $f'c$	15% $f'c$
Desgaste	3%	2%
Curado	7 días	7 días
Permeabilidad	Menor que el normal	--
Peso	75 # / l ³	150 # / l ³

*) $\phi < 1/2"$

(Datos proporcionados por el Laboratorio de Materiales de Construcción de la Universidad de San Carlos).

40 Absorción de Humedad

Proceso físico por medio del cual el concreto atrae agua hacia sus poros. Esto es un índice directo de la resistencia del concreto a los ataques de la intemperie. De acuerdo con las experiencias realizadas con el mismo volumen de concreto normal; el liviano es menos absorbente.

Absorción de Sonido

A 500 Hertz 0.2 a 0.3

125 a 2000 Hertz 0.2 a 3.5

Explicación:

0.3 indica que el 97% de la energía incidente es reflejada por la superficie.

Resistencia al Fuego:

De acuerdo a los datos del National Building Code (EUA) el concreto ligero desarrollado en Guatemala, en una plancha de 0.10 mt, soportaría un incendio de 3 horas.

Conductividad Térmica:

De 0.14 a 0.25 K cal m/H m² oC. Estos índices varían con su densidad. En el concreto normal los índices no varían (1.19 a 3.72 cal m/h m² oC).

El concreto ligero es más fresco que el normal ya que el aire contenido en los vacíos reduce su conductividad.

Durabilidad

Los ataques químicos producidos por los elementos en solución en las aguas freáticas (sulfatos) lo deteriorarán más rápidamente que el concreto normal; ya que es más poroso. Por lo tanto no es recomendable ponerlo en contacto con el subsuelo cuando existan condiciones adversas, a menos que se le aplique un recubrimiento.

Citronela

Se han realizado investigaciones con bagazo de citronela a través del ICAITI. El objeto de estas experiencias fué tratar de obtener planchas no estructurales (TABIQUE) a partir del prensado de dicho producto. Estas planchas se obtienen prensando los residuos de citronela, los cuales permanecen unidos en virtud de sus propios polímeros. También se pueden obtener estas planchas, prensando los desechos de la citronela y mezclándolos con aditivos químicos que contribuyen a dar más resistencia al producto final.

Arcilla y Asbesto-Cemento

Hasta la fecha no se conoce que en nuestra región se hallan efectuado experimentos para tratar de convertir a estos elementos en piezas estructurales de regular tamaño. No se hace pues ningún comentario respecto de las características de los mismos puesto que no se han desarrollado, pero creemos, que si se investiga con ellos, obteniéndolos a través de la extrusión con objeto de utilizarlos en las construcciones; como actualmente se hace con el ladrillo pero lo suficientemente grandes y manuales para usarlos en forma de planchas. Tentativamente sería interesante tratar de construirlos en las siguientes dimensiones: 0.15 x 0.60 x 2.50 mts. para ser fácilmente manejados por uno

o un par de hombres. Se cree que los elementos extruñdos y de las dimensiones apun-
tadas, de más probable éxito en este campo, sean las planchas huecas de asbesto cemen-
to. No nos atrevemos a aventurar sobre las características físicas de esta plancha, pe-
ro de lo que si estamos seguros es de la facilidad con que se podría manejar en una
construcción en seco. Entre algunos podríamos mencionar: serrucharlo, atornillarlo,
etc.

MATERIALES A UTILIZARSE EN EL PROYECTO PROPUESTO



Los materiales al alcance del arquitecto, constructor, ingeniero, etc., hoy en día son
de una amplia variedad. Los tenemos desde la madera tridicional, hasta la más sofis-
ticada combinación de elementos orgánicos que constituyen un plástico.

Sin embargo en este trabajo se quieren utilizar materiales al alcance. Con esto se quie-
re decir que para no elucubrar con materiales sintéticos, que probablemente harían muy
fácil la prefabricación, pero que indiscutiblemente caen fuera de los recursos económi-
cos destinados a la vivienda de tipo social. Nos restringiremos pues, en la medida de
lo posible, a utilizar elementos económicos y de obtención relativamente fácil en el
área centroamericana.

Dichos materiales se trabajarán como si estuvieran ya modulados, según las recomenda-
ciones que sobre el particular emitiera la reunión sobre COORDINACION MODULAR

EN VIVIENDA en San Salvador el año 1962.

Los materiales más importantes son:

CONCRETO LIGERO

PANELES O TABLEROS DE TABLEX

LAMINAS DE ASBESTO CEMENTO

MORTERO DE AZUFRE

Las razones pues para utilizar estos elementos en mayor cantidad que cualquier otro, son obvias. Utilización de recursos naturales y humanos de la región.

Se puede añadir algo respecto de uno de los materiales, en este caso el concreto. Se utiliza por ser un material muy bien experimentado, es sólido, no necesita mucho entretenimiento, fácil de producir, es un material preciso, es decir que se le puede hacer trabajar a los esfuerzos deseables, etc.

Tipos de Prefabricación

Aunque este trabajo no es la proposición final de un sistema de prefabricación como la que se usa en estos países, sino más bien tiene por objeto despertar alguna inquietud sobre utilización de este sistema de armar casas o edificios en los interesados, y de advertir sobre la preparación que hay que adquirir hoy día en este campo para poder abordarlo sin tropiezos en el futuro.

El tipo de prefabricación que se propone es MIXTA; es decir, la utilización de elemen-

Los normalizados combinables con elementos no normalizados; en este caso paneles de concreto y lámina de asbesto cemento.

LIVIANA: Utilización de elementos cuyo peso no sobrepase los 500 kg ó 1200 libras.

PAREDES PORTANTES: Las paredes serán las encargadas de soportar los elementos que componen la cubierta.

Se desarrollarán en este trabajo tres sistemas ó tipos para armar una vivienda. Los tipos ó métodos I y II, tienen las características siguientes:

- 1.) Utilización de los elementos descritos anteriormente pero con ligeras variaciones en los sistemas de construcción.
- 2.) Elementos modulares uniformes para permitir un intercambio fácil de piezas.
- 3.) Elementos relativamente pequeños y de fácil manejo.
- 4.) Permitir la intervención del arquitecto con un grado mínimo de restricciones en el diseño de ambientes con elementos prefabricados.
- 5.) Posible fabricación de los elementos más importantes (paneles, concreto ligero) y más pesados en un lugar próximo a la obra. Talvéz al aire libre.

Descripción de los paneles:

Peso: Aproximado kg 200

Armado: hierros 3/8" y 3/16"

Coeficiente acústico y

Térmico _____ en prueba.

Esfuerzos (Referido al Concreto Liviano)

(a Ruptura)

F tensión 200 #/pul²

F compresión 2000 #/pul²

F corte 280 #/pul²

Tiempo que debe permanecer en formaleta: _____ i día

Tiempo para utilizarse despues de desencofrado: _____ 7 días

Cimientos

Se utilizan elementos de concreto ligero, los cuales se asientan sobre terreno compactado. Su objeto es servir como elementos receptores de los paneles de concreto y al mismo tiempo servir de solera hidrófuga. La forma del mismo puede variar según el tipo de terreno y su capacidad soporte. Este tipo de cimientos se puede utilizar, en las tres alternativas presentadas.

Elementos Interiores de División

Se considera que en los interiores se pueden utilizar elementos divisorios de los ambientes relativamente livianos. Estos no estarán sujetos a cargas extremas, lo que permiti-

ría, además de una sencilla erección, flexibilidad en los ambientes, dando oportunidad a la familia de la casa de realizar modificaciones en el funcionamiento de la misma, cuando lo crea conveniente.

Cubierta

En este caso se utilizarán paneles de TABLEX modulados o bien de concreto ligero. Debido al armado que se da a las unidades de vivienda, usaremos cubiertas de asbesto cemento; en este caso CANALETA. Esta nos permite cubrir ambientes sin apoyos intermedios y reduce al mínimo de miembros auxiliares que se utilizarán con otro elemento de cubierta liviano y distinto (ej.: lámina acanalada implica el uso de madera). Se adaptaría a los diseños I y II; aunque se señala la posibilidad de usar paneles de concreto ligero en el caso II.

Para el caso III, se utiliza una losa de concreto ligero prefabricado, y que deberá colocarse con el auxilio de una grúa.

Erección y Armado Tipos I y II

La diferencia esencial entre las alternativas de construcción I y II consiste en que la I; los elementos verticales (paneles de concreto) van soldados entre sí, formando una membrana portante de la cubierta, y al mismo tiempo lo suficientemente rígida para autoportarse. La alternativa II destinada a prescindir del auxilio de la soldadura eléctrica, introduce en su armado vigas de concreto (ligero o gaseoso) destinadas a formar las soleras de remate, que son las que soportarán gran parte de la construcción.

Los pasos más importantes son:

Excavación para situar los miembros destinados a funcionar como cimientos y para situar pasos de tubería (agua y drenaje).

Erección de paneles de concreto destinados a funcionar como columnas iniciales (se les denomina de esta forma ya que solo sirven para la formación de los muros) en las esquinas donde sean necesarias.

Colocación de los paneles sobre los cimientos y amarraje de unos con otros.

Si es caso I, aplicar soldadura).

Si es caso II, fundir solera remate).

Colocación de elementos laterales de cierre, se sitúan en los puntos vacíos entre cubierta y muro, o sea aquellos paralelos a la dirección de la cubierta.

Colocación de la cubierta.

Instalación de ventanería y pisos, etc.

Alternativa III

Esta alternativa plantea la posible utilización de elementos prefabricados de gran tamaño. Probablemente cabría dentro de la clasificación de prefabricación de tipo medio, la que hace precisa la utilización de maquinaria para mover unidades hasta de 1000 kilos.

Dichos elementos conformarían una pared completa o parte de ella; la cual debe in-

cluir vanos para puertas y ventanas, ductos para la introducción de las instalaciones (agua, drenaje, electricidad) e incluso acabados en sus superficies expuestas.

El Laboratorio de Materiales ha experimentado con diversas combinaciones de cementos con el fin de llegar a la producción de unidades de este tipo. Los resultados finales los desconocemos; pero sabemos que tarde o temprano estas experiencias fructificarán en el desarrollo de viviendas y edificios que los utilicen ampliamente.

Hasta donde sabemos, casi todo Europa y muchos de los países de nuestro continente utilizan los elementos prefabricados; desde paneles hasta unidades "volumétricas" (elementos de un ambiente, o un ambiente. Ej. parte de una cocina ó el servicio sanitario completo).

Estos últimos exigen el respaldo de una industria compleja y cara, por lo que no son parte de nuestra meta inmediata.

El sistema propuesto tiene las ventajas siguientes, entre otras: economía de tiempo; como todo sistema de prefabricación; pero presenta una de las desventajas más grandes si no se puede manejar con imaginación, que a veces le vemos sin necesidad de recurrir a las casas prefabricadas en las colonias de especulación económica. Esta desventaja es la poca flexibilidad de adaptación arquitectónica.

Dicha flexibilidad solo se logra mediante el uso de elementos de diversos tipos (alto

49

Armado de la Casa (Generalidades)

costo) o mediante la utilización de elementos más pequeños.

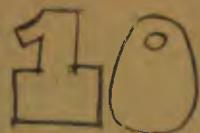
Se procede a la colocación de los cimientos propuestos para los casos anteriores y luego a colocar los elementos de pared o de fachada sobre los mismos. Posteriormente se colocará la cubierta.

Es de recordar que los elementos necesarios para proveer a la casa de electricidad, salida o entrada de agua; deben ir fundidos dentro de la unidad de pared.

Uno de los puntos más críticos a resolver en la preconstrucción y por lo tanto también en este caso, es el empalme de elementos.

En las juntas verticales ocurren la mayor parte de los esfuerzos cortantes y en las horizontales se producen tensiones por esfuerzos cortantes y por compresión.

RECOMENDACIONES



No se trata en este trabajo de convencer a nadie sobre las bondades de los sistemas de prefabricación; sino que su adopción es cada día más inminente. No es cuestión de adoptarlo para que pueda ser un movimiento puesto en moda por los países desarrollados. Se trata con él de mostrar que para la solución de los problemas de la vivienda que actualmente aquejan a nuestros países, y si se quiere resolverlos dentro del tiempo meta (año 2000); no nos va quedando otro recurso que abandonar los sistemas tradicionales y optar por un medio que nos permita construir más rápidamente y con idénticos o mejores resultados constructivos.

Los datos proporcionados por la Unión Panamericana nos recordará la situación en que vive nuestra América Latina, y la similitud de estos datos con la crisis que aqueja a Guatemala.

En "La América Latina la población llegó a 189 millones de habitantes a fines de la década del cincuenta. El 78% carece de vivienda normal, lo que hace una población de 147 millones sin techo adecuado. Su ritmo de crecimiento es del 3% (asiáticos)". Solamente en Guatemala hacen falta alrededor de 30070 viviendas (por crecimiento demográfico) para el período 1966-1975.

Una vez más el tiempo apremia.

Creemos pues que la prefabricación a través de la industrialización, puede contribuir a la solución del problema; y al efecto se hacen algunas recomendaciones de tipo ge-

neral.

La industrialización deberá permitir el surgimiento de mecanismos que permitan superar la organización actual de las industrias en cuanto a la relación de sus funciones, a saber:

demanda;

investigación;

proyecto;

producción y construcción.

Deberá emplearse un programa de investigaciones que permitan a la industria de la construcción encaminarse por los medios que la justifiquen dentro del marco de la industrialización. Considerar como metas la producción en serie para distintas franjas de usuarios; tomando en cuenta algunos factores técnicos.

- Adiestramiento en materia de construcción
- Normalización de elementos de construcción
- Normalización en los sistemas de construcción (prefabricación, uniformidad, sistemas de juntas)
- Las normas dimensionales deberán formularse a través de asociaciones regionales cuyo fin sea el de dar calidad por medio de productos uniformes.
- Reducción de tiempo y costos.

32

Una vez enmarcada la industrialización dentro de las necesidades regionales y con el concurso de los técnicos que lo implementan (Arquitectos, Ingenieros, Contratistas, Economistas). No escatimar esfuerzos en la realización de modelos experimentales a escala natural para comprobar su funcionamiento, diseño, alternativas en la distribución de sus espacios, etc. teniendo como protagonista de esta escena al último eslabón de la industrialización: el hombre o familia consumidor, quien en última instancia lo calificará.

53

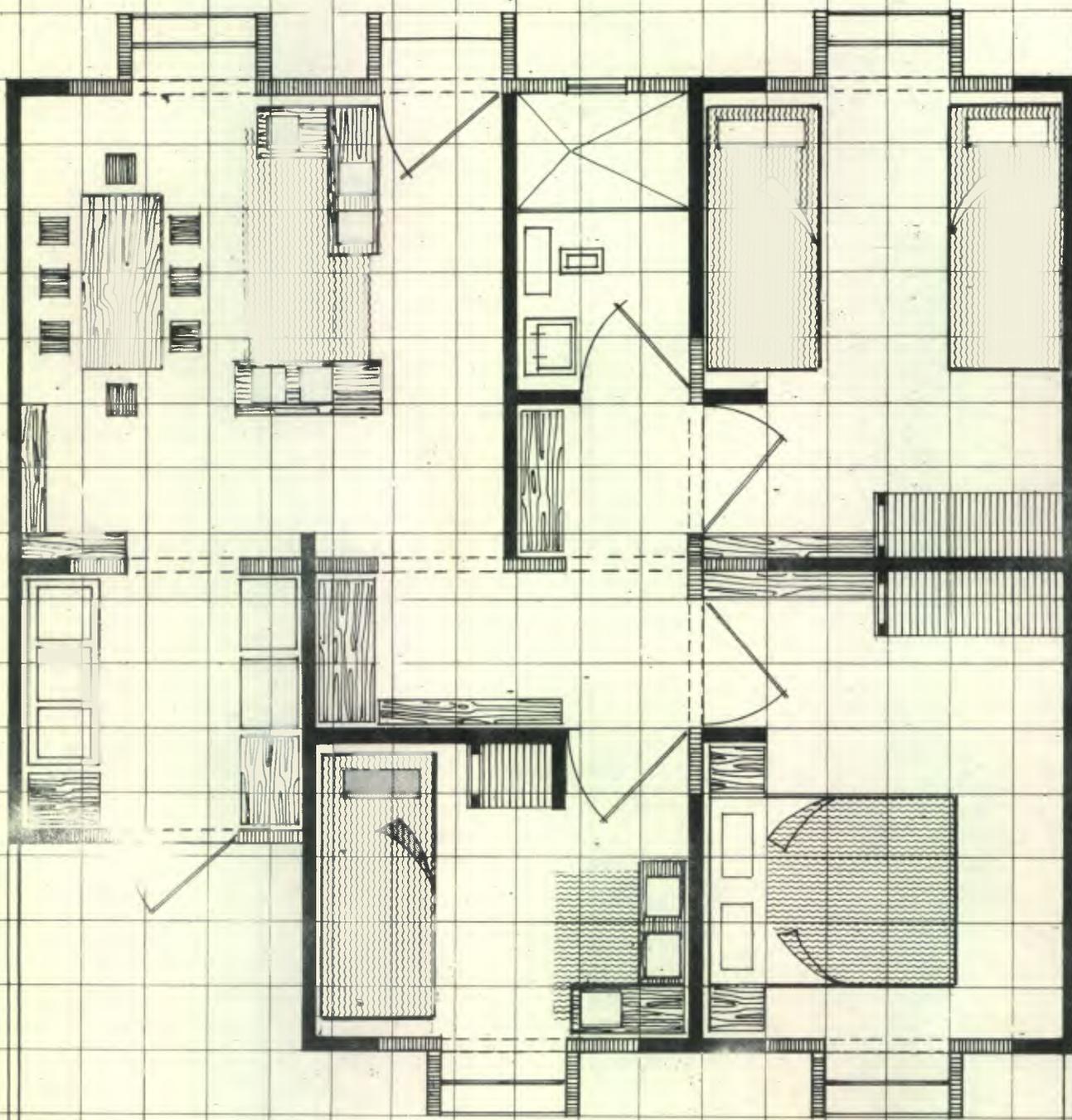
NECESITAMOS CONSTRUCCIONES HUMANAS, PERO PRECISAMENTE, NUNCA SE HA CONSTRUIDO EN EL CAMPO DE LA VIVIENDA CON TANTA MONOTONIA Y RIGIDEZ COMO AHORA. SURGEN BARRIOS RESIDENCIALES EN LOS QUE NADA PUEDE MODIFICARSE; NI UNA VENTANA NI UNA PARED. CONSTRUIMOS CASAS RIGIDAS Y APRETUJAMOS EN ELLAS A LOS HUMANOS.

FREI OTTO

NECESITAMOS CONSTRUCCIONES HUMANAS. . . .

I PLANTA A DESARROLLAR

ACCESO



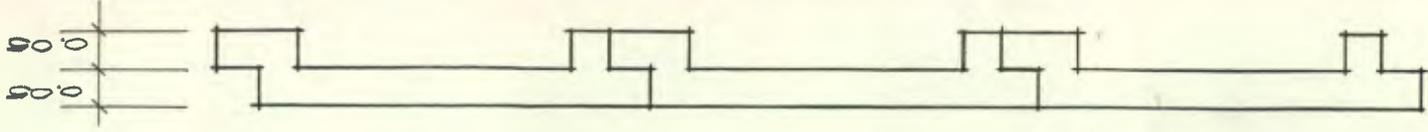
PLANTA TIPICA

= 5 modulos = 50 cm.

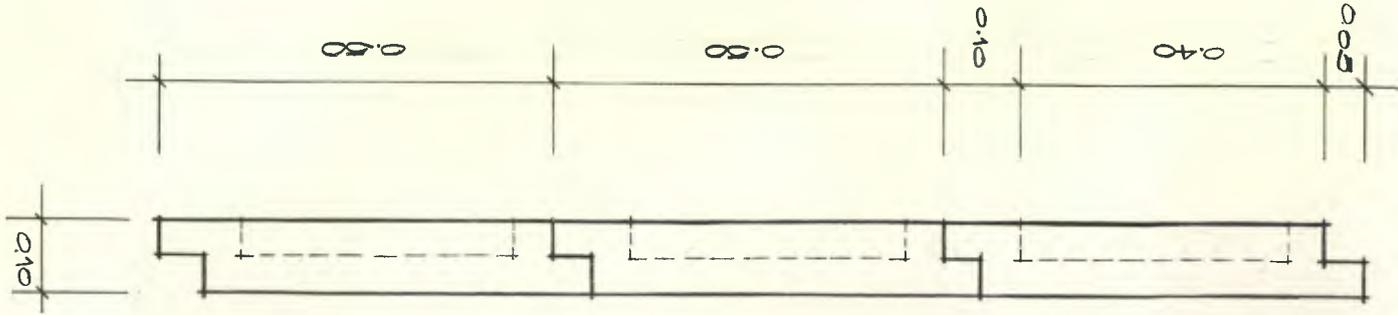
II PANELES A USAR

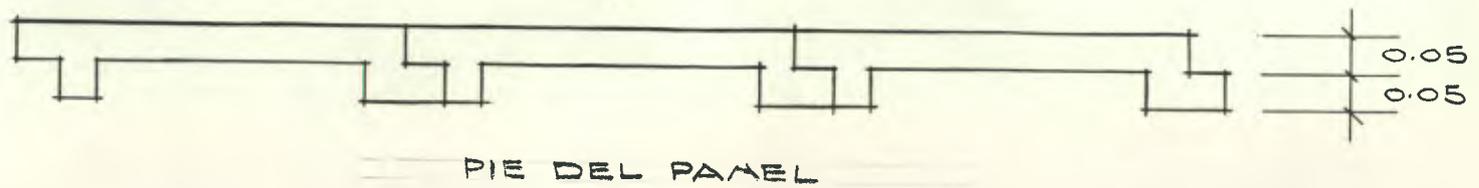
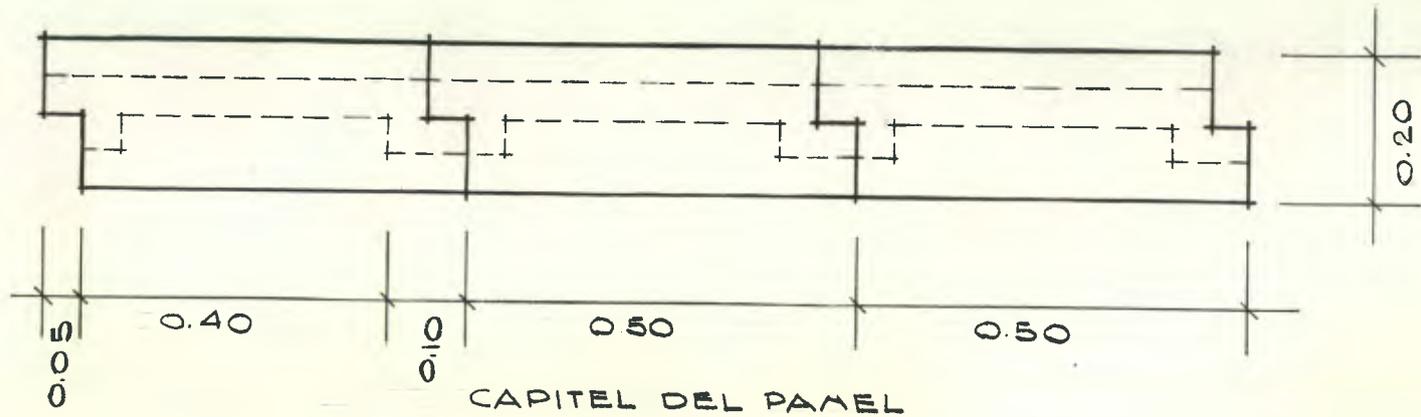
PLANTAS - PAVEL -

PIE DEL PAVEL.

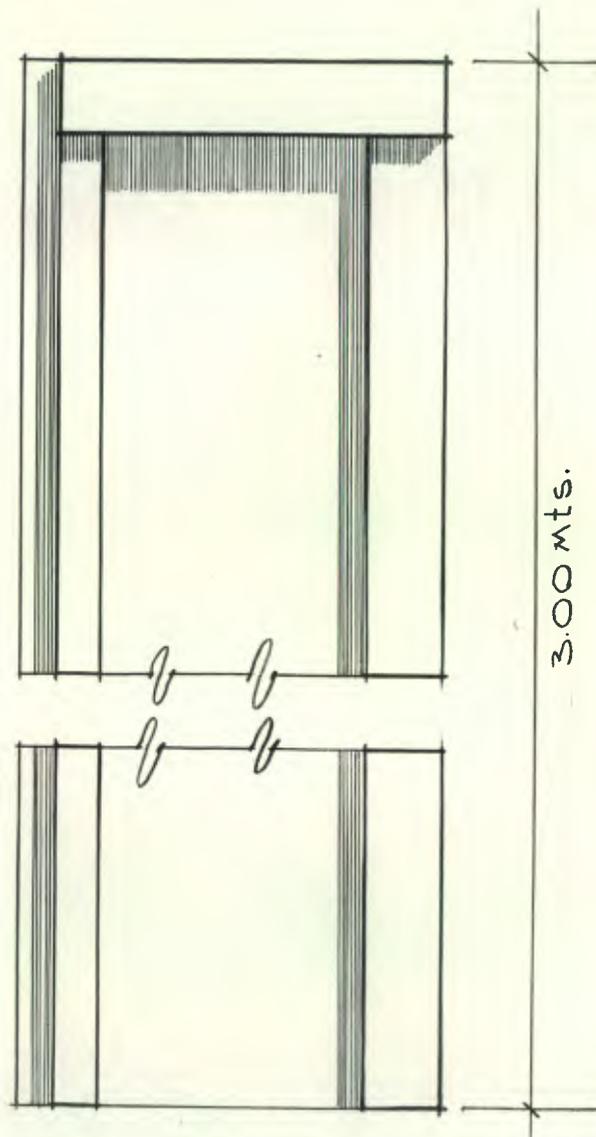


CAPTEL DEL PAVEL



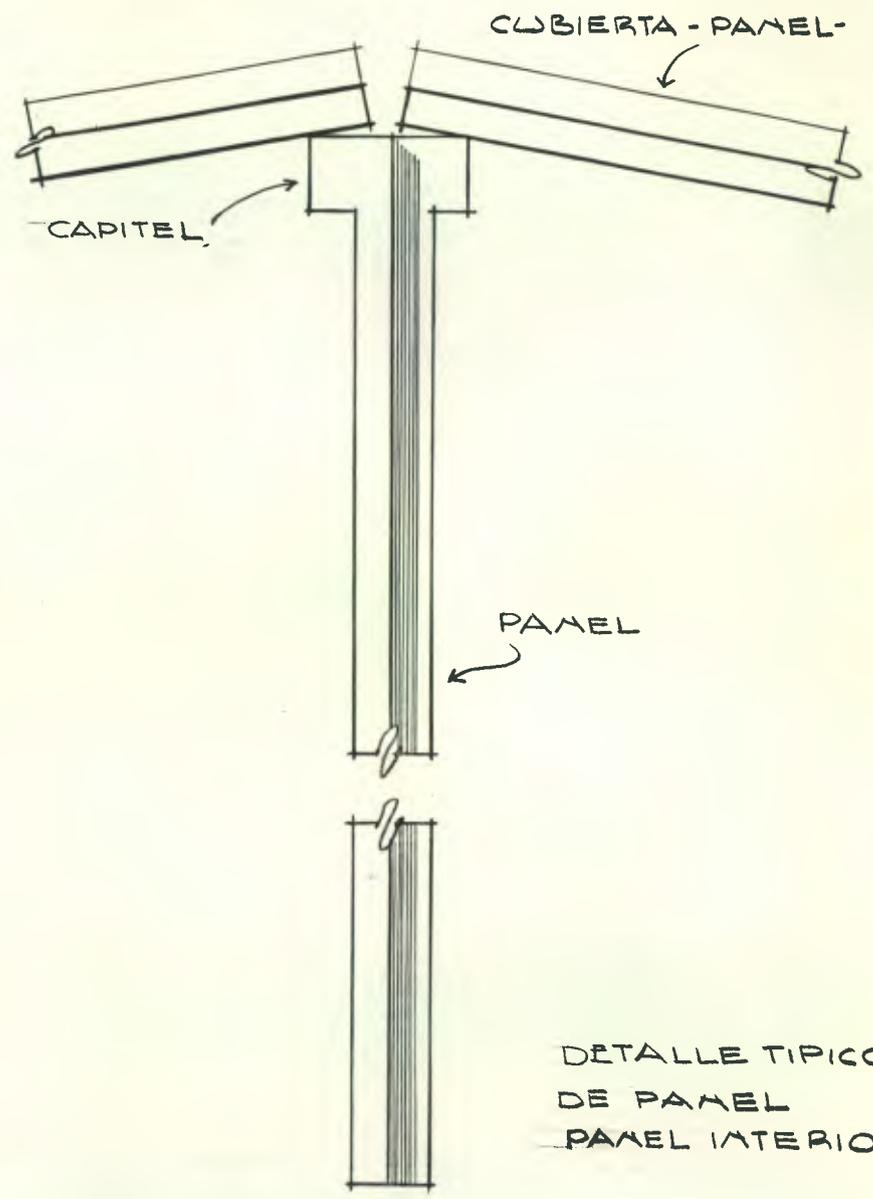


PLANTAS-PAMEL-



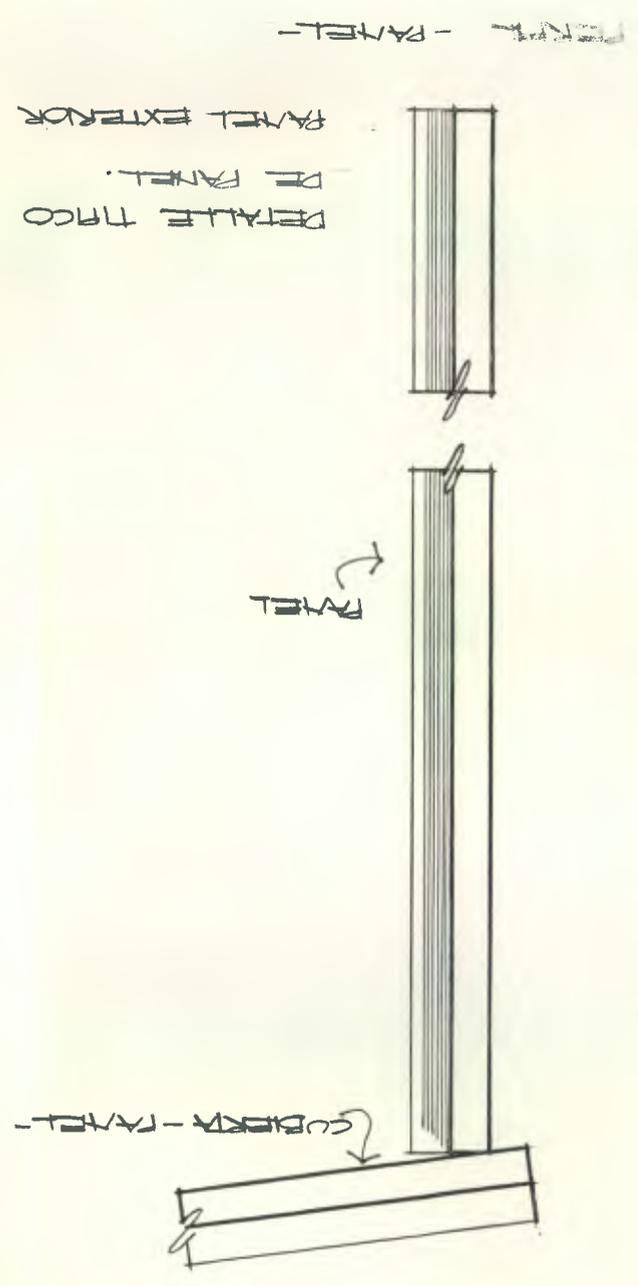
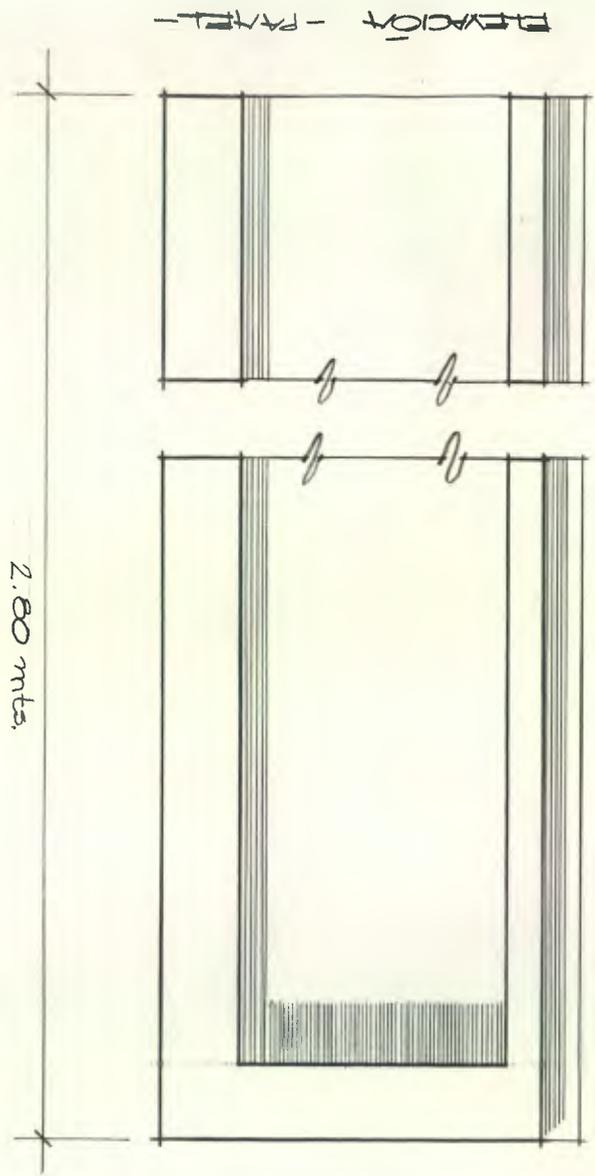
ELEVACIÓN - PAMEL -

3.00 mts.

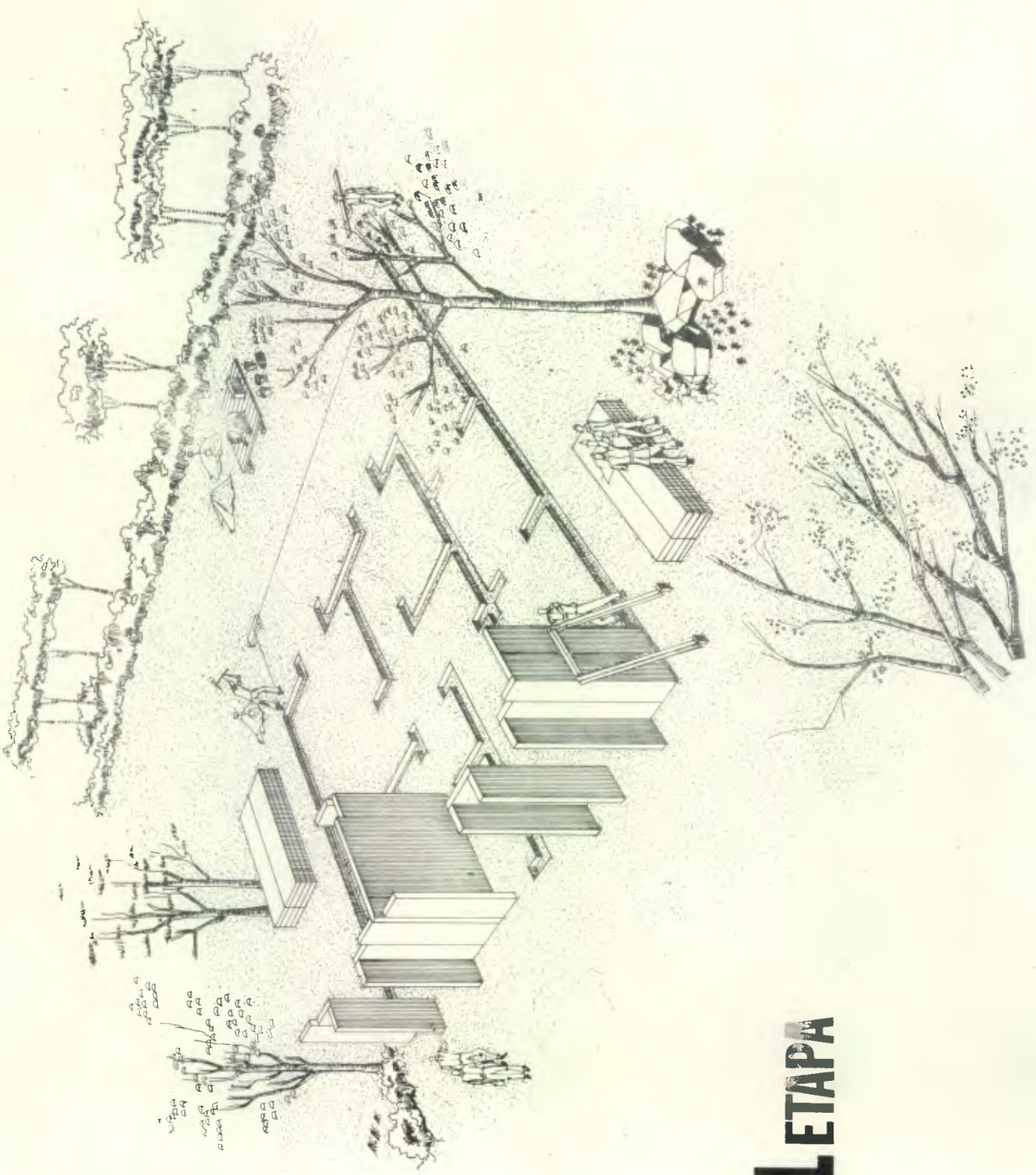


PERFIL - PAMEL -

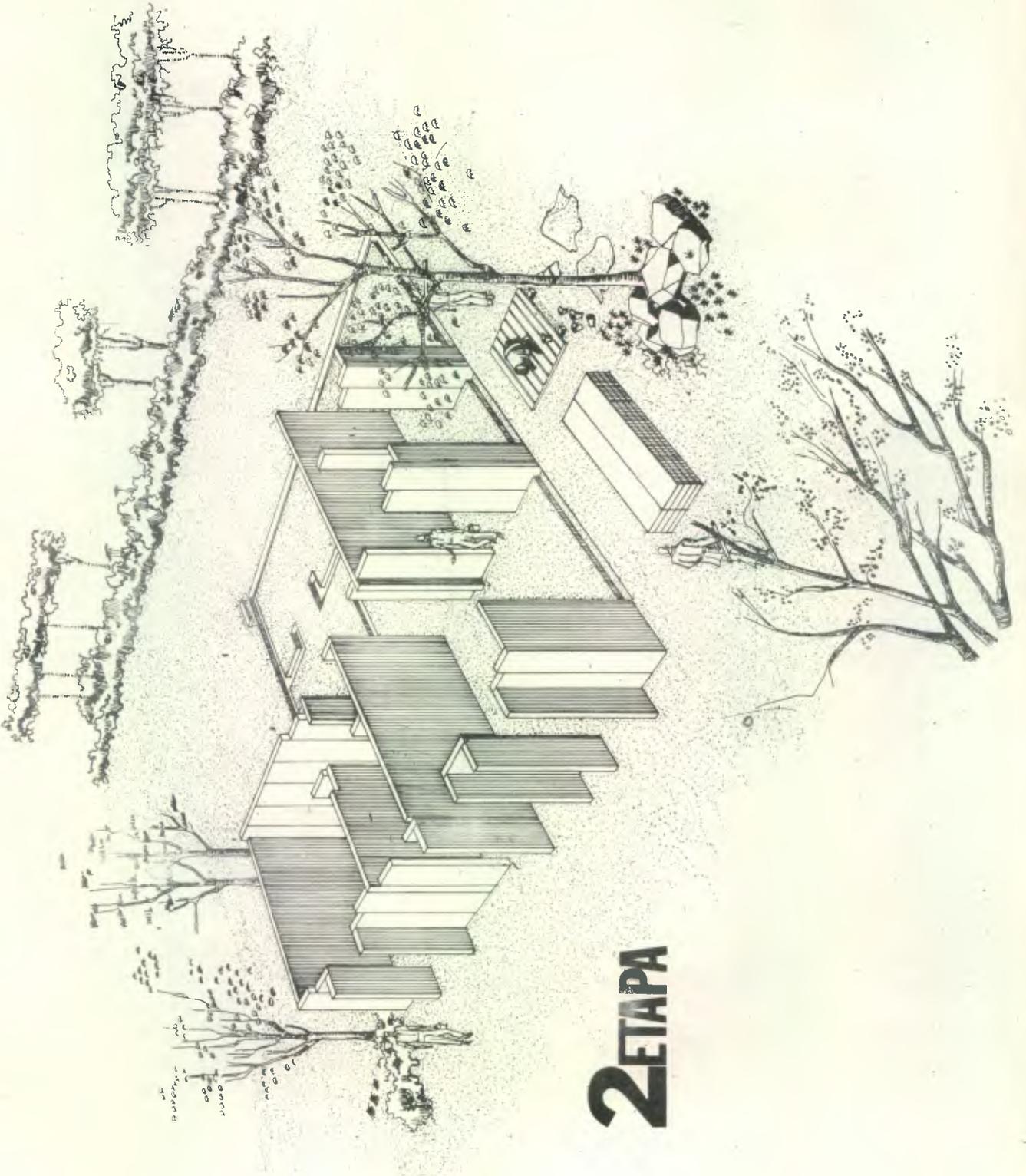
DETALLE TIPICO
DE PAMEL
PAMEL INTERIOR



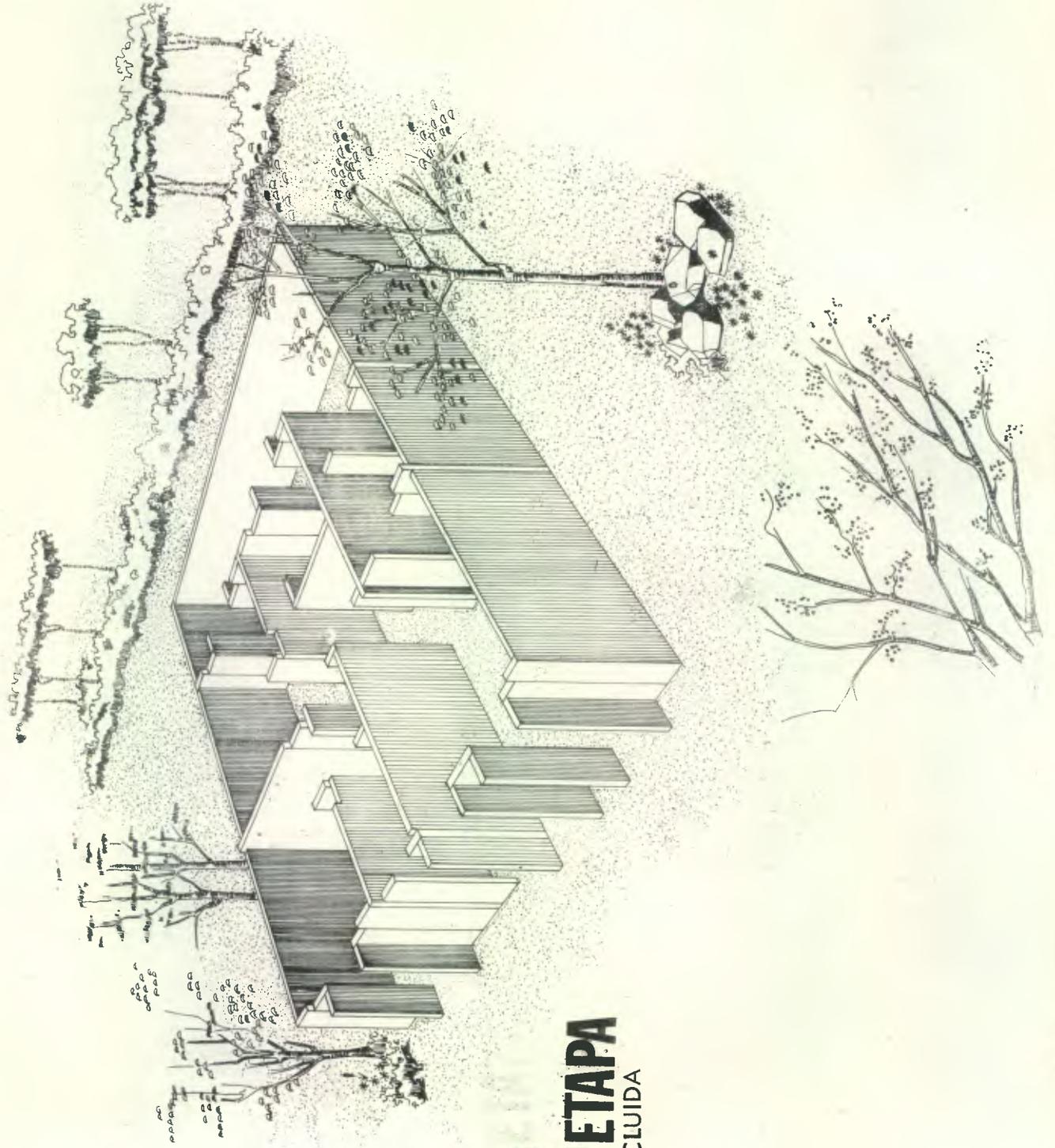
III ETAPAS DE CONSTRUCCION



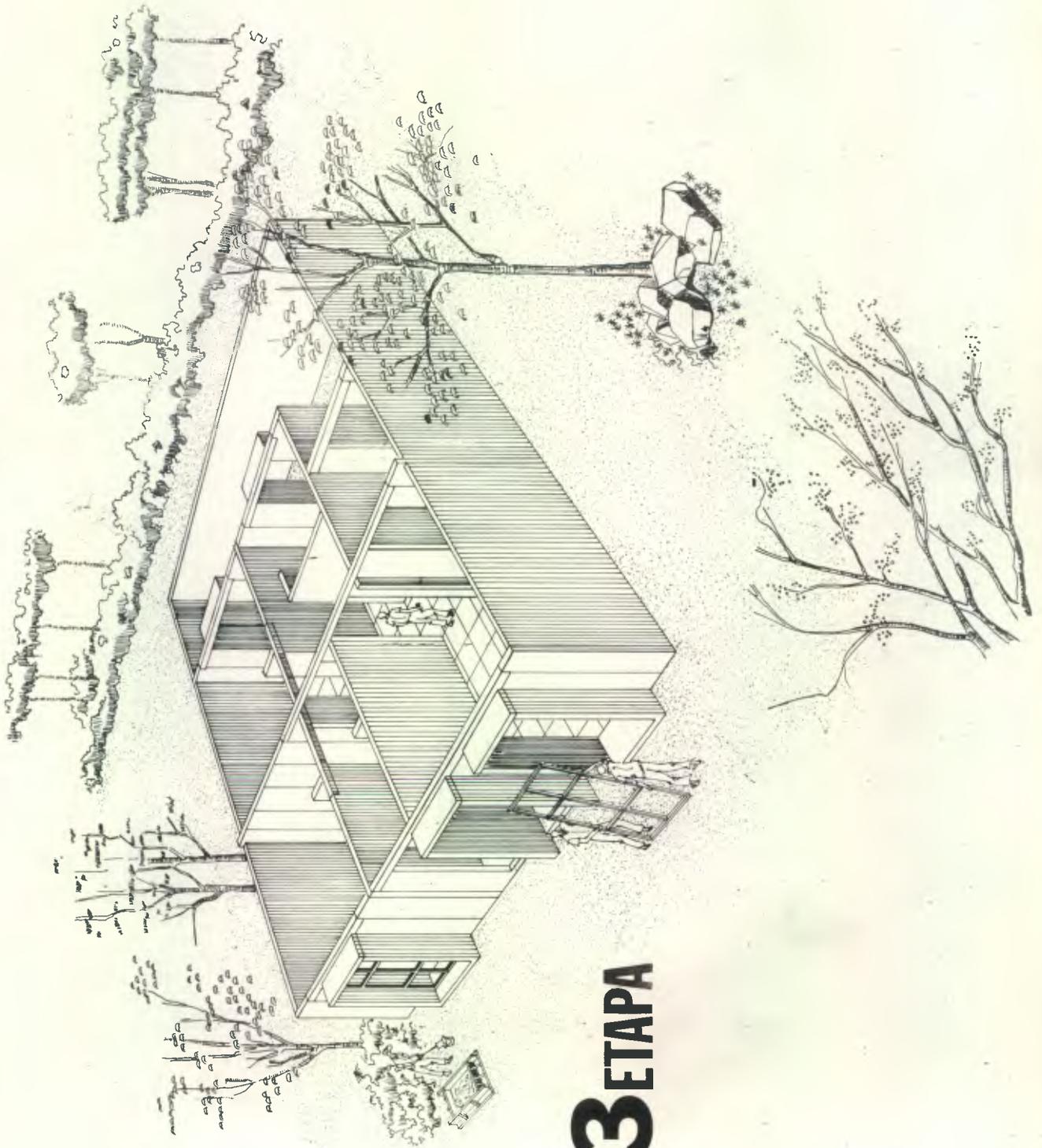
1 ETAPA



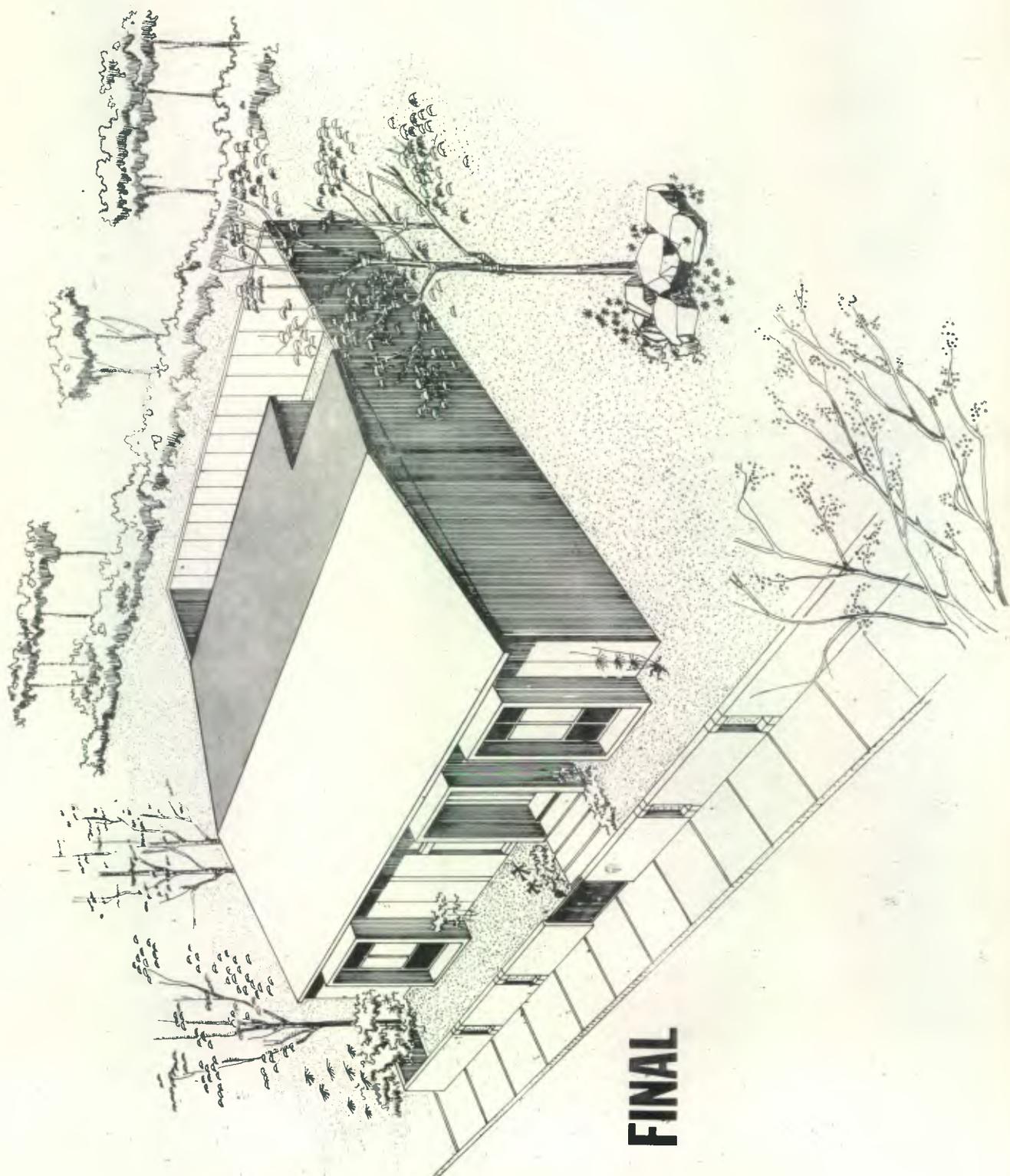
2 ETAPA



2 ETAPA
CONCLUIDA



3 ETAPA



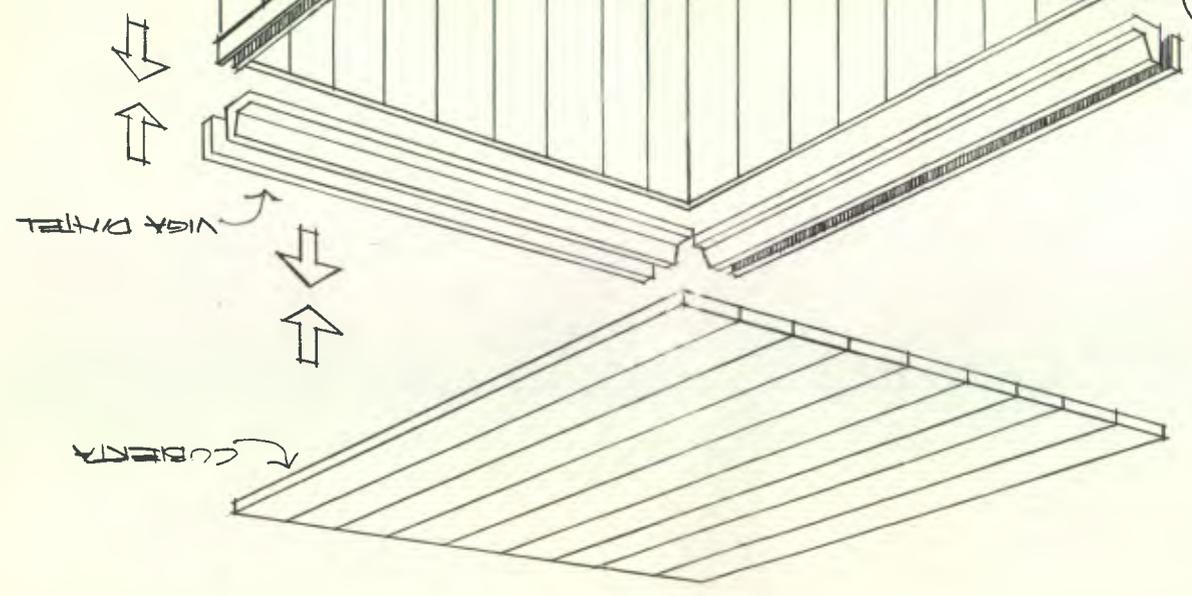
FINAL

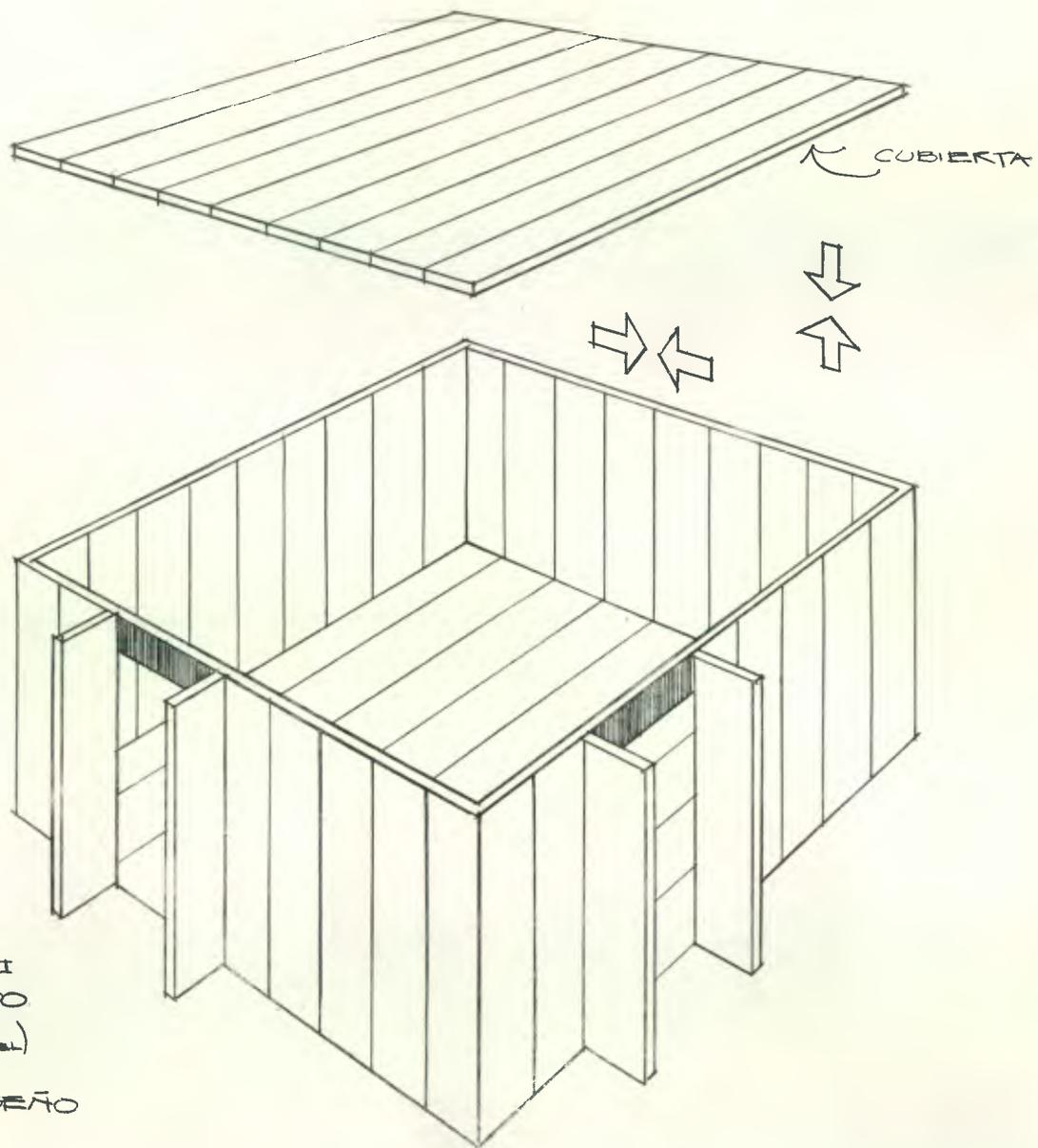
IV DETALLES Y ALTERNATIVAS
DE CONSTRUCCION

ALTERNATIVA CONSTRUCCIÓN II
MAS FLEXIBILIDAD EN EL DISEÑO
MEJOR FACILIDAD DE ARMADO
(VIGA D/ATTEL COMPU -)
O A EL ARMADO

II
+

VIGA D/ATTEL SOBRE
MURO (PARTEL)



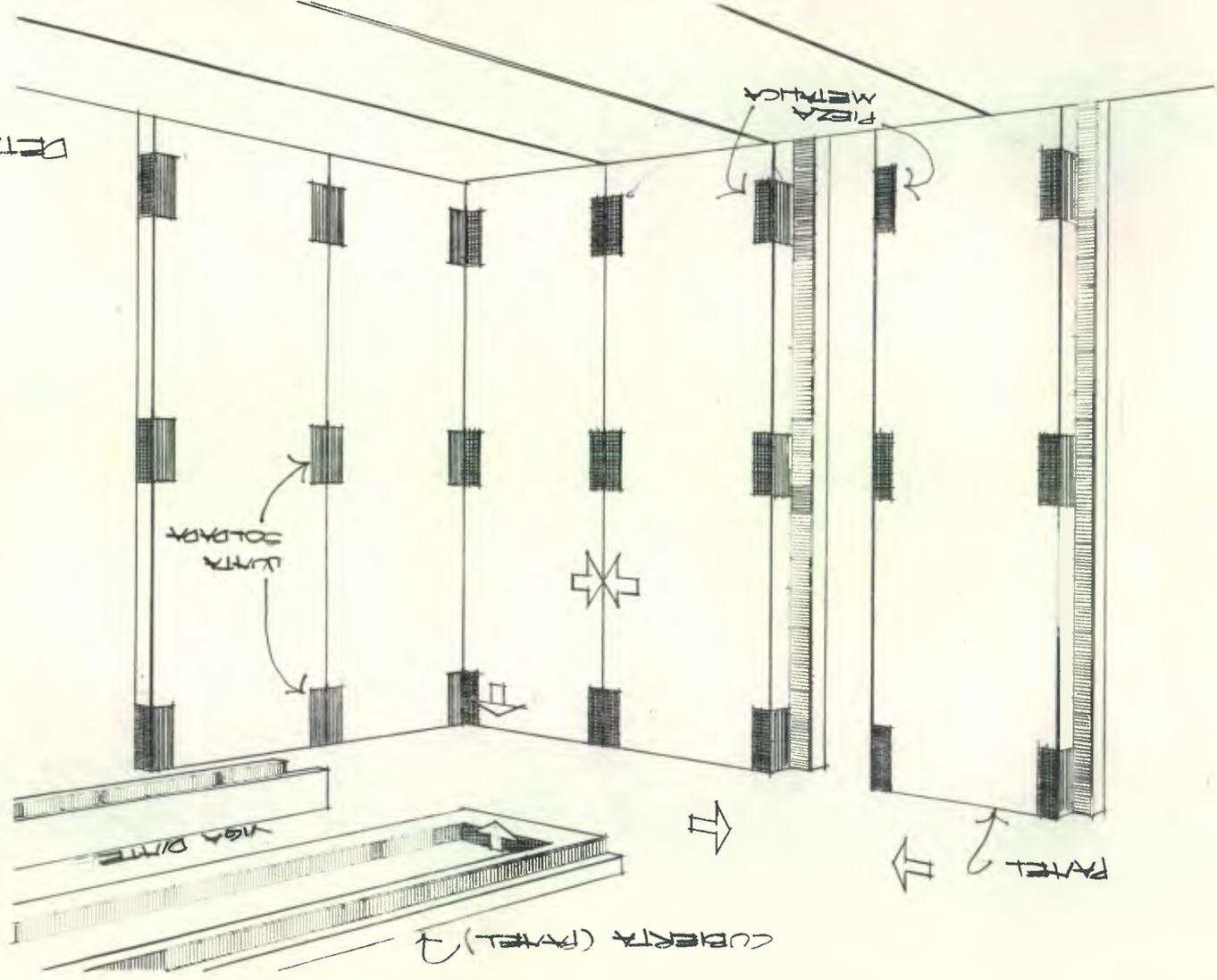


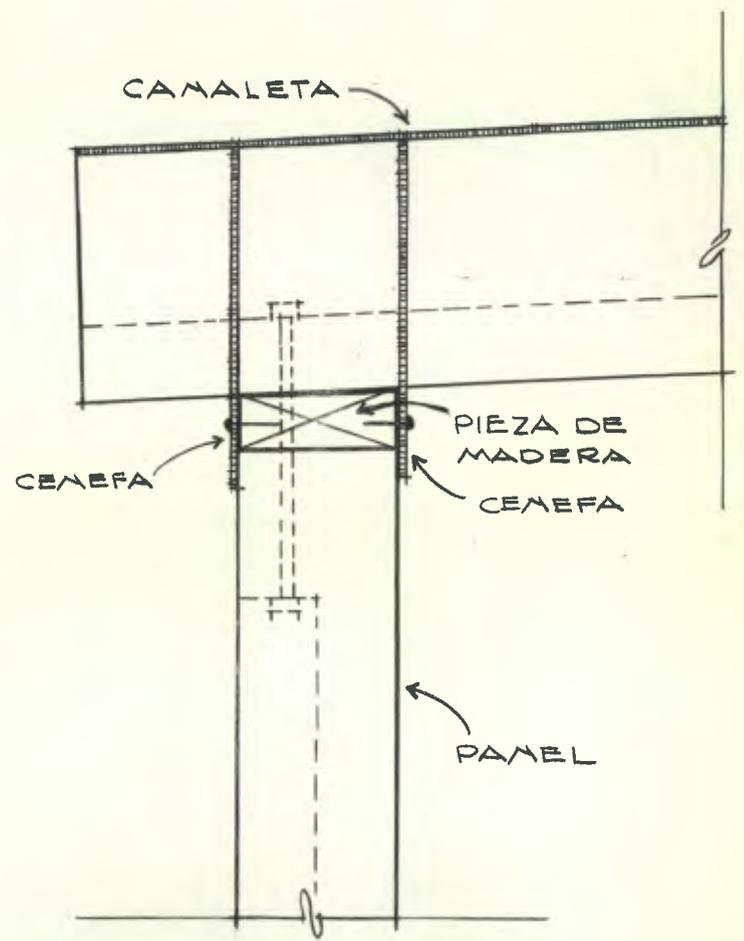
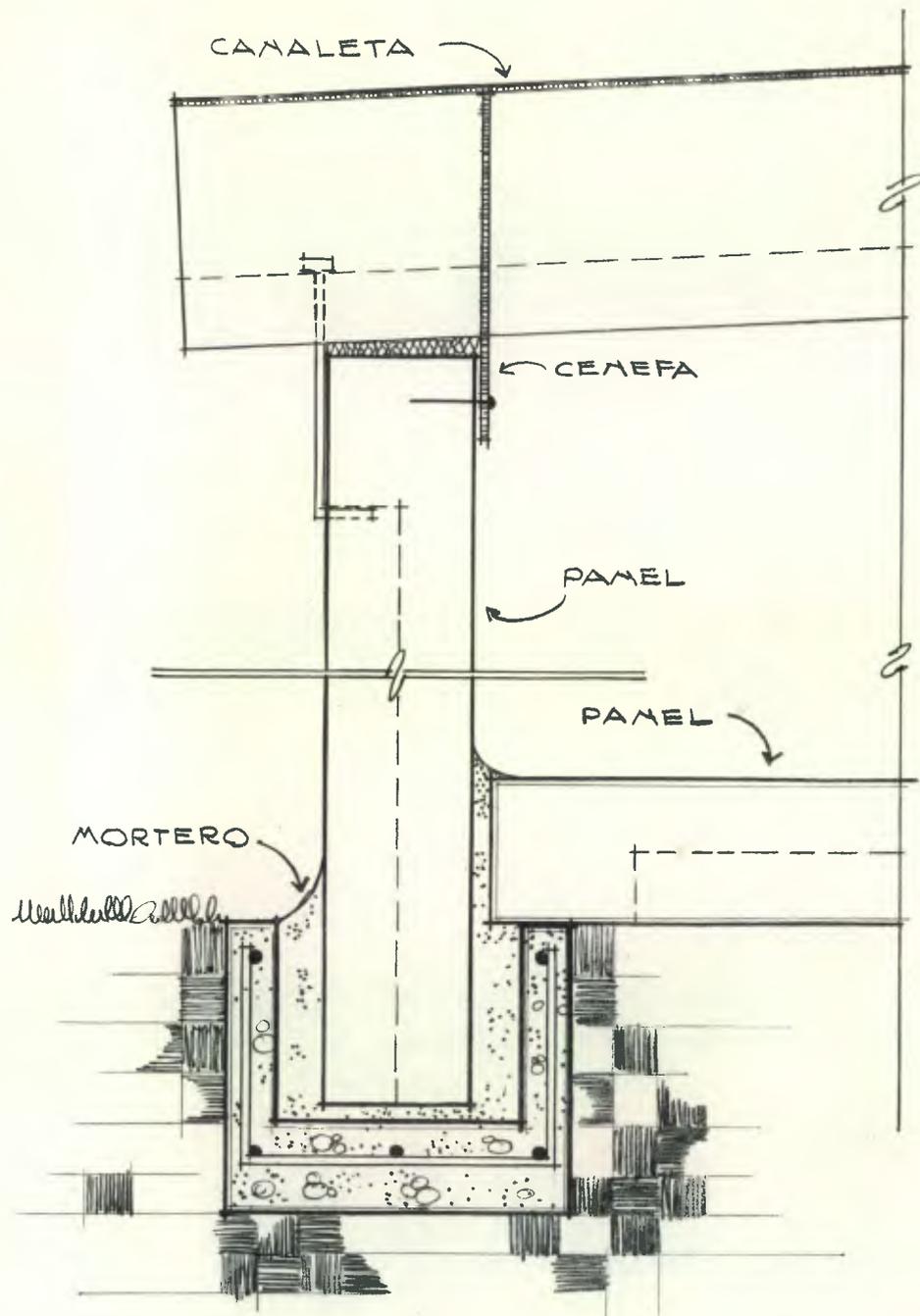
✚ ALTERNATIVA CONSTRUCCIÓN I
 MAS FACILIDAD EN EL ARMADO
 (UTILIZACION JUNTAS
 SOLDADAS PANEL/PANEL)

▮ METOS FLEXIBILIDAD EN EL DISEÑO

SUGERENCIA
 EMPALME PANEL/PANEL
 EMPALME PARED/CUBIERTA
 SISTEMA CONSTRUCTIVO I

DETALLE

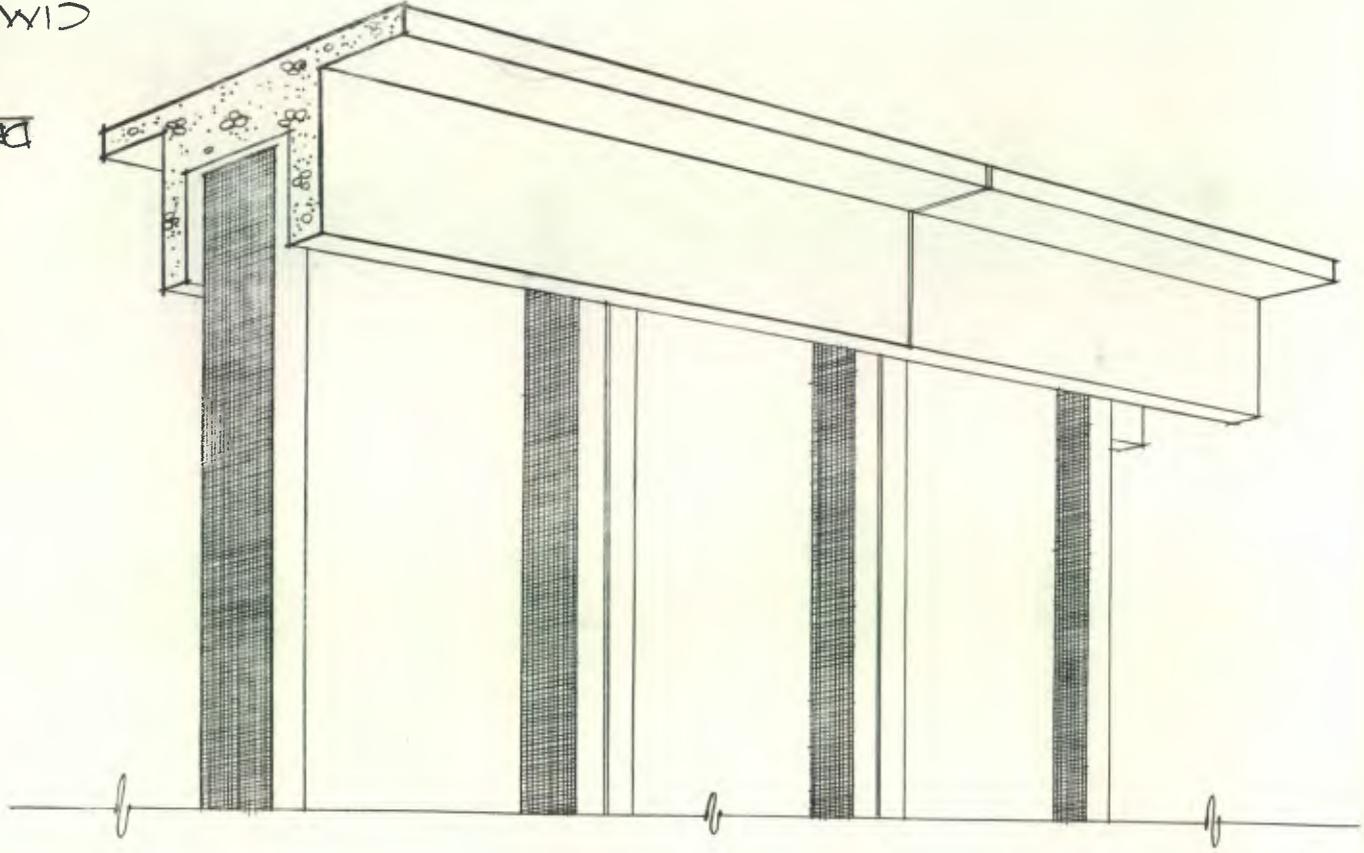




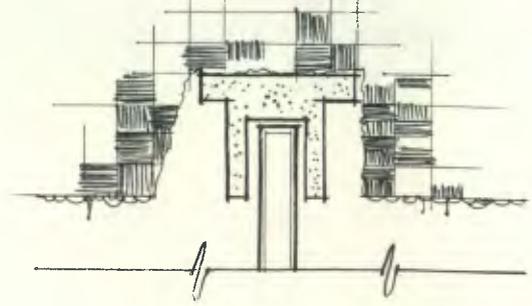
DETALLES SUGERIDOS
 PARED-CUBIERTA
 ALTERNATIVAS CONSTRUCCION I-II

CIMENTOS

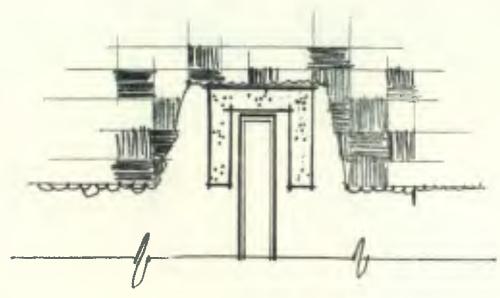
DETALLE.



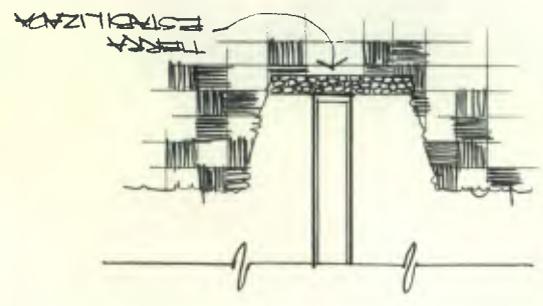
ALTERNATIVA 1

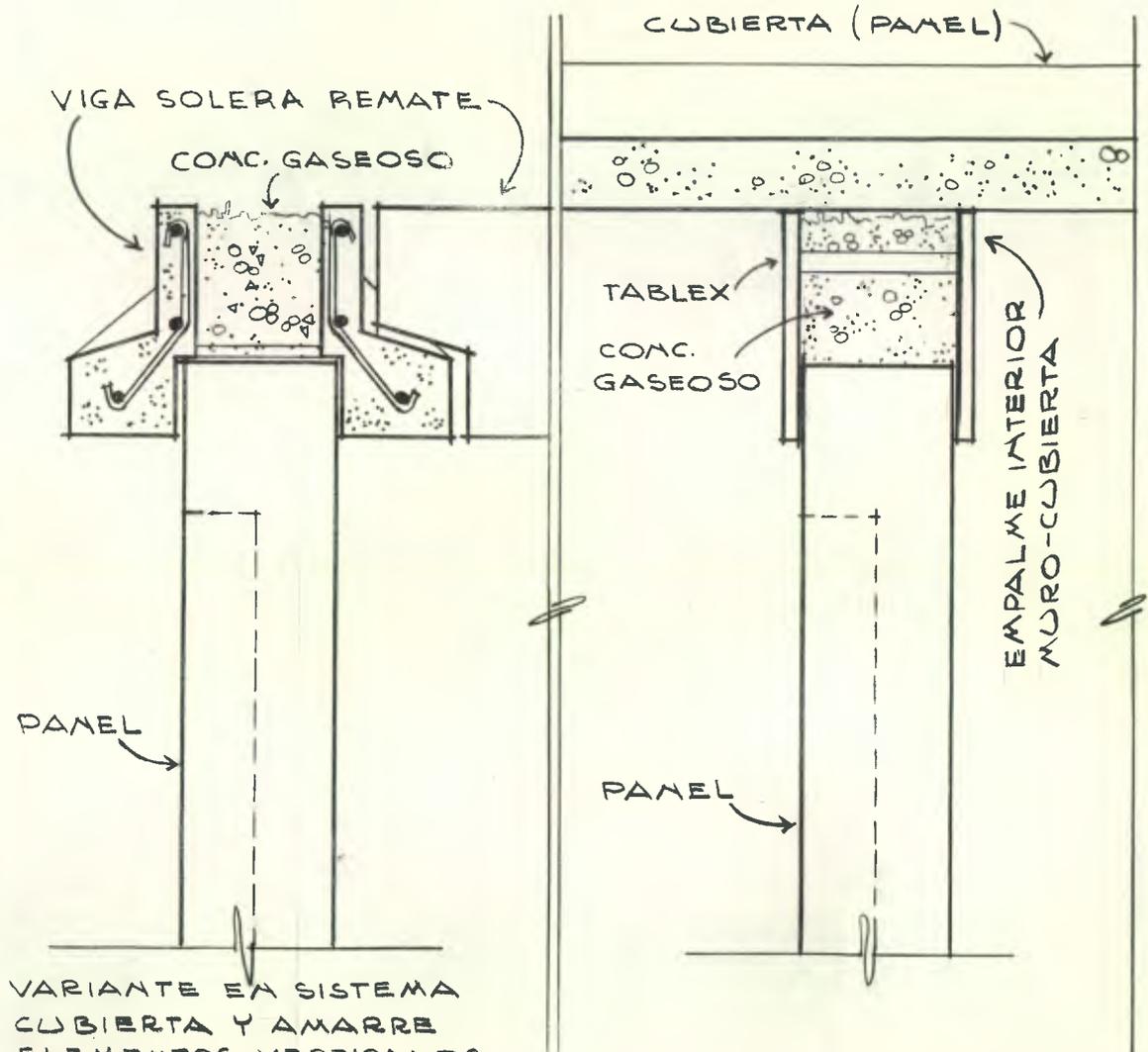
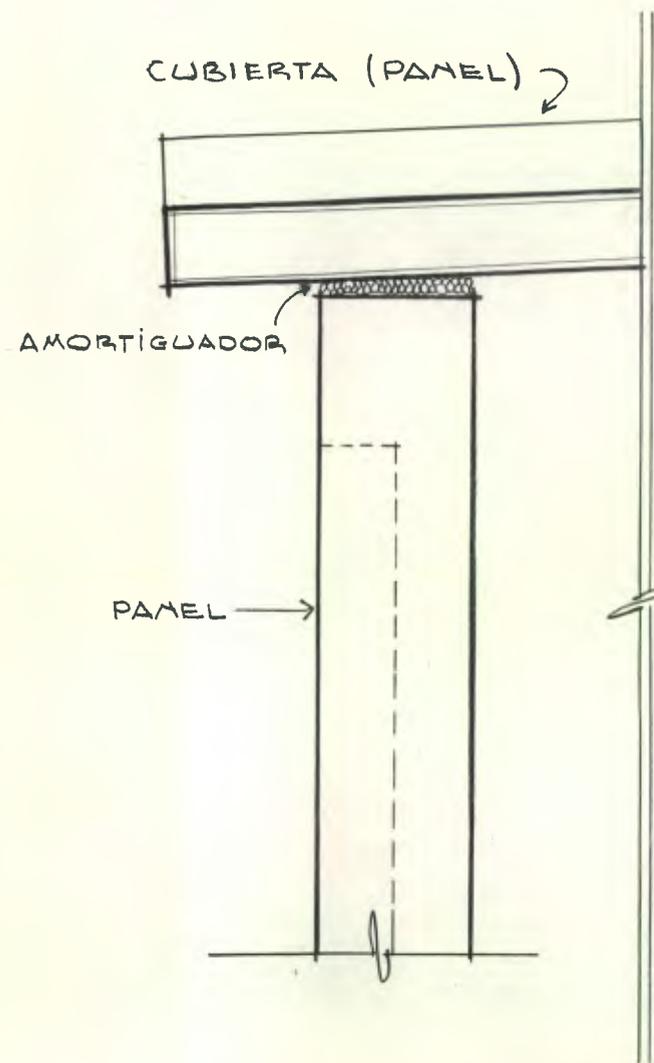


ALTERNATIVA 2



ALTERNATIVA 3





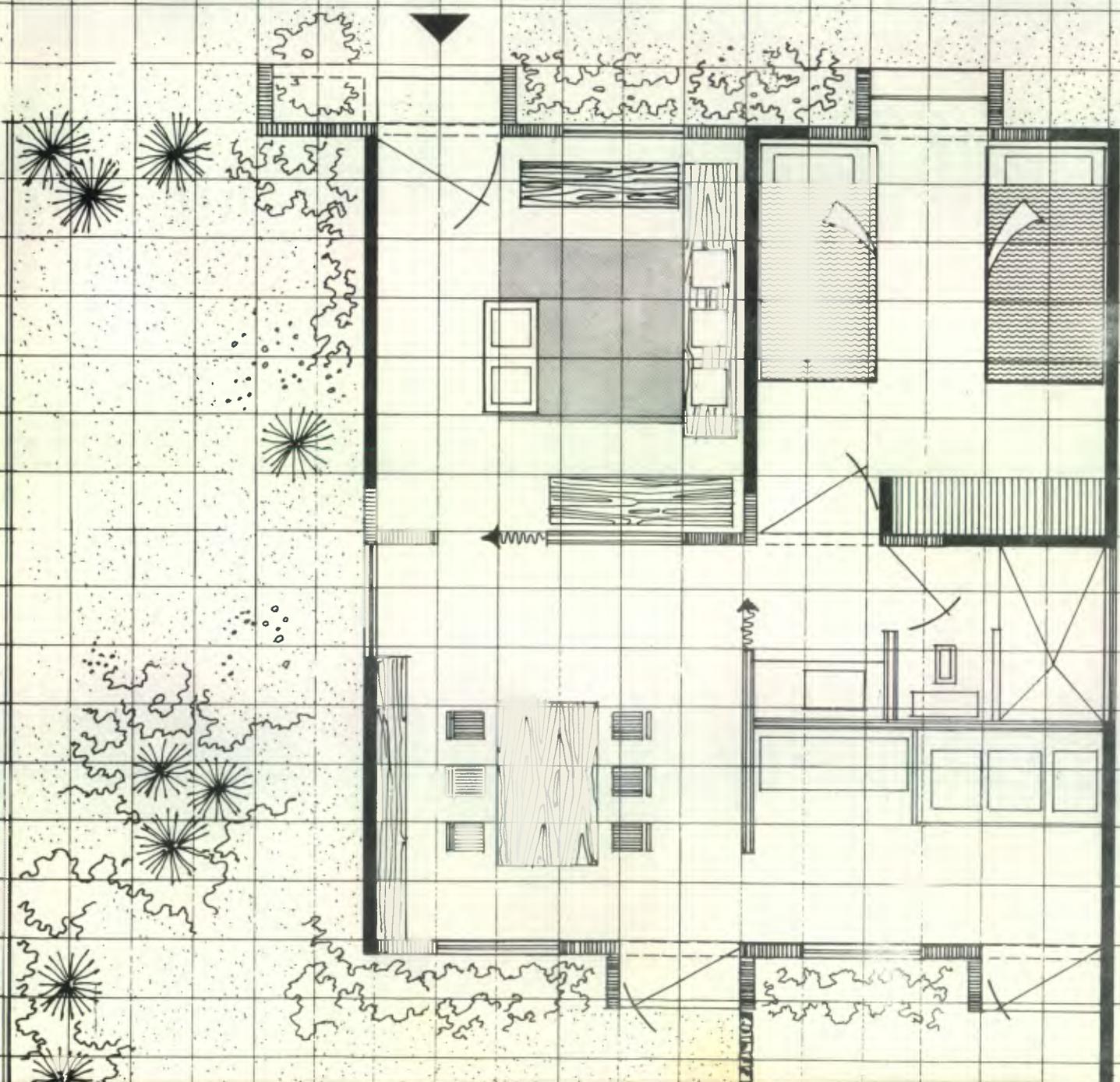
VARIANTE EN SISTEMA
CUBIERTA Y AMARRE
ELEMENTOS VERTICALES
UTIL. SISTEMA II

DETALLES SUGERIDOS
PARED-CUBIERTA
ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN
I - II

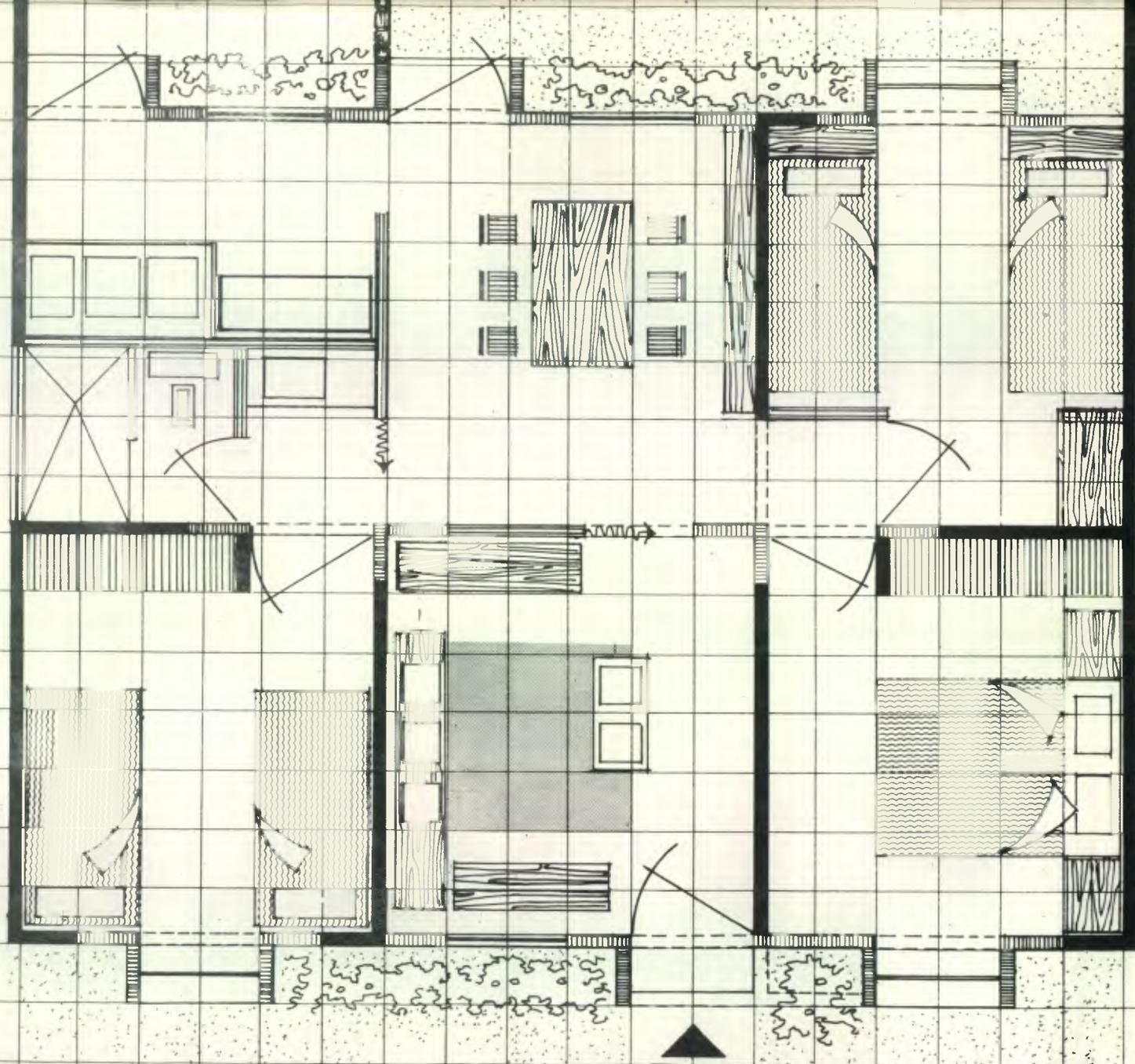
FASE

ALTERNATIVA DE CONSTRUCCION

= 5 modulos = 50 cm
PLANTA



II FASE



ALTERNATIVA DE
CONSTRUCCION

PLANTA
= 5 modulos = 50 cm

BIBLIOGRAFIA

- Salvadori y Heller
Estructuras para Arquitectos
- J. M. Richards
An Introduction to Modern Architecture
- Fernando Barbara
Materiales y Procedimientos de Construcción
- W. Gropius
Alcances de la Arquitectura Integral
- BID
Urban Development in Latin America
- ONU
Coordinación Modular de la Vivienda
- INVI
Diagnóstico Preliminar del Problema de la Vivienda en Guatemala
- Allen C. Ludwig (ONU)
Utilization of Sulphur and Sulphur Ores as Construction Materials in Guatemala
- Arq. R. Almeida
Prefabricación Escolar
Conescal 13
"Hacia Sistemas Constructivos Industrializables"
- Walter Meyer Bohe
Prefabricación
- ETA S. A.
Prefabricación e Industrialización en la Construcción de Edificios
Documentos sobre el Primer Seminario de Productividad de la Industria de la Construcción para Centro América y México
- Ing. Lionel Pinot
Vivienda Mínimo en Guatemala -Tesis de Graduación-



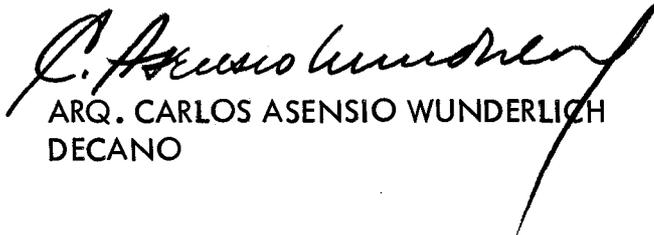
BR. CARLOS RENE VALENCIA DUQUE

Vo. Bo.



ARQ. HERMES MARROQUIN CAMPOS
ASESOR

IMPRIMASE



ARQ. CARLOS AENSIO WUNDERLICH
DECANO

Consultas:

Ing. Anibal Rodas

Ing. Victor Figueroa Ubico

Del Laboratorio de Materiales de la Universidad de San Carlos de Guatemala