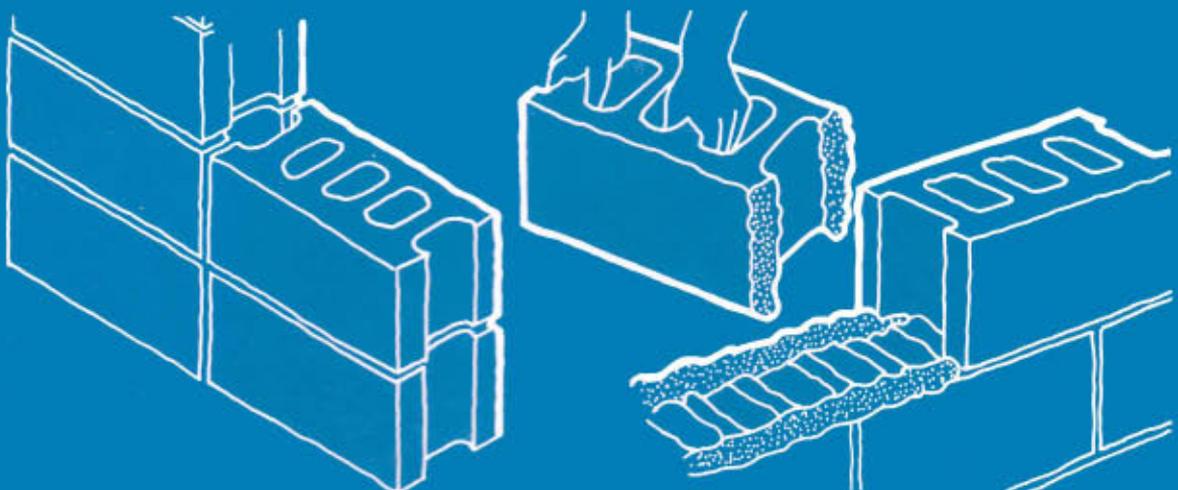


J. L. Moia

# Cómo se construye una vivienda

GG





**Como se construye una vivienda**

**Editorial Gustavo Gili, SL**

Rosselló 87-89, 08029 Barcelona, España. Tel. (+34) 93 322 81 61  
Valle de Bravo 21, 53050 Naucalpan, México. Tel. (+52) 55 55 60 60 11  
[www.ggili.com](http://www.ggili.com)

# COMO SE CONSTRUYE UNA VIVIENDA

JOSÉ LUIS MOIA

Arquitecto de la Universidad  
Nacional de Buenos Aires

**GG**<sup>®</sup>

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, la reproducción (electrónica, química, mecánica, óptica, de grabación o de fotocopia), distribución, comunicación pública y transformación de cualquier parte de esta publicación —incluido el diseño de la cubierta— sin la previa autorización escrita de los titulares de la propiedad intelectual y de la Editorial. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y siguientes del Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos (CEDRO) vela por el respeto de los citados derechos.

La Editorial no se pronuncia, ni expresa ni implícitamente, respecto a la exactitud de la información contenida en este libro, razón por la cual no puede asumir ningún tipo de responsabilidad en caso de error u omisión.

© Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 1977

ISBN: 978-84-252-2523-9 (digital PDF)

# Indice

<b>Consideraciones generales</b>	9
El planeamiento y los planos	9
Costos y dimensionamientos	9
Economía: Estandarización y coordinación modular	10
Programación de la obra	12
Organización de la obra	14
<b>Replanteo. Excavación. Fundaciones</b>	14
Replanteo	14
Herramientas para el replanteo	15
Plomada	15
Escuadra	15
Nivel de aire o de burbuja	15
Nivel de agua	17
Excavación	17
Fundaciones	17
Cimientos de mampostería de ladrillos	19
Zapatatas de hormigón	19
Fundaciones profundas	19
Vigas de arriostre	19
Fundaciones para tabiques	19
Losa o platea de fundación	21
Capa aisladora horizontal	21
<b>Muros de ladrillos</b>	21
Mampostería de ladrillos comunes	21
Ladrillos de máquina	23
Ejecución de la mampostería de ladrillos	23
Colocación de los ladrillos	23
Alineación de las hiladas	24
Aparejos	24
Muros de media asta	24
Muros de asta-aparejo belga	24
Aparejo inglés o cruzado	24
Aparejo holandés	24
Aparejo gótico	26
Aparejo con ladrillo de punta	26
Muros de asta y media	26

Extremos y encuentros de muros. . . . .	26
Otros tipos de muros. . . . .	26
Ladrillos huecos. . . . .	28
<b>Muros de piedra, bloques de hormigón y suelo cemento. . . . .</b>	<b>28</b>
Piedras. . . . .	28
Bloques de hormigón. . . . .	29
Suelo cemento. . . . .	31
Descripción del material. . . . .	31
Contracción, expansión y secado. . . . .	31
Exigencias de la mano de obra. . . . .	35
Limitaciones del proyecto. . . . .	35
Suelos cemento portland y agua. . . . .	35
Encofrados. . . . .	37
Ejecución de los muros de suelo cemento. . . . .	37
Muros con bloques de suelo cemento. . . . .	38
<b>Mortero o mezcla. . . . .</b>	<b>39</b>
Arena. . . . .	39
Cemento portland. . . . .	41
Calles. . . . .	41
Proporciones de las mezclas. . . . .	41
Preparación de las mezclas. . . . .	42
<b>Terminación de muros. . . . .</b>	<b>42</b>
Revoques a la cal. . . . .	43
Revoques gruesos o jaharro. . . . .	43
Revoque fino. . . . .	43
Revoques para frentes. . . . .	44
Enduido de yeso. . . . .	44
Ladrillo a la vista. . . . .	44
Revestimientos. . . . .	45
<b>Estructuras. . . . .</b>	<b>45</b>
Sistemas estructurales. . . . .	46
Economías en las estructuras. . . . .	46
Hormigón armado. . . . .	47
Hormigón. . . . .	47
Dosificación de las mezclas. . . . .	50
Preparación del hormigón. . . . .	50
Colocación y compactación del hormigón. . . . .	51
Precauciones ulteriores y curado. . . . .	51
Armaduras. . . . .	51
Encofrado. . . . .	51
Desencofrado. . . . .	53
<b>Cubiertas y entrepisos. . . . .</b>	<b>53</b>
Generalidades. . . . .	53
Entrepisos. . . . .	55
Losas de hormigón. . . . .	55
Tirantería de hierro. . . . .	55
Elementos premoldeados. . . . .	55

Cubiertas de techos horizontales	57
Baldosas cerámicas	57
Cubiertas asfálticas	57
Techos inclinados	59
Tejas	59
Chapas de fibrocemento	61
Cielo rasos	61
Solados	63
Mosaicos	63
Baldosas cerámicas	63
Madera	63
Plásticos	65
Lajas de piedra u hormigón	65
<b>Carpintería y herrería</b>	66
Materiales utilizados	66
Puertas	68
Ventanas	68
Dispositivos para oscurecimiento y seguridad	71
Herrajes	71
<b>Escaleras</b>	73
<b>Pintura</b>	73
<b>Calefacción</b>	73
Estufas portátiles	75
Estufas fijas	75
Chimeneas	75
<b>Electricidad</b>	76
<b>Agua caliente</b>	78
<b>Obras sanitarias</b>	78
<b>Proyectos típicos</b>	79
<b>Proyectos típicos (ejemplos gráficos)</b>	83-110



# Consideraciones generales

## EL PLANEAMIENTO Y LOS PLANOS

El plano racional es el producto de la adaptación de las formas y materiales al propósito perseguido. Surge de los requerimientos basados en la manera de vivir de los futuros ocupantes de la casa, condiciones que prevalecen en el terreno y medios disponibles. Organiza los elementos en agrupaciones armónicas, reduciéndolos a los términos más simples y usa los materiales de la manera más honesta y ventajosa posible. Nada debe verse que no tenga su propio fin o sea parte integrante de la construcción. Una casa puede poseer sólo lo esencial y, no obstante, ser atractiva. Lo que es simple y correcto en su diseño siempre resulta de agradable apariencia.

Es frecuente comenzar la obra lo antes posible, sin esperar el tiempo necesario que requiere la confección de los planos, con la idea de que durante el proceso de la construcción se podrán resolver las dificultades que se presenten por falta de detalles. Pero cuando se adopta este procedimiento, pronto surgen problemas que no se pueden solucionar sin detrimento de la eficiencia o aspecto de la casa. Las modificaciones son más fáciles de hacer sobre el papel, al preparar los planos, que durante la ejecución de la obra.

Los planos deben contener todas las dimensiones y especificaciones necesarias, en forma clara, sin que se carguen de notas superfluas o imposibles de cumplir y, sobre todo, que no se repitan inútilmente las mismas indicaciones.

## COSTO Y DIMENSIONAMIENTO

Construir una determinada casa, por una suma limitada de dinero, requiere un plan sistemático y cuidadoso de las inversiones. El costo probable de una obra debe estudiarse a su debido tiempo, considerando también los gastos que a menudo no se toman en cuenta, pero que el propietario debe efectuar y, por lo tanto, agregar a los de la obra, como pueden ser los derechos municipales, de obras sanitarias, agua de construcción y conexiones, seguros, intereses, impuestos y jubilaciones de los profesionales que intervienen en la obra y el tiempo que demandarán las tramitaciones para la aprobación de los planos y la obtención de los créditos hipotecarios.

El propietario no debe decirse: «Mi casa costará exactamente tanto y ése es todo el dinero de que dispongo para gastar.» Puede considerarse satisfecho si los imprevistos sólo llegan al diez por ciento de lo calculado.

El costo unitario se obtiene dividiendo el costo total de la obra por la cantidad de metros cuadrados que abarca su superficie cubierta.

Es costumbre general, entre los contratistas de casas económicas, calcular los precios a base de la unidad de superficie cubierta, con relación al costo promedio de obras similares. Se trata de un mal sistema. El costo probable de una construcción sólo puede surgir de los cálculos métricos de los aná-

lisis de precios, calculados sobre los planos y especificaciones de la obra. La estimulación por metro cuadrado de superficie cubierta únicamente tiene utilidad al iniciarse el estudio del proyecto, a fin de conocer dentro de qué límites debe resolverse la planta, pero nunca para formular un presupuesto.

Cuando es necesario ajustar el costo de la casa a las posibilidades del propietario, lo corriente es reducir la superficie cubierta a edificar, pero la disminución excesiva de las dimensiones de los ambientes suele ser sobrestimada exageradamente con respecto al costo total de la obra.

Parecería que el costo de una casa estuviera en proporción directa con su tamaño y que si una casa, en dimensiones, fuera la mitad que otra, su costo también sería equivalente a la mitad, pero esto no es cierto. Hay una cantidad de ítems importantes que no varían en relación con las dimensiones de la casa. Por ejemplo, una vivienda de 200 metros cuadrados de superficie cubierta puede tener la misma cantidad de cuartos de baño que otra de 100 metros cuadrados, de manera que los costos de las instalaciones sanitarias —un apartado importante— serán casi iguales en ambos casos.

Es necesario, claro está, alcanzar una adecuada limitación en las medidas, pero cuando ésta se practica mediante la mutua aproximación de las paredes o tabiques, no se disminuye el número ni el costo de elementos de precio elevado, como son los artefactos, puertas, ventanas, etcétera. Por lo tanto, es menester estudiar detenidamente si las limitaciones en las medidas responden, en proporción, a una real economía.

Los croquis de la figura 1 están basados en un estudio sobre viviendas económicas. Las zonas rayadas en diagonal corresponden a un añadido de 50 centímetros en la profundidad de la casa, que aumentó el 10 % del área total y sólo el 4,8 % del costo. Como la escalera y el cuarto de baño no han sido afectados, el aumento en las medidas de las habitaciones resultó mayor, en porcentaje, que el correspondiente a las dimensiones totales.

## **ECONOMÍA: ESTANDARDIZACIÓN Y COORDINACIÓN MODULAR**

Una casa está formada por una gran cantidad de elementos ensamblados en un gran número de operaciones efectuadas por los distintos gremios que intervienen en la obra. Toda disminución en el número de partes y operaciones representará una manera efectiva de lograr economías.

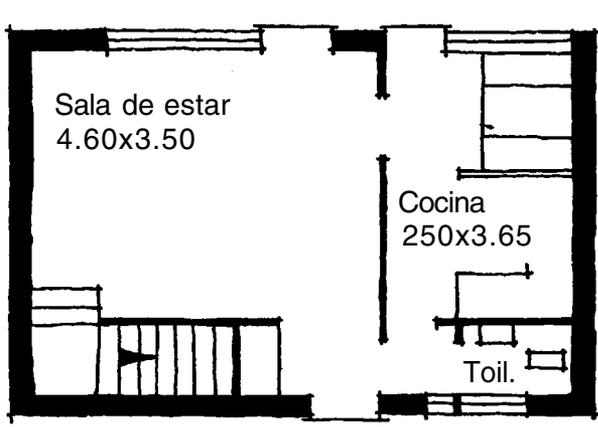
Nadie ignora que si el techo de una casa se construye con pocos encuentros de pendientes será más barata por requerir menos mano de obra y menos materiales. También sabemos que las superficies simples son más económicas y que una casa de planta rectangular cuesta menos que otra de forma irregular. Sin embargo, a pesar de que son hechos tan conocidos, es asombroso comprobar cómo se buscan las complicaciones con el solo fin de agregar apariencia exterior. Estamos insistiendo en el concepto de que una casa con formas simples resulta más barata que otra de formas complicadas, en igualdad de superficie cubierta, pero esto no significa que todos necesiten una casa cuadrada ni que siempre convendrá hacerla en esa forma.

El costo puede reducirse por el abaratamiento de la mano de obra, materiales e instalaciones y, también, mediante la supresión de detalles, pero, como es lógico, sólo dentro de ciertos límites. El problema consiste en lograr que las economías se hagan donde corresponde y que las supresiones comprendan los detalles menos necesarios. Por ejemplo, si la familia del propietario desea unos sanitarios de color, éstos pueden ser reemplazados por otros blancos, con lo que se obtiene una apreciable rebaja en el costo, sin menoscabo de la calidad. En cambio, el costo de las cañerías y juegos de llaves no puede disminuirse sin perjuicio de su eficiencia.

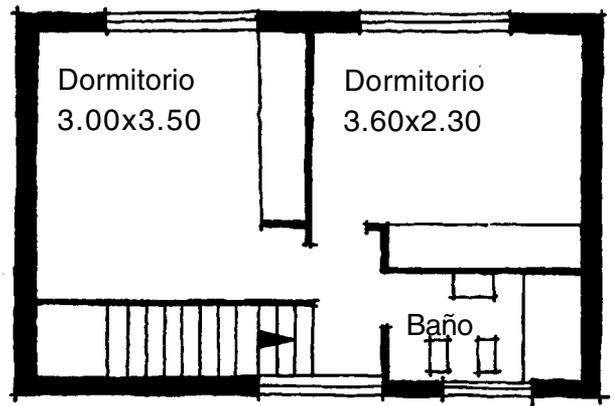
Otro mal ejemplo de economía sería el empleo de muros exteriores de poco espesor, que no aíslan la casa de las temperaturas exteriores. Las paredes ejecutadas con buen criterio respecto al aislamiento térmico pueden ser originalmente más caras, pero resultan más económicas a través del tiempo por su incidencia en el apartado de calefacción.

Tampoco basta que una casa sea pequeña para que se la considere barata, puesto que, en proporción, puede tener más desperdicio de espacio utilizable que otra más grande.

Buenos materiales y construcción sana también significan ahorro porque reducen los gastos de mantenimiento y prolongan la vida del edificio. Se ha establecido en estadísticas que, en un determinado

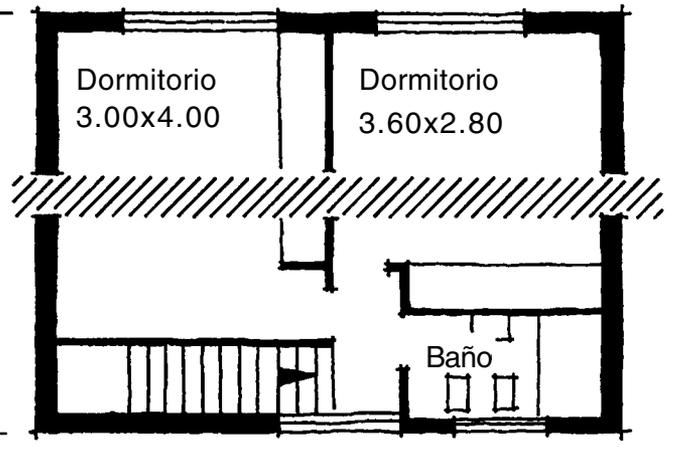
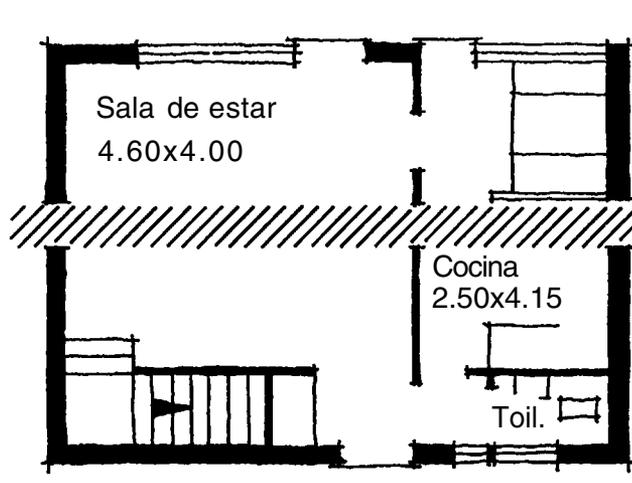


PLANTA BAJA



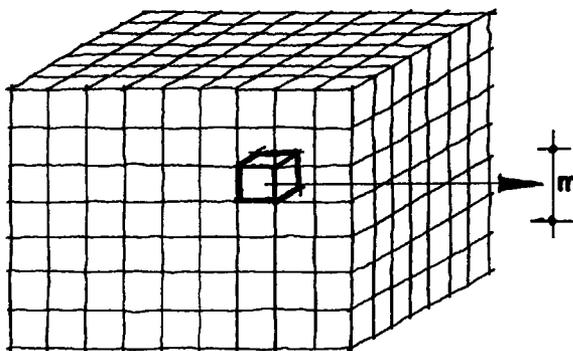
PLANTA ALTA

SUPERFICIE CUBIERTA = 76.50 m<sup>2</sup>

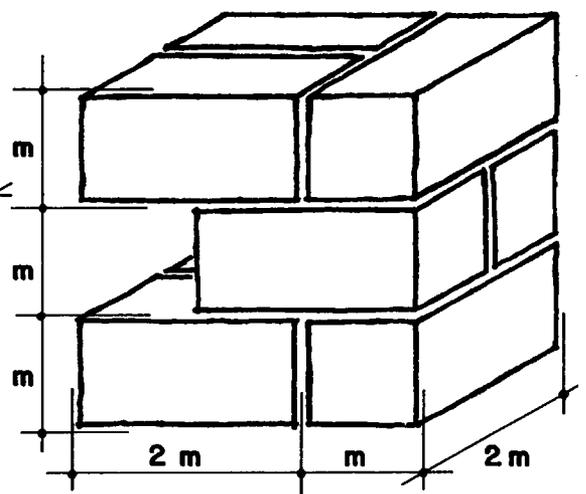
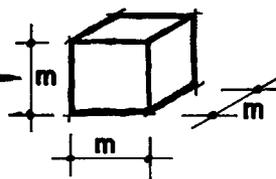


SUPERFICIE CUBIERTA = 84.00 m<sup>2</sup>

Fig.1



REMICULADO MODULAR



ELEMENTOS MODULARES

Fig. 2

número de años, el costo de los trabajos necesarios para mantener una casa mal construida es mayor que el requerido para construirla bien desde el principio.

Los términos «costo» y «valor» no siempre son sinónimos. Puede ocurrir que el mejor material no sea el más caro ni que lo mal planeado tenga necesariamente que resultar más barato, pero por desgracia la palabra «economía» se asocia por lo común al uso de materiales y mano de obra de calidad inferior.

**Estándarización.** La producción en serie por medio de la máquina permite obtener productos satisfactorios por su eficiencia y condiciones estéticas. Al tipificar los elementos, en lo que concierne a diseño, dimensiones y materiales, disminuye el número de modelos, en beneficio de la calidad y el costo.

Para algunos, la estandarización significa la casa completa fabricada en serie, como un automóvil, y otros la entienden como la producción de elementos que se ensamblan en el terreno, pero creen que aunque el término encierra un proceso evolutivo por el cual unidades cada vez mayores serán hechas en fábricas, la casa totalmente prefabricada no llegará a ser una realidad práctica en un futuro cercano.

Hasta ahora, el público se ha resistido a admitir la vivienda prefabricada. Sólo ha dado resultados en casos de emergencia y no ha conseguido mejorar los precios de la construcción tradicional.

La casa no es tan sólo algo más complicado que un automóvil, sino que también existe una diferencia intrínseca entre un inmueble en el cual se puede vivir durante varias generaciones y un vehículo que tal vez convenga cambiar cada dos años. Además, la casa posee influencia psicológica demasiado profunda para admitir su total fabricación en serie.

**Coordinación modular.** Este método tiende al ahorro en la construcción mediante la coordinación de las dimensiones, de acuerdo con una unidad modular prefijada.

La práctica ha demostrado que los proyectos normalizados permiten acelerar el ritmo de la ejecución y mejorar la calidad de la obra. Así mismo, posibilitan utilizar la tecnología más avanzada, aumentar su industrialización y acortar el tiempo que demanda la preparación de los planos.

La estandarización de los diversos elementos de un edificio no representa por sí sola el máximo de economía, si se toma cada uno de ellos de manera aislada. Las dimensiones de una ventana, por ejemplo, no deben fijarse teniendo en cuenta únicamente sus funciones específicas, sino que también han de estar de acuerdo con las medidas de las estructuras, mampostería, vidrios, etcétera.

Los edificios proyectados sobre la base de una unidad modular posibilitan la disminución de los desperdicios de materiales que se producen en las obras comunes, y que deben pagarse aunque no se utilicen, además de los jornales gastados en el trabajo de cortarlos.

El sistema modular afecta al dimensionamiento de los planos y a la fabricación de los artefactos, equipos, etcétera. Después de largas investigaciones se ha fijado el módulo de diez centímetros y el de cuatro pulgadas (4" = 10,6 cm). Es decir, que se ha convenido en tomar como módulo un cubo de diez centímetros o de cuatro pulgadas de lado, según el sistema de medida adoptado en cada país. Esto significa que se propone que los ladrillos, baldosas, cañerías, etcétera, así como las puertas, ventanas y demás partes de la obra se fabriquen de tal modo que sus dimensiones principales coincidan, una vez colocadas en obra, con una cuadrícula o malla tridimensional, cuyas líneas se hallen espaciadas de acuerdo con la unidad modular (fig. 2).

La idea de la construcción modular no es nueva, pero la multiplicidad de elementos a coordinar y la diversidad de intereses afectados, hasta hace pocos años eran obstáculos insuperables. Los planes aún no se hallan completos. Su evolución tiene que ser un proceso continuado que exige tiempo y la concurrencia de las opiniones de arquitectos, ingenieros, constructores y fabricantes.

## PROGRAMACIÓN DE LA OBRA

Una vivienda puede construirse, teóricamente, en pocos días, disponiendo de todos los materiales, trabajando en tres turnos y contando con gran cantidad de operarios. También la misma casa puede construirse en varios años, llevando un ritmo lento en los trabajos. Como es natural, estos dos extremos encarecerán la obra, existiendo un tiempo óptimo de duración de la construcción, que dependerá de factores tales como los del capital disponible, créditos, alquileres, índice de inflación y cantidad de obreros conveniente para las dimensiones e importancia de la obra.

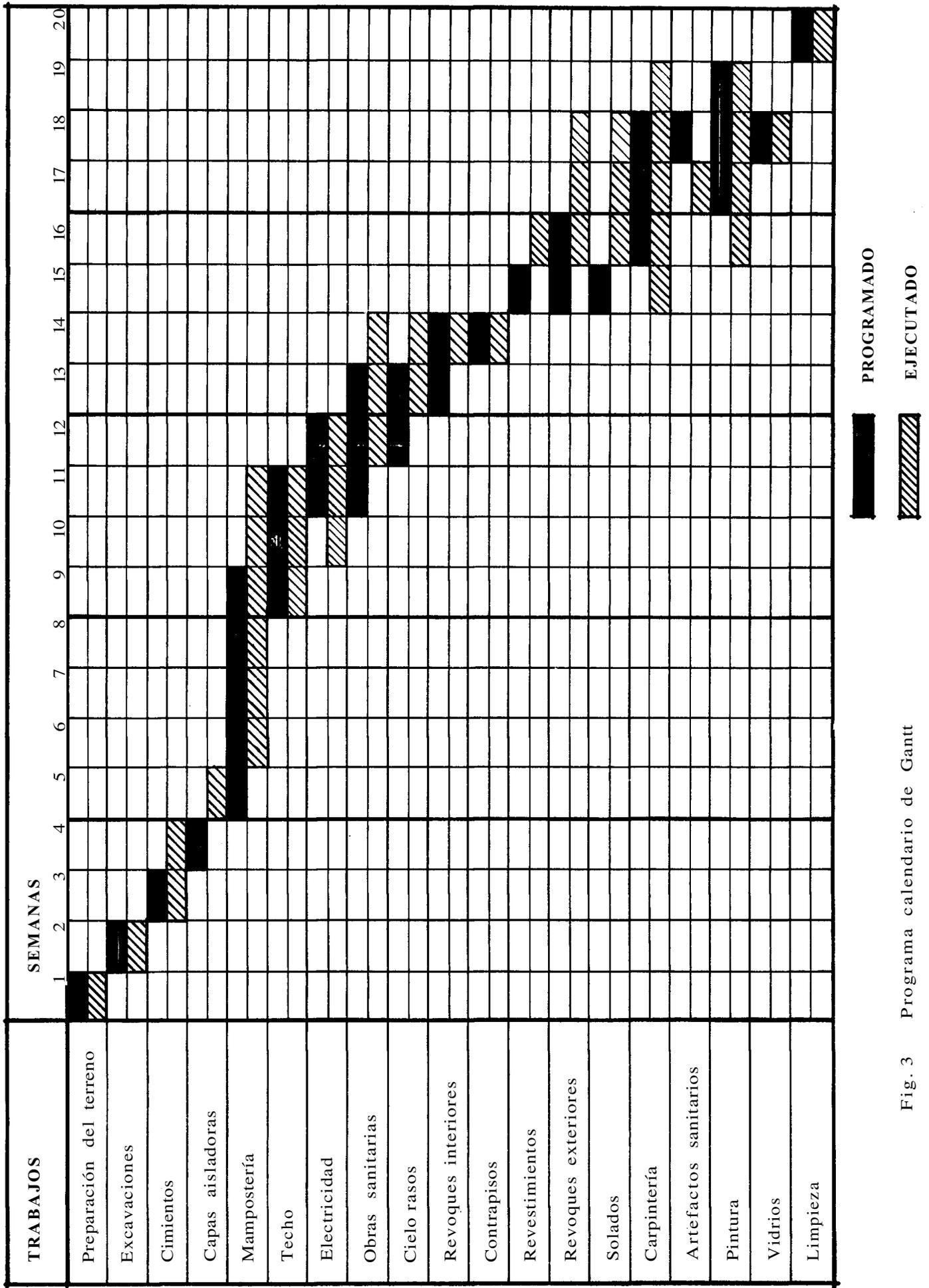


Fig. 3 Programa calendario de Gantt

Por otra parte, si antes de comenzar los trabajos, por ejemplo, se acopiara toda la arena que se utilizará en la obra, o por el contrario, si al llegar a cierta etapa los obreros deben permanecer inactivos por falta de arena, la obra también se encarecerá. Estos casos extremos significan que la programación de la obra es importante en la búsqueda de la economía.

El programa calendario de Gantt, o de barras, es imprescindible en la programación de la obra, pues representa la expresión gráfica de la probable marcha de los trabajos en sus distintas etapas (fig. 3). Indica el momento en que debe empezar y terminar cada trabajo. Como la obra es una sucesión de operaciones encadenadas, en donde cada una se apoya en otras anteriores, la demora de una tarea atrasa el comienzo y desarrollo de las que siguen.

A cada una de las tareas llevadas al gráfico se le asigna un tiempo de realización basado en experiencias anteriores. Para que resulte efectivo, no debe ser trazado con datos demasiado optimistas. La obra en su iniciación lleva un ritmo lento, pues aunque sólo se ejecutan las excavaciones y fundaciones, estos trabajos requieren tiempo, y las condiciones atmosféricas influyen más durante esta etapa. El final de la obra también es de ritmo lento por la cantidad de gremios que deben intervenir en los detalles de terminación.

Se deben prever espacios para indicar, con un color distinto, los tiempos reales en que se desarrolla la obra, señalando si hay atraso o adelanto de alguna tarea y, de acuerdo con esto, las posibilidades del comienzo de las etapas sucesivas.

Es conveniente establecer las etapas en semanas y no en días. El régimen semanal, con los descansos de sábados y domingos, debe fijar el ritmo. Esto es lo que ocurre realmente en las obras, pues la experiencia enseña que ningún trabajo se inicia al final de una semana.

El sistema PERT (Program Evaluation and Review Technique) y el método del Camino Crítico CPM (Critical Path Method) también basados en gráficos, proporcionan datos más precisos que el programa calendario, para la programación de los recursos en hombres y materiales, además del dinero necesario en cada una de las etapas. El estudio de estos sistemas nos apartaría de nuestros objetivos, pero hay obras especializadas sobre el tema que convendría que el constructor de viviendas conociese.

## **ORGANIZACIÓN DE LA OBRA**

Se debe tender a lograr una organización eficiente del operario mediante el planeamiento de las circulaciones, distancias de transporte, lugares para el acopio de los materiales, etcétera.

Es necesario conseguir el mayor rendimiento con el menor esfuerzo, sin incurrir en movimientos improductivos o fatigosos. La construcción de obras implica que todos sus elementos integrantes deban ser transportados prácticamente a pulso en algún momento del proceso, puesto que en el transporte horizontal y manejo de los materiales dentro de la obra se trabaja con métodos rudimentarios. En consecuencia, la proximidad de los materiales al lugar en que deban ser usado es esencial.

El orden y la limpieza de la obra también son imprescindibles para lograr un mejor aprovechamiento de la mano de obra.

## **Replanteo. Excavación. Fundaciones**

### **REPLANTEO**

Consiste en señalar sobre el terreno, por medio de estacas y cordeles, la disposición de las paredes y el ancho de las zanjas para los cimientos.

Las mediciones se efectúan con una cinta metálica enrollable de 20 o 25 metros de largo. Las cintas de tela, más baratas, varían de longitud.

Si el terreno está en pendiente, la cinta debe sostenerse en forma horizontal y aplomar los extremos, pero se obtienen resultados más exactos midiendo sobre reglas previamente niveladas (fig. 4).

Los cordeles, de nylon u otro material similar, se tensan utilizando caballetes formados por dos estacas de madera que se clavan en el terreno y un travesaño horizontal que las une (fig. 5). Estos caballetes se colocan del lado exterior de la construcción, alejados aproximadamente un metro de la línea de los muros, para permitir la excavación de las zanjas de los cimientos, sin que los tape la tierra extraída.

Si la disposición de las paredes y tabiques es muy complicada, convendrá disponer tablas que corran a todo el largo del perímetro de la obra, como se indica en la figura 6.

Se establece una línea de referencia, paralela al frente o a un lado del terreno, si es que se adopta la ubicación corriente, y se trazan las perpendiculares a esta línea. En esta etapa las dimensiones deben tomarse con gran exactitud, porque servirán de base para el trazado de todo el replanteo.

Es mejor fijar una sola línea de referencia principal, para asegurar que cada medición quede sujeta a la posibilidad de un solo error, pues si las medidas se toman de elemento a elemento, o desde diferentes líneas de referencia, podrían producirse acumulaciones de errores parciales. Este método también es válido para establecer la cota de nivel, que normalmente se fija a un metro sobre el cero.

Conviene establecer puntos de referencia permanentes, que puedan utilizarse durante la construcción para verificar las dimensiones, ángulos y niveles.

Para trazar ángulos rectos se puede construir, con hilos de nylon, un triángulo rectángulo cuyos catetos estén en relación de 3 y 4 metros y la hipotenusa de 5 metros (fig. 5). Esta construcción se basa en un teorema de Pitágoras de la Geometría Plana que dice que en un triángulo rectángulo el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos.

Si el edificio es de planta rectangular, las diagonales deben tener exactamente la misma longitud y si esto no ocurriera es porque se ha cometido algún error y el proceso debe reiniciarse.

## **HERRAMIENTAS PARA EL REPLANTEO**

Algunas de las herramientas más utilizadas en los replanteos de viviendas son:

### **PLOMADA**

Se utiliza para determinar la vertical. Se compone de un peso de bronce de forma cilíndrica, suspendido por un hilo que atraviesa el centro de un cuadrado metálico (fig. 7). Si colocado éste contra el canto de una regla, el peso inferior lo roza, los dos puntos estarán sobre una misma línea vertical.

La simplicidad y exactitud de la plomada hace que no convenga reemplazarla por ningún otro instrumento.

### **ESCUADRA**

Puede ser metálica o estar formada por dos listones de madera ensamblados a 90 grados y mantenidos en su posición por otro listón.

Los pequeños errores de fabricación, con respecto al ángulo recto, dan lugar a errores considerables, tanto mayores cuanto más largas sean las alineaciones, por lo que sólo deben utilizarse en mediciones cortas y no importantes.

La comprobación de la exactitud del ángulo recto se puede efectuar como en una escuadra de dibujo, trazando una línea y haciendo girar la escuadra 180 grados (fig. 8).

### **NIVEL DE AIRE O DE BURBUJA**

Se utiliza para determinar la nivelación entre dos o más puntos próximos.

Consta de un tubo cerrado de vidrio, ligeramente curvo (fig. 9) casi lleno de un líquido, con una pequeña cantidad de aire que forma la burbuja. Si el nivel se coloca sobre un plano horizontal, la burbuja se situará en el centro del tubo, indicado por dos líneas transversales. Para su comprobación se gira el nivel 180 grados y si en esta nueva posición la burbuja permanece en el mismo punto, el nivel es exacto.

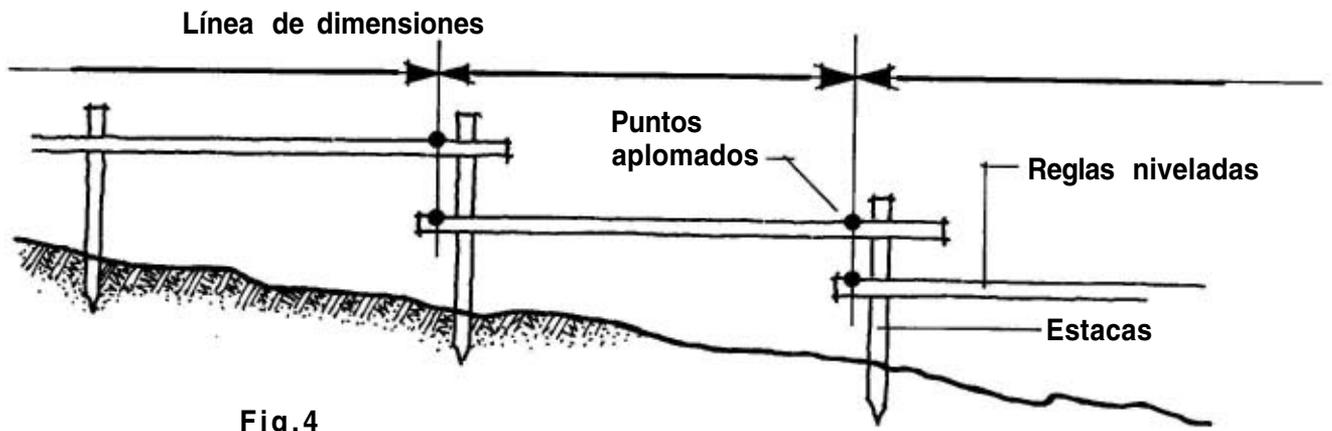


Fig. 4

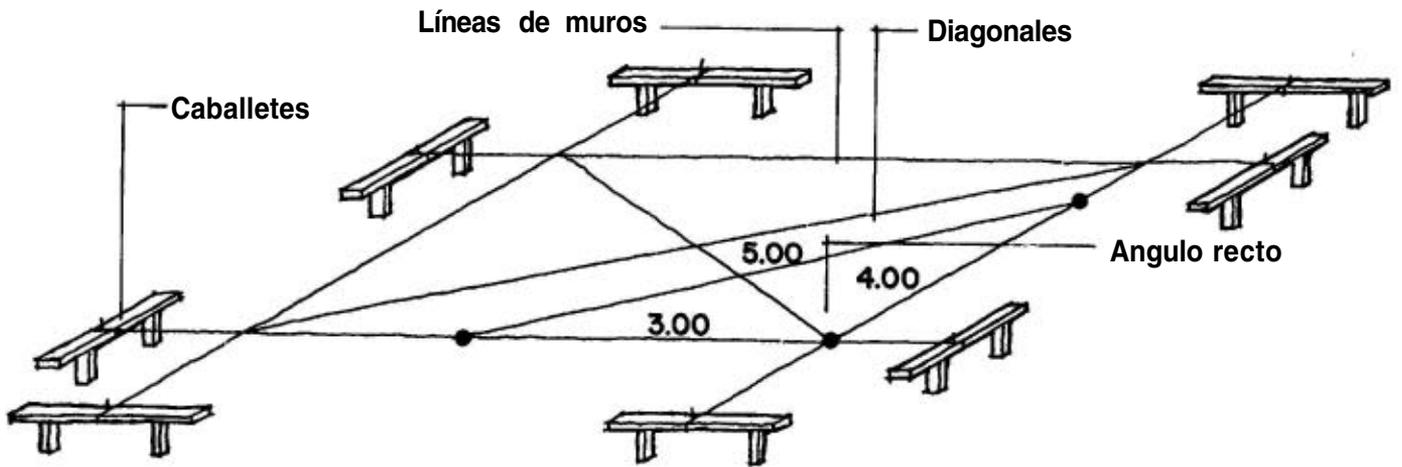


Fig. 5

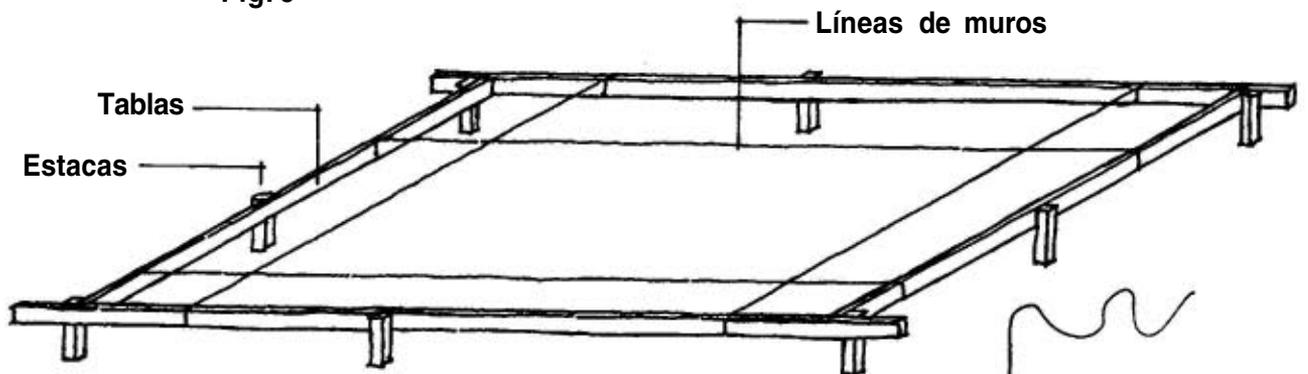


Fig. 6

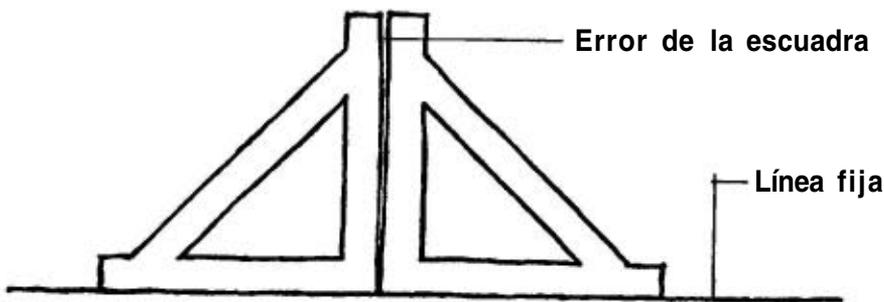


Fig. 8

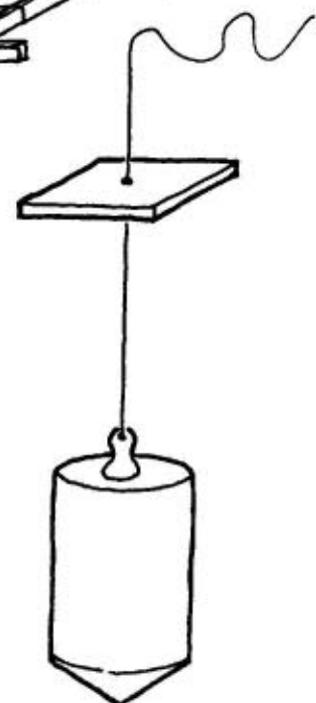


Fig. 7

## NIVEL DE AGUA

Para nivelar tramos más largos se utiliza una manguera de material plástico transparente o con dos tubos de vidrio en los extremos, que se llena de agua, cuidando de que no queden burbujas de aire en su interior (fig. 10). Se basa en el principio de Física que establece que las superficies de un líquido contenido en vasos que se comunican, determinan una horizontal. Con esto se consigue obtener un mismo plano de nivel en los dos extremos de la manguera, moviendo uno de ellos y dejando el otro fijo en el punto tomado como referencia.

En la nivelación de obras de mayor magnitud que una vivienda, es necesario recurrir a los instrumentos de anteojos, cuya descripción escapa de los límites de este libro.

## EXCAVACIÓN

El costo de las excavaciones requeridas para las fundaciones y sótanos varía de acuerdo con la naturaleza del suelo y la utilización de la tierra. Si las condiciones del terreno son desfavorables, el precio de la construcción aumentará considerablemente. Es más caro excavar en la piedra o donde haya capas de agua que en el suelo normal. Cuando el terreno es de relleno o de poca resistencia, fundar sobre columnas representa un elevado porcentaje del total de la obra. Si la superficie del terreno es irregular, de modo que requiera desmonte o relleno, también será necesario calcular sus costos. Cuando la tierra extraída de las excavaciones no haga falta para nivelar el terreno y deba ser retirada de la obra, los viajes de camiones y la operación de cargarlos encarecerán este apartado.

Los sótanos no son aconsejables en las viviendas económicas, porque con la misma o menor cantidad de dinero se puede construir un cuarto para almacén. Naturalmente, esta idea puede variar, pues depende de las necesidades de almacenamiento y dimensiones o desniveles del terreno. Si debe comprarse tierra para rellenarlo, es posible que la construcción de un sótano compense este gasto.

Un sótano que sobrepase la mitad de la superficie de una casa de planta rectangular, no representa una solución económica, comparándola con otra en la que el sótano abarque el área total (fig. 11). El muro extra requerido en el primer caso costará tanto como la mayor extensión del entrepiso y excavación que requeriría el sótano total.

Cuando el terreno tenga declives pronunciados y sus dimensiones lo permitan, será mejor orientar la mayor longitud de la casa en el sentido perpendicular a la pendiente (fig. 12). Esta solución exigirá menor movimiento de tierras y menos muros para los cimientos.

**Zanjas para los cimientos.** Se disponen las líneas de guía sobre los caballetes, en correspondencia con el ancho de las zanjas, que deben ser lo suficiente amplias como para trabajar dentro de ellas. Luego se traza sobre el suelo, a punta de pico, las líneas de los bordes, se quitan los hilos y se abren las zanjas.

Cuando las excavaciones lleguen a tierra firme apta para fundar, se nivela el fondo y se api-sona (fig. 13).

Debe tratarse de que en las zanjas no se deposite agua, pues si esto ocurre la tierra pierde sus condiciones de resistencia. En épocas de lluvias, la construcción de los cimientos debe programarse para ser ejecutados inmediatamente después de las excavaciones. En caso de que éstas se llenen de agua, se deberá sacar otra punteada, después que se haya secado el fondo.

## FUNDACIONES

Constituyen una parte vital de la casa. La solidez y estabilidad de toda la construcción depende de ellas. Las fundaciones deficientes conducen a una serie interminable de gastos por reparaciones de rajaduras.

Es condición fundamental que las cargas transmitidas por los cimientos no excedan la resistencia del suelo, pero aun en el caso de que se produzcan asentamientos, la estructura del edificio debe absor-

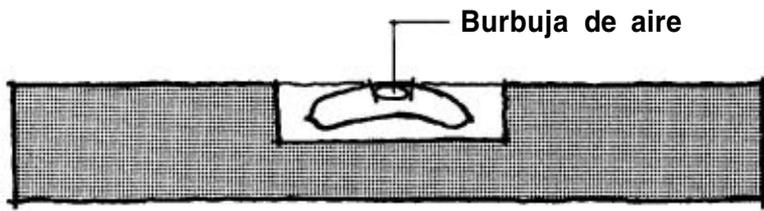


Fig. 9 Nivel de burbuja

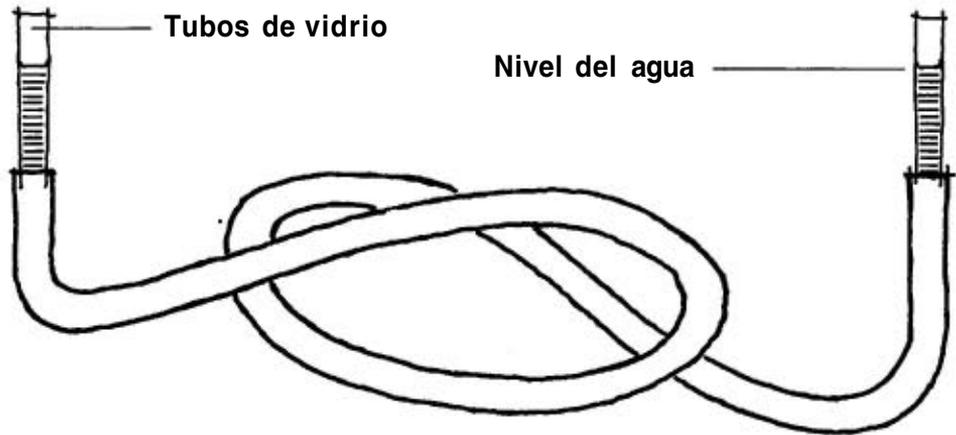


Fig. 10 Nivel de agua

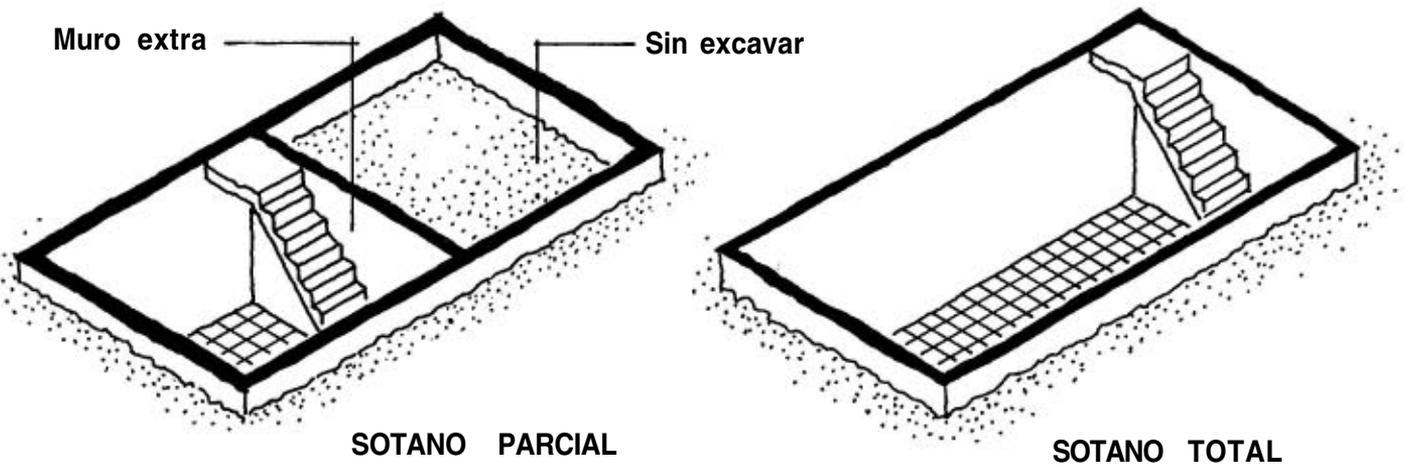


Fig. 11

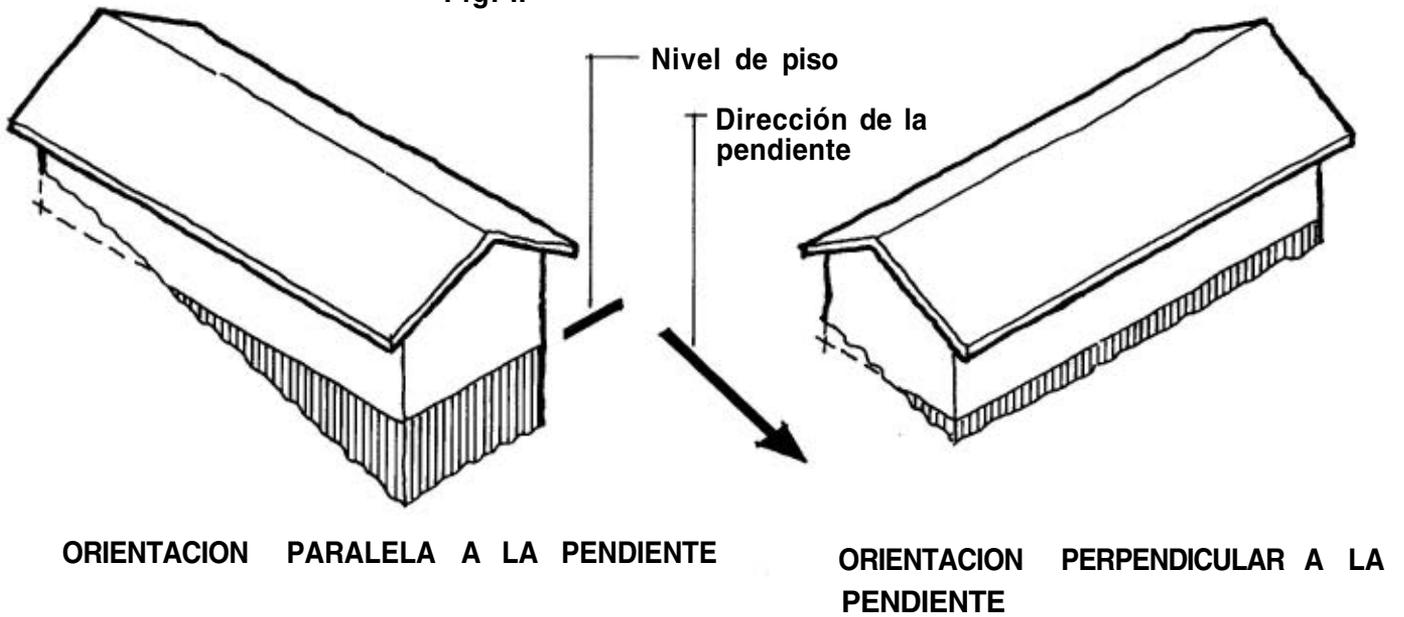


Fig. 12

berlos en tal forma que resulten uniformes, evitando así las diferencias de tensiones y las deformaciones consecuentes.

### **CIMIENTOS DE MAMPOSTERÍA DE LADRILLOS**

Para la superficie de apoyo se construye una zapata que tendrá 15 centímetros más que el muro que soporte y 4 ó 5 hiladas de altura (fig. 14). El eje longitudinal de la zapata deberá coincidir exactamente con el de los muros.

Una vez construidos los muros de cimentación, el espacio remanente de las zanjas deberá llenarse en seguida con capas de tierra bien apisonada, al objeto de prevenir que el agua de lluvia se acumule en la base de los cimientos y para dar tiempo a que el relleno se vaya asentando durante el transcurso de la obra.

### **ZAPATAS DE HORMIGÓN**

Si en la zona hubiera piedra a bajo costo, convendrá utilizarla en los cimientos. Si se dispone de cascotes de ladrillos, pueden emplearse en un hormigón pobre que resultará más barato que la mampostería de ladrillos. Tal vez su menor costo no compense la construcción de un encofrado de madera y convenga llenar toda la zanja (fig. 15).

El hormigón pobre no se arma con hierros porque no posee adherencia, por lo que convendrá construir sobre la zapata una viga de arriostre de hormigón armado normal.

Al verter el hormigón en las zapatas, las capas no deben exceder 20 centímetros, pues de lo contrario el apisonado sólo comprimirá la parte superior del estrato. Los golpes de pisón han de solaparse, para que el hormigón se compacte de manera uniforme.

Como el hormigón no se vertirá de una vez, debe tomarse la precaución de que las juntas sean horizontales y nunca en planos inclinados.

En el hormigón de los cimientos deben dejarse los huecos para el paso de las cañerías y desagües cloacales. Estas aberturas son fáciles de hacer en el momento de hormigonar, pero muy lentas y engorrosas cuando el hormigón ya ha adquirido resistencia.

### **FUNDACIONES PROFUNDAS**

Cuando el terreno firme se encuentre a cierta profundidad, convendrá construir bases y columnas de hormigón armado, unidas por vigas, sobre las que se apoyará la casa (fig. 16). De esta manera se evitará mover gran cantidad de tierra.

Las columnas de hormigón armado pueden reemplazarse por pilares de ladrillos (fig. 17). La elección queda supeditada a la mano de obra y materiales disponibles. La mampostería de ladrillos puede ser ejecutada por albañiles comunes, en cambio el hormigón armado requiere personal especializado, máquina hormigonera y madera para los encofrados.

Si se construyen pilares de ladrillos, debe considerarse que como son estructuras altas con relación a su sección transversal, estarán expuestas a esfuerzos de pandeo, y como la albañilería simple no responde adecuadamente a este tipo de sollicitación, será necesario limitar su altura a unas cinco veces la menor dimensión transversal de la sección, de acuerdo con la bondad del mortero empleado.

### **VIGAS DE ARRIOSTRE**

Cualquiera que sea el sistema que se adopte para las fundaciones, convendrá ejecutar una viga de hormigón armado que sirva de arriostre a toda la construcción. La continuidad de esta viga al mismo nivel en todo el perímetro del edificio es condición esencial, puesto que cualquier interrupción le resta efectividad.

El encofrado se hace con tablas de una pulgada de espesor, clavadas a tanjeles de 2" X 4" y sujetas con alambres retorcidos (fig. 18). Los cantos superiores de las tablas deben estar bien nivelados, para emparejar el hormigón justo a esa altura, en forma rasante. El encofrado de madera puede reemplazarse por una hilada de ladrillos colocados de canto y asentados con hormigón (fig. 19).

### **FUNDACIONES PARA TABIQUES**

Los tabiques interiores de ladrillos comunes o huecos no requieren cimientos. Pueden apoyarse so-

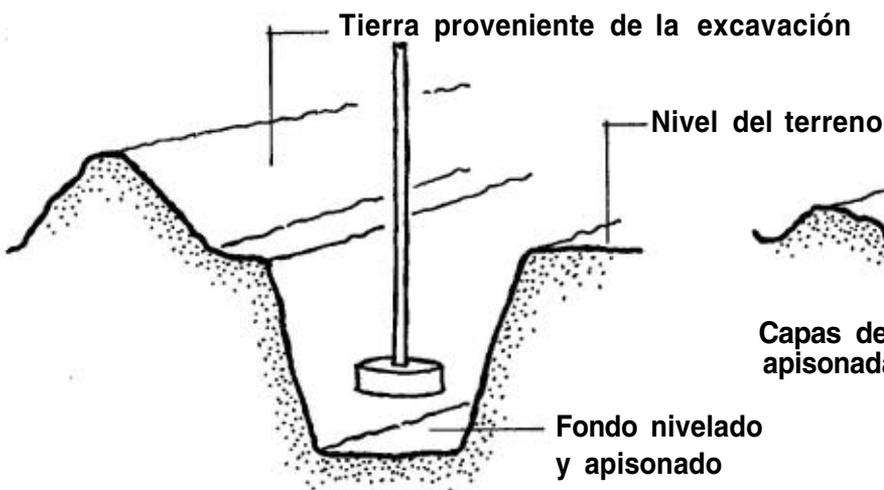


Fig. 13

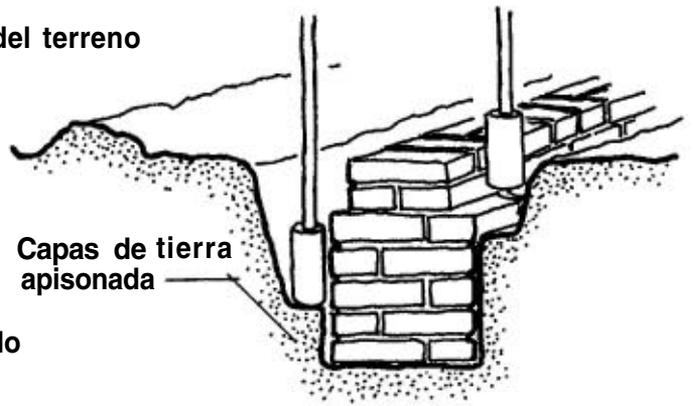


Fig. 14

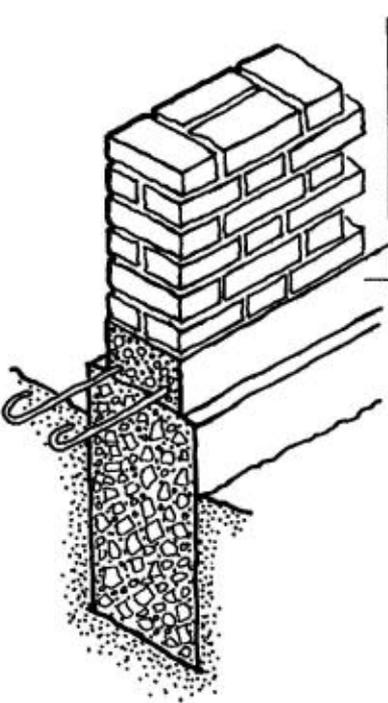


Fig. 15

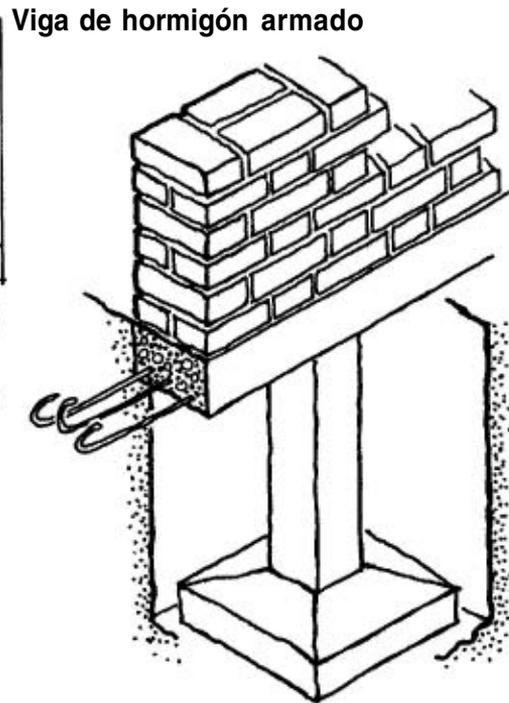


Fig. 16

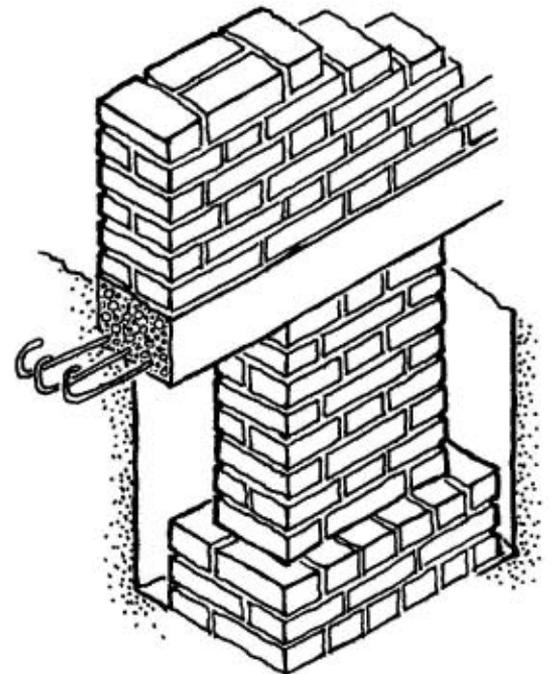


Fig. 17

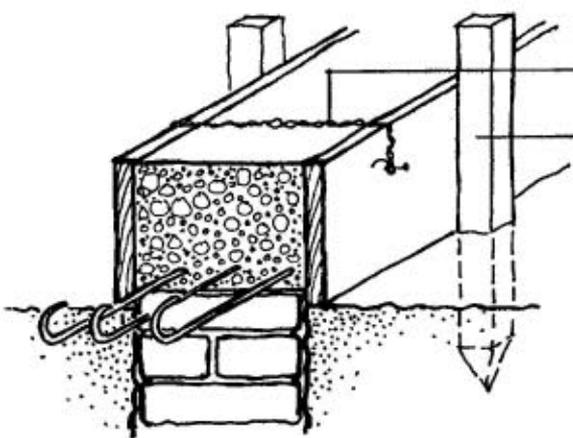


Fig. 18

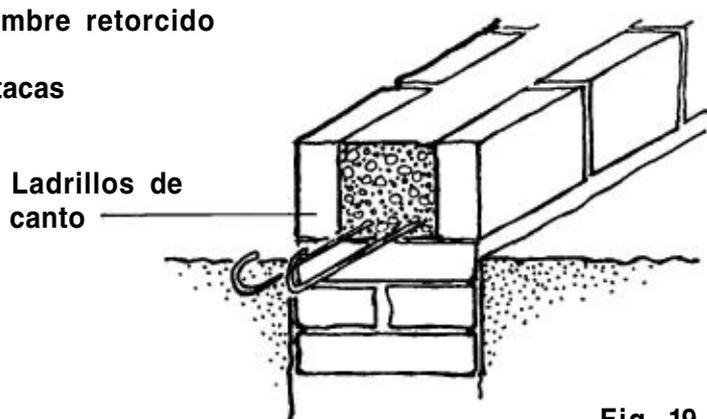


Fig. 19

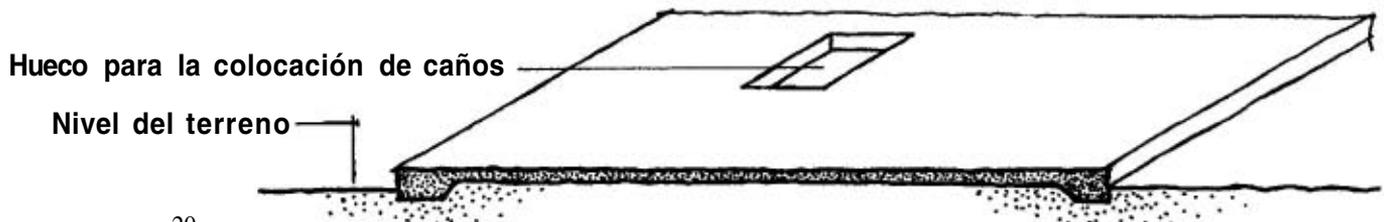


Fig. 20 Losa o platea de fundición

bre el contrapiso porque no soportan cargas sino sólo su propio peso. Su fin es el de separar ambientes. Con los cimientos propios para cada tabique no se conseguiría más que subdividir el contrapiso, quitándole su condición de monolítico.

### **LOSA O PLATEA DE FUNDACIÓN**

En determinados casos, los cimientos comunes continuos pueden ser reemplazados por una plataforma de hormigón armado apoyada directamente sobre el nivel del suelo, al cual transmitirá las cargas en toda su extensión con un reducido coeficiente de trabajo (fig. 20). Cuando se adopta este sistema deben colocarse todas las cañerías antes de vaciar el hormigón o dejar los huecos correspondientes.

Esta plataforma representa una gran economía en comparación con las fundaciones tradicionales, porque se ahorra en las excavaciones y muros de cimientos y además se utiliza esta losa como contrapiso. Ha dado excelentes resultados en la construcción de grandes barrios de casas económicas.

### **CAPA AISLADORA HORIZONTAL**

Impide que la humedad del terreno suba por capilaridad a las paredes. Debe colocarse sobre la hilada superior al nivel de la tierra, pero para evitar la posibilidad de fallas, es mejor ejecutar dos capas vinculadas verticalmente (fig. 21).

La capa aisladora se ejecuta con un hormigón formado por una parte de cemento portland y tres de arena, más el 10 % de hidrófugo disuelto en agua. La arena para este mortero debe ser gruesa, entendiéndose que no sólo debe tener granos gruesos sino también finos. La cantidad de agua debe ser la mínima compatible con la trabajabilidad de la mezcla, la cual se alisará fuertemente con una cuchara.

Como las paredes pueden asentarse de forma desigual bajo la acción de las cargas, las capas de hormigón se fracturan porque son demasiado rígidas. Para solucionar este inconveniente se usan capas asfálticas, solas o colocadas sobre el hormigón, pues admiten cierta deformación.

## **Muros de ladrillos**

Los muros pueden ser *portantes*, es decir, capaces de soportar cargas como las de un techo, de *cerramiento*, con resistencia suficiente para autosoportarse, o cumplir con las dos funciones a la vez.

En la actualidad se tiende a transformar las paredes en simples cerramientos, pues resultan pesadas y gruesas, aun cuando favorables al aislamiento por su gran inercia térmica. No obstante, desde el punto de vista económico no debe despreciarse la pared portante en edificios bajos, puesto que descarga directamente al terreno, y en esta situación el peso propio elevado no ocasiona mayores inconvenientes.

### **MAMPOSTERIA DE LADRILLOS COMUNES**

El antiguo muro de ladrillos, que por cientos de años sirvió en tantos tipos de arquitectura, no cabe dentro de los modernos conceptos de la industrialización, por el alto costo de la mano de obra, excesivo espesor y demasiado peso. Sin embargo, hasta ahora y a pesar de todo, el viejo ladrillo sigue siendo el material más utilizado en la construcción de viviendas. Tal vez su vitalidad radique en la simplicidad de su diseño o en la milenaria tradición artesanal.

Los ladrillos comunes se fabrican mediante un proceso totalmente manual, sin la ayuda de equipo mecánico. Por las materias primas utilizadas y lo rudimentario de la técnica de su fabricación, resulta un material heterogéneo, no sólo en cuanto se lo considere en un conjunto de piezas, sino dentro de una misma unidad. Esta heterogeneidad, si bien constituye un defecto desde el punto de vista estructural, le confiere un valor altamente decorativo cuando se lo usa en paramentos a la vista, superior al que pueda obtenerse con cerámicos fabricados a máquina, que por su perfección resultan monótonos y carentes de matices.

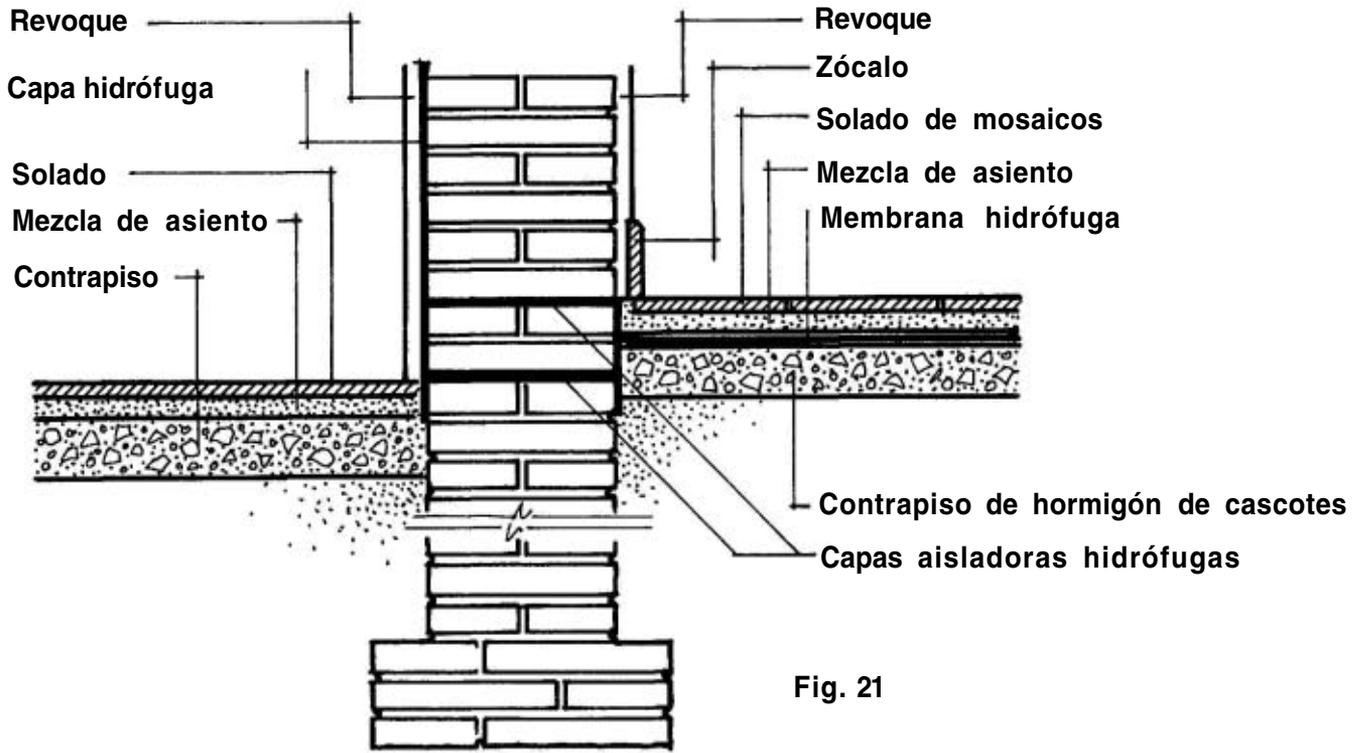


Fig. 21

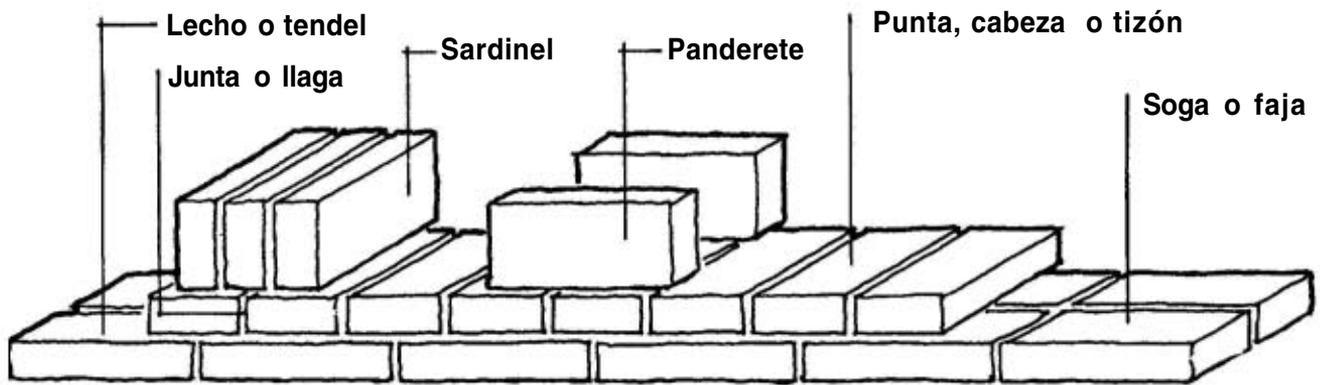


Fig. 22



Fig. 23

**COLOCACION A TORTA Y RESTREGON**

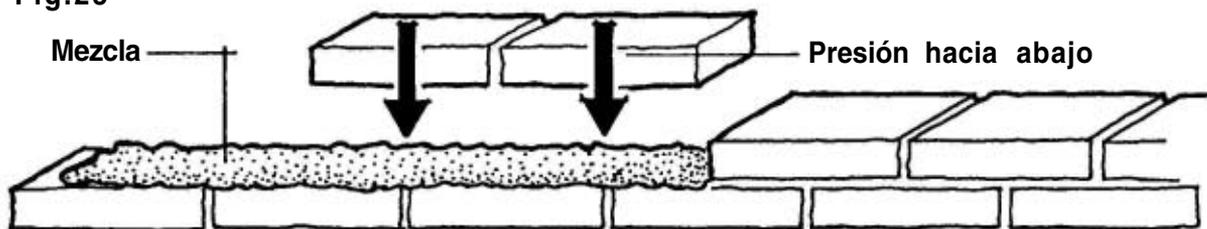


Fig. 24

**COLOCACION A HILADA SOBRE TENDEL**

Los ladrillos comunes de buena calidad se identifican por su forma regular, libre de torceduras y alabeos, ausencia de grietas y cochura adecuada. El sonido más o menos campanil ayuda a identificarlos.

## LADRILLOS DE MÁQUINA

Se moldean a máquina con tierras arcillosas previamente preparadas también en forma mecánica. La cocción se hace en hornos de temperatura uniforme, lo cual permite obtener productos de calidad pareja.

El conformado se hace trafilando mecánicamente la pasta arcillosa y seccionándola por medio de hilos de acero. También las piezas así formadas son comprimidas con un troquel, a fin de mejorar aún más su compacidad.

## EJECUCIÓN DE LA MAMPOSTERÍA DE LADRILLOS

Se llamada *hilada* a la sucesión horizontal de ladrillos asentados sobre una capa de mortero.

La capa horizontal de mortero se llama *lecho* o *tendel* y la vertical se denomina *junta* o *llaga*.

La cara principal o vista de un muro se llama *paramento*...

Se dice que una hilada es de *punta*, de *cabeza* o de *tizón*, cuando el ladrillo está colocado perpendicularmente al paramento (fig. 22).

La hilada es de *soga* o *faja* cuando la cara lateral mayor del ladrillo forma el paramento del muro.

El ladrillo de canto es a *sardinel* cuando tiene el lado menor en el paramento y a *panderete* cuando tiene la cara mayor en este lugar.

El espesor de los muros resulta de un múltiplo de la mitad de la longitud del ladrillo, más el espesor del revoque. Normalmente se construyen muros de *media asta*, de *un asta* y de *asta y media*. Es decir, de 15, 30 y 45 centímetros de espesor. Se consideran de cerramiento a las paredes de 15 centímetros y portantes a las de 30 o más centímetros de espesor.

## COLOCACIÓN DE LOS LADRILLOS

Antes de ser colocados en obra, los ladrillos deben mojarse. Al reiniciar el trabajo, de un día para otro, debe limpiarse el sobrante de mezcla y también mojarse la superficie de pared ya hecha.

Por lo general, las mezclas deben contener, además del agua necesaria, una pequeña cantidad adicional en previsión de que los ladrillos no hayan sido mojados en forma suficiente. Si la mezcla fuera demasiado seca, al absorber el ladrillo parte del agua, el fraguado resultaría incompleto.

El método de asentar los ladrillos a *torta* y *restregón* es el más corriente. La operación consta de cinco partes. Para el caso de una pared de media asta es el siguiente:

1.ª Se eligen los ladrillos de modo que los defectuosos no coincidan con los arranques o esquinas de muros, reservándolos para el interior de la fábrica.

2.ª Se coloca mezcla en el extremo del ladrillo que ha de adosarse (fig. 23).

3.ª Se extiende la torta del mortero en suficiente cantidad.

4.ª Se coloca el ladrillo sobre el lecho, comprimiéndolo y haciéndolo correr a fin de que las juntas verticales queden llenas de mezcla. Con unos golpes dados con la paleta se fija en la línea y posición correcta.

5.ª El excedente de mezcla que se escurre por las juntas se toma con la paleta y se reparte en los vacíos que pueden haber quedado en la parte superior de las juntas o se devuelve al cuezo.

Otro método es el de *hilada sobre tendel*. Comprende tres fases.

1.ª Se extiende la mezcla directamente del cuezo sobre la última hilada (fig. 24). Esta mezcla debe contener suficiente agua para que no se endurezca antes de que se coloquen los ladrillos.

2.<sup>a</sup> Se asientan los ladrillos sobre el lecho, comprobando su alineación con respecto a la línea de guía.

3.<sup>a</sup> Se rellenan las juntas verticales con la paleta.

Como la resistencia de los morteros comunes es menor que la de los ladrillos, la mezcla se extiende sólo en capas de espesor suficiente para absorber las irregularidades de los ladrillos y formar una buena unión. Además, el excesivo espesor de la mezcla puede dar lugar a un asentamiento muy pronunciado de la mampostería. Se considera correcto el espesor de un centímetro y medio. En cuanto a las juntas verticales, el espesor de un centímetro es lo normal. De esto resulta que las proporciones del ladrillo son tales que dos anchos más una junta son iguales al largo.

### **ALINEACIÓN DE LAS HILADAS**

En los ángulos de la construcción se fijan reglas, perfectamente aplomadas, que sirven de guía (fig. 25). En cada una de estas reglas se marcan con lápiz las alturas de las hiladas, de tal manera que fijando una línea o cordel entre dos señales correspondientes, se puede mantener la horizontalidad de las hiladas y la verticalidad del paramento.

El cordel debe extenderse sobre el paramento exterior, no sobre el interior, para que las irregularidades de los ladrillos se absorban con el revoque grueso interior y no con la capa aisladora vertical exterior, que es más cara.

Otra manera de lograr la alineación de las hiladas es la de construir primeramente en las esquinas y en los arranques de los muros, una cepa escalonada y cuidadosamente aplomada (fig. 26). En cada hilada se fijan clavos y entre ellos se tensa el cordel.

### **APAREJOS**

Se llama así a las disposiciones de los ladrillos en los muros.

Los ladrillos deben trabarse en las sucesivas hiladas, para evitar la continuidad de las juntas verticales, tanto en los paramentos como en el interior del muro.

El mínimo de superposición de un ladrillo superior respecto al inferior es de una cuarta parte. Esta discontinuidad de las juntas origina la necesidad de emplear ladrillos cortados para formar las cabezas, los ángulos y los encuentros de muros. Los ladrillos se cortan golpeándolos con el canto de la paleta, obteniéndose así trozos de un cuarto (cuarterones), un medio y tres cuartos (fig. 27). Los ladrillos a cortar no deben estar fisurados (sonido sordo al ser percutidos); desigualmente cocidos o con otros defectos.

### **MUROS DE MEDIA ASTA**

Se ejecutan con ladrillos colocados de soga. Las juntas verticales de cada hilada deben coincidir con el medio del ladrillo de las hiladas superior e inferior (fig. 28).

### **MUROS DE ASTA-APAREJO BELGA**

Comprende hiladas de tizones e hiladas de sogas alternadas (fig. 29). Las juntas verticales de las hiladas de un mismo tipo se corresponden verticalmente. Este aparejo es el de aplicación corriente.

### **APAREJO INGLÉS O CRUZADO**

En este aparejo también se alternan las hiladas de tizones con las de soga, pero con la diferencia de que las últimas están corridas alternativamente medio ladrillo, por lo cual se forman las cruces que se ven en la figura 30. Es un aparejo muy usado.

### **APAREJO HOLANDÉS**

En una misma hilada se alternan los ladrillos colocados de soga con los colocados a tizón y éstos se ubican en la parte central de los colocados de soga de las hiladas contiguas (fig. 31).

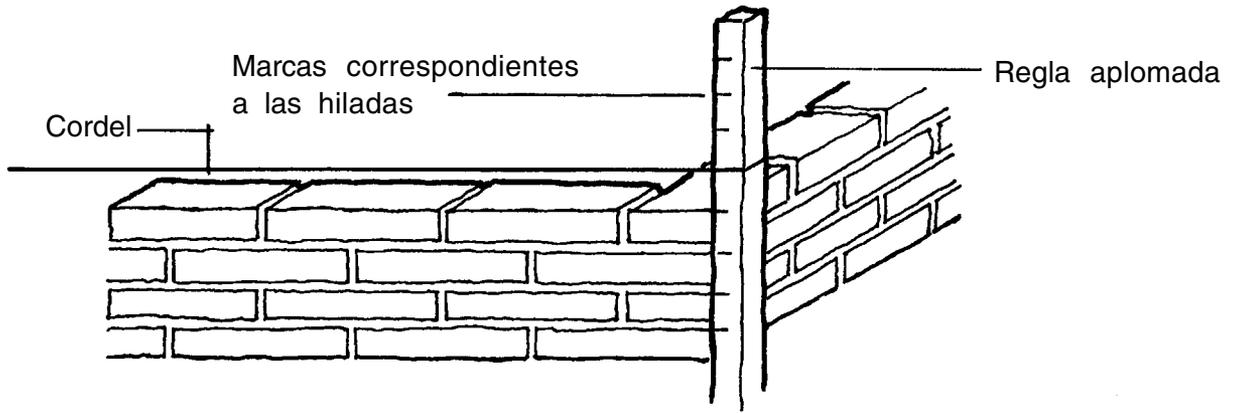


Fig. 25

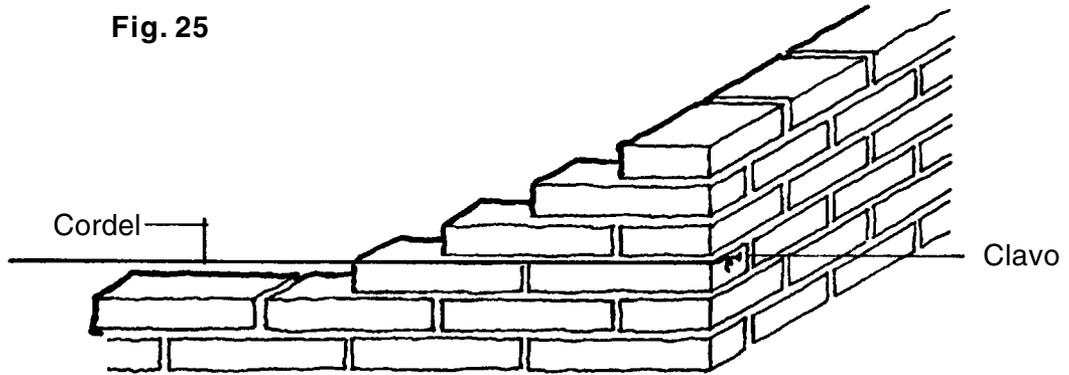
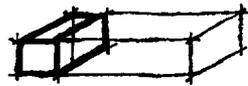
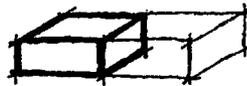


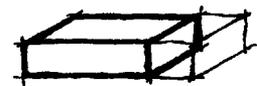
Fig. 26



Un cuarto

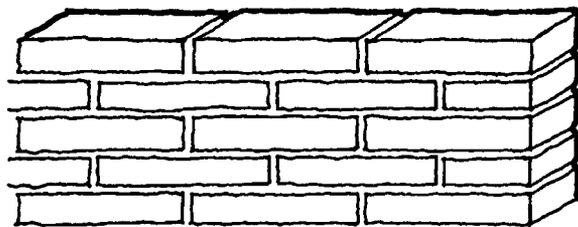


Un medio



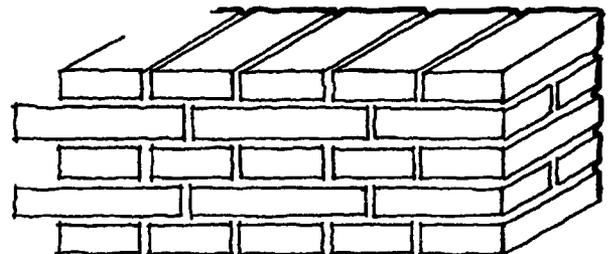
Tres cuartos

Fig. 27



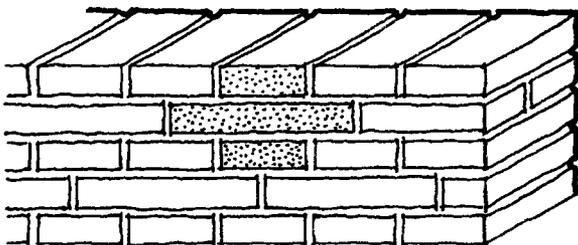
APAREJO A MEDIA ASTA

Fig. 28



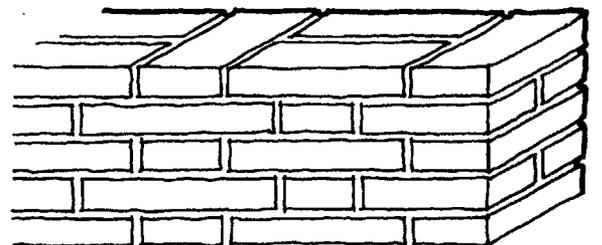
APAREJO BELGA

Fig. 29



APAREJO INGLES O CRUZADO

Fig. 30



APAREJO HOLANDES

Fig. 31

## **APAREJO GÓTICO**

Se forma alternando hiladas sólo de tizones con otras de tizones y sogas (fig. 32).

## **APAREJO CON LADRILLOS DE PUNTA**

Los ladrillos se colocan de manera que las juntas coincidan con el centro de las cabezas de las hiladas inmediatas (fig. 33). Este aparejo no es recomendable por la proximidad de las juntas en el sentido longitudinal del muro y sólo debe emplearse en casos muy especiales.

## **MUROS DE ASTA Y MEDIA**

Se forma con una fila de ladrillos de sogas en un paramento y una de punta en el otro paramento (fig. 34) invirtiendo esta posición en la hilada siguiente.

## **EXTREMOS Y ENCUENTROS DE MUROS**

En la construcción de los extremos de muros debe evitarse el empleo de partes pequeñas de ladrillos. Los tres cuartos se colocan en las hiladas de faja y los cuartos en las hiladas de punta, pero jamás en el extremo o ángulo del muro (figs. 35 y 36).

En los muros que en sus extremos se encuentran formando ángulos de 90 grados se observarán las siguientes disposiciones:

— Alternar las hiladas de ladrillos de punta con las de faja. Distribuir las hiladas correspondientes de tal manera que resulte una hilada de punta en uno de los muros y una de faja en el otro. Prolongar, dentro del ángulo, las hiladas de faja y apoyar en ellas las de punta del otro muro.

— Para un muro de un ladrillo de espesor (figura 37) se colocarán en cada hilada de faja dos tres cuartos, tanto en un sentido como en el otro.

— Si se usan cuartos, deben colocarse entre los dos últimos ladrillos de punta (fig. 38) conservando la terminación ya indicada en las hiladas de faja.

Cuando el ángulo que forman los dos muros es diferente a 90 grados, no siempre pueden aplicarse las disposiciones mencionadas, siendo necesario, para trabarlos, tener presente las siguientes consideraciones:

— En ningún caso se colocarán los ladrillos de tal modo que las juntas queden en el vértice del ángulo.

— Todas las juntas de las hiladas serán perpendiculares a los paramentos de los muros.

— Se tratará de emplear la menor cantidad posible de ladrillos cortados.

En el caso de que los muros se crucen, la disposición de los ladrillos debe responder a las siguientes condiciones:

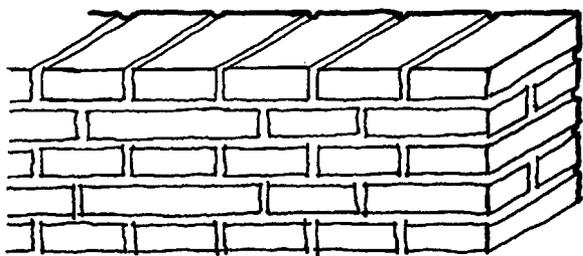
— Hacer cruzar la hilada de faja de uno de los muros, apoyándole de cada lado, la hilada de punta, que le corresponde en el otro muro.

— Hacer penetrar en el punto de unión, un cuarto de ladrillo de la hilada de faja del segundo muro, en la hilada de punta del primero.

En la figura 39 se ilustra una disposición para el aparejo de muro de un ladrillo de espesor.

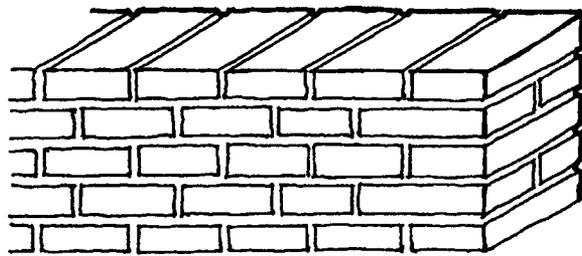
## **OTROS TIPOS DE MUROS**

En la figura 40 se muestra un tipo de muro de 20 centímetros de espesor ejecutado con ladrillos comunes. Para su adopción debe estudiarse si el ahorro en los materiales compensa el aumento de la mano de obra.



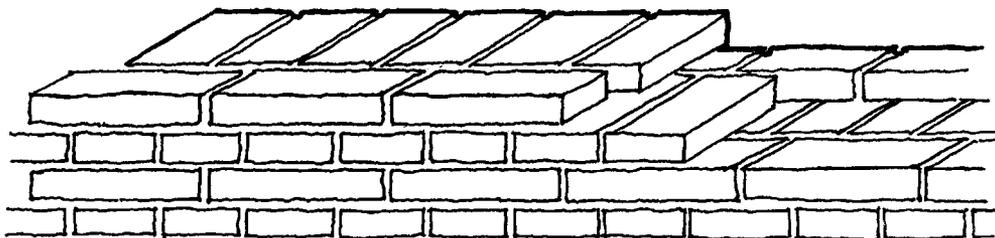
APAREJO GOTICO

Fig. 32



APAREJO DE PUNTA

Fig. 33



APAREJO DE ASTA Y MEDIA

Fig. 34

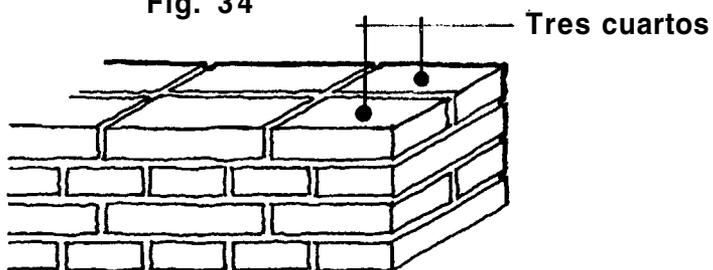


Fig. 35

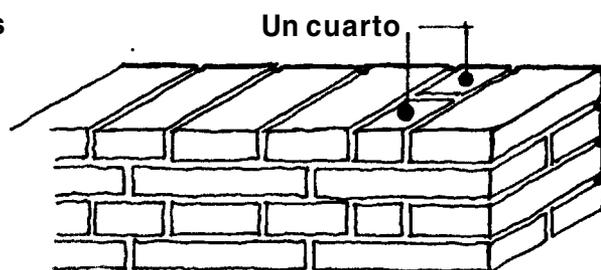


Fig. 36

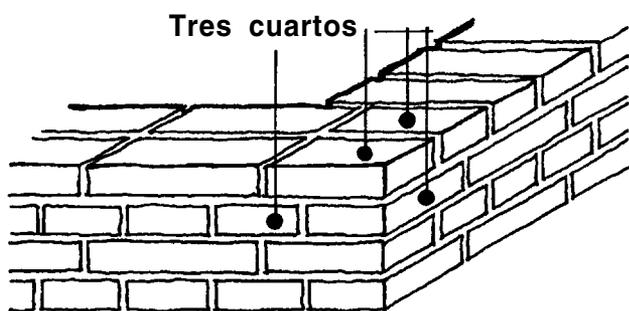


Fig. 37

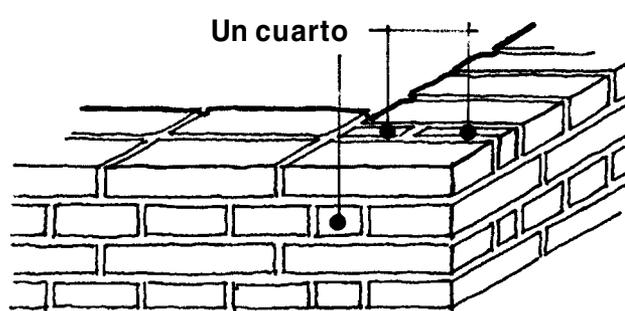


Fig. 38

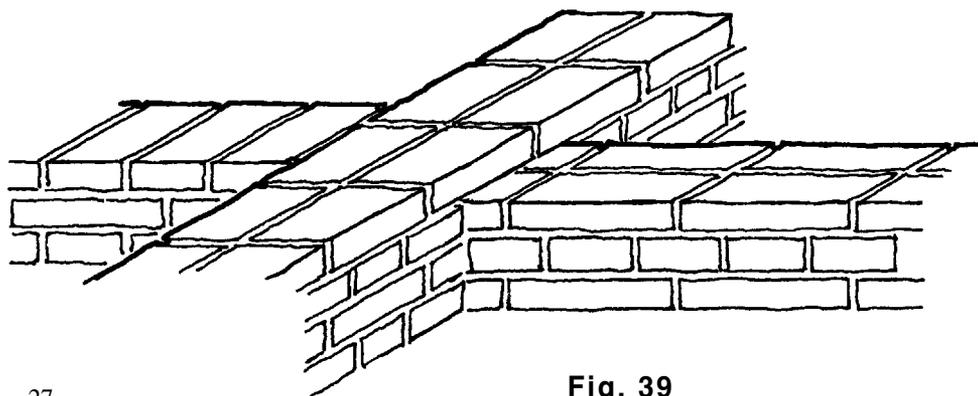


Fig. 39

La parte interior de los muros de ladrillos de 30 centímetros de espesor puede reemplazarse por algún material que ofrezca mejor aislamiento y acelere el trabajo, como ser bloques de granulado volcánico o ladrillos huecos (fig. 41).

Las paredes dobles, formadas por dos tabiques de 13 centímetros de ladrillos de sogá, con una cámara de aire intermedia (fig. 42) en lugar de uno macizo de 30 centímetros de espesor, hacen aumentar la mano de obra necesaria, pero ahorran material, mejoran el aislamiento y, por construirse con dos líneas, una exterior y otra interior, economizan revoque grueso. Este tipo de muro es muy conveniente cuando en el paramento exterior se dejan los ladrillos a la vista. En este caso, en el paramento del tabique interior que da a la cámara de aire deberá ejecutarse una capa aisladora vertical de hormigón con hidrófugo. La impermeabilización de la cara «caliente» de la cámara de aire, además de actuar como aislamiento contra el agua del exterior, sirve como «barrera de vapor» impidiendo la penetración del aire del ambiente cargado de humedad al interior de la cámara de aire.

Este aislamiento es mejor que el utilizado en el paramento interior de los muros macizos de 30 centímetros de espesor con ladrillos a la vista, pues evita que la humedad del ambiente se condense sobre ella, debido a la diferencia de temperatura entre el aire del interior y el muro, cuando éste se encuentre a la temperatura del punto de rocío o por debajo de ella. Otra ventaja del muro doble es que permite dejar los ladrillos a la vista en ambos lados de la pared.

La técnica para mantener limpia la cavidad durante el curso de la construcción del muro es muy simple. Basta con el empleo de un tirante de madera del ancho de la cavidad por 1,50 metros de largo, en cuyos extremos se atan dos alambres, y que se va subiendo a medida que se construye la pared.

## **LADRILLOS HUECOS**

En los tabiques interiores se sustituye el ladrillo común por ladrillos cerámicos huecos. Este material cuesta más, pero con su uso se ahorra mano de obra, mezcla y el revoque grueso, porque su superficie es lo suficiente pareja para admitir directamente el revoque fino o el enlucido de yeso. Además son más livianos, proporcionan mayor aislamiento térmico y acústico y permiten ganar 5 centímetros a lo largo de cada división.

Los ladrillos de seis agujeros, de 8 X 15 X 20 centímetros, pueden significar una buena solución para la construcción de mamposterías exteriores en viviendas económicas, colocándolos de sogá, a lo largo de los muros, como indica la figura 43. Las posibilidades de resistencia del ladrillo cerámico hueco han sido comprobadas en forma satisfactoria. La calidad de las arcillas, así como la adecuada técnica de trafilación y cocción, permiten obtener elementos de altos coeficientes de soporte.

## **Muros de piedra, bloques de hormigón y suelo cemento**

### **PIEDRAS**

Los muros de piedra son muy atractivos, pero como requieren mano de obra especializada deben ser descartados cuando se buscan economías.

Si no hay piedra en la zona, significa que tampoco habrá operarios que sepan trabajarla. Traer piedra de otro lugar e intentar colocarla con obreros sin experiencia resultará un fracaso. Además, el costo del transporte puede llegar a ser mayor que el del material.

Revestir una pared con lajas o con imitaciones de piedras rústicas, o simular piedras con el revoque son mentiras de efectos desastrosos.

## BLOQUES DE HORMIGÓN

El costo de un muro construido con bloques de hormigón puede llegar al 40 % menos que otro de albañilería común de ladrillos. El material cuesta más, pero su construcción es más rápida, porque las unidades son de mayor tamaño.

En comparación, para un metro cuadrado de pared de bloques, levantada con unidades de 20 X 20 X 40 centímetros, que equivale a otra de 30 centímetros de mampostería de ladrillos comunes, se requieren 12,5 bloques y 10 litros de mezcla de asiento, y la mano de obra necesaria es de una hora y 15 minutos. Para la misma superficie de pared se necesitan 112 ladrillos y 100 litros de mezcla de asiento, y la mano de obra llega a las 6 horas. Esto significa que el mortero necesario para las juntas es igual a la décima parte y el tiempo de ejecución, aproximadamente, la quinta parte del requerido para la pared de ladrillos. Además, pueden ganarse algunas horas de trabajo, disponiendo los bloques sin trabas (fig. 44). Estructuralmente, también así puede lograrse una solución correcta.

Otra posibilidad de economía que se consigue mediante la construcción con bloques es la eliminación del revoque, tanto exterior como interior. La aplicación exterior de dos manos de pintura de cemento portland, que puede adquirirse en varios colores, asegura suficiente impermeabilización. Por otra parte, cuando se aplican revoques, la homogeneidad de los paramentos hace economizar una considerable cantidad de mezcla.

Se puede aumentar el aislamiento térmico de los muros llenando los huecos con granulado volcánico. Como estos espacios son demasiado grandes, su poder de aislamiento es muy reducido; en cambio si se crean numerosos huecos de pequeño tamaño, la aislación aumenta en forma notable.

El defecto común en las paredes de bloques es la aparición de fisuras en las juntas. En general, éstas no tienen importancia estructural, pues no afectan a la resistencia de la construcción, y dado que están localizadas, pueden sellarse mediante procedimientos adecuados, asegurando así la impermeabilidad de la pared. No obstante, desde el punto de vista estético y aun psicológico, conviene proyectar la construcción y usar la técnica adecuada para eliminar la posibilidad de que se produzcan estas dificultades. Las siguientes normas son las más importantes:

*a)* Los bloques deben ser conservados secos, para lo cual, cuando se apilen, se hará sobre suelos libres de humedad y se mantendrá tapados con alguna cubierta impermeable que los proteja de la lluvia.

*b)* Los bloques no deben mojarse antes de ser colocados en obra. Este material tiene un elevado coeficiente de retracción por desecado y por lo tanto debe ser utilizado seco, para que no se produzcan contracciones que den lugar a la formación de fisuras. Sólo deben mojarse las partes en contacto con el mortero, y eso sólo en la medida necesaria para que el bloque no le quite al mortero el agua que éste necesite para su fraguado.

Cuando se interrumpa el trabajo debe tomarse la precaución de cubrir la hilada superior con tablas u otra cobertura similar.

*c)* El mortero para asiento se dispone sólo en las paredes exteriores de los bloques (fig. 45) con lo que se gana en rapidez y se economiza mezcla. Los ensayos han señalado que con esta disposición se obtiene la suficiente resistencia. El mortero para las juntas debe tener las siguientes proporciones: una parte de cemento portland, una de cal y seis de arena.

*d)* En las paredes al exterior, sin revoque, se recomienda que las juntas tengan forma cóncava o en V de aproximadamente un centímetro de espesor (fig. 46) y que el mortero se compacte fuertemente, después que haya comenzado a endurecerse, rehundiéndolo con una espátula.

*e)* Se deben disponer juntas de contracción, ubicadas de tal manera que permitan ligeros movimientos a las paredes, para prevenir las fisuras o agrietamientos (fig. 47). La distancia entre estas juntas depende de muchos factores, pero en general se aconsejan intervalos que oscilen entre los 6 y 8 metros.

*f)* La mampostería debe ser protegida contra las heladas durante no menos de 48 horas después de haber sido construida.

El bloque estándar tiene la propiedad de presentar correspondencia entre los agujeros en las hileras sucesivas, lo cual permite colocar varillas de hierro en su interior y rellenar con hormigón los conductos verticales, a medida que se va construyendo la pared (fig. 48). Con ello se obtienen verdaderas co-

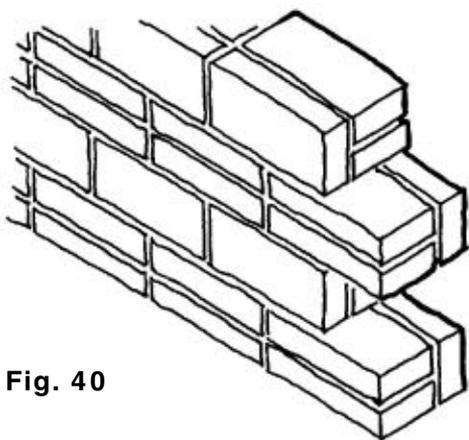


Fig. 40

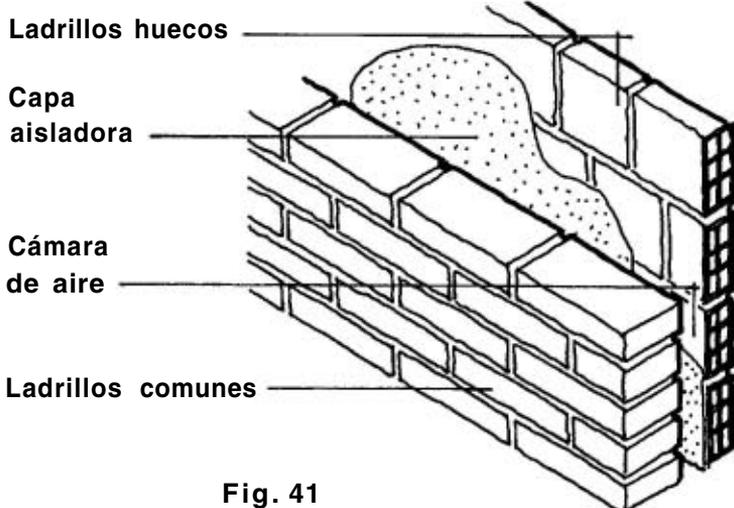


Fig. 41

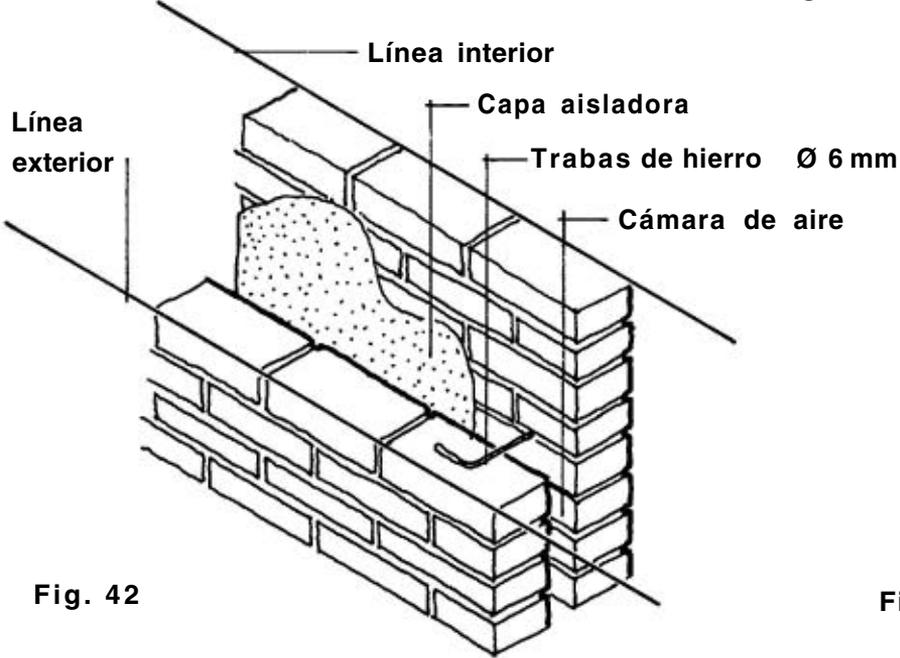


Fig. 42

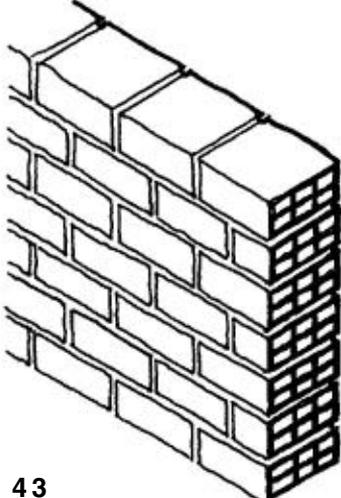


Fig. 43

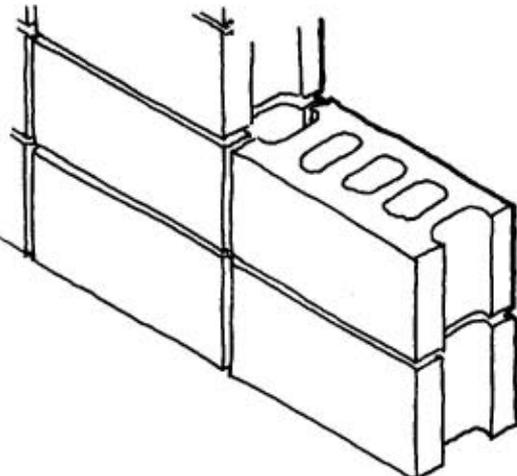


Fig. 44

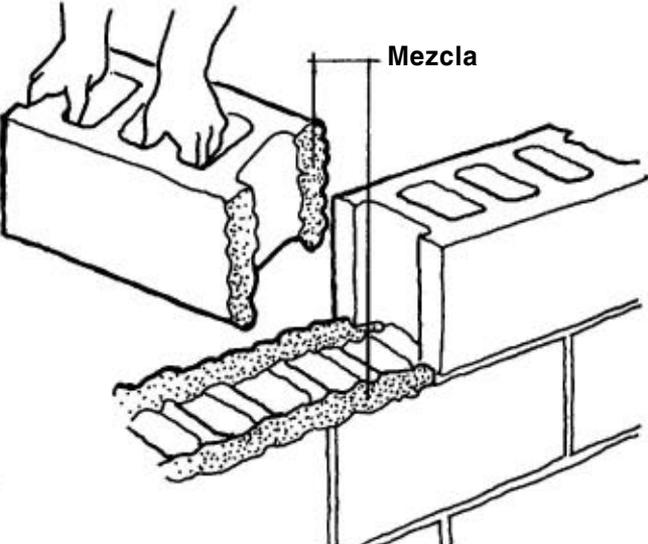


Fig. 45

lumnas de hormigón armado, que sirven para reforzar los muros o para formar, económicamente, esqueletos monolíticos en edificios de una o dos plantas. También ésta es una solución que tiene grandes ventajas en la construcción de edificios antisísmicos.

Como el bloque no es un sucedáneo o sustituto del ladrillo, sino un mampuesto con características propias, los proyectos deben adaptarse a sus formas, para aprovechar las ventajas de orden técnico y económico que proporcionan. El concepto de «modulación», que elimina o reduce el corte de los bloques, al no tener que adecuarlos a dimensiones arbitrarias, responde al módulo de diez centímetros que ya hemos visto (fig. 49). Las piezas especiales complementarias que se fabrican, como los medio bloques, para esquinas, para jambas de carpintería de madera o metálica, en forma de U para dinteles y vigas de arriostre, etcétera, ayudan a esta modulación.

En la figura 50 se reproduce un proyecto modulado para la construcción con bloques comunes de 20 X 20' X 40 centímetros. En este caso el techo se ha diseñado con faldones a cuatro aguas para evitar el corte de los bloques en los mojinetes.

Los bloques se pueden fabricar con hormigones livianos o porosos. Las posibilidades de los agregados para mezclar con el cemento portland son numerosas. De acuerdo con la facilidad de obtener materiales en la zona, puede utilizarse piedra pómez, vermiculita, conchilla, carbonilla, escorias, arcilla expandida, aserrín, fibra de madera, turba, bagazo, cáscara de arroz, etcétera.

El hormigón poroso o celular se obtiene distribuyendo, dentro de la masa del hormigón, metales pulverizados que desprenden gases durante el proceso del fraguado. Puede utilizarse cinc, aluminio o aleación aluminio-manganeso. También se pueden producir pequeñas burbujas dentro del hormigón, por medio del carburo de calcio o espumas jabonosas y otros agentes espumantes solubles en agua, ciertas resinas, gelatinas, sebo, etcétera. Estos hormigones resultan de poco peso específico y adecuada resistencia. Además, las burbujas de aire que forman las células sin interconexión, uniformemente distribuidas en la masa, le confieren un alto poder aislante.

## **SUELO CEMENTO**

Se trata de un material que puede llegar a ser de gran conveniencia en las construcciones rurales. Es simplemente una mezcla de tierra con cemento portland, que una vez humedecida y compactada en determinada forma, se convierte en un material de gran resistencia.

La principal ventaja del suelo cemento consiste en su bajo costo de preparación. No requiere mano de obra especializada, puesto que un técnico puede construir una vivienda con sólo la ayuda de peones y, desde el punto de vista de la habitabilidad, no denota ninguna desventaja con respecto a las mamposterías comunes de ladrillos o bloques, cuando está correctamente ejecutado. El aislamiento propio de la tierra hace las casas frescas en verano y abrigadas en invierno.

Los Institutos de Cemento Portland divulgaron en folletos y revistas las características y aplicaciones del suelo cemento, y pronto, de su original utilización en pavimentos y caminos, fue derivado al uso en la construcción de viviendas. Las siguientes recomendaciones han sido extractadas de sus publicaciones.

### **DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL**

El suelo cemento es un material que se comporta bien a la compresión, pero que en cambio tiene baja resistencia al corte y a la tracción. Por consiguiente, no debe ser sometido a cargas excéntricas y se evitará la construcción de pilares demasiado esbeltos.

Como no existe suficiente adherencia entre el hierro y el suelo cemento, se deben ejecutar dinteles de hormigón armado para salvar las aberturas.

### **CONTRACCIÓN, EXPANSIÓN Y SECADO**

El suelo cemento se contrae al secarse. Esta contracción es función de:

- a) cantidad de agua usada en la compactación,
- b) naturaleza del suelo,

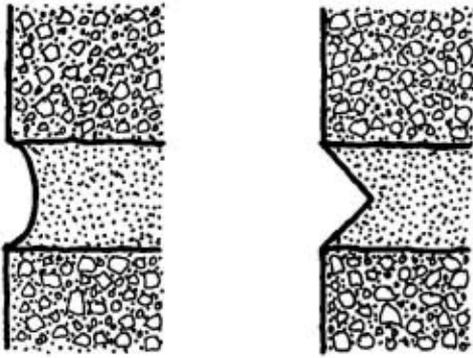
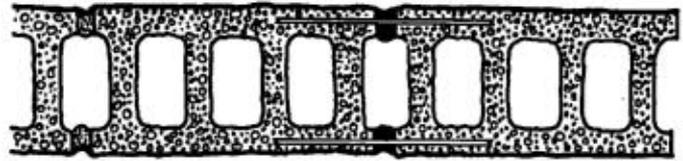
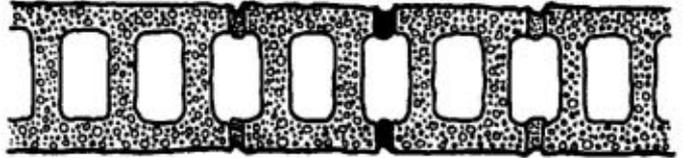


Fig. 46



Pasadores de alambre de 4mm engrasados en sus mitades



Sellado con masilla elástica

JUNTAS DE CONTROL EN HILADAS ALTERNADAS

Fig. 47

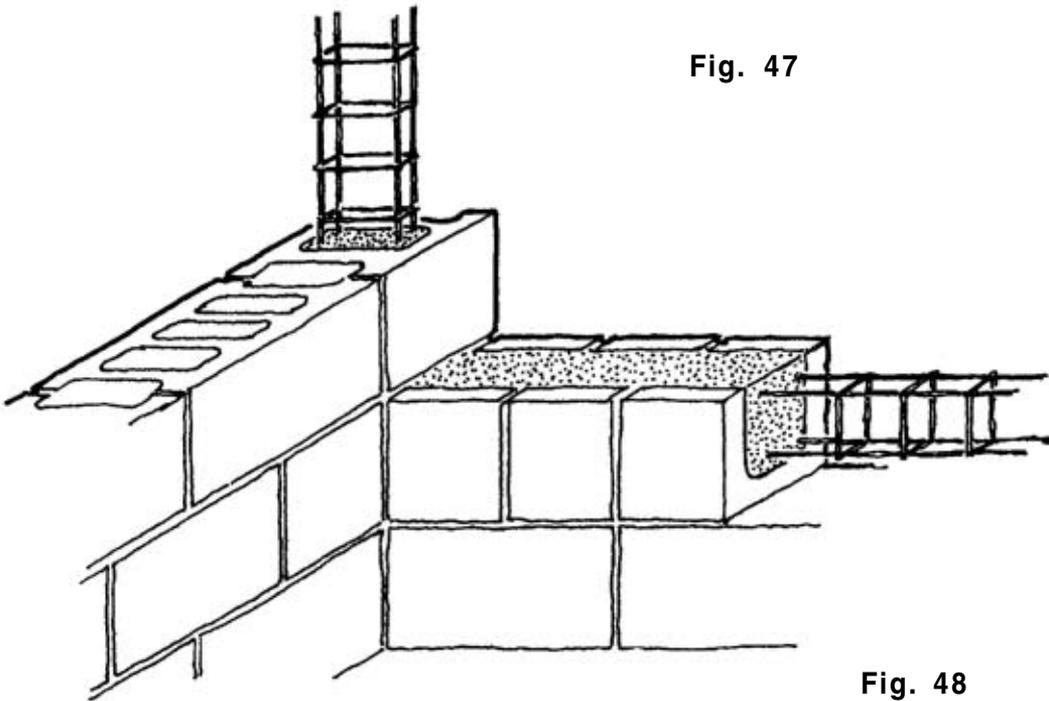
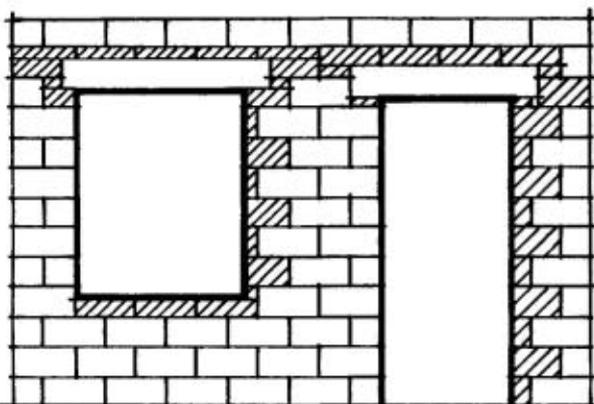
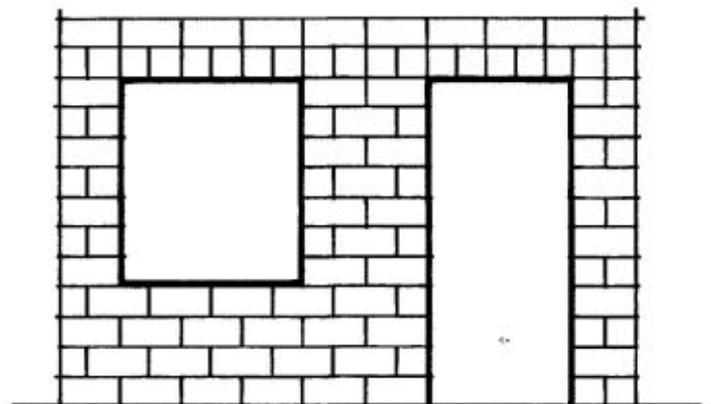


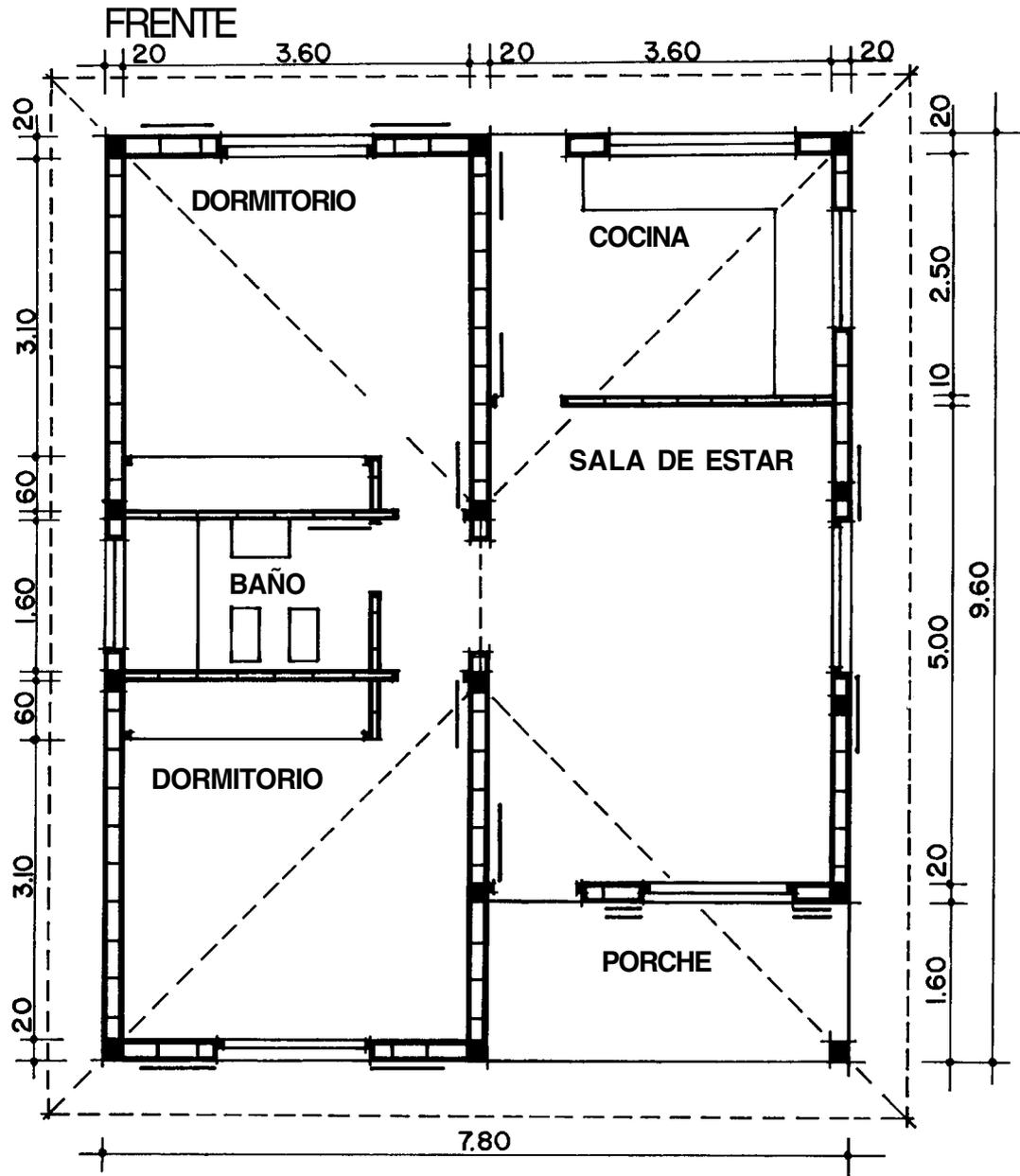
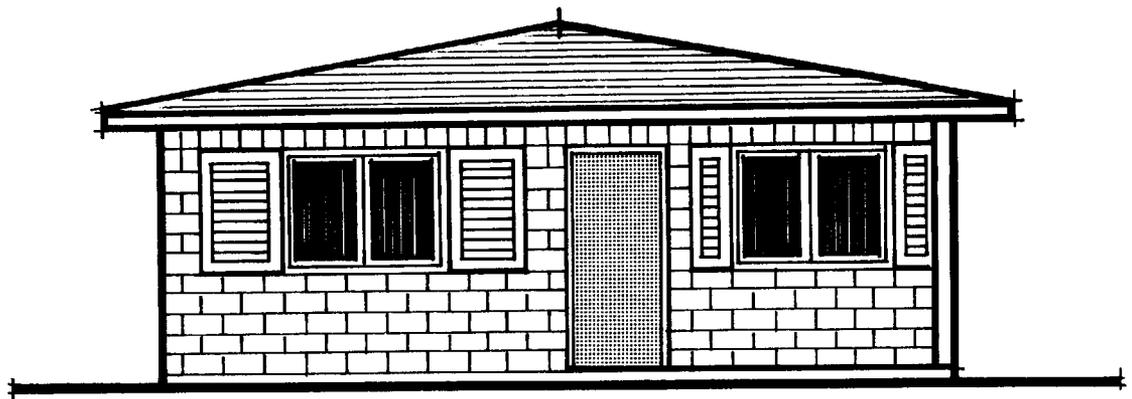
Fig. 48



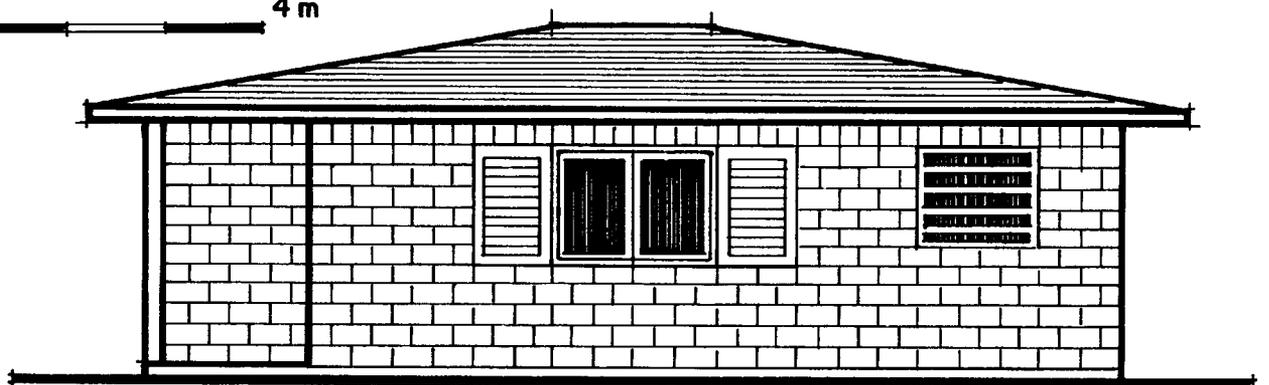
El rayado indica bloques cortados



Diseño modulado

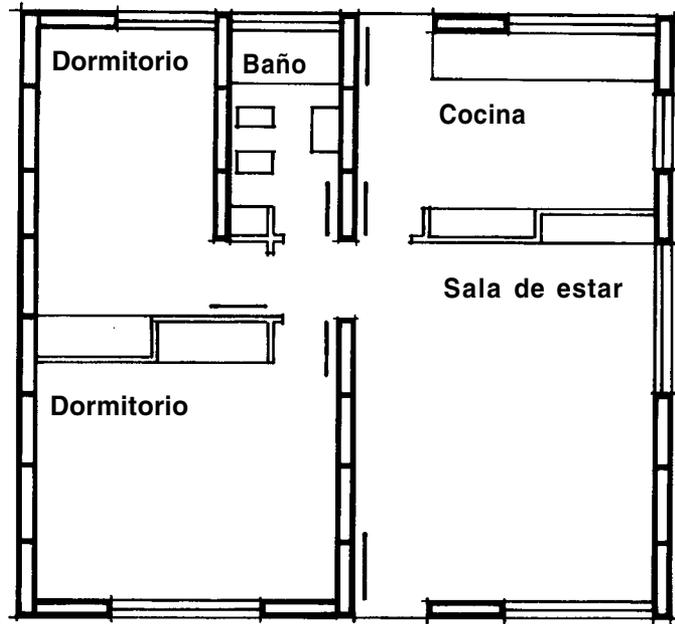
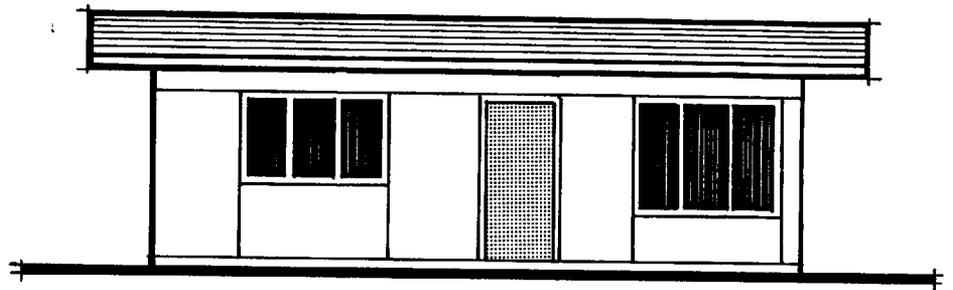
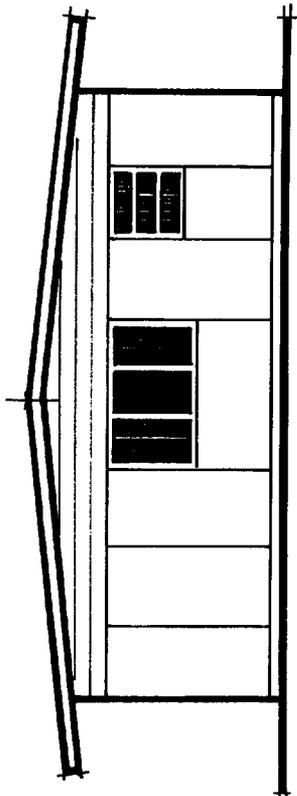


Escala 1 : 75



**FRENTE LATERAL**

Fig. 50



Escala 1 : 100

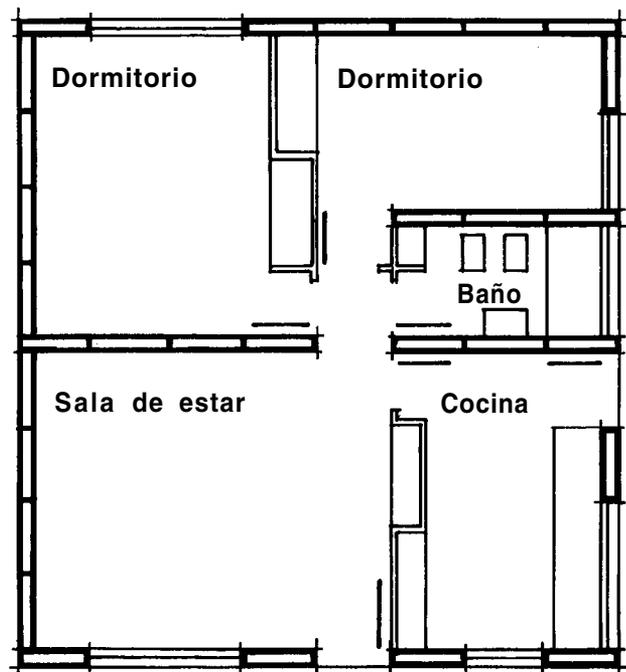
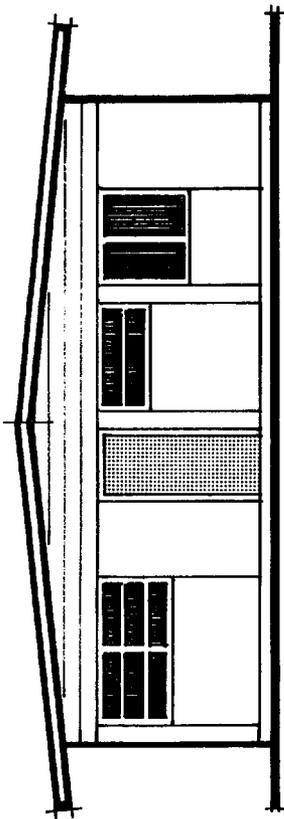
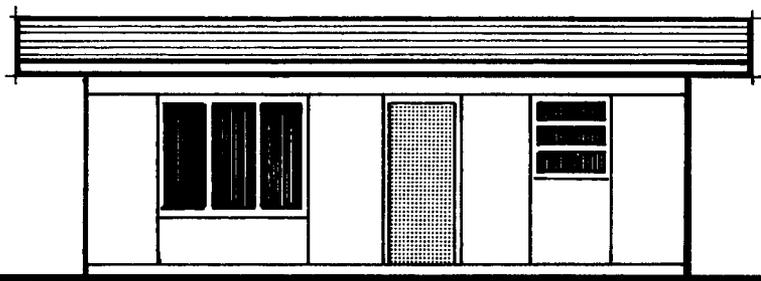


Fig. 51

- c) grado de compactación del material,
- d) cantidad de cemento portland.

Para controlar los movimientos de la pared, la contracción impone la ejecución de juntas. Su separación depende de los factores indicados, aconsejándose una distancia entre 2 y 3 metros para suelos muy arenosos (70 % de arena) y humedades de compactación entre el 10 y 12 %.

La contracción por humedad es prácticamente irreversible, por lo que una vez concluido su proceso, todas las grietas o fisuras pueden sellarse con materiales rígidos.

### EXIGENCIAS DE LA MANO DE OBRA

Los muros de suelo cemento, debido a la sencillez de su ejecución, pueden construirse con obreros no especializados, pero es menester que el encargado de la obra esté bien compenetrado con el método. Su tarea debe consistir en los controles de la pulverización, humedad del suelo y compactación, ya que el éxito de la construcción depende en gran parte de ellos. También debe verificar la colocación de los encofrados, especialmente en los primeros tramos, para asegurar la verticalidad de las paredes.

Como en toda obra, se ha de prestar especial cuidado a la organización de los trabajos, y en este caso se requiere una mayor vigilancia, por tratarse de un método nuevo.

### LIMITACIONES DEL PROYECTO

De lo expresado se deduce que las características del suelo cemento permiten su empleo en la construcción de viviendas, prácticamente sin limitaciones. No obstante, se aconseja seguir algunos principios derivados de su forma especial de trabajo. Plantas sencillas, paredes rectas, supresión de mochetas, estudio de la ubicación de las puertas y ventanas para aprovechar los tramos de pared al máximo, deben ser las normas del proyecto. Debido al carácter monolítico de los muros, del correcto empleo de los encofrados depende en gran parte su economía. Cuando se usan encofrados de dimensiones reducidas conviene modular la planta para aprovechar la capacidad total de los moldes y ahorrar movimientos inútiles. Al proyectar, no debe olvidarse la forma de ejecución, tratando de no forzar el sistema a la arquitectura. Sólo procediendo de esta manera se aprovecharán las ventajas del empleo de este material.

En la figura 51 se incluyen dos variantes de una vivienda para ser construida con suelo cemento. Los encofrados se han modulado a un metro de longitud, con un espesor de 20 centímetros. Los antepechos, debajo de las ventanas, pueden construirse con suelo cemento, pero también se puede emplear algún material más liviano. Los tabiques interiores se reemplazaron por armarios fijos.

### SUELOS CEMENTO PORTLAND Y AGUA

**Suelos.** La mayoría de los suelos se estabilizan con la adición de cemento portland, pero los suelos ideales son los que se aproximan a las siguientes características:

Arena	70 a 80 %
Limo	20 a 30 %
Arcilla	5 a 10 %

Los suelos muy arenosos requieren mayor cantidad de cemento por su falta de cohesión y los suelos demasiado arcillosos tienen tendencia a la contracción, exigiendo juntas a menor distancia para controlar los movimientos. Estos suelos arcillosos pueden mejorarse con el agregado de arena. Para que la mezcla del suelo y la arena sea efectiva, el suelo debe estar bien pulverizado. Los suelos de difícil pulverización deben ser descartados.

**Cemento portland.** La cantidad de cemento que requiere un suelo para su estabilización oscila entre el 8 y el 14 % en peso. Esto significa que se requieren de 150 a 180 kilos por cada metro cúbico de mezcla compactada.

Cuando se trata de construcciones de importancia, conviene establecer una correcta dosificación mediante ensayos de laboratorio.

Para la estabilización de los suelos definidos como aptos, bien zarandeados, la mezcla de nueve partes de suelo con una de cemento en volumen, es suficiente.

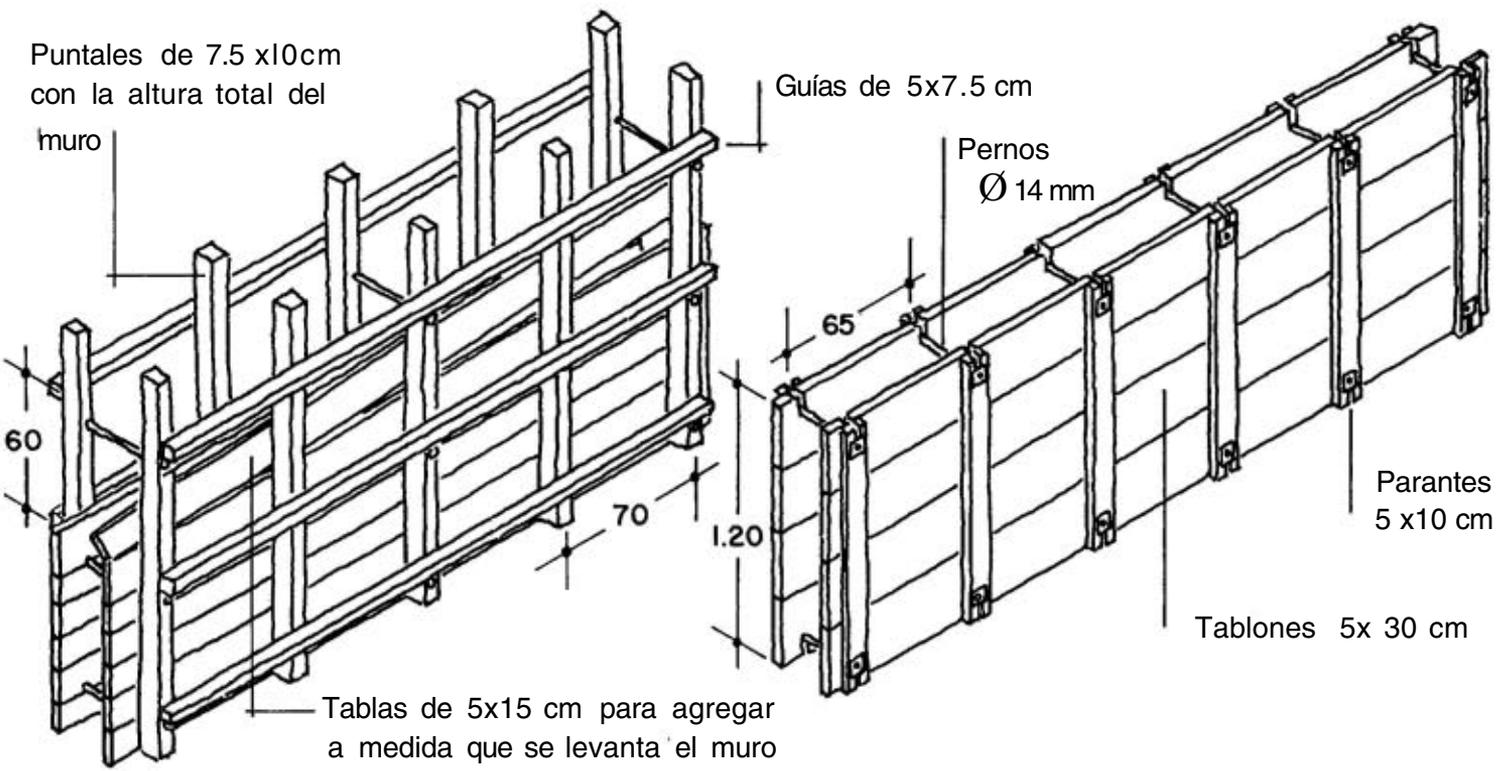


Fig. 52

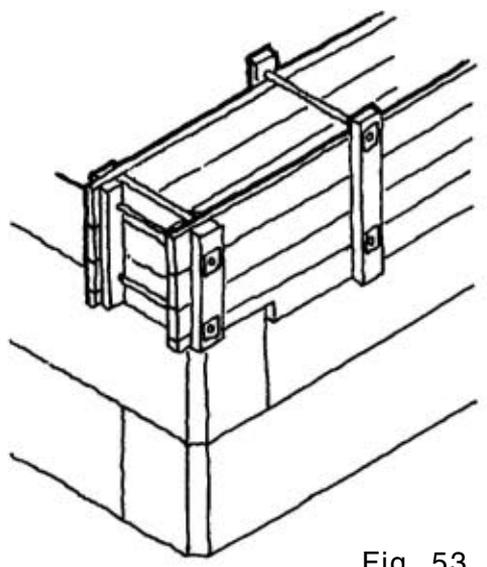


Fig. 53

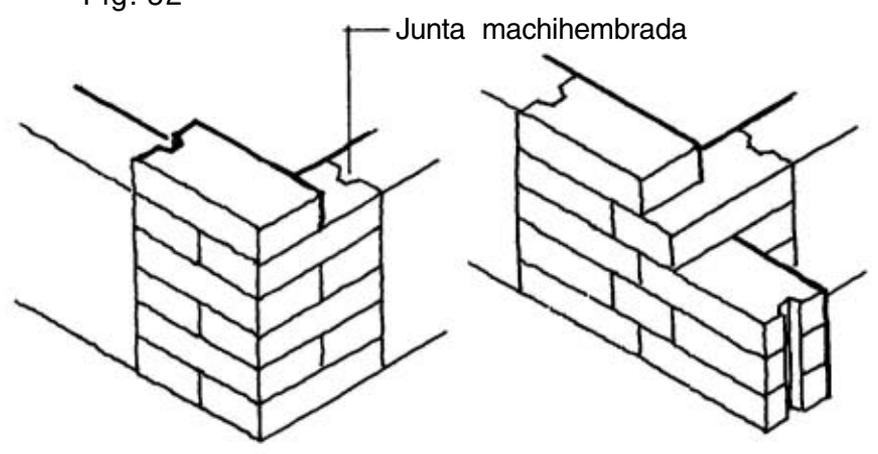


Fig. 54

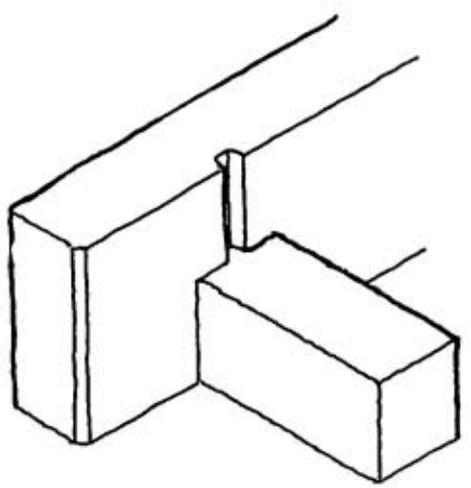


Fig. 55

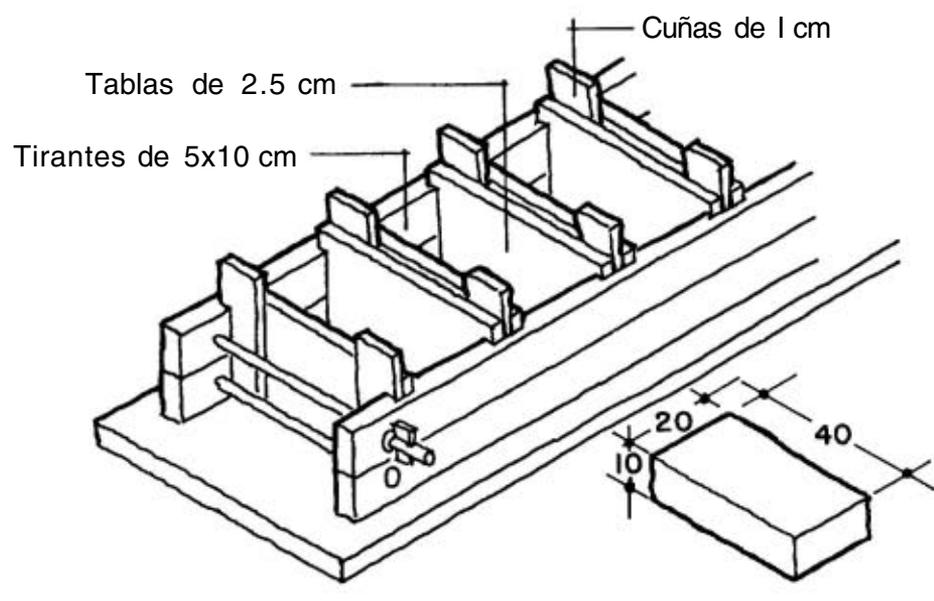


Fig. 56

**Agua.** Cada tipo de suelo requiere un determinado grado de humedad para su correcta compactación. La cantidad de agua total oscila entre el 8 y el 16 %. El exceso de agua transforma la mezcla en un material incompresible, que al ser compactado en un lugar se levanta en los adyacentes, y la falta de agua exige un mayor trabajo de apisonado o no permite la cohesión entre los ingredientes de la mezcla. La humedad óptima es aproximadamente la que tiene la tierra en su estado natural antes de ser excavada. Como con el zarandeado o pulverización pierde parte de esa humedad, es necesario agregarle una pequeña cantidad de agua. En la práctica, ésta se determina apretando un puñado con la mano; si la tierra adquiere cohesión sin ensuciar la mano y se puede partir en dos el elemento así formado, es correcta.

## ENCOFRADOS

Pueden ser metálicos o de madera cepillada, con el fin de asegurar una superficie lisa y buena terminación en las paredes. Deben estar constituidos por unidades intercambiables unidas con bulones o chavetas, para permitir su rápido desarmado. La cantidad y tamaño de los encofrados dependerá de la organización del trabajo y del número de obreros empleados en la obra. Si los encofrados se destinan a la construcción de una sola casa, convendrá preparar uno o dos elementos fácilmente amortizables. Como el suelo cemento se trabaja casi en seco, con un mínimo de cuidado de conservación tendrán duración ilimitada.

En la figura 52 se ilustran dos tipos de moldes rectos, diseñados por los técnicos del ICPA (Instituto Argentino de Cemento Portland). Para los muros en ángulo, un corte practicado en la tabla inferior permite extender el molde sobre el muro interceptante (fig. 53). También hay otras soluciones para el encuentro de paredes. Una, muy simple, consiste en construir los encuentros con bloques de suelo cemento (fig. 54) y luego continuar con los muros monolíticos. Como se deduce de los croquis, esta disposición demanda bloques de dos longitudes. En otra solución, un muro ya construido con un canal para la junta de empalme (fig. 55), sirve de tope al encofrado perpendicular. Al apisonar este muro se debe apuntalar rígidamente el primero para evitar que la fuerza del apisonado lo desplace.

Los encofrados no deben humedecerse sino que, por el contrario, sus caras deben estar bien secas. La humedad en los encofrados hace que al retirarlos quede algo de material adherido, impidiendo la correcta terminación de la superficie. Tampoco deben engrasarse o aceitarse. Una capa de cera o barniz bien seco es la mejor preservación.

Los encofrados pueden retirarse inmediatamente después de terminado el apisonado, porque el suelo cemento compactado tienen suficiente estabilidad como para soportar su propio peso.

## EJECUCIÓN DE LOS MUROS DE SUELO CEMENTO

*Pulverización y mezclado.* El suelo natural o mejorado, antes de ser mezclado con el cemento, debe ser pulverizado de tal forma que pase por una malla de 5 milímetros de abertura máxima. Para este trabajo puede usarse una zaranda de albañil. El material sobrante debe desecharse, por ser la parte del suelo con mayor contenido de arcilla.

El suelo pulverizado se mezcla con el cemento completamente en seco. Esto puede hacerse a mano o en una hormigonera mecánica. La mezcla se considerará terminada cuando todo el material adquiera un color uniforme.

*Colocación del material.* El suelo cemento debe ser empleado dentro de la hora de ser preparado. Si se deja más tiempo, será necesario agregarle otra vez la misma cantidad de cemento, usando el material viejo como si fuera suelo.

El apisonado debe hacerse por capas de no más de 15 centímetros de material suelto. Para muros de 20 centímetros de espesor se han usado con éxito pisonos de 8 kilos con una superficie de 12 X 12 centímetros. También puede utilizarse un martillo neumático, que aumentará el rendimiento en tres veces.

*Fundaciones.* Pueden ejecutarse con suelo cemento o con hormigón pobre. Se aconseja terminarlas perfectamente horizontales, para evitar luego un mayor trabajo en la colocación de los encofrados.

La fundación sobre una platea de hormigón a nivel del terreno significa una estimable economía. Ya hemos visto que esta losa también se utiliza como contrapiso.

*Capa aisladora.* Debe colocarse una capa aisladora horizontal de una parte de cemento y tres de arena, con el 10 % de hidrófugo disuelto en agua, en la misma forma que en la mampostería de ladrillos.

*Juntas de construcción.* El suelo cemento no se adhiere al material ya fraguado, de manera que conviene hacer un trabajo continuo en la compactación de la altura total de cada sección. Si se detuviera el trabajo y quedaran juntas horizontales, se rasquetearán para darles una superficie rugosa, y se le aplicará un mortero formado con una parte de cemento y una de arena, antes de verter el nuevo material, para asegurar la impermeabilidad de la junta.

Las juntas verticales trabajan siempre por contracción, por lo que conviene terminarlas bien rectas y lo más verticalmente posible, para impedir que aparezcan fisuras de formas caprichosas. Estas juntas deben ejecutarse machihembradas para asegurar la trabazón de la pared.

*Colocación de puertas y ventanas.* Los marcos pueden colocarse antes o después de levantar las paredes. No obstante, la práctica aconseja colocarlos después, por las dificultades que surgen al asegurarlos dentro de los encofrados.

Es necesario proveer a los marcos de cubrejuntas para evitar el posible paso de la humedad en las zonas en contacto con el muro.

*Apoyo de dinteles y techos.* Los dinteles deben apoyarse por lo menos 30 ó 40 centímetros para que no se produzcan excesivos esfuerzos de corte en el suelo cemento.

Las juntas verticales, que necesariamente deben dejarse en las paredes, exigen la construcción de una viga de hormigón armado en todo el perímetro, que sirva como arriostre. Es recomendable que esta viga se use simultáneamente para apoyo del techo y para los dinteles de todas las aberturas.

*Colocación de cañerías.* El suelo cemento es un material que puede cortarse con facilidad durante las primeras horas después de su ejecución, lo cual permite el embutido y colocación de los conductos y cañerías de electricidad, sanitarios, etcétera, pero también pueden dejarse en los encofrados todas las aberturas o cortes que sean necesarios.

*Curado.* Como en toda mezcla en que interviene el cemento portland, el suelo cemento requiere un proceso de curado húmedo durante una semana. Con esto se aumenta su resistencia y se reduce la contracción y formación de fisuras.

*Terminación.* Los muros de suelo cemento no requieren revoques, porque la superficie lisa que proporciona el encofrado, sin necesidad de ninguna preparación, puede pintarse. No obstante, si se desea revocar, por razones de impermeabilización u otras exigencias constructivas, no necesitan revoque grueso (jaharro) sino que por el contrario, es necesario darles una rugosidad suficiente, pasando una rasqueta a las superficies recién terminadas.

Una solución muy económica es la aplicación de un salpicado de cemento y arena.

## **MUROS CON BLOQUES DE SUELO CEMENTO**

Constituyen un tipo de adobe sin desgaste apreciable y que no se desintegra por la acción del agua.

Su moldeo es factible tanto a mano como a máquina. El molde que se ilustra en la figura 56, también diseñado por los técnicos de ICPA, está ideado para bloques de 10 X 20 X 40 centímetros, con lo cual se obtienen piezas de cómodo manipuleo.

En cuanto se lleva a cabo el desmolde, los bloques deben pintarse con una lechada de cemento portland y proceder a su curado, protegiéndolos con una arpillera húmeda durante siete días. Luego se almacenan y, antes de su puesta en obra, se secan al aire (no al sol) durante no menos de veinte días.

También se pueden moldear los bloques con una mezcla de suelo cemento de consistencia plástica, por el agregado de mayor cantidad de agua. En este caso, para mantener la misma resistencia que la del suelo cemento apisonado, será necesario agregar el 5 % más de cemento portland.

El mortero para asentar los bloques requiere la siguiente mezcla: una parte de cemento, tres de arena y diez de suelo. La cantidad de agua debe ser la mínima necesaria para que la mezcla resulte trabajable.

Como los bloques resultan con sus caras bien terminadas, el espesor del mortero en las juntas puede reducirse a un centímetro.

El paramento exterior se puede dejar sin revocar, pues se obtiene un aparejo con hiladas de altura uniforme y con textura muy agradable. Las juntas pueden rehundirse comprimiéndolas con una regla de madera. Las paredes muy expuestas a la acción atmosférica se deben proteger con aleros pronunciados.

El paramento interior se puede alisar con un revoque fino común a la cal.

## Mortero o mezcla

El material empleado en las juntas de la albañilería se llama *argamasa*, *mortero* o simplemente *mezcla*.

Las mezclas tienen la propiedad de formar pasta y endurecerse, adhiriéndose fuertemente a los ladrillos o bloques, con los cuales hace cuerpo. En su preparación se utilizan materiales *áridos* mezclados con *aglomerantes*. La función de los áridos es la de dar volumen a las mezclas, con un material más barato, y constituir un esqueleto de elementos pétreos, poco deformable, que soporte el cambio de volumen que se produce en los aglomerantes, sin producir fisuras. Como áridos se utiliza la arena y eventualmente el polvo de ladrillos, y como aglomerante se usan las cales y el cemento portland.

Las mezclas pueden ser de cal, de cemento (en cuyo caso se llaman *hormigón*) o de cal reforzadas de cemento. Las primeras se emplean en las mamposterías comunes y las restantes en aquellas que deban ser impermeables o soportar mayor peso.

## ARENA

Hay arenas naturales y artificiales. Las naturales son residuos de la disgregación de rocas graníticas, calcáreas, silíceas o arcillosas. Se encuentran en los lechos de los ríos o en yacimientos terrestres. La arena artificial proviene de la trituración de rocas, generalmente de origen granítico. Las arenas naturales poseen granos redondeados, por lo cual resultan más fácilmente trabajables que las artificiales, que presentan granos con aristas agudas.

La arena debe ser limpia, exenta de tierra y materias extrañas que impidan su adherencia a la cal y disminuyan su cohesión. Si contienen salitre, como las de mar o excavaciones, con la humedad producen eflorescencias. Las arenas con más del 10 % de arcillas, impurezas orgánicas o limo no deben emplearse. En algunos casos es posible mejorar su calidad mediante el lavado.

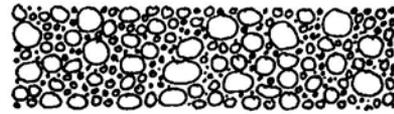
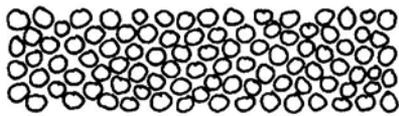
La composición granulométrica de la arena tiene gran influencia sobre la calidad de los morteros, especialmente sobre la compacidad, impermeabilidad, resistencia y también el costo. Existen varias clasificaciones, pero la más común es la siguiente:

**Fina** es la que está integrada por granos que pasan a través de un tamiz de medio milímetro de malla.

**Mediana** es la que pasa por un tamiz de dos milímetros de malla y es retenida por otro de medio milímetro.

**Gruesa** es la que pasa por un tamiz de cinco milímetros y es retenida por otro de dos milímetros.

La arena de granos mezclados por su tamaño posee menor volumen de huecos y por eso es más pesada que la de granos uniformes, pues los granos pequeños llenan los huecos entre los mayores (fig. 57).



Granos uniformes. Mayor volumen de huecos

Granos diversos. Menor volumen de huecos

Fig. 57



Fig. 58

Trabajos en los que se utilizaran los distintos tipos de mezclas	Tipo de mezcla	Proporciones en volumen							Materiales necesarios para 1 m <sup>3</sup> de mezcla						
		Cemento portland	Cal aérea	Cal hidráulica	Arena fina	Arena mediana	Arena gruesa	polvo de ladrillos	Kilogramos			m <sup>3</sup>			
									Cemento portland	Cal aérea	Cal hidráulica	Arena fina	Arena mediana	Arena gruesa	Polvo de ladrillos
Albañilería de ladrillos comunes para cimientos y elevación	A	—	—	4	—	—	4	—	—	—	167	—	—	1.096	—
	B	—	—	1	—	—	3	1	—	—	169	—	—	0.833	0.278
Albañilería reforzada	C	1/8	1	—	—	—	4	—	41	106	—	—	—	0.945	—
	D	1/8	1	—	—	—	3	1	42	108	—	—	—	0.718	0.239
Recalces, chimeneas y azotados	E	1	—	—	—	3	—	—	510	—	—	—	1.092	—	—
Tabiques	F	1/2	—	1	—	—	4	—	176	—	153	—	—	1.006	—
Jaharro o revoque grueso para interiores	G	1/4	1	—	—	2	—	1	102	132	—	—	0.580	—	0.293
	H	1/4	1	—	—	3	—	—	102	132	—	—	0.879	—	—
Enlucidos interiores	I	1/8	1	—	3	—	—	—	55	141	—	0.943	—	—	—
Enlucidos impermeables	J	1	—	—	—	2	—	—	683	—	—	—	0.976	—	—
Jaharro o revoque grueso para cargas, parapetos, fachadas y patios	K	1/4	1	—	—	4	—	—	85	109	—	—	0.973	—	—
	L	1/4	1	—	—	3	—	1	85	109	—	—	0.730	—	0.243
Enlucidos exteriores	M	1/4	1	—	3	—	—	—	107	138	—	0.926	—	—	—
Jaharro o revoque grueso para símil piedra	N	1	—	1	—	—	5	—	277	—	121	—	—	0.990	—

## CEMENTO PORTLAND

En el año 1824, un albañil inglés consiguió fabricar un cemento hidráulico con la trituración y calcinación de piedras calcáreas y arcilla, que por su resistencia, dureza y color era semejante a las piedras de las canteras de Portland, Inglaterra, por lo cual lo denominó con ese nombre.

Se entiende por *fragüe* el paso de la pasta de cemento y agua al estado sólido y por *endurecimiento* al aumento posterior de la resistencia. En general, con los cementos comunes, el fragüe comienza a los 45 minutos y termina a las 6 horas de ser mezclado con el agua. El endurecimiento crece rápidamente al principio, hasta los 28 días, para luego hacerlo lentamente durante años.

## CALES

Las cales hidráulicas endurecen tanto al aire como en la humedad. Se suministran en polvo en bolsas de papel.

Las cales aéreas sólo endurecen al aire. Dan mezclas untuosas y finas y admiten mayor cantidad de arena en las mezclas. Se usan en las mamposterías de elevación, revoques y colocación de mosaico y azulejos. Nunca en mamposterías de cimientos. Se vende en estado de cal viva en terrones a granel, por toneladas. A veces se suministra envasada provisoriamente en bolsas de arpillera.

Las cales aéreas deben ser apagadas antes de su empleo en las mezclas. Esta operación exige las siguientes precauciones:

Los terrones de cal se mojan hasta su saturación, en forma lenta, como lluvia y removiéndolos constantemente, pero sin sumergirlos en el agua, para evitar que la cal se «ahogue» (fig. 58). Pronto la cal desprende calor y vapor, se desmenuza y aumenta de volumen. Si se echa agua en exceso, no se calienta bastante y se apaga mal, se hace granulosa y no se hincha. Si el agua es escasa se calienta demasiado, con exceso de vapor y el apagado resulta incompleto.

Una vez que la cal se haya transformado en una pasta homogénea, se la echa en un foso practicado en la tierra, donde se conserva hasta su utilización. Conviene esperar un mínimo de seis días para los morteros y más de veinte días para los revoques, pues si quedan algunas partículas imperfectamente apagadas, ocasionarán oquedades al reventar por el aumento de volumen.

## PROPORCIONES DE LAS MEZCLAS

Los morteros se integran con un aglomerante, pero en algunos casos se usan dos, recibiendo el primero la denominación de aglomerante principal y el segundo de aglomerante secundario. Dentro de este tipo caben los morteros reforzados, que se forman con cal aérea o hidráulica como principal y cemento como secundario. Este último, para conferirles mayor resistencia en menor tiempo. Otro tanto ocurre con el mortero de cemento atenuado, que tiene cemento como aglomerante principal y cal aérea como secundario, en este caso con funciones de plastificante.

En la mención de los componentes de los morteros se sigue el siguiente orden:

- 1.º Aglomerante principal.
- 2.º Aglomerante secundario
- 3.º Agregado principal (arena)
- 4.º Agregado secundario (polvo de ladrillos).

En la figura 59 se representa un cuadro en el que se indican las mezclas más comunes de morteros, de acuerdo con las normas IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales).

Las proporciones de los morteros no corresponden corrientemente a las cantidades de materiales necesarios para preparar un metro cúbico de mezcla, ni el volumen del total equivale a la suma de los

materiales que se incorporan. Esto es debido a que los espacios vacíos de los agregados más gruesos son llenados por el agregado fino y los de éste por el aglomerante. Para calcular el rendimiento debe recurrirse a los *coeficientes de aporte*, que representan la relación entre el volumen real y el aparente de cada material, es decir, su grado de compacidad. Para los cálculos corrientes pueden utilizarse los siguientes valores:

Cal en pasta	1
Cal en polvo	0,50
Cemento portland común	0,45
Arena gruesa	0,60
Arena mediana	0,55
Arena fina	0,50
Polvo de ladrillos	0,50

## PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS

Es preferible el empleo de medios mecánicos para la preparación de los morteros, ya que con ellos se consigue una mayor homogeneidad por el mejor aprovechamiento del aglomerante. El amasado a mano debe reservarse para la preparación de pequeñas cantidades. Para estos casos conviene seguir las siguientes indicaciones:

**Mortero de cal aérea.** La cal se mide en número de paladas. Como la pasta de cal no se puede mezclar con la arena, se amasa previamente por batido con agua para formar una lechada, que luego se esparce sobre la arena.

**Mortero de cal hidráulica.** Sobre la arena ya medida se vierte la cal. La arena y la cal se traspalean en seco dos veces por lo menos. Se hace la prueba de la pala, que consiste en hincar ésta a plomo en la mezcla seca y empujarla hacia adelante. La superficie de corte debe presentar color uniforme y de no ser así, debe prolongarse el traspaleo. Luego se forma un cráter con la mezcla y en él se vierte el agua en la proporción adecuada para el amasado.

**Mortero de cemento.** La preparación debe ser hecha en seco en la misma forma que con la cal hidráulica, mezclando íntimamente el cemento y la arena, y luego agregando el agua necesaria. Las mezclas en que interviene el cemento deben ser empleadas inmediatamente después de ser preparadas.

## Terminación de muros

Los paramentos de los muros deben ser agradables a la vista, durables y fáciles de limpiar. La terminación puede ser seca o húmeda.

*Secos.* Existen muchos materiales para reemplazar al revoque. Si bien sus costos son mayores, representan economías en la mano de obra y en el tiempo de secado. Algunos tipos, además de cubrir, proveen aislamiento térmico y acústico y poseen superficies ya terminadas que no requieren pintura.

Cuando en los interiores se utilizan tableros, es mejor dejar las juntas a la vista, acusándolas deliberadamente, ya que si se tratara de ocultarlas, al poco tiempo se producirán fisuras que las denunciarán.

Los materiales plásticos, hasta ahora, no han salido de su fase experimental. El gusto popular ha obligado a los fabricantes a producir imitaciones de madera, mármoles, azulejos, etcétera. Falsificaciones lamentables que hacen perder las cualidades estéticas propias del material.

*Húmedos.* El antiguo revoque es la terminación más usada en los muros de viviendas. Resulta barato, es higiénico y resiste bien a la acción del tiempo. Como inconvenientes, se pueden citar su resonancia y poco aislamiento, además de que su aplicación es un proceso lento que demanda mucho tiempo de secado.

## REVOQUES A LA CAL

Como en todas las mezclas en aglomerantes, los revoques a la cal tienden a fisurarse por las contracciones que sufre su masa, debidas a la disminución de volumen provocado por los fenómenos de cristalización que ocurren durante el fraguado, endurecimiento y pérdida de agua. En el caso de que una mezcla para revoque fuera pobre en aglomerante, no tendría esa tendencia a rajarse, pero resultaría de menor resistencia. Así, se tratará de enmagrecerlo al límite compatible con la resistencia necesaria.

Los revoques a la cal se ejecutan en dos capas que dan un espesor total que oscila entre 1,5 y 2,5 centímetros, según sean las irregularidades que presente el paramento. Si se ejecutara en una sola capa, todo su espesor debería tener la misma calidad que se requiere al exterior, por lo que resultaría más caro.

## REVOQUE GRUESO O JAHARRO

Generalmente se utiliza cal aérea para conseguir adecuada plasticidad y arena gruesa o mediana, que puede reemplazarse en parte con polvo de ladrillos, que es más económico que la arena y además mejora las condiciones de fraguado del mortero.

El revoque grueso no debe aplicarse hasta que el muro se haya asentado. Para su perfecta adherencia, es necesario que la base esté limpia, y que en los días calurosos se moje copiosamente, porque de lo contrario, al apropiarse el muro del agua del mortero, le provoca una desecación precoz que forma fisuras.

Es mejor que las juntas del muro no se rellenen antes, para que la mezcla del revoque penetre más profundamente.

Se comienza por fajas verticales de 15 a 20 centímetros de ancho y distanciadas cada 2 ó 3 metros, que deben servir de guías. Para aplomarse se colocan con un poco de mezcla dos o más pequeños trozos de listones de yesero (bolines) según la altura del muro. Debe tenerse la especial precaución de sacar estas maderas al terminar el revoque grueso, porque luego no se ven y si se aplica el revoque fino sobre ellas, el resultado será desastroso.

En los paramentos exteriores, sobre todo en los más expuestos a la lluvia y el viento, debe aplicarse una capa aisladora vertical previa al revoque grueso, con mezcla de hormigón e hidrófugo. El revoque grueso debe ejecutarse mientras esta capa no haya comenzado a fraguar, pues de lo contrario no se adhiere, desprendiéndose en pedazos.

El revoque grueso se comienza por la parte más elevada del muro. La mezcla se proyecta fuertemente contra el muro hasta llenar el espacio entre dos fajas. El mortero que no se arroja con fuerza se adhiere mal. Luego se alisa por medio de una regla que se hace deslizar apoyándola sobre las fajas que le sirven de guías, con movimientos de zigzag. El mortero sobrante se quita con la paleta y se devuelve al balde. En el suelo se coloca una tabla contra el muro que servirá para recibir mortero que caiga y volver a utilizarlo.

La textura del revoque grueso debe permitir la adherencia del revoque fino. Si ha resultado demasiado liso, será mejor pasarle una rasqueta mientras todavía esté fresco.

Durante las heladas hay que guarecerlo, porque el agua del mortero, al helarse aumenta notablemente de volumen y desintegra la trabazón de las partículas sólidas.

## REVOQUE FINO

La arena que vaya a utilizarse en la preparación de la mezcla del revoque fino debe ser zarandeada, para lo cual debe estar seca, pues la arena húmeda no pasa por la zaranda. Para secarla se extiende al sol sobre una gran superficie.

Jamás se ha de aplicar el revoque fino antes de colocar todos los conductos de agua, gas y electricidad. Además, con respecto a los caños de electricidad, se debe verificar que no estén tapados o achataados y que los cables pasen sin dificultades para evitar sorpresas desagradables. Los remiendos en los revoques finos son imposibles de disimular.

El revoque fino se aplica alisándolo con un flatacho, describiendo círculos, al mismo tiempo que se humedece el paramento salpicando agua con una brocha, no arrojándola con un recipiente. Se con-

sigue un revoque más liso y de mejor calidad usando una llana de fieltro y una lechada de cal en vez de agua sola.

## REVOQUES PARA FRENTES

En los frentes conviene aplicar un revoque común a la cal reforzado con cemento portland y blanqueado al fresco, es decir, blanqueado cuando el revoque aún no ha terminado de fraguar.

También se usan revoques especiales envasados en fábricas, llamados «símil piedra», que poseen mayor resistencia al desgaste, a los golpes y a los agentes atmosféricos. En general están compuestos por cemento blanco y como áridos se les incorpora mármol o piedras calcáreas molidas. No necesitan pintura.

A estos revoques se les da distinta terminación que a los de cal, pues no se compactan con el flatacho sino que se *peinan* o *pulen*. El peinado se ejecuta haciendo pasar sobre la superficie del enlucido, cuando éste ha comenzado a endurecerse, un peine metálico. La textura que se obtiene puede ser fina o gruesa, dependiendo de la separación de los dientes del peine y del tamaño de los áridos. El pulido se hace dejando endurecer la capa del enlucido y pasando luego piedras de carburundum.

## ENDUIDO DE YESO

El enduido de yeso es más barato que el revoque común a la cal y posee una superficie más lisa, pero como es fácil de dañar con los golpes se acostumbra usarlo sólo en los cielo rasos.

A pesar de su precio más bajo por unidad de superficie, en las pequeñas viviendas debe estudiarse si realmente conviene que reemplace a la cal, pues el agregado de otro gremio más —el de los yeseros— a tantas complicaciones, tal vez no alcance a compensar la diferencia de precio.

En los enduidos de este tipo se usa el llamado yeso negro (que no es negro sino gris) para el jaharro, en su función de regularizador de las superficies, pues es más barato y fácil de trabajar, y el yeso blanco se emplea para la capa final.

El proceso del fraguado del yeso es muy rápido. Prácticamente se inicia a los cinco minutos de ser mezclado con el agua y termina dentro de los veinte minutos. En el primer día adquiere la totalidad de su resistencia. Es el único aglomerante con esta característica que se usa en la construcción, pues tanto los cementos como las calces son de fraguado lento. Para retardar el período de fraguado, con el fin de tener mayor tiempo disponible para elaborarlo, alisarlo y terminarlo, se le incorpora agua de cal.

El yeso es un material que aumenta ligeramente de volumen al fraguar, y no da lugar, como los cementos y calces, a la formación de fisuras por contracción. Esto permite utilizarlo sin el agregado de áridos y sólo con la adición del agua.

Los enduidos de yeso deben usarse únicamente en lugares secos, por cuanto la acción de la humedad, después del fraguado, los desintegra rápidamente.

## LADRILLOS A LA VISTA

Muchos propietarios creen que los paramentos de ladrillos a la vista resultan más baratos porque hacen ahorrar un revoque, pero en realidad son más caros. Requieren mano de obra experta y prolija selección de los ladrillos, el paramento interior debe llevar una capa aisladora vertical previa al revoque grueso, las juntas exteriores deben tomarse con concreto y es conveniente aplicarles una mano de impermeabilizador incoloro de silicones, para que los ladrillos no se impregnen y prevenir así los efectos de la humedad.

La ejecución del aparejo debe ser muy prolija, debiéndose cuidar la horizontalidad y altura constante de las hiladas. Las juntas verticales en correspondencia, según el aparejo adoptado, deben estar a plomo y la trabazón en los extremos y encuentros de muros debe ser la correcta. Estas precauciones son necesarias por cuanto todos estos detalles quedarán a la vista.

Las juntas deben tomarse por dos razones, una decorativa y otra de aislamiento hidrófugo, ya que los morteros son porosos y permiten el paso de la humedad. Primeramente las juntas se vacían o descarnan hasta cierta profundidad, se limpian con una escoba y se mojan. Luego se rellenan con mezcla de hormigón, comprimiéndola fuertemente con una espátula para rehundirlas.

Posteriormente a la toma de juntas se hace necesaria la limpieza de la pared, para lo cual se utiliza ácido clorhídrico diluido al 10 % en agua. Así, las manchas de cal se transforman en cloruros de calcio que deben eliminarse con abundante lavado de agua sola.

Los ladrillos a la vista pueden blanquearse. Lo que no se debe hacer es pintarlos de rojo al aceite o, peor todavía, barnizarlos. Esto destruye la agradable calidad de su textura.

Los ladrillos a la vista sólo se deben emplear en las paredes que trabajen a compresión. Esta es la única manera correcta de hacerlo. Por ejemplo, los dinteles de las aberturas no deberían construirse con ladrillos a la vista, especialmente cuando tengan persianas de enrollar, aunque haya recursos que permitan hacerlo.

Un paramento muy interesante se consigue con ladrillos a la vista y juntas tomadas al ras (no rehundidas) con mezcla reforzada (no de hormigón) emparejadas con una bolsa de arpillera seca. Este muro debe blanquearse con cal e hidrófugo. Es una forma de terminación que no requiere la selección de los ladrillos ni el cuidado en la verticalidad de las juntas que exige la mampostería con juntas rehundidas. Se presta admirablemente para lograr superficies texturadas, tanto en exteriores como en interiores, y es ideal para ser ejecutado con los dos tabiques de ladrillos colocados de soga, con la cámara de aire interior, en paredes de 30 centímetros de espesor, que ya hemos descrito. La cantidad de material para revoque que se ahorra con este sistema es considerable.

Ya que estamos tratando el tema de los frentes, convendría acotar que deben desecharse los adornos y las imitaciones. Son preferibles las líneas claras y simples y la honesta expresión de cada material. La casa se verá mejor, durante más tiempo, si sus proporciones son armoniosas y sus materiales son de buena calidad, que si se recurre a agregados para lograr efectos pintorescos. Una goma de borrar utilizada en el momento oportuno, cuando se están diseñando los planos, puede mejorar muchas fachadas y, además, hacer ahorrar dinero.

## REVESTIMIENTOS

Los revestimientos de azulejos son muy caros y los sustitutos no resultan mucho más baratos. Son resonantes y en invierno condensan la humedad del ambiente. Debe tratarse de revestir con ellos la menor superficie posible. Las antiguas cocinas con las paredes totalmente revestidas, tenían su razón de ser por los combustibles que se usaban, pero ahora, con los nuevos sistemas y la adición de una campana o un extractor eléctrico de los vapores de la cocción, el azulejado debe relegarse a los lugares en que las paredes pueden sufrir salpicaduras.

Hace unos años, la parte superior del revestimiento de azulejos se terminaba con una cuarta caña. Estas piezas también se colocaban en los ángulos verticales salientes y entrantes. Inclusive se adoptaba un color distinto que el del revestimiento. Ahora, los cantos del azulejo se dejan a la vista, dos de los cuales están esmaltados, y así se eliminan complicaciones y se gana en aspecto, pues las pequeñas piezas de terminación eran prácticamente imposibles de colocar con perfección, mediante los procedimientos corrientes.

Se está tratando de eliminar el uso del mortero en la colocación de los azulejos. Los adhesivos epoxílicos ofrecen innumerables ventajas y se fabrican para estos fines.

## Estructuras

Las estructuras resistentes tienen la función de soportar las cargas y transferirlas al terreno por la vía más corta y directa posible.

Las fuerzas actuantes pueden ser permanentes, como el peso propio, o accidentales, cuando actúan de forma ocasional, como la presión del viento, el peso de la nieve o el de las personas. También pueden ser estáticas o dinámicas, según actúen en reposo o en movimiento.

Además de su función primaria, la estructura deberá satisfacer una finalidad que tiene valor por sí misma, y que es la de servir a la obra arquitectónica, de la cual es parte inseparable. Por lo tanto, la concepción de la estructura está implicada en el planteo arquitectónico mismo y no puede concebirse con independencia de él. Sería tan erróneo crear una arquitectura para una estructura, como una estructura para una arquitectura. El complejo problema podría expresarse diciendo que el tipo de estructura no es más que una respuesta al problema tensional planteado por la forma, la que a su vez está determinada por la función y el material que le servirá de base. Material y forma quedan así ligados al tipo estructural de manera indisoluble.

El ingeniero Torroja, en su obra *Razón y ser de los tipos estructurales*, dice que cada material posee características propias que lo hacen más o menos apto para un tipo de construcción o parte de ella, para uno u otro proceso constructivo, para una determinada sollicitación mecánica, etcétera. Las características propias de cada material influyen, pues, en el tipo estructural que se ha de adoptar. Por ejemplo, el ladrillo y la madera tienen características completamente distintas y las formas que convienen a uno son falsas y carecen de sentido en la otra. La mampostería de ladrillos, lo mismo que la de piedra, es apropiada para aquellos tipos estructurales que se estabilizan por el peso propio, con masas fuertes y pesadas, pues alcanzan su mayor resistencia a la compresión, y por el contrario, su resistencia es muy pequeña a la tracción, no sólo porque el ladrillo, de por sí, adolezca de este defecto, sino porque el mortero de las juntas es prácticamente incapaz de dar resistencia confiable a esta sollicitación. Por otro lado, la madera es un material liviano, resistente a la flexión y con mucha más variedad de aplicaciones que la mampostería.

## SISTEMAS ESTRUCTURALES

Los sistemas comúnmente utilizados en la construcción de viviendas pueden dividirse en tres grupos:

**Con muros de soporte.** Es el método tradicional, con los muros dispuestos para resistir todo el peso del techo y del entrepiso y transmitirlo al suelo.

**Mixtos.** En general se utilizan los muros exteriores como apoyos y en los interiores de la planta se disponen columnas y vigas de hormigón armado (no de «cemento armado» como muchos erróneamente lo llaman, puesto que el cemento no se arma y el «ferrocemento» es una combinación de malla de acero y hormigón). Las columnas permiten ahorrar el espacio equivalente a la diferencia entre los espesores de las paredes de carga y los tabiques.

**Independientes.** Es el sistema característico de las construcciones contemporáneas. Un esqueleto monolítico de hormigón armado o una estructura de perfiles de hierro soporta el peso de toda la casa, incluso el de las paredes.

## ECONOMÍAS EN LAS ESTRUCTURAS

Se puede ahorrar mucho con la construcción de vigas de longitudes y secciones normales. Vigas de secciones desproporcionadas o gran cantidad de vigas pequeñas, encarecen las estructuras. La complejidad en su disposición, además de aumentar el costo, crea problemas durante la terminación de la obra, para recuadrar paños de muros y cielos rasos.

Es mejor distribuir los tabiques de las plantas altas tratando de hacerlos coincidir sobre las vigas necesarias de la estructura, con el fin de evitar la adición de vigas o refuerzos especiales. Los muros de carga o las paredes de 30 centímetros de espesor, de las plantas altas, deben proyectarse en correspondencia con los de la planta baja, pues de lo contrario demandarán grandes vigas de apoyo.

También puede ahorrarse si se ejecutan los cálculos de resistencia y se consignan las dimensiones con exactitud. Es corriente calcular «a ojo» y especificar con exceso las medidas de las estructuras, para

estar seguros de su resistencia, cuando haciéndolo exactamente se puede obtener economía. Los honorarios que deban pagarse a un buen calculista serán menores que el costo de los materiales innecesarios por el sobredimensionamiento y la sobrecarga inútil.

El aprovechamiento de las propiedades estructurales de cada material también influye en la reducción del costo. Por ejemplo, es mejor no utilizar la mampostería de ladrillos comunes sin discriminación, en todos los muros, empleándola sólo donde la planta exija su solidez. En los muros de cerramiento pueden emplearse otros materiales más livianos, como los ladrillos huecos, y tratar de ubicar las puertas y ventanas en ellos. Esta disposición es opuesta a la corriente de practicar las aberturas en los muros de carga.

Otro ahorro se consigue adosando las puertas a las ventanas o juntando las ventanas al tabique divisorio entre dos locales (fig. 60). Con esta disposición se requiere un solo dintel en vez de dos y se suprimen las mochetas. Éstas demandan muchas horas de prolija mano de obra, por lo que deben eliminarse siempre que sea factible.

En determinados casos puede resultar muy económico el reemplazo de los dinteles comunes de hormigón armado por simples varillas de hierro redondo, colocadas con hormigón en las dos o tres hiladas que siguen al marco de las aberturas (fig. 61). Este sistema puede utilizarse en tabiques de 15 centímetros o en paredes de 30 centímetros de espesor.

Otro ejemplo de la utilización inadecuada de los materiales se plantea con la construcción de las pequeñas columnas de mampostería de ladrillos que a menudo se usan en los porches y galerías. No es estructuralmente correcto apilar piezas de dimensiones reducidas, como son los ladrillos, en un elemento portante vertical que trabaja al pandeo, cuando puede lograrse menor sección con un parante de madera, un perfil laminado o un caño de hierro.

## HORMIGÓN ARMADO

Todo tipo de estructura tiende a deformarse por la acción de las cargas, sean éstas permanentes o accidentales. Cuando las moléculas o partículas de un material tienden a unirse o juntarse, se dice que el estado de tensión es de *compresión* y cuando tienden a separarse es de *tracción*. Cuando hay un deslizamiento relativo entre las partículas, la tensión se llama de *corte simple* y cuando el deslizamiento de una sección del material, con respecto a otra inmediata, se produce por la acción de un giro, este corte se denomina *torsión*.

La combinación más común de las tensiones es la llamada *flexión*, en la que se producen simultáneamente esfuerzos de compresión y tracción.

Un prisma simplemente apoyado en sus extremos (fig. 62), bajo la influencia de cargas se curva hasta destruirse. Su cara *A B* se acorta mientras que la *C D* se alarga, lo cual equivale a decir que la zona *A B* trabaja a compresión y la otra a tracción y que el total del prisma sufre esfuerzos de flexión. En el caso de que el prisma esté en voladizo o empotrado en sus extremos, los esfuerzos de compresión y tracción se producirán en las zonas indicadas en las figuras 63 y 64.

El hormigón es un material muy resistente a la compresión, pero no a la tracción, en tanto que el acero se comporta muy bien a la tracción. De allí que el hormigón armado reúna ambas propiedades, con la condición de que los hierros de las armaduras se coloquen en los lugares apropiados, es decir, **donde se producen los esfuerzos de tracción.**

El hormigón y el hierro forman un conjunto homogéneo debido a que el hormigón se adhiere bien al hierro y lo protege de la oxidación. Además, los coeficientes de dilatación de ambos materiales prácticamente coinciden.

La adherencia aumenta si se emplean barras «nervuradas» con superficies que favorezcan el anclaje. En todos los casos, el recubrimiento del hormigón sobre los hierros debe ser el suficiente para asegurar dicho anclaje.

## HORMIGÓN

El hormigón es un complejo de cuatro materiales: agregado grueso, agregado fino, cemento y agua.

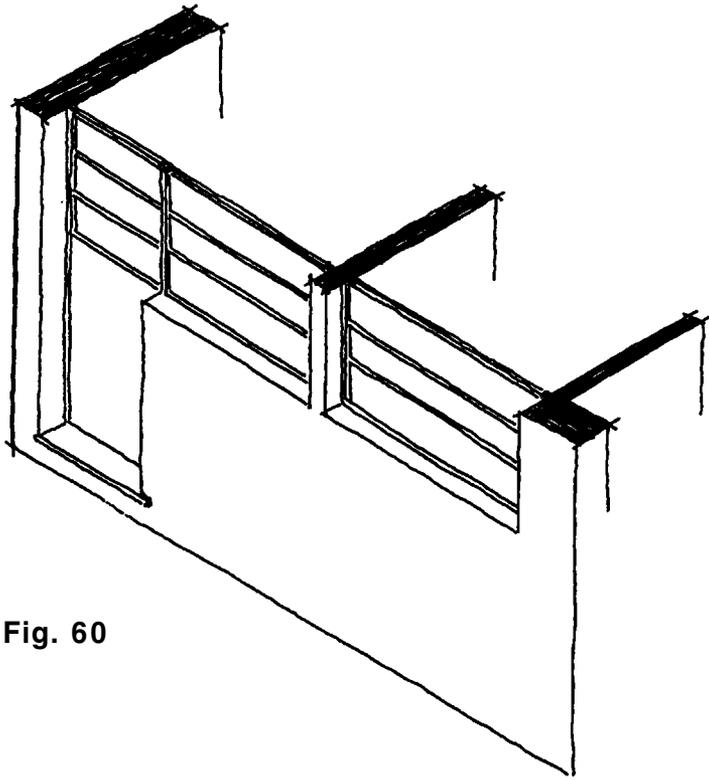


Fig. 60

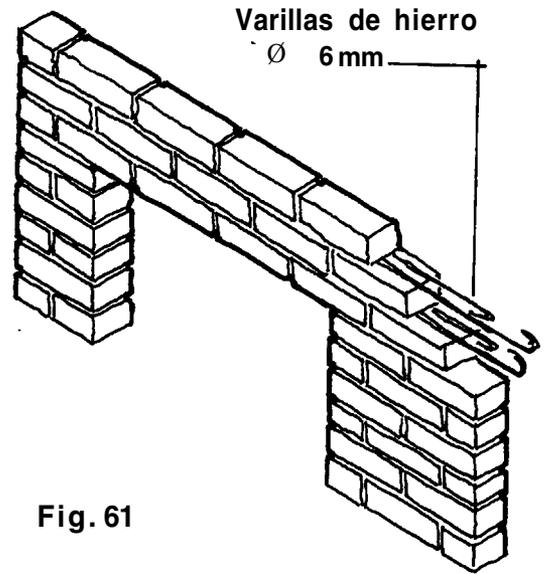


Fig. 61

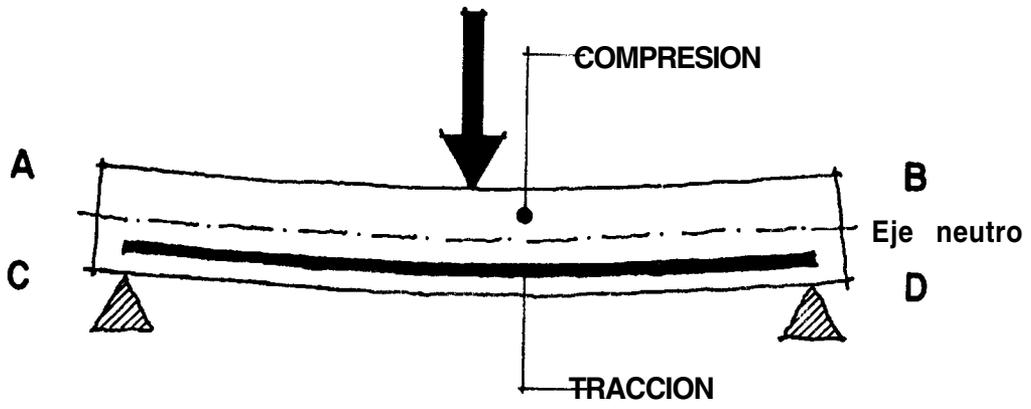


Fig. 62

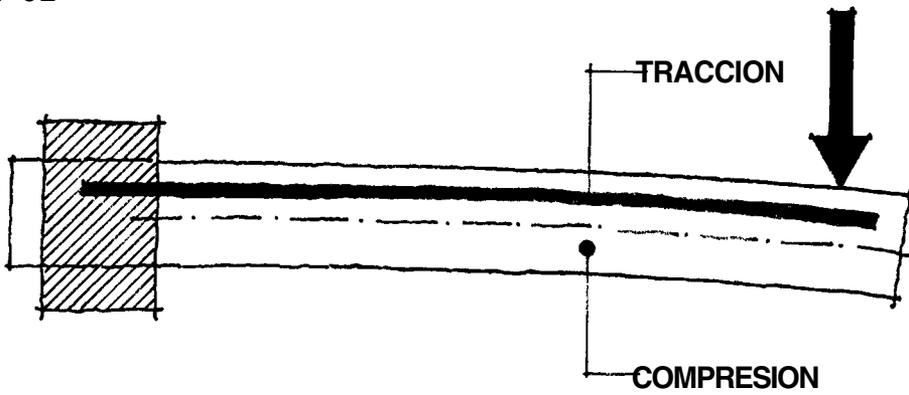


Fig. 63

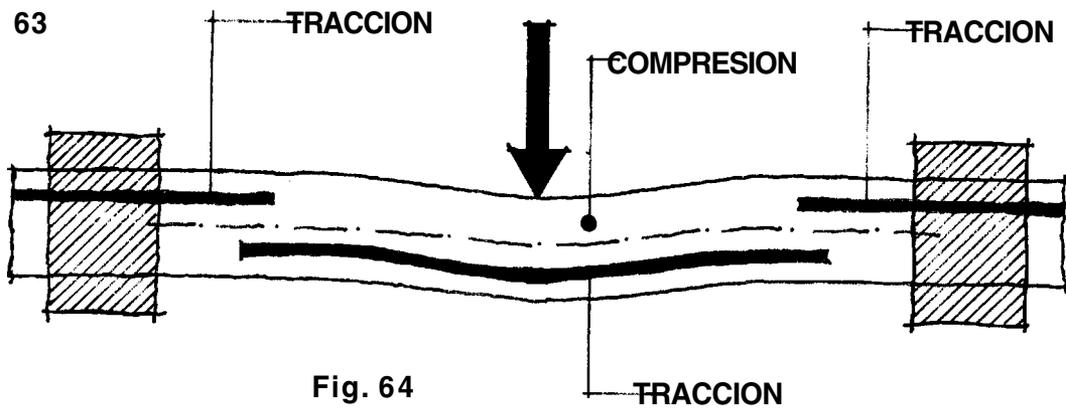


Fig. 64

Los agregados constituyen la parte pasiva o inerte de la mezcla, mientras que la pasta de cemento y agua es el elemento activo o ligante que, al endurecerse, le confiere al conjunto su consistencia pétreo.

Los agregados deben estar constituidos por granos grandes y pequeños. Su graduación influye de manera decisiva en la resistencia del hormigón y en la cantidad de cemento a emplear, ya que la falta de granos grandes o finos exige el relleno de las cavidades con cemento. Un hormigón es compacto e impermeable al agua, cuando el volumen del cemento y la arena es igual al de los vacíos que quedan entre las piedras. Estos vacíos pueden medirse, vertiendo sobre las piedras, colocadas en un recipiente estanco de una magnitud determinada, el agua necesaria para llegar a la superficie. Los vacíos pueden alcanzar al 40 % del volumen aparente.

La *piedra o agregado grueso desempeña* en el hormigón una función similar a la de la arena en el mortero, es decir, dar al conjunto volumen y resistencia con un material más barato.

Su tamaño deberá ser el mayor posible, pero no ha de sobrepasar los 2/3 de la menor distancia libre entre las barras de las armaduras. Prácticamente puede considerarse normal un tamaño máximo de 3 centímetros.

El agregado grueso obtenido por la trituración de piedras graníticas tiene formas con ángulos vivos, por lo que se sujeta mejor al hormigón, dándole mayor resistencia. El canto rodado, lo mismo que la arena, tiene granos lisos y redondeados, por lo cual confiere mayor plasticidad a la mezcla.

En los hormigones en que en vez de piedra se emplean cascotes de ladrillos, éstos deben provenir de ladrillos quemados o bien cocidos.

El porcentaje óptimo de *arena* en un hormigón hace que el contenido de agua sea el mínimo compatible con la trabajabilidad de la mezcla. Lógicamente, la mezcla que requiera menor cantidad de agua también demandará menor contenido de cemento.

Una hora después de la adición del agua, el cemento comienza a fraguar, razón por la cual el hormigón debe usarse inmediatamente después de haberse preparado la mezcla, salvo que se mantenga en movimiento, como ocurre con el hormigón elaborado en fábrica y que se transporta en camiones especiales.

Es indispensable almacenar las bolsas de cemento sobre tablas, para que no se mojen o humedezcan. Un almacenaje de larga duración o hecho en forma defectuosa puede alterar totalmente sus condiciones.

El *agua* cumple dos funciones. Es el agente de reacción que produce el fraguado y el endurecimiento y, además, actúa como plastificante.

La cantidad de agua necesaria para las reacciones químicas es del orden del 15 al 20 % del peso del cemento, pero si se agregara solamente esta cantidad, la mezcla resultaría excesivamente áspera, poco trabajable y no se podría compactar por falta de plasticidad. Por este motivo se le agrega un exceso de agua, para que el hormigón pueda volcarse y extenderse en los moldes, adoptando su forma.

El mínimo de agua que se puede usar oscila entre el 40 y el 50 %, empleando métodos especiales de compactado, pero para los procedimientos y condiciones corrientes, la proporción de agua es mucho mayor, llegando al 80 o al 100 % del peso del cemento, es decir, que se le agrega más de cinco veces la cantidad de agua necesaria para su función química.

No obstante, el aumento del porcentaje de agua debe limitarse a lo estrictamente indispensable para obtener la trabajabilidad adecuada, pues a medida que el agua aumenta, la resistencia del hormigón decrece rápidamente. El exceso de agua que no interviene en las reacciones químicas, al evaporarse origina poros que restan compacidad al hormigón.

En general no se da la importancia debida a la influencia de la cantidad de agua contenida en la mezcla, en lo que se relaciona con la resistencia del hormigón, pero esto constituye un grave error. Una norma que debe respetarse rigurosamente expresa que es más perjudicial agregar un litro de agua que sacar un kilogramo de cemento.

El coeficiente de relación entre el peso del agua de amasado y el del cemento se denomina *relación agua-cemento*. La ley de Abrams indica que entre varios hormigones que tengan igual composición y dosificación de cemento, será más resistente el que posea una consistencia más seca. Ya hemos visto que el único límite que tiene esta ley se refiere a la debida trabajabilidad de la mezcla, entendiéndose como tal a la mayor o menor facilidad de colocación del hormigón.

De acuerdo con el contenido de agua, la resistencia de un hormigón a los 28 días será aproximadamente la representada en el gráfico de la figura 65, de acuerdo con los ensayos realizados por el ICPA. La visualización de la curva es elocuente por sí misma.

Para cada tipo de estructura existe un grado de plasticidad adecuada, que depende del tamaño y forma de los elementos que la constituyen, disposición y cantidad de las armaduras y de los métodos de colocación y compactación que se empleen. Así se distingue el hormigón *consistente*, el *plástico* o *blando* y el *fluido*. Estos últimos se utilizan tan sólo en casos especiales, por ejemplo con armaduras de mallas muy próximas y, como ya hemos visto, exigen una mayor cantidad de cemento para conseguir la misma resistencia.

Es difícil dar una regla fija que indique la cantidad de agua que debe emplearse en la preparación del hormigón, pues, además de los factores indicados, también tiene influencia el estado de humedad de la arena y la grava, pero por lo general oscila alrededor de los 25 litros por cada bolsa de cemento de 50 kilos.

### DOSIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS

Antes de iniciar el estudio de las dosificaciones, es necesario aclarar que, lo mismo que en los morteros, en la mención de los componentes se sigue un determinado orden establecido por la costumbre:

- 1.º Aglomerante principal.
- 2.º Aglomerante secundario (si existe).
- 3.º Agregado fino.
- 4.º Agregado grueso.

Se dice que un hormigón es *rico* cuando el volumen del cemento es igual o mayor que el de los vacíos de la arena y la piedra. En caso contrario se lo denomina *magro* o *pobre*.

En la figura 66 se incluye un cuadro en el que se indican las proporciones de los hormigones más comúnmente usados, de acuerdo con las Normas IRAM.

En general, la dosificación en volumen se expresa por:

- 1 parte de cemento,
- 2 partes de agregado fino,
- 4 partes de agregado grueso.

Como es más práctico medir la cantidad de cemento en peso y la de los agregados en volúmenes, se considera que el peso de un metro cúbico de cemento es de 1400 kilos, es decir, que cada bolsa de cemento de 50 kilos contiene 35 litros.

Es muy importante considerar el grado de humedad de la arena, pues su volumen varía en forma apreciable, de acuerdo con la cantidad de agua que contenga. Puede llegar a experimentar aumentos del 30 % de su volumen, si el grado de humedad oscila alrededor del 5%. Cuando la arena está totalmente saturada, vuelve a tener aproximadamente el mismo volumen que la arena seca.

Como las mezclas se establecen para materiales secos, el aumento de volumen hace que para obtener una mezcla determinada deba aumentarse la cantidad de arena. Por ejemplo, si la arena tuviese un 30 % de aumento, para obtener la mezcla anteriormente indicada de 1 : 2 : 4, se debería preparar una mezcla con 1 parte de cemento, 2,6 de arena y 4 de grava.

El aumento producido por la humedad puede despreciarse en los agregados gruesos.

### PREPARACIÓN DEL HORMIGÓN

El amasado con herramientas manuales se emplea sólo en el caso de pequeñas cantidades. Primero se mezcla la arena con el cemento en seco, hasta conseguir un color uniforme, luego se agrega la piedra y por último el agua.

En la preparación mecánica, primero se alimenta la mezcladora con la arena y el cemento y luego se agrega la piedra. Una vez que los materiales se hayan mezclados en forma conveniente se vierte el agua.

Es importante que la hormigonera se ubique de tal manera que las vías de comunicación para el transporte de los materiales y del hormigón elaborado sean lo más cortas posible.

## COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN

La caída libre de la mezcla no debe sobrepasar los dos metros. De lo contrario se produciría la segregación de los componentes. Los agregados, más pesados, caen con más fuerza, sedimentándose y dejando cemento y agua en la parte superior. Si la altura del vertido fuera mayor, el hormigón debe dirigirse sobre planos inclinados de chapas de hierro.

Cuando el trabajo deba ser suspendido, el hormigón se pone al abrigo del sol y de la lluvia, cubiéndolo. Al continuar el hormigonado se deberá picar la superficie ya endurecida, limpiar, humedecer y extender sobre ella una lechada de cemento, que servirá para ligar el hormigón ya colocado con el que se va a agregar.

Para lograr una buena resistencia es necesario compactar la mezcla, de tal manera que los agregados gruesos tomen la posición más conveniente y el cemento y la arena se distribuyan de manera uniforme en la masa. La compactación del hormigón consistente se efectúa con pisones y la del hormigón plástico mediante varillas de hierro que se introducen y mueven dentro de la masa. Además, se dan golpes con un martillo sobre el exterior de las paredes del encofrado, sobre todo en las columnas. La compactación más efectiva se produce mecánicamente por medio de vibradores.

## PRECAUCIONES ULTERIORES Y CURADO

El hormigón debe protegerse en el período de fraguado, contra las vibraciones, calor, viento, lluvia y frío intenso.

Durante los primeros siete días, que corresponden al período inicial del endurecimiento, debe mantenerse húmedo, regándolo continuamente con agua y cubriéndolo para evitar que los rayos solares incidan directamente sobre él. También hay preparados especiales que se aplican sobre el hormigón recién endurecido y que ayudan a su curado.

## ARMADURAS

Por su calidad, los aceros empleados en las estructuras de hormigón armado pueden clasificarse como *acero común*, con un límite de fluencia comprendido entre 2400 y 2800 kg/cm<sup>2</sup> y los *aceros especiales*, de alta resistencia y generalmente aletados. Cuando en los planos no se especifica la calidad del acero, se sobreentiende que se considera la inclusión del acero común.

Para una determinada sección de hierro es preferible adoptar mayor cantidad de barras de sección reducida, pues si son demasiado gruesas la adherencia no será suficientemente eficaz.

Las dimensiones de los ganchos, radios de curvatura de las barras dobladas y empalmes se indican en la figura 67.

Entre barras debe mediar un espacio mínimo de 2 centímetros de hormigón. También el recubrimiento exterior no debe ser menor de 2 centímetros. Para asegurar esta medida, las armaduras deben colocarse sobre pequeños caballetes preparados con anterioridad, que pueden ser metálicos o de mortero.

Las barras se deben atar con alambre, en tal forma que no puedan desplazarse durante el colado del hormigón.

La oxidación superficial de las varillas de hierro no tiene importancia, salvo que sea excesiva.

## ENCOFRADOS

Constituyen el molde que dará forma a la estructura, por lo cual sus dimensiones deberán ajustarse lo más exactamente posible a las indicaciones de los planos de obra.

Sus elementos deben ser suficientemente rígidos como para resistir, sin deformarse, el peso del hormigón húmedo, los operarios y el equipo, debiéndose tener en cuenta que el hormigón, además del peso propio, ejerce considerables presiones dirigidas en sentido lateral.

Los encofrados deben ser fáciles de desarmar para que, durante el desencofrado, el hormigón que se encuentra aún en el período inicial de endurecimiento no sufra daños.

Los encofrados de vigas y columnas se preparan previamente, levantando primero las columnas y luego colocando sobre ellas los de las vigas, que se apuntalan con tirantes. Estos parantes se apoyan en cuñas sobre tabloncillos colocados en el suelo, con lo cual se hace posible la nivelación del encofrado, y además se facilita la operación del desencofrado. Para asegurar los puntales en su posición e impedir despla-

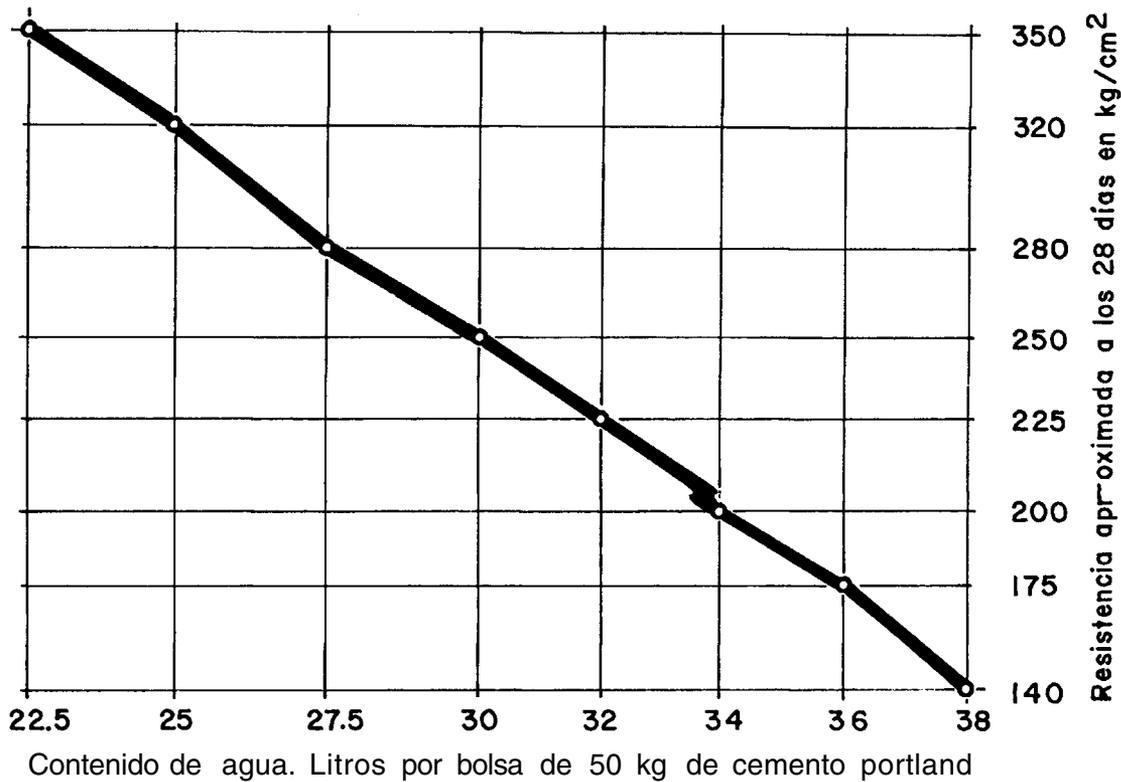


Fig. 65

Trabajos en los que se utilizara'n los distintos tipos de hormigones	Tipo de hormigón	Proporciones en volumen							Materiales necesarios para 1 m <sup>3</sup> de hormigón							
		Cemento portland	Arena gruesa	Cal hidráulica	Polvo de ladrillos	Cascoes de ladrillos	Piedra partida	Canto rodado	kg	m <sup>3</sup>	kg	m <sup>3</sup>				
									Cemento portland	Arena gruesa	Cal hidráulica	Polvo de ladrillos	Piedra partida	Canto rodado	Cascoes ladrillos	
Relleno de pozos	A	1/4	3	1	1	6	—	—	42	0.363	74	0.121	—	—	—	0.725
Contrapisos. Asiento de cimientos	B	1/8	4	1	—	8	—	—	18	0.412	63	—	—	—	—	0.824
Fondo de camaras	C	—	3	1	—	5	—	—	—	0.450	91	—	—	—	—	0.758
Zapatas, dados, bases	D	—	—	—	—	—	—	—	250	0.400	—	—	—	—	0.600	—
	E	—	—	—	—	—	—	—	275	0.500	—	—	1.000	—	—	—
Pilotes, columnas, dinteles, vigas, losas, encadenados, tabiques, escaleras, tanques	F	—	—	—	—	—	—	—	300	0.500	—	—	—	—	0.700	—
	G	—	—	—	—	—	—	—	330	0.560	—	—	—	0.800	—	—
Pavimentos de hormigón	H	—	—	—	—	—	—	—	450	0.500	—	—	1.000	—	—	—
Contrapisos de pavimentos	I	—	—	—	—	—	—	—	250	0.600	—	—	1.000	—	—	—

Fig. 66

zamientos, se clavan tablas en diagonal entre ellos. En los encofrados de las construcciones corrientes se pueden adoptar las escuadrías indicadas en la figura 68, diseñados por el ICPA.

Por lo común en los encofrados se utilizan tablas de pino spruce de 1 pulgada de espesor por 6 pulgadas de ancho (24 mm X 15 cm). Para evitar cortes, conviene dimensionar las vigas de acuerdo con las medidas de las maderas que se encuentran en el mercado.

En la ejecución de los encofrados es muy importante tener en cuenta que los elementos que se desmontan primero deben sobreponerse a los que se desmontan más tarde.

A los efectos del cálculo de precio de los encofrados, puede estimarse que las maderas servirán para ser colocadas tres veces, aunque en la práctica puedan usarse algunas veces más.

Antes de proceder al hormigonado se deben tomar las siguientes precauciones:

1.<sup>a</sup> Controlar los niveles y puntales, golpeándolos con una maza para verificar el ajuste de las cuñas.

2.<sup>a</sup> Limpiar las virutas y el aserrín de las maderas, que no deben quedar dentro del hormigón. Para facilitar la limpieza de los encofrados de las columnas, deben dejarse aberturas al pie de las mismas, por donde puedan extraerse los desechos, las que se cerrarán antes de proceder al hormigonado.

3.<sup>a</sup> Mojar en forma abundante las tablas del encofrado que estarán en contacto con el hormigón, a fin de que se hinchen antes del hormigonado, para ayudar a su hermeticidad y, además, evitar que el hormigón se adhiera, con lo cual se facilitará el desencofrado.

## DESENCOFRADO

No debe hacerse antes de tener la completa seguridad de que el hormigón haya adquirido la resistencia necesaria para soportar su propio peso y las posibles sobrecargas de la obra.

Los siguientes plazos son los más usuales:

Caras laterales de las vigas, muros o pilares que únicamente sirvan para contener hormigón durante su colocación	1 día
Losas y columnas	8 días
Fondo de vigas y puntales de losas	21 días

Los elementos que soportan cargas demandarán un plazo mayor.

# Cubiertas y entrepisos

## GENERALIDADES

Vamos a hacer un paréntesis con algo de historia. Esencialmente, los tres métodos usados por el hombre para cubrir su morada pueden sintetizarse en: techumbre plana, arcos o bóvedas y tejado triangular.

El primer tipo de construcción se reduce a erigir soportes verticales, continuos como los muros o aislados como las columnas y pilares, y tender sobre ellos vigas u otros elementos horizontales capaces de sostener el techo.

El arco fue el resultado del esfuerzo por cubrir mayores luces, en países donde la madera se hacía difícil de obtener y el principal material de construcción era el ladrillo. Tal circunstancia se dio en el valle entre el río Tigris y el Éufrates, donde las civilizaciones caldea y asiría utilizaron el arco y la bóveda. Más tarde los romanos hicieron de este sistema de construcción uno de los rasgos característicos de su arquitectura y lo transmitieron a la Edad Media y al Renacimiento. El arco posee la tendencia a presionar hacia sus costados, lo cual influye en forma considerable en los tipos de muros de soporte.

La construcción triangular se funda esencialmente en el hecho geométrico de que el triángulo es una figura indeformable. Los ángulos no varían si la longitud de los lados permanece constante. En un

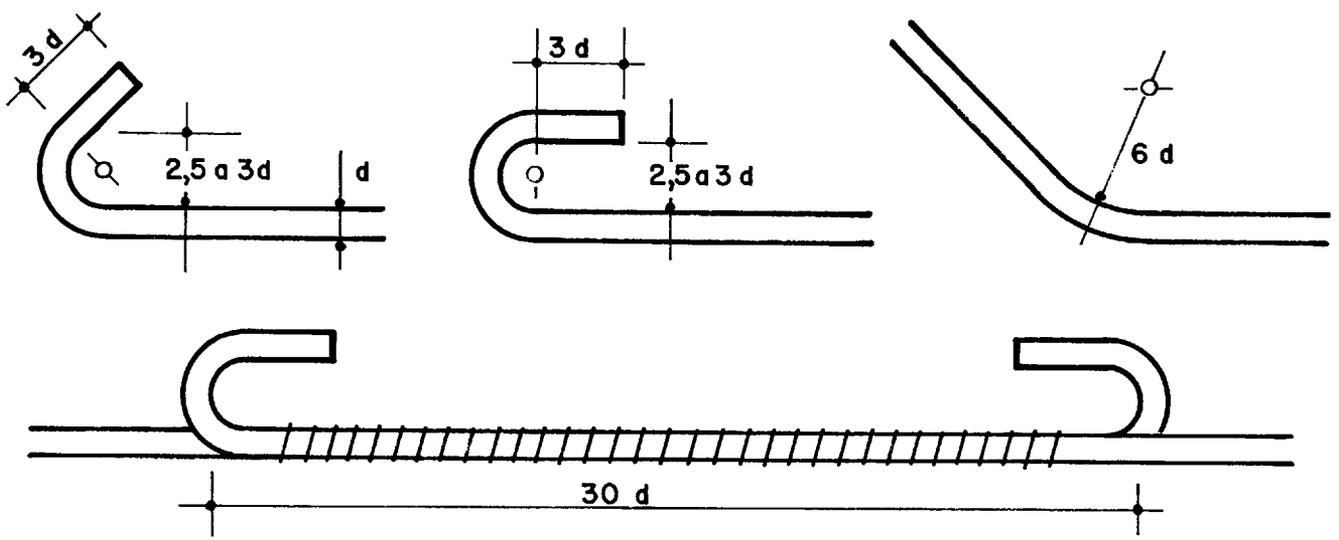


Fig. 67

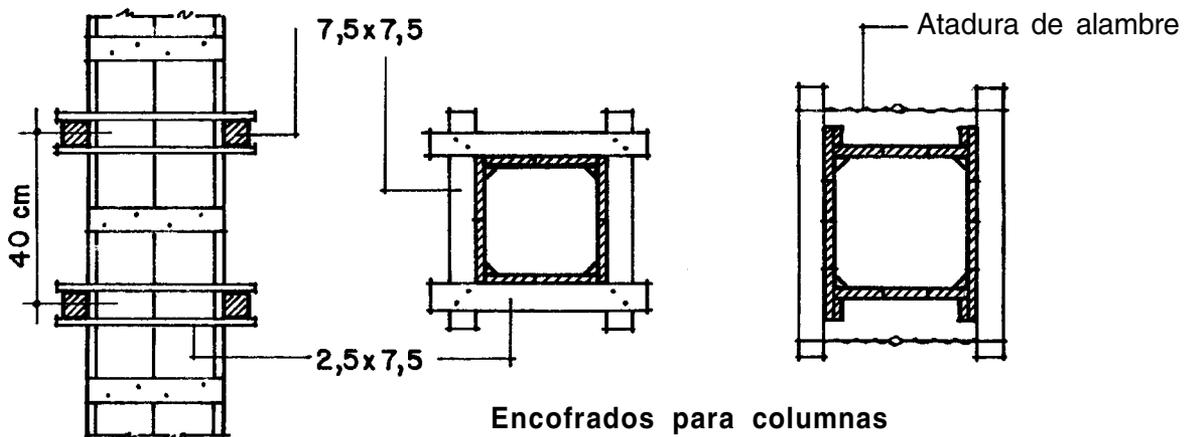
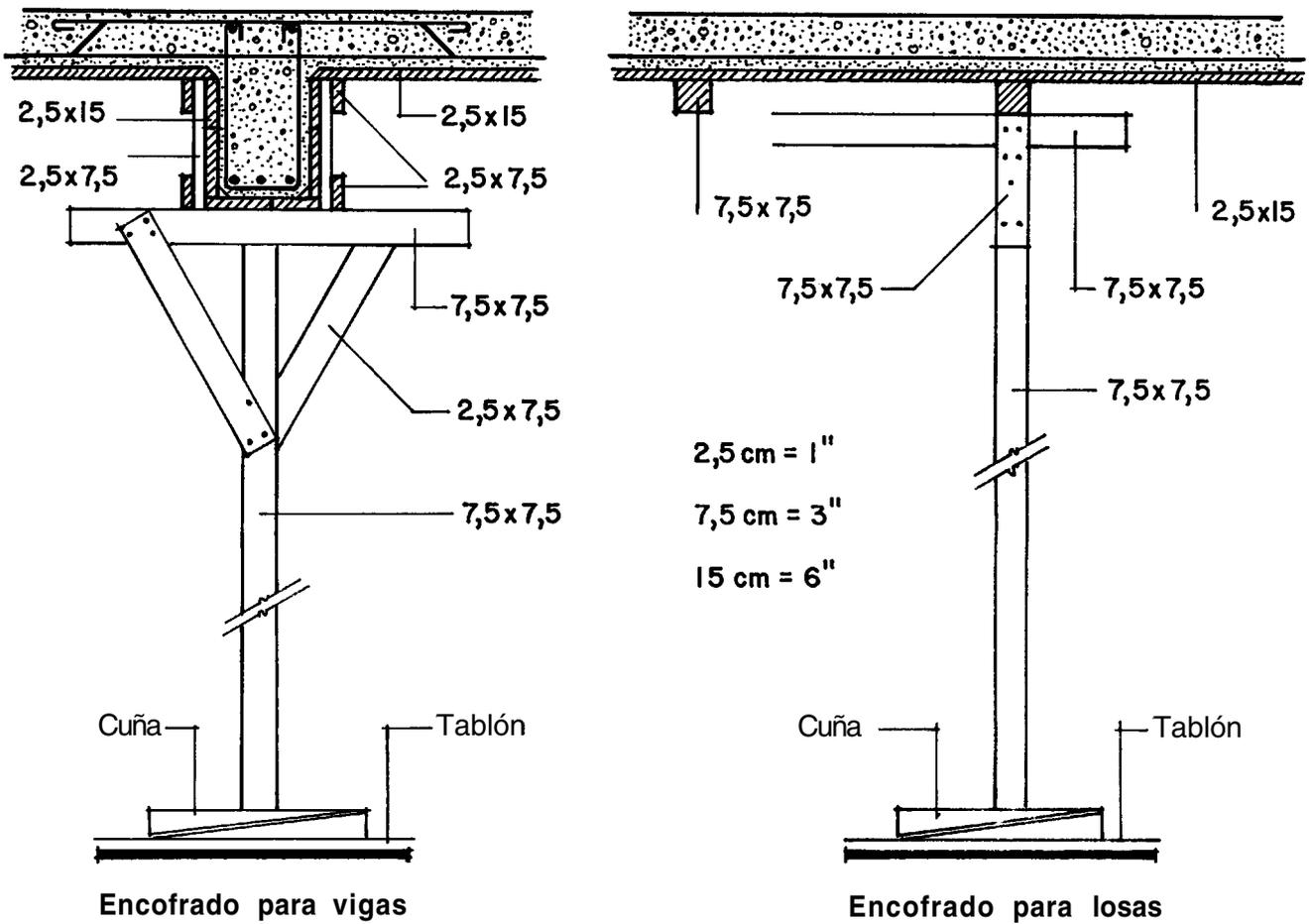


Fig. 68

techo a dos aguas, si las piezas de la estructura no están unidas horizontalmente por un tensor (cepo o cadena) tienden a abrirse y apartar las paredes laterales. Todos los techos triangulares y sus estructuras (armaduras o cabriadas) por complejas y grandes que sean, se reducen a meras combinaciones de triángulos.

## ENTREPISOS

Los techos horizontales tienen la ventaja de cubrir con facilidad cualquier forma de planta y crear terrazas utilizables. Su construcción es más durable y demanda menos gastos de mantenimiento que los techos inclinados convencionales.

Los sistemas más empleados en la construcción de viviendas son las losas de hormigón armado, la tirantería de hierro y los elementos premoldeados,

### LOSAS DE HORMIGÓN

Las losas macizas armadas en una o dos direcciones se utilizan por lo general hasta un espesor medio de diez centímetros. Para luces y sobrecargas que requieran un espesor mayor, se trata de subsanar el aumento de peso propio, confiando la parte resistente a nervios y rellenando la parte restante de la losa, que es la mayor, con cualquier material liviano, en cuyo caso se denominan «losas nervuradas». De esta manera, el hormigón ocupa solamente la zona que trabaja a la compresión y envuelve a los hierros de las armaduras, formando viguetas, en la zona de tracción (fig. 69). En su construcción se emplean ladrillos huecos, ladrillones especiales, bloques de granulado volcánico, etcétera. Las losas nervuradas tienen la ventaja de dar mayor aislamiento que las macizas y por su menor peso propio y mayor altura permiten usar menor cantidad de hierros.

Cuando se emplean ladrillos huecos, el encofrado se hace completo como en las losas llenas, pero si se usan elementos de mayores dimensiones, puede ahorrarse madera colocando las tablas solamente en correspondencia con las viguetas y haciendo descansar los bloques en sus bordes (fig. 70).

### TIRANTERÍA DE HIERRO

Durante tiempo fue el sistema más utilizado en la construcción de los entresijos y techos planos. Tiene la ventaja, sobre el hormigón armado, de no necesitar encofrado ni apuntalamiento. En la actualidad sólo se usa en los países productores de hierros o donde éstos pueden conseguirse a bajo precio.

Los perfiles de hierro doble T se asientan directamente sobre los muros o vigas de las estructuras y los espacios intermedios se rellenan con ladrillones especiales de material cerámico o granulado volcánico. Antiguamente, en estos espacios se construían pequeñas bovedillas de ladrillos.

### ELEMENTOS PREMOLDEADOS

Representan una de las soluciones más económicas en la construcción de viviendas. Sus ventajas con respecto al hormigón armado convencional pueden resumirse de la siguiente manera:

- a) Economía en los encofrados. Es importante por el alto costo de la madera.
- b) Economía en la mano de obra. La mayor parte de las operaciones puede realizarse de modo industrializado o mecanizado.
- c) Aumento en la rapidez de la construcción. Las condiciones atmosféricas afectan menos, de manera que puede programarse un trabajo más permanente y con mejor utilización del equipo e instalaciones.
- d) Economía de materiales. La dosificación exacta de las mezclas permite lograr alta calidad en los hormigones. El uso de métodos especiales, como el vibrado o centrifugado, que reducen los contenidos de agua, posibilitan la economía de cemento, y con la técnica del pretensado se logran secciones menores.
- e) Reducción en el transporte. A la obra sólo se envían elementos terminados, con lo que se elimina el movimiento de materiales a granel.

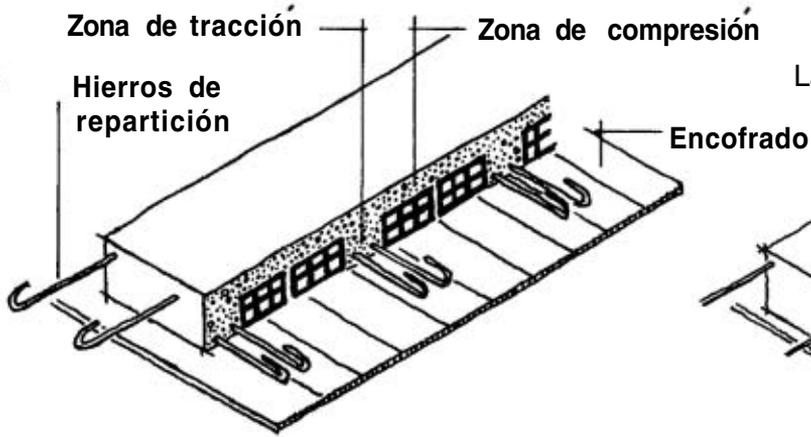


Fig. 69

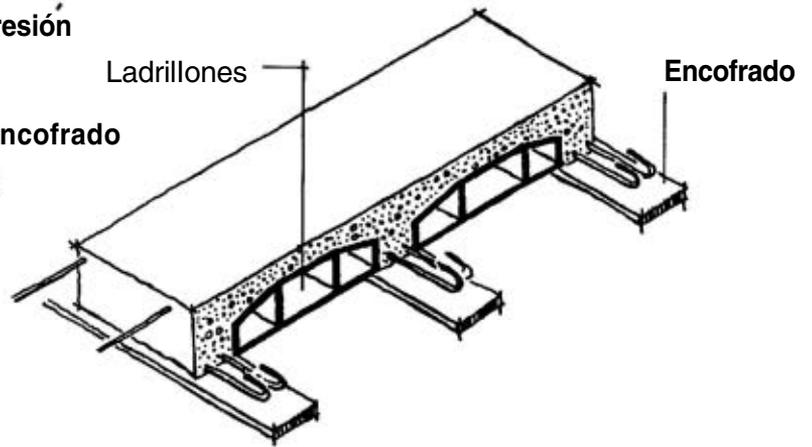


Fig. 70

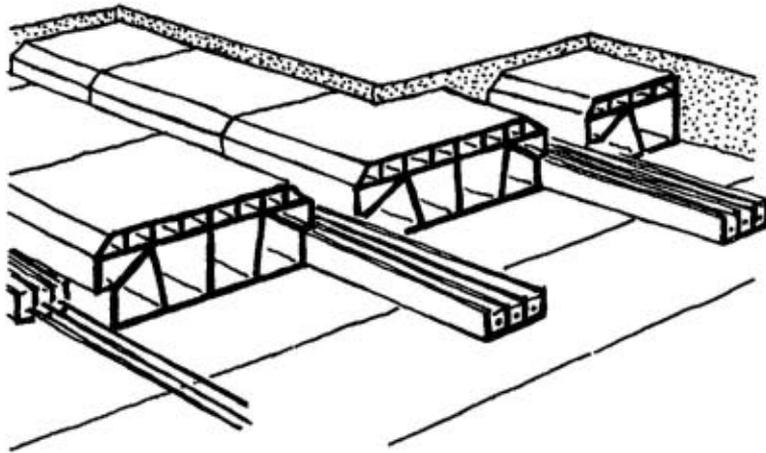


Fig. 71

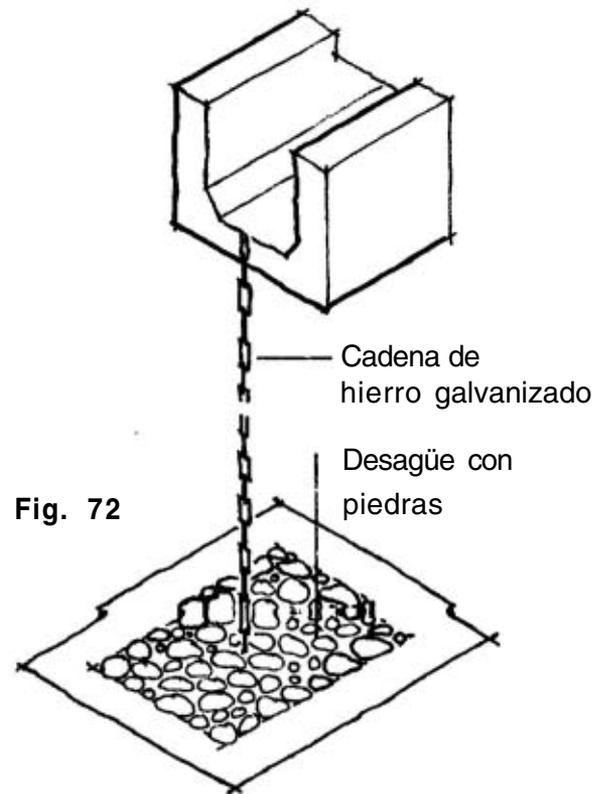


Fig. 72

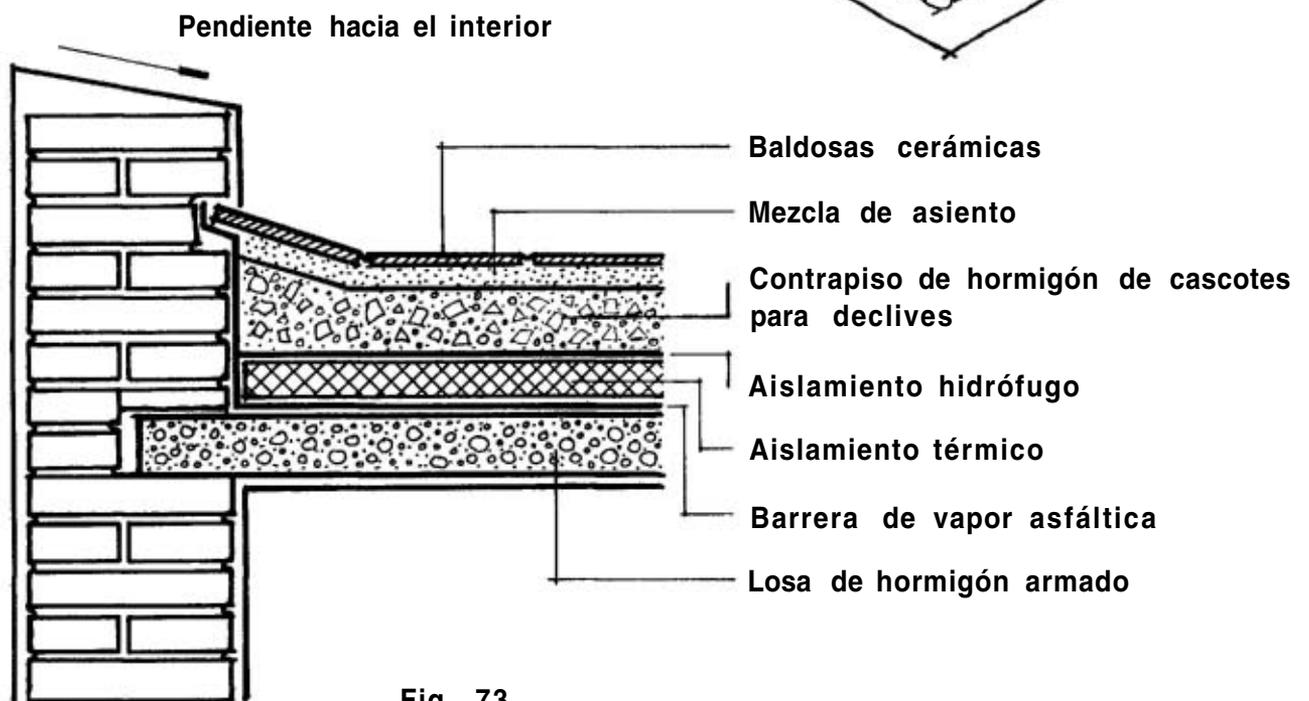


Fig. 73

Los elementos premoldeados pueden ser de diversos sistemas. Algunos se moldean en fábrica y otros en el obrador. Su adopción estará supeditada a las condiciones locales, disponibilidad de mano de obra y a las exigencias constructivas de cada caso.

Las losas del tipo «Acerbeton» constituyen un sistema mixto, puesto que son una combinación de viguetas premoldeadas, bloques de hormigón liviano o cerámicos y hormigón moldeado en sitio (fig. 71). Desde el punto de vista del comportamiento estático, son simplemente losas nervuradas, en las que se sustituyen las armaduras de hierro por los elementos pretensados.

Estos listones se fabrican alineando, sobre las mesas de tensión, cerámicos acanalados, dentro de los cuales se colocan trenzas de acero de alta resistencia. Una vez que éstos son tensados, las canaletas se rellenan con hormigón de muy buena calidad y se vibra. Terminado el frague, se sueltan las trenzas, lo que origina sobre los listones la fuerza de compresión prevista. Los listones se fabrican de gran longitud y luego se cortan en dimensiones corrientes, con diferencias de diez centímetros.

Las casas que se encargan de la venta de elementos premoldeados han editado manuales con la descripción de los procedimientos constructivos y normas de cálculos. Algunas, incluso proporcionan gratuitamente los cálculos estáticos de las losas.

## **CUBIERTAS DE TECHOS HORIZONTALES**

Las cubiertas tienen la misión de alejar lo más rápidamente posible al agua de lluvia. Para que cumplan con este requisito, no conviene orientar los declives hacia la parte central del edificio, porque así, además de alargar los recorridos de las canalizaciones, se aumenta el peligro de las filtraciones. Lo más práctico y seguro es verter el agua pluvial directamente al exterior, mediante grandes gárgolas de hormigón (fig. 72). Si se coloca una cadena de hierro galvanizado, el agua, asombrosamente, caerá por ella.

## **BALDOSAS CERÁMICAS**

Las baldosas cerámicas usadas en las cubiertas de los techos son más porosas y menos resistentes al desgaste que las utilizadas en los solados. El material es similar al de las tejas pero la impermeabilidad se consigue por la unión de las piezas con mortero, en lugar de la superposición.

La pendiente de escurrimiento de las cubiertas de baldosas no debe ser inferior al 1,5 %. La tendencia actual de reducir las pendientes hace disminuir la impermeabilidad, porque si la inclinación no es suficiente el agua no corre.

Las juntas entre baldosas se hacen anchas, aproximadamente de un centímetro, y formando paños de no más de cuatro metros por lado. Las juntas entre paños deben ser rellenas con masillas elásticas, para que absorban los movimientos producidos por la dilatación.

En la figura 73 se ilustran detalles de la construcción de cubiertas de baldosas.

## **CUBERTURAS ASFÁLTICAS**

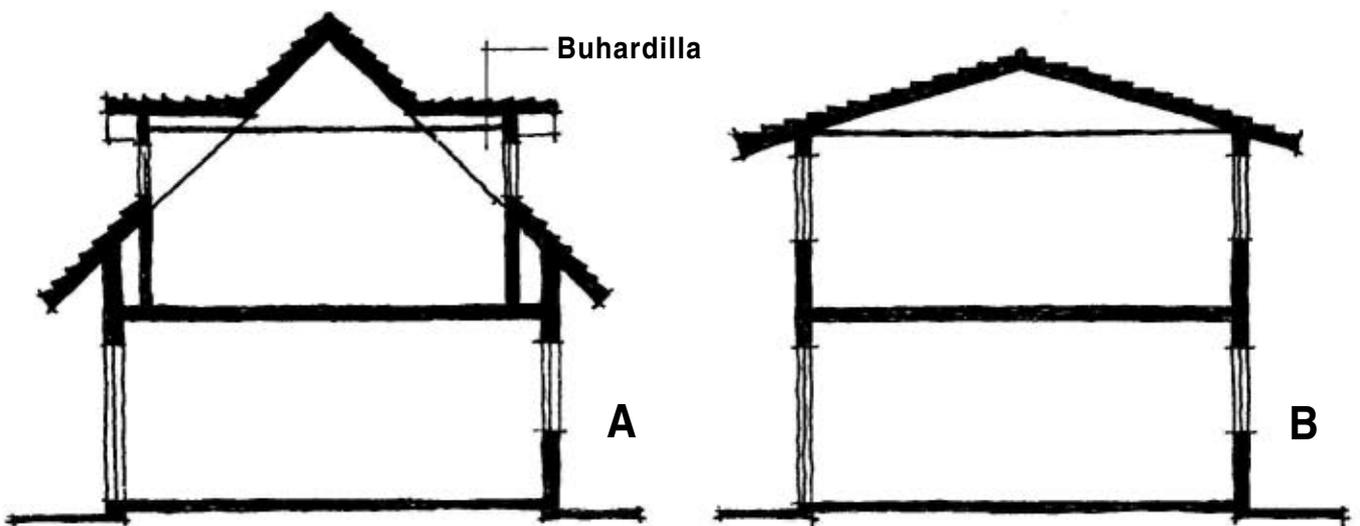
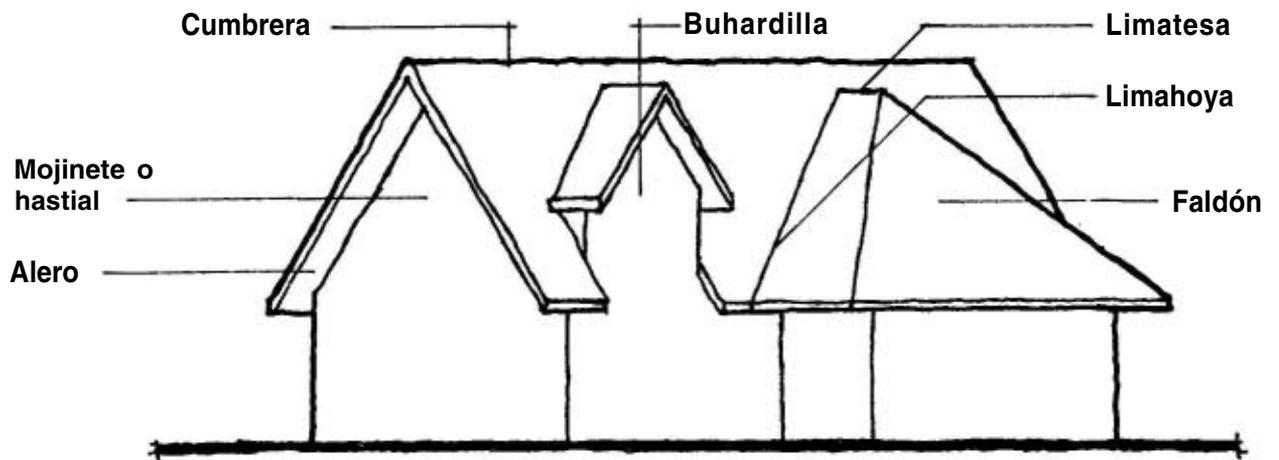
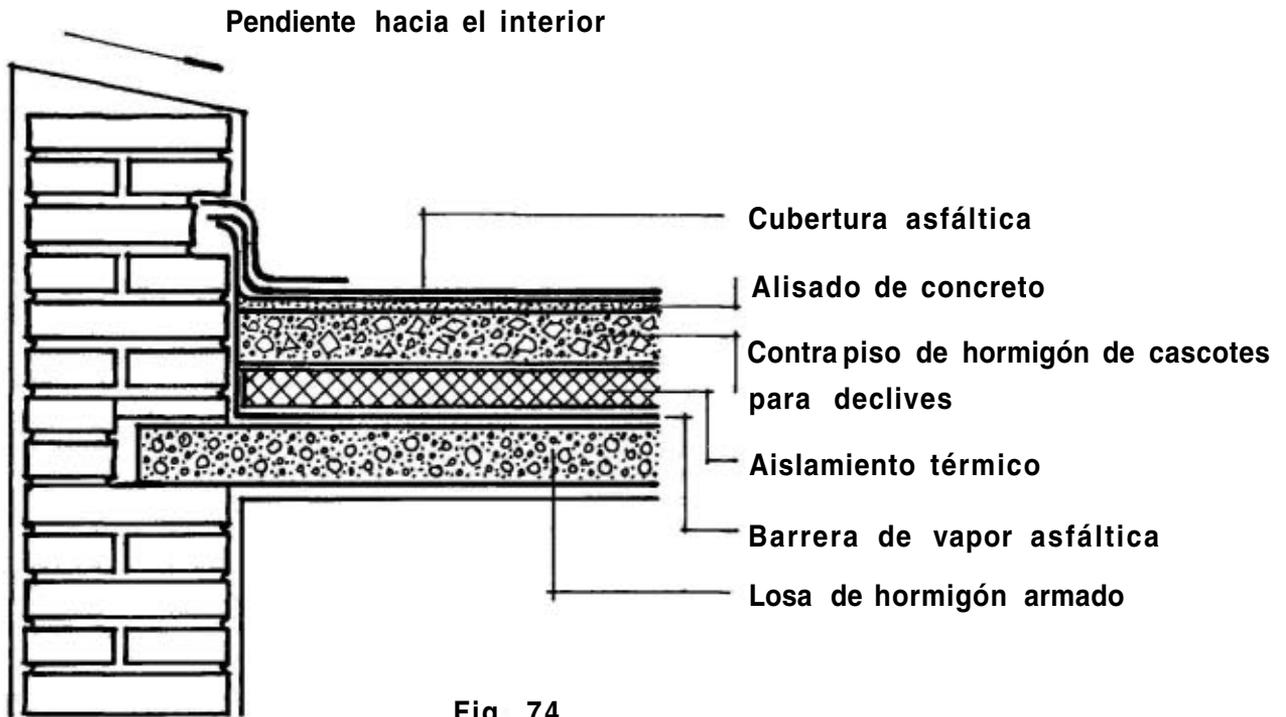
Están formadas por asfaltos armados con elementos fibrosos, como la fibra de vidrio, colocados en capas alternadas.

Más aún que con las baldosas, es necesario que las pendientes para el escurrimiento del agua sean bien pronunciadas.

Un desagüe pluvial de 10 centímetros de diámetro para cada 80 metros cuadrados o fracción de superficie de techo, es lo mínimo aconsejable.

En la figura 74 se incluyen algunos detalles de construcción para este tipo de cobertura. En el caso de que se utilicen las nuevas cubiertas preparadas con «Neoprene» y «Hypalon», estos detalles no varían en lo fundamental.

Es conveniente colocar una terminación de pintura blanca o de aluminio sobre la cobertura asfáltica, para rechazar el calor de los rayos solares, puesto que las superficies de color oscuro absorben más calor radiante que las claras, en igual forma que una mayor rugosidad favorece la absorción del calor. La tabla siguiente muestra los porcentajes aproximados de radiación solar absorbido por superficies lisas de diferentes colores:



Blanco o aluminio (claro)	28 %
Rojo, marrón, verde claro (mediano)	63 %
Negro o verde oscuro (oscuro)	94 %

## TECHOS INCLINADOS

En la figura 75 se indican algunas de las denominaciones más corrientes usadas en los techos inclinados.

En ninguna parte de la construcción de una vivienda más que en ésta, economía significa simplificación. Los techos complicados demuestran un completo desprecio por el dinero, sea propio o ajeno.

Conviene que la planta tenga contornos regulares para evitar las interrupciones. También ha de procurarse que las superficies del techo se corten lo menos posible por la construcción de adicionales, tales como buhardillas, claraboyas, etcétera. Lo más seguro y duradero es una superficie de cubierta simple, pues la experiencia enseña que las filtraciones y demás inconvenientes se producen principalmente en las intercepciones.

El peso de las cubiertas incide directamente sobre la estructura resistente de la misma y considerando que por lo común dicha estructura trabaja a esfuerzos de flexión, sin duda el aumento de pesos y mayores luces influyen en forma considerable en las secciones de los elementos que la integran.

La pronunciada inclinación de los techos, motivada por los rigores del clima, determinó la existencia de desvanes, que los dueños de casa utilizaron como depósitos. Pero construir techos con pendientes excesivas, sólo para disponer de un desván, es antieconómico. Requieren gran cantidad de materiales, reciben considerable empuje del viento y cargan inútilmente los muros. El colchón de aire que podría servir como aislamiento térmico, puede reemplazarse por el equivalente, con unos pocos centímetros de un material aislante más efectivo.

Los dormitorios mutilados por la inclinación del techo y la iluminación a través de buhardillas presentan un gasto excesivo. La solución *A* es más cara que la *B* (fig. 76), provee menor espacio interior y dificulta la colocación de los muebles. El alto costo y la difícil construcción de las buhardillas no compensa el adicional de la mampostería.

El techo a dos aguas con pendientes razonables es más económico. Si la cumbrera se apoya sobre una viga y una columna de hormigón armado (fig. 77) se podrán eliminar las cabriadas de madera, con todos sus inconvenientes. La columna de hormigón armado se puede reemplazar por un pilar de mampostería de ladrillo (fig. 78) siempre que no resulte demasiado esbelto. También en determinados casos es posible que convenga apoyar la cumbrera del techo directamente sobre una pared portante, como en la figura 79.

Si los techos se construyen con faldones, las estructuras resultan más caras que cuando las vigas de las cumbreras se apoyan sobre los mojinetes. La solución *A* (fig. 80) cuesta más que la *B*.

Cuando el proyecto permite disponer los ambientes principales sobre un lado y los que requieren menor altura sobre el otro, será posible construir un techo de poca pendiente con una sola agua, que resultará barato y que además no necesitará cielo raso independiente, porque se puede dejar el entablado a la vista (fig. 81).

Las canaletas y caños de cinc para los desagües pluviales son caros, se tapan y se pican al poco tiempo de ser colocados. Cuando sea factible, deben eliminarse, haciendo verter el agua directamente afuera de los aleros. Si no fuera posible suprimirlos, no se cometa el tremendo error de embutir los caños de bajada en la mampostería.

## TEJAS

La construcción de techos de tejas es antieconómica. Se emplean unidades de pequeñas dimensiones, que deben recubrirse unas a otras, requieren costosas estructuras de sostén, cielo raso independiente y, además, deben ser ejecutados por personal experto. No obstante, lo mismo que ocurre con el ladrillo, la teja es el material más empleado en las cubiertas de las viviendas unifamiliares.

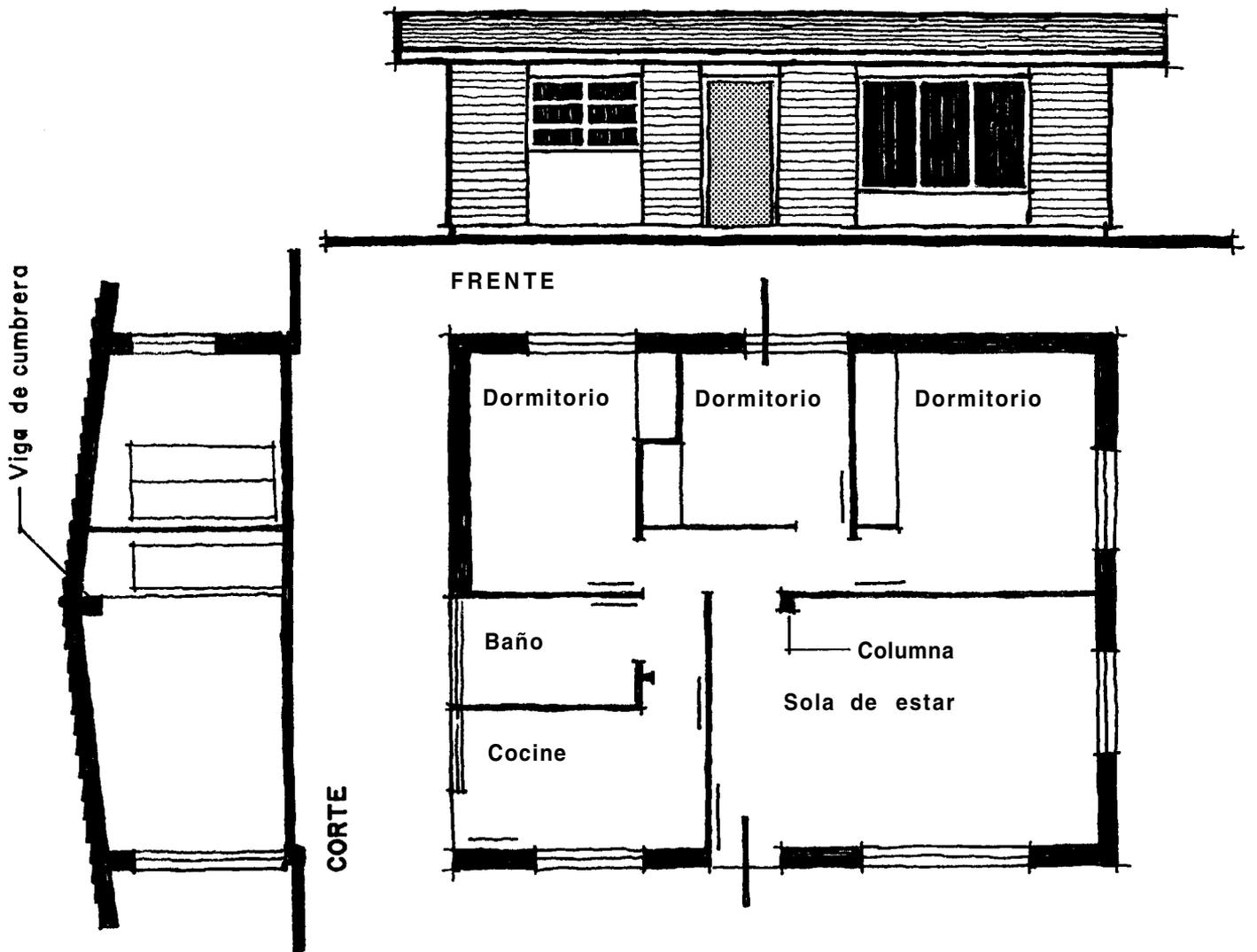


Fig. 77

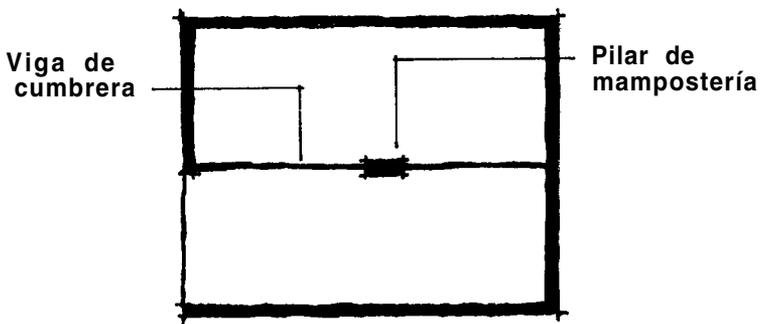


Fig. 78

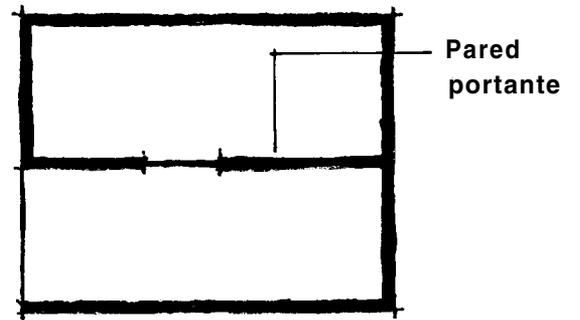


Fig. 79

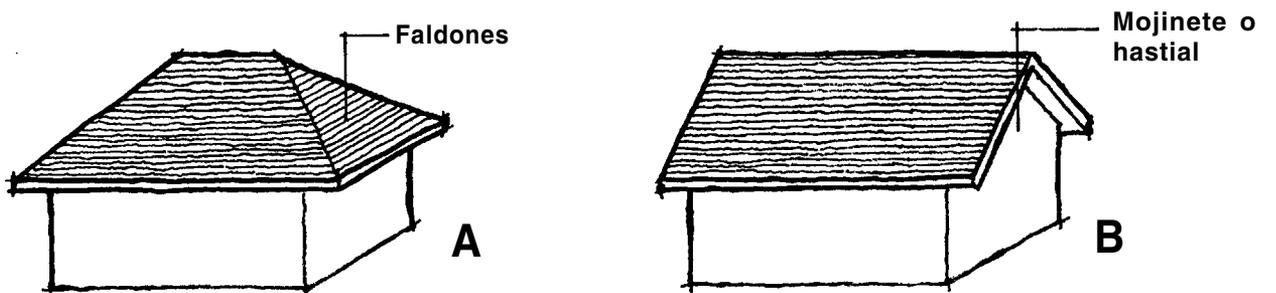


Fig. 80

Las tejas de barro cocido tienen varias formas y denominaciones. Tipo Marsella o francesa, árabe, española o colonial, y plana o normanda (figs. 82, 83 y 84). El precio por unidad de superficie cubierta aumenta en el mismo orden. Las tejas francesas son de mayor precio que las árabes, pero éstas resultan más caras porque requieren mayor cantidad de madera en la estructura y se necesitan más tejas por metro cuadrado. La ventaja de los techos cubiertos con tejas árabes consiste en que pueden tener menor pendiente que los restantes.

Se pueden ahorrar algunos metros cuadrados de madera para el entablado, no colocándola en los aleros. No hay razón técnica que la exija en este lugar. El fieltro impermeable no hace falta y la teja queda tan bien vista desde abajo como desde arriba.

Otra economía se consigue construyendo la estructura con una losa nervurada de hormigón armado, para lo cual se puede utilizar cualquier sistema premoldeado. Las tejas tipo francesas o árabes se asientan con una pequeña cantidad de mezcla. Si la pendiente es reducida, se puede revocar la losa directamente, en vez de armar cielo rasos horizontales independientes. En este sistema de techos, las tejas se pueden reemplazar por baldosas cerámicas rojas de 20 x 20 centímetros, colocadas a tingladillo (fig. 85). Es conveniente colocar sobre la losa algún material que aumente el aislamiento térmico.

## CHAPAS DE FIBROCEMENTO

Este material, que también se llama asbestocemento, está constituido por cemento portland y fibras de amianto. Se fabrican chapas lisas y onduladas y accesorios tales como caballetes, limatesas, limahoyas, canaletas, etcétera. Como las chapas son livianas y de fácil colocación, permiten economizar en las escuadrías de las estructuras y en la mano de obra.

Hace años, las chapas de fibrocemento se utilizaban solamente en galpones y en edificios industriales, pero ahora también se emplean en la construcción de viviendas, por sus ventajas y precio reducido.

El fibrocemento es un material noble que no tiene por qué utilizarse como simple sustituto, pues posee sus propias cualidades. Es un error colocarlo en forma de pequeñas tejas o pizarras, cuando puede hacerse en chapas onduladas de dimensiones convenientes y con mejor inclinación. También se ha tratado de colorearlo de rojo, para imitar el color de las tejas cerámicas, pero afortunadamente, el tiempo se encarga bien pronto de restituirle su color original.

Para que las chapas de fibrocemento no se pongan verdes por la formación de hongos, en los lugares húmedos, basta con lavarlas con un diez por ciento de bisulfito de sodio disuelto en agua. Esta solución también es válida para las tejas, cuando ocurre el mismo inconveniente.

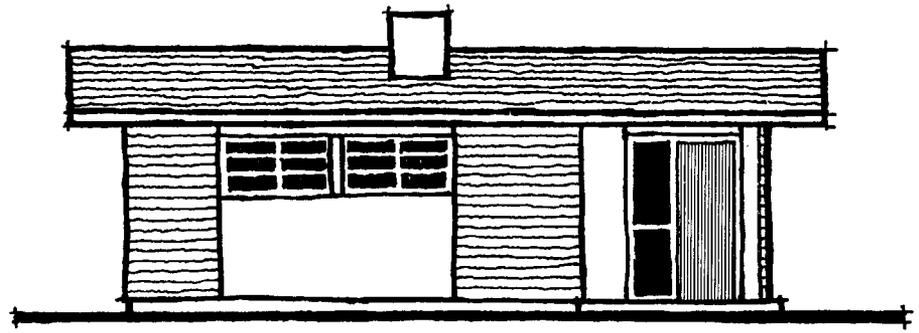
## CIELO RASOS

Cuando la estructura del techo o entrepiso admite el revoque a la cal o enduido de yeso, como en las losas de hormigón armado, se dice que el cielo raso es *aplicado*. En caso contrario, se recurre al cielo raso *armado*, generalmente con metal desplegado, como ocurre en los techos con pendientes pronunciadas.

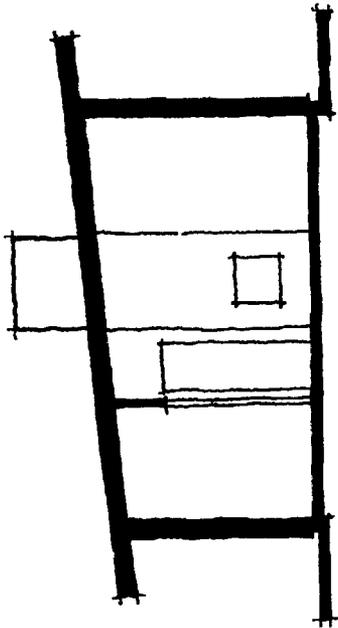
Los cielos rasos armados tienen estructura resistente propia, que puede ser *independiente* o *suspendida*. En los casos de techos de tejas con estructuras de madera, los cielos rasos deben ser independientes, porque la acción del viento produce vibraciones que se transmiten al cielo raso, produciéndole grietas y desprendimientos.

Por lo general, en los techos con pendientes pronunciadas, queda una cámara de aire entre la cubierta y el cielo raso. El valor como aislamiento de esta cámara se ha sobrestimado muchas veces. En realidad, el aislamiento es eficaz hasta los 15 centímetros, pero si se sobrepasa esta medida, ya no tiene efecto y hasta puede llegar a ser contraproducente, si se forman corrientes convectoras. Para que el aire cumpla funciones de aislamiento, debe estar en reposo y encerrado en pequeñas cámaras o celdillas.

En cualquier forma que se ejecute el cielo raso, con revoque a la cal o con enduido de peso, es mejor no hacer gargantas molduradas o de cuarta caña en su intersección con los muros. El ángulo recto es el encuentro más lógico, agradable y económico.



FRENTE



CORTE

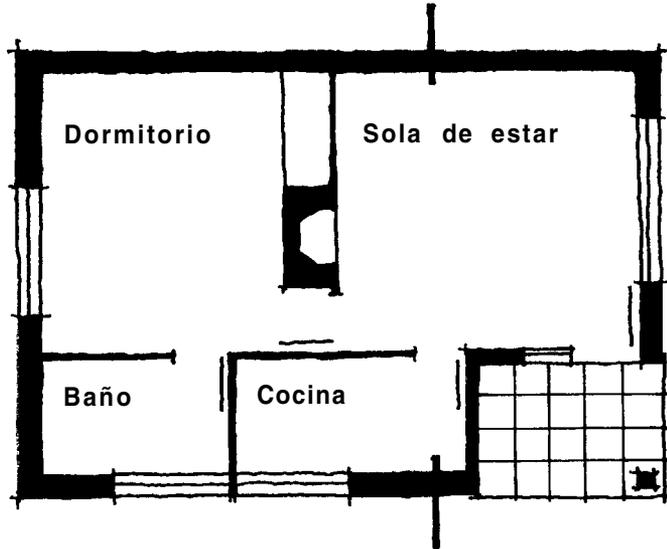


Fig. 81

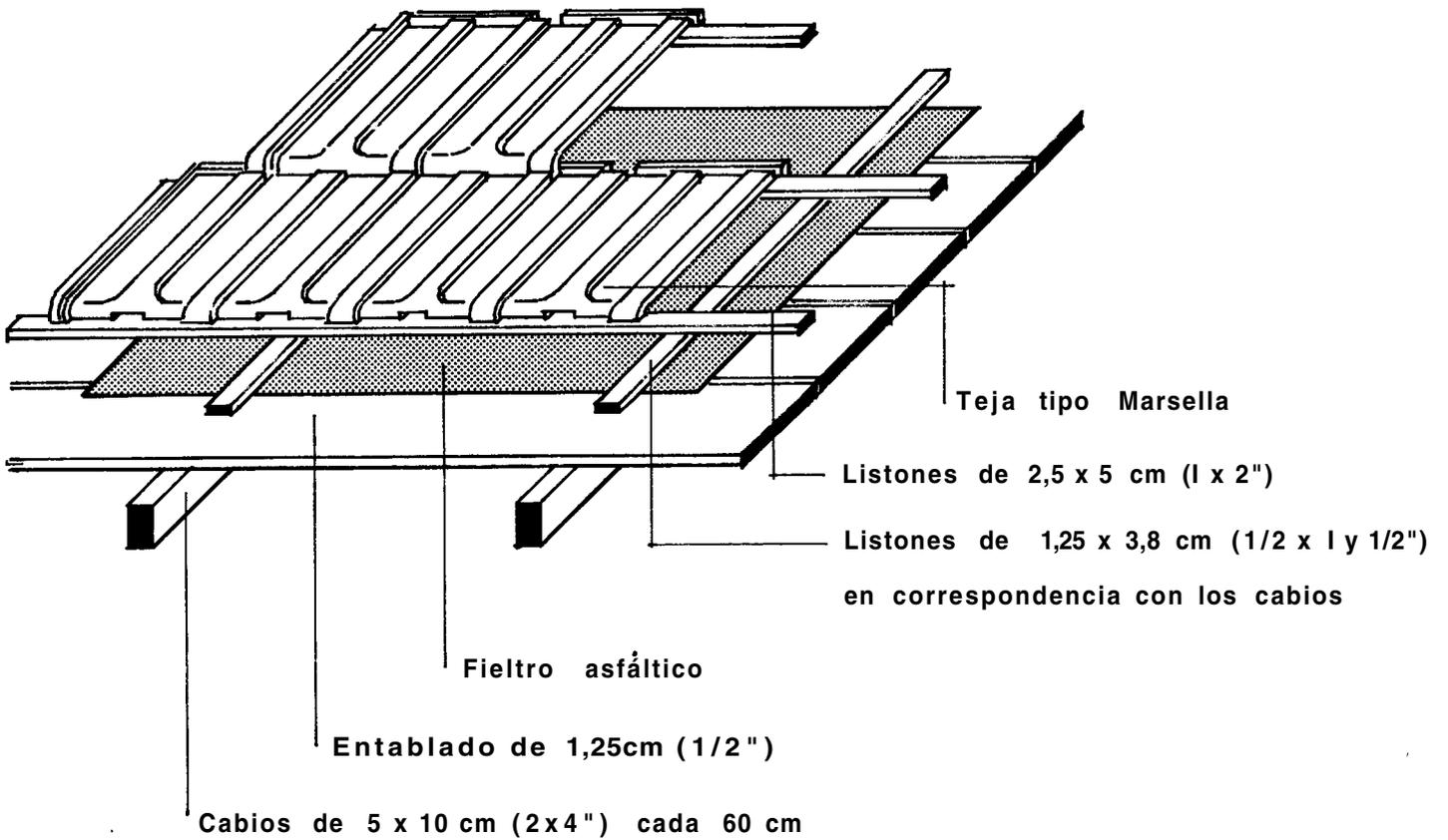


Fig. 82

## SOLADOS

Deben ser físicamente confortables, fáciles de limpiar y mantener, de agradable apariencia y, sobre todo, baratos.

## MOSAICOS

En las casas económicas no conviene colocar mosaicos de distintos tipos, dimensiones y colores, para diferenciar cada ambiente. Estos cambios sólo contribuyen a aumentar el costo. Una vez adoptado el tipo más conveniente, será mejor unificar toda la casa, con lo cual se logrará un mayor efecto de continuidad y se eliminará una serie de complicaciones en los encuentros, solías, umbrales, escalones, etcétera, además de disminuir el número de cortes necesarios.

La unidad más barata de mosaicos, en costo y colocación, es la de 20 X 20 centímetros. Quedan, entonces, pocas dudas con respecto a la elección de las dimensiones.

Los mosaicos se deben colocar derechos, de modo que sus lados queden en escuadra con los muros. La colocación en diagonal, lo mismo que las guardas, encarecen inútilmente la obra.

La colocación de los mosaicos se efectúa normalmente sobre un contrapiso bien apisonado de hormigón de cascotes de ladrillos, de 8 centímetros de espesor. En planta baja es imprescindible ejecutar una capa aisladora de concreto alisado con hidrófugo, previa a la mezcla usada para asentar los mosaicos, para prevenir que la humedad de la tierra se condense sobre el solado.

Los mosaicos se colocan sobre el lecho del mortero, golpeando cada uno con el mango del martillo, para fijarlos y nivelarlos. También pueden colocarse *al tendido*, extendiendo los mosaicos sobre una carpeta de mortero previamente nivelada y luego golpeando el conjunto con una regla de madera.

Una vez colocados, es absolutamente indispensable que durante 48 horas no se transite sobre ellos.

En los mosaicos denominados *graníticos* o de *mármol reconstituido*, la capa superficial de desgaste está formada por una mezcla de cemento portland con granos de mármol de diversos colores y tamaños. Estos mosaicos pueden pulirse en fábrica o en la obra y también pueden lustrarse a plomo. En las viviendas pequeñas, conviene colocar mosaicos pulidos en fábrica, porque para pocos metros cuadrados es difícil conseguir la máquina pulidora y los obreros que quieran hacer el trabajo.

Los mosaicos graníticos más baratos y durables son los de colores oscuros, porque en su fabricación se puede utilizar mayor proporción de cemento portland común, que cuesta menos y es más resistente que el cemento blanco, necesario para las pastinas claras.

Los mosaicos *calcáreos* cuestan menos que los graníticos, pero la capa superficial de cemento colado se gasta con mayor facilidad. Estos mosaicos pueden tener su cara vista de un solo color o con dibujos.

## BALDOSAS CERÁMICAS

Las baldosas de forma cuadrada de 20 centímetros de lado son las más usadas, aunque por razones decorativas se fabrican en gran variedad de formas y dimensiones.

Dentro de la clasificación de baldosas cerámicas se incluyen las de gres, el cual es un material cocido a mayor temperatura y con el que se obtiene un solado compacto y muy resistente a los golpes y al desgaste.

Los solados de baldosas cerámicas requieren un proceso de «curado». Después de ser colocadas deben limpiarse con una solución de ácido clorhídrico al 10 % y luego lavarse con gran abundancia de agua, para que no quede en absoluto rastros del ácido. Esto les quitará las eflorescencias salinas que puedan aparecer. Durante su uso se lavan con agua y jabón y se enjuagan con agua a la que se le agrega una pequeña parte de kerosene. Con el tiempo van adquiriendo un brillo propio sumamente agradable. Estas baldosas no deben encerarse, sobre todo al principio, después de su colocación.

## MADERA

Estos solados tienen algunos inconvenientes, pues la madera es un material que sufre movimientos y su porosidad obliga a un continuo encerado para asegurar la limpieza y mantenimiento.

En general, la madera se utiliza en los solados de los dormitorios porque, como es mala conductora térmica, aparenta ser más cálida que el mosaico. En realidad, ambos tienen la misma temperatura, cosa

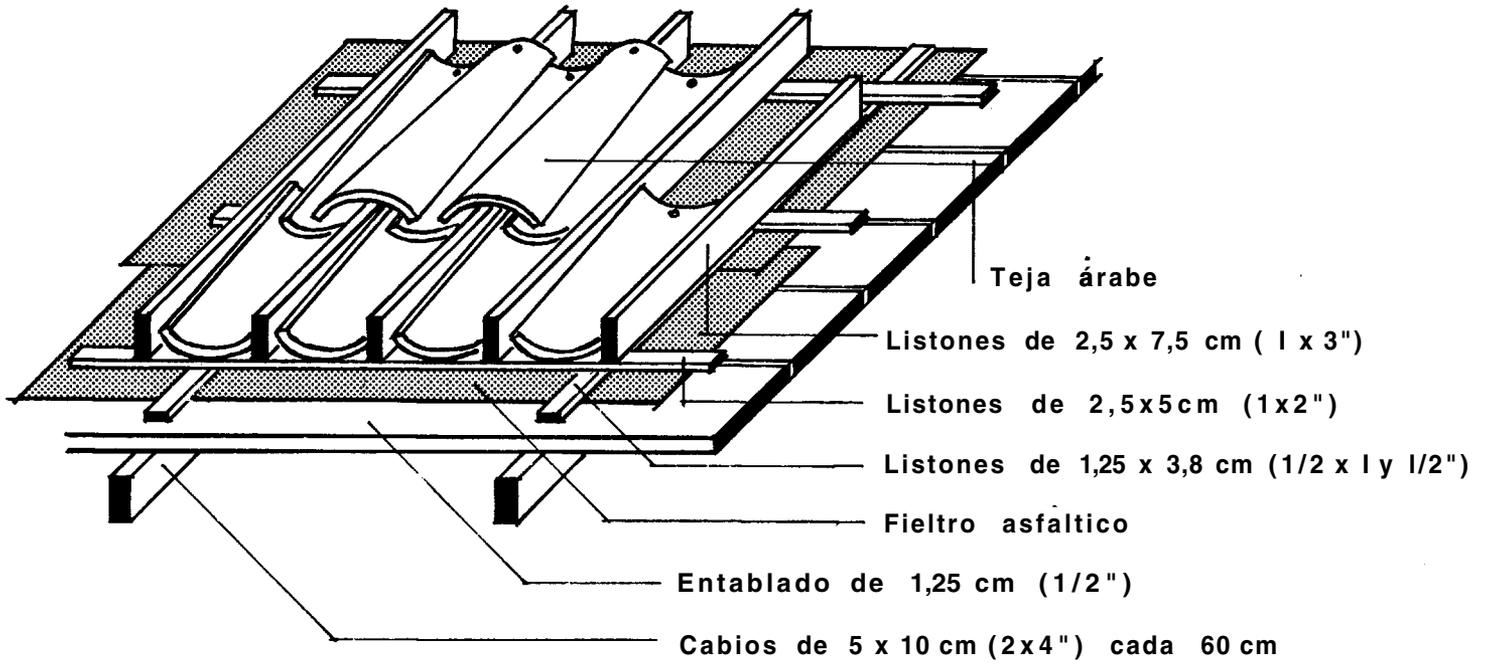


Fig. 83

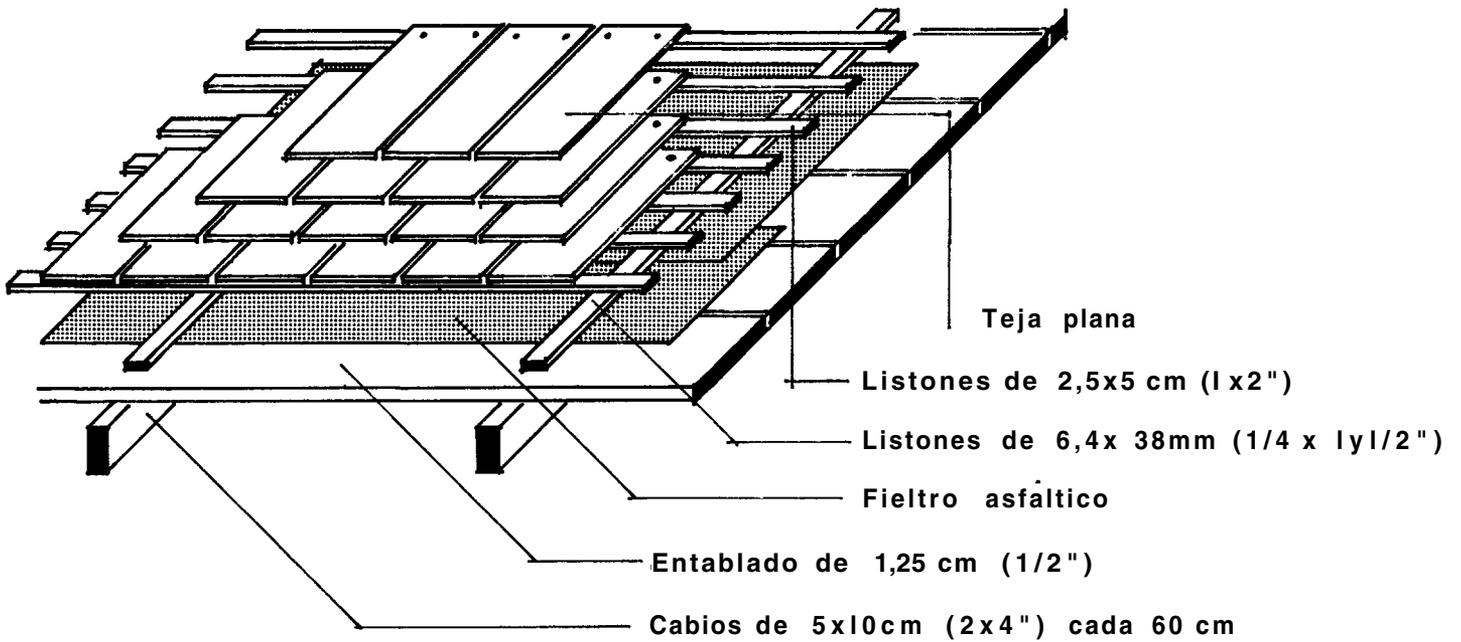


Fig. 84

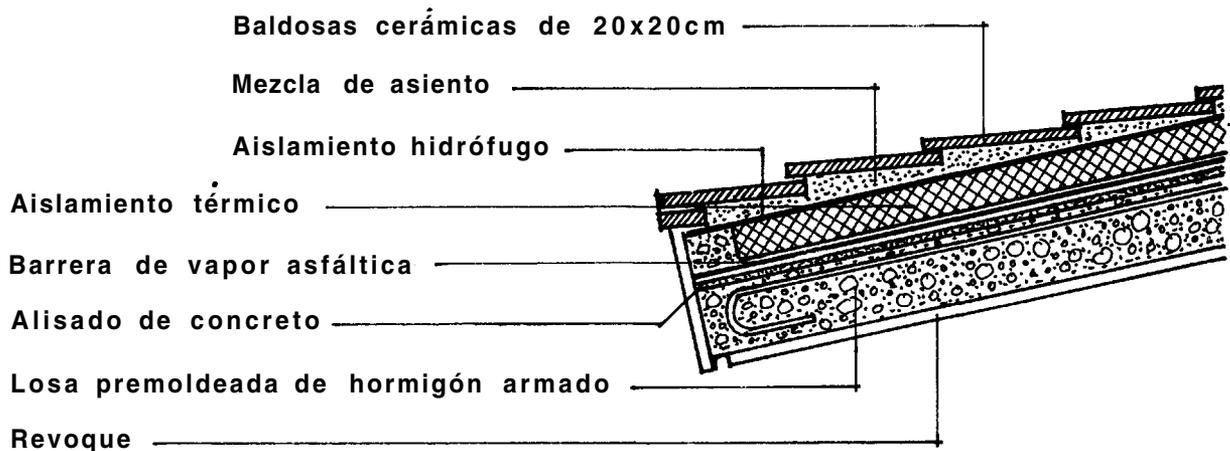
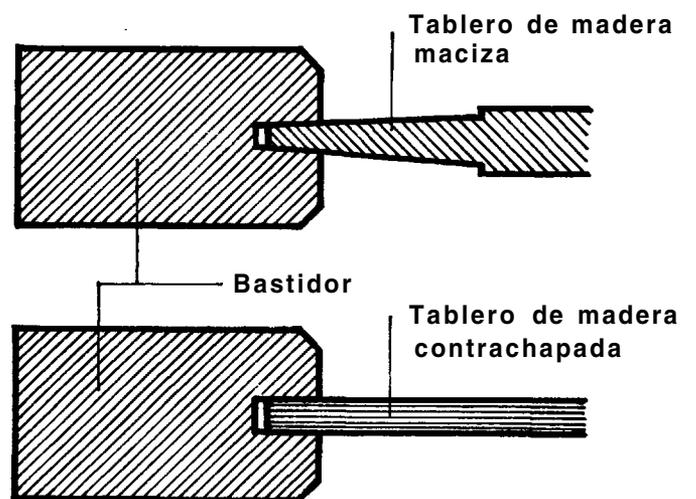
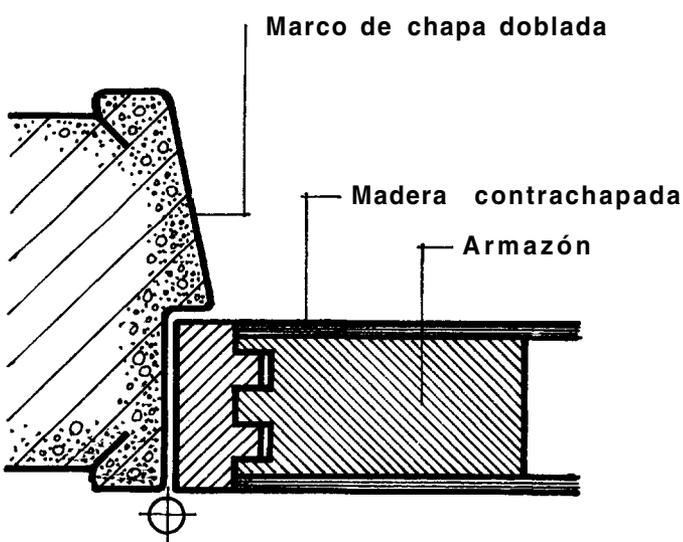
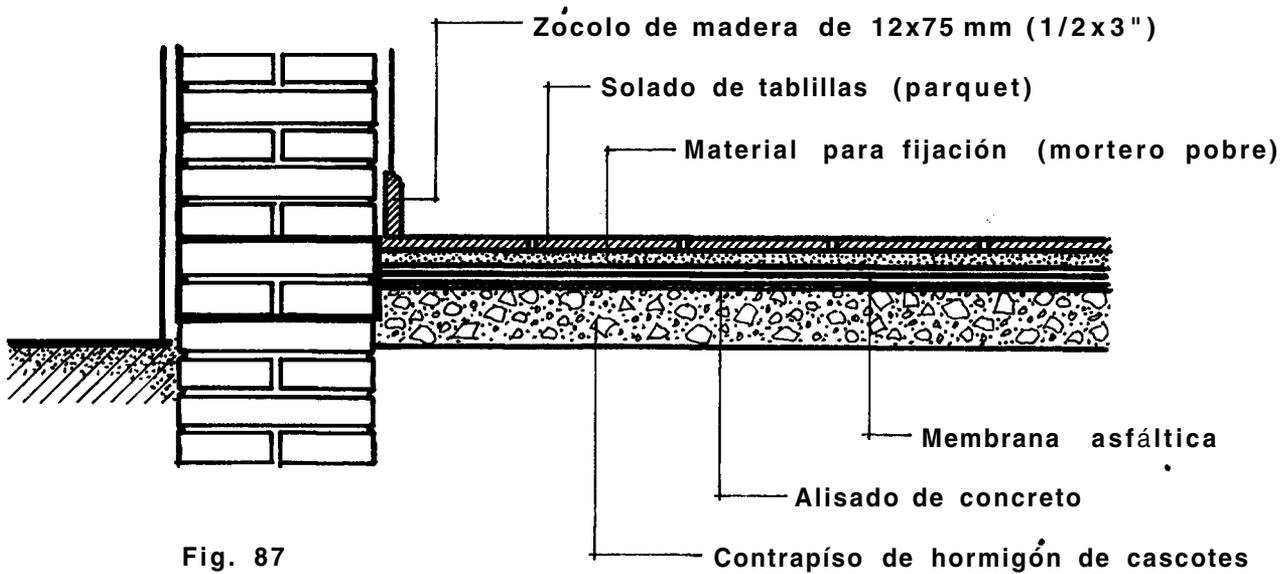
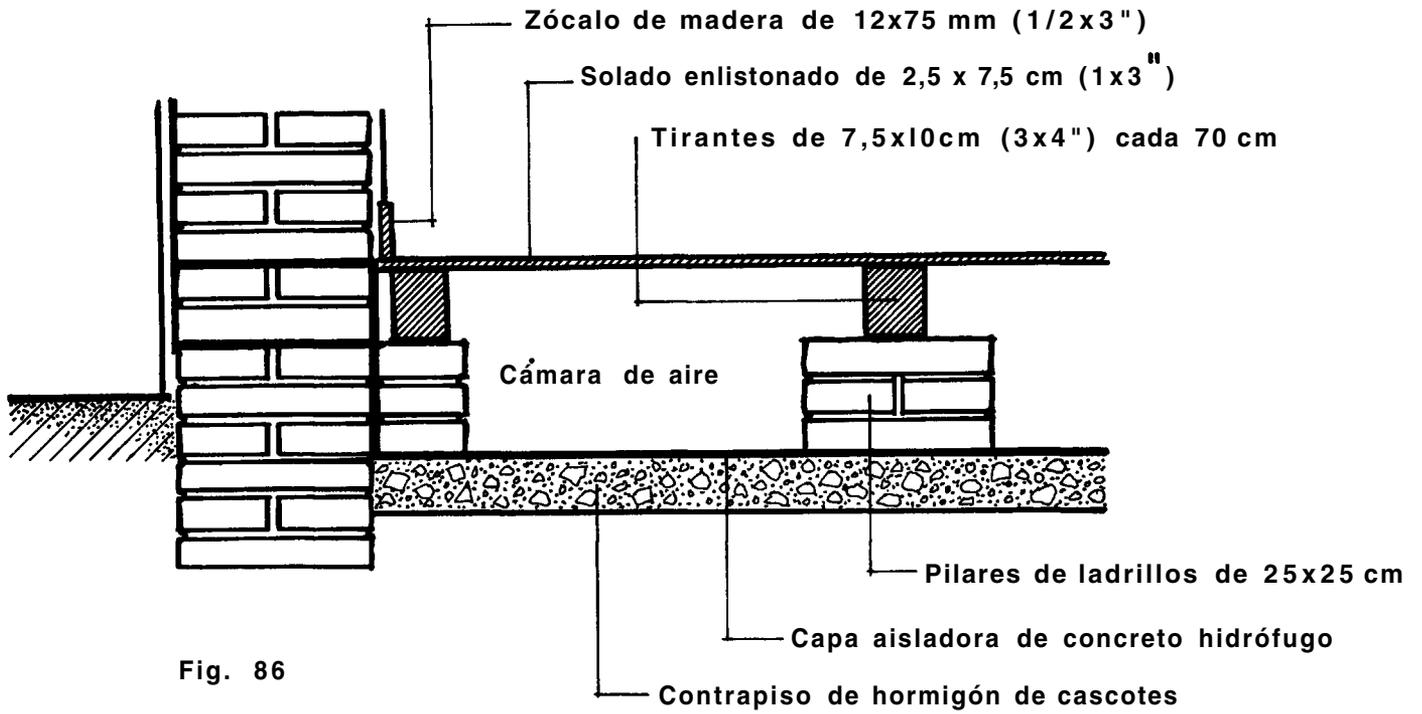


Fig. 85



fácil de comprobar con un termómetro, pero si se toca un solado de mosaicos, dará la impresión de ser más frío, porque como es un material buen conductor del calor, quita rápidamente el calor a la mano, lo que no ocurre con la madera.

A pesar de las ventajas de los mosaicos, sobre todo en el aspecto higiénico y el menor tiempo que demanda su cuidado, pocas dueñas de casa lo desean en sus dormitorios. Sin embargo, el argumento de que es frío, sería una ventaja durante el verano, y para las pocas veces en invierno en que se pisaría sin zapatos, una alfombra colocada al pie de la cama solucionaría el problema.

Incidentalmente, la nueva tendencia de terminar la construcción de los solados de los dormitorios con una carpeta de concreto, dejándola preparada para luego colocar una alfombra de pared a pared, es muy acertada. Es ridículo gastar una considerable suma de dinero en la colocación de un solado de madera y luego cubrirlo con una alfombra.

La madera puede colocarse en diversas formas, pero las más usuales son las de enlistonado y las de tablillas, llamadas parqué.

El enlistonado se coloca sobre tirantes de madera, que en las plantas altas se apoyan directamente sobre los entresijos y en las plantas bajas sobre pilares de ladrillos, formando cámaras de aire (fig. 86).

La necesidad de usar maderas que sólo permiten obtener piezas cortas, y el interés de ahorrar la madera de los tirantes, ha hecho que en la actualidad sea más común el uso del parqué.

Como las tablillas del parqué se asientan directamente sobre el contrapiso de la planta baja, sin cámara de aire, es necesario colocar un aislamiento efectivo, formado por una membrana asfáltica y un alisado de concreto con hidrófugo, según se indica en la figura 87.

## PLÁSTICOS

Las baldosas de materiales plásticos dan buen resultado. Son agradables a la vista y fáciles de limpiar y mantener. Se colocan con un «mastic» especial sobre una carpeta de concreto.

## LAJAS DE PIEDRA U HORMIGÓN

Los patios de mosaicos, como lugares de estar al exterior, tienden a ser reemplazados por jardines. Las veredas de mosaicos con cordones de concreto, que circundaban toda la casa y marcaban, perfectamente rectos, los senderos, se reemplazan por césped, plantas florales y lajas de piedra u hormigón, colocadas de tal manera que su rusticidad las haga formar parte del jardín.

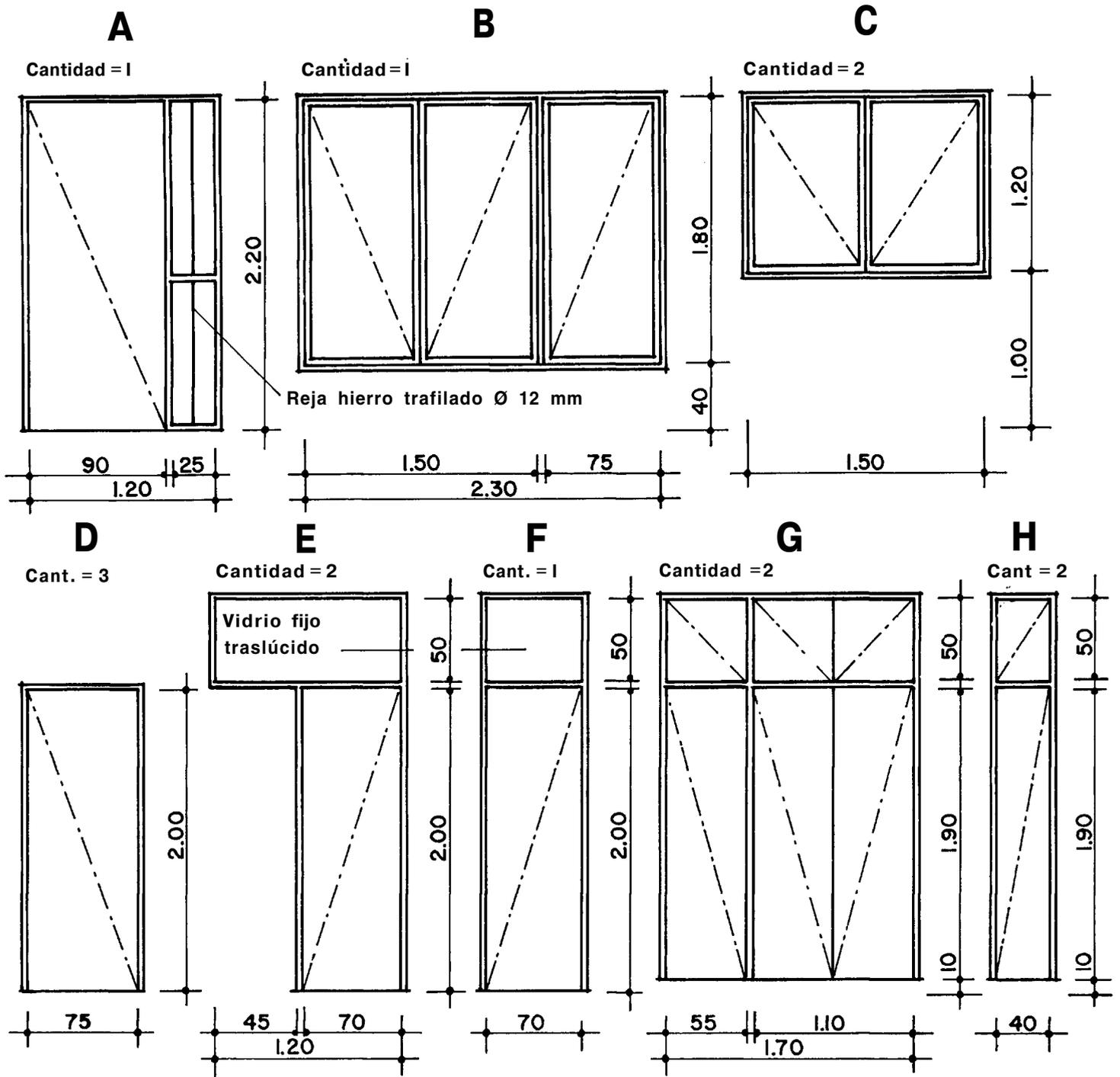
Las lajas de piedra pueden asentarse sobre un contrapiso de hormigón de cascotes o directamente sobre la tierra, con un poco de arena, para absorber las irregularidades, y fijarse con el césped. Las lajas de hormigón pueden construirse *in situ* de forma rectangular o cuadrada, pero nunca irregulares, tratando de imitar a las piedras naturales. No hace falta darles una terminación perfecta, que demandaría innecesariamente mayor trabajo. Tampoco deben colorearse, pues no hay razón para ello.

# Carpintería y herrería

Unificar los tipos de puertas y ventanas significa hacer economías. Esto quiere decir que cuando varias aberturas sean parecidas, debe tratarse de diseñarlas iguales y no diferenciarlas en pocos centímetros o en pequeños detalles. Seguramente, dedicando mayor tiempo a su estudio, se logrará reducir el número de tipos.

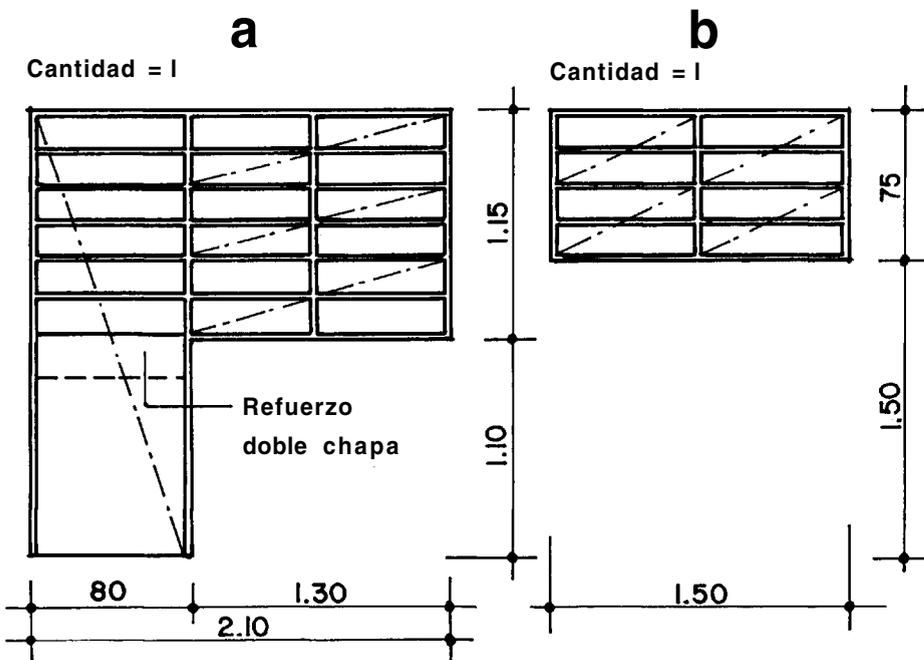
## MATERIALES UTILIZADOS

La madera se usa, con exclusión casi total de los restantes materiales, en los cerramientos interiores. En los exteriores, especialmente en las ventanas, la tendencia es la de reemplazarla por el hierro o el aluminio. Si bien éstos resultan más caros en la generalidad de los casos, con ellos se obtienen cerramientos



**TIPOS DE CARPINTERIA**

Las diagonales indican hojas de abrir



**TIPOS DE HERRERIA**

Fig. 91

más eficientes y, por su mayor resistencia mecánica, permiten construir marcos y bastidores de hojas de menores dimensiones, que ocupan menor proporción de vano. Es decir, que se puede obtener mayor superficie de ventilación e iluminación, con las mismas dimensiones de vanos.

Otro inconveniente de la madera es la putrefacción, en tanto que el hierro puede oxidarse. La decisión por uno u otro material debe ser estudiada en cada caso.

Se llama *carpintería metálica* a las aberturas construidas con perfiles especiales de doble contacto, y *herrería común* a las formadas con perfiles simples como los denominados T y L complementados con planchuelas y chapas.

Los perfiles de doble contacto están diseñados con el fin de lograr mayor hermeticidad, rigidez y también dar mejor aspecto a los cerramientos. Como complemento a los perfiles, y a veces en su reemplazo, se usan chapas de acero dobladas.

El aluminio está adquiriendo amplia difusión en la construcción de cerramientos. Sus ventajas fundamentales radican en su reducido peso y en su resistencia a la intemperie, que hace innecesarias las pinturas protectoras.

Hay diversos tipos de vidrios y complejos de vidrios que permiten solucionar la mayor parte de los problemas que plantea la posibilidad de visión y paso de la luz a través de los cerramientos. Para permitir la visión se usan los vidrios dobles, triples o gruesos, según sea el tamaño del paño a cubrir y el grado de resistencia necesaria en el cierre. Si la visión debe ser perfecta, han de usarse los vidrios de escaparate, llamados corrientemente «cristales». En los casos en que se necesite el paso de la luz pero no la visión, se usan los vidrios traslúcidos.

Para aumentar la seguridad contra la rotura, se dispone de vidrios armados con mallas de acero y vidrios templados o endurecidos.

## PUERTAS

En las puertas interiores, los marcos a cajón se están reemplazando por marcos de chapa doblada, con los contramarcos unificados (fig. 88).

La tendencia a la eliminación de las molduras ha llevado al desarrollo de las puertas placas, que se construyen con láminas de madera contrachapada, encoladas a un armazón interno que las hace rígidas (fig. 88). Las superficies pueden prepararse para lustrar o para pintar.

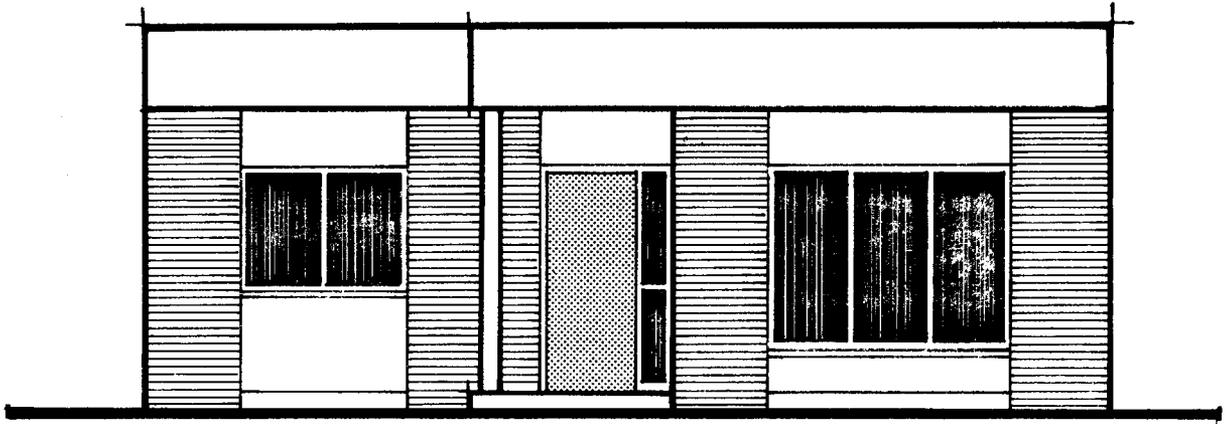
En las puertas a tableros y bastidor, un armazón de largueros y travesaños, vinculados entre sí, dan consistencia a la hoja. Los tableros pueden ser de madera maciza o contrachapada (fig. 89). En estas últimas el ahorro de maderas es considerable, por lo que resultan más baratas.

En la figura 90 se incluye una planta en la que se han indicado los tipos de carpintería con letras mayúsculas y la herrería con letras minúsculas, además de las manos de abrir de las hojas. En la figura 91 se ha diseñado cada tipo de abertura con sus correspondientes dimensiones.

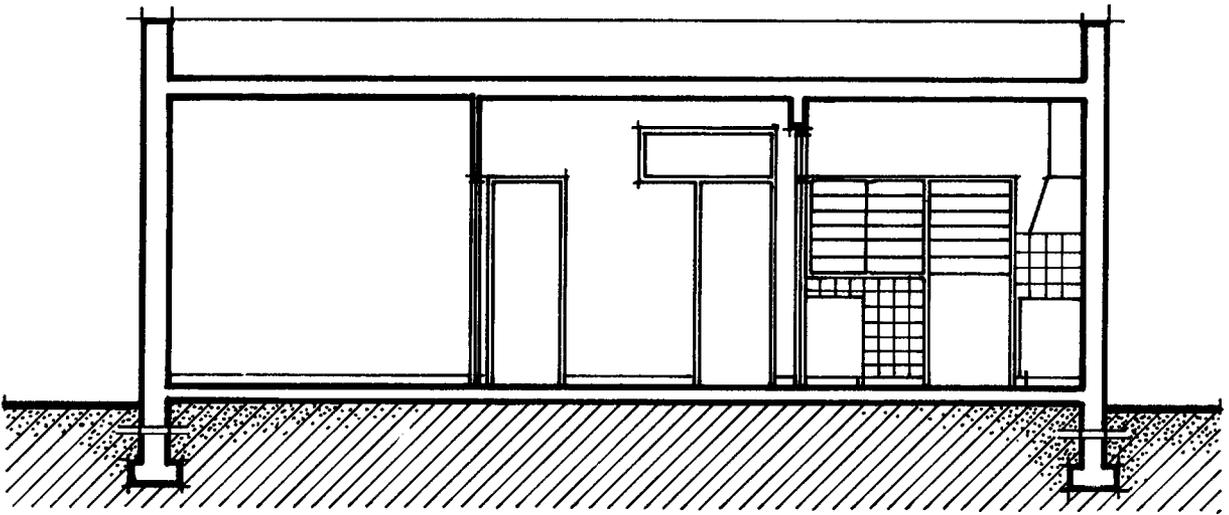
Con respecto a la mano de abrir de las puertas existen convenciones contradictorias. La más usada indica que en las puertas que abren «a la derecha» el giro se efectúa en el sentido directo y en las que abren «a la izquierda», en sentido contrario (fig. 92).

## VENTANAS

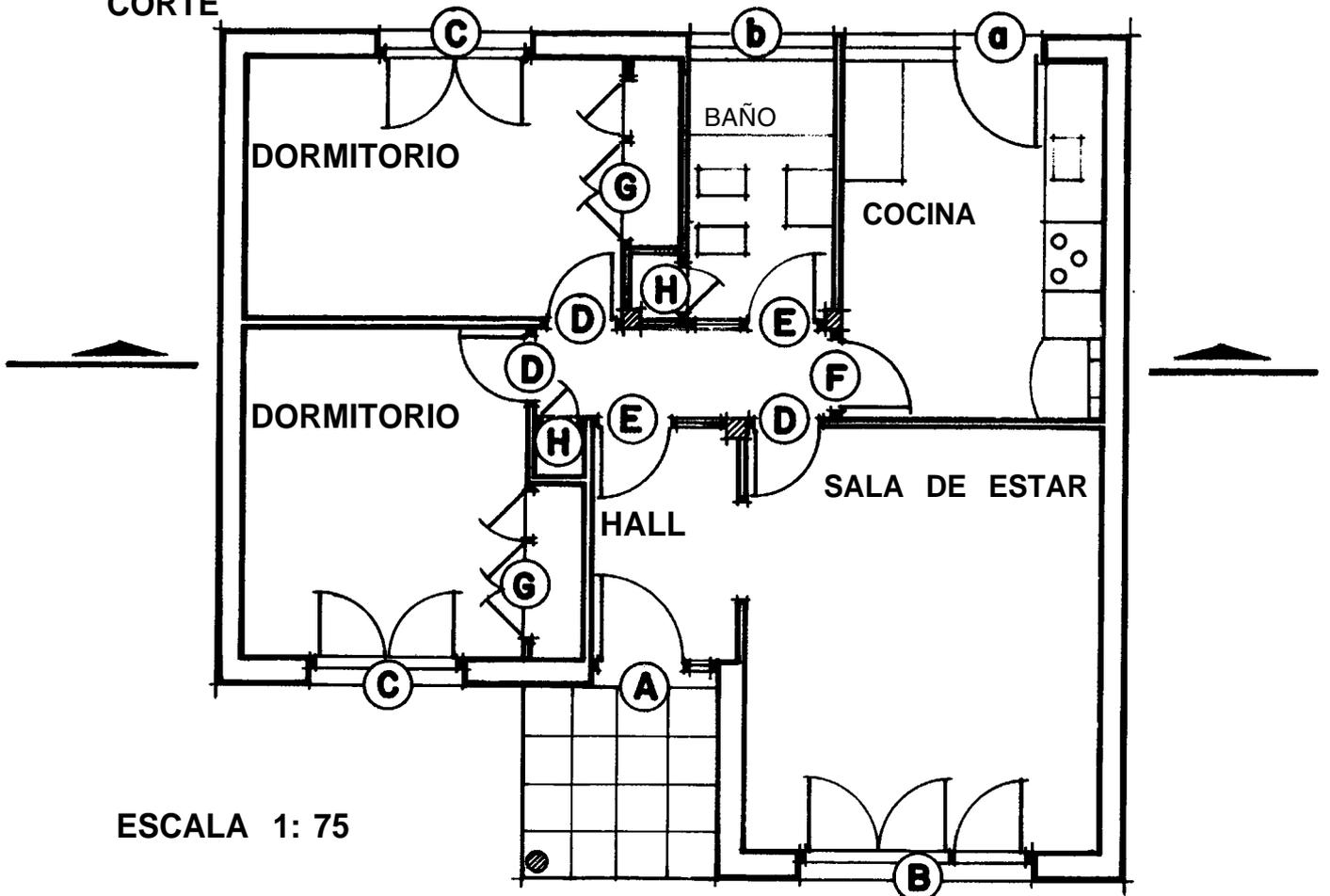
Los grandes ventanales constituyen una de las características más notables de la arquitectura contemporánea. A menudo se ven viviendas en las que toda una pared ha sido reemplazada por un ventanal, pero estas soluciones escapan de las posibilidades de las casas económicas. Probablemente, por las generosas dimensiones del terreno, esos ventanales estarán bien orientados y tendrán vista al mar, a las montañas o, por lo menos, a un parque. No a la calle. Lo que interesa es la vista desde la casa hacia el exterior, pero no la vista desde la calle hacia los interiores. Además, seguramente esos ventanales tendrán dos



FRENTE



CORTE



ESCALA 1: 75

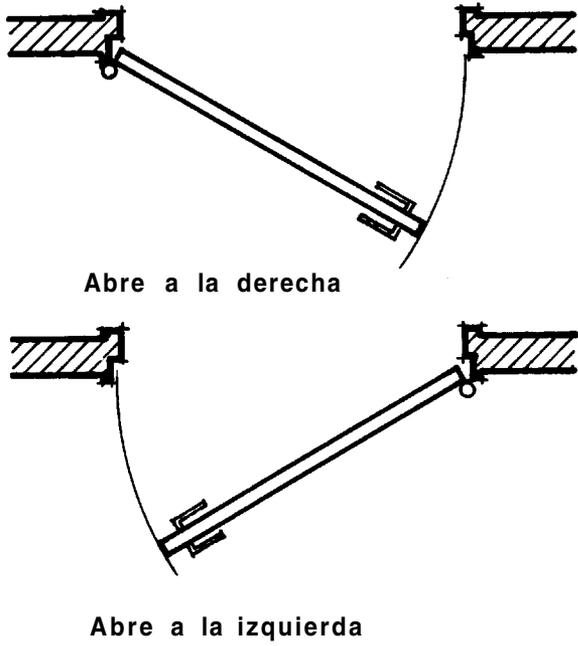


Fig. 92

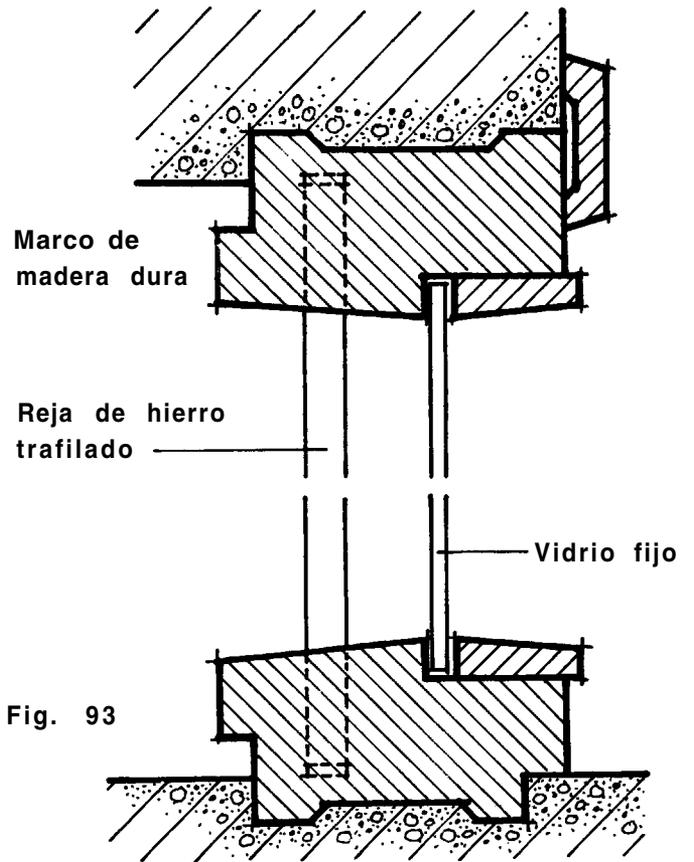


Fig. 93

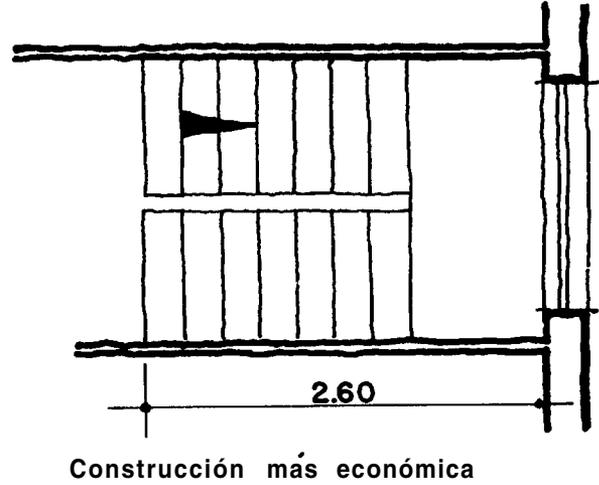
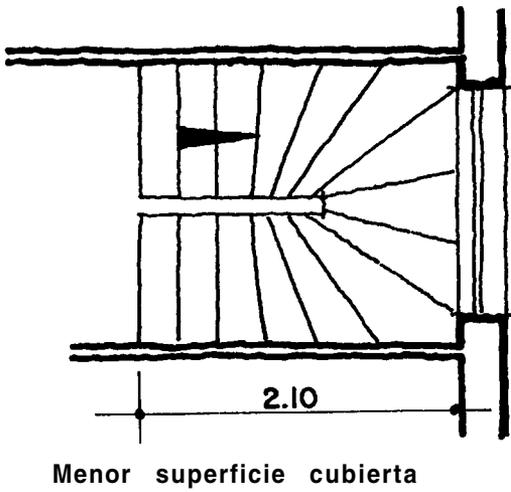


Fig. 94

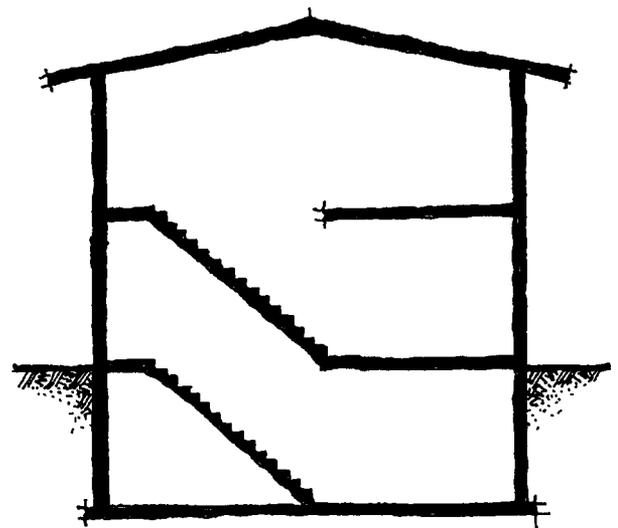
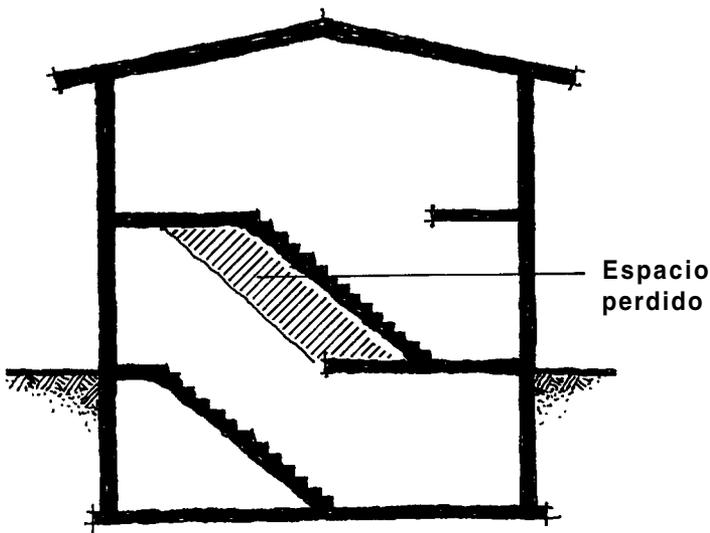


Fig. 95

vidrios separados por un espacio cerrado herméticamente, del que se ha extraído el aire, para aumentar su poder de aislamiento y evitar la condensación de la humedad interior.

Algunos propietarios creen que hacer un gran ventanal significa economía porque se ahorra en la mampostería y revoques, pero esta idea se desmorona al comparar precios. La primera sorpresa se produce cuando el contratista, con muy buen criterio, le cobra «vacíos» por «lentos», es decir, que no le descuenta nada los ítems que él pensaba ahorrar, considerando que el trabajo de parar y nivelar los marcos, recuadrar las mochetas, dinteles, alféizar, etcétera, compensa una cosa por la otra.

Las ventanas representan un gasto considerable y es muy difícil reducirlo. A veces, pueden separarse sus dos funciones principales —luz y ventilación— aumentando las proporciones de los vidrios fijos. Es conocido el hecho de que una vez que cierto porcentaje de la ventana esté abierto, no se consigue mucho mayor ventilación abriendo el resto. Los vidrios fijos son más baratos que las hojas de abrir, no requieren herrajes ni tejidos mosquiteros y necesitan menos material.

Las hojas se pueden abrir hacia adentro o hacia afuera. Su elección depende de varios factores. Las hojas que se mueven hacia afuera tienen la ventaja de no barrer el espacio del local, no entorpecer la colocación de las cortinas internas de tela o tablillas y facilitar la hermeticidad al agua de lluvia. En cambio, no pueden usarse cuando el vano debe estar provisto de reja de seguridad, postigos o persianas de enrollar.

Las hojas corredizas se desplazan horizontalmente en su mismo plano. Pueden quedar a la vista u ocultas en cavidades practicadas en los muros. En el primer caso, el vano se abre sólo en un 50 %, porque las hojas quedan superpuestas.

Las hojas a guillotina se desplazan verticalmente. También el vano sólo puede abrirse el 50 %. Tienen la ventaja de ser compatibles con cualquier tipo de dispositivo para seguridad u oscurecimiento y también con los cortinados de tela.

Además de los descritos, existe una gran variedad de sistemas de abrir las hojas, tales como las banderolas, a balancín, pivotantes, etcétera, pero que por lo común se emplean en los locales secundarios.

## **DISPOSITIVOS PARA OSCURECIMIENTO Y SEGURIDAD**

Con frecuencia estas necesidades se presentan simultáneamente en el mismo cerramiento y es posible satisfacerlas con un dispositivo que cumpla con ambas funciones, pero otras veces hace falta uno para cada función.

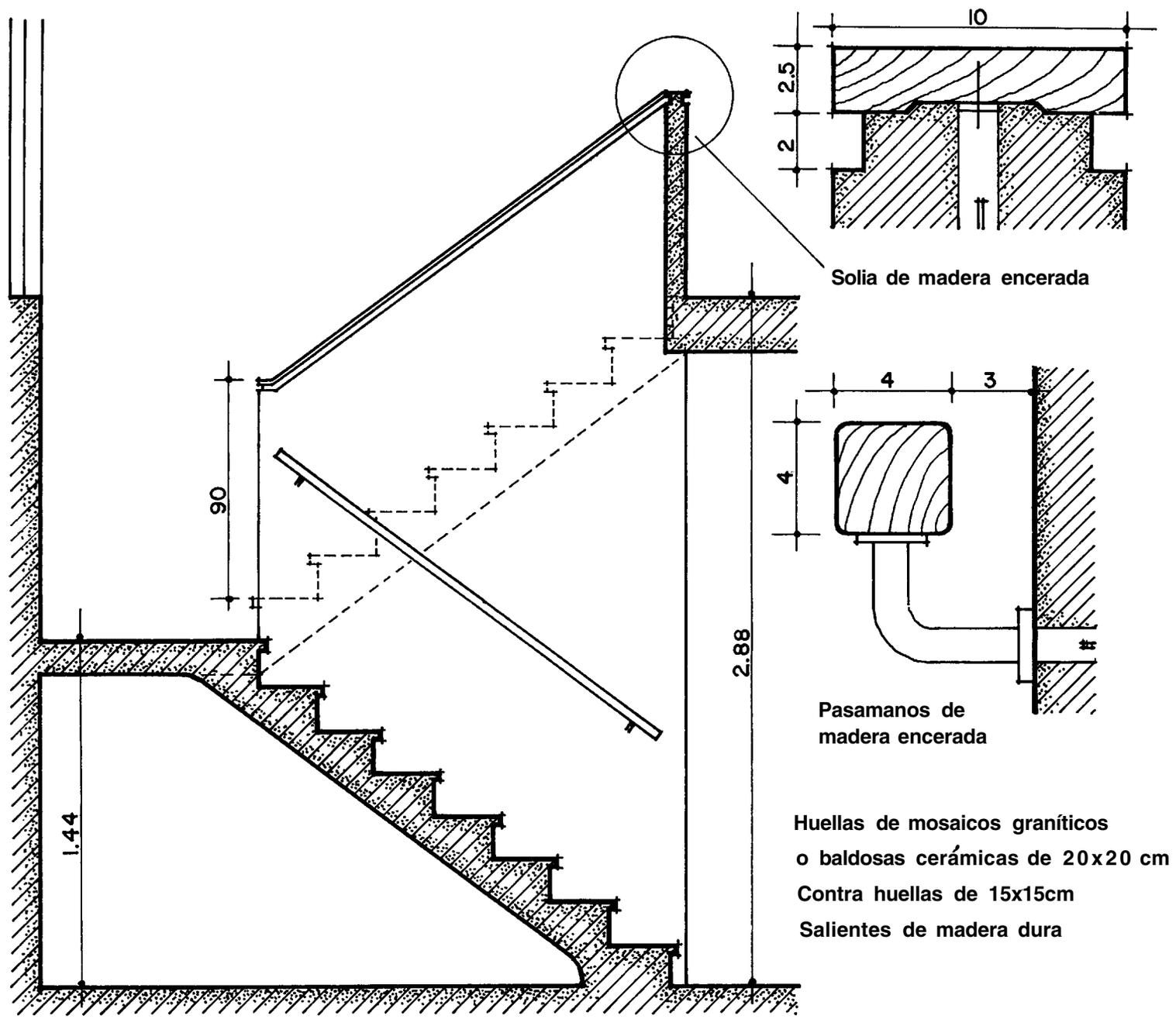
Las rejas más económicas están formadas por simples barrotos de hierro trafilado con los extremos embutidos en el marco de madera dura (fig. 93). Cuando las hojas no abren hacia adentro o cuando los vidrios son fijos, estas varillas pueden colocarse en el lado interior de la ventana. Pintadas con esmalte sintético color gris celeste claro, darán la impresión de ser más delgadas y se acusarán menos a la vista. Debe dejarse un espacio suficiente entre las varillas y el vidrio, para la limpieza y eventual repintado.

El cerramiento con postigos exige un ancho suficiente de paños entre ventanas para que no se obstaculicen entre sí al abrirse. De lo contrario, se deberá adoptar la solución de superponer dos hojas en el espacio de una. Téngase en cuenta que los postigos no se pueden maniobrar desde el interior, cuando los mosquiteros se disponen en forma fija.

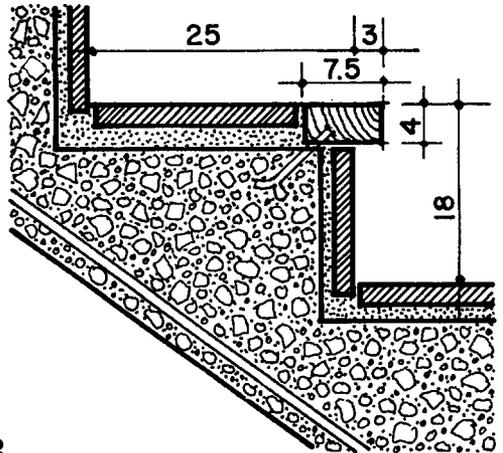
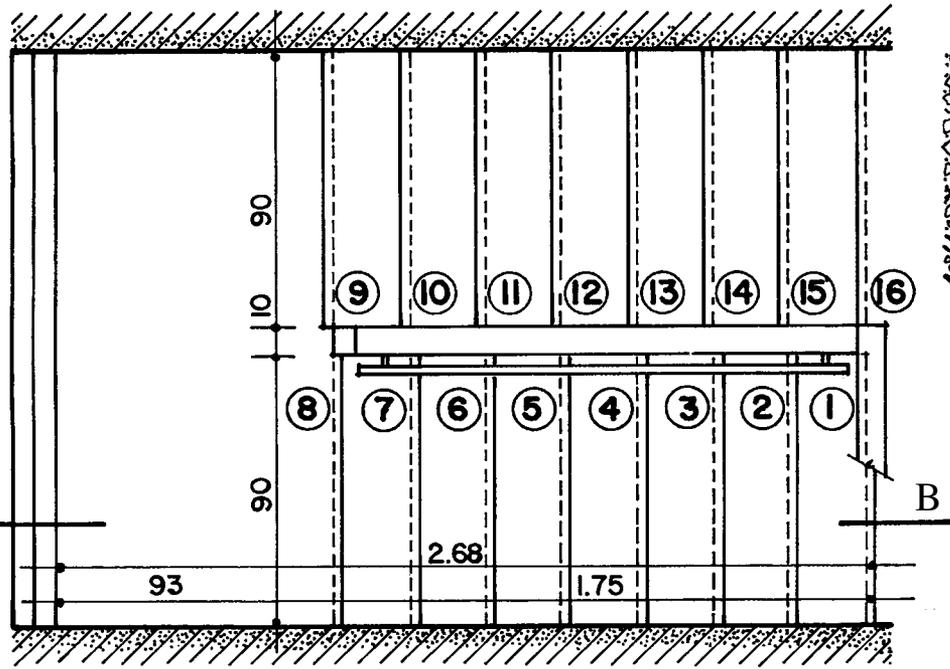
Las persianas de enrollar tienen gran aceptación por su fácil manejo desde el interior y por la posibilidad de regular el cerramiento, a pesar de su mayor costo y las complicaciones que significa la construcción de los tapa rollos.

## **HERRAJES**

El costo de la carpintería depende en gran parte del de los herrajes. Es común colocar cerraduras en puertas que no la necesitan, como ocurre con las cocinas y los cuartos de baño. En estos últimos, sólo es necesario un cerrojo interior.



CORTE AB



ESCALA 1:25

Fig. 96

## Escaleras

Aparte de la economía en el planeamiento, buscada por su ubicación dentro de la planta, el bajo costo aquí también se logra por la simplicidad en la construcción.

Los abanicos de compensación en las curvas ahorran espacio en el desarrollo de las escaleras, pero su construcción es de mayor precio que el de los descansos rectangulares y los tramos rectos (fig. 94). En cada caso debe estudiarse la diferencia en el costo entre el abanico y el aumento de la superficie cubierta.

Cuando se construye un sótano, conviene ubicar su escalera debajo de la que conduce a la planta alta. De esta manera se ahorra el cubaje del prisma que de otra manera se produciría (fig. 95).

Se puede construir una escalera de tramos rectos muy económica, con baldosas cerámicas o mosaicos graníticos de dimensiones comunes y salientes de madera dura (fig. 96). Otra forma de ahorrar en la construcción de una escalera es la de suprimir las zancas, zócalos y contra huellas. En la figura 97 se representa el detalle de una escalera diseñada de acuerdo con este criterio.

## Pintura

Hace unos años, el promedio de las personas vivía en una casa blanca, vestía un traje gris y conducía un coche negro. Hoy el color constituye un medio de expresar individualidad y no se teme en hacer combinaciones audaces de colores. Como prácticamente todos los colores cuestan lo mismo, en este sentido no hay economías posibles. Se dispone de toda la infinita gama de colores para usarla a gusto y sin restricciones.

La primera pintura de una casa dura poco tiempo, por lo que no es conveniente gastar mucho dinero en ella. La humedad de la mampostería y revoques absorbe los colores. En la mudanza y cambio de lugar de los muebles se golpean las paredes y es probable que aparezcan algunas fisuras o grietas que arreglar y otros remiendos que hacer. Lo mejor será esperar un tiempo, hasta que el amueblamiento se complete, la construcción se halle asentada y se ejecuten todos los arreglos necesarios, para aplicar la pintura más definitiva.

La pintura al agua es de uso corriente porque resulta económica, fácil de aplicar con rodillo y de agradables tonos mate. La pintura al aceite no es conveniente para las paredes porque requiere un enduido previo y su impermeabilidad no deja secar los muros, además de condensar la humedad del ambiente.

Cuando el color o el veteado de la madera es agradable, será mejor conservarlo sin pintura, aplicándole unas manos de cera líquida para pisos o barniz mate. En los interiores deben evitarse los barnices brillantes.

Nuevamente insistimos en que no se piense en imitaciones, guardas, recuadros o adornos hechos con pintura.

## Calefacción

Desgraciadamente, la calefacción central, con radiadores o losas radiantes, y los sistemas de aire acondicionado, están fuera de las posibilidades de los presupuestos de las viviendas económicas. Estas industrias, hasta ahora, han concentrado su atención a la fabricación de equipos para grandes edificios, despreciando el mercado de la vivienda individual. En tal sentido, sólo se han concretado a reducir las dimensiones de los equipos, para adaptarlos a las medidas y necesidades de las viviendas pequeñas, pero si bien ésta es una solución aceptable desde el punto de vista técnico, significa un fracaso en cuanto a la faz financiera.



## ESTUFAS PORTÁTILES

Funcionan a kerosene, gas de garrafa o electricidad. Teóricamente representan, sin duda alguna, el medio de calefacción más económico. No tienen gastos de instalación, se encienden sólo en el momento y en el lugar en que hacen falta, su acción es rápida y su rendimiento elevado, porque se aprovecha todo el calor que producen. Además, en el verano pueden guardarse para que no molesten. Como gran inconveniente, las estufas de llama no son higiénicas porque los gases de la combustión permanecen en el local, viciando el aire.

## ESTUFAS FIJAS

Funcionan a gas o gasoil. Los gases de la combustión y el humo son expulsados al exterior por un conducto, de tal manera que no vacían el aire del ambiente.

Los adornos con formas de chimeneas de fuego abierto, pero que en su interior tienen unidades calefactoras que funcionan a gas, simulando leños encendidos, son aberraciones. Esto no significa que tal combustible no se pueda utilizar para calefaccionar ambientes, sino que debe hacerse honestamente, en artefactos diseñados para aprovechar sus ventajas, pero nunca tratando de disfrazarlos.

## CHIMENEAS

Su principal valor consiste en la belleza de los leños ardiendo y en la atmósfera de hogar que con ellas se crea. Desde el punto de vista económico, su adopción dependerá de la facilidad de conseguir leña en la zona.

Como el calor aprovechable proviene casi por completo de la combustión, y como parte de este calor se pierde al salir al exterior por el conducto, el rendimiento de las chimeneas es reducido. Además, como la combustión requiere gran cantidad de aire para elevar la temperatura, se producen corrientes frías, por infiltración a través de puertas y ventanas.

Para que una chimenea resulte una fuente lo más efectiva posible en la producción de calor, su construcción debe sujetarse a normas que la experiencia ha aceptado como correctas. En la figura 98 se han representado estas normas.

Las tres condiciones esenciales que debe satisfacer una chimenea son:

- a) Combustión perfecta.
- b) Máxima radiación del calor hacia el ambiente.
- c) Fácil evacuación de los gases y humo.

La combustión perfecta se obtiene por la relación adecuada entre el área de la boca del hogar y la sección del conducto. En general, la proporción debe ser de diez a uno, con el conducto nunca menor de 20 X 20 centímetros. Es aconsejable que la dimensión horizontal de la boca del hogar sea algo mayor que la vertical, con excepción de las chimeneas pequeñas, que pueden tener la abertura cuadrada.

El hogar debe construirse en forma trapezoidal, dando unos 70 grados de oblicuidad a las paredes laterales, con respecto al frente, para que el calor del fuego se refracte hacia el ambiente. El muro posterior del hogar debe inclinarse hacia adelante, a partir del tercio inferior.

Para obtener una adecuada evacuación de los gases y humo a través del conducto, es menester formar una garganta larga y estrecha sobre el dintel del hogar y una cámara de humo con estante para hollín. El área de la garganta debe ser algo mayor que la sección del conducto, con un ancho mínimo de 10 centímetros. Su longitud debe ser igual al ancho de la boca del hogar. Es muy importante formar esta garganta por lo menos 15 centímetros más arriba que el dintel del hogar. De lo contrario, el humo, en vez de fluir por el conducto, penetrará en la habitación. La garganta se construye con un registro metálico,

cuya abertura se pueda maniobrar con una palanca. Se abre por completo al encender el fuego y luego se gradúa, para acelerar o retardar la combustión, regulando el consumo del combustible. Además, este registro permite aislar el hogar del ambiente, cuando la chimenea no se usa.

La cámara de humo se construye en forma piramidal, con las paredes laterales inclinadas a 60 grados. Esta cámara constituye el enlace entre la garganta y el conducto, el cual se debe ubicar de tal modo que su eje corresponda al del hogar, para asegurar que el fuego se encienda uniformemente en toda la hornalla.

El estante para el hollín impide que en el caso de que algún residuo vuelva, penetre en el hogar, haciéndolo salir arrastrado por la corriente de los gases.

El conducto no necesita ser completamente vertical en toda su longitud, pero, desde luego, lo mejor será mantenerlo lo más recto posible. Puede aceptarse una inclinación de 60 grados, con la condición de que arranque en forma vertical y siga así un trecho no menor de 50 centímetros.

La terminación superior del conducto debe sobrepasar por lo menos un metro a la parte más alta del techo, para evitar que las corrientes del viento que se arremolinen sobre éste, puedan penetrar por el conducto.

En la figura 99 se incluye un ejemplo de una chimenea diseñada de acuerdo con estas normas.

Para lograr el máximo de rendimiento en cualquier fuente productora de calor, se debe tratar de ubicarla en un lugar central de la casa, con lo cual se consiguen ventajas en la distribución del calor y se disminuyen las pérdidas por radiación al exterior (fig. 100). Por otra parte, los conductores así construidos reducen el costo de la mano de obra y hacen ahorrar materiales. Esto parece ser muy simple y lógico, pero en muchos casos, se sacrifica su ubicación y se dispone en el muro de fachada, para especular con su valor como decoración.

## Electricidad

Es conveniente dividir el sistema eléctrico por lo menos en dos circuitos, de manera que si la corriente de uno se interrumpe, quedan encendidas las luces correspondientes al otro. Además, convendrá concentrar las tomas de corriente en un circuito separado del de la iluminación general, pues son los más expuestos a la producción de corto circuitos.

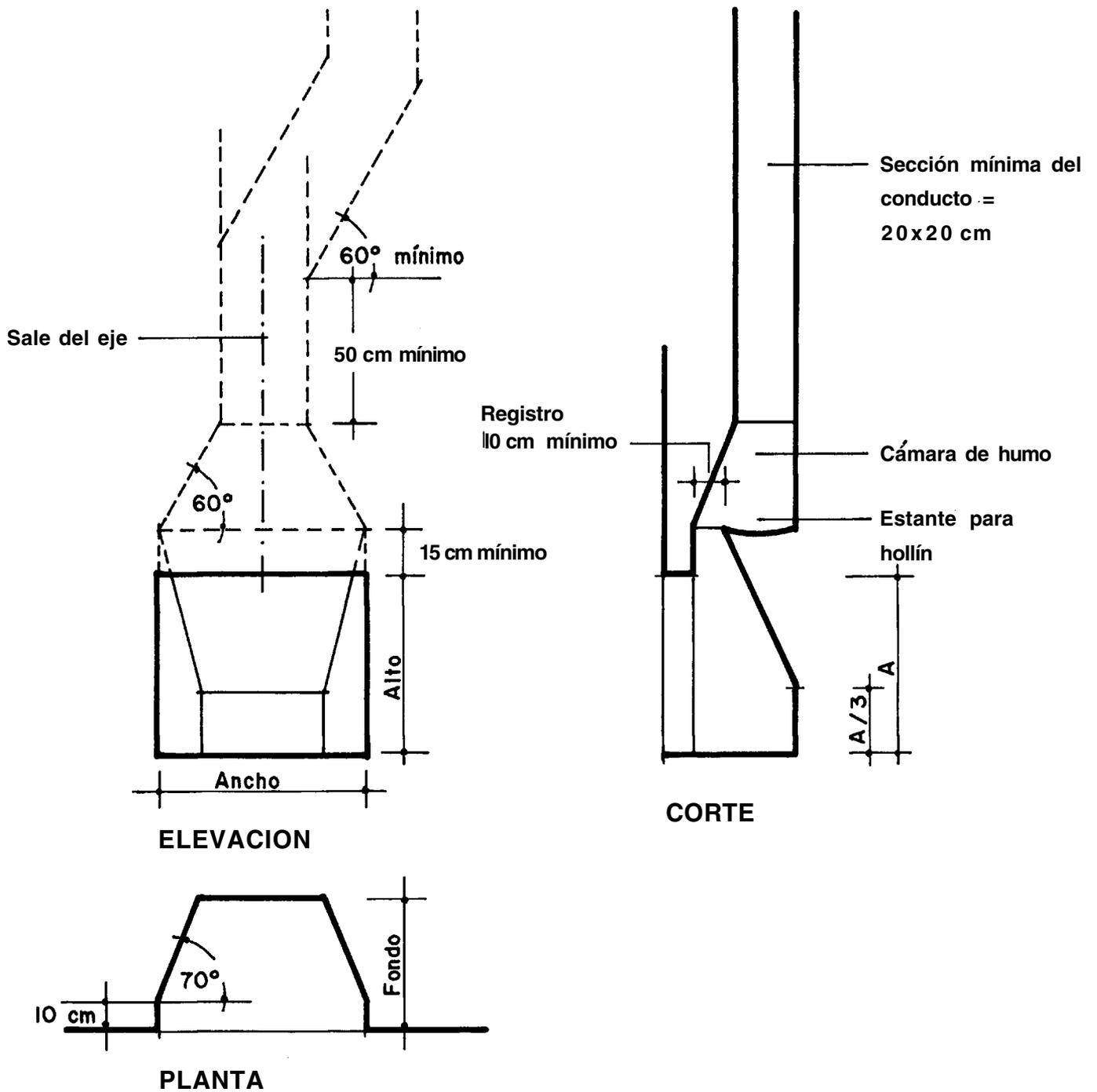
En los locales que tengan una sola puerta, será necesario colocar una llave de contacto ubicada próxima y sobre el lado de abrir de la misma, de tal manera que no quede oculta al abrirse la puerta. En los locales con dos puertas, las llaves de combinación representan una comodidad, pues permiten maniobrar desde ambas entradas el funcionamiento de las luces. Estos tipos de llaves son imprescindibles en los halls y en las escaleras.

Todas las llaves de contacto de la casa serán colocadas a la misma altura y a igual distancia de los marcos de las puertas. De esta manera, al entrar en cualquier habitación, la costumbre hará que se encuentren de inmediato, sin previos tanteos, en la oscuridad.

Las habitaciones estarán provistas de suficiente número de tomas de corriente. Habrá por lo menos uno cada tres metros lineales de muro no interrumpido por aberturas o probable ubicación de muebles. Es mejor tener demasiadas tomas de corriente que muy pocas, pues suele ocurrir que una vez terminada la casa y cuando se van a colocar las lámparas o conectar los artefactos domésticos, se hace necesario agregar cables que, por quedar a la vista, resultan antiestéticos.

Es muy importante que los cables eléctricos tengan suficiente sección para que no se sobrecarguen y recalienten en el caso de futuros agregados en la iluminación y equipo eléctrico.

Otra precaución importante es la de instalar las cañerías con algo de pendiente, para que no se acumule en ellas el agua de condensación que inevitablemente se produce. Por esta razón también debe evitarse el doblado vertical de caños en forma de U.



Hogar			Sección del conducto
Ancho	Alto	Fondo	
70	60	40	20 x 20
80	70	45	20 x 30
90	80	45	25 x 30
100	80	45	30 x 30

Fig. 98

Dimensiones en centímetros

## Agua caliente

La provisión continua e inmediata de agua caliente representa una comodidad que no debe omitirse. Es necesaria en el cuarto de baño, el toilette, la cocina y el lavadero.

Las canillas deben ser mezcladoras, para poder regular la temperatura del agua. Las canillas separadas, para agua fría y caliente, hacen necesario llenar el recipiente del artefacto, lo cual desvirtúa en gran parte la utilidad del agua a la temperatura adecuada y significa mucho mayor consumo de agua caliente.

Por lo común el agua se calienta mediante un calentador instantáneo llamado «calefón» que funciona a gas, o por un termotanque que puede funcionar a gas o a electricidad y que posee un termostato que interrumpe el calentamiento cuando la temperatura del agua alcanza un límite prefijado. Los calefones calientan la cantidad de agua necesaria, inmediatamente antes de su uso. Resultan efectivos cuando se los coloca próximos a las canillas que han de servir. Si el recorrido de las cañerías es largo, el agua pierde calor en el trayecto. Deben instalarse en la cocina o en el lavadero —no en el cuarto de baño— con ventilación a los cuatro vientos.

## Obras sanitarias

Para que las instalaciones domiciliarias ofrezcan el máximo de seguridad, se requiere el cumplimiento de tres condiciones fundamentales:

- 1.<sup>a</sup> Agua potable en abundancia.
- 2.<sup>a</sup> Alejamiento rápido de las deyecciones y aguas servidas.
- 3.<sup>a</sup> Imposibilidad de que los gases de las cañerías pasen a los ambientes habitables.

Los reglamentos especifican con todo detalle las dimensiones y materiales de estas instalaciones, de manera que el ahorro en este rubro corresponde más al planeamiento que a la técnica constructiva.

Cuando se buscan economías, deben estudiarse las costumbres de la familia con respecto a los baños, pues a menudo se incluye bañera, que es un artefacto caro y que conviene sólo para baños de inmersión, inútil cuando todos los mayores toman baños de ducha y para los niños se usan catres bañeras.

La ducha puede instalarse directamente sobre un rebajo de un centímetro en el piso de mosaicos.

Para obtener una reducción en el costo de las instalaciones sanitarias, es mejor disponer los cuartos de baño, la cocina, el lavadero y el toilette, adosados, superpuestos o muy próximos. Centralizar las instalaciones resulta, naturalmente, más barato que disponer cañerías extendidas por toda la casa.

La ubicación de los artefactos también influye en el costo de las instalaciones. El inodoro de la planta alta requiere un caño de descarga que debe bajar embutido en una pared de 30 centímetros de espesor (no medianera) o dentro de un placard. Esto no siempre es fácil de solucionar en la planta baja. También se le debe proveer de un caño de ventilación que atraviese el techo y salga a más de cuatro metros de cualquier abertura o del tanque de reserva del agua. En consecuencia, tiene que ser ubicado de tal forma que se eviten los recorridos horizontales, que por la pendiente necesaria en las cañerías, hacen aumentar el espesor de los contrapisos y el número de ramales y codos extras.

Para que la altura de la caja de la rejilla del piso del cuarto de baño de la planta alta no obligue a aumentar el espesor del contrapiso de toda la planta —un recurso oneroso— o elevar el nivel del piso del cuarto de baño —un recurso pésimo— es menester bajar la losa del entrepiso en correspondencia con el cuarto de baño. También aquí se puede construir una losa llena de menor espesor, si el resto del entrepiso se ejecuta con losas nervuradas. Otra solución consiste en disponer un sistema suspendido y armar un cielo raso independiente en la planta baja, siempre que el destino de los locales permita reducir la altura.

Hasta no hace mucho tiempo, en los cuartos de baño se colocaban mosaicos de 15 X 15 centímetros, para facilitar la ejecución de las pendientes de escurrimiento del agua hacia la rejilla del piso, que se ubicaba en el centro del local. Como el agua no corre por sí sola con tan poca pendiente, ahora los pisos se construyen a nivel, con mosaicos más grandes y con la rejilla de piso ubicada en un rincón. Así queda mejor y se facilita la colocación del revestimiento de azulejos y la nivelación de los artefactos.

En las casas económicas no conviene colocar artefactos o azulejos de color, porque sus precios son más elevados que los de los blancos. Esto no constituye ningún inconveniente, puesto que si se desean colores intensos en este local, se puede disponer de los muros, cielo rasos y carpintería para realizar todas las combinaciones cromáticas que se deseen, en forma más barata.

Aunque el lote de terreno no cuente todavía con los servicios de desagües cloacales, es conveniente ejecutar las instalaciones de acuerdo con los reglamentos y hacerlos aprobar por la repartición que corresponda. En este caso, el pozo absorbente se ubicará en el jardín del frente y se dispondrá una cámara de enlace para la futura conexión con la red externa.

Para que las paredes del pozo no se impermeabilicen, es necesario anteponerle una cámara séptica, que tiene la finalidad de separar y transformar las materias sólidas contenidas en los desagües cloacales, mediante un proceso biológico (fig. 101).

Para producir las condiciones favorables al desarrollo de las bacterias anaerobias, necesarias en tal proceso, el líquido no debe estar en contacto con el aire y debe permanecer en el mayor reposo posible. Además, conviene que su altura, dentro de la cámara, sea de 1,20 metros, cualquiera que sean las otras dos dimensiones. Así el líquido se decanta, las materias sólidas pesadas se depositan en el fondo y las más livianas van hacia la superficie, formando una costra que impide la entrada del aire.

Producida la desintegración de las materias orgánicas, los elementos minerales disueltos son arrastrados por el agua de salida, quedando un barro en el fondo de la cámara, constituido en su mayor parte por materias nitrogenadas, que es necesario limpiar una vez al año.

Hay varios sistemas de cámaras sépticas que dan resultados satisfactorios. En la figura 102 se representa un esquema calculado para el uso de diez personas. Las aguas procedentes de las cocinas y lavaderos no deben verterse en la cámara, pues las grasas y jabones dificultan su normal funcionamiento. Estas aguas deben dirigirse al pozo absorbente, haciéndolas pasar por interceptores de grasas y jabones (fig. 103), los cuales deben limpiarse cada diez o quince días.

Entre los artefactos y la cañería principal deben colocarse piletas de patio con cierres hidráulicos (sifones) para evitar el escape de los gases a los ambientes, y que al mismo tiempo permitan el libre movimiento de estos gases dentro del sistema.

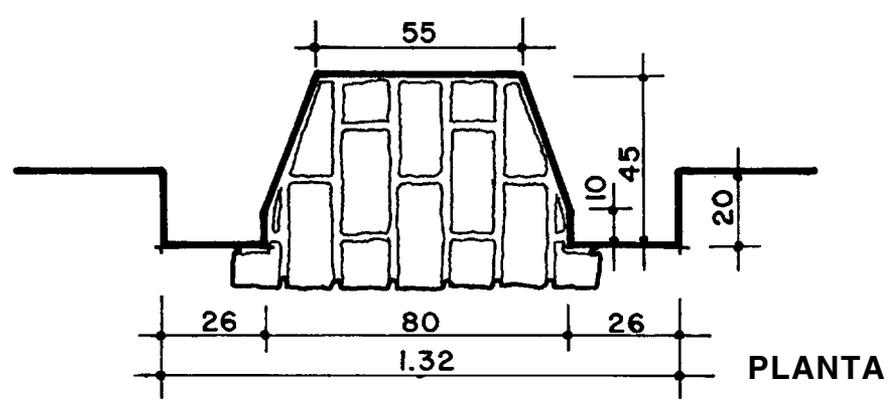
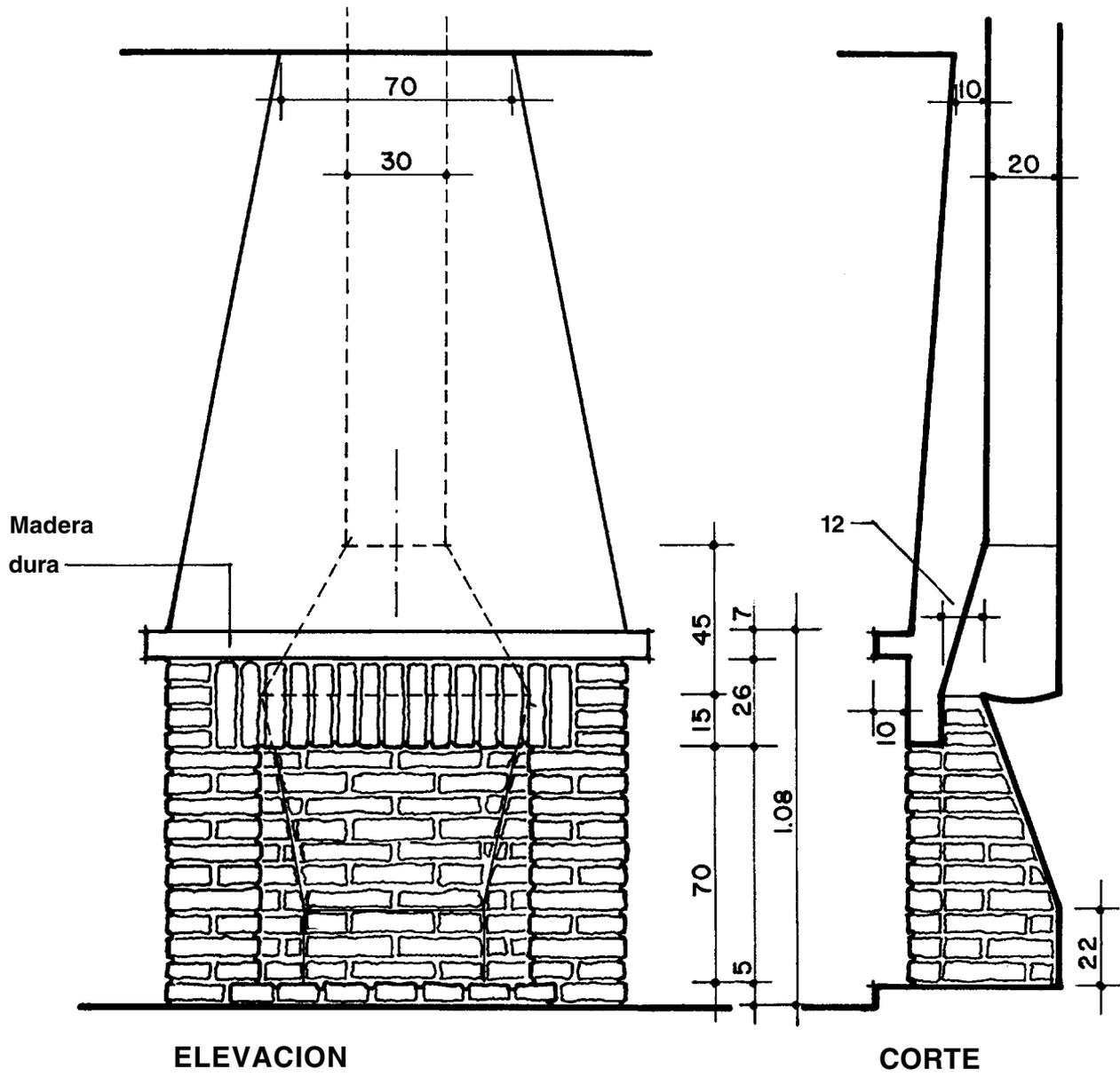
La altura del caño de ventilación del pozo absorbente (entrada de aire) debe ser menor que la que corresponde al inodoro más alejado (salida de aire) para que la circulación se produzca en contra de la pendiente del sistema.

Antes de iniciar el funcionamiento de la cámara séptica, es necesario llenarla con agua limpia y agregarle una lechada de cal aérea, para provocar la fermentación alcalina de las materias orgánicas. También se recomienda no desinfectar los inodoros con antisépticos, pues éstos destruirían las bacterias de la cámara.

Cuando por cualquier circunstancia no se construya cámara séptica, se deben hacer dos pozos, comunicados de la manera indicada en la figura 104.

## Proyectos típicos

Se tratan de esquemas, en base a los cuales se podrán efectuar las modificaciones necesarias, con el fin de adaptarlos a cada caso particular. El clima de la región, las dimensiones del lote, así como su orientación, topografía y relación con las construcciones vecinas, son algunos de los factores que intervendrán en las adaptaciones a las soluciones propuestas.



ESCALA 1:20

Fig. 99

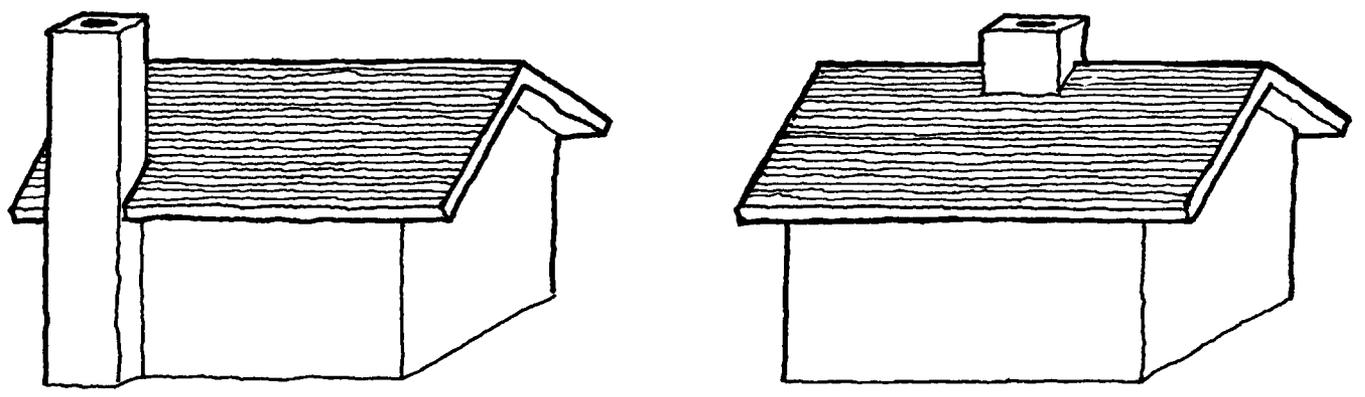


Fig. 100

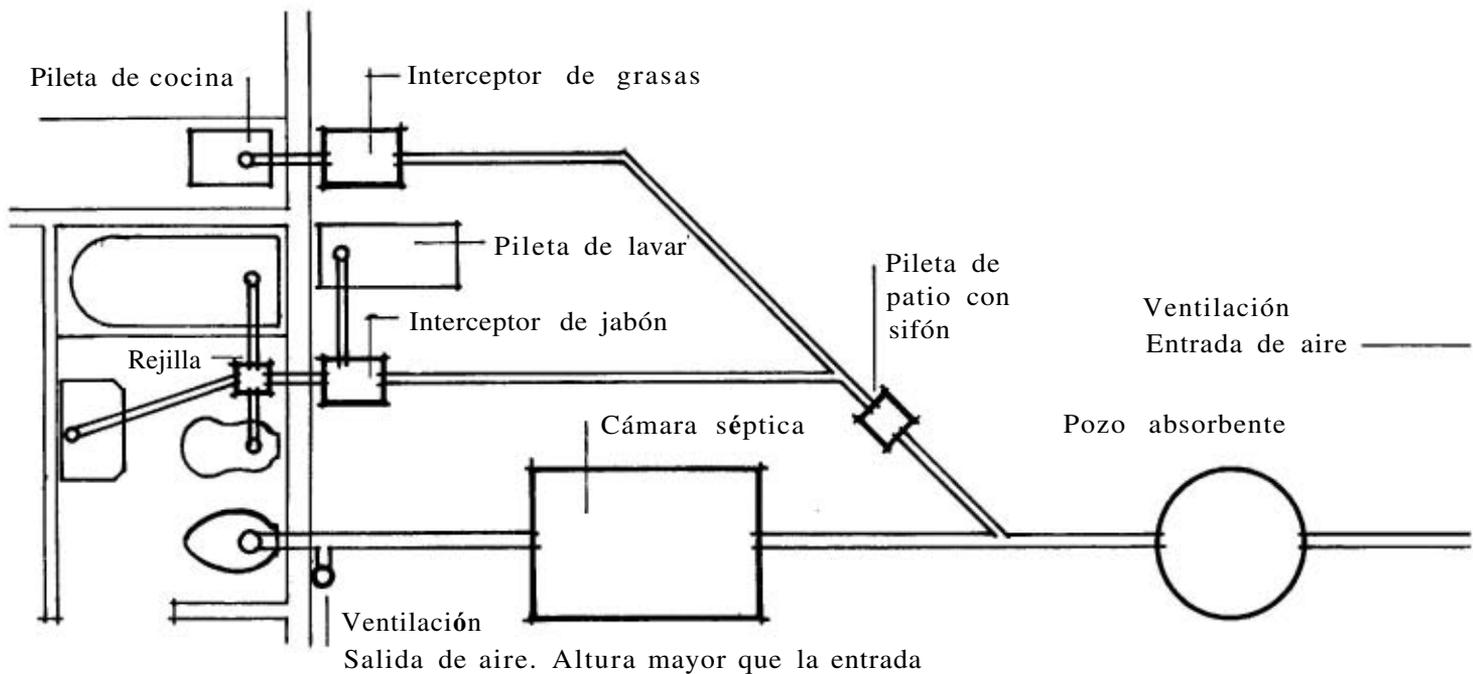


Fig. 101

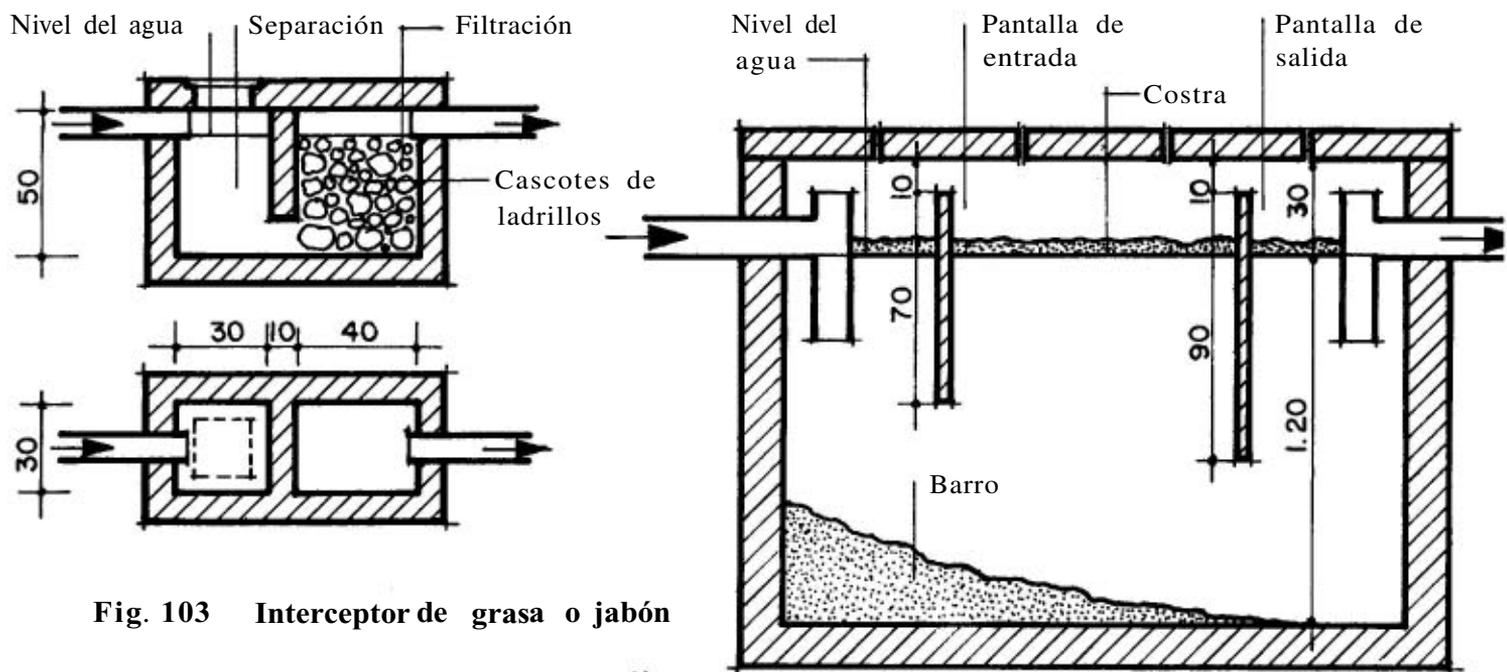


Fig. 103 Interceptor de grasa o jabón

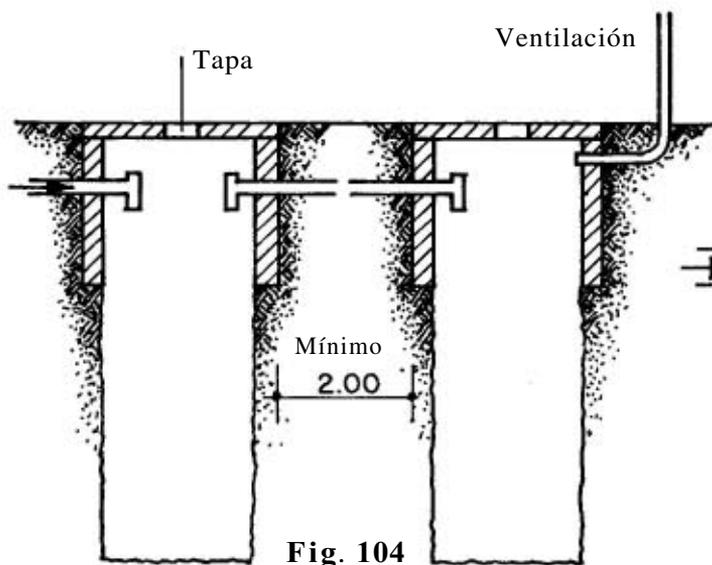


Fig. 104

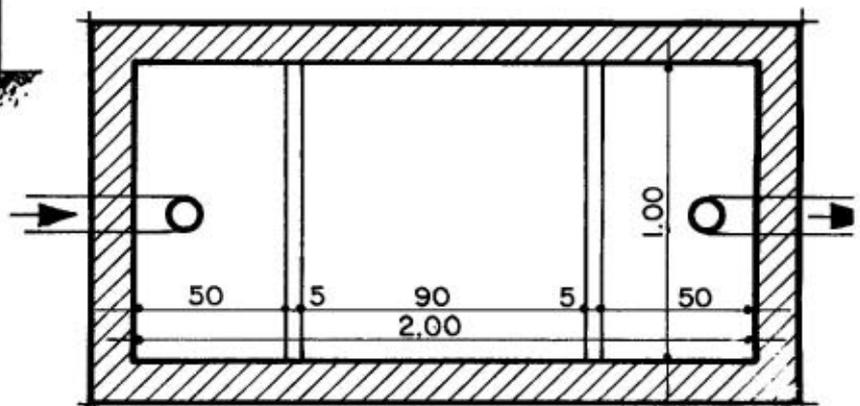


Fig. 102 Cámara séptica

Téngase en cuenta que las plantas pueden ser consideradas indistintamente por el anverso o reverso, para buscar la mejor orientación de la vivienda con respecto al asoleamiento, de manera que las habitaciones reciban la mayor cantidad posible de sol en las horas y épocas del año que convenga.

Las plantas de distribución y las elevaciones en geometral se han reproducido en escala 1 en 100 y los esquemas de las estructuras en escada 1 en 200, para facilitar su interpretación.

En todas las plantas se trató de suprimir las mochetas innecesarias y de unificar las puertas con las ventanas y las ventanas entre sí. En lo posible, se agruparon las cocinas, cuartos de baño y toilettes, buscando la economía en las instalaciones sanitarias. También se trató de disponer placards entre los cuartos de baño y los dormitorios o salas de estar, como barreras de absorción de los ruidos que producen los artefactos.

Para las estructuras se han adoptado un sistema mixto de mampostería de ladrillos y hormigón armado. Esto significa que se utilizan paredes de 30 centímetros de espesor y columnas de hormigón armado como soporte de las vigas y losas.

En casi todos los proyectos puede adoptarse el mismo sistema estructural, tanto si se construyen con techos horizontales como si se adoptan los techos inclinados.

Para los proyectos con techos inclinados, se ha previsto la construcción de losas de hormigón armado, en reemplazo de las estructuras comunes de madera. En caso de que se adopte este último sistema, las vigas de cumbrera, que pueden ser de madera u hormigón armado, al estar apoyadas sobre columnas o paredes de carga, no necesitarán las cabriadas convencionales de madera, que resultan muy caras. Si la cumbrera no coincide exactamente con el centro de la planta, no se tema en desplazarla, pues la pequeña diferencia en la pendiente del techo será imperceptible, por el efecto óptico de la perspectiva.

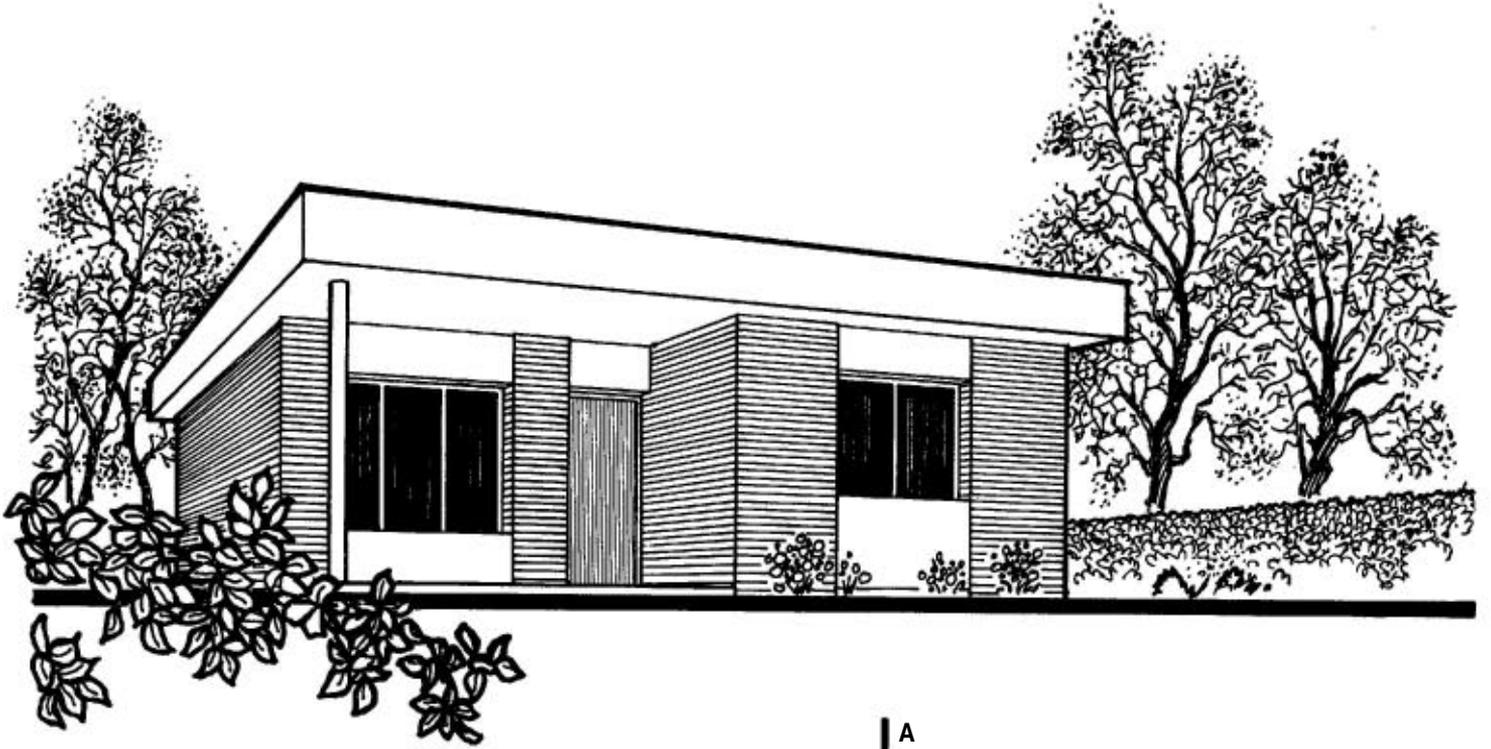
Las losas de los techos y entresijos pueden ser nervuradas, construidas con algún sistema de elementos premoldeados. En los esquemas de las estructuras se ha indicado el sentido de las cargas.

Las escaleras se proyectaron con tramos rectos, sin abanicos de compensación en los ángulos. Para el caso de que la altura de los locales deba ser aumentada, podrán agregarse escalones recurriendo a este procedimiento.

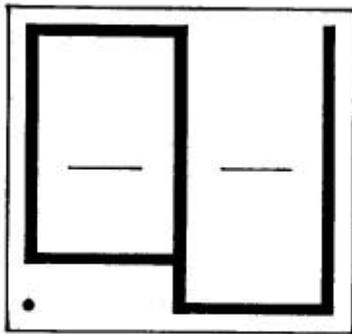
# **Proyectos típicos**

(ejemplos gráficos)

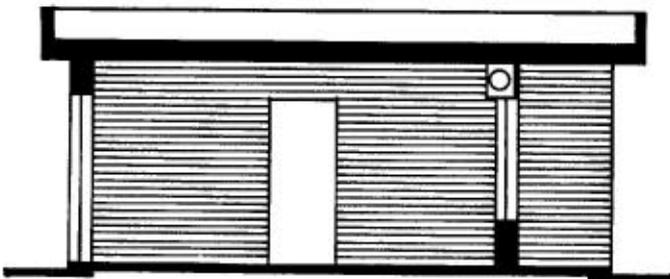




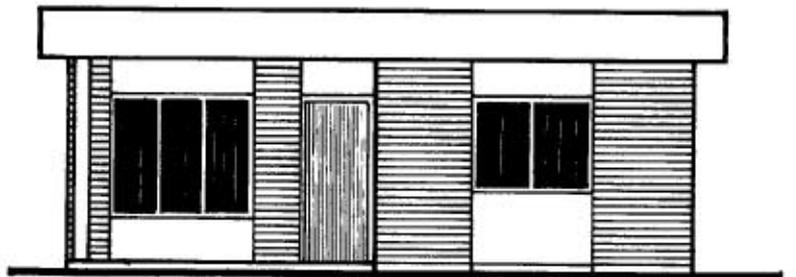
A-I



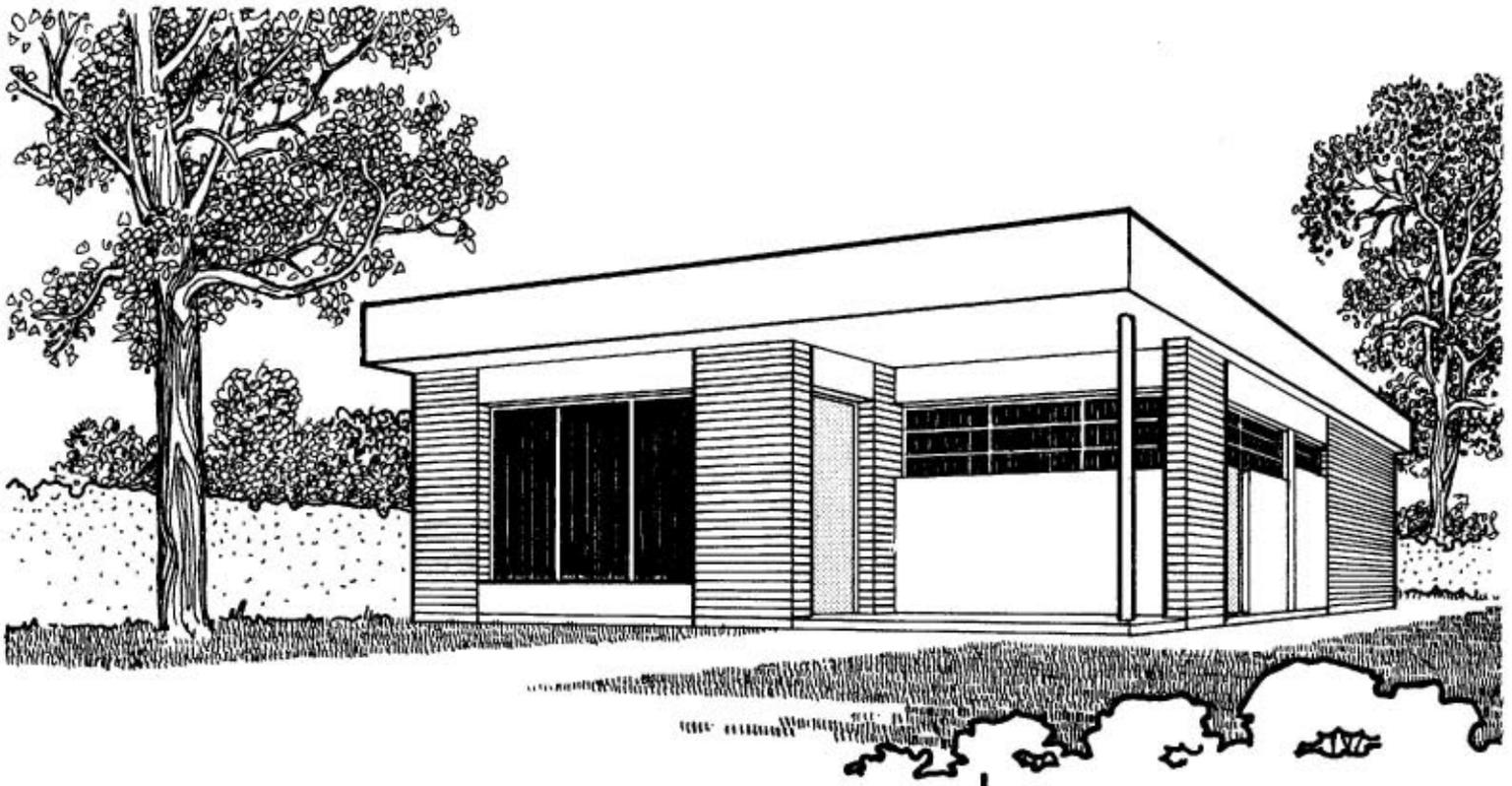
Estructura



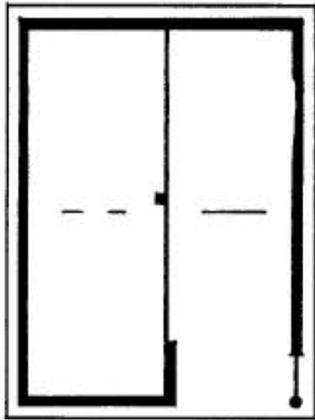
Corte AB



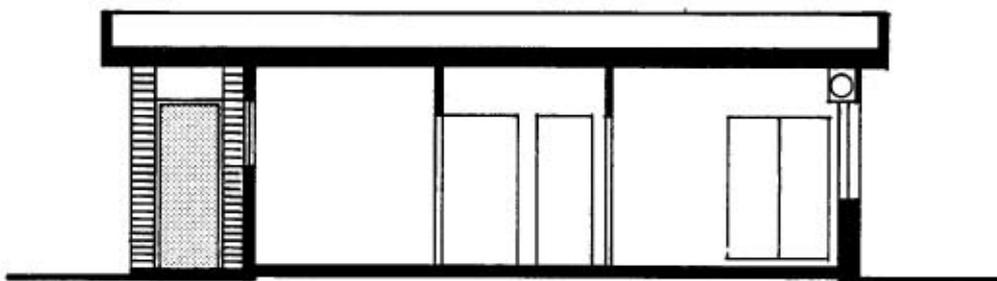
Frente



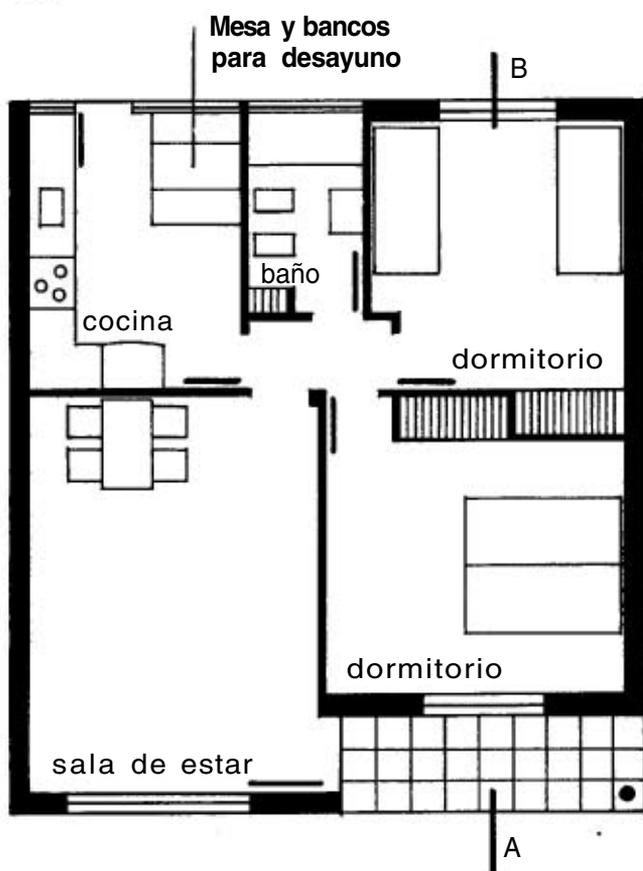
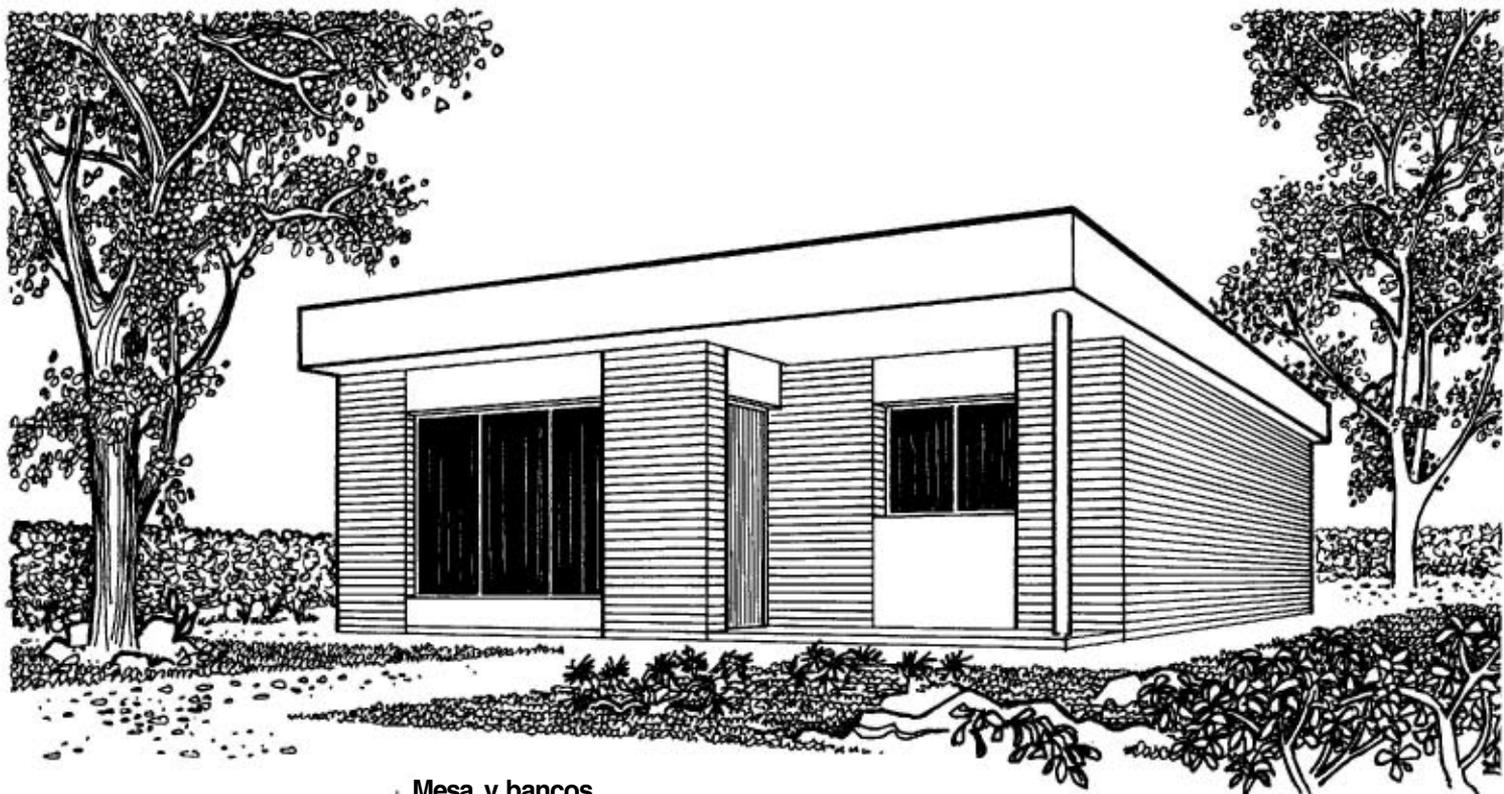
**B-I**



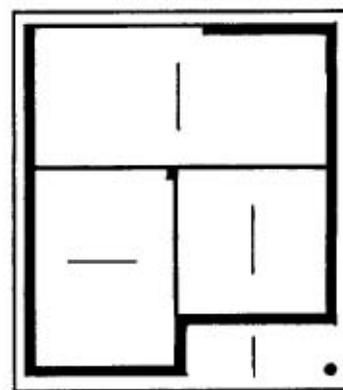
Estructura



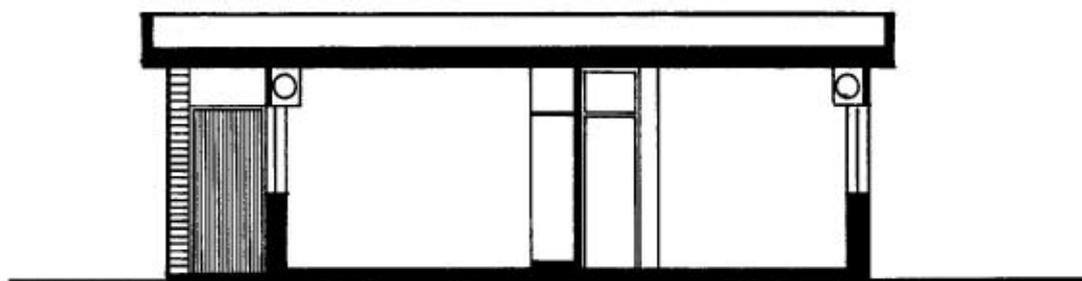
Corte A B

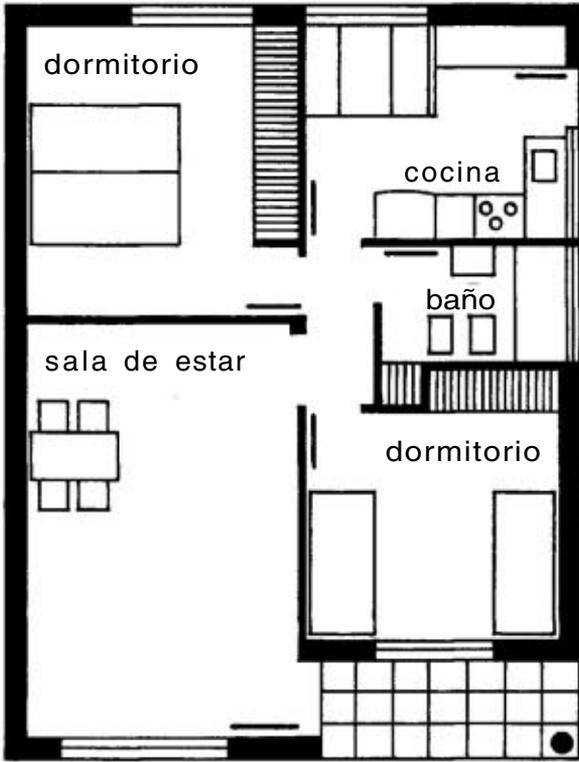


**B-2**

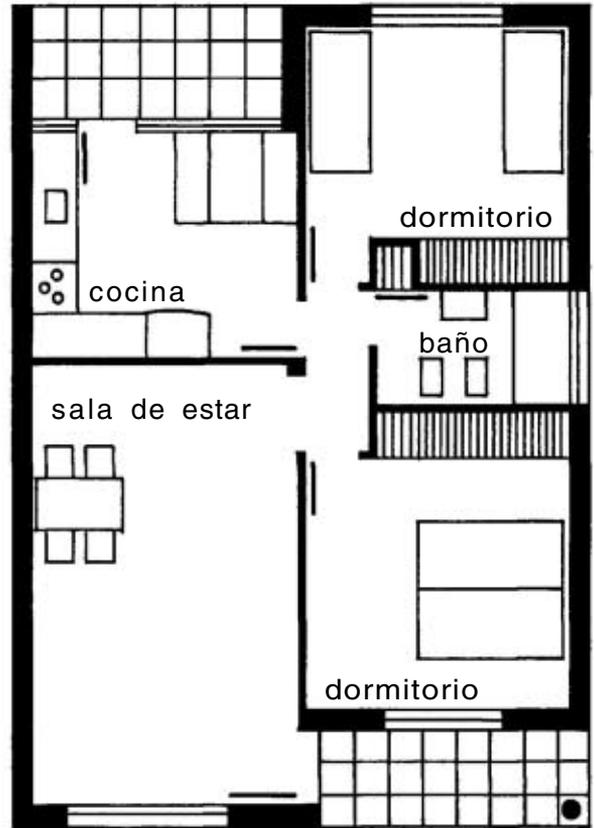


Estructura

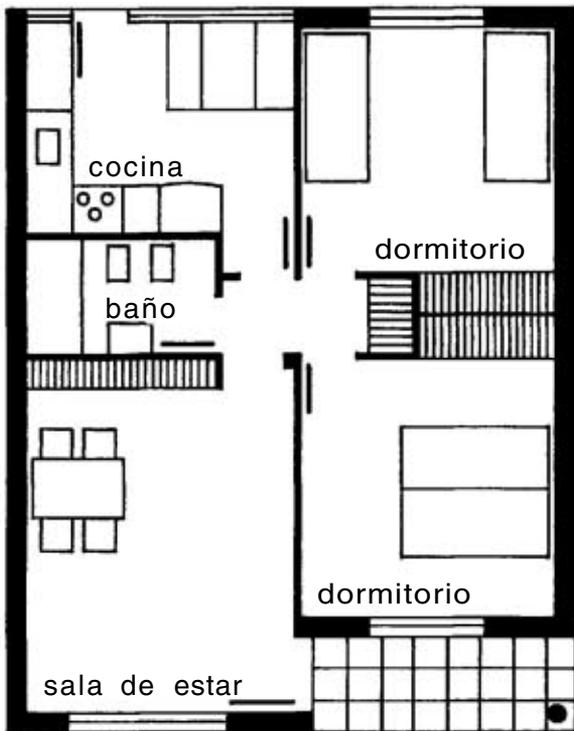




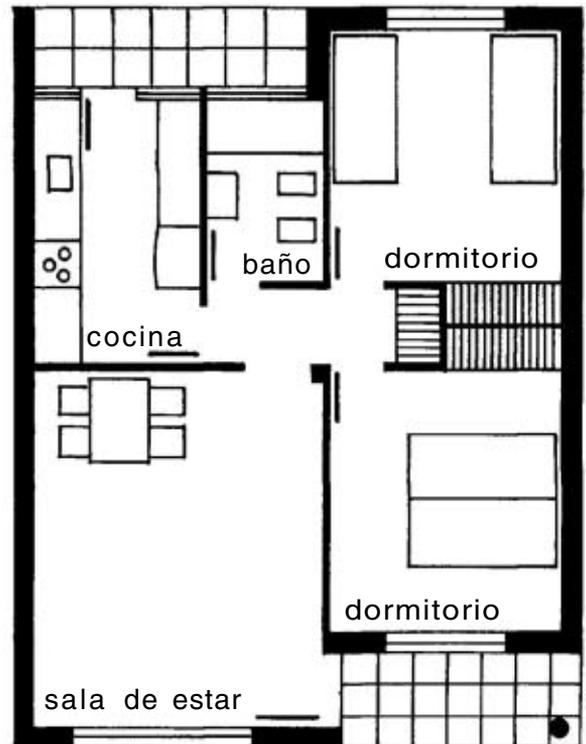
**B-3**



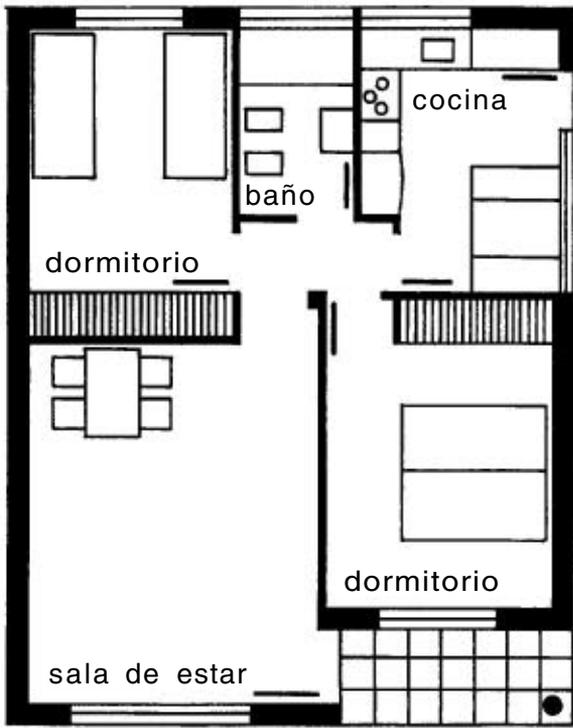
**B-4**



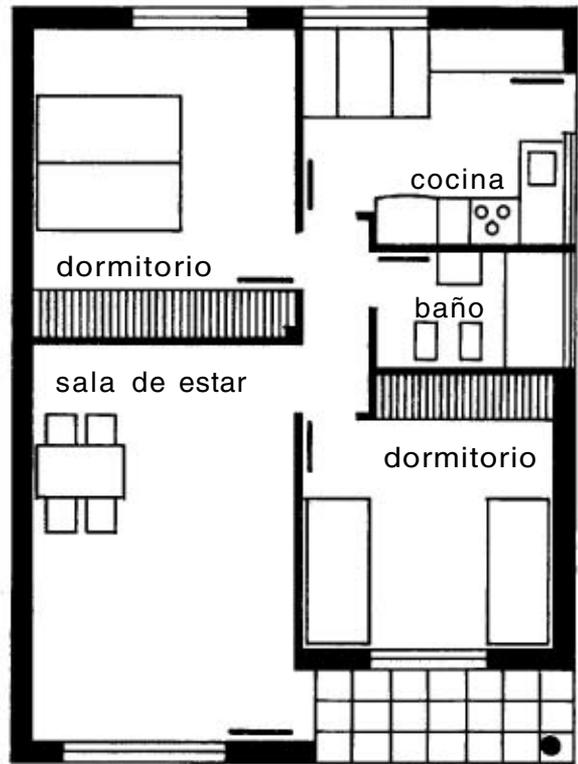
**B-5**



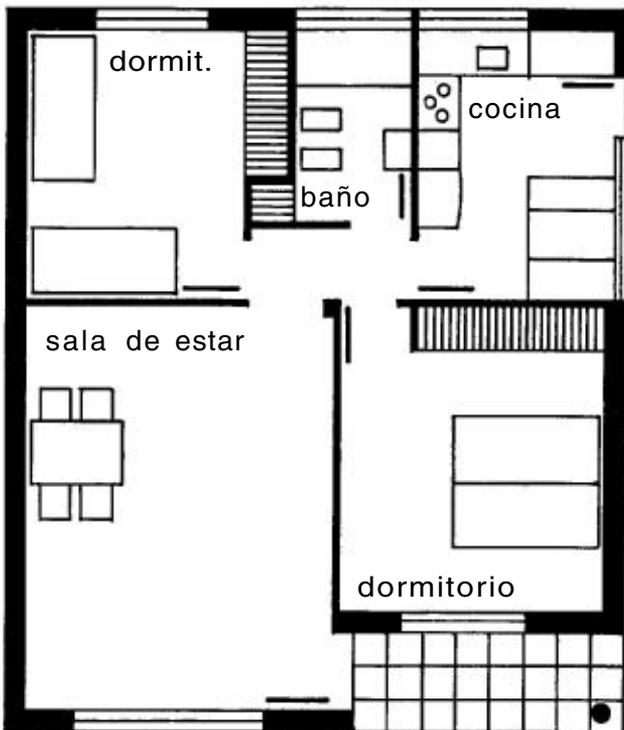
**B-6**



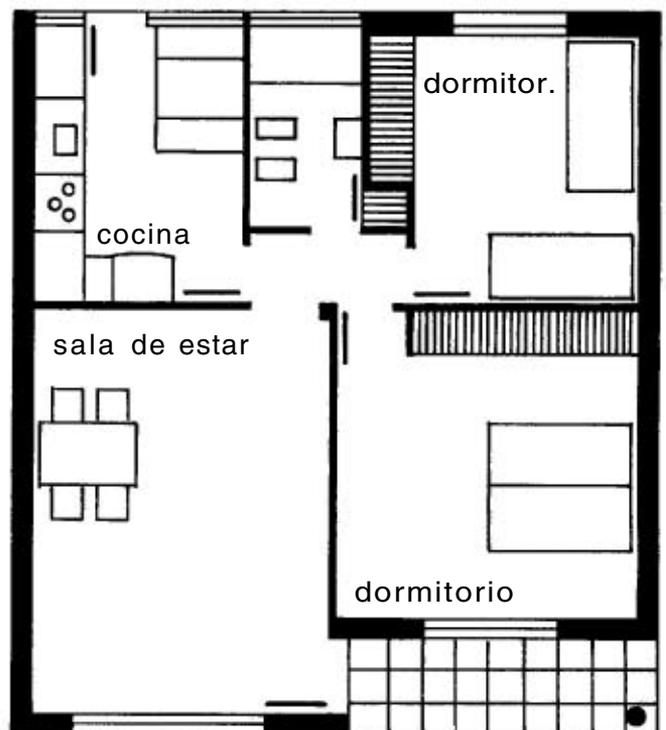
**B-7**



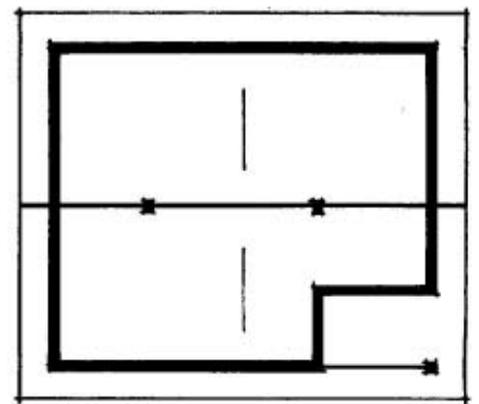
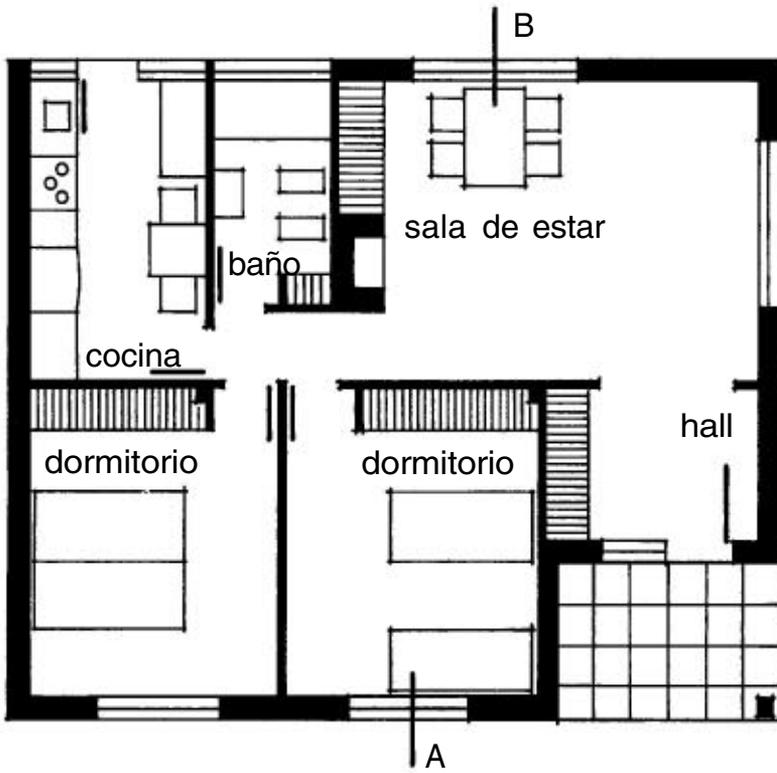
**B-8**



**B-9**

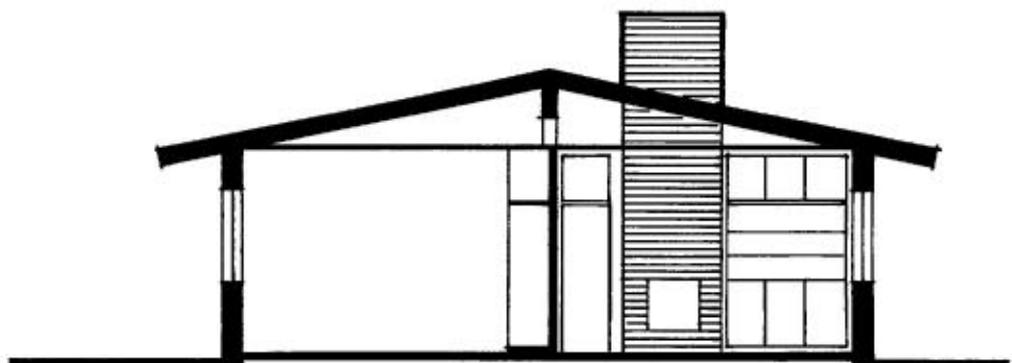


**B-10**

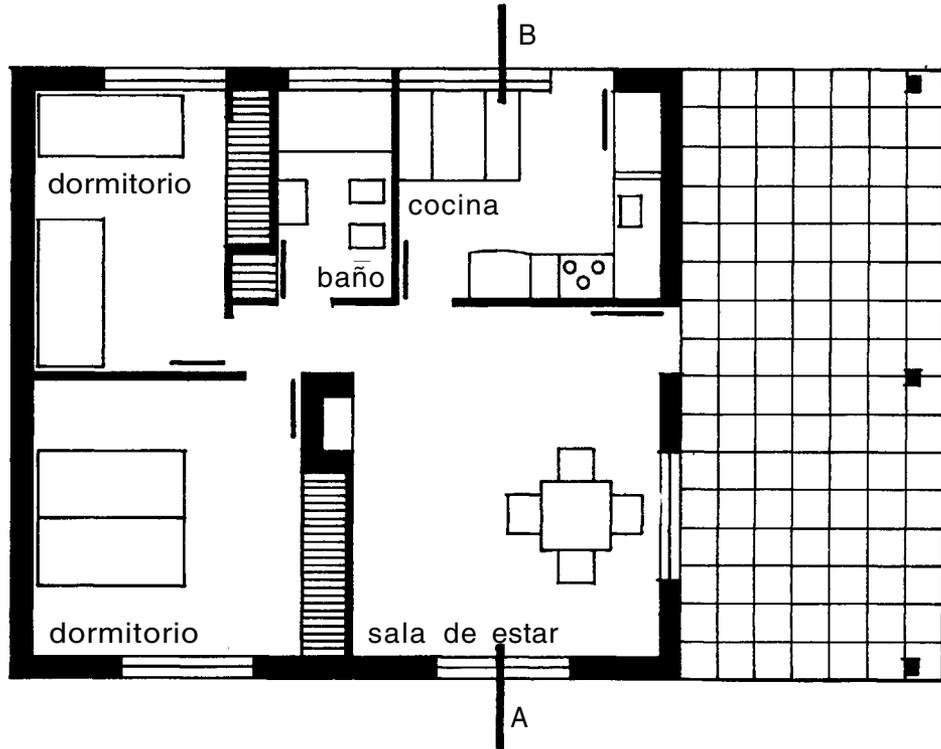
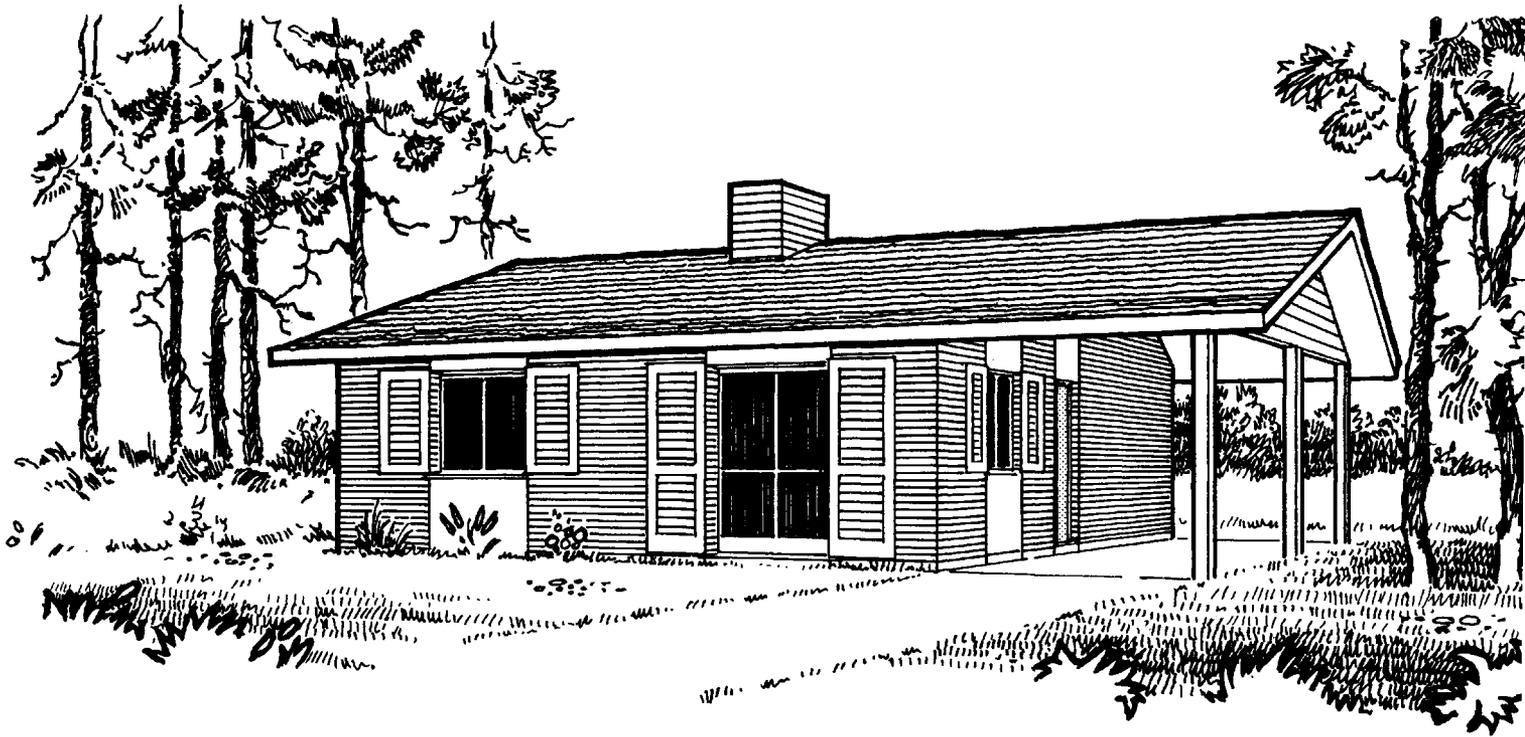


Estructura

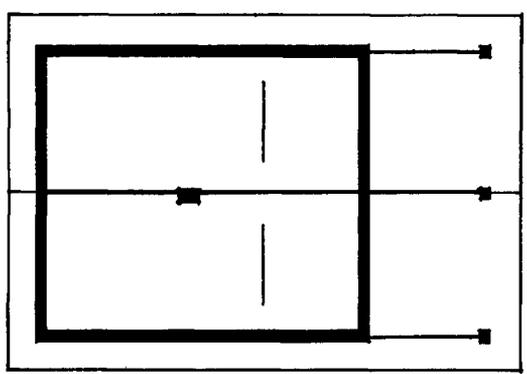
C-I



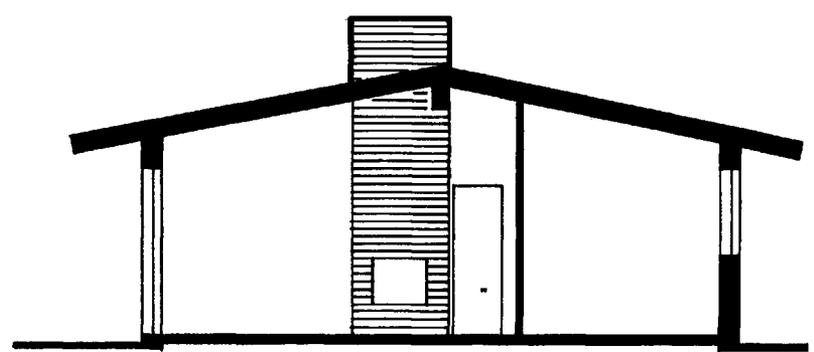
Corte A B



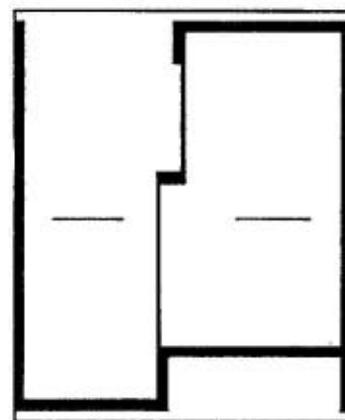
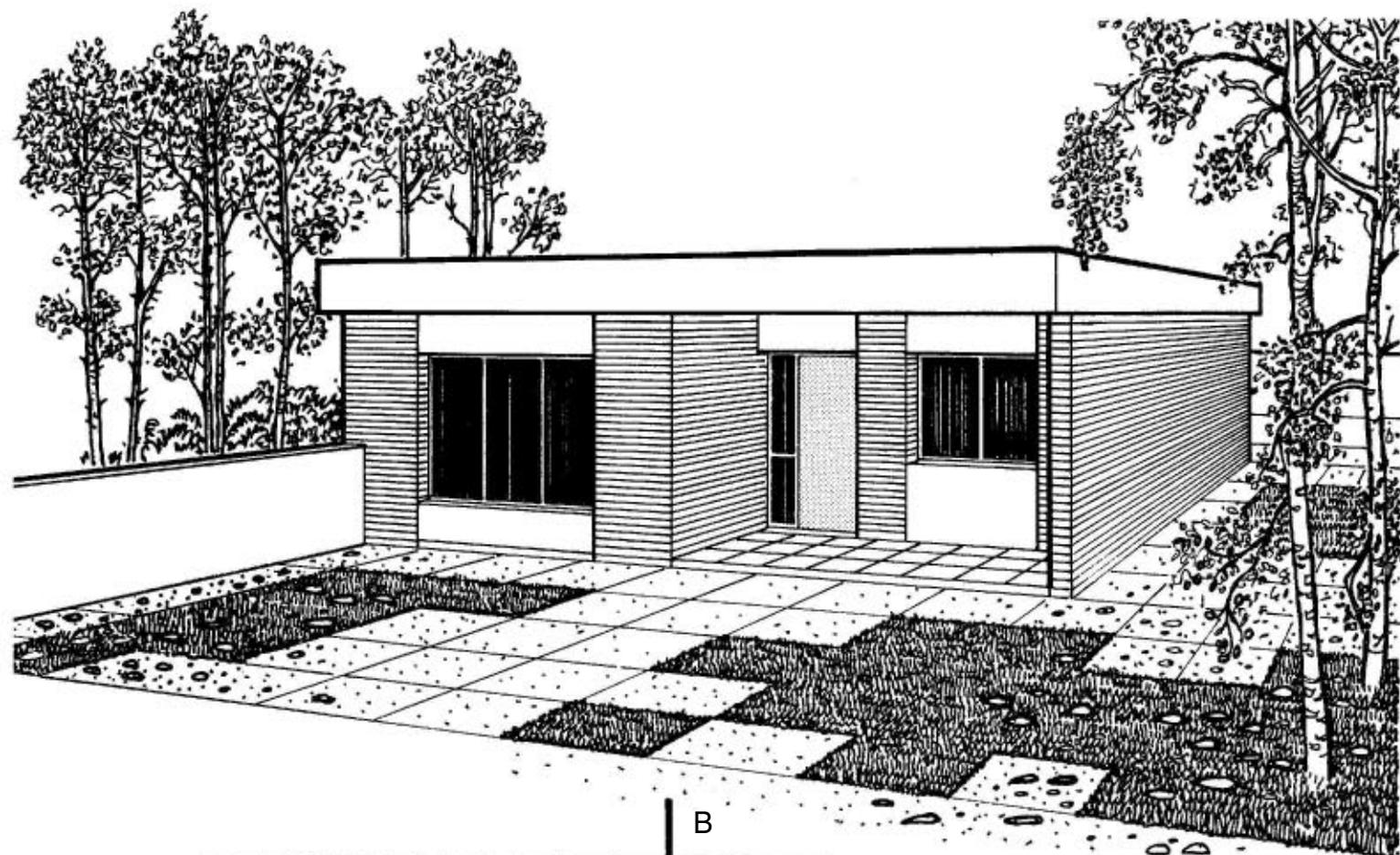
D-I



Estructura

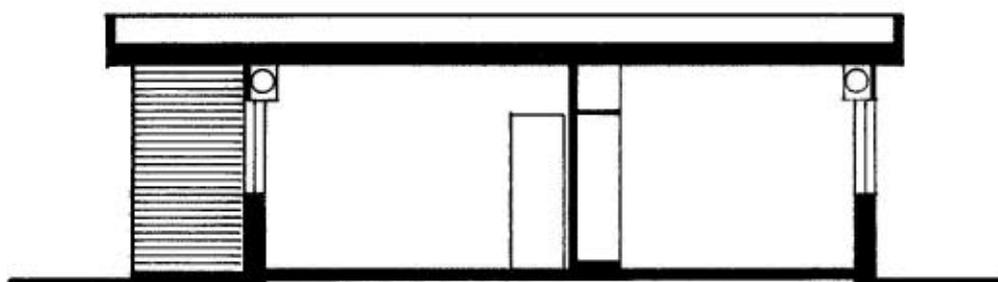


Corte AB

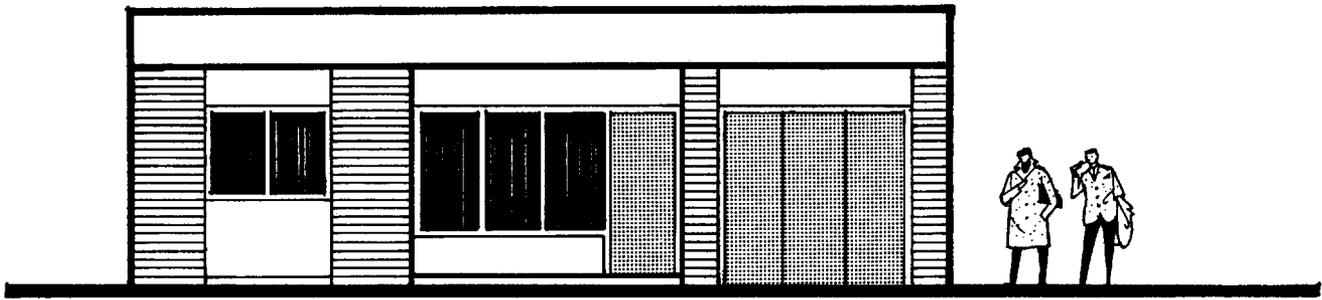


Estructura

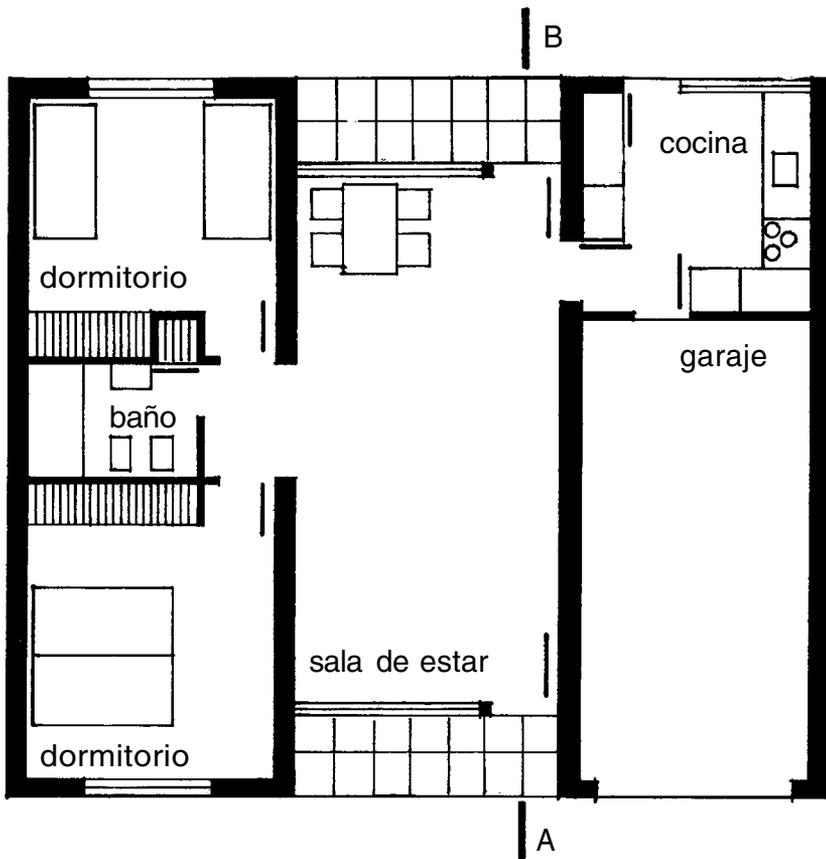
**E-I**



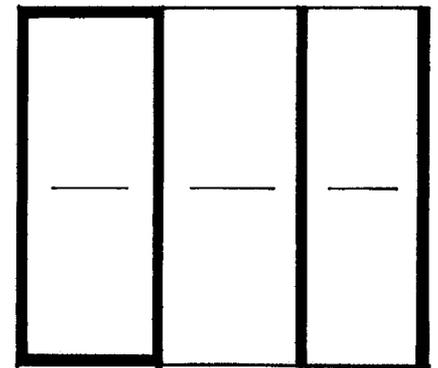
Corte A B



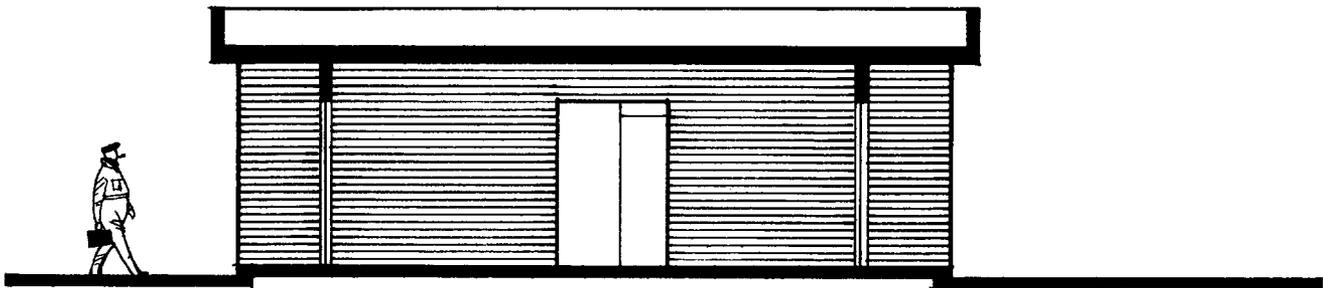
Frente



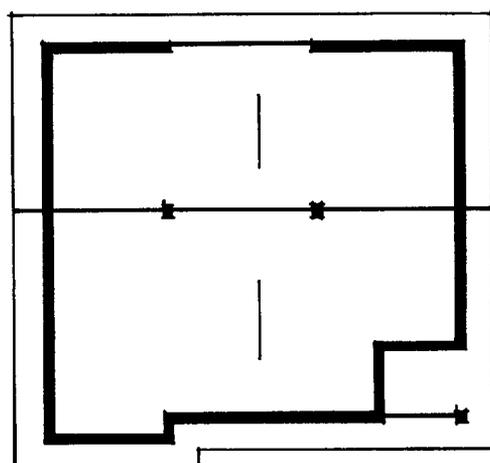
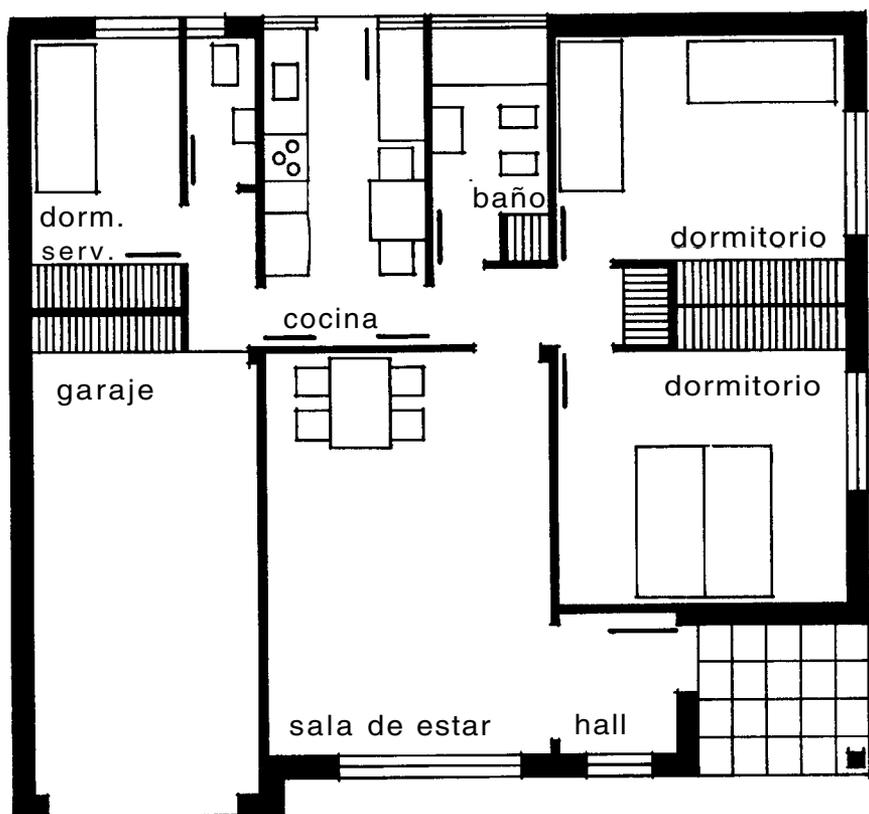
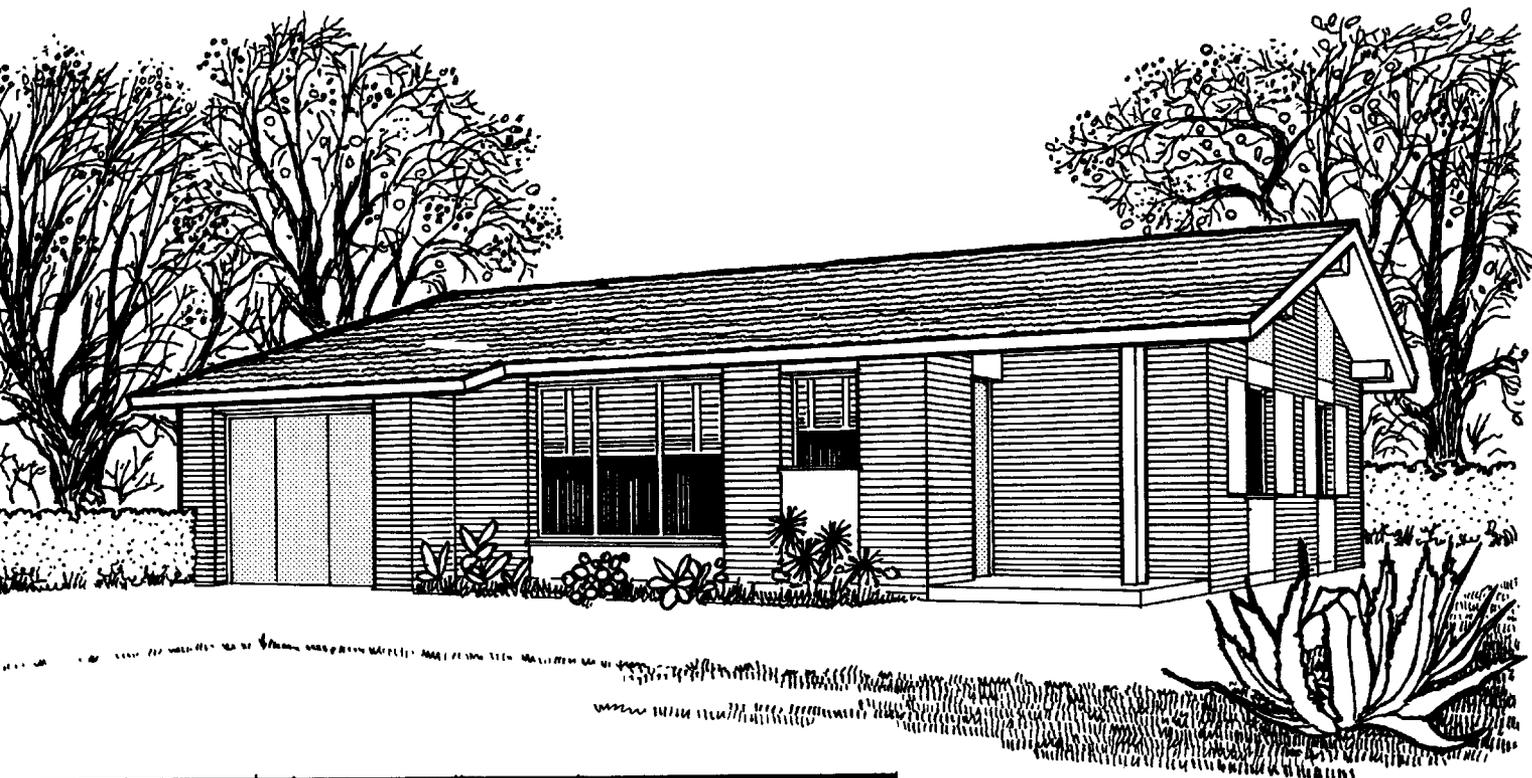
**F-I**



Estructura



Corte AB

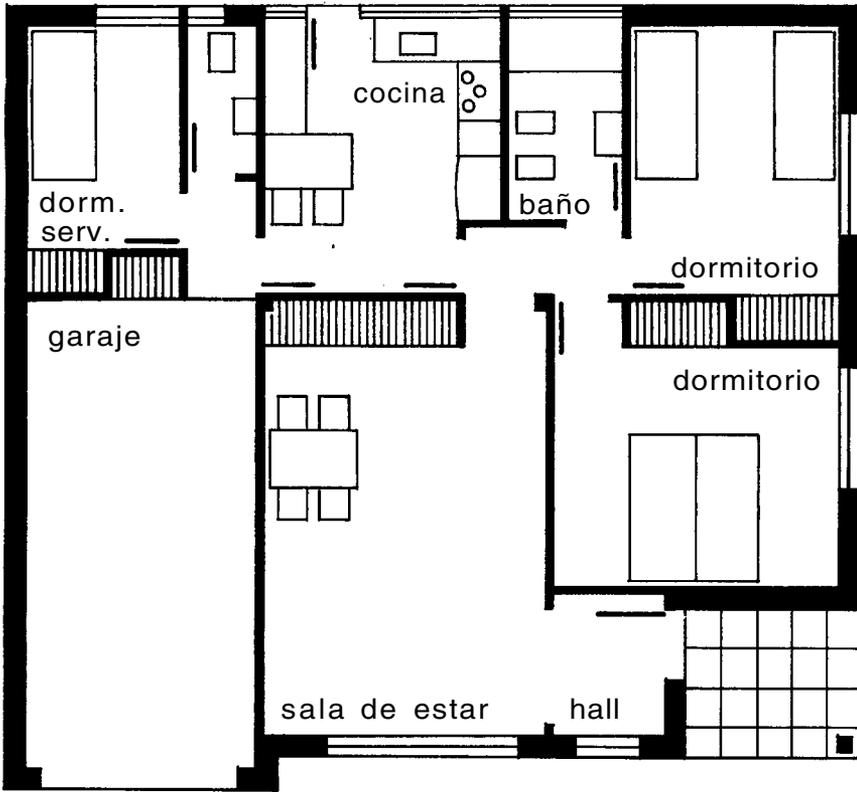


Estructura

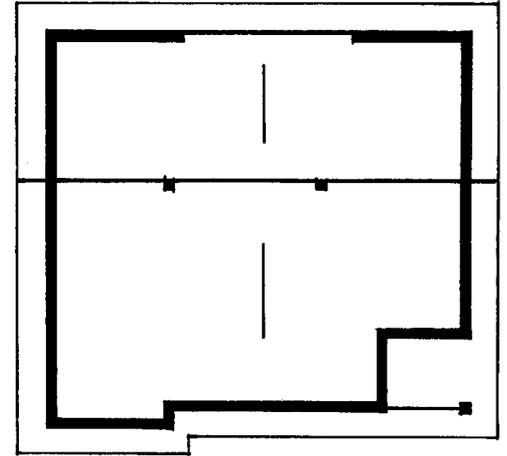
# F-2



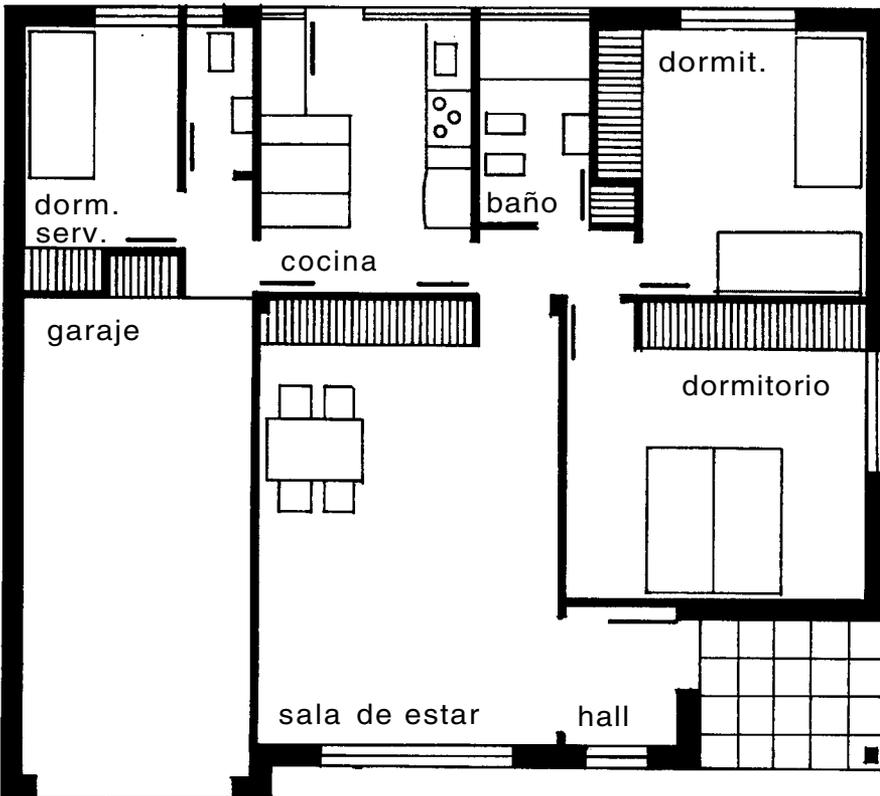
Frente lateral



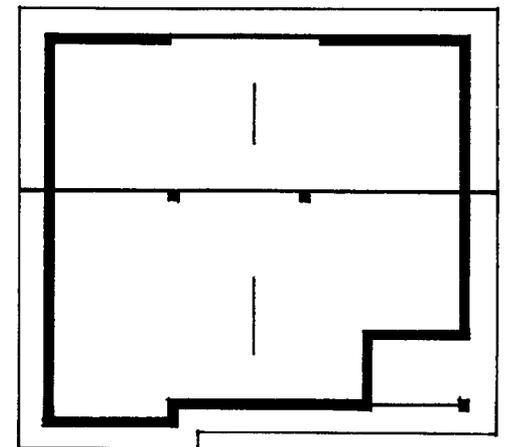
**F-3**



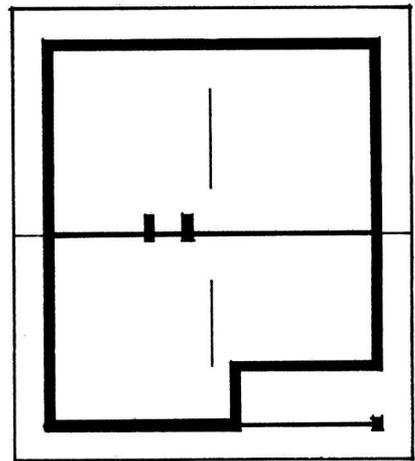
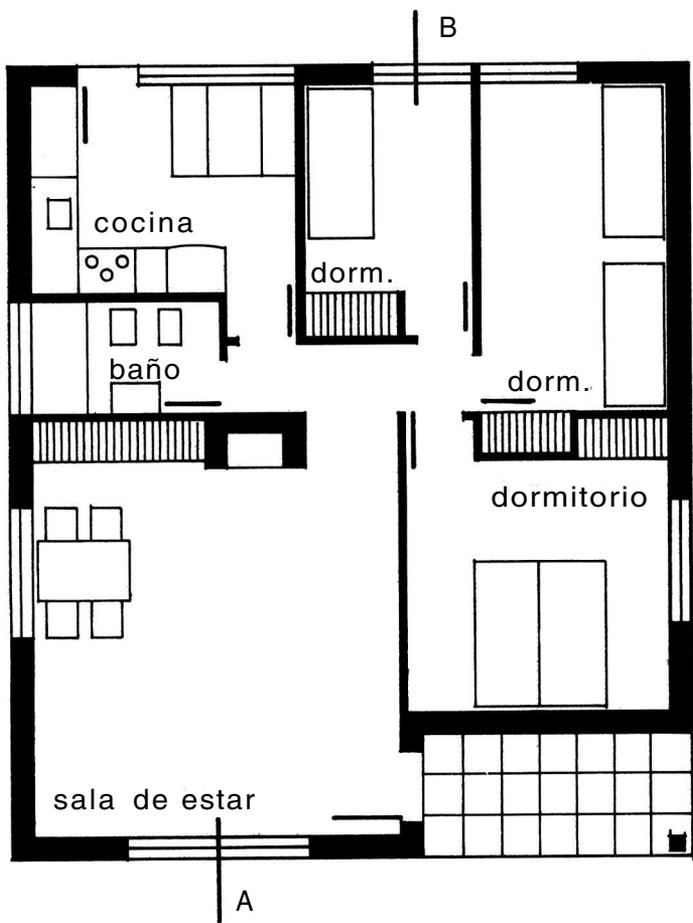
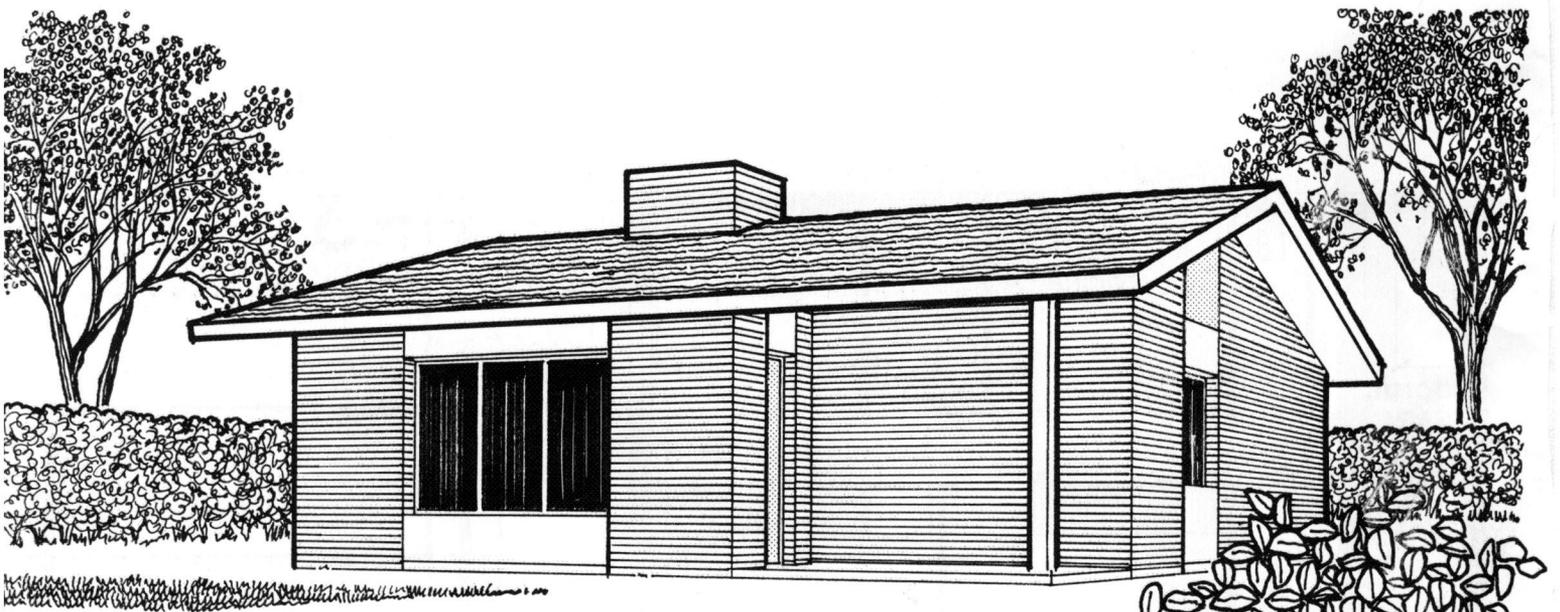
Estructura



**F-4**

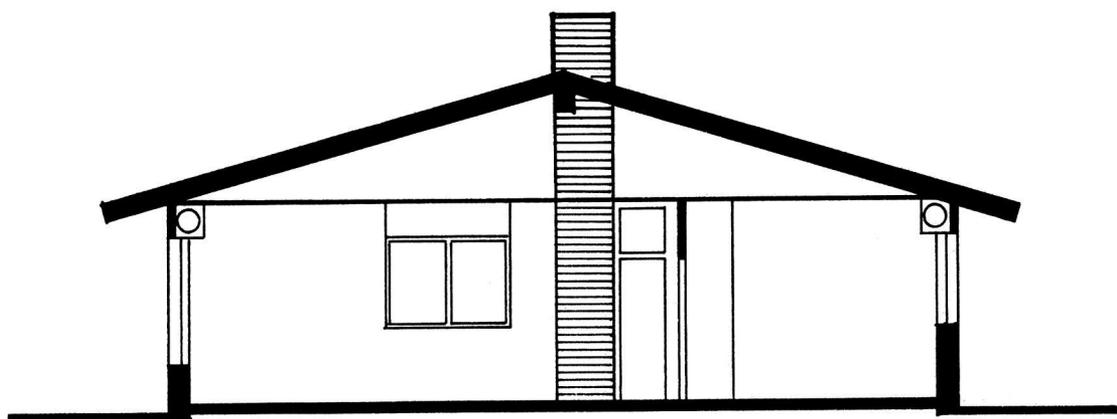


Estructura

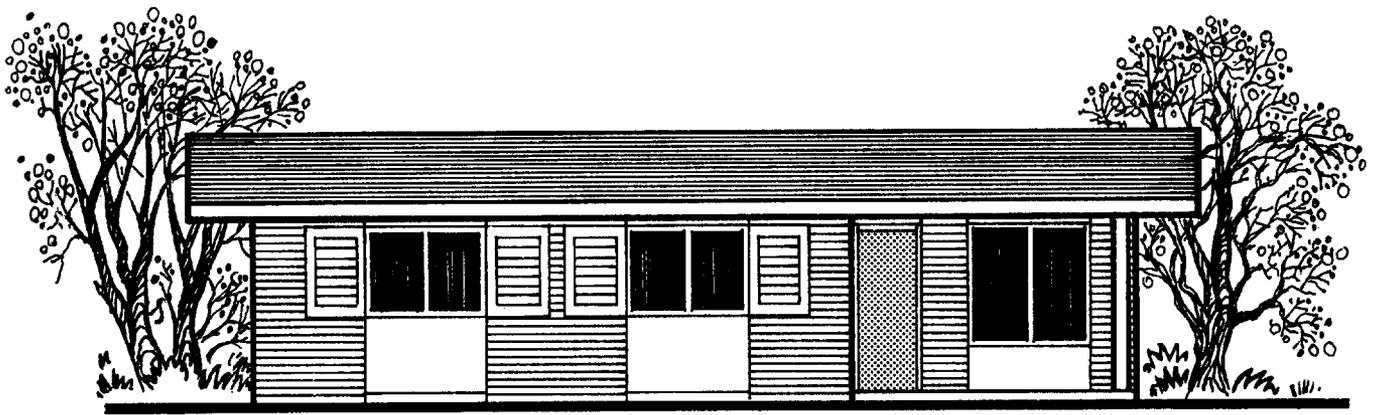


Estructura

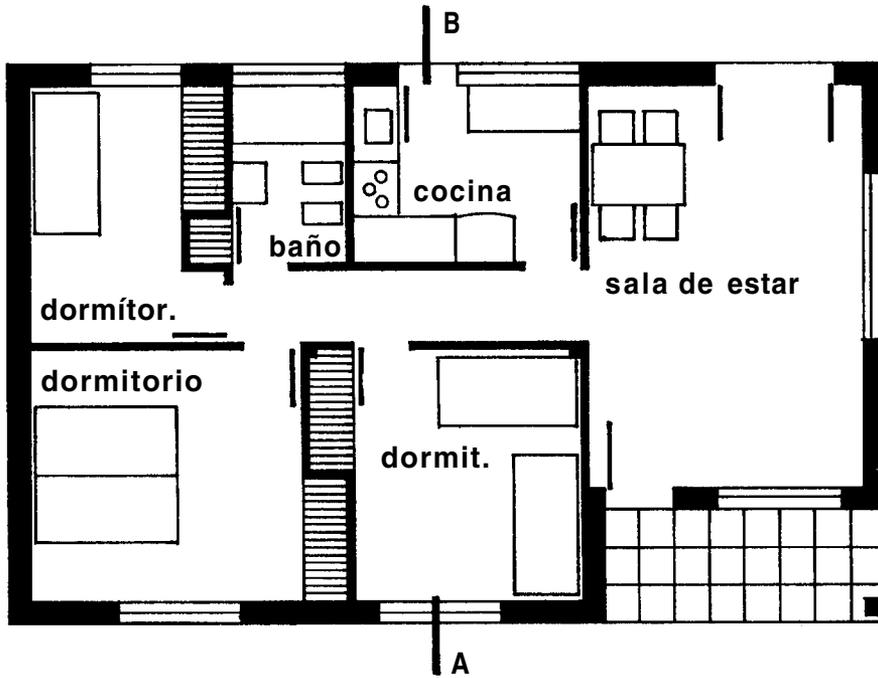
**G-I**



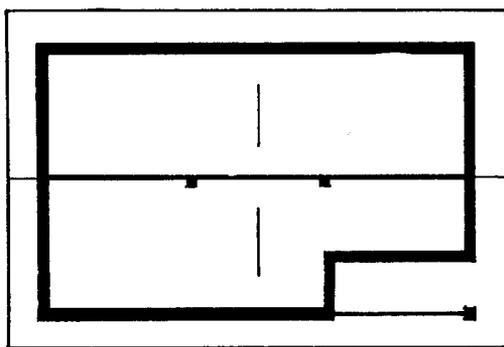
Corte A B



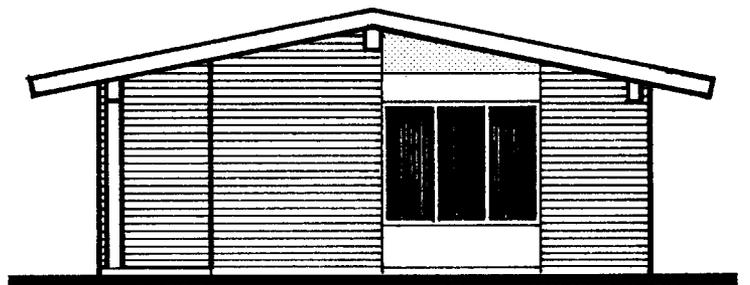
Frente



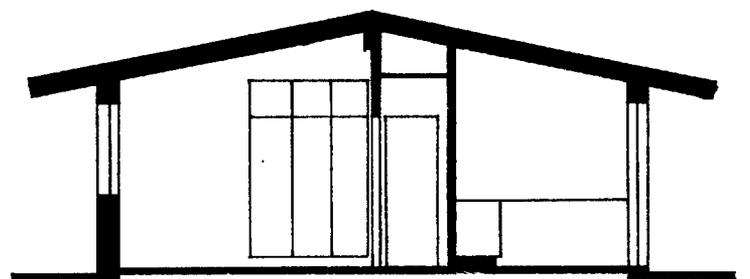
G-2



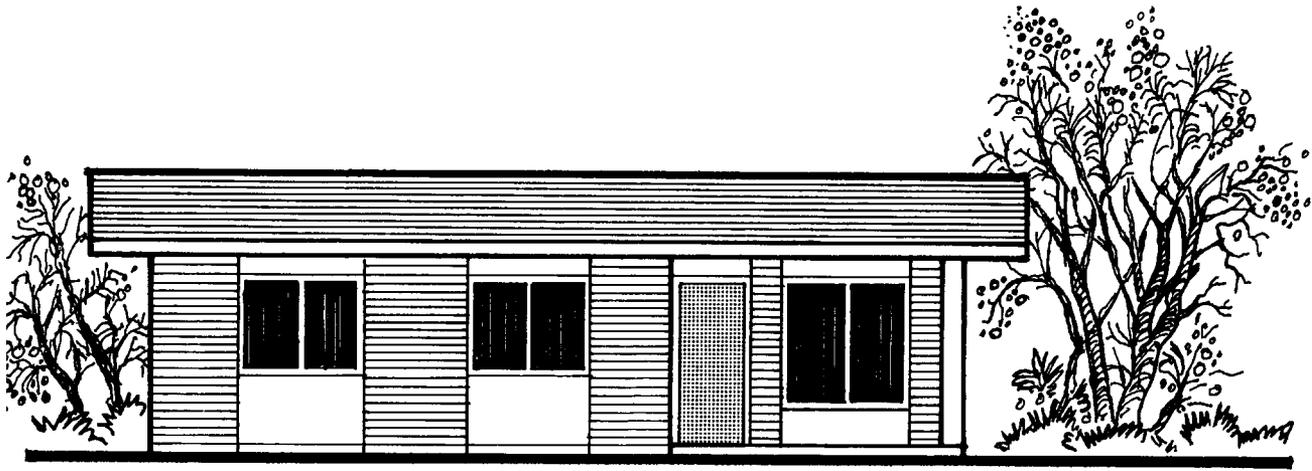
Estructura



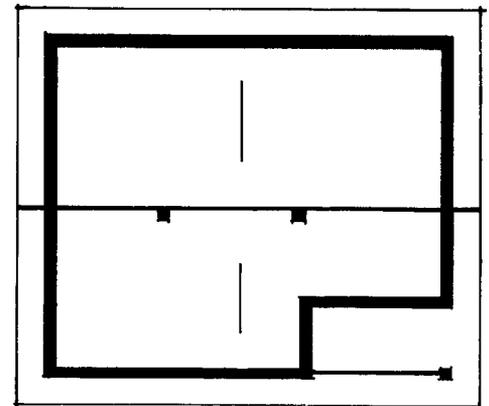
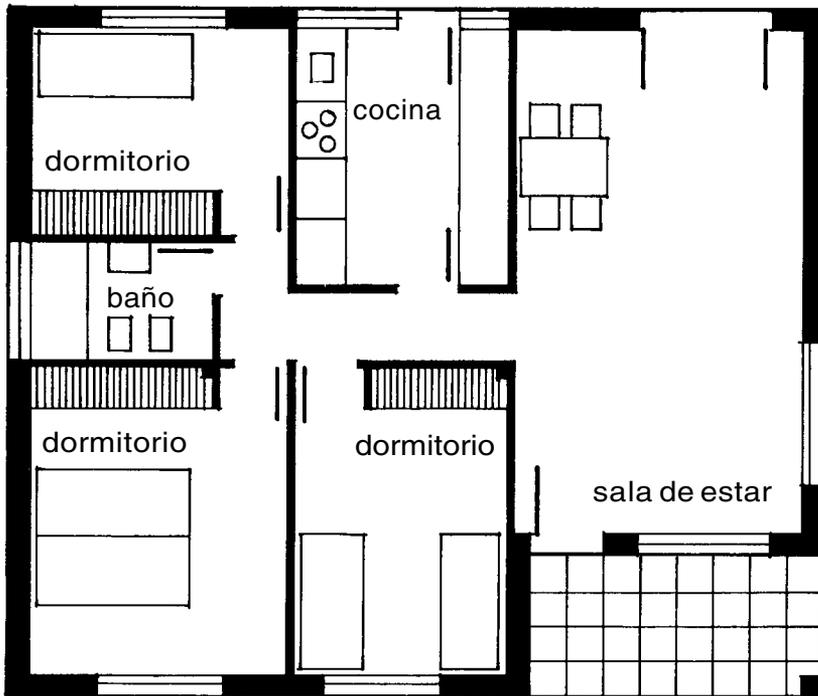
Frente lateral



Corte A B

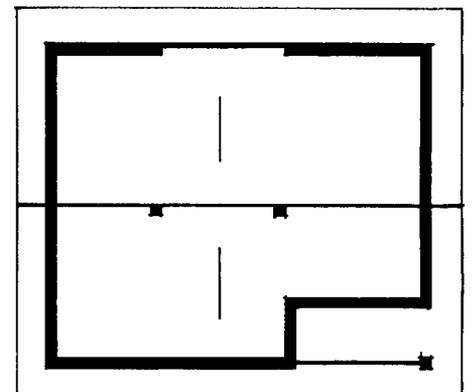
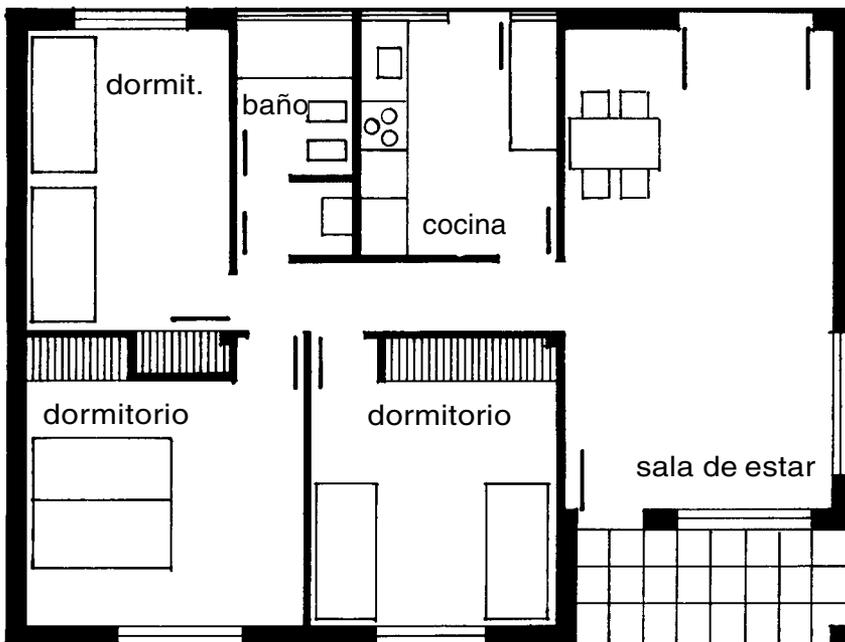


Frente



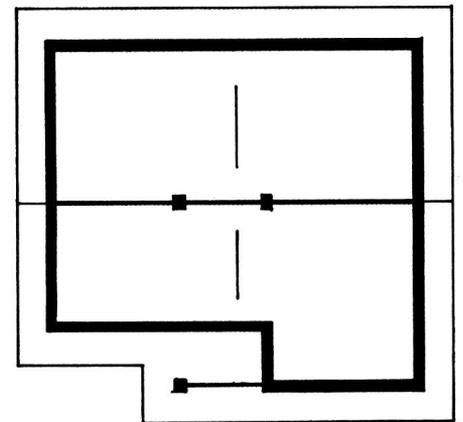
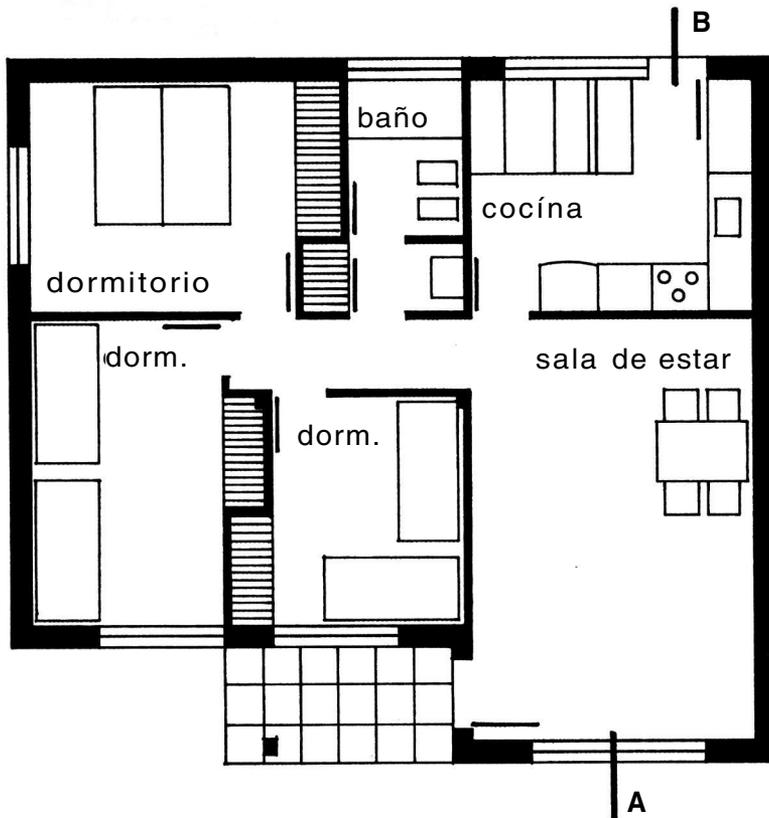
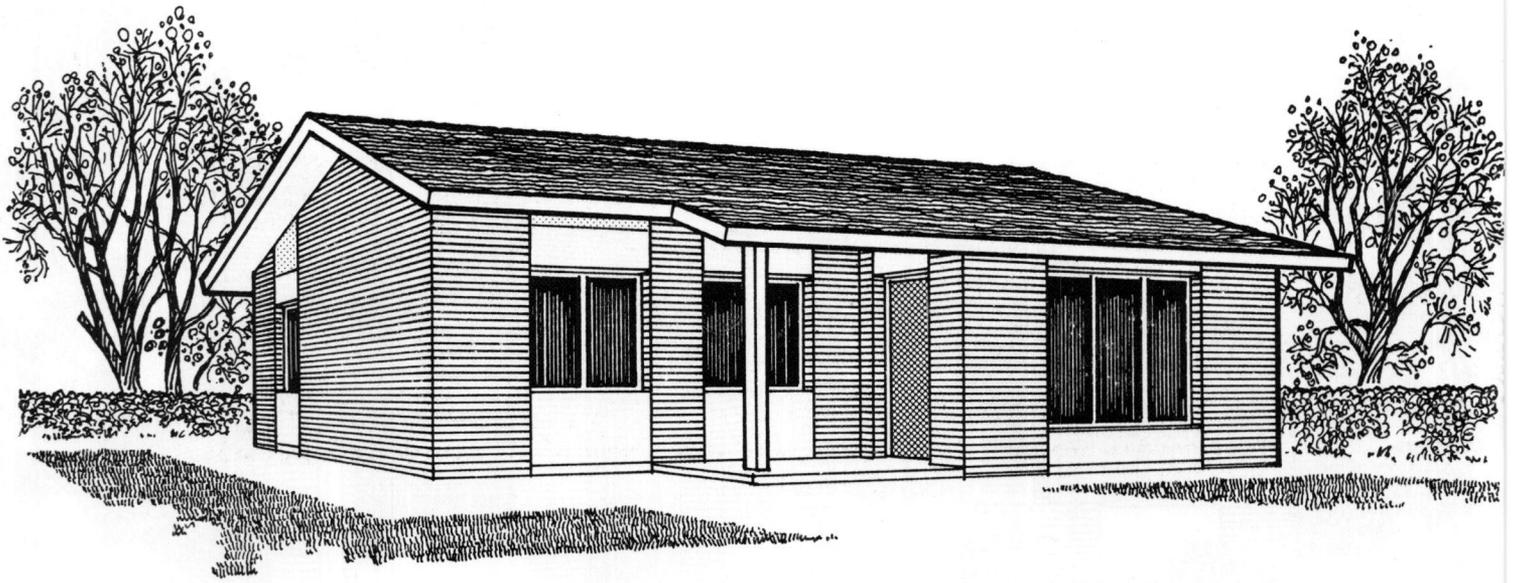
Estructura

**G-3**



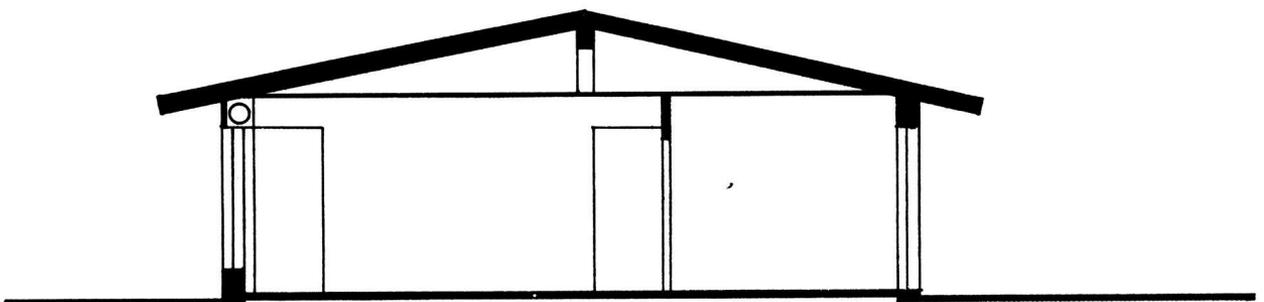
Estructura

**G-4**

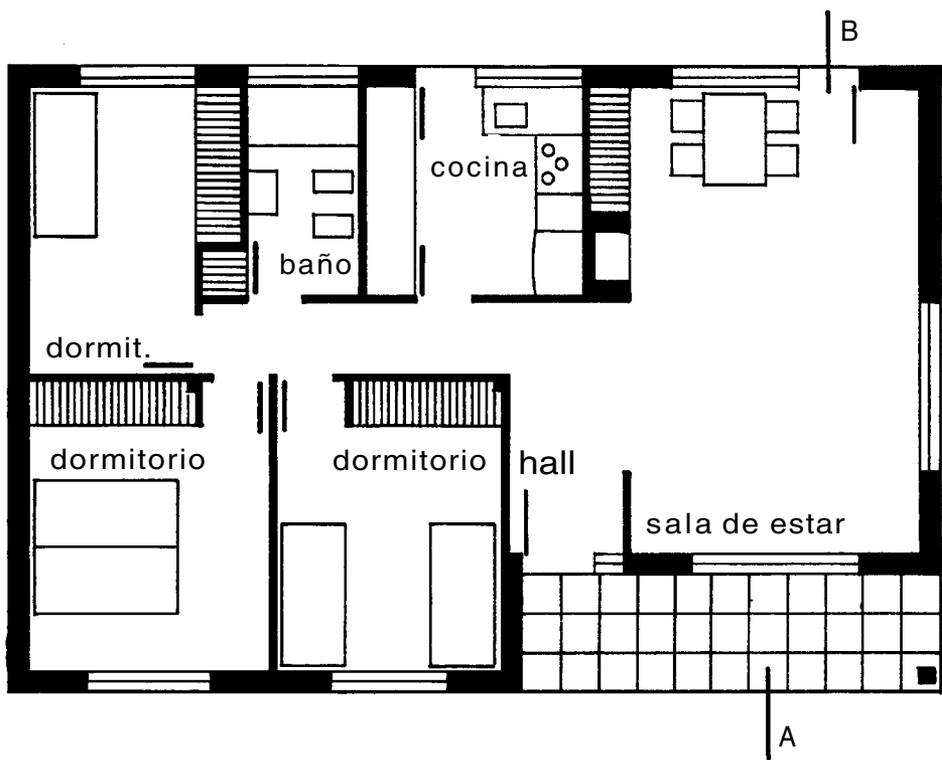
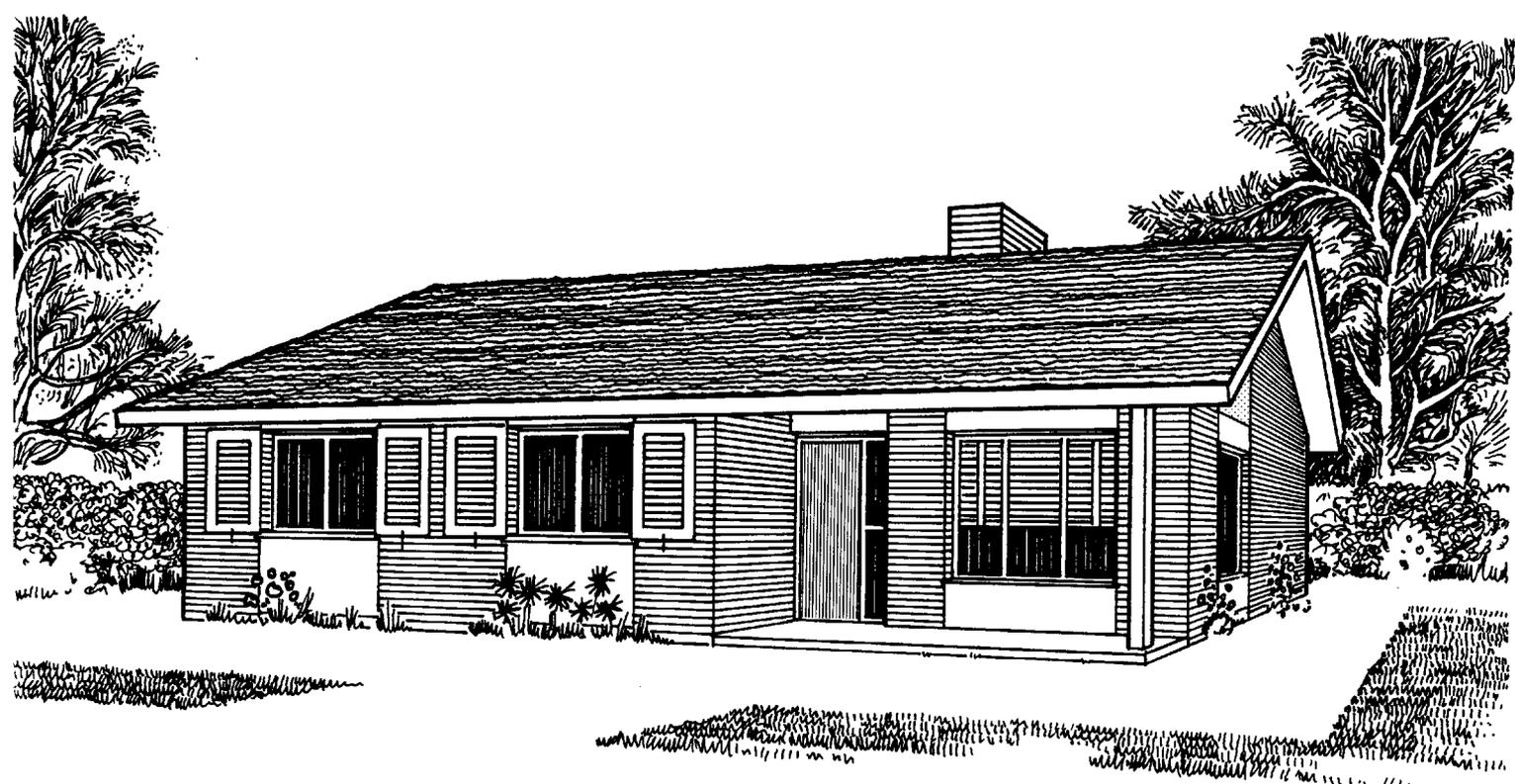


Estructura

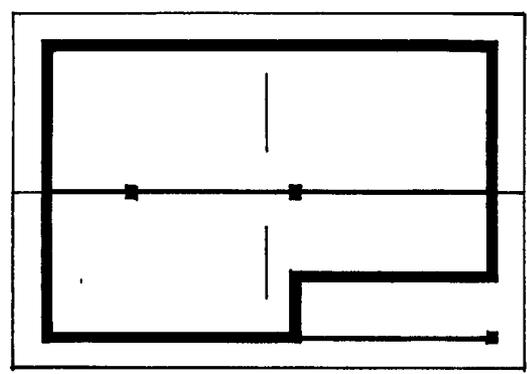
**G-5**



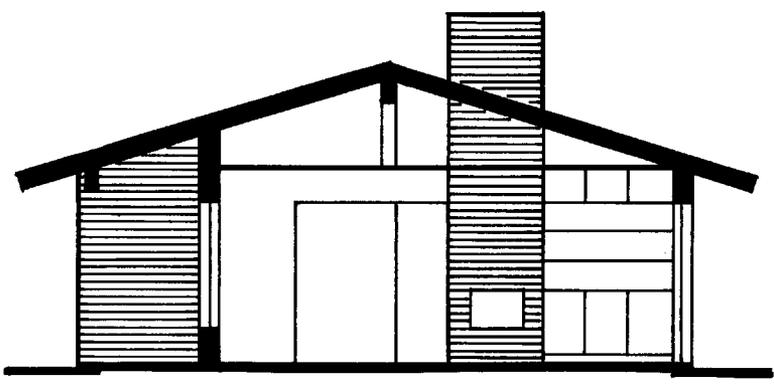
Corte AB



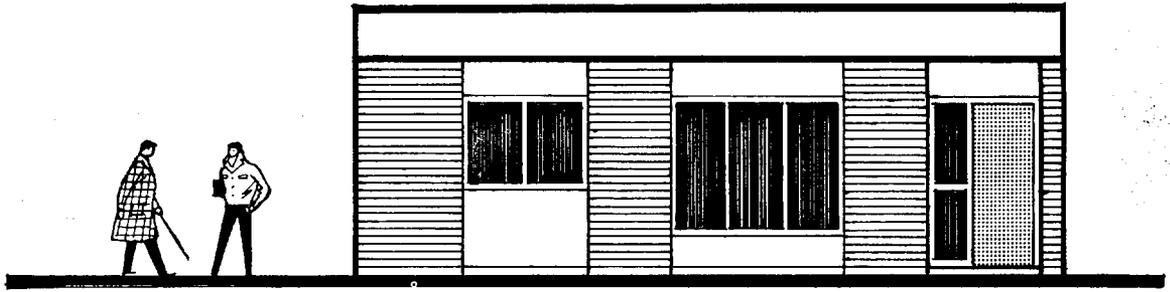
H-1



Estructura

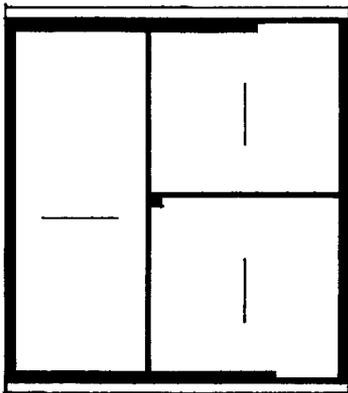


Corte A B

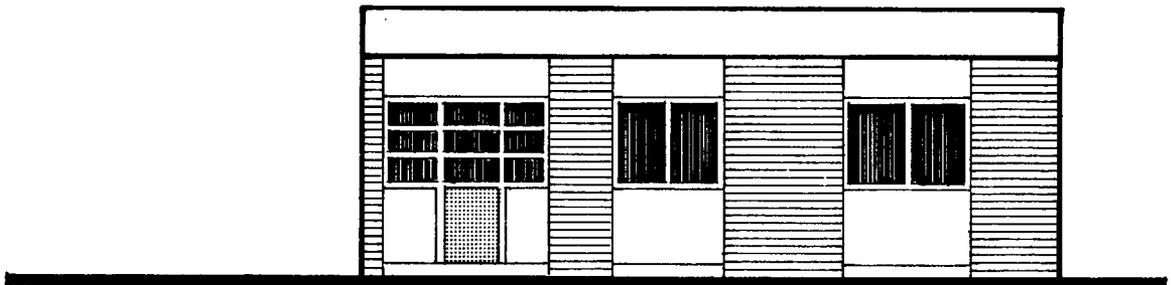
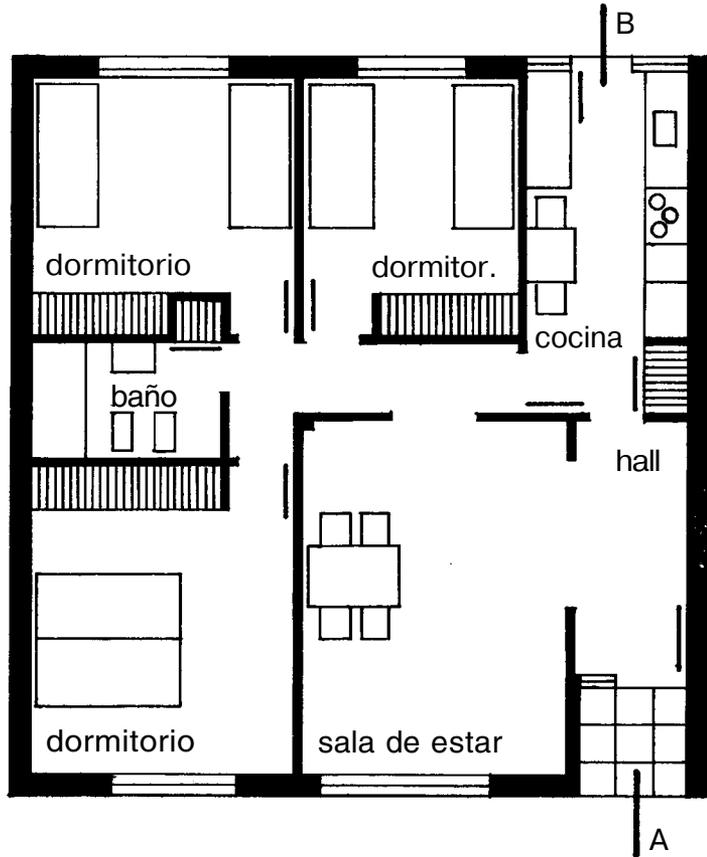


Frente

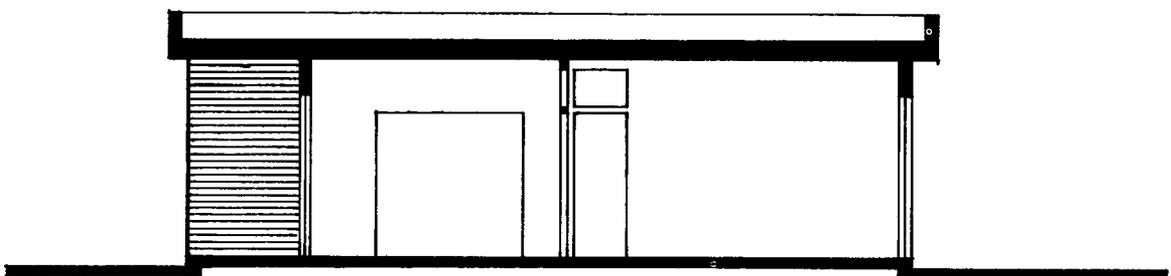
H-2

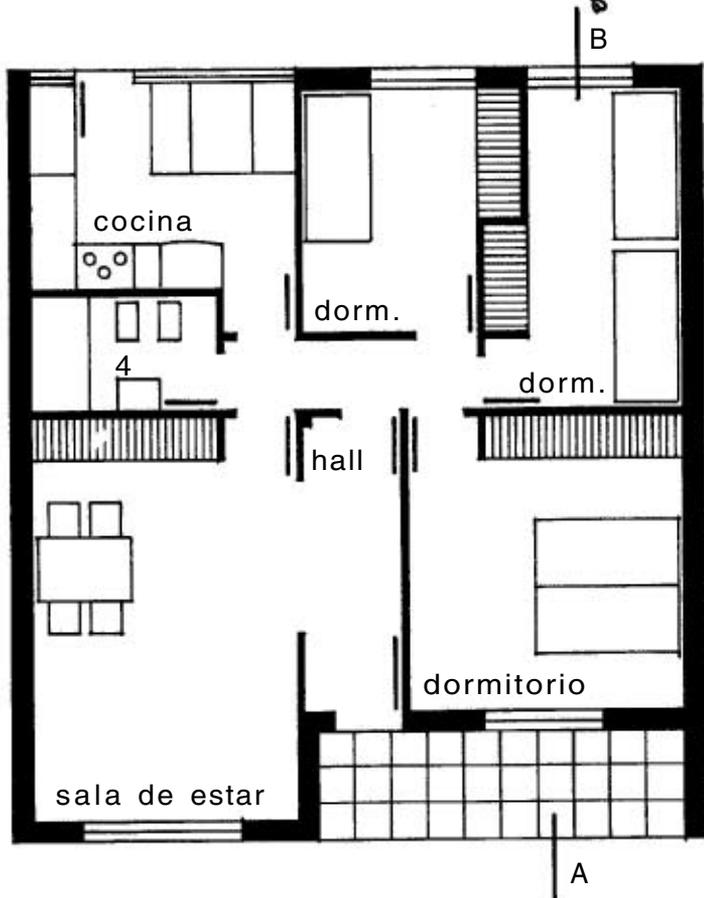
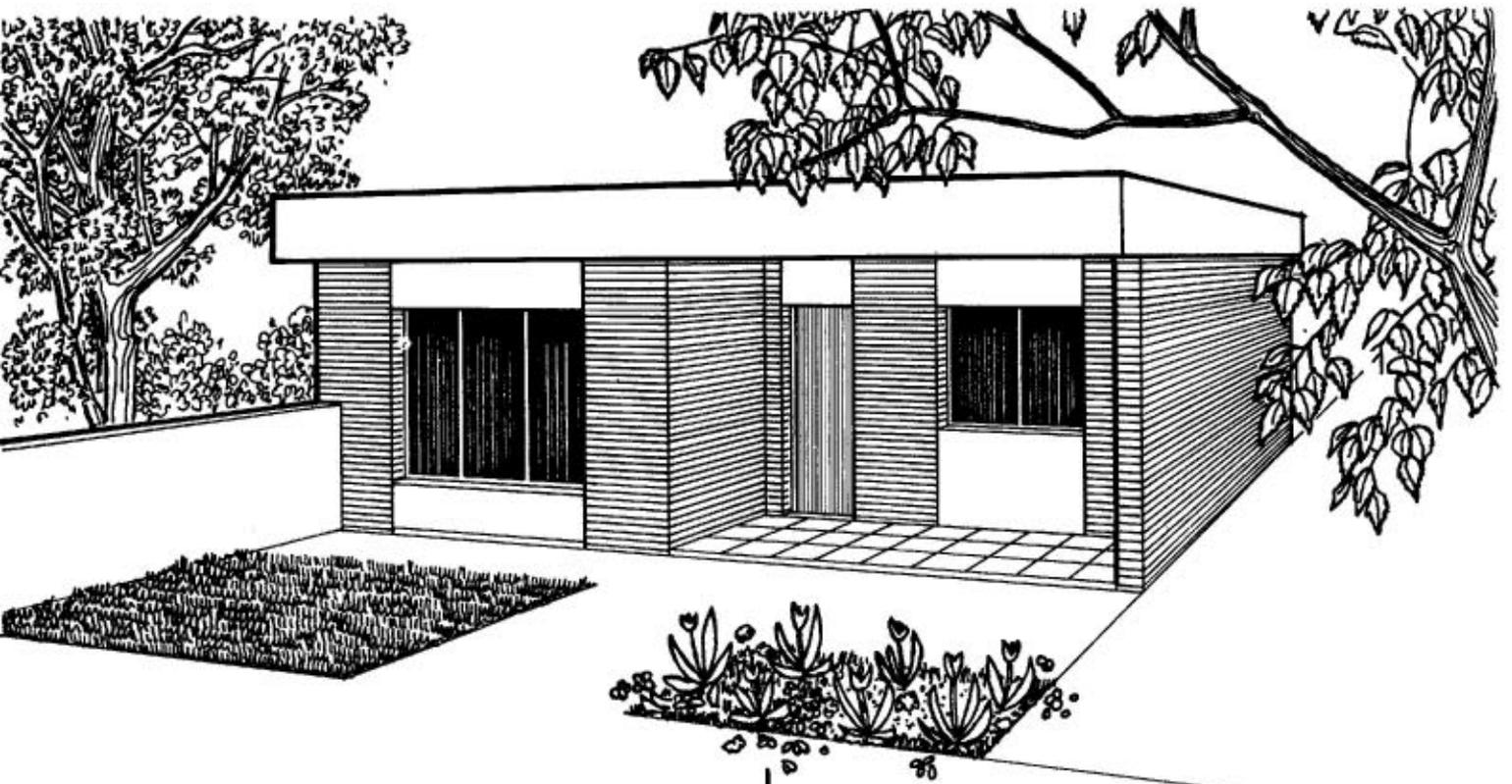


Estructura

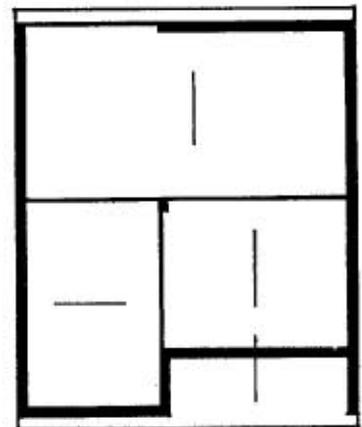


Frente posterior

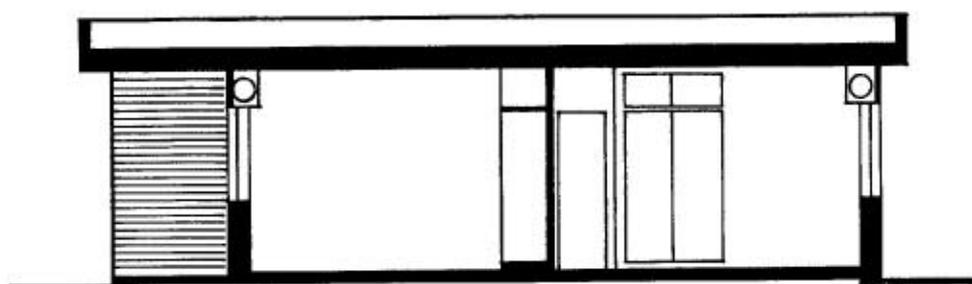


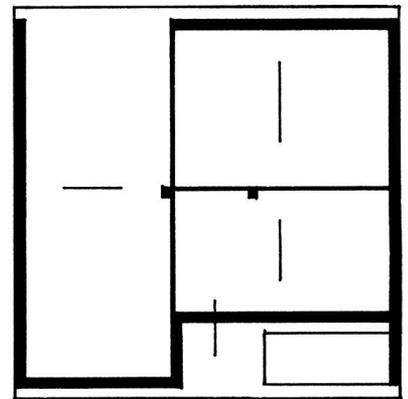
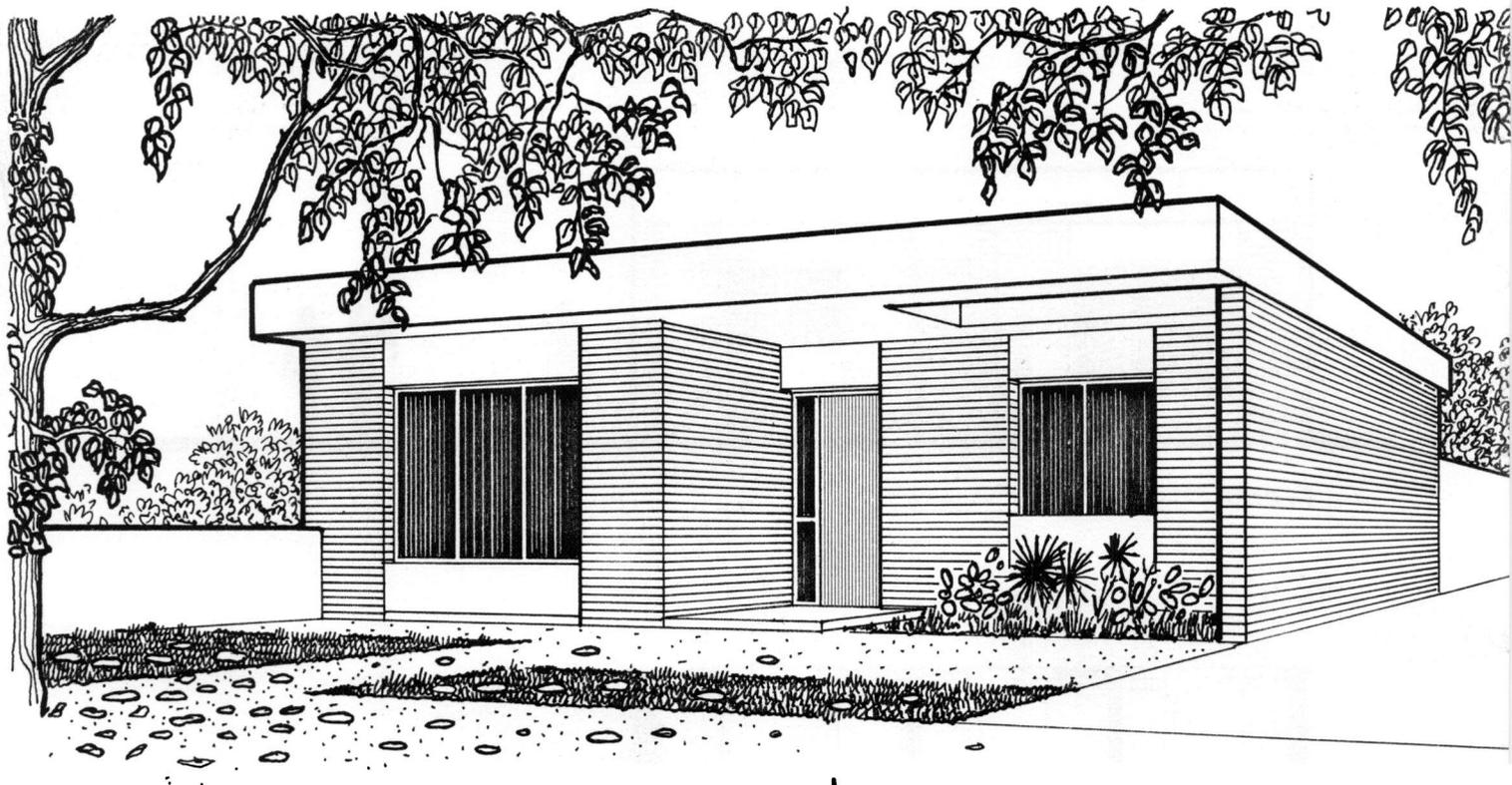


**H-3**



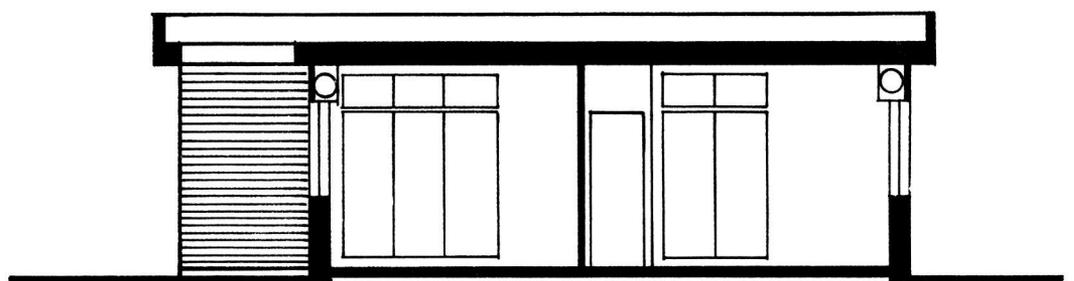
Estructura





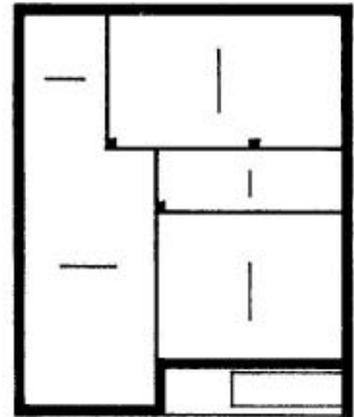
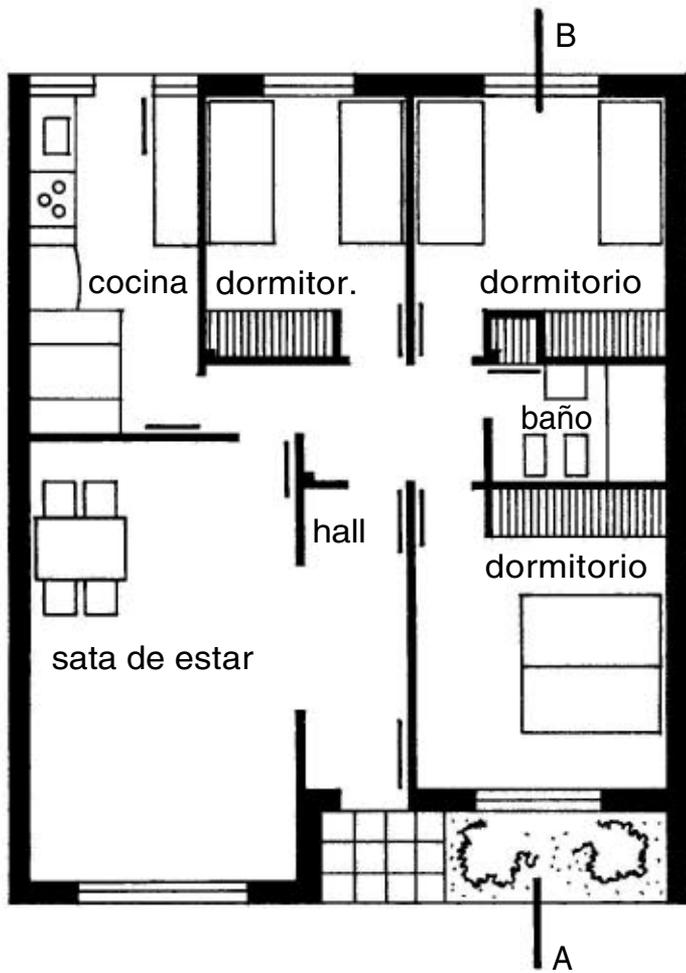
Estructura

H-4



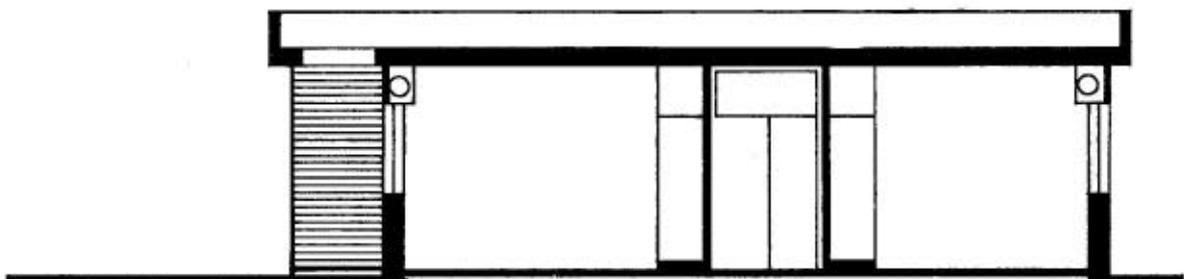


Frente

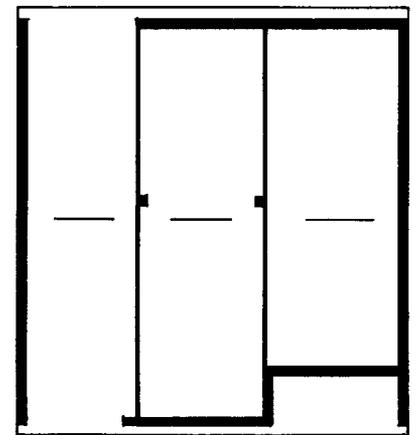
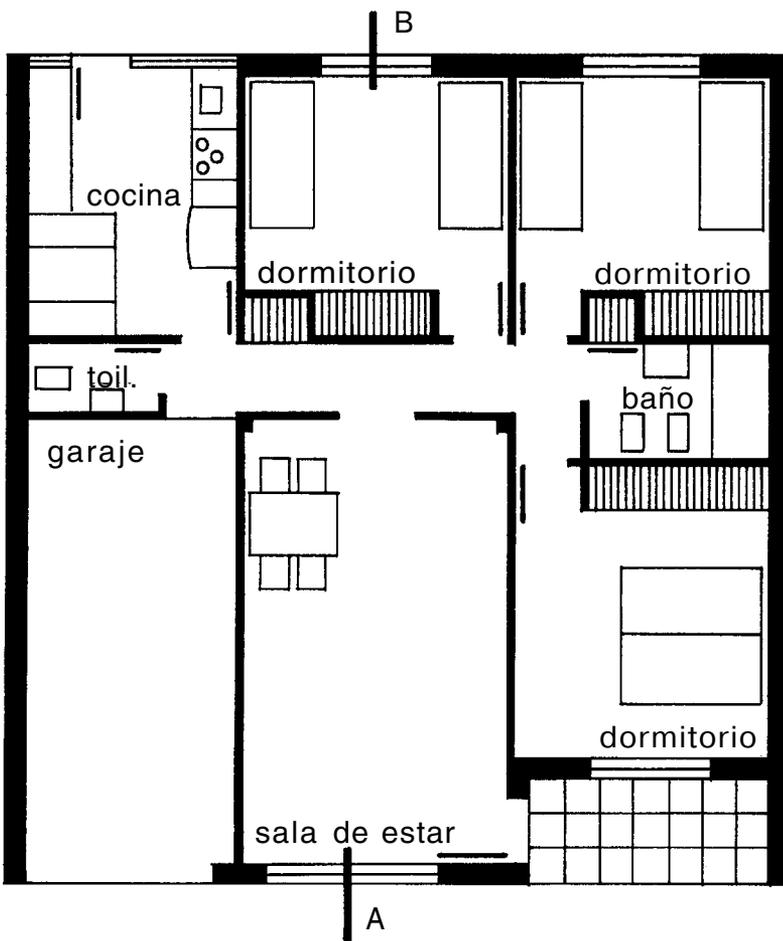
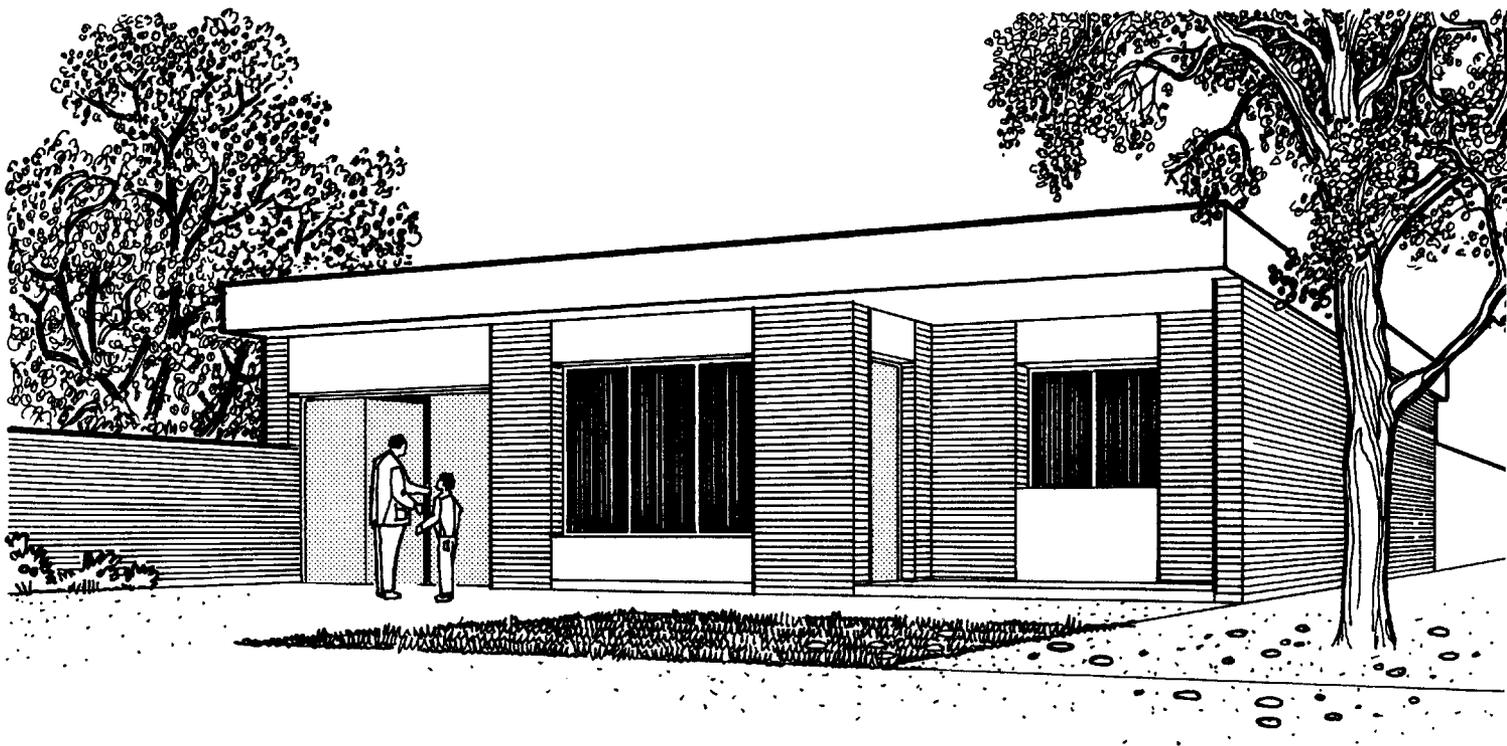


Estructura

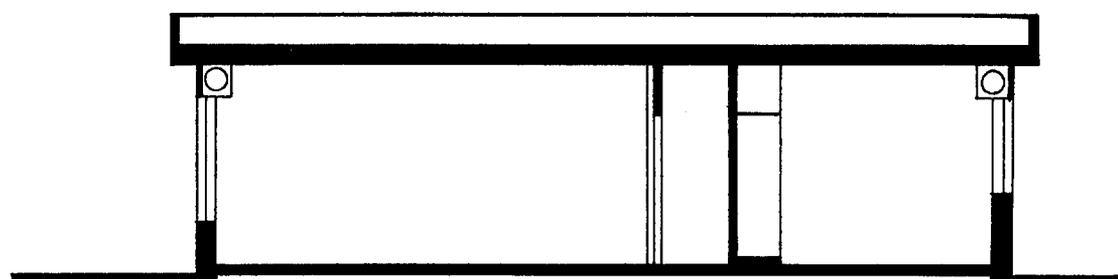
**H-5**



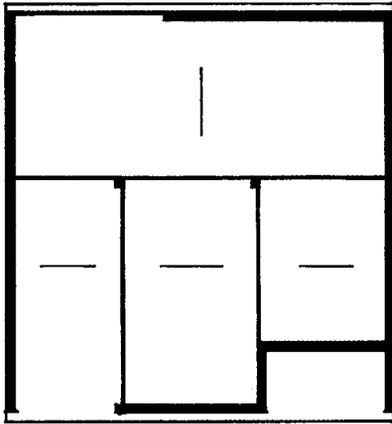
Corte A B



Estructura

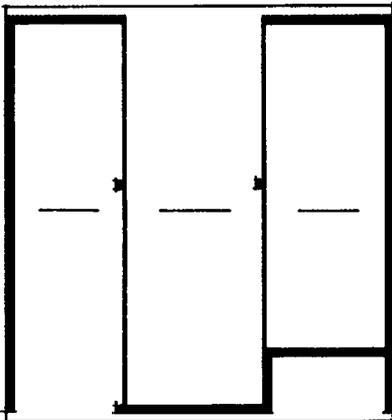
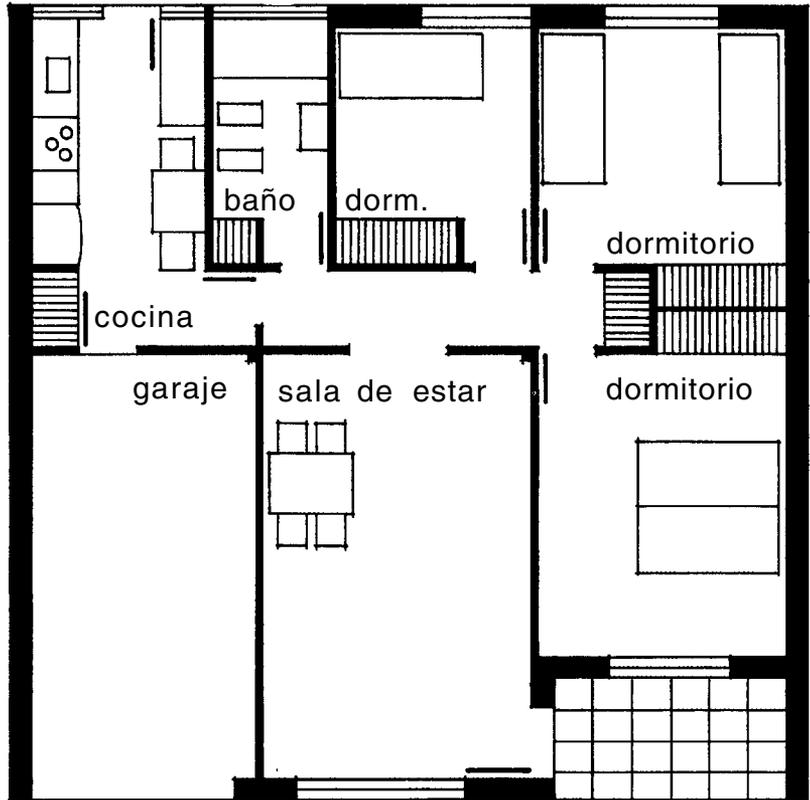


Corte A B



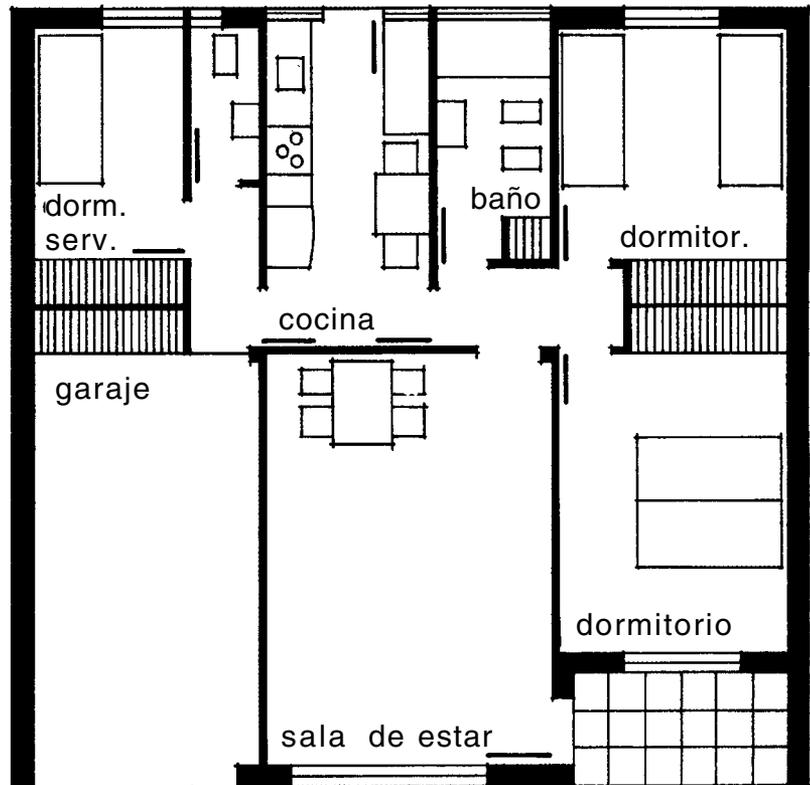
Estructura

**I-2**



Estructura

**I-3**



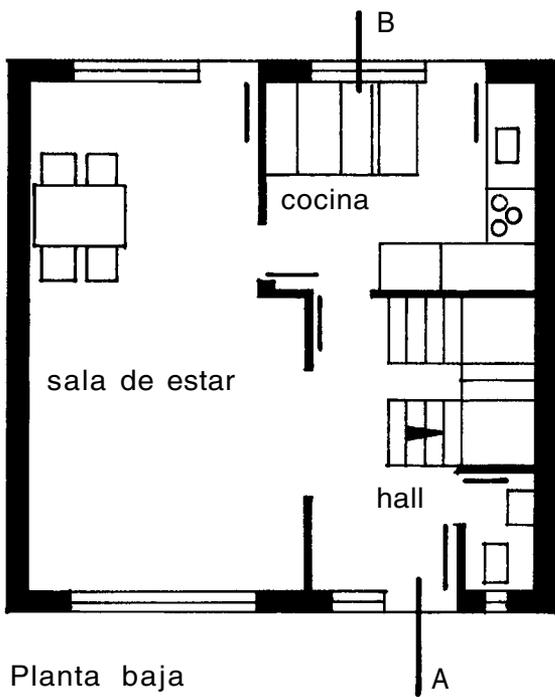
Variante con dos dormitorios y dormitorio de servicio



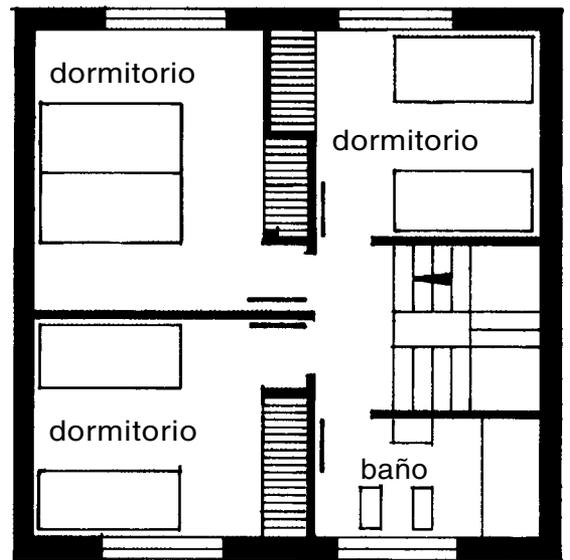
Frente



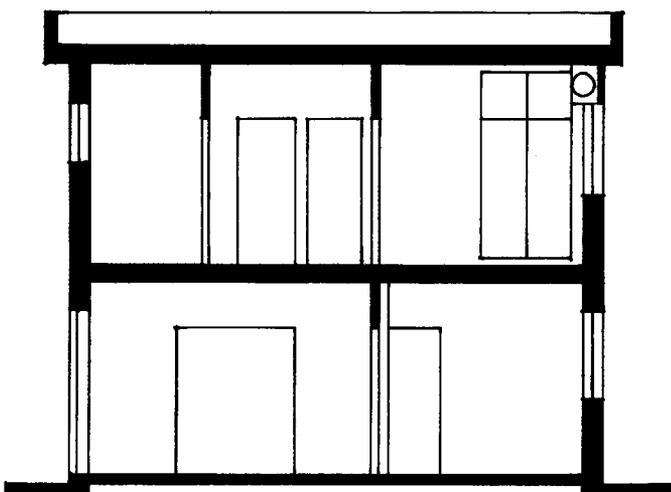
Frente posterior



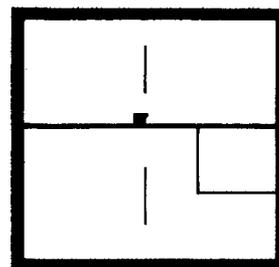
Planta baja



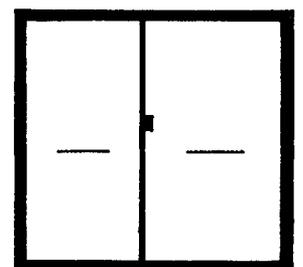
Planta alta



Corte AB

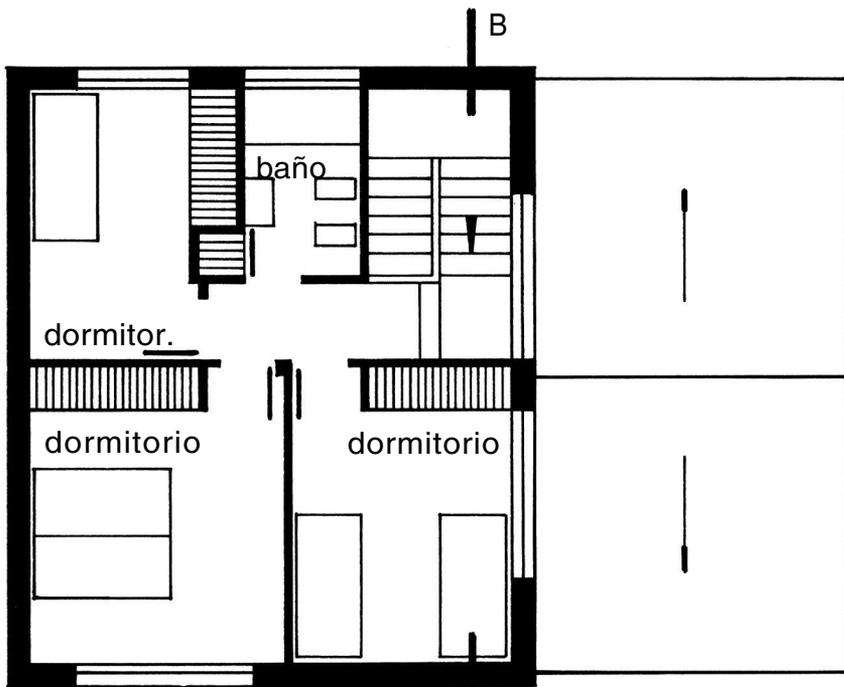


Sobre P. baja

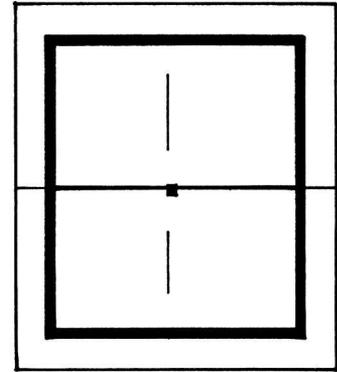


Sobre P. alta

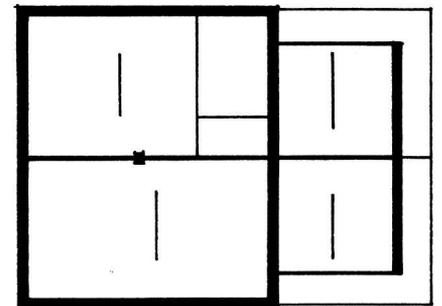
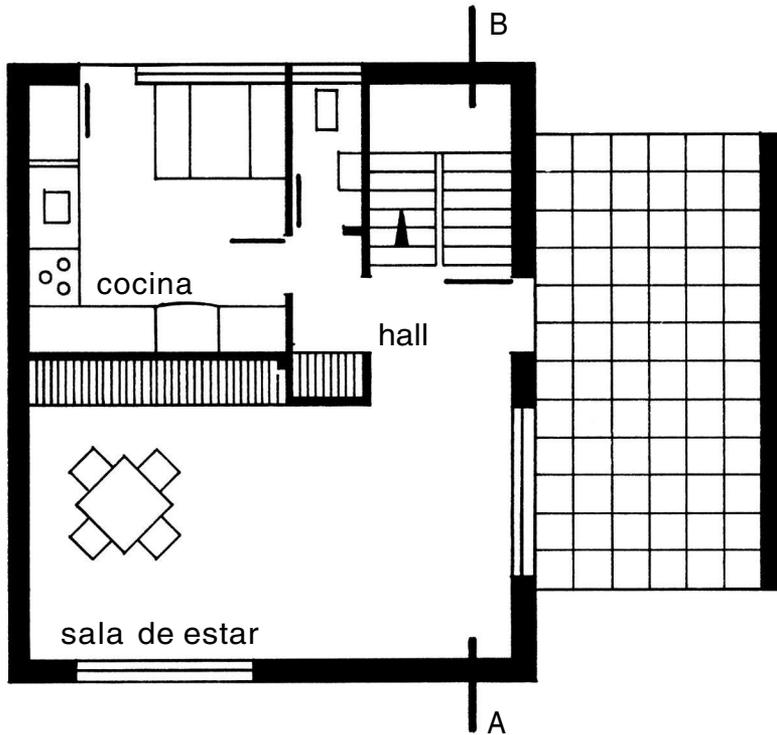
J-1



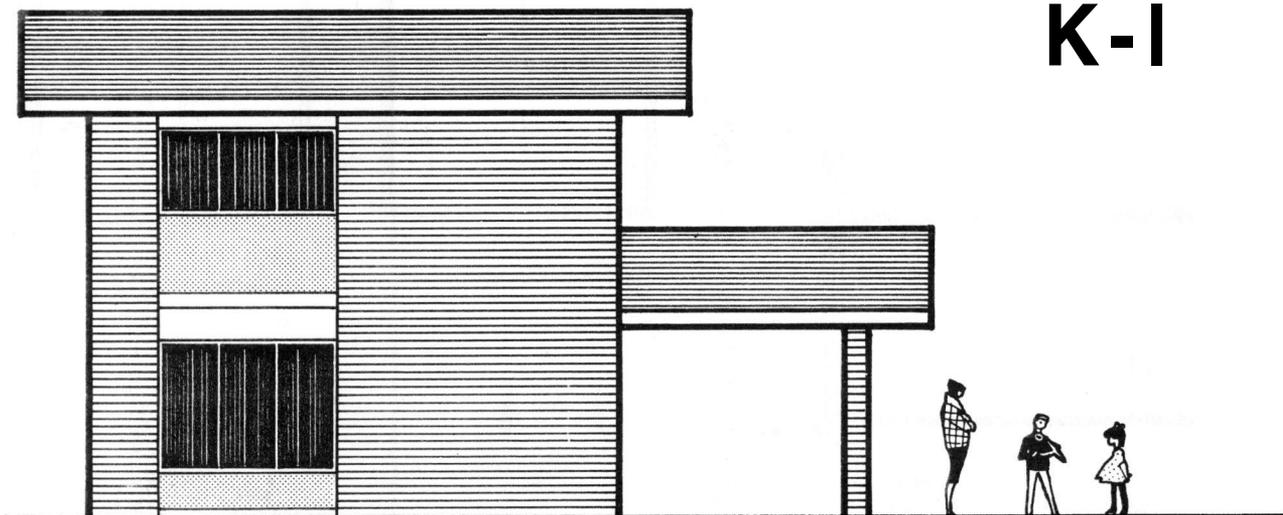
PLANTA ALTA



Sobre planta alta

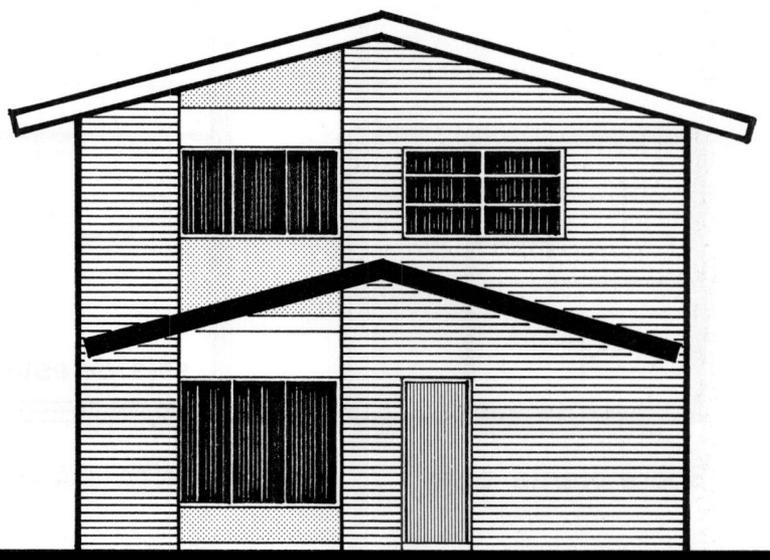
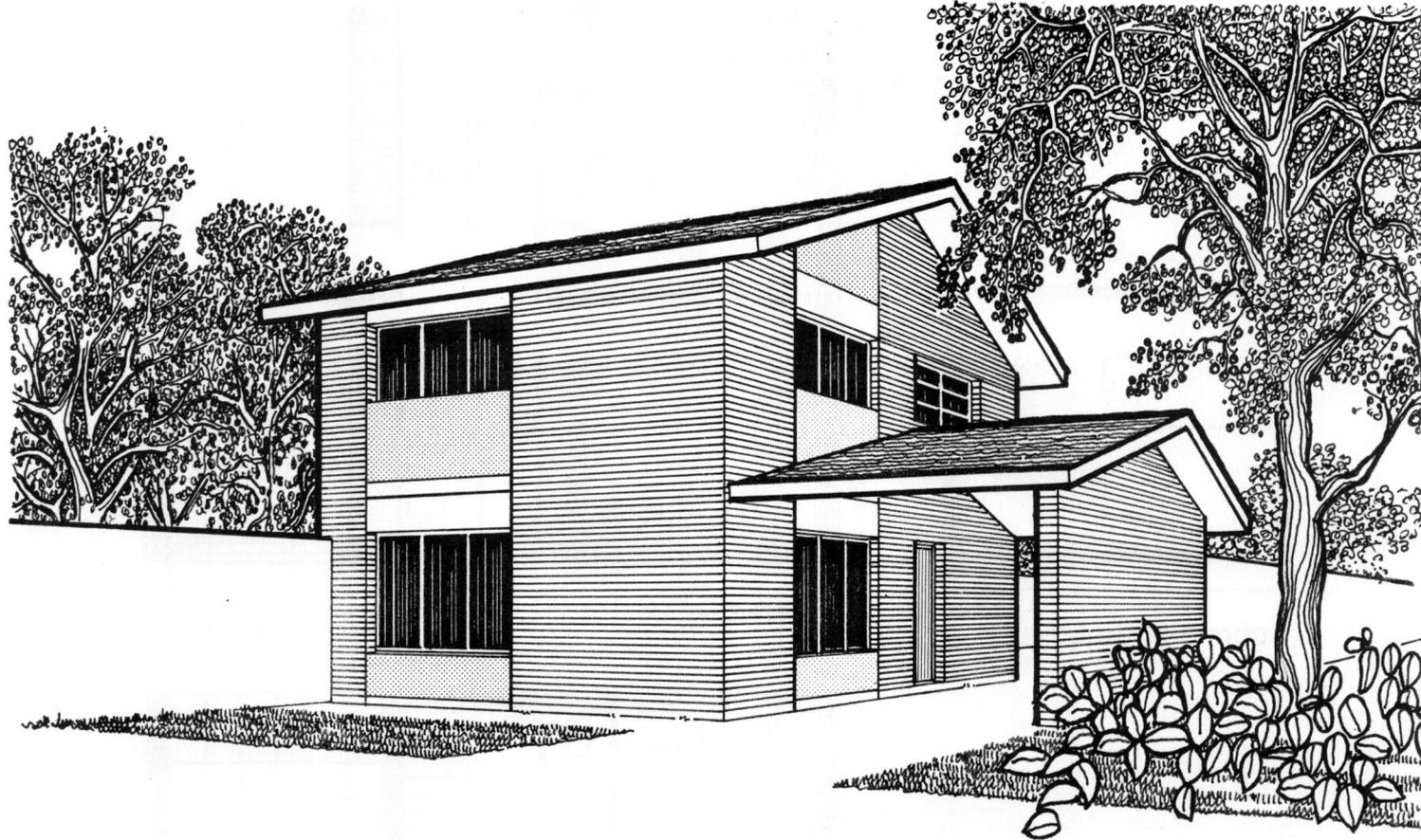


Sobre planta baja



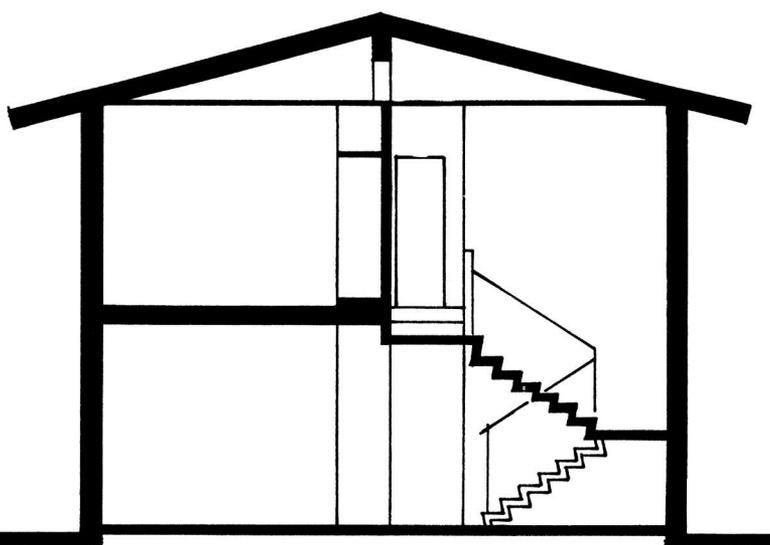
FRENTA

**K-I**

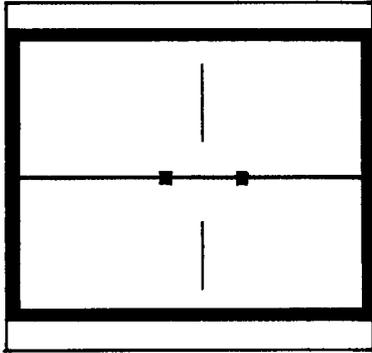


FRENTE LATERAL

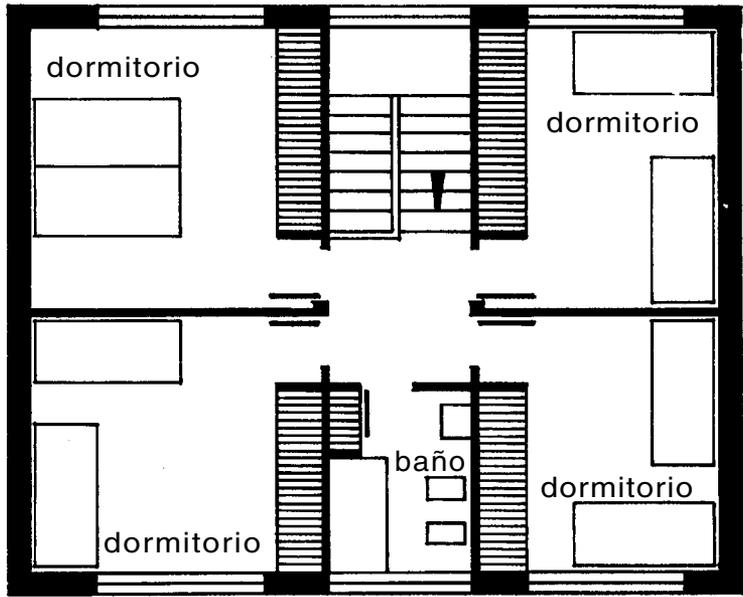
**K-I**



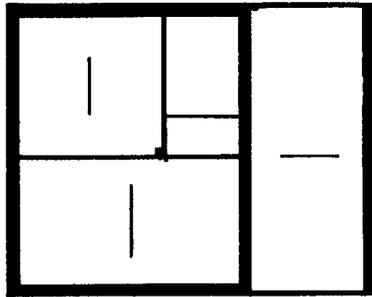
CORTE A B



Sobre planta alta



PLANTA ALTA

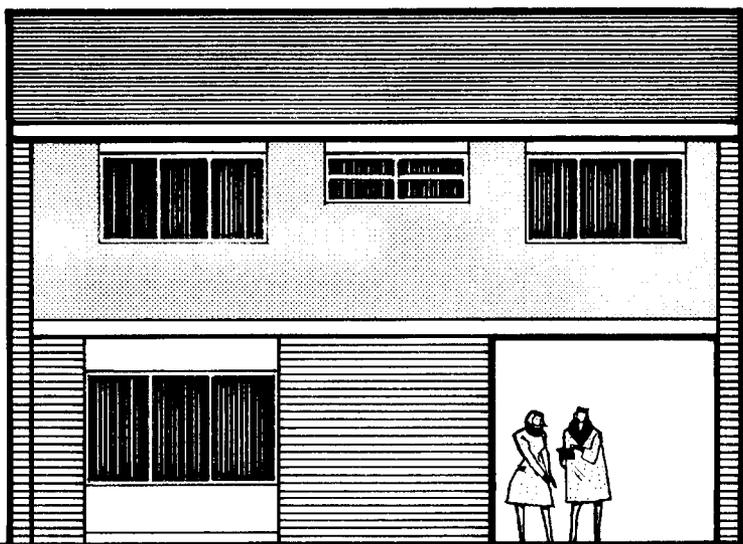


Sobre planta baja



PLANTA BAJA

**K-2**



FRENTE